T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANILARAK ANA ARI DAVRANIŞLARININ TAKİBİ

AHMET FARUK ULUS

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gürkan TUNA

EDİRNE-2023

AHMET FARUK ULUS'un hazırladığı "**Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Ana Arı Davranışlarının Takibi**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **Mekatronik Mühendisliği** Anabilim Dalında bir **Yüksek Lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Prof. Dr. Gürkan TUNA	……
Dr. Öğr. Üyesi Aydın GÜLLÜ	……
Dr. Öğr. Üyesi Hayrettin TOYLAN	……

Tez Savunma Tarihi: 12/01/2023

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Gürkan TUNA

Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

……

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamını ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

12/01/2023

Ahmet Faruk ULUS

İmza

Yüksek Lisans Tezi

Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Ana Arı Davranışlarının Takibi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Arılar Dünya'daki hayatın devam edebilmesi için oldukça önemli canlılardır. Her canlı gibi amaçları üremek ve hayatta kalmaktır. Koloni halinde yaşayan bal arısı arılarının; ana arı, işçi arı ve erkek arı türleri vardır. Cinsiyet olarak ana arı ve işçi arılar dişidir. Ana arının görevi yumurtlayarak koloninin devamlılığını sağlamaktır. İşçi arıların ise nektar, polen, propolis toplama, su taşınma, kovan temizliği, arı sütü ve bal mumu üretimi gibi çok çeşitli görevleri vardır. Erkek arıların tek görevi ana arıyı döllemektir.

Bu tez çalışmasında arı kolonisinin ve içindeki ana arının hareketlerinin takibi için deneysel bir arı kovanı tasarlanmıştır. Bu tasarım, kovanın içerisindeki ana arının diğer çerçevelere geçmesini engelleyecek şekildedir. Çerçevenin karşısında ana arı hareketlerini kaydeden 1080p çözünürlüğünde ve gece görüş özelliği olan bir kamera bulunmaktadır. Ana arı işaretlenip kafesin içerisine konularak, 15 gün süre boyunca kayıt işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında elde edilen video kayıtlarından resimler oluşturulmuş ve bu resimler üzerinde ana arı etiketlenmiştir. Daha sonra, geliştirilen bir bilgisayarlı görü algoritmasıyla model eğitimi yapılarak, Darknet, Matplotlib ve OpenCV kütüphaneleri kullanılarak ana arı ve işçi arıların petek üzerindeki konumu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen yöntem ile kovan içerisinde işçi arı ve ana arının konumlarının tespit edilebildiğini göstermiştir. Elde edilen veriler kullanılarak, Yolov3 ve Yolov4 algoritmalarının karşılaştırılması yapılmıştır.

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 75

Anahtar Kelimeler : Arıcılık, Görüntü İşleme, Kamera, Bilgisayarlı Görü

Master Thesis

Monitoring Queen Bee Behaviors Using Image Processing Techniques

Trakya University Institute of Natural and Applied Sciences

Mechatronics Engineering

ABSTRACT

Bees are extremely important creatures for the continuation of life on Earth. Like all living things, their purpose is to reproduce and survive. The colony-dwelling honey bees have three types: the queen bee, worker bees, and male bees. Gender-wise, the queen and worker bees are females. The queen bee's role is to lay eggs to ensure the colony's continuity. Worker bees have various tasks such as collecting nectar, pollen, propolis, carrying water, cleaning the hive, producing bee milk and wax. The only role of male bees is to fertilize the queen bee.

In this thesis study, an experimental bee hive was designed to track the movements of the colony and the queen bee. This design prevents the queen bee from moving to other frames. Opposite the frame, there is a 1080p resolution camera with night vision. The queen bee was marked, placed in the cage and recorded for 15 days. Afterwards, images were created from the video recordings and the queen bee was labeled on these images. Then, a computer vision algorithm was developed, and using the Darknet, Matplotlib and OpenCV libraries, the position of the queen bee and worker bees on the comb was detected. The results obtained showed that the positions of the worker bee and the queen bee inside the hive can be detected using the proposed method. The data obtained was also used to compare the Yolov3 and Yolov4 algorithms.

Year : 2023

Number of Pages : 75

Keywords : Apiculture, Image Processing, Camera, Computer Vision

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum çalışmada tecrübelerini benimle paylaşan babam Ridvan ULUS'a, tez çalışmasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gürkan TUNA'ya teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ahmet Faruk ULUS

Edirne, 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv

ABSTRACT vi

TEŞEKKÜR viii

İÇİNDEKİLER ix

ŞEKİLLER DİZİNİ xii

ÇİZELGELER DİZİNİ xiv

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xv

BÖLÜM 1 1

GİRİŞ 1

1.1. Arı Çeşitleri 3

1.2. İşçi Arılar 3

1.2. Ana Arı 3

1.3. Erkek Arı 4

1.4. İşçi Arı ve Ana Arı Arasındaki Farklar 4

1.6. Türkiye'deki Bal Arısı Irkları 5

1.7. Ana Arı Aşılama Aşamaları 7

1.8. Arıların Görme Duyusunun İncelenmesi 10

1.9. Arı Kovanın Bölümleri 11

1.9.1. Arı Kovanının Parçaları 11

1.10. Görüntü Tanıma 12

1.11. Hassaslık, Duyarlılık ve F1 Skoru 13

1.12. Yolov4'te Yapılan İyileştirmeler 14
BÖLÜM 2 15
MATERYAL VE METOD 15
2.1. Deneysel Arı Kovanın Tasarımı ve İmalatı 15
2.2. Kamerayla Video Verisi Toplama 24
2.3. Kameraya Enerji Sağlanması 27
2.4. Arı Kovanın Konumu 30
2.5. Video Kayıtlarının Alınması 30
2.6. Görüntünün Perspektifini Düzeltme 31
2.7. Videodan Ekran Görüntüsü Alma 34
2.8. Verilerin Etiketlenmesi 35
2.9. Colab Bulut Servisi 37
2.10. Verilerin Bulutta Depolanması 38
2.11. Bulut Hesaplama Platformu Sürümlerinin Karşılaştırılması 39
2.12. Yolov4 Algoritması 40
2.14. Colab Üzerinde Ağırlık Dosyasının Oluşturulması 41
2.15. Konfigürasyon (cfg) Dosyasının Hazırlanması 43
2.16. Eğitim Sonuçları 46
2.17. Videoları Resimlere Dönüştürme 46
2.18. İşçi ve Ana Arının Koordinatlarının Oluşturulması 47
2.19. Grafik Oluşturulması 49
2.20. İşçi ve Ana Arı Grafiğinin Oluşturulması 50
2.21. Grafik Çıktıları 51
BÖLÜM 3 53
SONUÇLAR VE TARTIŞMA 53

3.1. Öneriler 55
KAYNAKLAR 56
ÖZGEÇMİŞ 59
TEZ SIRASINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN BİLİMSEL FAALİYETLER 60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İşçi ve ana arı larvaları farkı a) İşçi arı b) Ana arı 4
Şekil 1.2. Arı Gelişimi a) Ana arı b) İşçi arı 5
Şekil 1.3. Türkiye'deki bal arısı ırkları 5
Şekil 1.4. Türkiye'deki arı ırkları 6
Şekil 1.5. Mumun eritilmesi 7
Şekil 1.6. Kurumuş mum yüksükler 8
Şekil 1.7. a) Petek gözü b) Larvanın transfer kaşığı c) Kaşığın ucunda larva 8
Şekil 1.8. Larvanın yüksüğe transferi 9
Şekil 1.9. Yüksüklerden ana arı çıkarmak için çabalayan ana arılar 9
Şekil 1.10. Aşılama ve doğal yüksük farkı 10
Şekil 1.11. Ana arının yüksükten çıkışı 10
Şekil 1.12. Işık tayfı 11
Şekil 1.13. CSP sisteminin bağlanma yöntemi 14
Şekil 2.1. Arı kovanı 15
Şekil 2.2. Farklı açılardan görünümler a) Üstten görünüm b) Yandan görünüm 16
Şekil 2.3. Kovan yanına açılan pencere 16
Şekil 2.4. Kutunun çapraz görünümü 17
Şekil 2.5. Kutunun karşıdan görünümü 17
Şekil 2.6. Kapağın açılma şekli 18
Şekil 2.7. Kapağın kilidi 18
Şekil 2.8. L parçaların konumu 19
Şekil 2.9. L parça 19
Şekil 2.10. L parçaların kovan üzerindeki konumu 20
Şekil 2.11. Kapağın kapatılması 20
Şekil 2.12. Rayın hareket yönü 21
Şekil 2.13. Kayan parça 21
Şekil 2.14. Rayın kovan içindeki konumu 22
Şekil 2.15. Kameranın kutu içinde konumlanması 22
Şekil 2.16. Ana arı ızgarasının konumu 23
Şekil 2.17. Izgaranın gerçek kovandaki yeri 23
Şekil 2.18. Kovanın arılıktaki yeri 24
Şekil 2.19. Arı izlemede kullanılan kamera 24
Şekil 2.20. Kamera ana menü 25
Şekil 2.21. Kamera menüleri 1 26
Şekil 2.22. Kamera menüleri 2 27
Şekil 2.23. Kameranın enerji kaynağı 28
Şekil 2.24. Jel akü 29
Şekil 2.25. Haritada yer alan kovan konumu 30
Şekil 2.26. Video kayıtlarının dosya görünümü 30
Şekil 2.27. Video dosya isimleri 31

Şekil 2.28. HitFilm Express arayüzü 31
Şekil 2.29. Videolara uygulanan efekt menüsü 32
Şekil 2.30. Video düzeltme 1 32
Şekil 2.31. Video düzeltme 2 33
Şekil 2.32. Video düzeltme 3 33
Şekil 2.33. a) Videonun ilk hali b) Videonun son hali 34
Şekil 2.34. Vlc Player gelişmiş denetimleri 34
Şekil 2.35. LabelImg yazılımı 35
Şekil 2.36. Yolo etiketleme formatının gösterimi 36
Şekil 2.37. Etiketlenen bölgenin bilgisi 36
Şekil 2.38. Kod hücresi 38
Şekil 2.39. Google Drive'da gerçekleşen dosya alışverişleri 38
Şekil 2.40. Colab GPU işlemci modeli-Çalışma zamanı karşılaştırması 39
Şekil 2.41. YOLOv4 performans grafiği 40
Şekil 2.42. Darknet kopyalama 41
Şekil 2.43. Performans arttırma 42
Şekil 2.44. Darknet kurma 42
Şekil 2.45. Colab'a bağlanma 42
Şekil 2.46. Obj ve test dosyası işlemleri 42
Şekil 2.47. Obj.data 43
Şekil 2.48. Obj.names ve obj data dosyaları işlemleri 43
Şekil 2.49. Cfg dosyası 44
Şekil 2.50. Cfg dosyasını Google Drive'a yükleme 44
Şekil 2.51. Cfg dosasını Darknet'e yükleme 44
Şekil 2.52. Eğitilecek resim adlarını oluşturma 45
Şekil 2.53. Yolov4.conv.137 ağırlığı 45
Şekil 2.54. Eğitimin başlaması 45
Şekil 2.55. Eğitim sonuç kodu 46
Şekil 2.56. Görüntü dizisi 1 46
Şekil 2.57. Görüntü dizisi 2 47
Şekil 2.58. Görüntüler dizini görünümü 47
Şekil 2.59. Görüntülerin isimlerinin oluşturulması 48
Şekil 2.60. Koordinatları oluşturan kod 48
Şekil 2.61. Koordinatların açıklaması 49
Şekil 2.62. Koordinat verilerinin alınması 50
Şekil 2.63. Grafiğin oluşmasını sağlayan kod 50
Şekil 2.64. Ham görüntüden işçi ve ana arıların tespiti. 51
Şekil 2.65. Dört gün süresince tespit edilen ait ana arı hareketleri 52
Şekil 3.1. Yolov3 ve Yolov4 algoritmalarının hassaslık değerleri 54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. İşçi arı iş bölümü....3
Çizelge 2.1. İnvertör özellikleri 28
Çizelge 2.2. Güneş panelinin özellikleri 29
Çizelge 3.1. Kullanılan donanımların maliyetleri 53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Derece Santigrat
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CNN	Evrişimli Sinir Ağı
CPU	Merkezi İşlem Birimi
GAN	Üretken Rakip Ağları
GB	Gigabyte
GPU	Grafik İşlem Birimi
Hz	Hertz
mm	Milimetre
RNN	Tekrarlayan Sinir Ağları
sn	Saniye
VAC	Voltluk Alternatif Gerilim

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bal arıları oldukça sosyal hayvanlardır. Arı kolonisinin canlılığını sürdürebilmesi için her arının bir görevi vardır. Ana arının petek üzerindeki hareketi hakkında bilgi edinmek kovanın durumu hakkında kritik bilgiler sağlayabilir. Bu verilerin elde edilmesi ve anlamlandırılması sadece ana arının değil tüm arı kolonisi hakkında bilgi verebilir.

Geleneksel olarak arıcılık faaliyetlerinde kontrol işlemleri el ile yapılır. Arı kovanın kapağı kaldırılır ve çerçeve üzerinde ana arının sağlık durumu gözle tespit edilir. Ayrıca günümüz teknolojisinde harmonik radar (Capaldi vd., 2000), radyo frekansı (Shearwood vd., 2018) gibi sensörlerle arıların konumu izlenebilir.

Bu yöntemlerin dışında, kaydedilen videoları işlemek için görüntü işleme yöntemleri oldukça fazla kullanılmaktadır. Görüntüleme sistemi, sensör tabanlı sistemlere göre daha fazla bilgi sağlayabilir. Görüntü işleme yaklaşımlarını kullanarak bal arısı faaliyetlerini izlemek için uygulanan adımlar: arı kovanı tasarlanması, video çekerek verilerin oluşturulması, verilerin etiketlenmesi, modelin oluşturulması, modelin çalıştırılması koordinat ekseninde işaretlenmesi ve grafik üzerinde yorumlanmasıdır. Tüm bu çalışmalar ana arının yaşam sürecinde petek üzerindeki konumunun otomatik olarak bulunmasını sağlayabilir. Arıcılık, 18. Yüzyıldan günümüze, bilimsel olarak gelişmektedir. Son yıllarda iklim değişikliği, pestisitler ve çevresel faktörlerden dolayı arı popülasyonu ve türleri azalmaktadır. Zaman içerisinde arı takibi konusu üzerine dikkat çeken birçok makale çıkmıştır. Arı ırklarının çok fazla olmasından dolayı araştırmacılar genellikle kendi donanım ve tasarımlarını oluşturarak kendi verilerini elde etmeleri gerekir.

Arıların kovandaki nemi ve yüksek sıcaklığı uzaklaştırmak için kanatlarını çırparak yaptığı fanlama davranışı birbirine sürtünmelerinden dolayı yüzeylerinde elektrik yükü oluşturur. Uwe Greggers ve arkadaşlarının yapmış olduğu bu çalışmada kanat hareketiyle üretilen elektrik alan, bal arılarının sosyal iletişimde davranışsal olarak uyarıcı bir bileşen olduğu gösterilmiştir. Gözlem yapmak için KCI tipi pH sensörü, pH solisyonu ve AD624 amfi kullanılmıştır (Greggers vd., 2013). Toplam maliyeti 800 doların üzerindedir.

Arıların etanol ve sakaroz solüsyonuna verilerek gösterdikleri davranışlara göre arıların kovan içerisinde sallanma dansı aktivitesini azaltıp, titreme davranışlarını arttırdığı ve diğer davranış kalıplarını da değiştirdiği gösterilmiştir. Çalışmada arılar gözle sayılmıştır (Bozic vd., 2006).

Bir çalışmada zehirli çiçeklerden kovana gönen arılar güvenli çiçeklere göre yaklaşık 20 kat daha fazla sallanma davranışı gösterdiği tespit edilmiştir. Güvenli çiçek tehlikeli çiçeğe göre daha fazla arı tarafından ziyaret edilmiştir. Çalışmada 2 gözlemci arıları izlemiştir (Abbott & Dukas, 2009).

Arıların üzerine takılan harmonik aktarıcılar ile yapılan bir çalışmada, yiyeceğin kaynağının yönü ve mesafesinin sallanma dansıyla olan ilişkisi gösterilmiştir. Karanlık bir çadırın içerisinde arı kovanın üzerindeki cam bir çerçeveden arılar gözlemciler tarafından izlenmiştir (Riley vd., 2005).

Başka bir çalışmada arıların verimsiz besin kaynağından vazgeçerken koloninin devamlılığı için fayda ve maliyeti karşılaştırması yaptığı gözlemlenmiştir. Arı kovanına giren arılar tek tek yakalanarak işaretlenmiştir (al Toufailia vd., 2013).

Bir diğer çalışmada ılıman ve tropikal habitatlardaki arı davranışı gözlemlenmiştir. Tropikal bölgeler ılıman bölgelere göre besin kaynakları eşit şekilde yayılmamıştır. Bu Çevresel koşulların arıların dans davranışının yön bulmadaki önemine dikkat çekilmiştir. Bu gözlem arı kovanın üzerine siyah cam konularak yapılmıştır. Çalışma günlerce sürmüştür (Dornhaus & Chittka, 2004).

Tashakkori ve arkadaşları, arıların giriş çıkışlarını takip eden bir sistem geliştirmişlerdir. Fakat arıların takibinde makine öğrenmesine dair bir çalışma yapmamıştır (Tashakkori vd., 2017). Bu ve benzeri çalışmalarda arıları gözlemleme yöntemi pahalı, meşakkatli ve uzun sürelidir. Oluşturulan veriler binlerce bal arısı

türünden sadece birine aittir. Öte yandan teknolojinin gelişmesiyle yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması, gelişmiş kamera ve yazılımlara erişmeyi kolaylaştırmıştır.

1.1. Arı Çeşitleri

Sağlıklı bir bal arısı kolonisi ortalama 80.000 işçi arı, 2000 erkek arı ve 1 ana arıdan meydana gelmektedir. Her bireyin kovan içerisindeki görevi farklıdır. Bunlar devam eden başlıklarda incelenmiştir**.**

1.2. İşçi Arılar

Arı kolonisinde sayıca en fazla olan arı türüdür. Aktif olan sezonda ömrü ortalama 50 gündür. Kış aylarındaysa ortalama 5 ay kadardır. Tüm işçi arılar kovandaki rutin işlemleri yerine getirirler. Çizelge 1.1'de gün yaşına göre iş bölümü gösterilmiştir (Seeley, 1982).

Çizelge 1.1. İşçi arı iş bölümü

Ortalama Yaşı (Gün)	**Görevi**
0-3	Petek gözü temizleme
4-6	Larvaları nektar ve polenle besleme
7-12	Genç larvaları arı sütü ile besleme
13-18	Balmumu salgılama ve petek örme
19-21	Kovanı savunma, havalandırma, temizleme, nektarın tarlacı arılardan alma, polen depolama
22-	Nektar, polen, propolis ve su toplama gibi işleri yapma

1.2. Ana Arı

Bir diğer adı kraliçe arı olarak bilinen ana arı dişi cinsiyette olup, diğer arılardan farklı olarak üreme yeteneğine sahiptir. Kraliçe arının görevi, kovanın büyümesine ve çoğalmasına yardımcı olmaktır.

Ana arı yüksükten çıktıktan sonra 1 hafta işçi arılar tarafından beslenir. Devamında 1 hafta çiftleşme uçuşuna çıkarak erkek arılardan sperm kesesine sperm depolar. Tekrar 1 hafta bekler ve yumurtlamaya başlar. Bir daha kovandan ayrılmaz. Her

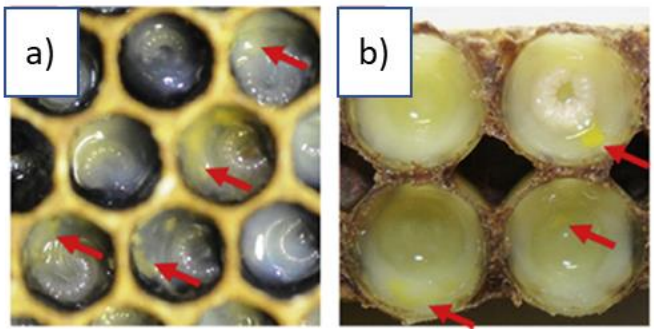
kolonide 1 tane bulunur. Günde 2000 adet yumurta yumurtlayabilir. Döllenmiş yumurtalardan işçi döllenmemiş yumurtalardan erkek arı çıkar. Ana arı ölürse ya da yumurtlama yeteneğini kaybederse, işçi arılar 3 günlük yumurtaları ana arı oluşacak şekilde besler (Moore vd., 2015).

1.3. Erkek Arı

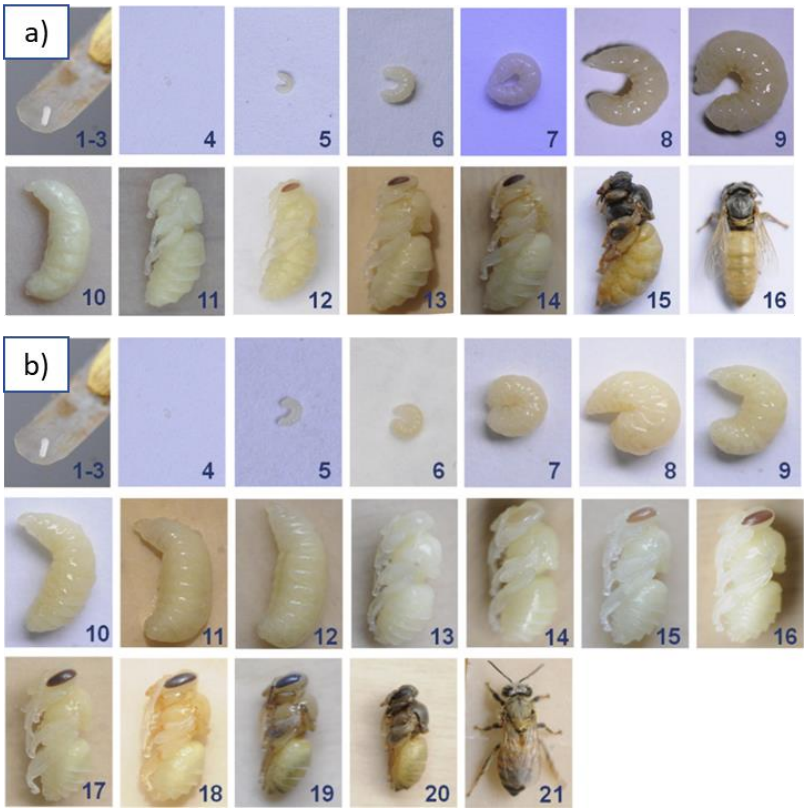
Erkek arının arı kolonisindeki görevi ana arı ile çiftleşmektir. Sayıları her bir kovanda 300-800 arasındadır. Ana arının döllenmemiş yumurtasından meydana gelir. İşçi arıya göre daha fazla besin yediklerinden dolayı kovan ısısını arttırdıklarından kuluçkadaki yavru gelişimine dolaylı olarak yardımcı olur (Erkan & Kiziltaş, 2017). Erkek arılar, genellikle daha küçük boyutludur ve ömrü dişi arılara göre daha kısadır. Arı kovanına girmeden önce dışarıda yaşarlar ve genellikle dişi arılarla çiftleşme için havada beklerler.

1.4. İşçi Arı ve Ana Arı Arasındaki Farklar

Ana arı ve işçi arılar aynı genotipteki yumurtadan olmasına rağmen davranış, yaşam süresi, gelişim, fonksiyon, fizyoloji, morfoloji ve metabolizma açısından tamamen farklıdır. Döllenmiş bir larva işçi arılar tarafından arı sütü ile beslendiğinde ana arı, bal ve polen ile beslendiğinde ise işçi arı meydana gelmektedir. Yoğun arı sütüyle beslenen ana arı 8.günde yüksük kapandıktan sonra pupa dönemini baş aşağıda geçirir. 12. güne kadar yüksüğün içerisinde depolanan arı sütüyle bedeninin arka kısmından kasılarak iç beslenmesine devam eder. Şekil 1.1a'da 3 günlük işçi arı larvası, Şekil 1.1b'de ana arı larvası gösterilmiştir. Şekil 1.2a'da ana arının 16 günlük gelişim süreci, Şekil 1.2b'de işçi arının 21 günlük gelişim süreci gösterilmiştir (Wang vd., 2015).



Şekil 1.1. İşçi ve ana arı larvaları farkı a) İşçi arı b) Ana arı



Şekil 1.2. Arı Gelişimi a) Ana arı b) İşçi arı

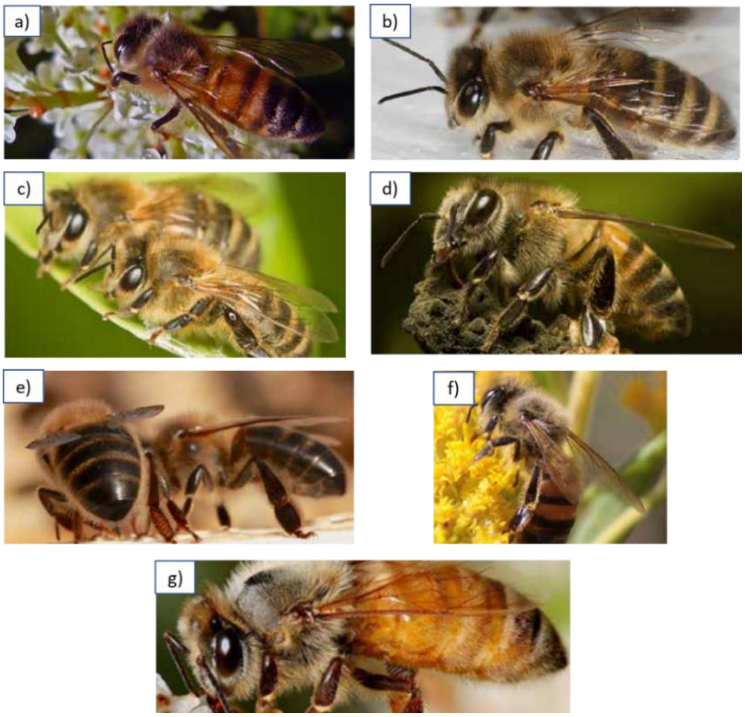
1.6. Türkiye'deki Bal Arısı Irkları

Ülkemiz farklı coğrafi, topografik yapıya ve zengin bitki florasına sahiptir. Türkiye'de en fazla bilinen arı ırkları ve ekotipi Şekil 1.3'te harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Türkiye'deki bal arısı ırkları

Ülkemizde bulunan arı ırkları ırkları her biri kendine özgü özelliklere sahip olup, arıcılık faaliyetlerinde farklı amaçlar için kullanılabilir. Şekil 1.4a'da gösterilen Kıbrıs Arısı *(Apis Mellifera Cypria)*, çok saldırgan bir yapısı vardır. Çok çalışkandır. Kıbrıs ve Akdeniz sahil bölgelerinde bulunur. Şekil 1.4b'de gösterilen Karniyol Arısı *(Apis Mellifera Carnica)*, arı ırkları arasındaki en sakin huylu ırktır. Kışı geçirmesi çok iyidir. Hastalıklara karşı oldukça hassastır. Trakya bölgesinde bulunur. Şekil 1.4c'de gösterilen Suriye Arısı *(Apis Mellifera Syriaca)*, Hatay civarında görülür. Saldırgan hastalıklara karşı dayanıklıdır, verimi düşüktür. Şekil 1.4 d'de gösterilen İran Arısı *(Apis Mellifera Meda)*, Güneydoğu illerinde görülür. Saldırgan yapıdadır. Şekil 1.4e'de gösterilen Anadolu Arısı *(Apis Mellifera Anatoliaca)*, Anadolu bölgesi ve çevresinde bulunur. Saldırgan yapıdadır. Sert hava koşullarına uyumludur. Bal tüketimi azdır. Arı hastalıklarına karşı hassastır. Şekil 1.4f'de gösterilen Kafkas Arısı *(Apis Mellifera Caucasia)*, Kuzey Doğu Anadolu'da görülmektedir. Diğer arılardan daha büyüktür. Dilleri uzun olduğu için daha çeşitli çiçeklerden nektar toplayabilirler. Kış mevsiminden zayıf çıkarlar ve daha yavaş gelişirler. Çalışkan yapıdadır. Şekil 1.4g'de gösterilen Muğla Arısı *(Muğla Ekotipi)*, Çanakkale'nin kuzeyinden kaşa kadar Ege sahil bölgelerinde görülür. Çalışkan ve bal verimliliği yüksektir (Bulut, 2020).



Şekil 1.4. Türkiye'deki arı ırkları

1.7. Ana Arı Aşılama Aşamaları

Aşılama ana arı yetiştirmek için yapılan bir işlemdir. Başarılı bir arıcılık işletmesi kurmak için kaliteli damızlık ana arı seçimi yapılması gerekmektedir. Ana arıların gelecek kuşaklara aktaracağı özellikler, yetiştiricilikte çok önemlidir. Yüksek verim elde etmek için nitelikli ve genç ana arıların kullanılması gerekir. Arı kolonisinin gelişimini hızlandırma, arıların daha verimli çalışması ve bal üretiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi sağlamak amacıyla yapılır (Karaca vd., 2014).

Şekil 1.5'te gösterilen 60 °C derecede eritilen steril edilmiş bal mumuna 9 mm çapındaki ucu oval silindir biçimindeki tahta çubuklar, 7 mm derinliğinde mum kabına batırılır ve çıkarılır. Tekrar su kabına batırılır. Bu süreç 3 sefer tekrar edilir. Devamında mumla kaplanmış çubuk, muma batırılan tahta lata üzerine dik olarak mum soğumadan batırılır. Daha sonra hepsi birlikte tekrar su kabının içerisine sokulur. Yavaşça soğuması sağlanır. Tahta çubukların ucundaki mum yüksükler tahta çubuklardan yavaşça çıkarılarak mum kalıbı meydana getirilir (Korkmaz & Öztürk, 2006).



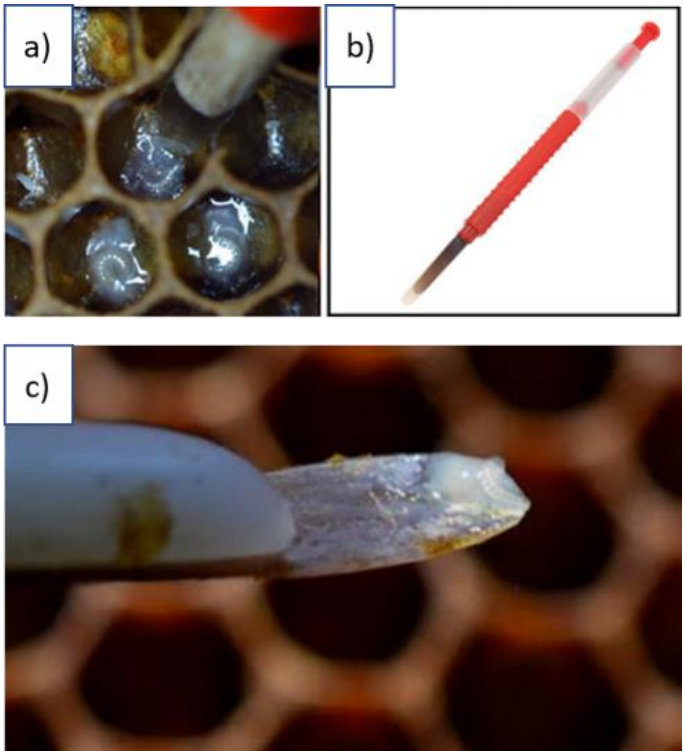
Şekil 1.5. Mumun eritilmesi

Şekil 1.6'da görülen hazırlanmış sıralı mum yüksükler ana arı yetiştirilecekse araları 15 mm eğer arı sütü üretilecekse aralık bırakmadan yapıştırılır. Ana arı yetiştirilen gözlerde ortalama 16 adet, arı sütü üretilecekse ortalama 40 adet yüksük yapılır.



Şekil 1.6. Kurumuş mum yüksükler

72 saat sonra çatlayan yumurta 1 günlük larva olduğunda işçi arılar larvayı beslemek amacıyla polen ve baldan yapılmış sıvıyı larvanın tabanına bırakırlar. Larva bu sıvıdan beslenir. Şekil 1.7b'de görülen ucunda esnek kürek olan larva transfer kaşığıyla Şekil 1.7a'da görünen petek gözünün tabanından larvaya değmeden alınır. Larvanın transfer kaşığı üzerindeki görünümü Şekil 1.7c'de gösterilmiştir.



Şekil 1.7. a) Petek gözü b) Larvanın transfer kaşığı c) Kaşığın ucunda larva

Larva hazırlanan mum yüksüklerin ortasına bırakılır. Şekil 1.8'de her yüksüğe bir larva konur. Transfer işlemi yapılırken ortam sıcaklığı 32-36 derece, nem %62-64 arasında olmalıdır.



Şekil 1.8. Larvanın yüksüğe transferi

Aşılanan yüksükler ana arısı olmayan, besleyici kovanların çerçeve gözlerine konur. Şekil 1.9.'da işçi arıların yüksükleri beslediği görülmektedir.



Şekil 1.9. Yüksüklerden ana arı çıkarmak için çabalayan ana arılar

Şekil 1.10'da sol taraftaki resimde aşılamayla elde edilen, sağ resimde arının doğal olarak yaptığı yüksük görülmektedir.



Şekil 1.10. Aşılama ve doğal yüksük farkı

16. günde ana arının ağız kıskaçlarıyla mum gözünün etrafını keserek çıkışı Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



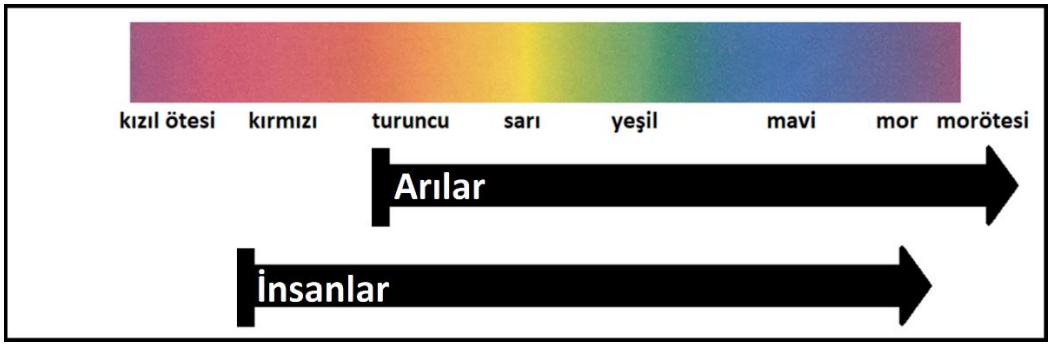
Şekil 1.11. Ana arının yüksükten çıkışı

1.8. Arıların Görme Duyusunun İncelenmesi

Arılar, bizim gördüğümüz gibi renkleri göremezler, ancak ultraviole ışınları algılayabilirler. Bu nedenle, arıların gördükleri dünya bizimkinden farklıdır ve bizim göremediğimiz renkleri görebilirler. Örneğin, arılar çiçeklerin çekici özel renklerini görebilir ve çiçeklerin nektarına yönelebilirler. Arılar ayrıca çevrelerinde hareket eden nesneleri takip edebilirler ve uzaktaki nesneleri algılayabilirler. Arıların gözleri, bizimkinden daha farklı yapılıdır ve iki büyük gözleri ve birkaç küçük gözleri vardır. Bu sayede, arılar geniş bir görüş açısına sahip olabilirler ve çevrelerindeki hareketleri daha iyi takip edebilirler.

Işık bir cisme çarptığında bir kısmı emilir, bir kısmı da yansır. Gözlerimiz yansıyan kısmı renk olarak algılar. Arıların ultraviyole ışığı görme yetenekleri, nektar

ararken onlara avantaj sağlar. Çiçekler üzerindeki birçok desen insanlar tarafından görülmemektedir. İnsanların görebildiği renkler kırmızı, mavi ve yeşilin tonları iken arılar ise ultraviyole tonları da görebilmektedir. Arılar kırmızı rengi göremezler. Arıları çekmesi en muhtemel renkler mor ve mavidir. Arılar renkleri insanlardan daha hızlı algılamaktadır. Kontrast farkından dolayı her bir çiçeği tek tek görürler. Parlak yapraklı çiçekleri şeker ile eşleştirdikleri için arılara daha çekici gelir. Arılar uçarken derinliği fark edebildikleri için mesafeyi daha kolay algılayabilirler. Arılar Şekil 1.12'de gösterilen ışık tayfında 300-600 nanometre arasını görebilmektedir, insanlar ise 400-700 nanometre arasını görebilmektedir (Riddle, 2016). Gece görüş kamerası 850 nanometrede kızıl ötesi ışık kaynağı ile çalıştığı için arılar tarafından görülememektedir.



Şekil 1.12. Işık tayfı

1.9. Arı Kovanın Bölümleri

Bir arı kovanı temel olarak kapak, ballık, kuluçkalık ve dip tahtası bölümlerinden meydana gelir. Dünya'nın birçok yerinde Langstroth kovan tipi kullanılır. Bunun sebebi ihtiyaca göre özelleştirilmesinin kolay olmasıdır.

1.9.1. Arı Kovanının Parçaları

- Kapak: Dışarıdan yağmur ve karın girmesini engeller. Ön ve arkasında havalandırma delikleri vardır.
- Ballık: Kovandaki arı sayısının artmasıyla kuluçkalık üzerine konulan her katı ifade eder.
- Kuluçkalık: Arıların yavru yetiştirdiği bölümdür.

- Dip Tahtası: Kovanın en alt kısmını oluşturur. Arıların giriş, çıkış ve nöbet tuttuğu kapısıdır.
- Çerçeve: Arıların üretkenliğini arttırmak için ballık ve kuluçkalığın içerisine yan yana konur.

Bu parçaların hepsi birlikte, arıların yaşamını sürdürebilecekleri bir ortam oluşturur.

1.10. Görüntü Tanıma

Görüntü tanıma teknolojisi, 1940'lardan beri mevcut olmasına rağmen, o dönemdeki teknik çevre ve donanım olanakları nedeniyle uzun bir gelişme göstermemiştir. 1990'larda, yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri birleştirilerek, günümüzde plaka tanıma, yüz tanıma, nesne algılama gibi çeşitli alanlarda kullanılan görüntü tanıma teknikleri geliştirilmiştir. Geleneksel görüntü tanıma teknikleri, tanıma doğruluğunu azaltabilen manuel ön işleme gerektirir. Derin öğrenme ise verilerden otomatik olarak öğrenen çok katmanlı bir ağ oluşturarak daha yüksek boyutlu ve daha soyut bilgileri çıkarabilir. Görüntü tanıma için derin öğrenmede kullanılan üç ana yapısal model vardır. Bunlar; CNN, RNN ve GAN. Derin öğrenme, yüz tanıma, tıbbi görüntü tanıma ve uzaktan algılamayla görüntü sınıflandırması gibi alanlarda başarılı uygulamalara sahiptir. Ancak, araştırma sürecinde hala bazı sınırlamalar vardır. Görüntü tanımada, derin öğrenme teknolojisinin gelecekte yapılacak olan uygulamalarının iyileştirmeye ve genişletmeye devam etmesi beklenmektedir (Li, 2022). Örneğin, görüntü tanıma teknolojisi kullanılarak yapılan bir sınıflandırma işlemi sonucunda, görüntünün insan yüzü, hayvan yüzü veya insan eli gibi bir kategoride sınıflandırılabileceği gibi, görüntünün araba, otomobil, kamyon gibi bir kategoride de sınıflandırılabilir. Görüntü tanıma teknolojisi, çok geniş bir yelpazede kullanılabilecek bir teknolojidir ve kullanım alanları sürekli gelişmektedir. LeNet(98) ilk defa ticari olarak kullanılan CNN'dir (Lecun & Bengio, 1995). Posta ve çeklerinin üzerindeki rakamların tanınmasında kullanılmıştır. Daha sonra işlemcilerin ve veri setlerinin geliştirilmesiyle bu CNN tabanlı modeller çok çeşitli görevlerde yüksek basari elde etmişlerdir (Zaidi vd., 2021). Tamamen Bağlı sinir ağlarının aksine CNN konvolüsyon matrisine sahiptir. Bu konvolüsyon matrisinin elamanları sinir ağının eğitimi sırasında güncellenir. Konvolüsyon matrisi girdiden önemli verileri ögrenecek şekilde eğitilir. Ayrıca konvolüsyon sayesinde veri boyutu sinir

ağı boyunca azaltılır. CNN'in bu özelliği daha az parametre kullanarak yani daha az hesaplama ve hafıza maliyeti ile daha doğru tahminler yapmasını sağlar.

CNN'nin ardından 2017 yılında Google Brain ekibi tarafından takdim edilen "transformers" yapay zeka alanında yeni bir devrim başlatmıştır (Vaswani vd., 2017). İlk olarak doğal dil işleme (Bao vd., 2021)alanında kullanılan transformers ardından Bilgisayarlı görü uygulamalarında da en iyi algoritmaları geride bırakmıştır (Carion vd., 2020).

1.11. Hassaslık, Duyarlılık ve F1 Skoru

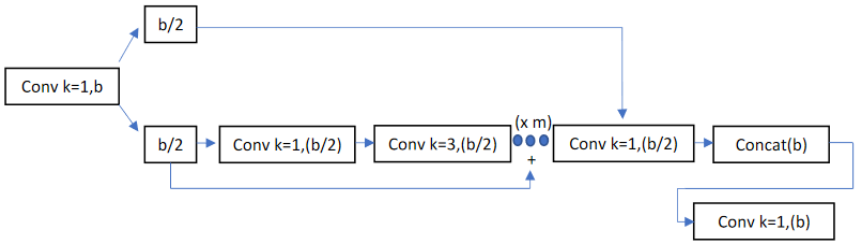
Doğru pozitif, bir modelin, pozitif sınıfı doğru bir şekilde tahmin ettiği sonuçtur. Örneğin bir kanser testinde, hastanın hasta olduğunu tespit etmiş ve pozitif sonuç vermiştir. Bu sonuç doğru bir sonuçtur çünkü hasta gerçekten hastadır. Yanlış pozitif, bir modelin, pozitif sınıfı yanlış bir şekilde tahmin ettiği sonuçtur. Örneğin kanser testinde, hastanın hasta olduğunu tespit etmiş ve pozitif sonuç vermiştir. Ancak hasta gerçekten sağlıklıdır. Bu sonuç yanlış bir sonuçtur çünkü hasta gerçekten sağlıklı olduğu halde hasta olarak kabul edilmiştir. Doğru negatif, bir modelin, negatif sınıfı doğru bir şekilde tahmin ettiği sonuçtur. Örneğin kanser testinde, hastanın sağlıklı olduğunu tespit etmiş ve negatif sonuç vermiştir. Bu sonuç doğru bir sonuçtur çünkü hasta gerçekten sağlıklıdır. Yanlış negatif, bir modelin negatif sınıfı yanlış bir şekilde tahmin ettiği bir sonuçtur. Örneğin kanser testinde, hastanın sağlıklı olduğunu tespit etmiş ve negatif sonuç vermiştir. Ancak hasta gerçekten hastadır. Bu sonuç yanlış bir sonuçtur çünkü hasta gerçekten hasta olduğu halde sağlıklı olarak kabul edilmiştir (Makine Öğrenimi Sözlüğü, 2022).

Bu kavramlar, testin doğruluk oranını ölçmek için kullanılır. Hassaslık değeri (Precision), gerçek pozitif sonuçların pozitif olarak tahmin edilen sonuçlar içindeki oranını gösterir. Doğru pozitif sayısı / (doğru pozitif sayısı + yanlış pozitif sayısı) şeklinde hesaplanır. Aynı şekilde, testin duyarlılık oranı (Recall), doğru pozitif sayısı / (doğru pozitif sayısı + yanlış negatif sayısı) şeklinde hesaplanabilir. F1 değeri, hassaslık ve duyarlılık değerlerinin armonik ortalamasını hesaplar ve modelin performansının nasıl birleştirildiğini ölçmek için gösterir. Duyarlılık ve hassaslık değerlerinin yüksek olması durumunda F1 değeri yüksek olarak elde edilir (Shafi, 2022).

1.12. Yolov4'te Yapılan İyileştirmeler

Yolov4, Yolov3 versiyonuna göre daha iyi performans ve daha yüksek doğruluk sunmaktadır. Yolov4, birçok araştırmacı tarafından geliştirilip optimize edilen yeni araçlar ve yöntemler kullanmaktadır.

Şekil 1.13'te gösterilen CSP (Cross Stage Partial connections) sistemine göre CNN mimarisinin farklı aşamalarda birbirine bağlanarak ağın öğrenme kapasitesini arttırması sağlanır (Parico & Ahamed, 2021).



Şekil 1.13. CSP sisteminin bağlanma yöntemi

SAT(Self-Adversarial-Training) veri setinde mevcut verileri değiştirmek yerine, ağın öğrenme sürecinde en çok güvendiği veri parçasını bulmayı amaçlar. İlk olarak, ağ veri parçasını tahmin etmeye çalışır ve sonra bu tahminle gerçek veri arasındaki farkın geriye doğru yayılmasını sağlar. Bu sayede, ağın öğrenme kapasitesi arttırılır.

Mosaik veri büyütme, eğitim için kullanılan tek bir görüntü yerine 4 görüntüyü karıştırarak veri setini genişletir. Bu teknik, ağın daha küçük nesneleri algılamasını arttırmak için kullanılır.

CNN için daha iyi bir regularizasyon yöntemi olarak DropBlock kullanır. Bu yöntemle ağın bir bölgede aşırı öğrenmesi azaltarak modelin sadeliği arttırılmaktadır. Modelin veri setini ezberlemesi önlenir.

Weighted-Residual-Connections (WRC), CNN mimarisinin bir parçasıdır. Ağın öğrenme sürecinde belirli bir bölgenin ağırlığını değiştirerek gerçekleştirilir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

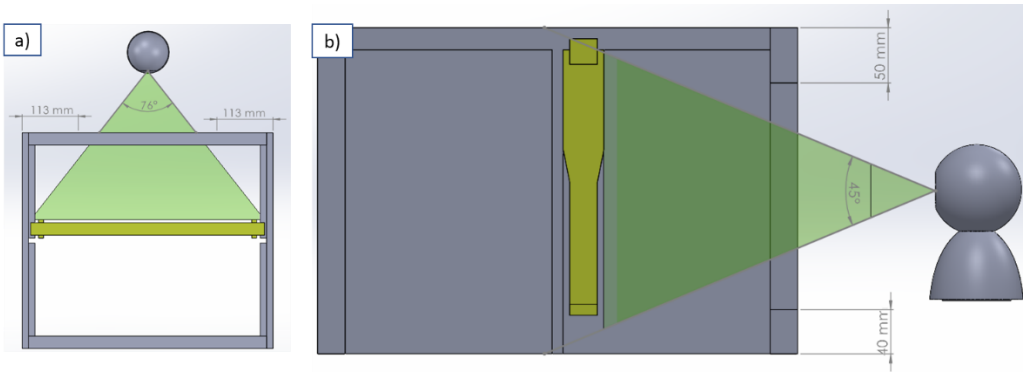
2.1. Deneysel Arı Kovanın Tasarımı ve İmalatı

Tasarlanan kovan Şekil 2.1'de kovan dış ölçüleri 505 mm genişlik, 435 mm uzunluk ve 260 mm yüksekliktedir. Kovan kalınlığı 25 mm'dir. Şekil 2.2b'de çerçeve ölçüleri 440 mm genişlik, 250 mm yükseklik 37 mm kalınlıktadır. Deneylerimiz için ıhlamur ağacından imal edilen ve tek katlı kovan tercih edilmiştir. Polen tuzağı kullanılmamıştır. Önde ve arkasında uçuş deliği bulunur. Tabanı tahtadır. Önde ve arkasında uçuk deliği bulunan, polen tuzağı olmayan ıhlamur ağacından imal edilen, tabanı tahta olan ve tek katlı bir kovan kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Arı kovanı

Kameranın görüş açısına göre kovanın yan tarafı dikdörtgen şeklinde kesilerek pencere açılmıştır. Şekil 2.2a'da üstten, Şekil 2.2b'de yandan görünüm ve ölçüler Solidworks programıyla çizilmiştir. Bundan sonra kesim için gereken hesaplamalar yapılmıştır.



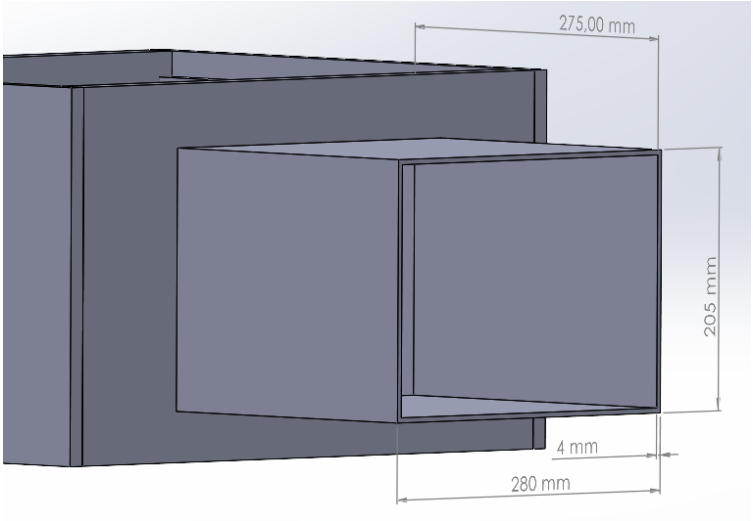
Şekil 2.2. Farklı açılardan görünümler a) Üstten görünüm b) Yandan görünüm

Ardından, elektrikli el testeresiyle belirlenen ölçülerde kovanın orta kısmı kesilerek çıkarılmıştır ve bunun sonucunda Şekil 2.3'te verildiği gibi bir tarafı pencere şekline dönüştürülmüştür.



Şekil 2.3. Kovan yanına açılan pencere

Daha sonra kamerayı dış etkenlerden korumak için sunta malzemeden dört yüzeyi kapalı kutu, Şekil 2.4'te tasarlanmıştır. Kutunun derinliği 275 mm, yüksekliği 205 mm, genişliği 280 mm olarak et kalınlığı ise 4 mm olarak üretilmiştir.



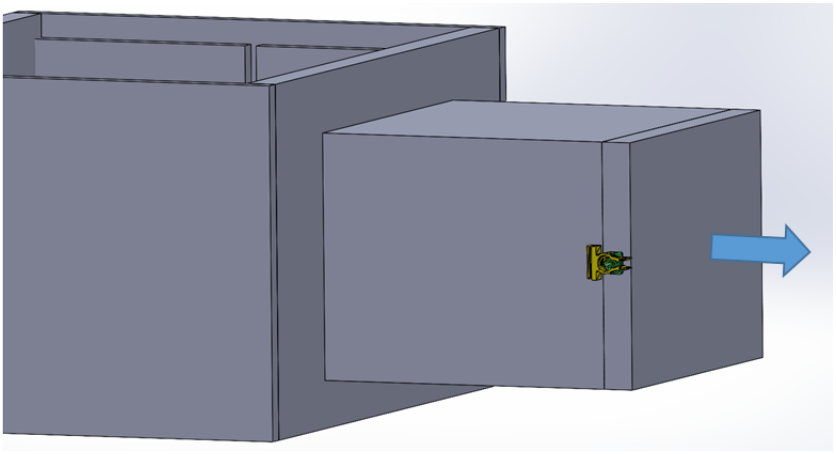
Şekil 2.4. Kutunun çapraz görünümü

Son olarak ölçüleri ayarlanan destek sunta parçaları dışarıdan yapıştırılarak kutu son haline getirilmiştir. Şekil 2.5'te verilen son hal görüntüsünde olduğu gibi parçalar yerine sıkıştırılarak yerleştirilmiştir. Bu sayede kovanın içerisine ışık alması engellenmiştir.



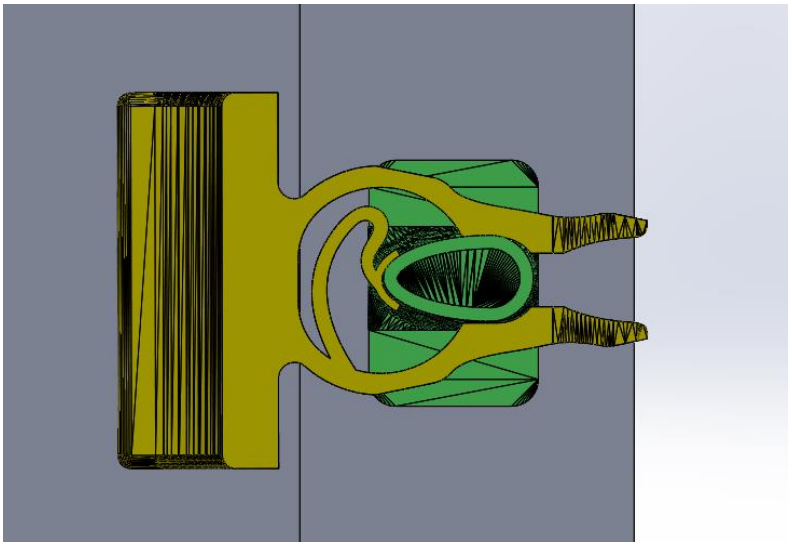
Şekil 2.5. Kutunun karşıdan görünümü

Kutunun kapağı için, kovandan kesilen tahta (kapak) parçası kullanılmıştır. Kapağın tasarımında kilitleme mekanizması için Şekil 2.6'da verilen kilitleme sistemi kullanılmıştır. Kapağın sağına ve soluna kilit yapıştırılmıştır. Bu sistem, kapağın yumuşak bir şekilde ve ok yönünde kapatılıp açılmasını sağlar.



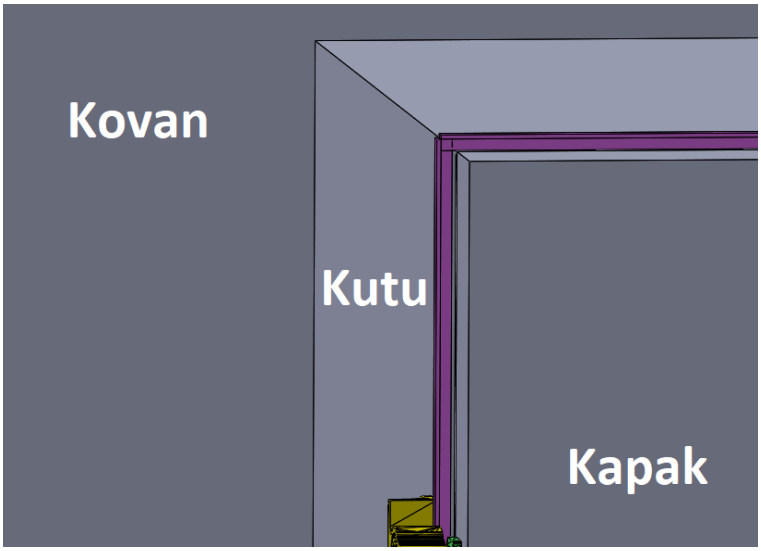
Şekil 2.6. Kapağın açılma şekli

Şekil 2.7'de daha detaylı gösterilmiştir. Biri yaylı diğeri sert olmak üzere 2 parçadan oluşur. Yaylı parça sert parçayı üstten ve alttan sıkıştırır. Böylece şekilde kapağın yere düşmesi riski engellenir.



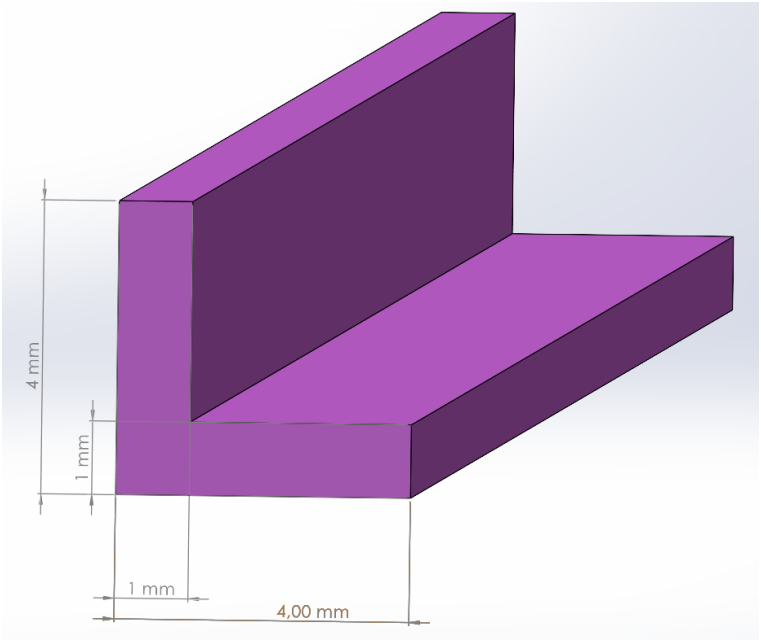
Şekil 2.7. Kapağın kilidi

Kapak ile kutunun birleştiği yerlerden ışık sızmasını engellemek ve kapağı desteklemek için L şeklinde parçalar Şekil 2.8'de verilen konuma yapıştırılmıştır.



Şekil 2.8. L parçaların konumu

Şekil 2.9'da parçalardan derinlik ölçüsü sol ve sağda 205 mm, yukarı ve aşağıda 280 mm olmak üzere 4 tane yapılmıştır.



Şekil 2.9. L parça

Kovanın içinin karanlık olduğu Şekil 2.10’da gösterilmiştir.



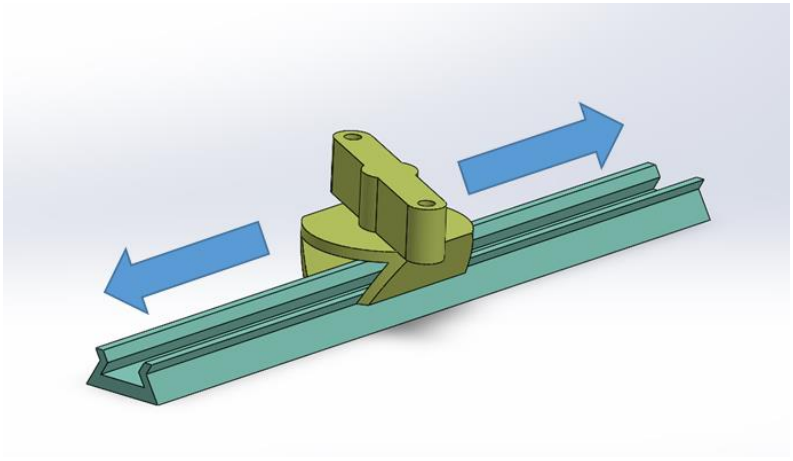
Şekil 2.10. L parçaların kovan üzerindeki konumu

Şekil 2.11’de kapağı kutuya her defasında doğru bir şekilde takmak için sağ üst kısmına yukarı ok çizilerek işaretlenmiştir.



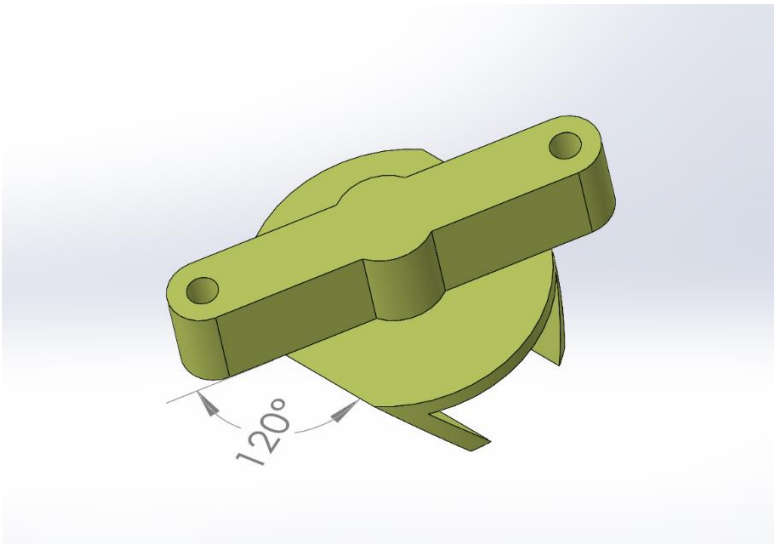
Şekil 2.11. Kapağın kapatılması

Kamera, kabartılmış petekli çerçeveye odaklanabilmesi ve video çekmesi için Şekil 2.11'de görülen lineer ray üretilmiştir. Şekil 2.15'te montajlanmış hali gösterilmiştir.



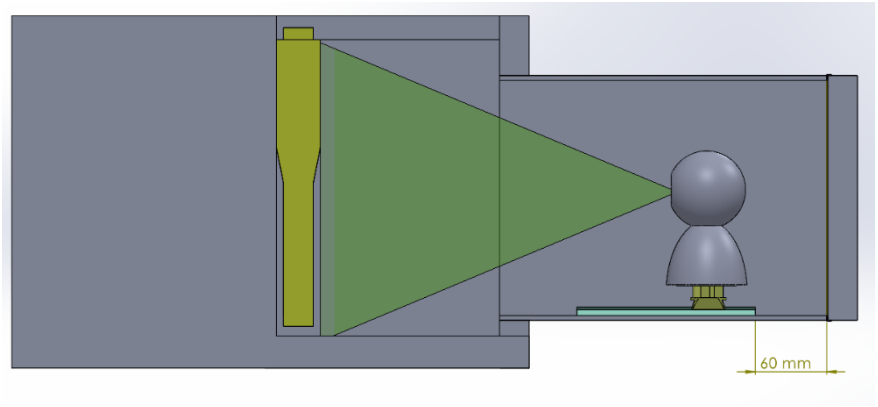
Şekil 2.12. Rayın hareket yönü

Şekil 2.13'te görülen rayın kayan parçası kameranın altındaki montaj yerlerinden cıvata ve somun ile birleştirilmiştir. Kameran görüş alanı ve rayın aynı doğrultuda olabilmesi için montaj yerleri 120 derece yan durmaktadır. Çünkü kamera ve hareketli parça birbirine 30 derece merkezden dönerek kitlenmektedir.



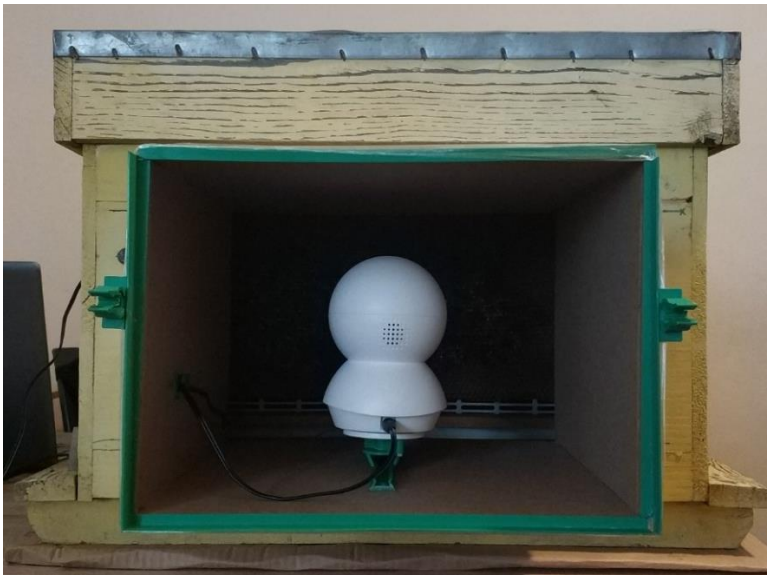
Şekil 2.13. Kayan parça

Rayın başlangıç konumu kapaktan içeriye doğru 60 mm'dir. Kutunun ortasında ve tabana yapışıktır. Şekil 2.14'te rayın konumu gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Rayın kovan içindeki konumu

Şekil 2.15'te kameranın kutu içindeki konumu gösterilmiştir.

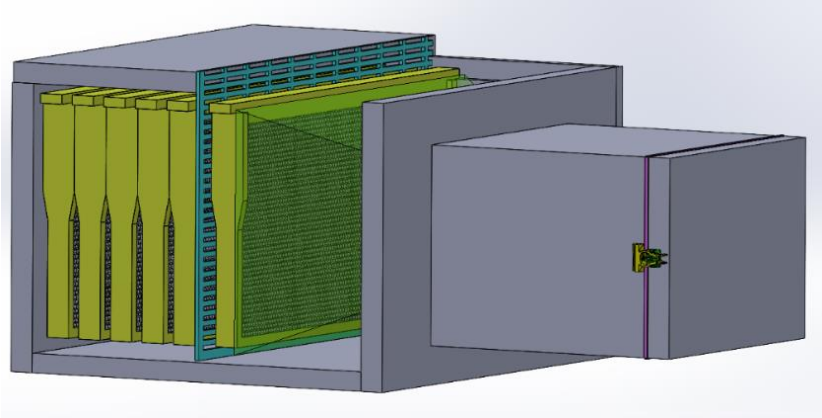


Şekil 2.15. Kameranın kutu içinde konumlanması

Ana arı ızgarası 2 katlı arı kovanlarında alt katla üst kat arasına konulur. Ana arının üst katlara çıkmasını engellemek için kullanılır. Diğer arılar rahatça geçebilir. Ana

arının kamera açısının dışındaki diğer çerçevelere geçmesini engellemek için ana arı ızgarası kullanılmıştır.

Bu ızgara, Şekil 2.16 şeklindeki konumuna göre tasarlanmıştır. 420x500 mm ölçülerindeki ana arı ızgarası üstten ve yandan kesilerek 480x294 mm'ye küçültürmüştür. Kesilen parça Şekil 2.17 yerine konulmuştur.



Şekil 2.16. Ana arı ızgarasının konumu

İçerisinde ana arı bulunan sağlıklı bir kovandan 6 tane peteği kabartılmış çerçeve alınmıştır. Şekil 2.17'deki gibi koyulmuştur. Kamerayı gören tek çerçeve üzerine ana arı işaretlenerek bırakılmıştır. Örtü bezi konulup kovan kapağı kapatılmıştır. Şekil 2.18'de kovanın son hali gösterilmiştir.



Şekil 2.17. Izgaranın gerçek kovandaki yeri



Şekil 2.18. Kovanın arılıktaki yeri

2.2. Kamerayla Video Verisi Toplama

Arı kovanın içini kaydedebilmek için 1080p çözünürlükte kayıt alabilen ve gece görüşü özelliği bulunan Şekil 2.19'daki Tp-link marka Tapo C200 model güvenlik kamerası kullanılmıştır.

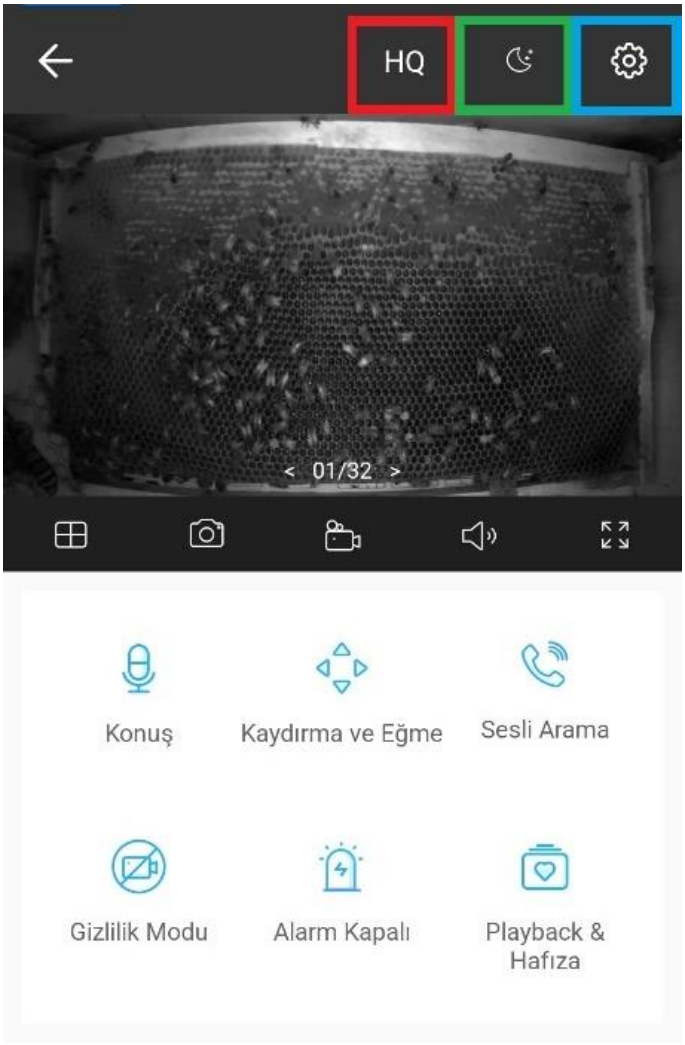


Şekil 2.19. Arı izlemede kullanılan kamera

9 volt, 600 miliamper adaptör ile çalışabilmektedir. Enerji verimliliği açısından oldukça iyidir. Hareket algılama özelliği vardır. Üzerinde mikrofon ve hoparlör bulunur. Yatay eksende 360 derece, dikey eksende 114 derece dönebilir.

Kameranın yazılım ara yüzüne ulaşabilmek için kablosuz ağ üzerinden internete bağlı olması gerekir ancak sürekli bağlı kalmasına gerek yoktur. Kameranın ara yüzünden bazı ayarlamalar yapmak gerekir.

Şekil 2.20'de Kırmızı kareyle işaretli yerden HQ yani yüksek kalite, yeşil kareyle işaretli yerden gece modu seçilir. Mavi kareyle işaretli yerden kamera ayarları menüsüne girilir.

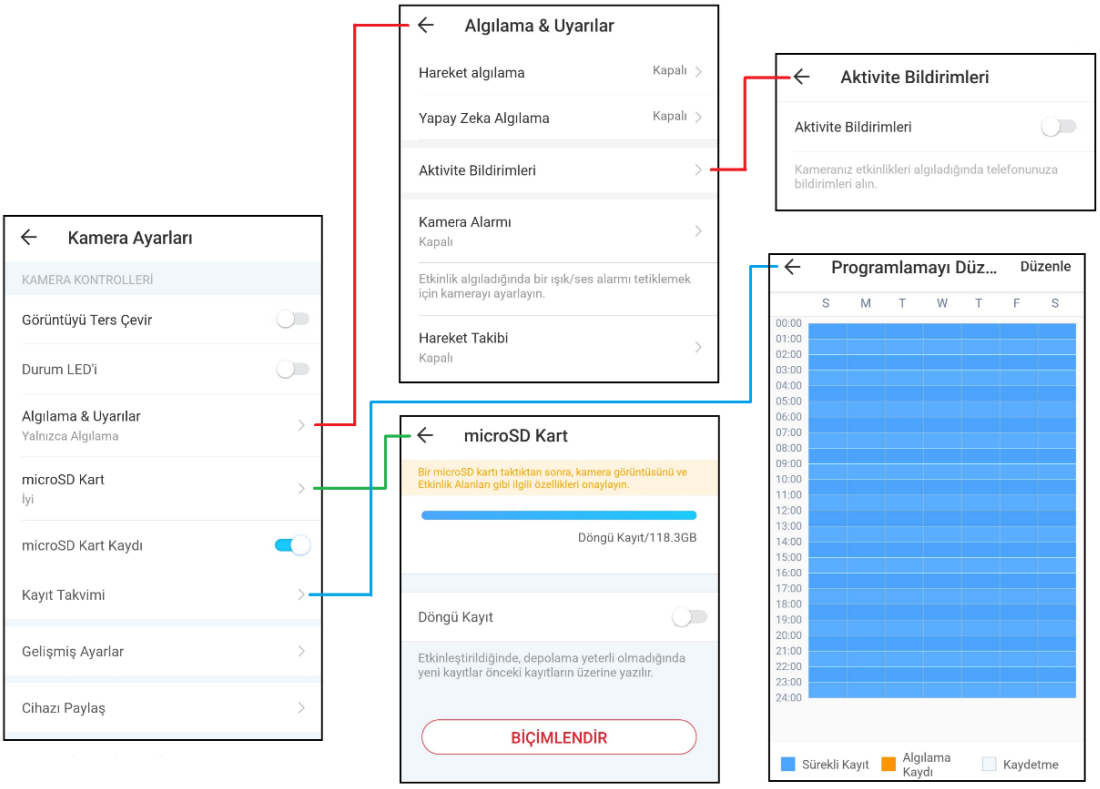


Şekil 2.20. Kamera ana menü

Kamera ayarları ve alt menüleri 2.21'de gösterilmiştir. Bu şekle göre herhangi bir bildirim gönderilemeyeceğinden algılama, uyarı ve aktivite bildirimlerinin hepsi kapatılmıştır.

MicroSD Kart bölümünde döngü kaydı kapatılmıştır. Çünkü döngüsel kayıtta ilk başta kaydedilen video görüntülerinin üzerine kayıt yapılır.

Kayıt takviminde satırlar günün her bir saatini, sütunlar haftanın bir günün göstermektedir. Her bir hücre haftanın bir saatini göstermektedir. "Sürekli kayıt, algılama kaydı ve kaydetme" şeklinde 3 seçenek bulunmaktadır. Aralıksız kayıt yapılmak istendiği için bütün hücreler "sürekli kayıt" olarak seçilmiştir.



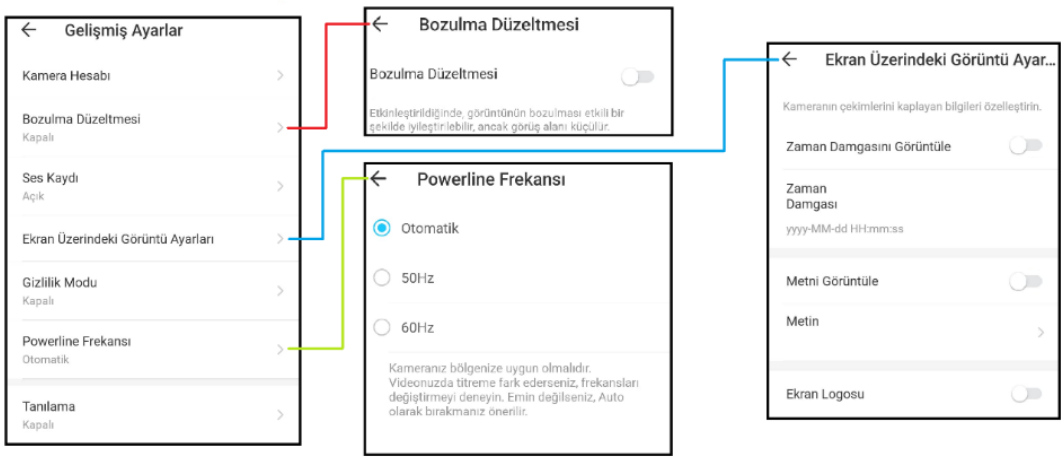
Şekil 2.21. Kamera menüleri 1

Gelişmiş ayarlar ve alt menüleri Şekil 2.22'de gösterilmiştir. Güvenlik kameraları çoğunlukla balık gözü lens kullanırlar. Bu şekilde görüş alanı arttırılır. Ancak bu görüntüyü Şekil 2.33a'daki gibi değiştirir. Bu görüntüyü düzeltmek için "bozulma

düzenlemesi" seçeneği kullanılabilirdi fakat görüşü küçülteceği ve düzeltmenin yetersiz kaldığı için Şekil 2.28'deki HitFilm Express yazılımı kullanılmıştır.

Video kayıtlarının üzerinde temiz bir görüntü elde edilmek istenildiği için "ekran üzerindeki görüntü ayarları" menüsündeki seçeneklerin hepsi kapatılmıştır.

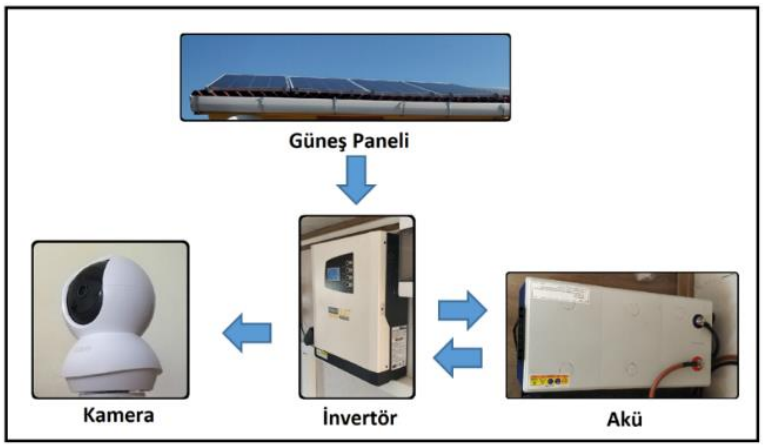
Powerline (Güç hattı) Frekansı, bir elektrik sisteminin gerilim dalgalarının oluştuğu periyodun dalga sayısını ifade eden bir terimdir. Avrupa ve Orta Doğu'da kullanılan güç hat frekansı 50 Hz iken, ABD'de 60 Hz kullanılmaktadır. Otomatik seçeneği seçilmiştir.



Şekil 2.22. Kamera menüleri 2

2.3. Kameraya Enerji Sağlanması

Şekil 2.23'te invertör, güneş panelinden gelen doğru akımla aküleri şarj eder ve 230 VAC'ye çevirir. Buradan bir adaptör yardımıyla 9 volt doğru akıma dönüştürülerek kameranın çalışması sağlanmıştır.



Şekil 2.23. Kameranın enerji kaynağı

İnvertör, solar sistemlerde aküden aldığı enerjiyi 220 volta çeviren aynı zamanda güneş panelinden gelen enerjiyle aküleri şarj etmeye yarayan bir cihazdır. Şebekeden gelen 220 volt enerjide bağlanabilir. Tekne, karavan, bağ evi gibi yerlerde kesintisiz güç kaynağı gibi kullanılabilir. Çizelge 2.1'de Mexxsun VP-3000 model inverter özellikleri gösterilmiştir (*Mexxsun İnvertör*, 2022). Kullanılan sisteme bir tane led lamba ve kamera takıldığı için gereken değerlerin oldukça üzerindedir.

Çizelge 2.1. İnvertör özellikleri

MODEL	VP-3000
Rated Power	3000VA / 3000W
Voltage	230 VAC
Selectable Voltage Range	90-280 VAC (For Home Appliances)
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC ± 5%
Surge Power	6000VA
Efficiency (Peak)	90% ~ 93%
Waveform	Pure sine wave
Battery Voltage	24 VDC
Floating Charge Voltage	27 VDC
Overcharge Protection	33 VDC
Solar Charger type	PWM
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	80 VDC
Maximum PV Array Power	1200 W
Maximum Solar Charge Current	50 A
Maximum AC Charge Current	25A
Maximum Charge Current	70 A
Communication Interface	USB/RS232
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)
Operating Temperature	-10°C to 50°C
Storage Temperature	-15°C to 60°C

İnvertöre bağlı 4 adet 165 Watt Polikristal Solar Güneş Paneli bağlanmıştır. Güneş panelinin özellikleri Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Güneş panelinin özellikleri

Maksimum Güç	165 watt
Maksimum Güç Gerilimi	19.5 Volt
Maksimum Güç Akımı	8.47 Amper
Açık Devre Gerilimi	23.0 Volt
Kısa Devre Akımı	8.93 Amper
Hücre Tipi	Polikristal
Boyutlar	1488mm X 675mm X 35mm
Ağırlık	10.8 kilogram

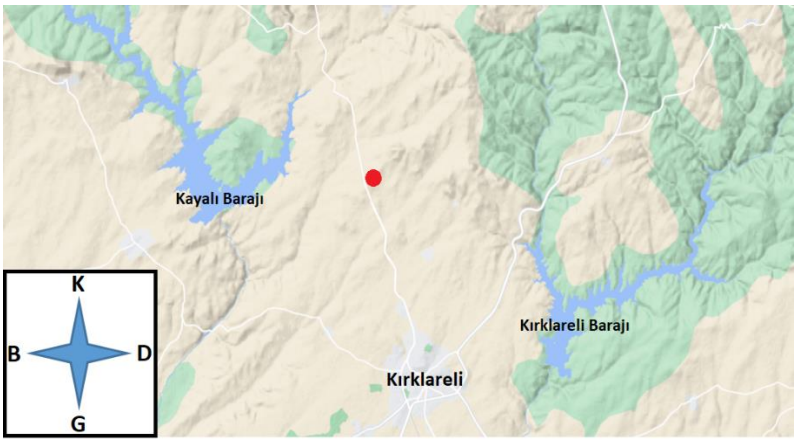
Şekil 2.24'te kullanılan jel aküler gösterilmiştir. 12 volt 200 amperdir. 2 akü seri bağlanarak 24 volt elde edilmiştir. Derin döngü özelliği olduğu için aküdeki şarj %20 ye kadar indikten sonra bile tekrar şarj edildiğinde kapasite kaybı olmaz. Jel akü verimlilik açısından oldukça iyidir. Ortalama 1500 şarj deşarj döngüsü vardır.



Şekil 2.24. Jel akü

2.4. Arı Kovanın Konumu

Şekil 2.25'te Arı kovanın konumu haritada kırmızıyla işaretlenmiştir. Bu bölgede arılar çiçek ve tatlı suya ulaşabilir durumdadır. Arı ırkı olarak Trakya bölgesindeki coğrafi şartlara uygun Karniyol *(Apis Mellifera Carnica)* ırkı seçilmiştir.



Şekil 2.25. Haritada yer alan kovan konumu

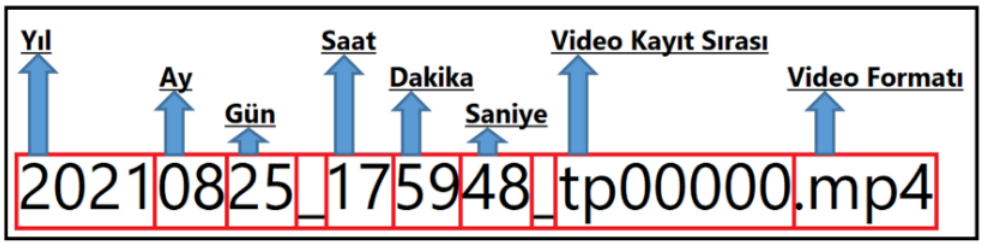
2.5. Video Kayıtlarının Alınması

Toplamda 16 gün video kaydı yapıldı. 128 Gb Micro SD Kart ile Şekil 2.26'da gösterilen dosyalama sistemiyle kayıtlar alınmıştır.

Ad	Tarih	Tür	Boyut	Uzunluk
20210825_175948_tp00000.mp4	25.08.2021 17:59	MP4 Video File (VL...	262.144 KB	00:49:55
20210825_184943_tp00001.mp4	25.08.2021 18:49	MP4 Video File (VL...	262.144 KB	00:48:25
20210825_193809_tp00002.mp4	25.08.2021 19:38	MP4 Video File (VL...	262.144 KB	00:50:36

Şekil 2.26. Video kayıtlarının dosya görünümü

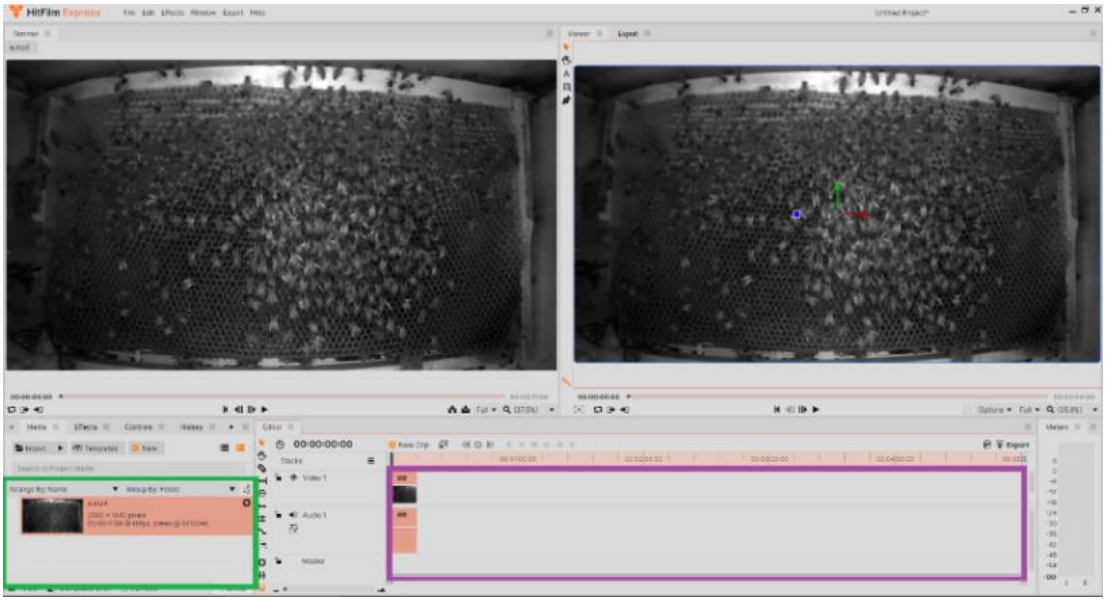
Şekil 2.27'de video isimlendirmelerinin açıklamaları gösterilmiştir. Bu süreler kaydın başladığı anı ifade eder.



Şekil 2.27. Video dosya isimleri

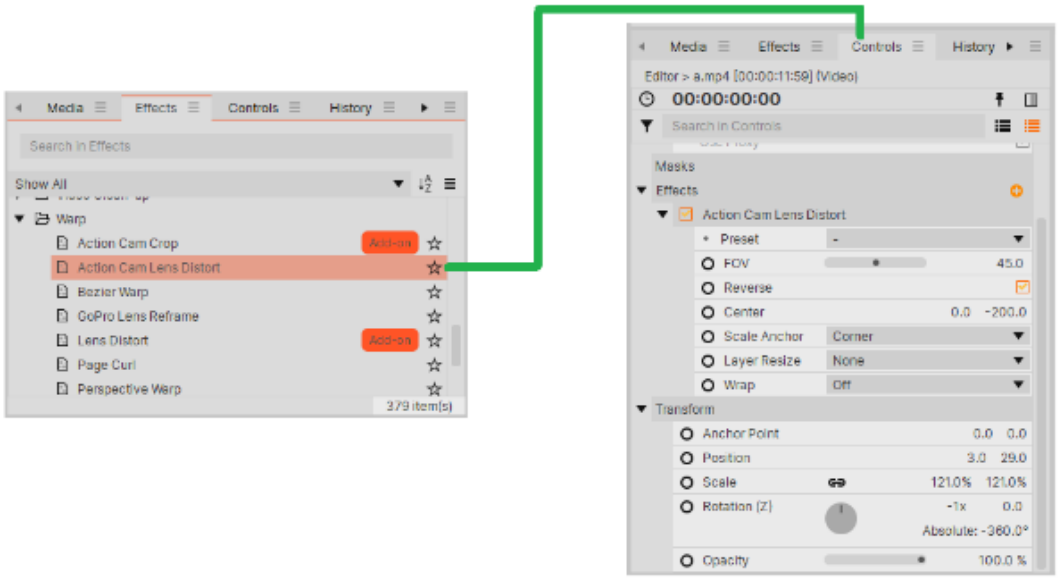
2.6. Görüntünün Perspektifini Düzeltme

Balık gözü lens yapısından dolayı görüntülerde bükülmeye neden olur. Bunun düzeltilmesi gerekmektedir. Şekil 2.28'de görünen HitFilm Express video düzenleme yazılımıyla ücretsiz olarak bunu yapmak mümkündür. Videoları reklam filigranı olmadan işlemek için internet sitesine kaydolmak gerekir. Programın kurması tamamlandıktan sonra yeni bir proje dosyası oluşturulur. Üzerinde düzenleme yapılmak istenen video önce yeşil dikdörtgenle gösterilen yere sürüklenir. Daha sonra oradan alınıp mor dikdörtgenle gösterilen zaman çizelgesi alanına sürüklenir.



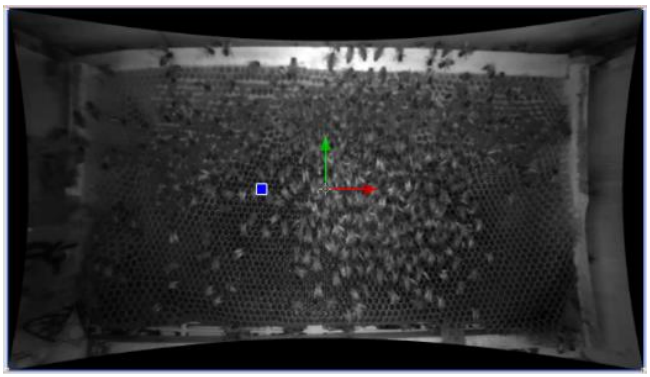
Şekil 2.28. HitFilm Express arayüzü

Şekil 2.29'da "Media" üzerinde çalışılmak istenen videoları, "Effects" bu videolarda ne tür değişiklik yapılacağını, "Controls" seçili olan görüntü efektinin değerlerini ayarlamak için kullanılır. Görüntü seçiliyken "Warp" klasöründen "Action Cam Lens Distort" efektine 2 kez tıklanır. Bu şekilde otomatik olarak "Controls" menüsüne geçilir (*HitFilm Express*, 2022).



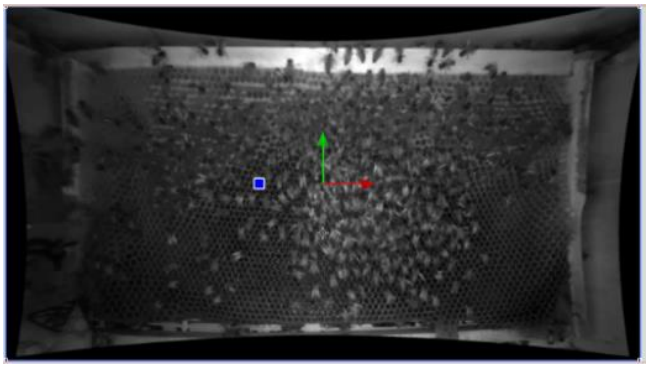
Şekil 2.29. Videolara uygulanan efekt menüsü

Şekil 2.30'da gösterilen "FOV" seçeneği, balık gözü eğrisinin bozulma miktarı ayarlanır. Şekil 2.31'de daha düz bir görüntü elde edildiği görülmektedir. "Reverse" seçeneği bükülmenin içe doğru yapılacağın gösterir.



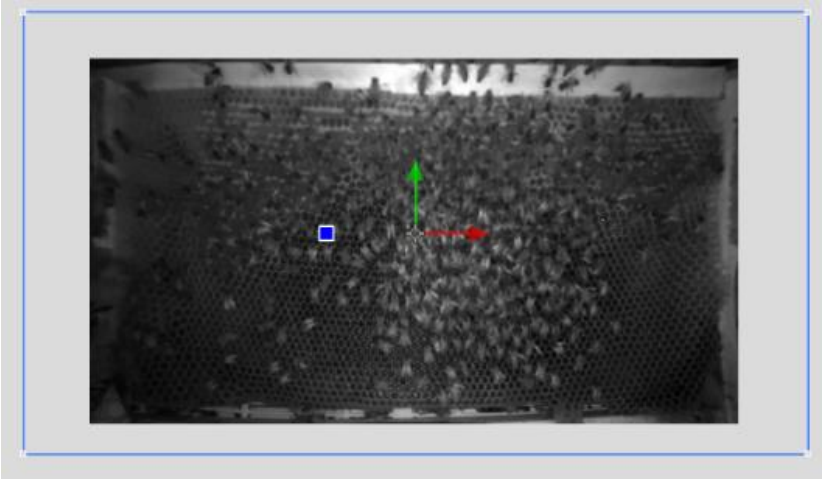
Şekil 2.30. Video düzeltme 1

“Center” bozulmanın merkezini göstermektedir. Çerçevenin içindeki peteğin köşeleri dik gözükmesi için bozulma merkezi y ekseninde biraz aşağı alınmıştır.



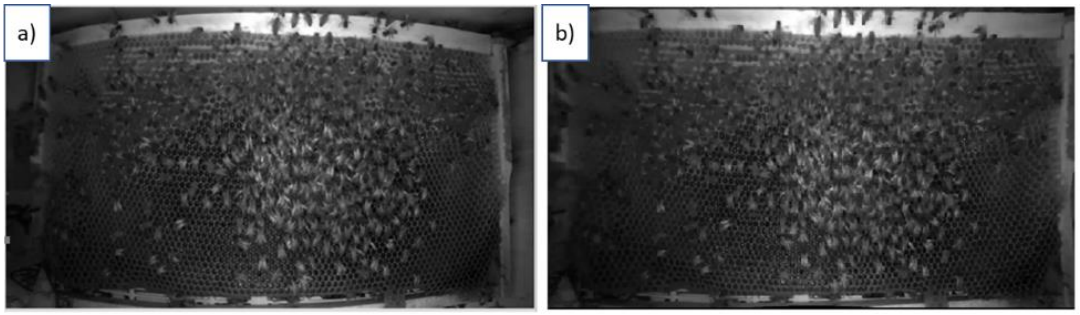
Şekil 2.31. Video düzeltme 2

Videonun gereksiz yerlerin atılması için “Scale” ile büyütüldü ve “Position” ile ortalandı. Şekil 2.32’de video işlenmeye hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.32. Video düzeltme 3

Videonun ham hali Şekil 2.33a ve düzenlenmiş hali Şekil 2.33b’de gösterilmiştir.



Şekil 2.33. a) Videonun ilk hali b) Videonun son hali

Ortalama 50 dakikalık, 471 tane video HitFilm Express programında sıraya dizilerek birleştirilmiştir. Toplamda 16 gün 7 saat 51 dakika video kaydı yapılmıştır. Arıların yürüme hızları dikkate alındığında bütün videolar, menüden video hızı 50 katına çıkarılmıştır. Bu şekilde 7 saat 50 dakika 12 saniyeye ve 24 kare/sn'ye düşürülmüştür. Kayıtların başlangıç ve bitiş zamanları göz önüne alınarak programla çalışmak istenen zamanlara ayrılmıştır.

2.7. Videodan Ekran Görüntüsü Alma

Arı gibi küçük, hareketli ve yığın halinde bulunan böceklerin insan gözüyle ayırt edilebilmesi için Vlc Player programı kullanılmıştır. Kaydedilen video üzerinde arıların az, orta ve çok yoğun olduğu sahneler seçilmiştir. Özellikle çok yoğun olduğu sahnelerde kısa süreli harekete ihtiyaç olmaktadır. Program açıldıktan sonra "görünüm", "gelişmiş denetimler" seçeneği seçildiğinde Şekil 2.34'teki seçenekler gelir.

Video akarken "A-B" butonuna 2 defa basılır. Bu 2 basış arasında video kendini sürekli tekrar eder. Bu esnada "fotoğraf makinesi" butonuna basılarak o sahnenin görüntüsü kaydedilir. Bu yöntemle etiketleme işlemi kolaylaştırılır.



Şekil 2.34. Vlc Player gelişmiş denetimleri

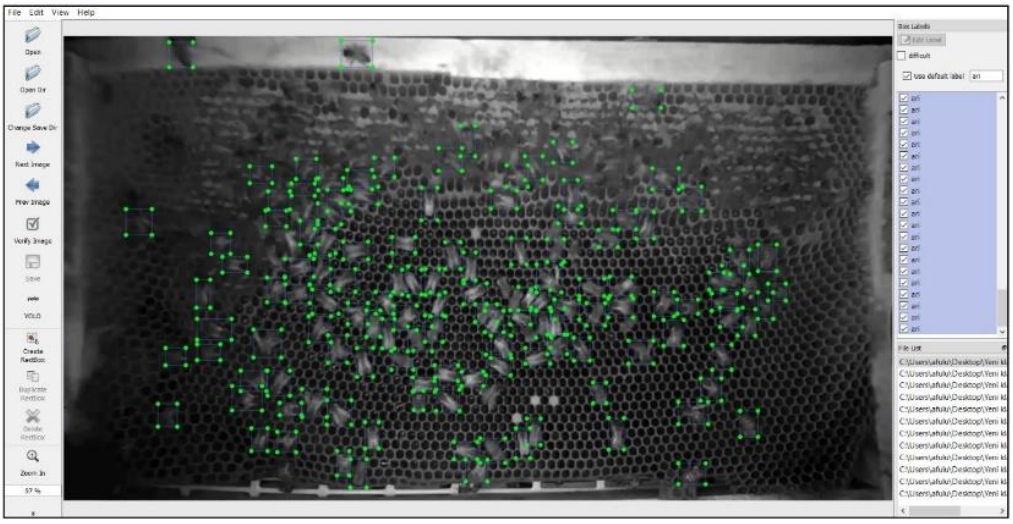
2.8. Verilerin Etiketlenmesi

Veri seti, derin öğrenme çalışmalarında yapay sinir ağının eğitimi için toplanan örneklerdir. Çeşitli amaçlar için oluşturulabilir veya daha önceden hazırlanmış veri kümeleri kullanılabilir. Günümüzde otonom araçlar, mekanlar, objeler ve yüz tanıma gibi çok çeşitli alanlarda kullanılır.

Örneğin "Stanford Dogs" veri seti dünyanın birçok yerinden 120 farklı köpek cinsinden 20 binden fazla görüntü içerir (*Stanford Data Seti*, 2022). Başka bir örnekte "Open Images" 9 milyondan fazla görüntüden oluşan bir veri kümesidir (*Google Open Images Dataset V6*, 2020).

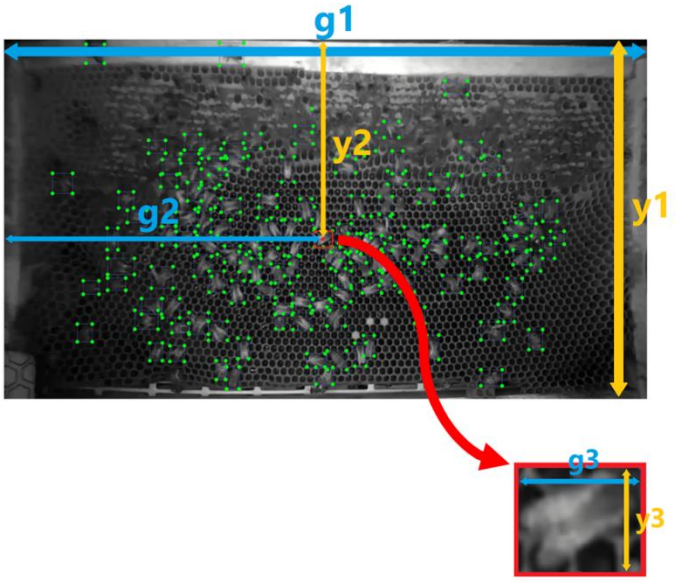
Yeni bir veri seti oluşturmak için "arı" sınıfı LabelImg etiketleme programıyla Şekil 2.35'te gösterildiği gibi etiketlenmiştir. Her farklı tür nesne için sınıf oluşturulabilir.

Program açıldığında etiketleme formatı, PascalVOC'dan YOLO'ya geçirilmiştir. "Open Dir" seçeneğinden etiketlenmek istene resimlerin bulunduğu dosya seçilmiştir. Etiket dosyaları resimler dosyasıyla aynı klasörde olması gerektiği için "Change Save Dir" seçeneğinden yine resimlerin olduğu dosya seçilmiştir. Çok fazla resim etiketlendiğinden "Use default label" seçeneğine "ari" yazılmıştır. "View" sekmesinden "Auto Saving" seçilir. Klavyeden "W" tuşuna basılıp etiketlemeler yapılmıştır. Etiketlenen verilerin %10'u doğruluk testi için "test" klasörüne %90'ı "obj" klasörüne kayıt edilmiştir. Bu dosyalar Google Drive'a yüklenmiştir.



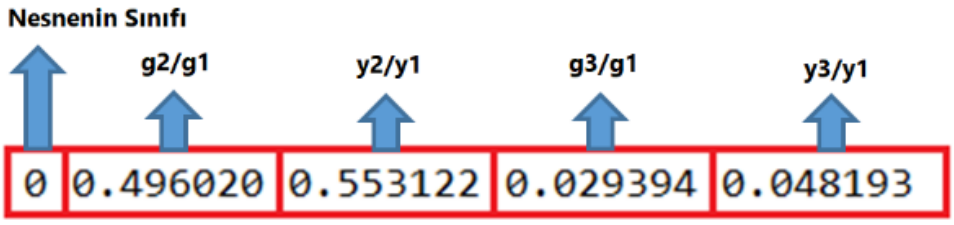
Şekil 2.35. LabelImg yazılımı

Şekil 2.36'da "g1" bütün resim genişliğini, "g2" bütün resmin solundan etiketlenen resmin ortasını, "g3" etiketlenen resmin genişliğini, "y1" bütün resmin yüksekliğini, "y2" bütün resmin üstten etiketlenen resmin ortasını, "y3" etiketlenen resmin yüksekliğini piksel cinsinden ölçüsüdür.



Şekil 2.36. Yolo etiketleme formatının gösterimi

Fotoğraf üzerinde öğrenilmesi istenen nesneler etiketlendikten sonra LabelImg programı her resim için resimle aynı isimde bir tane txt dosyası oluşur. Bu dosyanın içerisinde bulunması istenen resmin bölge bilgisi vardır. Şekil 2.37'de, Şekil 2.36'daki etiketin bölge bilgisi ve çıkarımı gösterilmiştir.



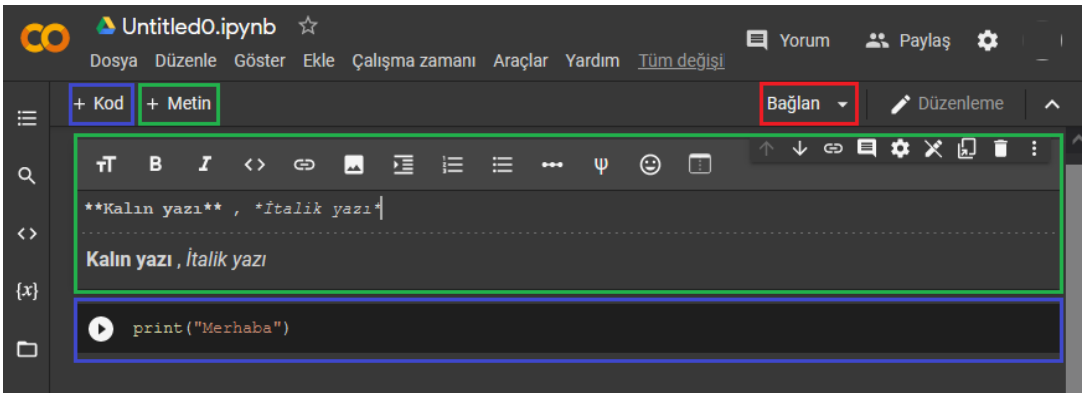
Şekil 2.37. Etiketlenen bölgenin bilgisi

Toplamda 2000 adet işçi arı ve 2000 adet ana arı görüntüsü etiketlenmiştir.

2.9. Colab Bulut Servisi

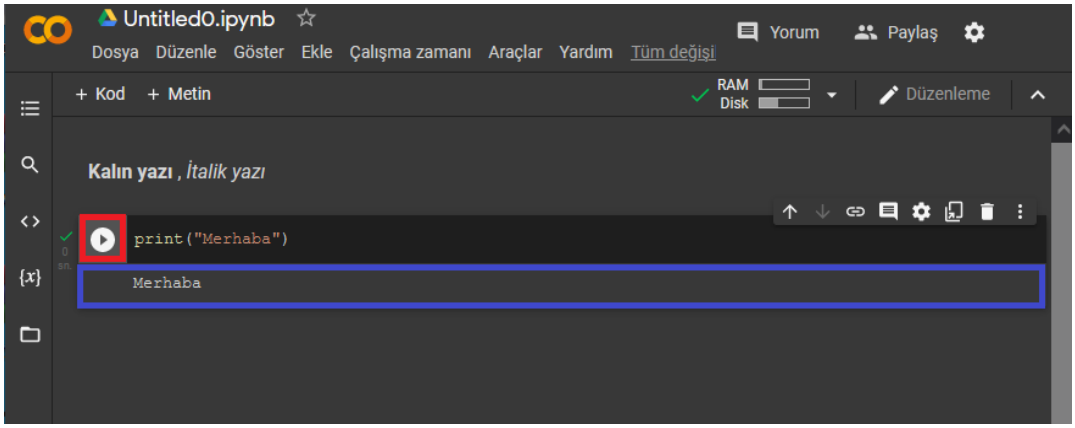
Bir web tarayıcısıyla Python kodu çalıştırılmasını sağlayan bir hizmettir. Yüksek işlem gücü sağladığı için makine öğrenimi gibi alanlarda kullanılmaya çok müsaittir. Herhangi bir kurulum gerektirmez. Yapılan çalışmalar Google Drive ve Github ile beraber kullanılabilir. Yazılan kodlar sanal bir makinede çalışır. Web tarayıcı kapatıldığında bile kodlar bir süre daha çalışmaya devam eder. Kaynakları daha az kullanan ve kısa süreli hesaplamalar yapan kullanıcılar önceliklidir. İşlem sürelerini azaltmak ve sınırlı kaynakları arttırmak isteyen kullanıcılar için ücretli hizmetleri vardır.

Google hesabına giriş yapıldıktan sonra "https://colab.research.google.com" adresinden "Dosya" sekmesinden "Yeni not defteri" seçilir. Şekil 2.37'de gösterilen "Bağlan'a" tıklanarak uzak bilgisayara bağlanılır. Not defteri, kod ve metin hücrelerinden oluşur (*Colab Pro Bulut Hizmeti*, 2022).



Şekil 2.37. Colab ara yüzü

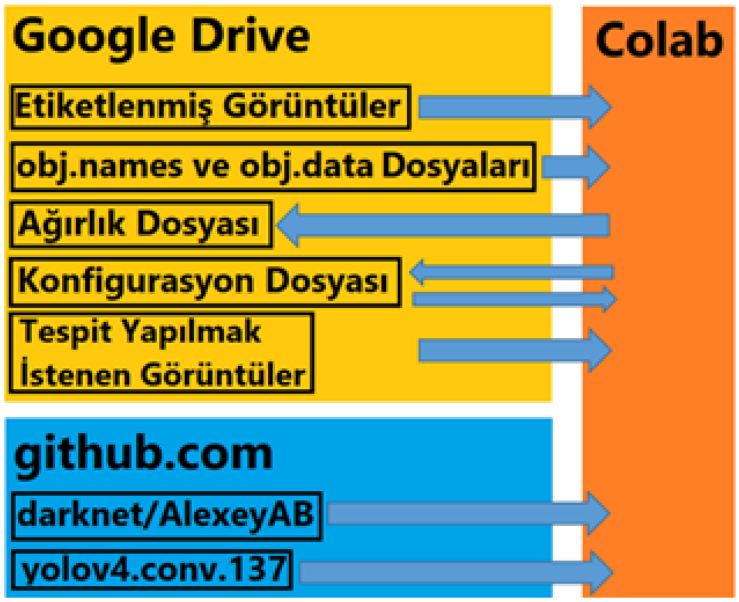
Şekil 2.38'de kırmızıyla gösterilen yere tıklanarak kod hücresi yürütülür. Maviyle gösterilen yer kodun çıktısını gösterir.



Şekil 2.38. Kod hücresi

2.10. Verilerin Bulutta Depolanması

Dosya depolama, senkronizasyon ve ofis belgelerini düzenlemeye yarayan bir bulut hizmetidir. Kullanıcıların dosya paylaşımına izin verir. Ücretsiz olarak 15 GB depolama alanı sunar. Bireysel kullanıcıların günlük en fazla 750 GB dosya yükleme imkanı vardır. Şekil 2.39'da Google Drive, Github ve Colab'ın arasındaki dosya alışverişleri gösterilmiştir.

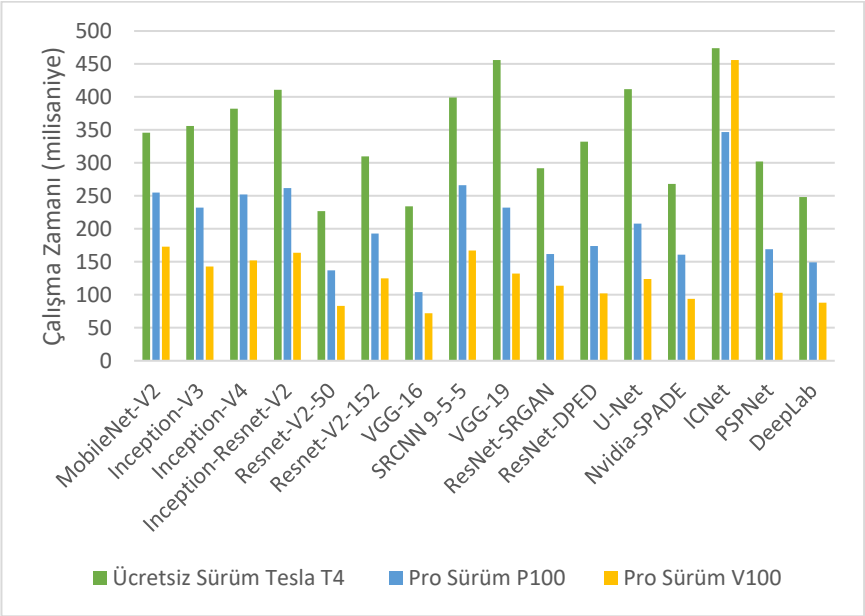


Şekil 2.39. Google Drive'da gerçekleşen dosya alışverişleri

2.11. Bulut Hesaplama Platformu Sürümlerinin Karşılaştırılması

Colab yapay zeka işlem performansını karşılaştırmak için sadece donanım özelliklerine bakmak yeterli değildir. Bunun için pro ve ücretsiz sürümde farklı yapay zeka modellerini çalıştırmak ve çalışma sürelerini karşılaştırmak gerekir.

Eğitim puan sıralamaları, Şekil 2.40'ta gösterilen ücretsiz sürüm için Nvidia T4 model 7155 puan, pro sürüm için P100 model 11428 puan ve Nvidia V100 modelde 16289 puan elde etmiştir (Li, 2021).



Şekil 2.40. Colab GPU işlemci modeli-Çalışma zamanı karşılaştırması

Bu karşılaştırma AIBenchmark kütüphanesiyle test edilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi ICNet modelinde Tesla T4 ve V100 yakın sonuçlar vermiştir. Buradan işlemcinin güçlü olması, her eğitim modelinin eğitim süresini azaltmayacağı sonucu çıkarılabilir.

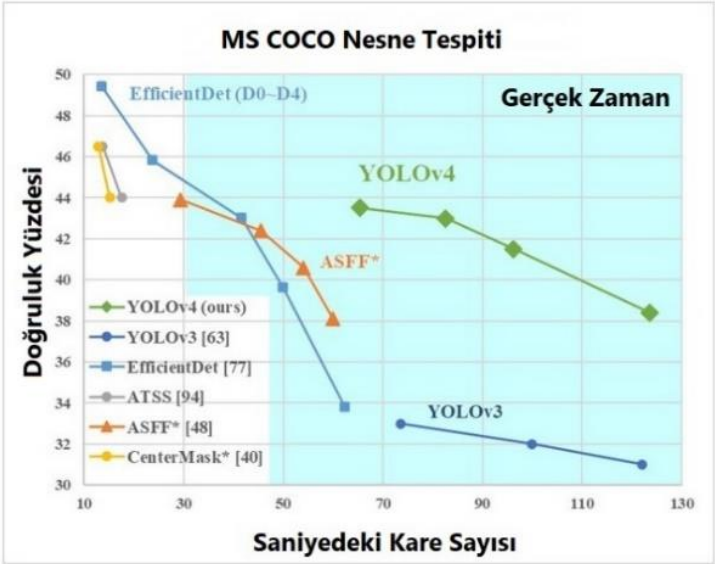
Uzun eğitim süreçleri ve bağlantı problemlerinin yaşanmaması için pro sürüm tercih edilebilir.

2.12. Yolov4 Algoritması

Nesne tanıma algoritması bir görüntünün, videonun veya canlı yayının tanımlanmasını sağlama yöntemidir. Hızı ve doğruluğu nedeniyle çok popülerdir. İnsan, hayvan, bina, araç, masa gibi birçok nesneyi tanımak için kullanılır.

Çeşitli algoritmaların kıyaslanabilmesi için veri seti kullanılmaktadır. MS COCO veri seti 200000'den fazlası etiketli olmak üzere 330000 görüntü, 80 tane sınıf içerir (*Coco Data Kümesi*, 2022). Şekil 2.41'deki grafikte maviyle gösterilen yani saniyedeki kare sayısı 30'dan fazla olan bölgeler sokak kameraları ve web kameralar gibi gerçek zamanlı görüntülerdeki performansı, beyazla gösterilen bölgeler resim gibi hareketsiz görüntülerdeki algoritma performanslarını ifade etmektedir. Nvidia Tesla V100 işlemci ile elde edilen sonuca göre Yolov4 algoritmasının kare hızlarındaki performans üstünlüğü görülmektedir.

İnsan bir nesneye baktığında onun ne olduğunu, nerede ve nasıl etkileşime girdiğini hemen anlar. YOLO algoritması nesne algılamayı hızlı ve yüksek doğruluk oranında yapar. Nesnelerin çok genel temsillerini öğrenir (Redmon vd., 2016). Yeniden eğitime gerek kalmadan modelin boyutu değiştirilerek hız ve doğruluk arasında tercih yapılabilir (Redmon & Farhadi, 2018).



Şekil 2.41. YOLOv4 performans grafiği

Darknet Kütüphanesi, C ve CUDA programlama dilinde yazılmıştır. Açık kaynaklı bir sinir ağı iskeleti olduğundan dolayı son kullanıcı için kullanımı kolaydır. CPU (Merkezi İşlem Birimi) ve GPU (Grafik İşlem Birimi) işlem gücünü kullanabilir (*Darknet Kütüphanesi*, 2022). Bir bilgisayarda CPU işletim sistemi, internette gezinme, tablolar oluşturma gibi görevlerden sorumluyken GPU derin öğrenme ve 3 boyutlu görseller gibi daha spesifik işlemlerde kullanılır. Colab platformu GPU seçmeye izin verir.

AlexeyAB, Darknet kütüphanesinin çatallanan versiyonlarından biridir; yani, mevcut kaynak kodları kopyalanarak yeni bir proje olarak sunulmuştur. Windows ortamında çalışma, komut satırlarının kullanımı, Youtube videoları, IP Web kameralar ve Android telefon kamerasından nesne takibi, nesne algılamanın iyileştirilmesi gibi konularda kılavuzlar hazırlamıştır. Bu tez çalışmasında bunlardan yararlanılmıştır (*AlexeyAB Kütüphanesi*, 2022).

OpenCV, gerçek zamanlı bilgisayar görüntü uygulamaları ve makine öğreniminde kullanılan açık kaynaklı bir yazılım kütüphanesidir. C++ programlama dilinde yazılmıştır. Python ara yüzünde kullanılabilir (*Open CV Kütüphanesi*, 2022).

CUDA, Nvidia tarafından geliştirilen derin öğrenme ve paralel hesaplama algoritmalarını hızlandırmada kullanılan bir platformdur. Cuda kütüphanesinin çalışması için Nvidia GPU'ya sahip olması gerekir (*Nvidia CUDA Platformu*, 2022).

Cudnn Kütüphanesi, Diyalog ve bilgisayarlı görü gibi uygulamalarda kendini tekrar eden işlemlerde optimizasyonu sağlayan bir Nvidia kütüphanesidir (*Nvidia CUDNN Kütüphanesi*, 2022).

2.14. Colab Üzerinde Ağırlık Dosyasının Oluşturulması

Şekil 2.42'de "darknet/AlexeyAB" sinir ağı iskeletinin kopyası github kütüphanesinden Colab'a kopyalayan kod gösterilmiştir.

```
1 !git clone https://github.com/AlexeyAB/darknet
```

Şekil 2.42. Darknet kopyalama

Şekil 2.43'te sırasıyla "OpenCV, GPU, CUDNN" aktif edilmiştir. Son olarak Nvidia'nın işlem süresini azaltan Tensor işlemci çekirdeklerinin Colab tarafından tayin etmesi ihtimali göz önüne alınarak "CUDNN_HALF" aktif edilmiştir.

```
%cd darknet
!sed -i 's/OPENCV=0/OPENCV=1/'
!sed -i 's/GPU=0/GPU=1/'
!sed -i 's/CUDNN=0/CUDNN=1/'
!sed -i 's/CUDNN_HALF=0/CUDNN_HALF=1/'
```

Şekil 2.43. Performans arttırma

Şekil 2.44'te gösterilen "!make" komutuyla "darknet/AlexeyAB/makefile" dosyası çalıştırılarak darknet kurulumu tamamlanmıştır.

```
!make
```

Şekil 2.44. Darknet kurma

Şekil 2.45'te Google.Colab kütüphanesinden drive modülü kullanılarak Google Drive'a bağlanmıştır.

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/google_drive')
```

Şekil 2.45. Colab'a bağlanma

Şekil 2.46'daki kodda Google Drive'daki etiketlenmiş obj ve test dosyaları "darknet/data" klasörüne kopyalanmıştır.

```
!cp -r /content/google_drive/MyDrive/obj /content/darknet/data
!cp -r /content/google_drive/MyDrive/test  /content/darknet/data
```

Şekil 2.46. Obj ve test dosyası işlemleri

Google Drive “Text Editor” eklentisi kullanılarak “obj.names” ve “obj.data” adında 2 metin belgesi oluşturulur. “obj.names” içine eğitilmek istenen sınıf yada sınıflar alt alta yazılır. Bu tez çalışmasında ana arı ve işçi arılar için 2 farklı ağırlık dosyası oluşturulmuştur. “obj.data” içine eğitilmek istenen sınıf sayısı, train.txt, test.txt, obj.names dosyalarının dizinleri ve üretilen ağırlık dosyasının kayıt edileceği dizin Şekil 2.47’de gösterilmiştir.

```
classes = 1
train = data/train.txt
valid = data/test.txt
names = data/obj.names
backup = /google_drive/MyDrive/agirlik
```

Şekil 2.47. Obj.data

Şekil 2.48’de “obj.names” ve “obj data” dosyaları “darknet/data” klasörüne kopyalanmıştır.

```
1 !cp /content/google_drive/MyDrive/obj.names ./data
2 !cp /content/google_drive/MyDrive/obj.data  ./data
```

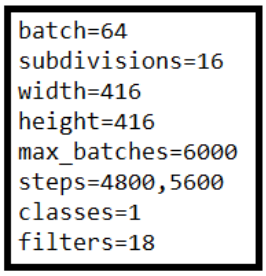
Şekil 2.48. Obj.names ve obj data dosyaları işlemleri

2.15. Konfigürasyon (cfg) Dosyasının Hazırlanması

“/darknet/cfg/yolov4-custom.cfg” dizinindeki metin belgesinden, içerisinde eğitilecek resimlerin çözünürlüğü, renk yoğunluğu, parlaklığı, renk tonu, bulanıklığı ve eğitim optimizasyonu gibi birçok parametreyi ayarlamak mümkündür. Şekil 2.49’da bu tez çalışmasında değiştirilen parametreler gösterilmiştir.

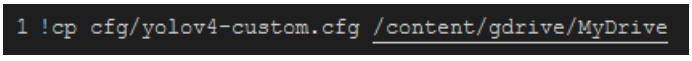
- **batch:** Bir defada işleme tabi tutulacak görüntü sayısını tanımlar.
- **subdivisions:** Aynı anda işlemcide işlenecek görüntü sayısının kaç parçaya bölüneceğini ifade eder. Örneğin “batch” değerine 64, “subdivisions” değerine 16 verildiğinde işlemci aynı anda 4 görüntü işler. Bu şekilde işlem süresi azaltılabilir ancak kullanılan bellek miktarı artar.

- **width, height:** Her bir görüntünün boyutlandırılacağı görüntünün genişlik ve yükseklik ölçüsüdür.
- **max_batches:** Toplam iterasyon sayısıdır. Sınıf sayısının 2000 katı ve en az 6000 olmalıdır.
- **steps:** Öğrenme oranın hesaplanması için belirlenen iterasyon sayılarıdır. "max_batches" değerinin %80 - %90'ı şeklinde belirlenir.
- **classes:** Eğitilecek sınıf sayısıdır.
- **filters:** Farklı büyüklüklerdeki nesnelerin tespitini kolaylaştırmayı sağlar. ("clases"+5)x3 formülüne göre bulunur.



Şekil 2.49. Cfg dosyası

Şekil 2.50'deki kodla cfg dosyası Google Grive'a yüklenir.



Şekil 2.50. Cfg dosyasını Google Drive'a yükleme

Text Editor kullanılarak gerekli değişiklikler yapılır. Şekil 2.51'deki kodda "yolov4-custom.cfg" Google Drive'dan "/darknet/cfg" dizinine kopyalanmıştır ve adı "yolov4_cfg_dosyası.cfg" olarak değiştirilmiştir.



Şekil 2.51. Cfg dosasını Darknet'e yükleme

Şekil 2.52'deki kodla eğitilecek resimlerin adları "/darknet/data/train.txt" ve test resimleri "/darknet/data/test.txt" metin belgelerine kaydedilmiştir.

```
import os
image_files = []
os.chdir(os.path.join("data", "obj"))
for filename in os.listdir(os.getcwd()):
    if filename.endswith(".png"):
        image_files.append("data/obj/" + filename)
os.chdir("..")
with open("train.txt", "w") as outfile:
    for image in image_files:
        outfile.write(image)
        outfile.write("\n")
    outfile.close()
os.chdir("..")
image_files = []
os.chdir(os.path.join("data", "test"))
for filename in os.listdir(os.getcwd()):
    if filename.endswith(".png"):
        image_files.append("data/test/" + filename)
os.chdir("..")
with open("test.txt", "w") as outfile:
    for image in image_files:
        outfile.write(image)
        outfile.write("\n")
    outfile.close()
os.chdir("..")
```

Şekil 2.52. Eğitilecek resim adlarını oluşturma

Şekil 2.53'teki kodla MSCOCO veri seti üzerinde önceden eğitilmiş başlangıç ağırlığı olarak kullanılmak üzere (yolov4.conv.137) indirilmiştir.

```
!wget https://github.com/AlexeyAB/darknet/releases/download/darknet_yolo_v3_optimal/yolov4.conv.137
!./darknet detector train data/obj.data cfg/yolov4-obj.cfg yolov4.conv.137 -dont_show -map
```

Şekil 2.53. Yolov4.conv.137 ağırlığı

Şekil 2.54'teki kodla düzenlenen obj.data, cfg_dosyası ve başlangıç ağırlıklarıyla beraber eğitim başlatılmıştır.

```
!./darknet detector train data/obj.data yolov4_cfg_dosyasi.cfg yolov4.conv.137 -dont_show -map
```

Şekil 2.54. Eğitimin başlaması

2.16. Eğitim Sonuçları

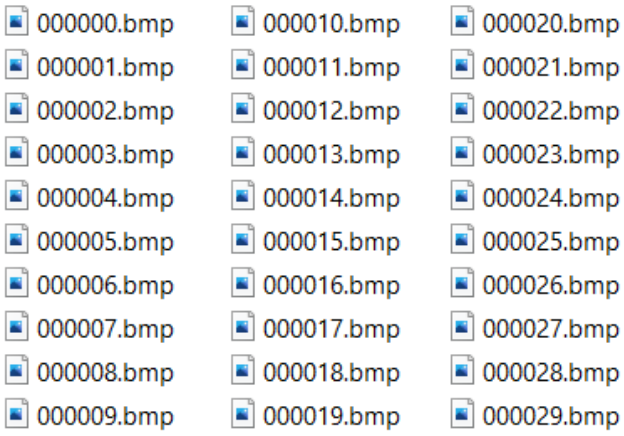
Eğitim tamamlandıktan sonra ağırlık olarak birden fazla ağırlık dosyası oluşur. Şekil 2.55'teki kodla eğitim sonucu gösterilmiştir. En yüksek doğruluk değeri "yolov4-obj_best" isimli ağırlık dosyasıdır.

```
1 !./darknet detector map data/obj.data cfg/yolov4-obj.cfg /mydrive/yolov4/backup/yolov4-obj_best.weights
```

Şekil 2.55. Eğitim sonuç kodu

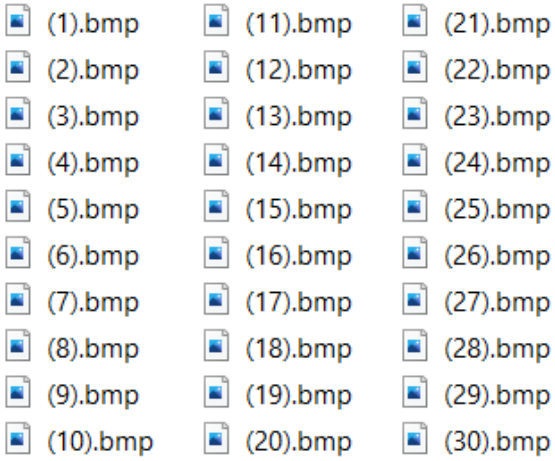
2.17. Videoları Resimlere Dönüştürme

Bir videonun Darknet Kütüphanesi kullanılarak koordinatının kaydedilebilmesi için fotoğraflara dönüştürülmesi gerekir. Hitfilm Express programında 30 saniye ve 24 kare/sn'den oluşan bir videonun hızı 24 kat arttırılarak 1 saniye 6 saliseye düşürülmüştür. Bu şekilde 30 saniyelik videonun her saniyesinden 1 fotoğraf alınmıştır. Şekil 2.56'da "bmp" formatına dönüştürülen 30 fotoğraftan oluşan görüntü dizisi gösterilmiştir.



Şekil 2.56. Görüntü dizisi 1

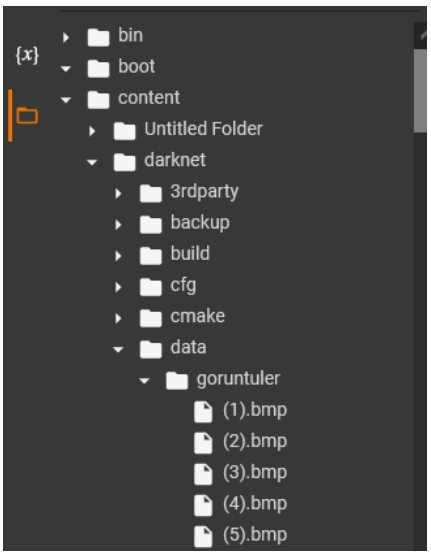
Devamında "Ctrl +A" ile tüm resimler seçiliyken herhangi bir resme sağ tıklanır. "Yeniden adlandır" seçilir. Dosyanın sadece ad kısmı silinir. Bu şekilde resim adlarının 1'den başlaması sağlanır. Şekil 2.57'deki resim dizisi meydana getirilmiştir.



Şekil 2.57. Görüntü dizisi 2

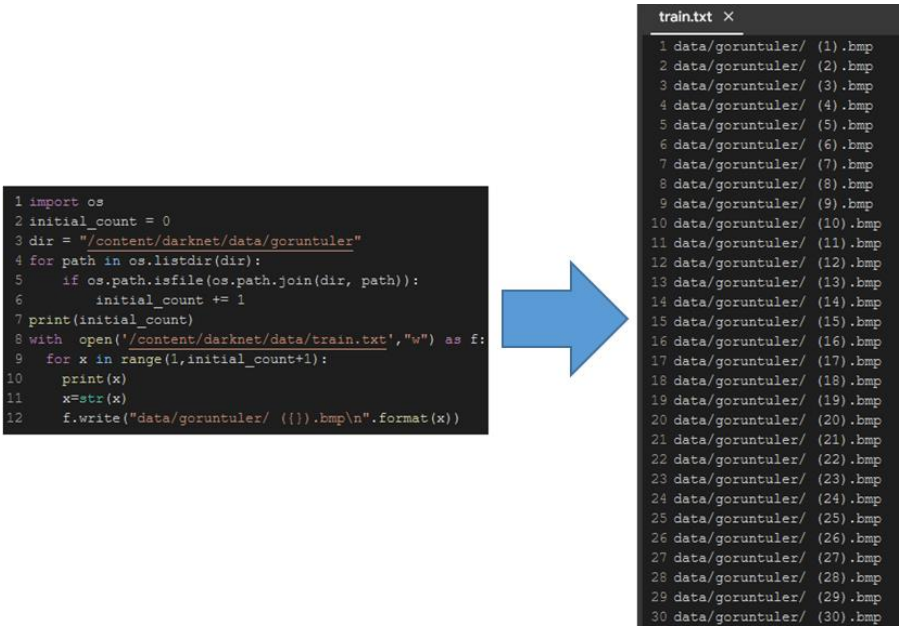
2.18. İşçi ve Ana Arının Koordinatlarının Oluşturulması

Şekil 2.58'de gösterilen "/content/darknet/data/" dizininin altına görüntüler adında bir dosya oluşturulmuştur. Tüm görüntüler bu klasöre taşınmıştır.



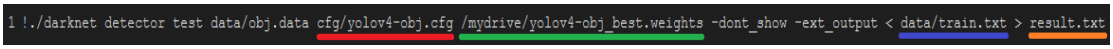
Şekil 2.58. Görüntüler dizini görünümü

Şekil 2.59'daki kod, görüntüler dizinindeki dosya isimlerini "data/train.txt" dosyasına sıralı şekilde oluşturulmuştur. Bunu dosyadaki görüntü sayısı kadar yapmaktadır.



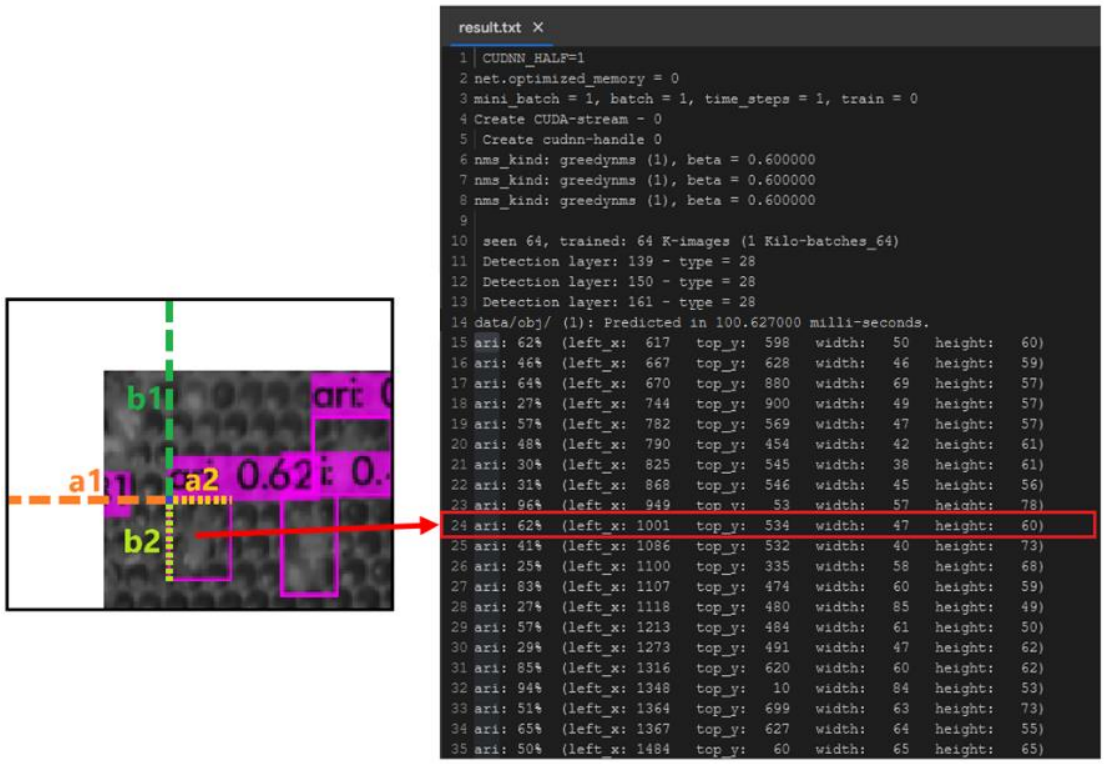
Şekil 2.59. Görüntülerin isimlerinin oluşturulması

Şekil 2.60'ta yapılandırma dosyası ve ağırlık dosyası kullanılarak "data/train.txt" dosyasındaki görüntü listesine göre işlemeye yarayan kod gösterilmiştir. Koordinatlar "result.txt" dosyasına kaydedilmiştir.



Şekil 2.60. Koordinatları oluşturan kod

Şekil 2.61'de, result.txt dosyasında 1920x1080 çözünürlükteki bir resim üzerinde tespit edilen bir işçi arı gösterilmiştir. Bunun koordinat bilgisi göz önüne alındığında "left_x" a1 mesafesini, "top_y" b1 mesafesini, "width" a2 genişliğini, "height" b2 yüksekliğinin piksel cinsinden sonucunu göstermektedir.



Şekil 2.61. Koordinatların açıklaması

2.19. Grafik Oluşturulması

İşçi ve ana arılardan 2 farklı “result.txt” oluşur. Bu dosya ana arı için “ana_ari.txt” ve işçi arı için “isci_arilar.txt” olarak değiştirilmiştir. Şekil 2.62’deki kodlar “txt” dosyalarındaki koordinat bilgilerini işçi arılar “m, n”, ana arı “x, y” dizisine kaydedilmiştir. Genişlik ve yükseklik değerleri hesaba katılıp her zaman tam ortası kaydedilmiştir. Bunu yaparken piksel ölçüleri milimetreye dönüştürülmüştür.

```
########## isci_arilar ##########
dosya = open('/content/isci_arilar.txt',"r",encoding="utf-8")
oku = dosya.read()
k=oku.split()
dizinin_eleman_sayisi=len(k)
xler=[];yler=[];b=0
while b<dizinin_eleman_sayisi:
  if k[b]=='ari:':
    xler.append((int(k[b+3])+int(k[b+7])/2)*0.22916)
    yler.append((int(k[b+5])+int(k[b+9].strip(')'))/2)*0.2314)
  b=b+1
m=list(map(int, xler))
n=list(map(int, yler))
dosya.close()
########## anaarı ##########
dosya = open('/content/ana_ari.txt',"r",encoding="utf-8")
oku = dosya.read()
k=oku.split()
dizinin_eleman_sayisi=len(k)
xler=[];yler=[];b=0
while b<dizinin_eleman_sayisi:
  if k[b]=='anaari:':
    xler.append((int(k[b+3])+int(k[b+7])/2)*0.22916)
    yler.append((int(k[b+5])+int(k[b+9].strip(')'))/2)*0.2314)
  b=b+1
x=list(map(int, xler))
y=list(map(int, yler))
dosya.close
```

Şekil 2.62. Koordinat verilerinin alınması

2.20. İşçi ve Ana Arı Grafiğinin Oluşturulması

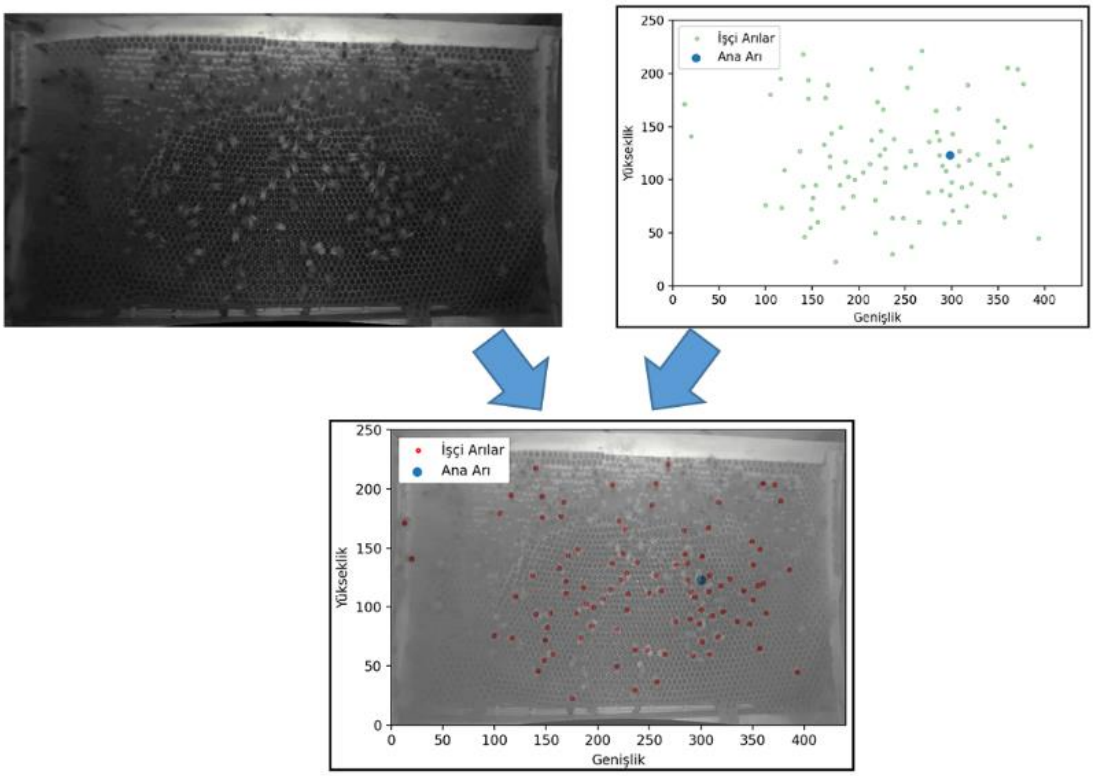
Grafiğin oluşturulması için Şekil 2.63'teki kodlar kullanılmıştır. İşçi arıların görünümünün oluşturulmasında "matplotlib" kütüphanesinden "Scatter Symbol" tipi seçilmiştir.

```
### grafiğin oluşturulması ###
from matplotlib import pyplot as plt
import numpy as np
fig, ax = plt.subplots()
plt.scatter(m, n, 20, c="g", alpha=0.3, marker=r'$\circ$',label="İşçi Arılar")
u = np.diff(x)
v = np.diff(y)
pos_x = x[:-1] + u/2
pos_y = y[:-1] + v/2
norm = np.sqrt(u**2+v**2)
ax.plot(x,y, marker="o")
ax.quiver(pos_x, pos_y, u/norm, v/norm, angles="xy", zorder=3, pivot="mid")
ax.scatter(pos_x[0], pos_y[0],label="Ana Arı")
plt.legend(loc=2)
plt.xlabel("Genişlik")
plt.ylabel("Yükseklik")
plt.xlim((0,440))
plt.ylim((0,250))
plt.plot(440,250)
plt.show()
fig.savefig('1_histogram.png', dpi=200)
```

Şekil 2.63. Grafiğin oluşmasını sağlayan kod

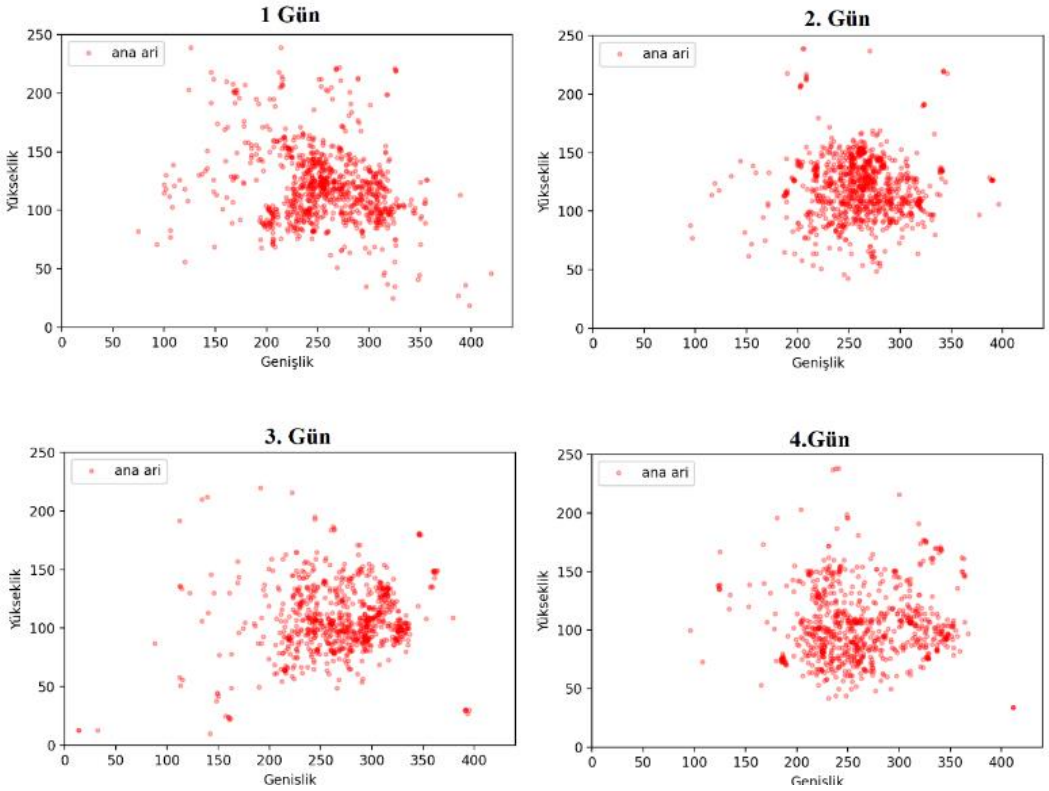
2.21. Grafik Çıktıları

Ham veriler işlenerek yukarıda anlatılan adımlar yardımı ile aşağıdaki çıktılar oluşturulmuştur. Yapay zeka derin öğrenme algoritması ile ana arı ve işçi arılar ayrı ayrı modeller ile eğitilmiştir. Ana arı ve işçi arıların aynı görüntüden tespit edilip görselleştirilmesi Şekil 2.64'te gösterilmiştir.



Şekil 2.64. Ham görüntüden işçi ve ana arıların tespiti.

Ham veriler işlenerek Şekil 2.65'te yer alan grafik elde edilmiştir. Bu grafiklerde yer alan görüntüler dört güne aittir. Bu dört gün içinde ana arı çerçevenin kameraya bakan yüzünde birinci gün %56.8, ikinci gün %59.7, üçüncü gün %50.7, dördüncü gün %48.9 olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.65. Dört gün süresince tespit edilen ait ana arı hareketleri

BÖLÜM 3

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

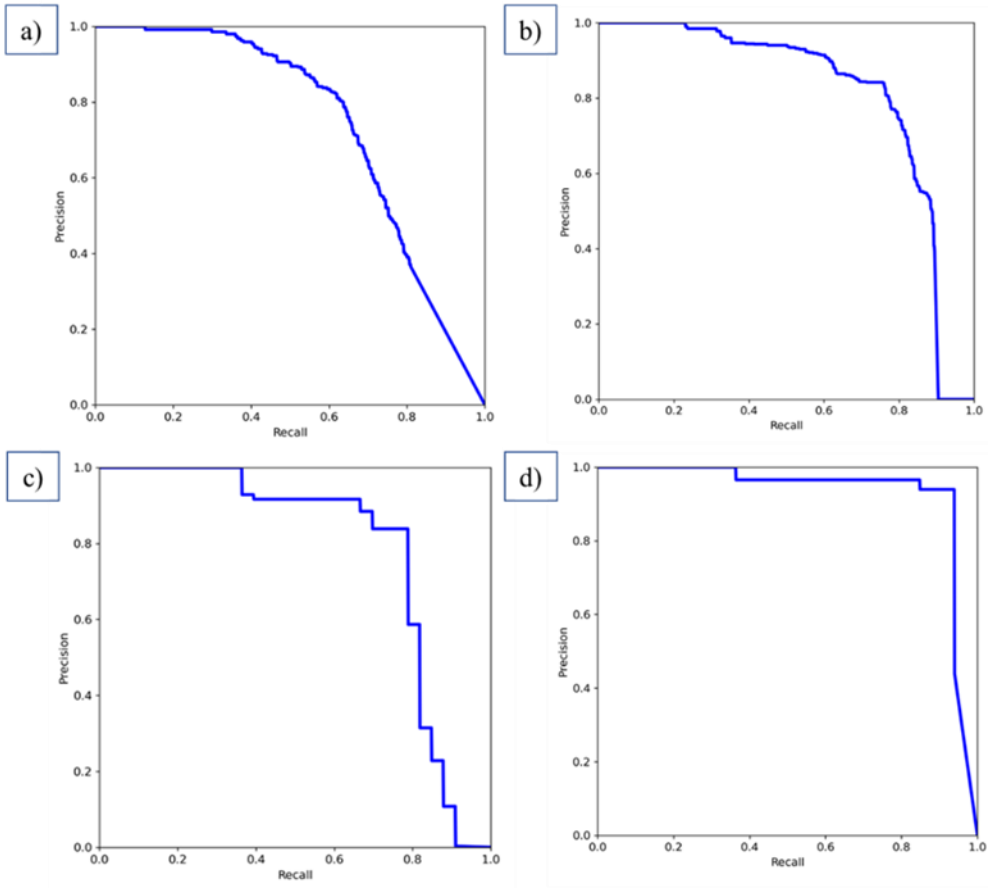
Bu çalışmada, arı kovanın ve arıların doğal yaşamının izlenebilmesi için gece ve gündüz izleme yapabilen kamera tabanlı bir sistem kurulmuş ve arı kovanı bu işlem için modifiye edilmiştir. Bulut bilişim tabanlı görüntü işleme teknikleri kullanılarak küçük ve hareketli hedefler olan ana arı ve işçi arıların tespit edebilen bir sistem tasarlanmış ve gösterilmiştir. Tespit edilen ana arı ve işçi arıların grafik olarak gösterimi yapılmıştır. Bu sırada yapılan bütün masraflar Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Harcamalar ham veri elde etmek için gereken ekipmanların tedarikinde kullanılmıştır. Elde edilen veriden yola çıkarak derin öğrenme algoritması eğitilmiştir. Google Colab ürünü kullanılarak derin öğrenme algoritmasının eğitimi bulutta yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Kullanılan donanımların maliyetleri

Parça	**Fiyatı**
Kovan	500 TL
Arı	1000 TL
Gece-Gündüz TP-Link Kamera	508 TL
Google Colab Pro Üyeliği	9 $
Ender 3 v2 Üç Boyutlu Yazıcı	1800 TL
ESun Filament 100 gr	25 TL
Elektik kablolama 10 m	60 TL

İşçi arılar ve ana arının etiketlenip görüntülerinin 2 farklı algoritmayla eğitilmesiyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ortalama hassaslık değerleri; işçi arılar için Şekil 3.1a'da Yolov3'te 0,741, Şekil 3.1b'de gösterilen Yolov4'te 0,81 bulunurken ana arı için Şekil 3.1c'de Yolov3'te 0,78 ve Şekil 3.1d'de Yolov4'te 0,928 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerle Yolov4 algoritmasının Yolov3'e göre daha yüksek hassaslıkla görüntü tespiti yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

F1 skoru, işçi arılar için Yolov3'te 0,71, Yolov4'te 0,8 ana arı için Yolov3'te 0,73 ve Yolov4'te 0,84 olarak hesaplanmıştır. Bu verilerle Yolov4 algoritmasının Yolov3'e göre pozitif ve negatif sınıflar için daha duyarlı olduğunu, iyi çalıştığını ve daha doğru sonuçlar verdiğini göstermektedir.



Şekil 3.1. Yolov3 ve Yolov4 algoritmalarının hassaslık değerleri

Bulut tabanlı görüntü işleme sistemiyle görüntü işleme gibi yüksek işlem gücü, zaman ve donanım isteyen işlemlerin daha verimli yapılması sağlanır. Bu sayede sahada kullanılan cihazların enerji verimliliği arttırılmış olmuştur.

Sistem donanım ve yazılım olarak geliştirilebilir bir yapıdadır. Arıların doğal yaşamını bozmayan ve sürdürülebilir bir çalışmadır. Arıcılar, kovanlarının video ve ses akışlarını uzaktan görüntüleyebilir.

3.1. Öneriler

Ham veri üzerinden eğitilmiş olan derin öğrenme algoritması kullanılarak sahada cep telefonu yardımı ile kullanılabilecek bir uygulama yazılabilir. Bulut sistemi kullanıldığı için kolayca bu entegrasyon sağlanabilir. Google Colab platformuna benzer olarak, Amazon SageMaker gibi diğer alternatif bulut tabanlı sistemler de denenebilir.

Görüntü işleme yöntemleri kullanılarak arıcılar klasik yönteme göre zaman tasarrufu sağlayabilir. Ana arı tespit edilip görüntüsü alındığı için arının boyutları, hareket hızı, rengi gibi verilerin birleştirilmesi ile ana arının sağlığı hakkında istatistiksel bir veri elde edilebilir. Bu veri yardımı ile arı kolonisinin performansında birinci derece etkili olan ana arının değiştirilmesi gerekip gerekmediği konusunda bir karar verilebilir.

KAYNAKLAR

Abbott, K. R., & Dukas, R. (2009). Honeybees consider flower danger in their waggle dance. *Animal Behaviour*, *78*(3), 633-635. https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2009.05.029

Al Toufailia, H., Grüter, C., & Ratnieks, F. L. W. (2013). Persistence to Unrewarding Feeding Locations by Honeybee Foragers (Apis mellifera): the Effects of Experience, Resource Profitability and Season. *Ethology*, *119*(12), 1096-1106. https://doi.org/10.1111/ETH.12170

AlexeyAB Kütüphanesi. (2022). 18 Mart 2022 tarihinde https://github.com/AlexeyAB/darknet adresinden erişildi.

Bao, H., Dong, L., Piao, S., & Wei, F. (2021). *BEiT: BERT Pre-Training of Image Transformers*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2106.08254

Bozic, J., Abramson, C. I., & Bedencic, M. (2006). Reduced ability of ethanol drinkers for social communication in honeybees (Apis mellifera carnica Poll.). *Alcohol*, *38*(3), 179-183. https://doi.org/10.1016/J.ALCOHOL.2006.01.005

Bulut, G. (2020). *Arıcılık Ve Arı Ürünleri Arıcılık Ve Arı Ürünleri Üretimi Yatırım Projesi*. https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/ARICILIK.pdf

Capaldi, E. A., Smith, A. D., Osborne, J. L., Fahrbach, S. E., Farris, S. M., Reynolds, D. R., Edwards, A. S., Martin, A., Robinson, G. E., Poppy, G. M., & Riley, J. R. (2000). Ontogeny of orientation flight in the honeybee revealed by harmonic radar. *Nature 2000 403:6769*, *403*(6769), 537-540. https://doi.org/10.1038/35000564

Carion, N., Massa, F., Synnaeve, G., Usunier, N., Kirillov, A., & Zagoruyko, S. (2020). End-to-End Object Detection with Transformers. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *12346 LNCS*, 213-229. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-8_13/COVER

Coco Data Kümesi. (2022). 12 Mart 2022 tarihinde https://cocodataset.org/#home adresinden erişildi.

Colab Pro Bulut Hizmeti. (2022). 15 Mart 2022 tarihinde https://colab.research.google.com adresinden erişildi.

Darknet Kütüphanesi. (2022). 27 Nisan 2022 tarihinde https://pjreddie.com/darknet/ adresinden erişildi.

Dornhaus, A., & Chittka, L. (2004). Why do honey bees dance? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *55*(4), 395-401. https://doi.org/10.1007/S00265-003-0726-9/METRICS

Erkan, C., & Kiziltaş, H. (2017). Erkek Arı ve Bal Arısı Yetiştiriciliğindeki Önemi. *Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences*, *22*(1), 49-55.

Google Open Images Dataset V6. (2020). 5 Nisan 2022 tarihinde https://storage.googleapis.com/openimages/web/factsfigures.html adresinden erişildi.

Greggers, U., Koch, G., Schmidt, V., Dürr, A., Floriou-Servou, A., Piepenbrock, D., Göpfert, M. C., & Menzel, R. (2013). Reception and learning of electric fields in bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *280*(1759). https://doi.org/10.1098/RSPB.2013.0528

HitFilm Express. (2022). 13 Nisan 2022 tarihinde https://fxhome.com/reference-manuals/hitfilm-express adresinden erişildi.

Karaca, Ü., Karaman, S., Yazar, S., & Osman SARI, A. (2014). Türkiye Ana Arı Üretim Maliyeti ve Karlılık Analizi Production Cost and Profitability Analysis of Queen Bee in Turkey-28 MAF. *ANADOLU*, *28*(2).

Korkmaz, A., & Öztürk, A. (2006). *Ana Arı Yetiştiriciliği*. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi.

Lecun, Y., & Bengio, Y. (1995). *Convolutional Networks for Images, Speech, and Time-Series*.

Li, Y. (2021). *Colab Pro vs. Free — AI Computing Performance*. 4 Nisan 2022 tarihinde https://towardsdatascience.com/colab-pro-vs-free-ai-computing-performance-4e983d578fb2 adresinden erişildi.

Li, Y. (2022). Research and Application of Deep Learning in Image Recognition. *2022 IEEE 2nd International Conference on Power, Electronics and Computer Applications, ICPECA 2022*, 994-999. https://doi.org/10.1109/ICPECA53709.2022.9718847

Makine Öğrenimi. (2022). 3 Nisan 2022 tarihinde https://developers.google.com/machine-learning/glossary adresinden erişildi.

Mexxsun İnvertör. (2022). 24 Mart 2022 tarihinde https://www.sspenergy.com/wp-content/uploads/2021/02/Mexxsun-AXPERT-VP-Serisi-Akilli-Inverter.pdf adresinden erişildi.

Moore, P. A., Wilson, M. E., & Skinner, J. A. (2015, Ağustos 18). *Honey Bee Queens: Evaluating the Most Important Colony Member – Bee Health*. https://bee-health.extension.org/honey-bee-queens-evaluating-the-most-important-colony-member/

Nvidia CUDA Platformu. (2022). 2 Nisan 2022 tarihinde https://blogs.nvidia.com/blog/2012/09/10/what-is-cuda-2/ adresinden erişildi.

Nvidia CUDNN Kütüphanesi. (2022). 2 Nisan 2022 tarihinde https://docs.nvidia.com/deeplearning/cudnn/release-notes/ adresinden erişildi.

Open CV Kütüphanesi. (2022). 1 Şubat 2022 tarihinde https://opencv.org/about/ adresinden erişildi.

Parico, A. I. B., & Ahamed, T. (2021). Real Time Pear Fruit Detection and Counting Using YOLOv4 Models and Deep SORT. *Sensors 2021, Vol. 21, Page 4803*, *21*(14), 4803. https://doi.org/10.3390/S21144803

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection* (ss. 779-788). http://pjreddie.com/yolo/

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement*. https://doi.org/10.48550/arxiv.1804.02767

Riley, J. R., Greggers, U., Smith, A. D., Reynolds, D. R., & Menzel, R. (2005). The flight paths of honeybees recruited by the waggle dance. *Nature 2005 435:7039*, *435*(7039), 205-207. https://doi.org/10.1038/nature03526

Seeley, T. D. (1982). Adaptive significance of the age polyethism schedule in honeybee colonies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *11*(4), 287-293.

Shafi, A. (2022). *What are the definitions of Precision and Recall? | Towards Data Science*. 15 Ekim 2022 tarihinde https://towardsdatascience.com/precision-and-recall-88a3776c8007 adresinden erişildi.

Shearwood, J., Hung, D. M. Y., Cross, P., Preston, S., & Palego, C. (2018). Honey-Bee Localization Using an Energy Harvesting Device and Power Based Angle of Arrival Estimation. *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, *2018-June*, 957-960. https://doi.org/10.1109/MWSYM.2018.8439173

Stanford Data Seti. (2022). 3 Nisan 2022 tarihinde http://vision.stanford.edu/aditya86/ImageNetDogs/ adresinden erişildi.

Tashakkori, R., Hernandez, N. P., Ghadiri, A., Ratzloff, A. P., & Crawford, M. B. (2017). A honeybee hive monitoring system: From surveillance cameras to Raspberry Pis. *Conference Proceedings - IEEE SOUTHEASTCON*.

Vaswani, A., Brain, G., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is All you Need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, *30*.

Wang, Y., Ma, L. T., & Xu, B. H. (2015). Diversity in life history of queen and worker honey bees, Apis mellifera L. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, *18*(2), 145-149. https://doi.org/10.1016/J.ASPEN.2014.11.005

Zaidi, S. S. A., Ansari, M. S., Aslam, A., Kanwal, N., Asghar, M., & Lee, B. (2021). A Survey of Modern Deep Learning based Object Detection Models. *Digital Signal Processing: A Review Journal*, *126*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2104.11892

ÖZGEÇMİŞ

2016 yılında, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Görsel İşitsel Teknikler ve Medya Yapımcılığı ön lisans eğitimimi tamamladım. 2020 yılında Kırklareli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimimi tamamladım. 2019 yılında, öğrenci değişim programı sayesinde Poznan Teknoloji Üniversitesi (Polonya) Elektrik Mühendisliği bölümünde 1 dönem eğitim aldım. 2020 yılında, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tezli yüksek lisans eğitimime başladım. Mekanik cihazların sensörlerle izlenmesi, alınan sonuçların takip edilmesi, 3 boyutlu parçaların bilgisayar ortamına aktarılması ve simüle edilmesi, 3D yazıcı (PLA-FDM) ile prototip üretme konuları üzerinde çalışmaya devam ediyorum.

TEZ SIRASINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN BİLİMSEL FAALİYETLER

Konferans Bildirisi

1. ULUS, A. F. ve TUNA, G. (2022). Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Ana Arı Davranışlarının Takibi. ICASEM IV. Uluslararası Uygulamalı Bilimler, Mühendislik ve Matematik Kongresi, Tekirdağ, Türkiye (s. 99).