

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK PETEK**  
**ÜZERİNDEKİ ARI LARVASININ KONUMUNUN VE**  
**ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ**

**AHMET GÜNGÖRMÜŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri:**    **Dr.Öğr. Üyesi Sabri BIÇAKÇI (Tez Danışmanı)**  
                         **Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin GÜNEŞ (Eş Danışman)**  
                         **Doç. Dr. Murat Erhan BALCI**  
                         **Dr.Öğr.Üyesi Selçuk KIZIR**

**BALIKESİR, TEMMUZ- 2020**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Petek Üzerindeki Arı Larvasının Konumunun ve Özelliklerinin Tespiti**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
  - Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**AHMET GÜNGÖRMÜŞ**



**Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2017/193 nolu proje ile desteklenmiştir.**

## ÖZET

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK PETEK ÜZERİNDEKİ  
ARI LARVASININ KONUMU VE ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
AHMET GÜNGÖRMÜŞ  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR.ÜYESİ SABRİ BIÇAKÇI)  
(EŞ DANIŞMAN: DR.ÖĞR.ÜYESİ HÜSEYİN GÜNEŞ)  
BALIKESİR, TEMMUZ - 2020**

Bal arılarından başta bal olmak üzere birçok farklı ürün elde edilmektedir. Bunlardan biri de arı sütüdür. Arı sütü genç işçi arıların salgıbezlerinden salgılanarak arı larvalarının beslenmesi için kullanılmaktadır. Besin değeri en yüksek olan arı ürünüdür. Ancak üretimi meşakkatli olup yalnızca kısıtlı bir zaman aralığında yapılabilmektedir. Üretimde en çok zaman alan işlem ise insanlar tarafından yapılan larva transferidir. Bu işlemin hızlandırılması ve arı sütü üretiminin arttırılabilmesi için insan işçiliğinin azaltılması gerekmektedir. Bunun için petek gözlerinde bulunan arı sütü üretimi için ideal boyuttaki larvalar tespit edilmelidir. Bu çalışmanın amacı peteklerde bulunan larvaların konumunun ve özelliklerinin tespit edilmesidir. Çalışmada öncelikle petek gözlerinin net fotoğraflarını çekebilecek ve peteğin üzerinde hareket edebilecek bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Bu deney düzeneği ile farklı boyutlarda larvaların bulunduğu 60 adet petek fotoğrafı çekilmiştir. Çekilen fotoğrafların 40 tanesi eğitim 20 tanesi test için ayrılmıştır. Eğitim için ayrılan fotoğraflardaki bütün larvalar etiketlenerek evrimsel sinir ağı yöntemlerinden biri olan Faster R-CNN eğitilmiştir. Eğitilen sinir ağının larva tespit başarımları %80,4'dür. Tespit edilen larvaların piksel cinsinden büyüklüğüne bakılarak arı sütü üretimi için ideal boyutta olup olmadığı tespit edilmiştir. OpenCV görüntü işleme kütüphanesi kullanılarak ideal boyuttaki larvaların petek gözündeki konumu belirlenmiştir. Eğitim sonrası yapılan testlerde larvanın konumu ve özellikleri başarıyla tespit edilmiştir. Sonuç olarak arı sütü üretimi sürecinde kullanılacak, larvaların konum ve özelliklerini başarı ile tespit edebilen bir sistem ortaya çıkarılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Arı sütü, larva, görüntü işleme, faster r-cnn

Bilim Kod / Kodları: 90521, 90542

Sayfa Sayısı : 61

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF THE LOCATION AND PROPERTIES OF BEE LARVAE ON HONEYCOMB USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES**

**MSC THESIS**

**AHMET GÜNGÖRMÜŞ**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SABRİ BIÇAKÇI)**

**(CO-SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. HÜSEYİN GÜNEŞ)**

**BALIKESİR, JULY - 2020**

Many different product, especially honey, are obtained from honey bees. One of these is royal jelly. Royal jelly is secreted from the secretions of young worker bees and used for the feeding of bee larvae. The product with the highest nutritional value is the bee product. However, its production is difficult and can only be done in a limited time period. The most time-consuming process in production is larval transfer which by doing humans. Human labor needs to be reduced in order to speed up this process and increase royal jelly production. For this, the larvae in the honeycomb and ideal size for the production of royal jelly should be identified. The aim of this study is to determine the location and properties of the larvae in honeycombs. In these studies, first of all, an experimental setup that can take clear photos of the honeycomb cells and move on the honeycomb was prepared. With this experimental setup, 60 honeycomb photographs with different sizes of larvae were taken. 40 of these photographs were reserved for training and 20 for testing. All the larvae in the photos reserved for training were tagged and trained for Faster R-CNN which be one of the convolutional neural network methods. The larva detection success of the trained neural network is 80.4% According to the size of the detected larvae in pixels value, it was determined whether it is the ideal size for royal jelly production., The ideal size of the larvae in the honeycomb cells was determined by Using the OpenCV image processing library. the tests that performed after the training, the location and features of the larva were successfully determined. As a result, a system, which can be used in the production of royal jelly and which can determine the position and properties of the larvae successfully, was created.

**KEYWORDS:** Royal jelly, image processing, larvae, faster r-cnn

Science Code / Codes: 90521, 90542

Page Number : 61

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR</b> .....	<b>3</b>
2.1 Arıcılığın Tarihi .....	4
2.2 Arıcılık Ürünleri.....	4
2.3 Arı Sütü .....	7
2.3.1 Arı Sütü Üretimi.....	8
2.3.2 Larva Transferi.....	12
2.3.3 Larva Tespiti .....	12
2.4 Görüntü İşleme.....	13
2.5 Görüntü İşleme Teknikleri.....	14
2.6 Faster R-CNN .....	17
2.7 Tarım ve Hayvancılıkta Görüntü İşleme.....	20
<b>3. YÖNTEM</b> .....	<b>24</b>
3.1 Tasarlanan Mekanizma .....	24
3.2 Elektronik Kontrol Sistemi .....	27
3.3 Görüntü İşleme ile Larva Tespiti .....	30
3.3.1 Larva Tespiti .....	36
3.3.2 Petek Gözü Tespiti .....	38
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>42</b>
4.1 Larva Tespiti .....	42
4.2 İdeal Boyutlu Larvaların Tespiti .....	44
4.3 Petek Gözü Tespiti .....	45
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>46</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>47</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>56</b>
EK A: Larva Tespiti ve Petek Gözü Tespiti Yapılan Fotoğraflar .....	56
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>61</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 2.1: Bal arısı.....	3
Şekil 2.2: Bal arısı kovanı.....	4
Şekil 2.3: Bal.....	5
Şekil 2.4: Polen.....	5
Şekil 2.5: Propolis.....	5
Şekil 2.6: Balmumu.....	6
Şekil 2.7: Arı zehiri.....	6
Şekil 2.8: Arı sütü.....	7
Şekil 2.9: Bal mumu yüksüksüklerin hazırlanması.....	9
Şekil 2.10: Kapalı gözlü yavrulu petek.....	9
Şekil 2.11: Uygun larva büyüklüğü.....	10
Şekil 2.12: Larva transferi.....	10
Şekil 2.13: Yüksük üzerindeki balmumunun kesilmesi.....	11
Şekil 2.14: Arı sütünün toplanması.....	11
Şekil 2.15: Gerçek resmin sayısal hale getirilmesi.....	13
Şekil 2.16: Görüntü işleme aşamaları.....	13
Şekil 2.17: Görüntü işleme teknikleri.....	14
Şekil 2.18: Alçak geçiren filtre uygulaması.....	14
Şekil 2.19: Histogram eşitleme.....	15
Şekil 2.20: Bulanık görüntüyü onarma.....	15
Şekil 2.21: Kenar belirleme.....	16
Şekil 2.22: Görüntü sıkıştırma.....	16
Şekil 2.23: Nesne bulma.....	17
Şekil 2.24: CNN yapısı.....	18
Şekil 2.25: R-CNN yapısı.....	19
Şekil 3.1: Kullanılan petek ölçüleri.....	24
Şekil 3.2: Deney düzeneğinin 3B modeli.....	24
Şekil 3.3: SBR16 UU lineer rulman.....	25
Şekil 3.4: SC16 LUU lineer rulman.....	26
Şekil 3.5: Vidalı mil.....	26
Şekil 3.6: Deney düzeneği.....	27
Şekil 3.7: Kullanılan step motorlar a) Nema 23, b) Nema 17.....	28
Şekil 3.8: Tb6560 motor sürücü kartı.....	28
Şekil 3.9: Arduino Mega 2560 kontrol kartı.....	29
Şekil 3.10: Deney düzeneği elektronik kontrol bölümü.....	29
Şekil 3.11: Waveshare marka kamera.....	30
Şekil 3.12: Farklı kameralarla çekilmiş petek gözleri.....	31
Şekil 3.13: Peteklerden alınan bir resim.....	31
Şekil 3.14: Program yükleme ekranı.....	33
Şekil 3.15: Python kurulum ekranı.....	33
Şekil 3.16: PyCharm kurulum dosyasını indirme.....	34
Şekil 3.17: Tensorflow kurulum ekranı.....	35
Şekil 3.18: Tensorflow versiyon seçimi.....	36
Şekil 3.19: LabelImg aracı ile larva etiketleme işlemi.....	37
Şekil 3.20: Etiketleme, xml, csv formatı.....	37

Şekil 3.21: Eğitim süresince kayıp fonksiyonu grafiği .....	38
Şekil 3.22: Larvaların faster r-cnn ile tespiti.....	38
Şekil 3.23: İdeal boyutlu larvalar .....	38
Şekil 3.24: Opencv python kurulumu .....	39
Şekil 3.25: Opencv python kurulumu .....	40
Şekil 3.26: Petek gözü tespit işlemi sonuçları.....	41
Şekil 3.27: Larvaların petek gözünün merkezine olan uzaklığı .....	42
Şekil 4.1: Tespit edilen larvalar 1. ....	42
Şekil 4.2: Tespit edilen larvalar 2. ....	42
Şekil 4.3: Larvanın bulanık gözükmesi sonucu tespit edilememesi .....	43
Şekil 4.4: Larvanın bir kısmının fotoğrafta görünmemesi .....	43
Şekil 4.5: Larvanın arka plan rengiyle aynı görünmesi .....	44
Şekil 4.6: İdeal boyutlu larvaların tespiti 1. ....	44
Şekil 4.7: İdeal boyutlu larvaların tespiti 2. ....	45
Şekil 4.8: Tespit edilemeyen petek gözleri. ....	45
Şekil A.1: Larva ve petek gözü tespiti örnek 1. ....	56
Şekil A.2: Larva ve petek gözü tespiti örnek 2. ....	56
Şekil A.3: Larva ve petek gözü tespiti örnek 3. ....	56
Şekil A.4: Larva ve petek gözü tespiti örnek 4. ....	56
Şekil A.5: Larva ve petek gözü tespiti örnek 5. ....	57
Şekil A.6: Larva ve petek gözü tespiti örnek 6. ....	57
Şekil A.7: Larva ve petek gözü tespiti örnek 7. ....	57
Şekil A.8: Larva ve petek gözü tespiti örnek 8. ....	57
Şekil A.9: Larva ve petek gözü tespiti örnek 9. ....	58
Şekil A.10: Larva ve petek gözü tespiti örnek 10. ....	58
Şekil A.11: Larva ve petek gözü tespiti örnek 11. ....	58
Şekil A.12: Larva ve petek gözü tespiti örnek 12. ....	58
Şekil A.13: Larva ve petek gözü tespiti örnek 13. ....	59
Şekil A.14: Larva ve petek gözü tespiti örnek 14. ....	59
Şekil A.15: Larva ve petek gözü tespiti örnek 15. ....	59
Şekil A.16: Larva ve petek gözü tespiti örnek 16. ....	59
Şekil A.17: Larva ve petek gözü tespiti örnek 17. ....	60
Şekil A.18: Larva ve petek gözü tespiti örnek 18. ....	60
Şekil A.19: Larva ve petek gözü tespiti örnek 19. ....	60
Şekil A.20: Larva ve petek gözü tespiti örnek 20. ....	60



## SEMBOL LİSTESİ

<b><math>N_s</math></b>	: Step motor faz sayısı
<b><math>N_r</math></b>	: Rotorun çıkıntılı kutup sayısı
<b><math>S</math></b>	: Motorun bir devir için (360 derece) için gerekli adım sayısı
<b><math>\Theta_s</math></b>	: Step motorun adım açısı

## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmanın her aşamasında değerli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocalarım Dr.Öğr.Üyesi Sabri BIÇAKÇI ve Dr.Öğr.Üyesi Hüseyin GÜNEŞ'e teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmalarım esnasında beni anlayışla karşılayan ve desteklerini esirgemeyen kıymetli eşim Halime GÜNGÖRMÜŞ ve küçük kızım Aybüke GÜNGÖRMÜŞ'e teşekkürlerimi sunuyorum. Bugünlere gelmem de büyük pay sahibi olan anne ve babama bana verdikleri maddi ve manevi desteklerinden dolayı sonsuz saygılarımı sunuyorum.

**Balıkesir, 2020**

**Ahmet GÜNGÖRMÜŞ**

## 1. GİRİŞ

Arı, apidea familyasının zar kanatlılar takımına ait bir böcek türüdür. Bal arıları ise apidea familyasının apis cinsine ait bir türdür [1]. Arıcılık ise bal arılarının kovana adı verilen ahşap veya ahşap benzeri kutularda beslenip bakılarak arı ürünlerinin elde edilmesi işlemidir. Arıcılığın tarihçesi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır [2]. M.Ö 7000 yıllarına dayanan ilk bulgulara İspanya'nın Valencia şehrinde rastlanmıştır. Ayrıca Mısır firavunlarının mezarlarında balmumu bulunması günümüzden 3-4 bin yıl öncesinde arılardan bal alındığını göstermektedir. Günümüzde ise arıcılık tüm dünyada yaygın olarak yapılan bir hayvancılık faaliyetidir [3].

Arıcılık faaliyetleri sonucunda başta bal olmak üzere, polen, balmumu, propolis, bal arısı zehri ve arı sütü üretilmektedir. Arı ürünleri arasında besin değeri olarak en zengini arı sütüdür [4]. Arı sütü 5-15 günlük genç işçi arıların besin olarak tükettikleri bal ve polenin sindirim organlarında hazmedildikten sonra kan yoluyla süt salgı bezlerine taşınması sonucunda süt salgı bezlerinin ürettiği üründür. Arı larvalarının besin kaynağı olarak kullanılmaktadır [5].

Arı sütü üretimi, ana arı yetiştiriciliğinin belirli bir safhada durdurularak larvaların gelişmesi için depolanmış olan arı sütünün toplanması işlemidir [6].

Arı sütü üretiminde en zor ve en uzun zaman alan işlem larva transferidir. Literatürde larva transferi için halihazırda geliştirilmiş tek bir cihaza rastlanmıştır [7]. Ancak bu cihazın kullanılabilmesi için özel üretilmiş yapay peteklerin kullanılması ve kraliçe arının bu peteklere hapsedilerek bütün gözlerle belirli bir zaman aralığında yumurtlatılması gerekmektedir. Çünkü bu cihaz petek gözlerinde ne bulunduğu ve larvaların kaç günlük olduğuna bakmadan transfer işlemini gerçekleştirmektedir. Sonuç olarak cihaz bir taraftan iş yükünü azaltırken diğer taraftan maliyeti arttırmakta ve yeni iş yükü getirmektedir.

Larva transferini ek bir malzeme kullanmadan ve ilave iş yükü olmadan gerçekleştirebilmek için kovanlardaki normal petekler ile kraliçe arıya müdahale edilmeden çalışılması gerekmektedir. Ancak kraliçe arının kendi haline bırakıldığı kovanlarda bulunan normal peteklerde aynı anda bal, polen, yumurta, larva ve pupa bulunabilmekte ya da petek gözü tamamen boş olabilmektedir. Ayrıca larvaların boyutları da yumurtadan çıkış sürelerine göre farklılık göstermektedir. Bu yüzden petek gözlerinde yalnızca ideal boyutta olan 24-48 saatlik larvaların bir cihaz yardımı ile transfer edilebilmesi için öncelikle tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma da petek üzerinde bulunan larvaların konumunun ve özelliklerinin tespit edilebilmesi için öncelikle petek gözlerinin net şekilde görüntüsünü alabilecek ve peteğin üzerinde hareket edebilecek bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Hazırlanan bu düzenele içerisinde farklı boyutlarda larvaların bulunduğu peteklerden 60 adet fotoğraf çekilmiştir. Fotoğrafların 40 tanesi eğitim 20 tanesi test için ayrılmıştır. Eğitim için ayrılan fotoğraflarda bulunan bütün larvalar etiketlenmiştir. Daha sonra bu fotoğraflar kullanılarak evrimsel sinir ağı yöntemlerinden biri olan Faster R-CNN larvaları tespit etmek üzere eğitilmiştir. Eğitilen sinir ağının larva tespit başarımı %80,4 olarak bulunmuştur. Larva tespiti yapıldıktan sonra bu larvaların piksel cinsinden büyüklüklerine bakılarak arı sütü üretimi için ideal boyutta olanları belirlenmiştir. İdeal boyutta olan larvaların petek gözündeki konumları günümüzde en çok kullanılan görüntü işleme kütüphanesi olan OpenCV kullanılarak belirlenmiştir.

Bu çalışma sayesinde arı sütü üretimi için ideal boyutta olan larvalar başarıyla tespit edilmiştir ve larvaları transfer edebilecek bir sistemin altyapısı hazır hale getirilmiştir.

## 2. LİTERATÜR

Arı, apidea familyasının zar kanatlılar takımına ait bir böcek türüdür. Bal arıları ise apidea familyasının apis cinsine ait bir türdür. Vücut yapıları baş, göğüs ve karın olmak üzere üç bölgeden oluşur. Baş kısmında bir çift anten vardır. Bu antenleri koklama ve dokunma organı olarak kullanırlar. Göğüs halkalarına bağlı üç çift bacakları vardır. Bunlar çiçek tozunu toplamak için kullanılırlar (Şekil 2.1). Göğüs bölümünde uçuşmasını sağlayan dört adet kanat vardır [8].



**Şekil 2.1:** Bal arısı.

Bal arıları her türlü iklim koşullarında yaşamlarını sürdürebilirler. Yaşadıkları bölgenin iklimine göre sınıflandırılırlar. Bu bakımdan her arı türü her bölgede yaşayamaz. Çevresel faktörlerin ve iklim koşullarının değişkenlik göstermesi arılar üzerinde strese sebebiyet vererek toplu arı ölümlerine yol açmaktadır [9].

Bal arılarının kovan adı verilen ahşap veya ahşap benzeri kutularda beslenip bakılarak arı ürünlerinin elde edilmesi işlemine arıcılık denir (Şekil 2.2). Arıcılık insanlar tarafından çok uzun yıllardan beri yürütülen bir hayvancılık faaliyetidir [9].



**Şekil 2.2:** Bal arısı kovanı.

## 2.1 Arıcılığın Tarihi

Arıcılığın tarihçesi on binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. İlk insanlar ağaç kovuklarında ve kaya oyuklarındaki arıları öldürüp ballarını almışlardır [10].

Arıcılığa dair M.Ö 7000 yıllarına dayanan ilk bulgulara İspanya'nın Valencia şehrinde rastlanmıştır. Ayrıca Mısır firavunlarının mezarlarında bulunan balmumu bundan 3-4 bin yıl önce arılardan bal alındığını göstermektedir. Günümüzde arıcılık tüm dünyada yaygın olarak yapılan bir hayvancılık faaliyetidir. Ülkemizde ise Karadeniz ve Ege bölgesi başta olmak üzere hemen her bölgede arıcılık yapılarak çeşitli arıcılık ürünleri elde edilmektedir [9].

## 2.2 Arıcılık Ürünleri

Arıcılık ürünleri bal, arı sütü, polen, balmumu, propolis ve bal arısı zehridir. Bal arıları çiçeklerden nektar ve polen toplar. Nektar, arıların karbonhidrat kaynağıdır, ihtiyaç duydukları enerjiyi sağlayan besindir. Bal arıları, enzim invertazını ekleyerek nektarı bal haline getirir (Şekil 2.3) [11].



**Şekil 2.3:** Bal.

Polen, genç arıların ve kraliçe arının beslenmeleri için kullandıkları protein yönünden zengin bir kaynaktır (Şekil 2.4). Polenin yapısında lipitler, vitaminler ve mineraller bulunur. Propolis, arıların bitkilerden ürettiği kovan içi yalıtımı ve kovan temizliğinde kullandıkları bir üründür (Şekil 2.5) [12].



**Şekil 2.4:** Polen.



**Şekil 2.5:** Propolis.

Balmumu arıların karın halkalarının alt yüzündeki salgı bezleri tarafından salgılanan maddedir (Şekil 2.6). Temel olarak petek, tıp, ilaç, kozmetik alanında, diş hekimliği ve marangozlukta kullanılmaktadır. Bal arısı zehri, zehirli ısırıkların ve sokmaların tedavisinde kullanılan ilaçların yapımında, multiplskleroz (MS hastalığı tedavisinde) ve artrit (eklemlerin iltihaplanması) dahil olmak üzere kasların, bağ dokularının ve bağışıklık sisteminin çeşitli ciddi hastalıklarının tedavisi için kullanılmaktadır (Şekil 2.7) [13] [14] [15] [16].



**Şekil 2.6:** Balmumu.



**Şekil 2.7:** Arı zehiri.

Arı ürünleri arasında besin değeri olarak en zengini olan arı sütü, işçi arıların süt salgı bezlerinden salgılanan bir besindir [10].



### 2.3 Arı Sütü

5-15 günlük genç işçi arıların besin olarak tükettikleri bal ve polen sindirim işleminden sonra kan yoluyla süt salgı bezlerine taşınır ve burada süt sentezi yapılır. Süt sentezi sonucunda oluşan ürüne arı sütü denir (Şekil 2.8). Arı sütü çok güçlü bir gıda maddesidir. Arı larvalarının besin kaynağıdır. İşçi arılar larva dönemlerinin ilk üç gününde arı sütüyle beslenirler, kraliçe arı ise hayatı boyunca yalnızca arı sütü ile beslenir. Sadece 3 gün arı sütü ile beslenen bir işçi arının ömrü yaz aylarında 15-38 gün, kış aylarında ise 140-320 günken ömrü boyunca arı sütü ile beslenen kraliçe arının ömrü 2-5 yıldır [17].

Kendine has bir aroması, koyu bir kıvamı, ekşimsi bir tadı vardır. Arı sütü yapısında B, C, D, E vitaminlerinin yanı sıra potasyum, kalsiyum, fosfor, sodyum, magnezyum gibi mineralleride barındırmaktadır [18] [19].



**Şekil 2.8:** Arı sütü.

Arı sütünün insan sağlığına faydası oldukça fazladır. Psikolojik rahatsızlıklar, uykusuzluk, karaciğer bozukluğu, tüberküloz gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmasının yanında vücutta hücre yenilenmesi, kolesterol ve tansiyon düşürücü, damar genişletici, kan şekerinin ayarlanması gibi etkileri vardır [20] [21]. Ayrıca antibiyotik kullanımı, ışın tedavisi ve kemoterapi gibi tedaviler esnasında vücuda giren kimyasalların etkisinin azaltılmasında arı sütünden yararlanılmaktadır [22] [23] [24].

İnsan sağlığına olan faydaları göz önüne alındığında değerli bir besin maddesi olan arı sütünün üretimi ve pazarlanması oldukça önemlidir. Dünyada arı sütü üretimi konusunda ilk sırada olan ülke Çin'dir. Tahmini yıllık üretimi 1000 tondur. Üretimin büyük bir bölümü Avrupa ve Amerika'ya ihraç edilmektedir. Çin dışında Kore, Japonya, Taiwan, Yeni Zelanda ve Avrupa'nın bazı ülkelerinde de arı sütü üretimi ve ticareti yapılmaktadır [25].

Türkiye'de ise arı sütü üretimi 90'lı yıllarda başlamıştır. Türkiye'de yılda ortalama 2 ton arı sütü üretimi yapılmaktadır. Ancak bu üretilen miktar ihtiyacı karşılamamaktadır. Bunun için ihtiyaç duyulan miktarın geri kalanı Çin, Fransa ve İtalya'dan ithal edilmektedir [26].

Dünya pazarında arı sütünün saf haldeki kilogram fiyatı 1000-2000 dolar arasında değişmektedir [27]. Ülkemizde ise kilogram fiyatı 5000-10000 TL arasında değişkenlik göstermektedir [28].

Tüm bu nedenlerden dolayı arı sütü üretimi gerek insanlık gerekse ekonomik açıdan çok önemlidir.

### **2.3.1 Arı Sütü Üretimi**

Arı sütü üretimi, ana arı yetiştiriciliğinin belirli bir safhada durdurulup larvaların gelişmesi için depolanmış olan arı sütünün toplanması işlemidir [10].

İlk olarak arı sütü üretiminde kullanılacak yüksükler hazırlanır. Bu yüksükler eritilmiş balmumundan ya da plastikten üretilirler (Şekil 2.9). Daha sonra her çitanın üzerinde 15-20 adet olacak şekilde balmumu kullanılarak yapıştırılırlar. Bir çerçevede üç adet çita ve toplamda 45-60 adet yüksük bulunur [29].



**Şekil 2.9:** Bal mumu yüksüklerinin hazırlanması.

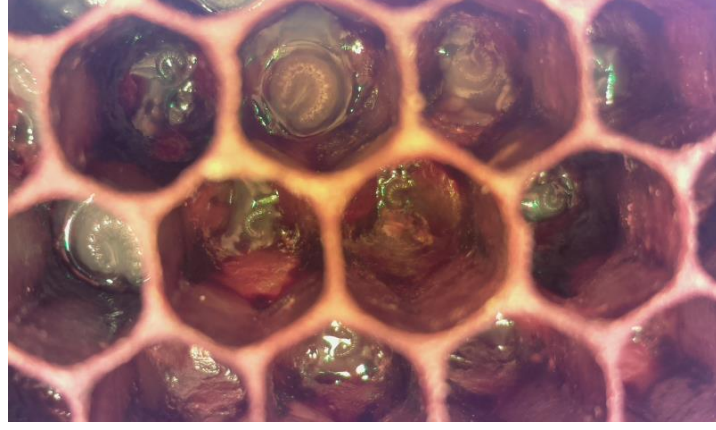
Arı sütü üretimi yapılacak kovanlar üç gruba ayrılır. Bunlar destekleme kovani, başlatıcı kovani ve besleme kovani. Destekleme kovani genç ana arı ve işçi arılar bulunur. Bu kovani başlatıcı kovani verilecek larvaların üretildiği yerdir [29].

Başlatıcı kovani ise içerisinde ana arısı çıkarılmış genç işçi arılara sahip kovani. Bu kovandaki açık gözlü yavrulu petekler diğer kovaniardaki kapalı gözlü yavrulu peteklerle yer değiştirilerek başlatıcı kovani larva transferinde kullanılacak düzeye gelmesi sağlanır (Şekil 2.10). Besleme kovani, arı sütü üretiminin yapıldığı genç arı sayısı fazla olan kovaniardır [29].



**Şekil 2.10:** Kapalı gözlü yavrulu petek.

Üretim sırasında larva alınacak destek kovanının kapağı açılır. Kovan içerisindeki petek gözleri kontrol edilerek uygun büyüklükteki larvaların bulunduğu petek alınır. Bu petek gözlerinde 24-48 saatlik larvalar bulunur (Şekil 2.11). Alınan petekte ana arı olmamasına dikkat edilir [29].



**Şekil 2.11:** Uygun larva büyüklüğü.

Çerçeveler hasat odasına götürülür ve oradaki petek sehpasına konulur. Larva transferi için özel bir kaşık kullanılır. Bu kaşık larvanın altına hassas bir şekilde sokulur. Kaşığın içerisine alınan larva dikkatli bir şekilde petek gözünden çıkartılır. Çıkarılan larvalar önceden hazırlanmış olan arı sütü yüksüklerinin her bir gözüne bir tane gelecek şekilde bırakılır [29].



**Şekil 2.12:** Larva transferi.



Larva aktarımı tamamlanan arı sütü çerçeveleri daha önceden hazırlanmış olan başlatıcı kovanda 24 saat süreyle bekletilir. Ardından başlatıcı kovandan alınarak besleyici kovana bırakılır. Kovandaki genç arılar larvaların üzerini arı sütüyle doldurur ve arı sütü yüksüklerinin üzerini balmumuyla kapatırlar. Besleyici kovanda 48 saat bekledikten sonra buradan alınarak hasat odasına götürülür. Hasat odasına getirilen çerçevelerden çıtarlar çıkarılır. Arı sütü yüksüklerinin üzerindeki balmumu bıçak yardımıyla kesilir (Şekil 2.13) [29].



**Şekil 2.13:** Yüksük üzerindeki balmumunun kesilmesi.

Yüksüklerin içerisindeki larva ince bir çubuk yardımıyla parçalanmadan özenli bir şekilde alınır. Yüksük içerisinde ki arı sütü tahta bir kaşık yardımıyla alınarak cam bir kavanozda toplanır (Şekil 2.14). Hasat sırasında çıkarılan larvalar bir süzgeç üzerinde toplanır ve üzerine bir miktar bal dökülür. Hafifçe karıştırılıp süzülmesi beklenir. Elde edilen bu karışım larva transferinden önce hazırlanan yüksüklerin içerisine az miktarda sürülür [29].



**Şekil 2.14:** Arı sütünün toplanması.

Üretim teknikleri göz önüne alındığında arı sütü hasadı oldukça zor ve meşakkatli bir iştir. Arı sütü üretiminde en zor ve en çok zaman alan işlem larva transferidir. İnsana bağlı olarak yapılan bu işlemde bir larva transferi ortalama 15-20 saniye sürmektedir [30]. Silivri arıcılar birliğine kayıtlı Halil Güneş ile yapılan görüşmelerde günde 1500 adet civarında arı larvası transferi yapıldığı beyan edilmiştir. Hasat mevsiminin kısıtlı olması ve mevcut yöntemlerle larva transferinin meşakkatli ve zaman alıcı olması nedeniyle arı sütü üretimi sınırlı miktarlarda yapılabilmektedir. Daha fazla arı sütü üretimi için arı sütü üretiminde en fazla vakit alan işlem olan larva transferinin insan gücünden yararlanmadan makineler ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

### **2.3.2 Larva Transferi**

Literatürde larva transferi için geliştirilmiş tek bir cihaza rastlanmıştır [7]. Ancak bu cihazın kullanılabilmesi için özel üretilmiş yapay peteklerin kullanılması ve kraliçe arının bu peteklere hapsedilerek bütün gözlerle belirli bir zaman aralığında yumurtlatılması gerekmektedir. Çünkü bu cihaz petek gözlerinde ne bulunduğu ve larvaların kaç günlük olduğuna bakmadan transfer işlemini gerçekleştirmektedir. Sonuç olarak bir taraftan iş yükünü azaltırken bir taraftan ek maliyet ve yeni iş yükü getirmektedir.

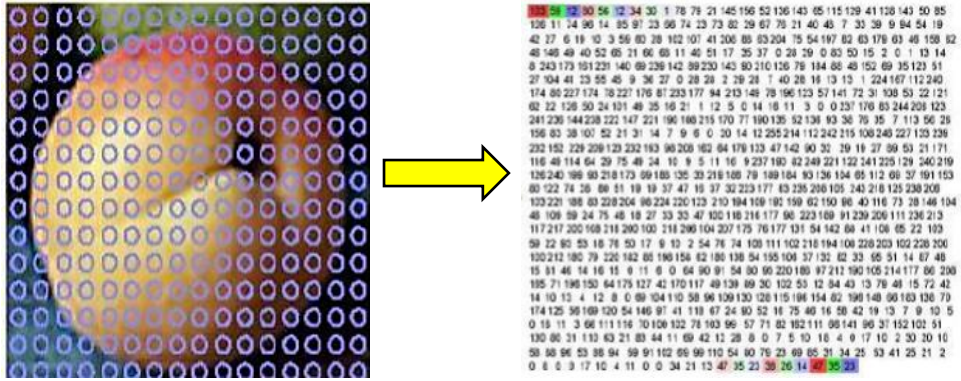
Larva transferini ek bir malzemeye ihtiyaç duymadan ve yeni bir iş yükü ortaya çıkarmadan gerçekleştirebilmek için kovanlardaki normal petekler ile kraliçe arıya müdahale edilmeden çalışılması gerekmektedir. Ancak kraliçe arının kendi haline bırakıldığı kovanlarda bulunan normal peteklerde aynı anda bal, polen, yumurta, larva ve pupa bulunabilmekte ya da petek gözü tamamen boş olabilmektedir. Ayrıca larvaların büyüklükleri yumurtadan çıkış sürelerine göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple larvaların sadece ideal boyutta olanlarını transfer edebilmek için öncelikle bu larvaların tespit edilmeleri gerekmektedir.

### **2.3.3 Larva Tespiti**

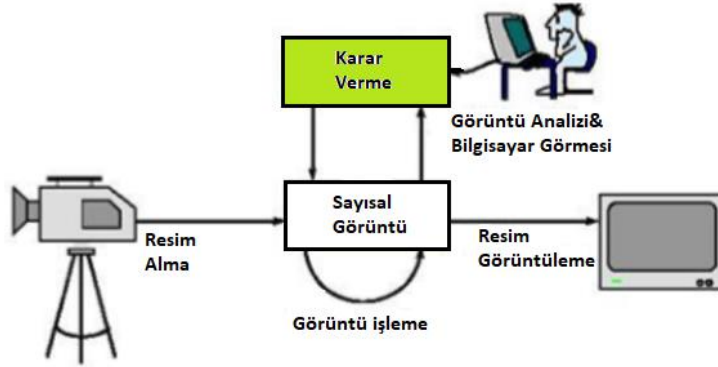
Literatürde petek gözlerinin büyüklüğü tespiti ve petek gözlerinde bulunan sadece büyük larvaların tespit edilmesi ile ilgili çalışmalar vardır [31] [32]. Ancak arı sütü üretimi için ideal boyuttaki larvaların tespiti ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışmada görüntü işleme ve yapay zekâ teknikleri kullanılarak larva tespiti yapılmıştır.

## 2.4 Görüntü İşleme

Görüntü, üç boyutlu olarak gördüğümüz nesnelerin iki boyut üzerine indirgenmiş halidir. Görüntünün işlenebilmesi için bilgisayar ortamına uygun hale gelmesi gerekir. Bu işleme sayısallaştırma denir (Şekil 2.15). Gerçek yaşamdan alınmış görüntülerin sayısal hale getirilip bilgisayar ortamında işlendikten sonra ortaya yeni bir görüntü çıkarılmasına görüntü işleme denir (Şekil 2.16) [33].



Şekil 2.15: Gerçek resmin sayısal hale getirilmesi.



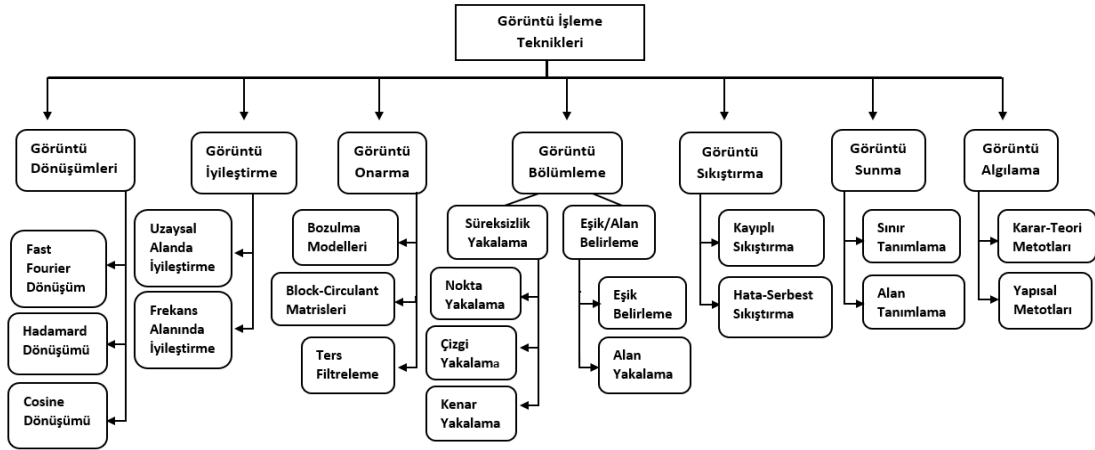
Şekil 2.16: Görüntü işleme aşamaları.

Görüntü işlemenin tarihi bilgisayarların gelişimiyle bağlantılıdır. Görüntü işleme alanında kullanılabilecek bilgisayarlar 1960'lı yıllarda ortaya çıktı. 1964 yılında uzay çalışmaları kapsamında Ay'da çekilen fotoğrafların iyileştirilmesi için bilgisayar tekniklerinden yararlanıldı. Uzay uygulamalarına paralel olarak 70'li yılların başında tıp ve astronomi alanında görüntü işleme çalışmaları yapıldı [34].

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte kullanımı giderek artmakta olan görüntü işleme; tıp, uzay, astronomi, güvenlik, savunma sanayi, tarım ve hayvancılık gibi alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır [33].

## 2.5 Görüntü İşleme Teknikleri

Görüntü işleme tekniklerine ait tablo Şekil 2.17’de sunulmuştur.



Şekil 2.17: Görüntü işleme teknikleri.

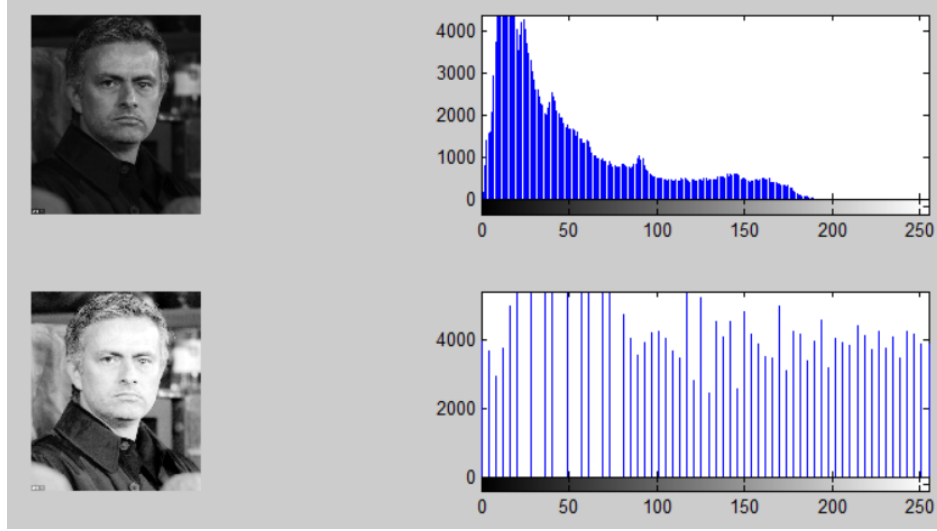
Görüntü dönüşümleri, bir sinyalin başka parametrelerle ifade edilmesidir. Fourier dönüşümü uzay domaininde ifade edilmesi zor olan işlerin frekans domaininde ifade etmek için kullanılır. Görüntü dönüşümleri sayesinde alçak ve yüksek geçiren filtreleme işlemleri kolaylıkla yapılır (Şekil 2.18) [35].



Şekil 2.18: Alçak geçiren filtre uygulaması.

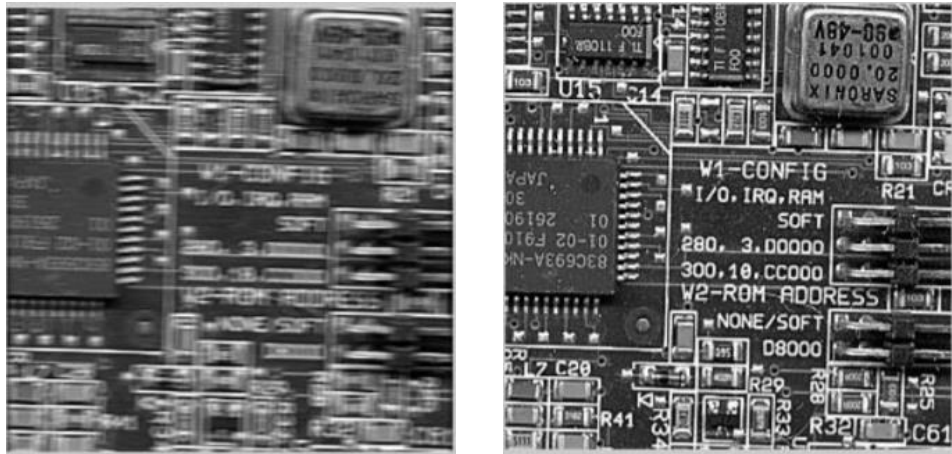


Görüntü iyileştirme, görüntünün kalitesini artırma işlemidir. Görüntü üzerinde karşıtlık, parlaklığın değiştirilmesi, kenar zenginleştirme, histogram eşitleme gibi iyileştirme teknikleri kullanılır (Şekil 2.19) [36].



Şekil 2.19: Histogram eşitleme.

Görüntü onarma bozulmuş görüntünün orijinal haline geri getirilmesidir (Şekil 2.20). Uydular ve kablosuz iletişim araçları ile görüntü alma veya görüntü gönderme işlemi sırasında görüntüye gürültü eklenir. Görüntü onarma sayesinde görüntü içerisindeki gürültü tespit edilip yok edilir [37].



Şekil 2.20: Bulanık görüntüyü onarma.

Görüntü bölümlenme; burada temel amaç görüntü içerisindeki farklı nesnelere ayırt edebilmek için istenilen detayları belirgin hale getirip gereksiz olan yerleri ortadan kaldırmaktır. Görüntü bölümlenme yapılarak görüntü içerisindeki nesneye ait noktalar, çizgiler, kenarlar ve bölgeler belirlenerek nesne tespiti yapılır (Şekil 2.21) [38].

Görüntü içerisindeki nesnelere belirlenmesinde kenar bulma algoritmaları kullanılmaktadır. Bu algoritmaların en çok kullanılanları Gradyent kenar bulma, Log (Laplacian of Gaussian) kenar bulma ve Canny kenar bulma algoritmalarıdır. Gradyent kenar bulmanın içerisinde Prewitt, Sobel, Roberts algoritmaları bulunmaktadır [39].



Şekil 2.21: Kenar belirleme.

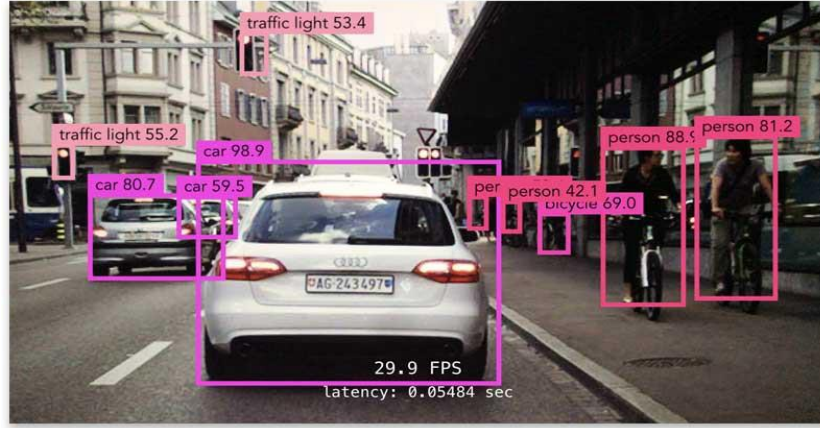
Görüntü sıkıştırma; görüntü kalitesini düşürmeden dosya boyutunu en aza indirmek için kullanılmaktadır. Bu sayede görüntüler bilgisayar ortamında rahatlıkla kaydedilip depolanabilmektedir (Şekil 2.22) [36].



Şekil 2.22: Görüntü sıkıştırma.

Görüntü algılama; karar teori ve yapısal olmak üzere iki metodu vardır. Havadan alınan görüntüler bu metotlar doğrultusunda incelenip analiz edilir [33].

Görüntü sunma; sınır tanımlama ve alan tanımlama olmak üzere iki metodu vardır. Görüntü içerisinde tespit edilecek nesnelere bulmada kullanılır (Şekil 2.23) [33].



Şekil 2.23: Nesne bulma.

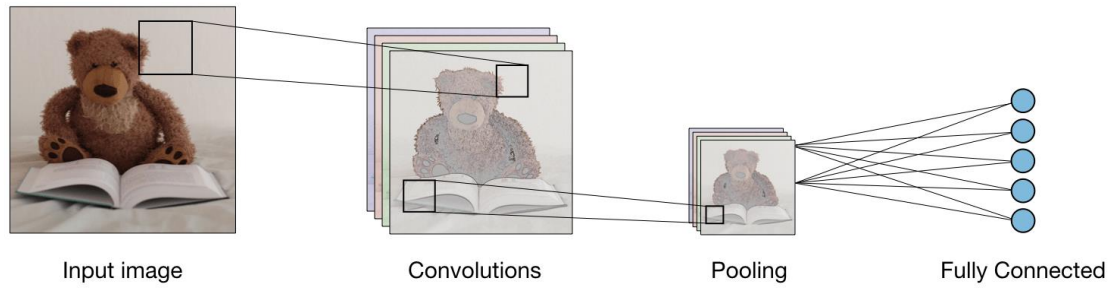
Salt görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntü içerisinde bulunan olgu, nesne, kişi vb. unsurların belirlenmesi mümkündür. Ancak bu belirlenen unsurların ayırt edici farklı özelliklerinin görüntü işleme teknikleri ile tespit edilmesi mümkün olmayabilir. Örneğin bir fotoğrafta bulunan bütün kişilerin yüzleri görüntü işleme teknikleri ile belirlenebilir. Fakat yüzlerin kime ait olduğu tespit edilemez. Bu tespit yapılabilmesi için literatürde çeşitli yapay zekâ tekniklerinden faydalanılmaktadır.

Günümüzde nesne bulma ve sınıflandırma çalışmalarında yapay zekâ tekniklerinden biri olan Evrişimsel Sinir Ağları (CNN- Convolutional Neural Network) modeli yaygın olarak kullanılmaktadır [40]. Bu çalışmada petek üzerinde bulunan larvaların tespit edilmesi için nesne bulma çalışmalarında sıklıkla kullanılan derin öğrenme yöntemlerinden biri olan Faster R-CNN kullanılmıştır.

## 2.6 Faster R-CNN

Faster R-CNN, CNN temel alınarak geliştirilmiştir. CNN grid benzeri verilerin işlenmesi için geliştirilmiş özel bir sinir ağı türüdür. Pratik uygulamalarda son derece başarılıdır. Günümüzde ise yaygın olarak görsel görüntüleri analiz etmek için kullanılmaktadır [41].

CNN'ler genel olarak evrişim, örnekleme ve tam bağlantı katmanlarından oluşacak şekilde tasarlanır ve Şekil 2.24'te görüldüğüne benzer şekilde sırası ile bu katmanlarda işlemler yapılarak çalışır [42]. Evrişim katmanında, görüntüdeki düşük ve yüksek seviyeli özellikleri çıkarmak için resme bazı filtreler uygulanır. Pooling katmanında ise veriler max, avg gibi yöntemlerle ortalanarak boyutları azaltılır ve ağda yapılması gereken işlem sayısı düşürülür. Tam bağlantı katmanında ise pooling katmanından çıkan her verinin tüm nöronlara girdi olarak verildiği ve prensipte geleneksel çok katmanlı algılayıcı sinir ağı (MLP) ile aynı olan bir sinir ağı vardır. Bu sinir ağı görüntüleri sınıflandırma işlemini gerçekleştirir [43].



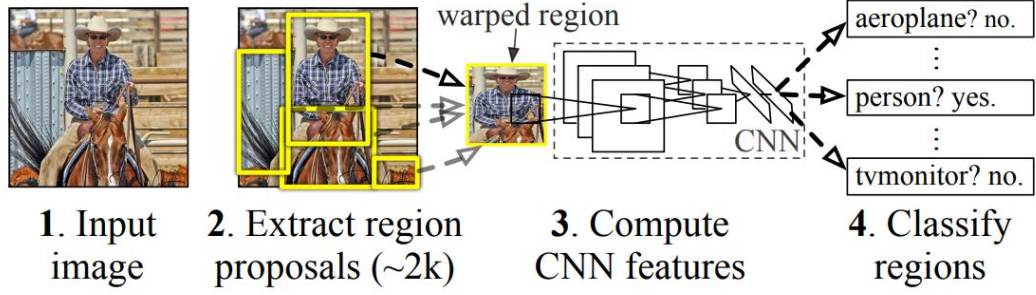
**Şekil 2.24:** CNN yapısı.

CNN ile nesnelere tespit edebilmek için öncelikle resmin hangi bölgesine bakılacağı bilinmesi gerekmektedir. Bunun için CNN'de resim, araştırmacının belirleyeceği değere göre birçok eşit boyutta parçaya bölünür. Daha sonra bu parçaların her birinde CNN çalıştırılarak o bölgede hangi nesnenin bulunduğu tespit edilir [43]. Ancak bu yöntemde resim parçalara ayrılırken görüntü dikkate alınmaz. Bunun sonucu olarak da resimdeki farklı boyutlara sahip bütün nesnelere tespit edebilmek için resmin çok ufak bölgelere ayrılması gerekir. Bu da işlem süresini hem çok uzatmakta hem de nesne olma ihtimali bulunmayan noktalarda da nesne araması yaparak gereksiz işlem yapılmasına neden olmaktadır.

Girshick ve diğ. [44] bu sorunları çözebilen ve CNN ile daha yüksek performanslı nesne tespitini mümkün kılan R-CNN modelini geliştirmişlerdir. R-CNN resimde nesnelere bulunup bulunmadığını ve bulunanların hangi konumda olduğunu bulmak için resmi ilk olarak 2000 bölgeye ayırmaktadır. Bu ayırma işlemini kayan pencere yöntemi ile Selective Search algoritmasını kullanarak gerçekleştirmektedir. Buradaki amaç Selective Search algoritması ile nesne bulunma ihtimali yüksek olan bölgeleri hızlı bir şekilde tespit ederek işlem sayısını azaltmak ve işlem süresini kısaltmaktır [45]. Daha sonra tespit edilen 2000 bölgenin CNN kullanılarak özellikleri çıkarılmaktadır.



Son olarak bu çıkarılan özellikler bir SVM ile sınıflandırılmakta ve nesne tespit işlemi gerçekleştirilmektedir. Örnek bir R-CNN yapısı Şekil 2.25'te sunulmuştur.



Şekil 2.25: R-CNN yapısı.

R-CNN, nesne tespitinde performans artışı sağlamış olsa da bu ağın eğitilmesi uzun zaman almaktadır. Ayrıca Selective Search algoritması öğrenme içermeyen sabit bir algoritmadır. Bunun sonucu olarak farklı resimlerde yanlış bölge tespitleri yapabilmektedir. Bu da yine zaman kaybına neden olmaktadır. Bunun üzerine R-CNN geliştiricilerinden birisi olan Girshick, Fast R-CNN modelini geliştirmiştir [46].

Fast R-CNN, R-CNN'den farklı olarak öncelikle resmi bölgelere ayırmak yerine resmi CNN ağında işleyerek özellik haritasını çıkarmaktadır. Daha sonra bu özellik haritasını Selective Search algoritması ile bölgelere ayırmaktadır. Ayrıca Fast R-CNN'de sınıflandırma için SVM yerine SoftMax sınıflandırıcı kullanılmıştır. Sonuç olarak R-CNN ile 49 saniye süren bir nesne tespit işlemi Fast R-CNN ile 2.3 saniyeye düşmüştür [47].

Nesne tespit için kullanılan algoritmaların her ikisi de (R-CNN ve Fast R-CNN) bölgeleri tespit etmek için Selective Search kullanmaktadır. Selective Search ağın performansını etkileyen yavaş ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle, Shaoqing Ren ve diğ. [48] Selective Search algoritmasını ortadan kaldıran ve ağın bölge önerilerini öğrenmesini sağlayan bir nesne algılama algoritması ile nesne tespiti işlemini çok daha hızlandıran Faster R-CNN'yi geliştirmişlerdir. Fast R-CNN ile 2,3 saniye süren bir nesne tespit işlemi Faster R-CNN ile 0,2 saniye sürmektedir. Bu çalışma için 0,2 saniye oldukça yeterlidir. Bu yüzden çalışmada Faster R-CNN kullanılmıştır. Faster R-CNN kullanılarak nesne tespiti yapılabilmesi için öncelikle tanınması istenen nesnelere için eğitilmiş bir modele ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok farklı alanda nesneyi (hayvanlar, otomobiller, ev eşyaları vb) tanımak için halihazırda eğitilmiş modeller literatürde yer almaktadır [49].

Ancak arı larvaları tespiti için eğitilmiş herhangi bir model bulunmamaktadır. Çalışmanın ilerleyen kısmında bu modelin nasıl oluşturulduğu anlatılmaktadır.

## 2.7 Tarım ve Hayvancılıkta Görüntü İşleme

Bu bölümde görüntü işleme tekniklerinin tarım ve hayvancılık alanlarında kullanımına dair yapılan çalışmaların özeti yer almaktadır.

Sofu ve diğ. [50] yapmış oldukları çalışmada elmaların sınıflandırılması ve leke tespitinin yapılması amaçlanmıştır. Görüntüleri elde etmek için matlab ile uyumlu olarak çalışan bir kamera seçilmiştir. Çalışmanın yazılımı matlab programı kullanılarak geliştirilmiştir. Elmalara ait görüntüler çeşitli filtrelerden geçirilerek boyutları tespit edilmiş sonrasında leke tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın başarı oranı %70 olarak tespit edilmiştir.

Kahya ve Arın [51] tarafından yapılan çalışmada meyvelerin dal üzerindeki yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kivi meyvesine ait görüntüler kamerayla alınmış bilgisayar ortamında işleme tabii tutulmuştur. Görüntü işlemede C# programında geliştirilen yazılım kullanılmıştır. Bu çalışma neticesinde meyvenin dal üzerindeki koordinat değerleri bulunmuştur.

Balcı ve diğ. [52] tarafından yapılan bu çalışmada Napolyon tipi kirazların sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu sınıflandırma sırasında kamera yardımıyla kirazların fotoğrafları çekilmiş görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Resim dosyası RGB-uint8 formatından Gray-uint8 formatına dönüştürülmüştür. Son olarak görüntü işlemede kullanılacak format olan binary formata dönüştürülmüştür. Matlab programıyla görüntü işleme teknikleri uygulanan görüntülerde her bir kirazın kaç kalibre olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Sabancı ve diğ. [53] tarafından yapılan bu çalışmada patateslerin boyut olarak görüntü işleme ve yapay sinir ağı yardımıyla sınıflandırılması amaçlanmıştır. Şekil yüzeyi ve dış yüzeyi bozuk patatesler sınıflandırma işlemi dışında tutulmuştur. Çalışmada kullanılan görüntü işleme algoritmaları için matlab yazılımından faydalanılmıştır. Ayrıca elde edilen görüntüler üzerinde histogram eşitleme ve otsu metodu gibi tekniklerden yararlanılmıştır. Sonuçta patatesler büyük, orta, küçük boy olacak şekilde sınıflandırılmıştır.

Solak ve Altınışık [54] tarafından yapılan çalışmada nesnelerin gerçek zamanlı olarak tespiti ve sınıflandırılması amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmada fındık meyvesinden faydalanılmıştır. Ortamdan alınan resimler üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılarak fındıkların tespiti yapılmıştır. Ortalama tabanlı sınıflandırma ve K-means kümeleme yöntemleri kullanılarak fındıklar küçük, orta, büyük olmak üzere sınıflandırılmıştır. Görüntü işleme teknikleri ile ortamdaki fındık meyvesi %100 başarıyla tespit edilmiştir.

Bul ve diğ. [55] tarafından yapılan çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak tarımsal ürün olarak seçilen fasulyelerin iyi kalite ve kötü kalite olarak sınıflandırılmaları amaçlanmıştır. Çalışmada 50 tanesi iyi kalite 50 tanesi kötü kalite 100 fasulye kullanılmıştır. Bu fasulyelerden dijital kamerayla alınan görüntüler MATLAB Image Processing Toolbox da oluşturulan bir yazılım ile analiz edilmiştir. Daha sonrasında ise parametre karşılaştırma yöntemi ve yapay sinir ağları algoritmaları kullanılarak ayrıştırma işlemi gerekleştirilmifitir. Bu iki algoritmaya ait başarı yüzdeleri karşılaştırılmıştır.

Pujari ve diğ [56] tarafından yapılan bu çalışmada bitkilerde meydana gelen mantar hastalığının erken teşhisi ve sınıflandırılması amaçlanmıştır. Tarım rnleri sebzeler, meyveler, tahıllar ve ticari ürünler (pamuk, şeker kamışı ve kırmızı biber) olmak üzere dört grupta incelenmiştir. Bu ürünlerden dijital kamerayla alınan görüntüler filtreleme, kenar belirleme, canny detektörü, eşik belirleme, k-mean kümeleme gibi teknikler kullanılarak ilgili bitkilerdeki mantar hastalığının sınıflandırılması yapılmıştır.

Momin ve diğ [57] tarafından yapılan çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak mango meyvesinin boyut (büyük, orta, küçük) olarak sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada farklı boyutlarda 120 adet mango meyvesi kullanılmıştır. Mangoların görüntüleri XGA formatlı renkli kamerayla alınmıştır. Görüntülerin işlenmesinde global eşikleme, filtreleme ve morfolojik analiz gibi tekniklere dayalı bir algoritma geliştirilmifitir. Görüntü işlemede Visual C++ ve OpenCV programlarından yararlanılmıştır. alışman sonucunda kullanılan yöntemin mangoların sınıflandırılmasında uygun olduğu anlaşılmıştır.

Aktan [58] tarafından yapılan çalışmada tavuk yumurtalarında görüntü işleme yöntemleri ile kalite kıstaslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 12 aylık bir tavuk sürüsünden alınan 150 adet yumurta kullanılmıştır. Kamera vasıtasıyla çekilen yumurta resimleri bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Görüntülerin işlenmesi için Image Pro Plus yazılımı kullanılmıştır. Yumurtaların iç ve dış kalitesine ait kıstasların belirlenmesinde görüntü işlemenin daha faydalı olduğu tespit edilmiştir.

Aktan [59] tarafından yapılan çalışmada etlik piliçlerde bazı karkas özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma için 126 adet etlik piliç karkası kullanılmıştır. Bu karkaslardaki karkas alanı, göğüs genişliği, göğüs uzunluğu, göğüs alanı, göğüs ve abdominal deri rengi gibi özelliklerin görüntü işleme yardımıyla tespiti yapılmıştır. Görüntü işleme için Image-Pro-Express yazılımı kullanılmıştır. Sonuç olarak etlik piliçlerin karkas özellikleri doğru ve hızlı bir şekilde tespit edilmiştir.

Schofield ve Marchant [60] tarafından yapılan çalışmada görüntü işleme yardımıyla canlı hayvanların ağırlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Fotoğraf makinesi ile 15 adet domuzun 6 hafta boyunca haftada bir kez fotoğrafları çekilmiş ve sonrasında domuzlar tartılmıştır. Çekilen görüntüler sınır bulma algoritması kullanarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda ağırlık tahmininde uygulanan algoritma kısmen başarılı olsa da hayvana ait görüntülerin daha iyi bir postürde ve daha doğru bir açıyla alınması durumunda başarının artacağı tespit edilmiştir.

Li Na Zhang ve diğ. [61] tarafından yapılan bu çalışmada görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak koyunların vücut ağırlıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sırasında dijital bir kamera yardımıyla 10 adet koyunun üstten, soldan, sağdan görünüşlerinin görüntüleri alınmıştır. Görüntüler içerisinde 160 tane iyi kalitede görüntü seçilmiştir. Test sırasında koyunların uygun pozisyonda durmalarını sağlamak ve kameraları doğru açıda sabitlemek için otomatik bir ölçüm sistemi tasarlanmıştır. Görüntü işlemede kenar belirlemek için yalın doğrusal yinelemeli kümeleme (SLIC) ve bulanık kümeleme (FCM) algoritmaları kullanılmıştır. Sonuçlar görüntü işlemeye dayalı yöntemin uygun olduğunu göstermektedir.



Khojastehkey ve diğ. [62] tarafından yapılan çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak yeni doğan kuzuların vücut büyüklüğü tahmini ve genetik kazanca olan etkisi araştırılmıştır. Kuzuların görüntüleri dijital kamerayla alındıktan sonra MATLAB 7.8.0 programındaki Image Processing Tools kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda görüntü işlemeye dayalı yöntemin vücut büyüklüğünü tahmin etme ve damızlık sürülerdeki genetik kazancı artırma açısından geleneksel metotlara göre daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

Cömert ve diğ. [40] tarafından yapılan bu çalışmada yapay zekâ tekniklerinden birisi olan evrimsel sinir ağları kullanılarak elmalarda çürük tespiti yapılmıştır. 100 adet sağlam ve 100 adet çürük elmaya ait toplamda 1200 görüntü alınmıştır. Görüntüler yakın kızılötesi görüntüleme (NIR) özelliğine sahip kamera yardımıyla alınmıştır. Görüntülere ön işleme kısmında histogram eşitleme, kenar bulma ve morfolojik işlemler uygulanarak görüntüler iyileştirilmiştir. Çürük tespitinde ise evrimsel sinir ağlarına bağlı bir yöntem olan Faster Rcnm modeli tercih edilmiştir. Çalışma esnasında yazılım programı olarak matlab kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda çürük bölgelerin tespiti yapılmış ve sınıflandırma işlemi %84,95 oranında başarıya ulaşmıştır.

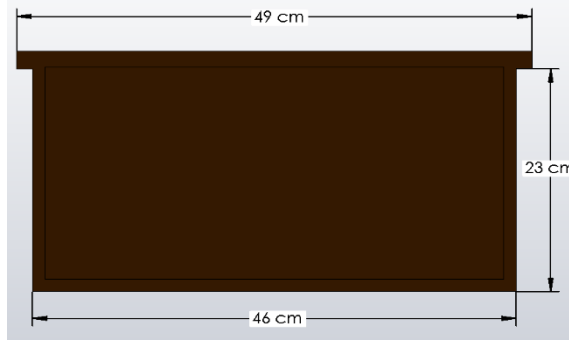
Dandil ve diğ. [63] yaptığı bu çalışmada yapay zekanın bir kolu olan derin öğrenme mimarilerinden Faster RCNN algoritması kullanılarak sığır yüzlerinin sınıflandırılması ve tanınması amaçlanmıştır. İlk olarak bir besi çiftliğindeki 5 farklı sığıra ait 1579 görüntü alınıp bir veri seti oluşturulmuştur. Veri seti içerisindeki görüntüler sınıflarına göre etiketlenmiştir. Görüntüler etiklendikten sonra tanıma işlemi için Google tarafından geliştirilen açık kaynak kodlu bir derin öğrenme kütüphanesi olan Tensorflow içerisindeki Faster R-CNN algoritması kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda sığır yüzlerinin sınıflandırılması ve tanınmasında %98,44 lük bir başarı oranı sağlanmıştır.

### 3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde larva tespitinde kullanılan deney düzeneği için tasarlanan mekanizma ve elektronik kontrol sistemi hakkında bilgi verilecektir.

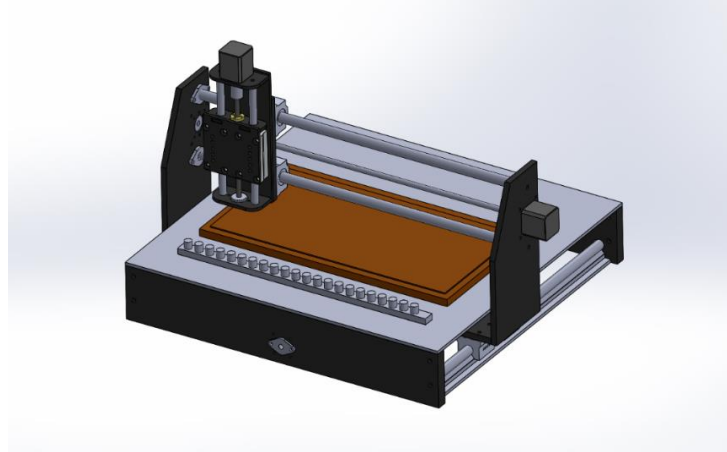
#### 3.1 Tasarlanan Mekanizma

Bu deney düzeneğinin mekanik olarak tasarımı 3B modelleme yazılımı olan Solid Works programında yapılmıştır. Tasarım esnasında, imal edilecek parçaların ölçülendirilmesi Şekil 3.1’de verilen petek ölçüleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.



Şekil 3.1: Kullanılan petek ölçüleri.

Yapılan tasarım 58x55x25 cm ölçülerinde olup 3B modeli Şekil 3.2’de verildiği gibidir.



Şekil 3.2: Deney düzeneğinin 3B modeli.

Düzenegin tabla kısmı için ahşap malzeme kullanılmıştır. Diğer kısımları (x eksenini sağ ve sol dikme parçaları, z eksenini alt, üst, yan taban parçaları) hafif olması, korozyona karşı dayanımı ve kolay işlenebilme özellikleri göz önünde bulundurularak 6000 serisi alüminyum malzeme kullanılarak tasarlanmıştır. Deney düzenegi petek gözlerindeki arı larvasının tespitini yapabilmek için x, y ve z eksenlerinde hareket edebilmektedir. Larva tespitinde kullanılacak olan kameranın konumlandırılması için hareketli mekanizma üzerinde bir bağlantı aparatı takılmıştır. Kutu şeklindeki bu aparat Raspberry Pi, kamera, kameranın odak açısı ve led takımının boyutlarına uygun bir şekilde 3D tasarım programı ile çizilerek 3D yazıcıdan çıktı alınarak üretilmiştir.

Tasarlanan mekanizmanın x ve y eksenlerinde hareketini sağlamak için 16mm çapında toplamda dört adet, z eksenindeki hareketi içinse 12 mm çapında iki adet indüksiyonlu mil kullanılmıştır. Piyasada taşlanmış mil ya da krom kaplı mil olarak da bilinen bu millerin darbe dayanımı oldukça yüksektir. Ayrıca üzerine takılan rulmanın temiz bir yüzeyde çalışmasını sağlar. Mekanizmanın bu miller üzerinde y eksenini doğrultusunda hareket edebilmesi için SBR16UU model lineer rulmanlar kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu rulmanlar doğrusal bir düzlemde ileri-geri hareket etmek için kullanılırlar. Düşey yüklere karşı yüksek dayanımları vardır [64].



**Şekil 3.3:** SBR16 UU lineer rulman.

Mekanizmanın x ve z eksenleri boyunca doğrusal olarak hareketini sağlamak için toplamda dört adet SCE16LUU model lineer rulman kullanılmıştır (Şekil 3.4). Yapısında bulunan çift rulman özelliğiyle kararlı yataklama olanağı sağlayan bu rulmanlar yüksek mukavemet gerektiren işlerde tercih edilmektedir [65].



**Şekil 3.4:** SC16 LUU lineer rulman.

Tasarlanan sistem step motorlar yardımıyla hareket ettirilmektedir. Motor milindeki hareketin sisteme aktarılması için kayış kasnak hareket mekanizması ve trapez mil kullanılmıştır. X ve Y eksenlerinde doğrusal hareket için hatvesi 3mm olan kayışlar kullanılmıştır. Z ekseninde ise doğrusal hareket için T8 vidalı mil kullanılmıştır (Şekil 3.5). Seçilen vidalı mil bir turda 2mm ilerlemektedir. Vidalı miller dikey uygulamalarda iyi sonuçlar vermektedirler. Ayrıca hız, doğruluk ve hassasiyet gerektiren basit uygulamalarda kullanılmaktadır [66].



**Şekil 3.5:** Vidalı mil.

Deney düzeneğinde kullanılan mekanik parçalar tasarıma uygun olacak şekilde bir araya getirilmiştir. Tüm parçalar montajlandıktan sonra oluşturulan deney düzeneği Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6: Deney düzeneği.

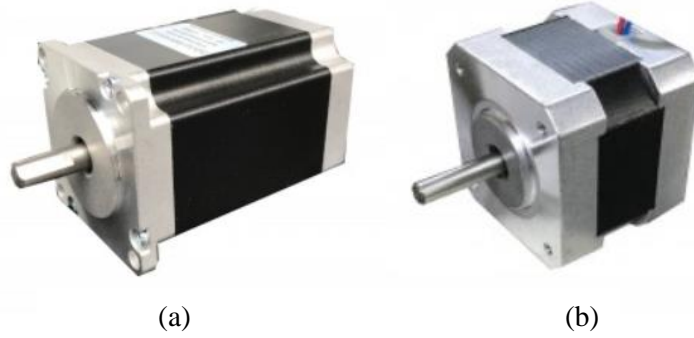
### 3.2 Elektronik Kontrol Sistemi

Deney düzeneğinin x, y, z koordinatlarında doğrusal olarak hareket edebilmesi için step motorlar (adım motor) kullanılmıştır. Motorların seçiminde step motorların düşük hızlarda konum kontrolündeki hassasiyeti göz önünde bulundurulmuştur. Motorların dönüş açısı ve adım sayıları ihtiyaç duyulan konum hassasiyetine göre belirlenmiştir. Motorun adım açısı denklem (3.1) ve gerekli olan adım sayıları için denklem (3.2) eşitliklerinden yararlanılmıştır. Ayrıca deney düzeneği üzerindeki yükler ve meydana gelebilecek sürtünmeler hesap edilerek tork değerlerine uygun motorlar belirlenmiştir.

$$\theta_s = \frac{360}{N_s * N_r} \quad (3.1)$$

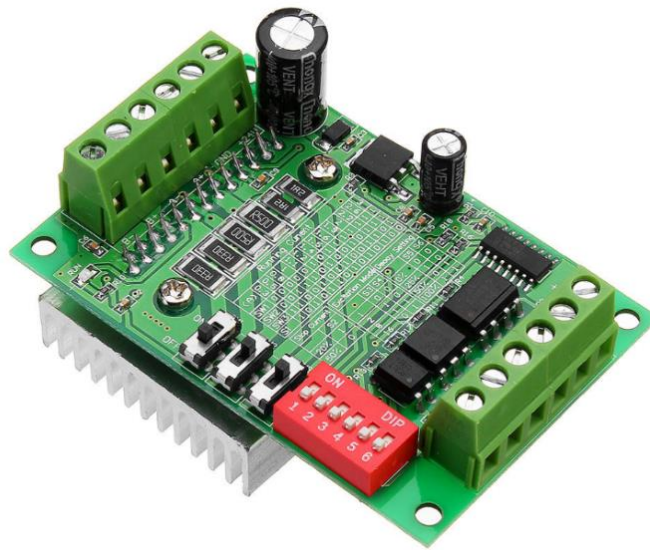
$$S = \frac{360}{\theta_s} \quad (3.2)$$

X ve Y eksenlerindeki doğrusal hareket için NEMA 23 serisi, 3 amper akımı ve 2.2 Nm tork değerine sahip step motorlar kullanılmıştır [67]. Z eksenindeki doğrusal hareket içinse NEMA 17 serisi, 0.4 amper motor akımı ve 0.22 Nm tork değerine sahip step motor kullanılmıştır [68]. Seçilen motorların adım sayıları 200 dür. Motorlar Şekil 3.7’de sunulmuştur.



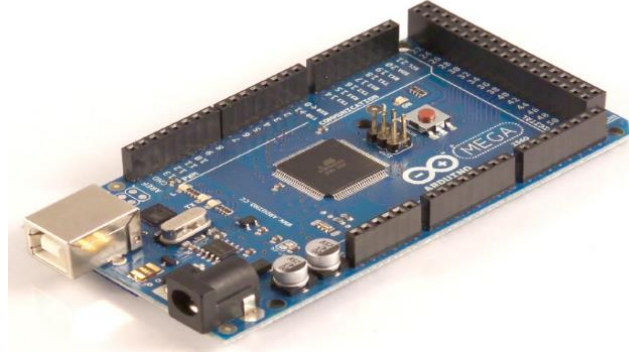
Şekil 3.7: Kullanılan step motorlar a) Nema 23, b) Nema 17.

Step motorları sürülebilmek için Şekil 3.8’de sunulan TB6560 serisi motor sürücü kartı kullanılmıştır. Her bir motor için bir adet motor sürücü kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerindeki klemensler ve switchler kullanılarak motor akımını sınırlama, motorun adımı, dönüş yönü gibi ayarlar yapılabilmektedir. Motor sürücü kartlarını beslemek için 12V / 5A DC güç kaynağı kullanılmıştır. Motorun adımlaması için pozitif darbe sinyali olan CLK+ çıkışı kullanılmıştır. Motorun dönüş yönü içinse CK+ çıkışı kullanılmıştır.

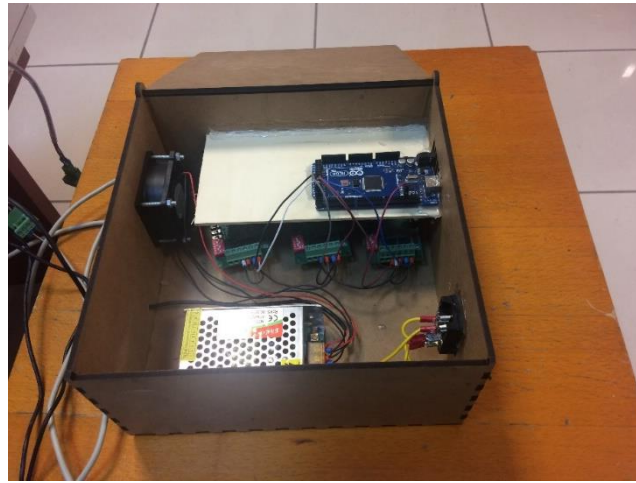


Şekil 3.8: Tb6560 motor sürücü kartı.

Motorların hızları ve dönüş yönlerinin bir yazılım aracılığıyla kontrol edilmesi için programlanabilir bir kart olan Arduino Mega 2560 kullanılmıştır (Şekil 3.9). +5V çalışma gerilimine sahip Arduino Mega 2560 da 54 adet sayısal giriş/çıkış pini vardır. Bunların 15 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 16 analog giriş ve 4 adet UART seri haberleşme portuna sahiptir. Bir usb kablosu ile bilgisayar veya güç kaynağından beslenir [69]. Deney düzeneğinin elektronik kontrol bölümü Şekil 3.10’da sunulmuştur.



**Şekil 3.9:** Arduino Mega 2560 kontrol kartı.



**Şekil 3.10:** Deney düzeneği elektronik kontrol bölümü.

Arduino Mega 2560 kartı ile motorları doğru bir şekilde sürdürebilmek için G kodları işleyebilen açık kaynak kodlu GRBL yazılımı kullanılmıştır. Bilgisayar destekli üretimde kullanılan G kodu, kesim yapacak parçaya ne yönde hareket edeceğini gösteren bir tür programlama dilidir. Günümüzde CNC (Computer Numerical Control) tezgâhları başta olmak üzere imalat sektöründe çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. G kodlarının kullanılmasıyla verimlilik artmış maliyetler azalmıştır [70].



Çalışma sırasında petek gözlerindeki arı larvalarına ait görüntüleri elde etmek için Raspberry-Pi'ye CSI arayüzü ile bağlanan, 5 megapiksel çözünürlüklü ve odak ayarlama özelliklerine sahip Waveshare marka bir kamera kullanılmıştır (Şekil 3.11) [71].



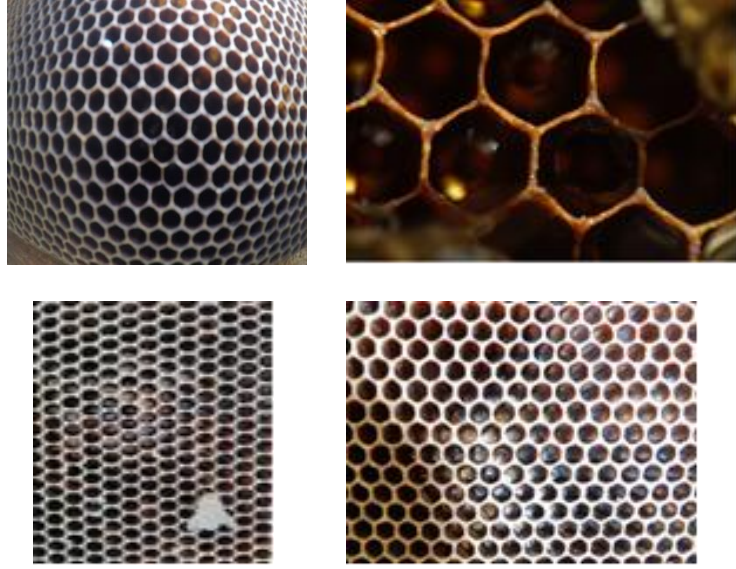
**Şekil 3.11:** Waveshare marka kamera.

### 3.3 Görüntü İşleme ile Larva Tespiti

Larvaların tespit işleminin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle larvaların net bir şekilde fotoğraflarının çekilmesi gerekmektedir. Bunun için deneme amaçlı olarak farklı çözünürlükte ve uzaklıklardan çeşitli kameralar ile peteğin fotoğrafları çekilmiştir.

Şekil 3.12'de sunulan fotoğraflarda da görüldüğü üzere fotoğraflarda larvaların bulanık görüldüğü ya da hiç görünmediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak deneme çekimlerinin ardından larvaların ancak iyi bir ışıklandırma ve yakın çekim özelliği bulunan bir kamera ile net bir şekilde fotoğraflanabileceği belirlenmiştir.

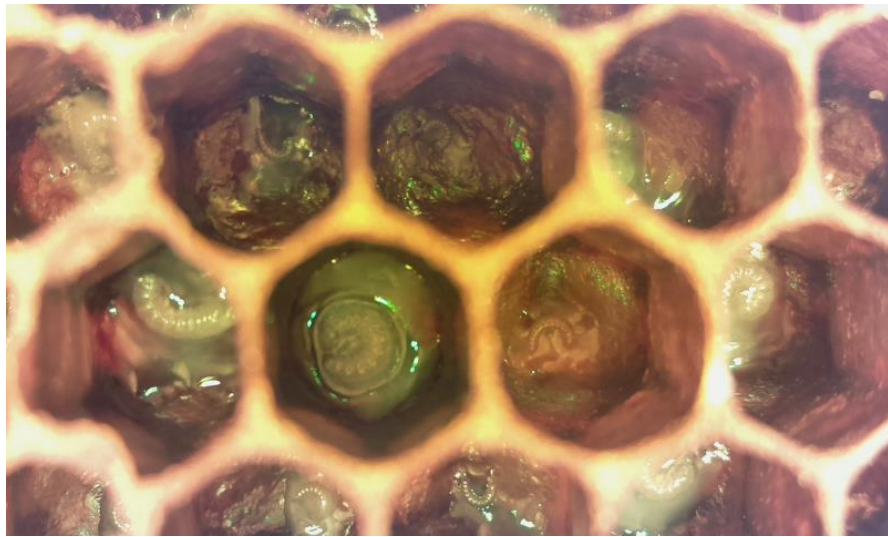




**Şekil 3.12:** Farklı kameralarla çekilmiş petek gözleri.

Derin petek gözlerinin aydınlatılabilmesi için kamera objektifinin etrafına yuvarlak olarak yerleştirilen bir led takımı kullanılmıştır.

Larva fotoğrafları için, üzerinde çeşitli boyutlarda larvalar bulunan 10 adet farklı petek kullanılmıştır. Petekler sırasıyla deney düzeneğine konularak farklı bölgelerinden toplamda 60 adet fotoğraf çekilmiştir. Fotoğraflar eşit uzaklıktan çekilmiş olup ideal boyutlu larvaların tespitinde larvanın piksel cinsinden büyüklüğüne bakılması yeterli olmuştur. Bu fotoğraflara ait bir örnek Şekil 3.13’de sunulmuştur. Fotoğrafta larvalar net bir şekilde göz ile ayırt edilebilmektedir.



**Şekil 3.13:** Peteklerden alınan bir resim.

İçerisinde larva bulunan petek gözlerinin fotoğrafları net bir şekilde çekildikten sonra bu fotoğraflardaki larvaların yazılım yoluyla tespit edilmesi doğrultusunda çalışmaya devam edilmiştir. Literatür incelendiğinde, petek ile ilgili olarak petek gözlerinin büyüklüğünün tespiti ve petek gözlerinde bulunan larvaların sadece büyük boyutta olanlarının tespit edilmesi ile ilgili çalışmalar vardır [31] [32]. Ancak petek üzerindeki larvalardan ideal boyutta olanlarının tespit edilmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

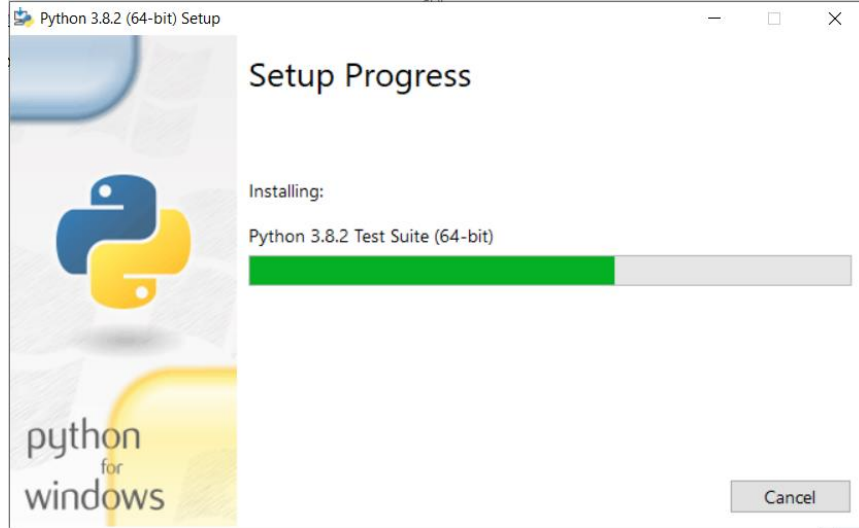
Çalışmada bir Faster R-CNN oluşturmak, eğitmek ve nesne tespit etmek için Python programlama dili ile Google tarafından geliştirilmiş olan TensorFlow yapay zekâ kütüphanesi kullanılarak bir yazılım geliştirilmiştir [72]. TensorFlow platformunda kullanılacak farklı Faster R-CNN modelleri bulunmaktadır. Bu çalışmada hızlı çalışan ve düşük sistem kaynağına ihtiyaç duyan COCO veri seti ile eğitilmiş faster\_rcnn\_inception\_v2\_coco modeli kullanılmıştır [49].

Python 90'lı yıllarda Guido Van Rossum tarafından Hollanda'nın Amsterdam şehrinde geliştirilmeye başlanmış bir programlama dilidir. Diğer programlama dillerine kıyasla sade bir dil yapısına sahip olup öğrenmesi daha kolaydır. Hızlı olması sayesinde zaman kaybına neden olmaz. Unix, Linux, Mac, Windows, Amiga, Symbian gibi birçok işletim sistemiyle uyumludur. Bilim ve teknoloji sanayi, network sistemleri, uluslararası alanlar vb. yerlerde kullanılmaktadır. Günümüzde çok kullanılan Ubuntu, Portage, Sage, Planet gibi uygulamaların yazılımında Python programlama dili kullanılmıştır [73].

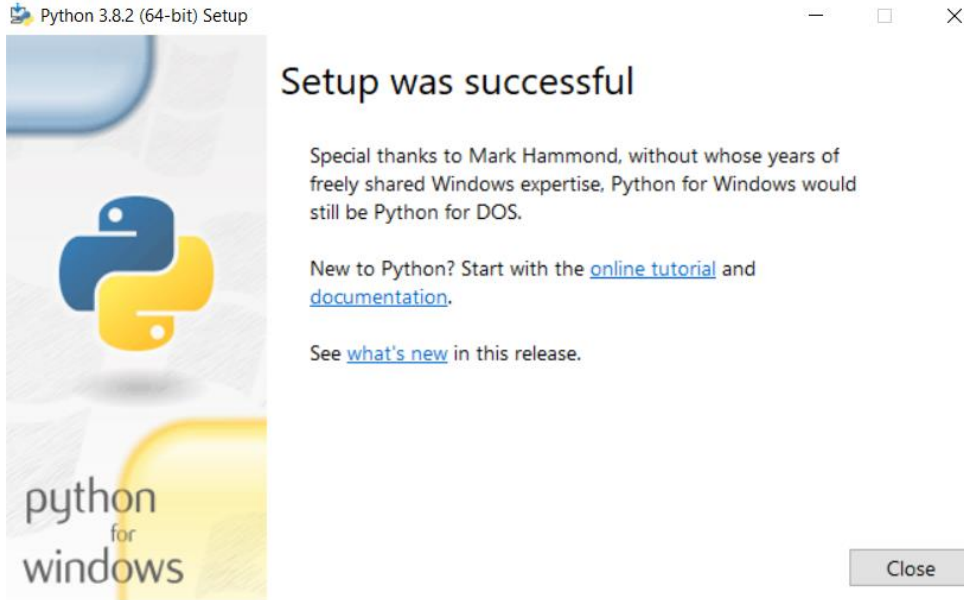
Python Windows kurulumu;

İlk olarak python.org sitesine girilerek Downloads/Windows sekmesinden bilgisayarın işletim sistemine ve işlemcisine uyumlu olan kurulum dosyası indirilir. Ardından indirilen kurulum dosyası çalıştırılır.

İki farklı şekilde kurulum yapılabilir. Bunlardan ilki varsayılan ayarlar ile kurulum yapmaktır. İkincisi ise kurulumun nereye yapılacağı ve hangi paketlerin kurulacağını kullanıcı tarafından belirlendiği kurulum seçeneğidir. Bu seçeneklerden biri seçildikten sonra program Şekil 3.14'teki gibi kurulmaktadır. Kurulum işlemi başarı ile tamamlandıktan sonraki ekran görüntüsü Şekil 3.15'te verilmiştir.



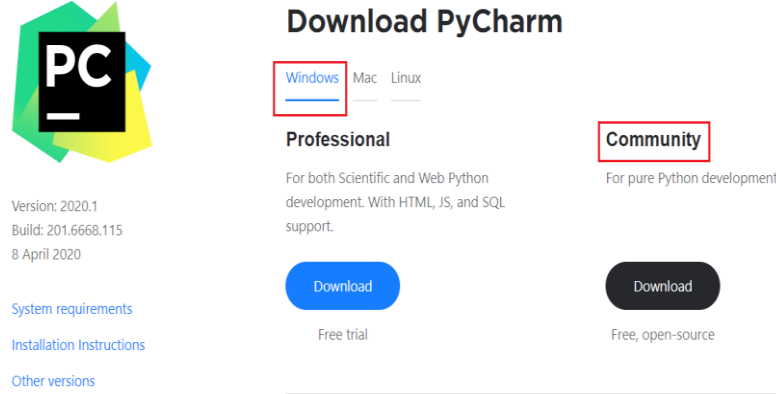
**Şekil 3.14:** Program yükleme ekranı.



**Şekil 3.15:** Python kurulum ekranı

Python programlama dilinde daha kolay ve hızlı bir şekilde program yazabilmek için varsayılan olarak gelen editör yerine pycharm tümleşik geliştirme ortamı (IDE; Integrated development environment) kullanılmıştır. Bu IDE'ler yazılım içerisinde hata ayıklama, yazılan komutu otomatik tamamlama, yazılımı derleme gibi kolaylıklarının yanı sıra bu çalışma içerisinde de kullandığımız TensorFlow ve OpenCV gibi yazılım kütüphanelerine erişim kolaylığı sağlamaktadır [74].

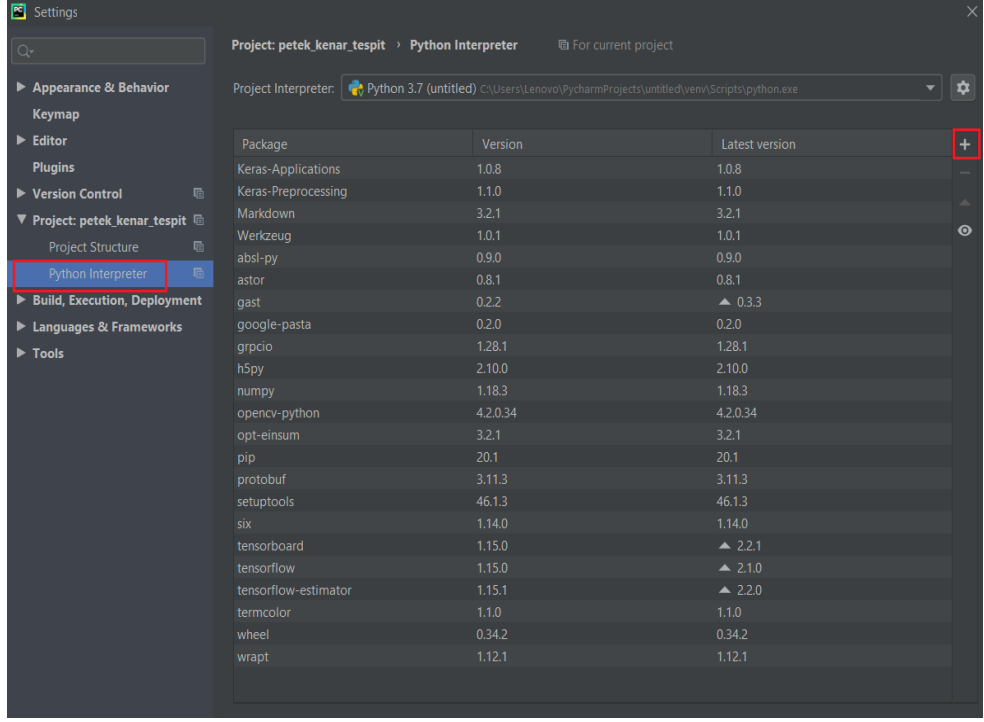
PyCharm kurulumu için [jetbrains.com/pycharm/](https://jetbrains.com/pycharm/) internet adresine girilir. Buradan ücretsiz olan topluluk sürümü indirilir (Şekil 3.16). Kurulum dosyası indirildikten sonra çalıştırılır. Kurulum adımları takip edilerek kurulum işlemi tamamlanır.



**Şekil 3.16:** PyCharm kurulum dosyasını indirme

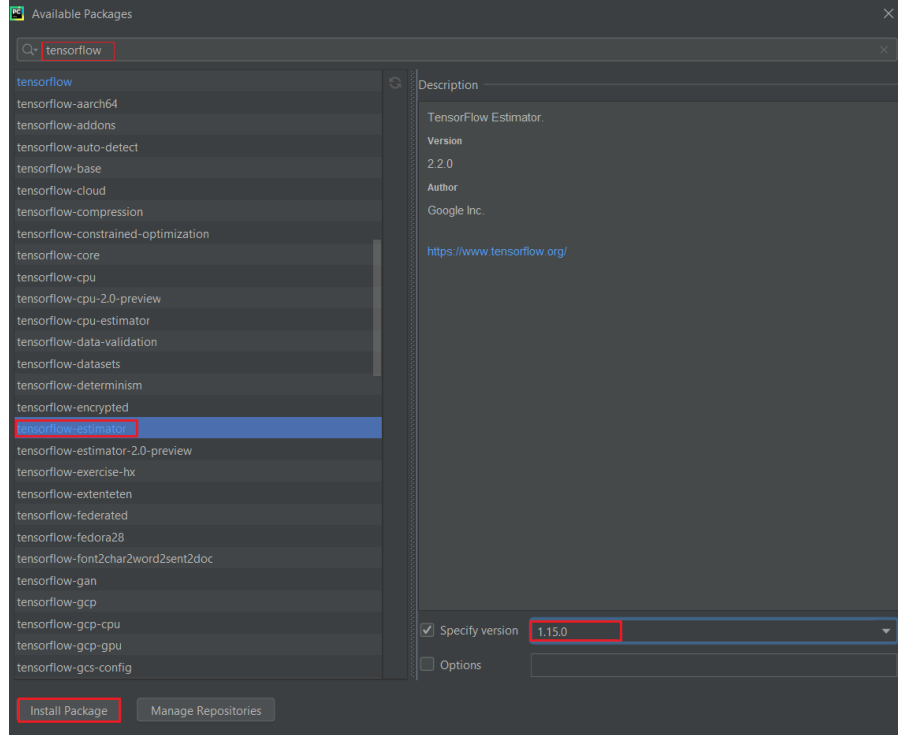
TensorFlow Google tarafından geliştirilen açık kaynak bir makine öğrenme platformudur. Genellikle derin öğrenme destekli yapay zekâ uygulamalarında tercih edilmektedir. Tensorflow kodları 2015 yılında ücretsiz olarak herkesin kullanımına açılmıştır. Python kullanılarak geliştirilen bu yazılım kütüphanesi C++, C#, Java, Javascript gibi programlama dillerini desteklemektedir. Mobil ve web uygulamaları gibi farklı platformlara uyumlu Tensorflow kütüphaneleri sayesinde sıkça kullanılmaktadır [75].

TensorFlow kütüphanesinin Python programına eklenmesi;  
PhyCharm programı üzerindeki dosya (File) menüsüne tıklanır. Buradan ayarlar (settings) bölümüne girilir ve Python Interpreter menüsüne tıklanır (Şekil 3.17). Ardından ekranın sağ üst köşesindeki “+” düğmesine tıklanır.



Şekil 3.17: Tensorflow kurulum ekranı.

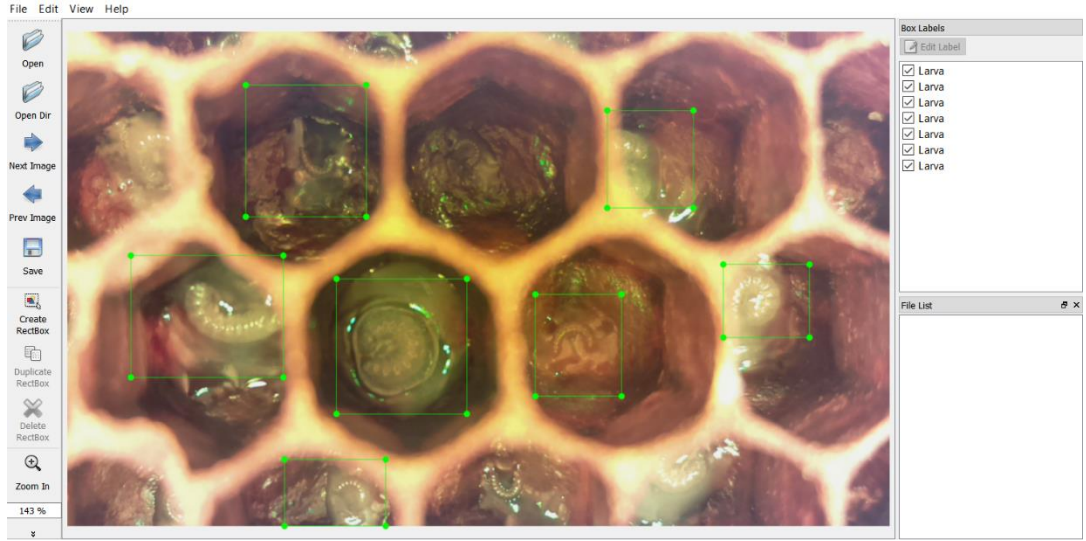
'+' işaretli düğmeye tıklandıktan sonra karşımıza çıkan ekran Şekil 3.18'de sunulmuştur. Arama çubuğuna TensorFlow yazılır ve kullanılacak versiyon 1.15 seçildikten sonra yükleme düğmesine tıklanarak kurulum işlemi yapılır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Tensorflow versiyon seçimi.

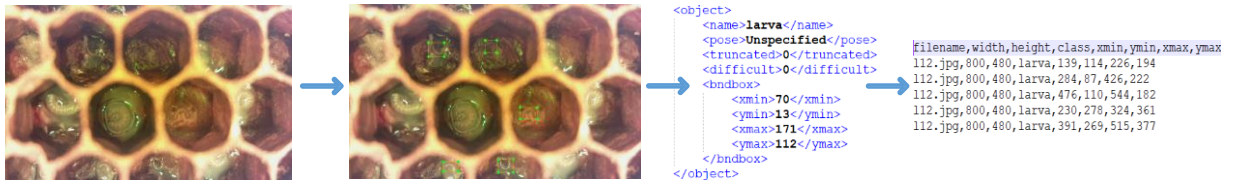
### 3.3.1 Larva Tespiti

Faster R-CNN ile bir nesne tanımak için o nesnenin bulunduğu fotoğraflarla ağı eğitilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada tasarlanan deney düzeneği ile çekilmiş olan fotoğraflar bu eğitim için kullanılmıştır. Ağı eğitilmesi için öncelikle fotoğraflardaki larvaların konumlarının insan eli ile belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için diğer çalışmalarda da sıkça kullanılan açık kaynak kodlu bir araç olan LabelImg kullanılmıştır [76]. Bu araç ile Şekil 3.19’da sunulduğu gibi fotoğrafta gözüken tüm larvalar seçilmiş ve “larva” ismiyle etiketlenmiştir.



Şekil 3.19: LabelImg aracı ile larva etiketleme işlemi.

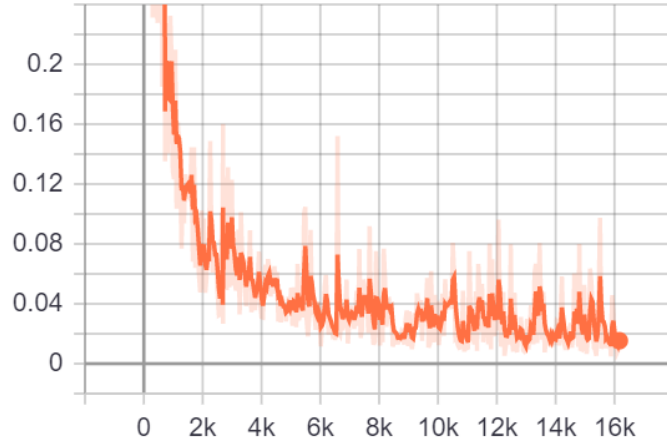
Etiketlenen fotoğraflar ile modelin eğitilebilmesi için yazılım, etiketlenen koordinatları xml formatında kaydetmektedir. Daha sonra bu formattaki koordinat ve larva bilgileri xml\_to\_csv isminde bir araç ile csv formatına dönüştürülmektedir. Şekil 3.20’de LabelImg yazılımı tarafından oluşturulan xml biçimi ve csv formatına dönüştürülmüş hali görülmektedir.



Şekil 3.20: Etiketleme, xml, csv formatı.

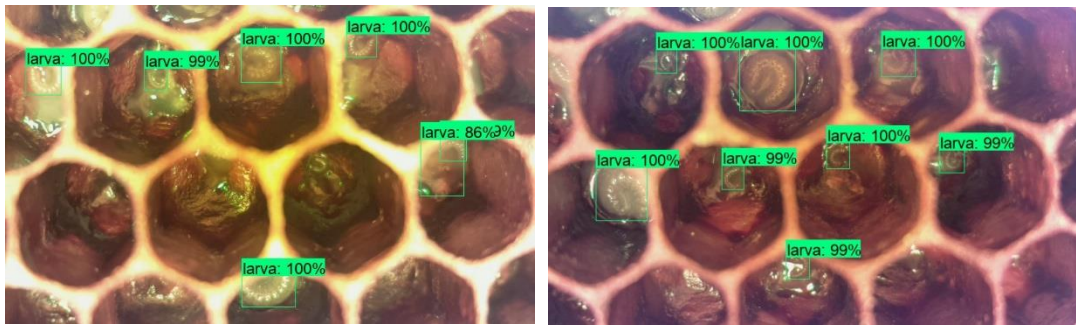


Faster R-CNN larvaların bulunduğu fotoğraflar ve fotoğraflardaki larvaların konumlarını bildiren csv dosyası kullanılarak eğitilmiştir. Toplamda çekilmiş olan 60 adet fotoğrafın 40 tanesi eğitim için kullanılmıştır. Geri kalan 20 tanesi ise test için ayrılmıştır. 40 fotoğrafta bulunan toplam 370 larva ile gerçekleştirilen eğitim işleminde Intel i7 4770 CPU kullanılmış ve eğitim 16045 iterasyon ile yaklaşık 14 saat sürmüştür. Eğitim aşamasında oluşan kayıp fonksiyonu değerinin zamanla değişim grafiği Şekil 3.21’de görülmektedir.



**Şekil 3.21:** Eğitim aşamasında oluşan kayıp fonksiyonu grafiği.

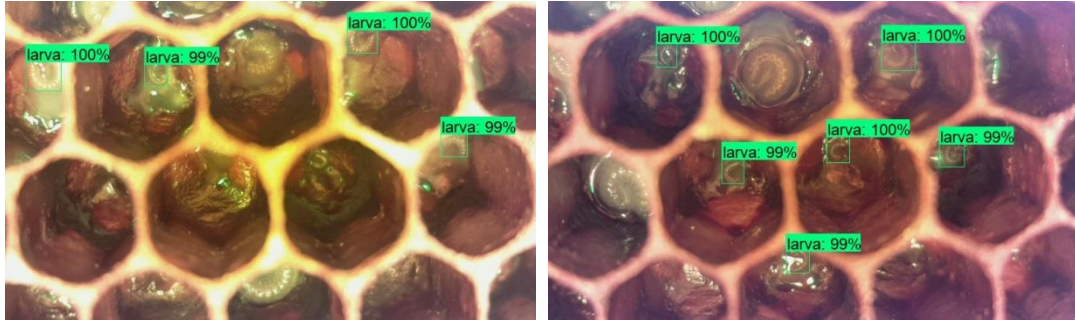
Eğitilen model, eğitim işleminin ardından test kümesi olarak ayrılan 20 fotoğrafta bulunan toplamda 184 larva ile test edilmiştir. Test sonucunda 184 larvanın 148 tanesi başarı ile tespit edilerek modelin başarı oranı %80,4 olarak belirlenmiştir. Şekil 3.25’te test işlemi sonucunda tüm larvaların başarılı bir şekilde tespit edildiği görülmektedir.



**Şekil 3.22:** Larvaların faster r-cnn ile tespiti.



Bu aşamada petekte bulunan bütün larvalar tespit edilmektedir. Ancak bu larvaların tamamı arı sütü üretimi için uygun değildir. Bir larvanın arı sütü üretimi için uygun olup olmadığı çıplak gözle bakınca boyutundan anlaşılabilir. Bu çalışmada uzman bir arıci görüşü alınarak uygun larvaların piksel cinsinden büyüklükleri tespit edilmiştir. Buna göre ideal bir larvanın yaklaşık olarak 40x40-50x50 piksel büyüklüğünde olduğu görülmüştür. (Çalışmada kullanılan bütün fotoğraflar eşit mesafeden aynı çözünürlükteki kamera kullanılarak çekilmiştir.) Geliştirilen model tarafından bulunan tüm larvalar bu büyüklük değeriyle karşılaştırılarak ideal olanlar tespit edilmiştir (Şekil 3.23).



**Şekil 3.23:** İdeal boyutlu larvalar.

### 3.3.2 Petek Gözü Tespiti

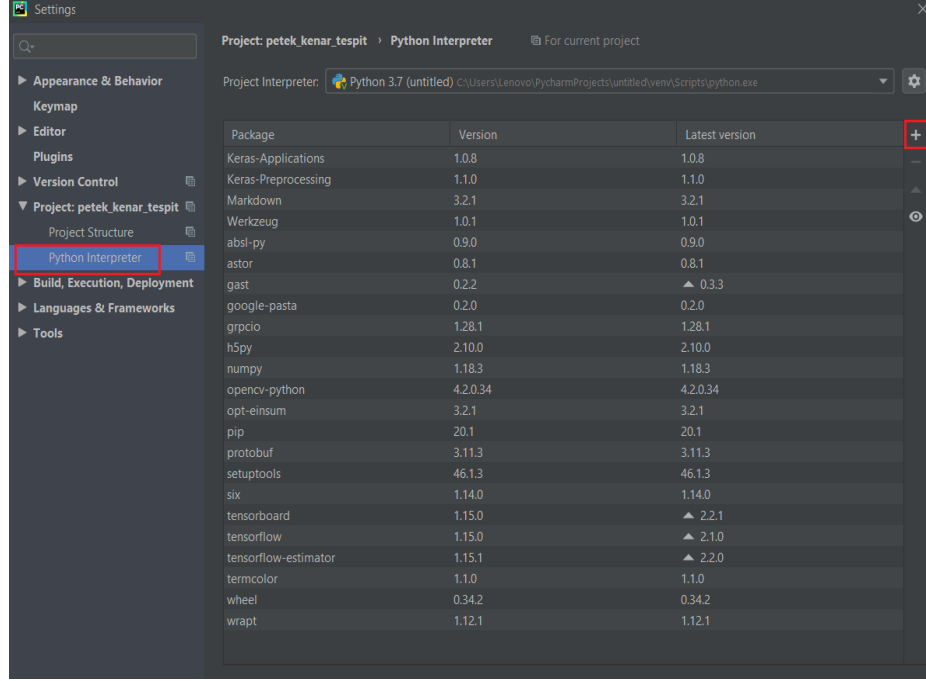
Tespit edilen larvaların petek gözü içerisindeki konumlarının belirlenebilmesi için petek gözlerinin görüntü işleme yöntemleriyle belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada görüntü işleme çalışmaları için OpenCV kullanılmıştır.

OpenCV (Open Source Computer Vision) 1999 yılında Intel tarafından geliştirilmeye başlanmış açık kaynak kodlu bir görüntü işleme kütüphanesidir. C programlama diliyle geliştirilmeye başlanan OpenCV'nin ilk sürümü 2000 yılında piyasaya çıkmıştır. Windows, Linux, Android, Mac OS, Free BSD, IOS gibi birçok işletim sisteminde çalışabilmektedir [77].

Görüntü işleme ve makine öğrenmesine dair 2500'den fazla algoritmayı kütüphanesinde barındıran OpenCV bu algoritmalar yardımıyla yüz tanıma, nesne tanıma, plaka tanıma, insan hareketlerini tespit etme, görüntü karşılaştırma, nesnelere sınıflandırma, optik karakter tanıma gibi birçok işlemi yapabilmektedir. Birçok işletim sistemini desteklemesi, kullanımı hakkında kaynak çeşitliliğine sahip olması gibi özellikleri sayesinde en çok tercih edilen görüntü işleme kütüphanesidir [78].

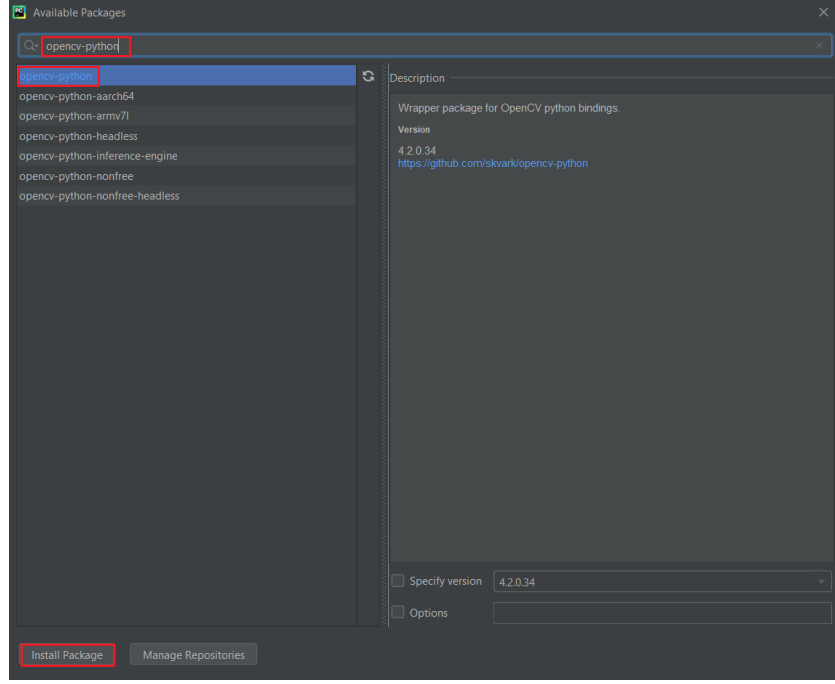
OpenCV python kurulumu;

PhyCharm programı üzerindeki dosya (File) menüsüne tıklanır. Buradan ayarlar (settings) menüsüne girilir ve Python Interpreter menüsüne tıklanır (Şekil 3.24). Ardından ekranın sağ üst köşesindeki “+” düğmesine tıklanır (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: Opencv python kurulum ekranı.

‘+’ işaretli düğmeye tıklandıktan sonra karşımıza çıkan ekran Şekil 3.25’te sunulmuştur. Arama çubuğuna opencv-python yazılır ve kullanılacak versiyon seçildikten sonra yükleme düğmesine tıklanarak kurulum işlemi yapılır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25: Opencv versiyon seçim ekranı.

OpenCV ile petek gözlerinin tespit edilebilmesi için ilk olarak larvaların çekildiği fotoğraflar OpenCV ile okunmuştur.

```
img = cv2.imread('larva6.jpg')
```

Ardından resim gri tonlamaya dönüştürülmüştür.

```
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

Daha sonra grileştirme yapılan fotoğraf üzerinde petek gözlerini tespit etmek için OpenCV'nin resimler üzerinde daire bulmaya yarayan hough circles dönüşümü kullanılmıştır. Bu dönüşüm uygulanırken ilk olarak görüntü üzerindeki kenarlar tespit edilir ve bir eşikleme değeri ile görüntü siyah-beyaz hale getirilir. Tespit edilen olası kenar noktaları merkez noktası kabul edilip belirtilen yarıçap değerlerinde daireler çizilir. Bir akümülatör matrisi yardımıyla bu dairelerin polar koordinattaki değerleri birer birer artırılarak olası şekil üzerinde oylama yapılır. Bu oylama sonucunda matris değeri en yüksek olan şekiller en çok oyu alan şekillerdir. Böylece görüntü üzerinde var olan şekiller tespit edilmiş olur [79].

Tespit edilecek şekiller daire olduğu için kullanılan akümülatör matrisinin parametreleri denklem (3.3)'te verilen merkezi  $[a, b]$  yarıçapı  $r$  olan çember denklemidir.

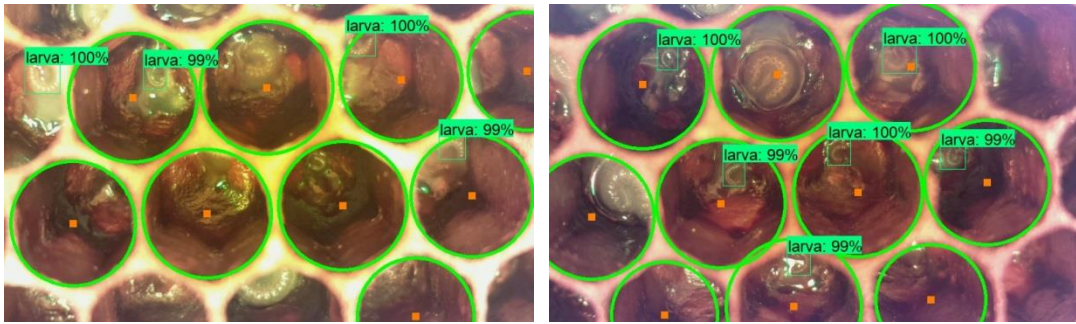
Denklem (3.4) ve denklem (3.5)'te verilen eşitlikler kullanılarak açı değeri  $0-2\pi$  aralığında değiştirilerek bir noktanın herhangi bir yarıçap değeriyle bir çember üzerinde olup olmadığı tespit edilebilir [80].

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 \quad (3.3)$$

$$x = a + r * \sin(\theta) \quad (3.4)$$

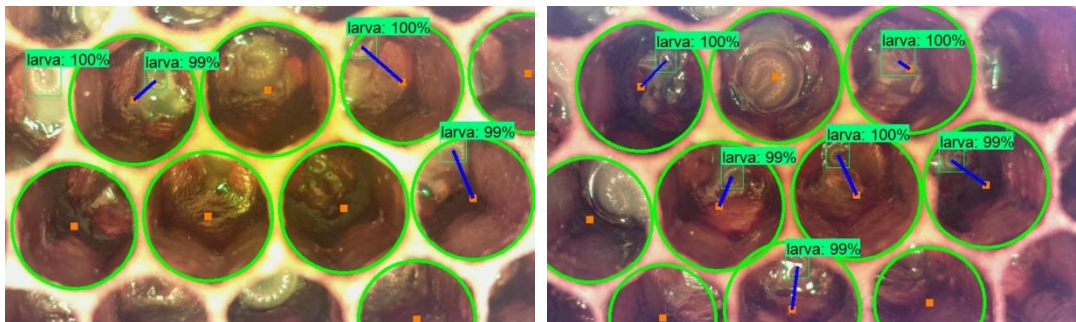
$$y = b + r * \cos(\theta) \quad (3.5)$$

*circle = cv2.HoughCircles(gray, cv2.HOUGH\_GRADIENT, 2.5, 100, minRadius = 79, maxRadius = 104)*



**Şekil 3.26:** Petek gözü tespit işlemi sonuçları.

Petek gözleri yapısı itibariyle altıgen bir forma sahiptir. Ancak larva konumlarını belirlemede referans noktamız petek gözlerinin merkezleri olduğu için petek gözleri daire şeklinde tespit edilmiştir ve bu dairelerin merkezi bulunarak aslında petek gözünün merkezi tespit edilmiştir. Petek gözlerinin merkez noktaları kullanılarak larvaların petek gözünün merkezine olan uzaklığı belirlenmiş ve böylelikle larvanın petek gözü içerisindeki konumu tespit edilmiştir (Şekil 3.27).



**Şekil 3.27:** Larvaların petek gözünün merkezine olan uzaklığı.

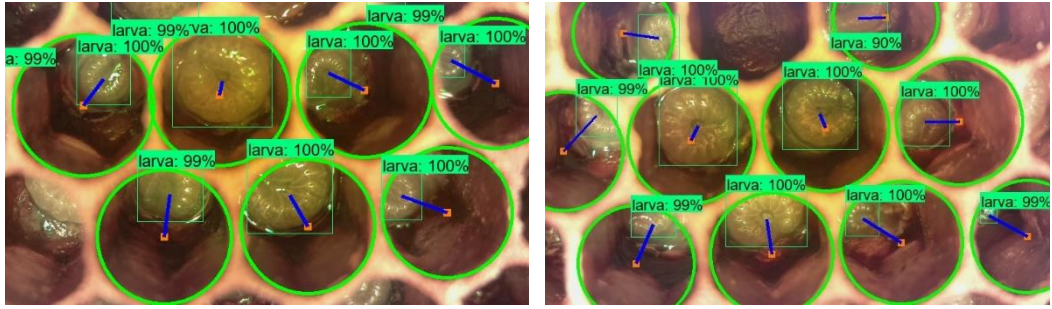
## 4. BULGULAR

Bu bölümde yöntem kısmında geliştirilen larva tespit modeli ve larvaların petek gözlerinin merkezlerine olan uzaklıklarını hesaplayarak larvaların konumlarını bulan algoritmanın çalışma anında elde edilen bulguları sunulmuştur.

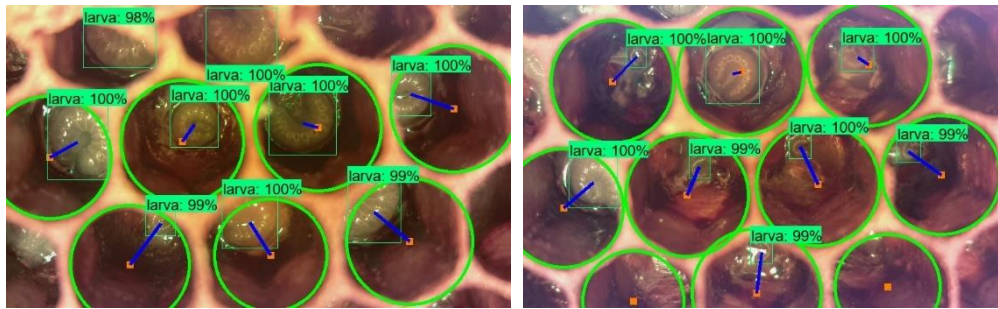
### 4.1 Larva Tespiti

Larvaların tespiti esnasında test kümesi olarak ayrılan 20 fotoğraf kullanılmıştır. Test kümesi olarak kullanılan fotoğrafların tamamı ekler bölümünün EK A kısmında sunulmuştur. Bu fotoğraflar üzerinde toplamda 184 adet larva bulunmaktadır. Yapılan test sonucunda 184 larvanın 148 tanesi başarıyla tespit edilirken 36 larva tespit edilememiştir.

Tespit edilen larvaların başarı oranı %80,4 olarak hesaplanmıştır. Test sonrasında larvaların başarıyla tespit edildiği fotoğraflardan bazıları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de sunulmuştur.



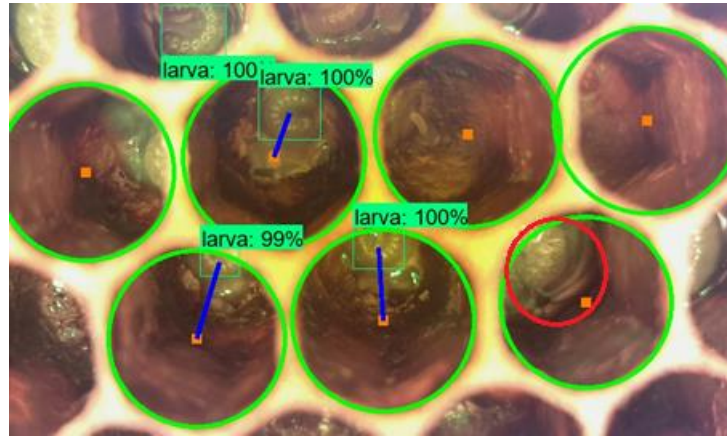
Şekil 4.1: Tespit edilen larvalar 1.



Şekil 4.2: Tespit edilen larvalar 2.

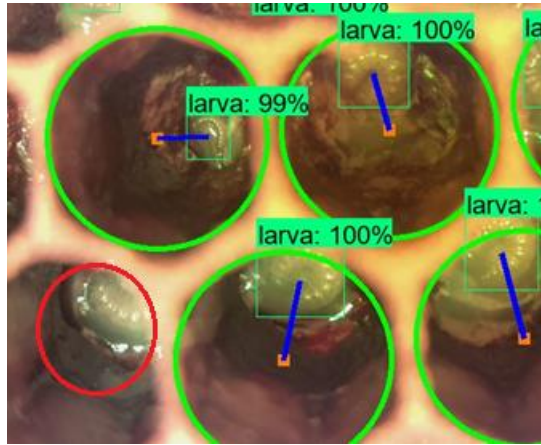


Tespit edilemeyen larvaların bulunduğu fotoğraflar incelendiğinde larvalardan bir kısmının fotoğrafta bulanık gözüktüğü görülmüştür (Şekil 4.3).



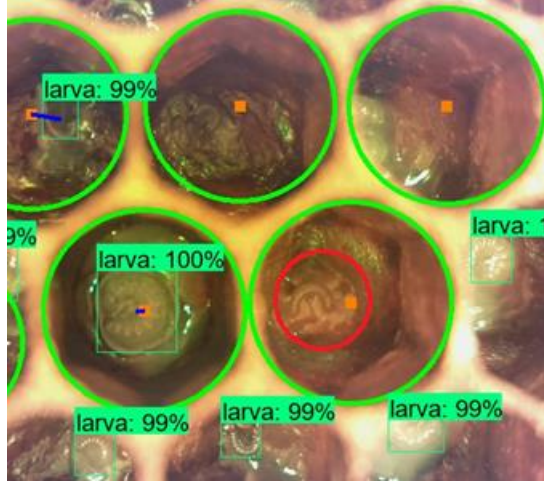
**Şekil 4.3:** Larvanın bulanık gözükmemesi sonucu tespit edilememesi.

Bazı larvaların çekilen fotoğraflarda sadece belirli bir bölgesi fotoğraflanmıştır. Bu yüzden bu tür larvalar algoritma tarafından tespit edilememiştir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4:** Larvanın bir kısmının fotoğrafta görünmemesi.

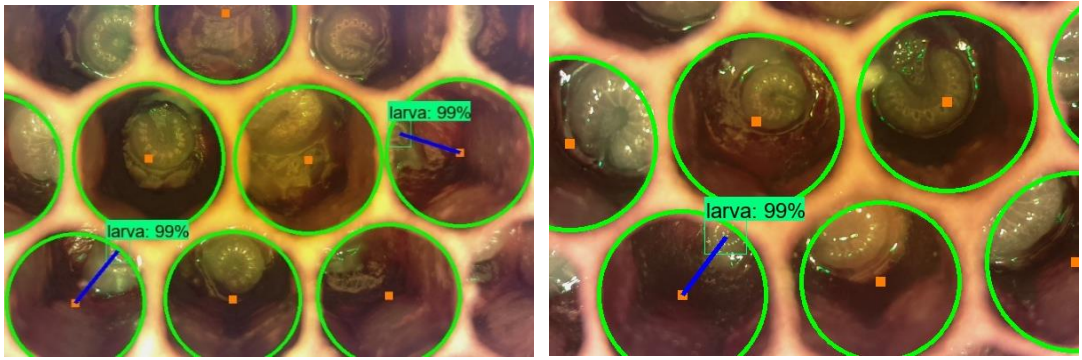
Larva tespiti yapılamayan fotoğraflar incelendiğinde petek gözü içindeki bazı larvaların renginin arka plan rengiyle birbirine yakın olmasından dolayı larva tespitinin yapılamadığı görülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Larvanın arka plan rengiyle aynı görünmesi.

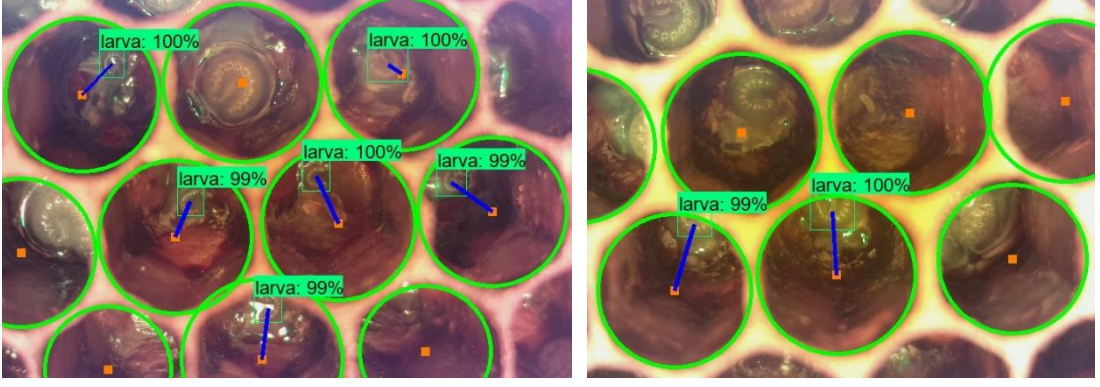
#### 4.2 İdeal Boyutlu Larvaların Tespiti

Tespit edilen 148 larva farklı büyüklüklerde olup bazıları arı sütü üretimi için uygun değildir. Arı sütü üretimi için ideal boyutta olanların tespitinde larvaların piksel cinsinden büyüklüklerine bakılmıştır. Bu işlem sonunda larvalardan ideal boyutta olanlar %100 başarımla belirlenmiştir. İdeal boyutlu larvaların tespitinin yapıldığı fotoğraflardan bazıları Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de sunulmuştur.



Şekil 4.6: İdeal boyutlu larvaların tespiti 1.

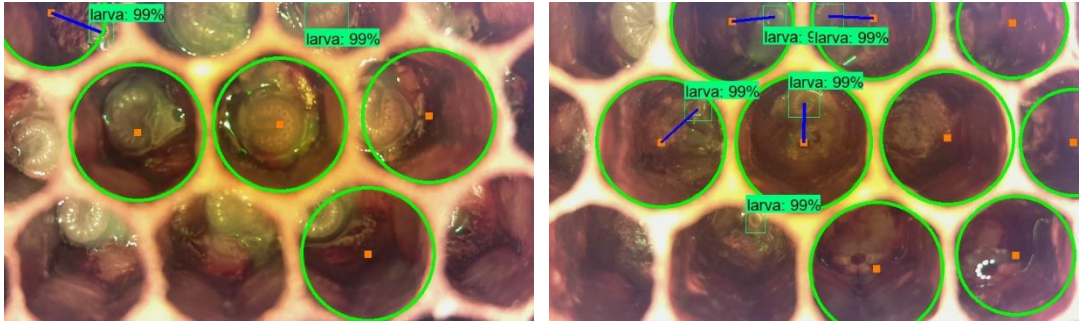




**Şekil 4.7:** İdeal boyutlu larvaların tespiti 2.

### 4.3 Petek Gözü Tespiti

Test kümesi olarak ayrılan 20 fotoğraftaki petek gözleri opencv görüntü işleme kütüphanesi kullanılarak tespit edilmiştir. Toplamda fotoğrafta tam olarak gözükken 170 tane petek gözünden 152 tanesi tespit edilmiş 18 tanesi ise algoritma tarafından tespit edilememiştir (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8:** Tespit edilemeyen petek gözleri.

Tespit edilebilen petek gözlerinin merkez noktaları referans alınarak larvaların petek gözünün merkezine konumu %100 başarımla tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Arı sütü insanlar tarafından, tedavi, ek gıda, kozmetik vb. amaçlarla kullanılan ve arı ürünleri arasında besin değeri en yüksek olan üründür [81]. Ancak aynı zamanda üretimi de en zor olan arı ürünüdür. Üretim de en zor ve vakit alıcı işlem ise larva transferidir. Bu çalışmada arı sütü üretimini hızlandıracak bir sistemin temelini oluşturacak olan petek gözlerinde bulunan arı larvalarının bilgisayar ile konumunu ve özelliklerini belirleyen bir larva tespit yöntemi geliştirilmiştir. Çalışmada öncelikle petek üzerinde bulunan larvaların net bir şekilde fotoğrafını çekebilecek ve petek üzerinde hareket edebilecek bir deney düzeneği hazırlanmış ve larvalar fotoğraflanmıştır. Daha sonra bu fotoğraflardaki larvalar etiketlenmiş ve bu etiketli görsellerle CNN modellerinden biri olan Faster R-CNN modeli eğitilmiştir. Eğitilen modelle larvalar %80,4 başarımla tespit edilebilmiştir.

Tespit edilen larvaların piksel cinsinden büyüklüğüne bakılarak arı sütü üretimi için ideal boyutta olup olmadığı belirlenmiştir. Larvaların petek gözü içerisindeki konumlarını tespit edebilmek için opencv görüntü işleme kütüphanesi kullanılmıştır. Larvanın petek gözü merkezine uzaklığı piksel cinsinden hesaplanarak larvanın petek gözü içerisindeki konumu tespit edilmiştir.

Literatürde petek gözlerinin büyüklüğünün tespiti ve petek gözlerinde bulunan sadece büyük larvaların tespit edilmesi ile ilgili çalışmalar vardır [31] [32]. Ancak arı sütü üretiminde kullanılacak boyuttaki larvaların tespit edilmesi ile ilgili herhangi bir çalışma yoktur. Bu çalışma sonucunda tasarlanan mekanizma ve geliştirilen yazılım kullanılarak petek üzerindeki arı larvasının konumunun ve özelliklerinin tespiti yapılmıştır. Larvayı transfer edecek bir parçanın geliştirilip mekanizmaya uyarlanması durumunda arı larvası transferi insan gücü gerektirmeden yapılabilecek hale getirilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Integrated Taxonomic Information System. "Apis mellifera". <http://www.itis.gov>. Erişim tarihi: 18 Ağustos 2019.
- [2] Britannica. "Beekeeping". <https://www.britannica.com/topic/beekeeping>. Erişim tarihi: 05.01.2020.
- [3] R. Owens, "The history of beekeeping," *North Alabama Beekeepers Symposium*, Alabama, 2014.
- [4] S. Bogdanov, *Royal jelly and bee brood: harvest, composition, quality*, Muehlethurnen, Switzerland: Bee product, 2016.
- [5] Planetbee "Royal jelly", [http://www.planetbee.com/wp-content/uploads/2016/12/Royal\\_Jelly.pdf](http://www.planetbee.com/wp-content/uploads/2016/12/Royal_Jelly.pdf). Erişim tarihi: 20 Ekim 2019.
- [6] R.F.V. Toor, *Producing royal jelly*, Tauranga: Bassdrum Books BB, 2006.
- [7] W. Yuxing, "Larve transfer machine for mechanized production of royal jelly," China Patent: CN105248315B, Sept. 24, 2015.
- [8] F. Genç, *Arıcılığın temel esasları*, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi ofset tesisi, 1993.
- [9] A. Korkmaz, *Anlaşılabilir arıcılık*, Samsun: Samsun Valiliği, 2013.
- [10] A. Korkmaz, *Arıcılık*, Samsun: Samsun İl Tarım Müdürlüğü, 2010.
- [11] R.Kohsaka, M.S. Park and Y.Uchiyama, "Beekeeping and honey production in Japan and South Korea: past," *J. Ethn. Foods*, vol. 4, pp. 72-79, Jun. 2017. doi.org/10.1016/j.jef.2017.05.002.
- [12] N. Doğan ve İ. Hayoğlu, "Propolis ve kullanım alanları", *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, cilt 16, no 3, 39-48, Şub. 2014. [Online] Erişim adresi:<https://dergipark.org.tr/tr/>
- [13] A. Gönülşen, "İmge işleme ve aktif çevrit kullanarak baları kanat ve bacaklarının özneliklerinin çıkarılması", Yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniv., Ankara, 2004.

- [14] C. Mutlu, M. Erbaş ve S.A. Tontul, "Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri", *Akademik gıda*, cilt 15, no 1, 75-83, 2017, doi.org/10.24323/akademik-gida.306074.
- [15] Ö. Çölkesen, "Apiterapi nedir ?", *Dozaj*, cilt 1, no 14, 7-11, 2016. [Online] Erişim adresi: <https://www.antalyaeo.org.tr/tr>
- [16] M.V. Martos, Y.R. Navajas, J.F. Lopez and J.A.P. Alvarez, "Functional properties of honey, propolis, and royal jelly", *J. Food Sci.*, vol. 73, no. 9, pp. 117-124, Nov. 2008, doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x.
- [17] Evergreen. "Life cycle of the honey bee, the terroir of honey". <http://blogs.evergreen.edu/terroir-zack/life-cycle-of-the-honey-bee/> Erişim tarihi: 15 Kasım 2019.
- [18] A.N.K.G. Ramanathan, A.J. Nair and V.S. Sugunan, "A review on royal jelly proteins and peptides", *J. Funct. Foods.*, vol. 44., pp. 255-264, 2018, doi.org/10.1016/j.jff.2018.03.008.
- [19] M. Uçar, "Arı sütünün büyüme, yaşlanma ve üreme sağlığına etkisi", *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, cilt 7, no 1, 193-202, Mar. 2018. [Online] Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr>
- [20] J. Shi, C. Liao, Z. Wang and X. Wu, "Effect of royal jelly on longevity and memory-related traits of apis mellifera", *J. Asia - Pac. Entomol.*, vol. 21, pp. 1430-1433, Dec. 2018, doi.org/10.1016/j.aspen.2018.11.003.
- [21] S.E.L. Ibrahim and A.A. Kosba, "Royal jelly supplementation reduces skeletal muscle lipotoxicity and insulin resistance in aged obese rats", *Pathophysiology*, vol. 25, no. 4, pp. 307-315, Dec. 2018, doi.org/10.1016/j.pathophys.2018.05.001.
- [22] E. Akyol, "Arı sütünün yapısı, insanlar ve arılar için önemi", *Uludağ Arıcılık Dergisi*, cilt 15, no 1, 16-21, Şub. 2015, doi.org/10.31467/uluaricilik.377563.
- [23] F. Fratini, G. Cilia, S. Mancini and A. Felicioli, "Royal jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial", *Microbiol. Res.*, vol. 192, pp. 130-141, Nov. 2016, doi.org/10.1016/j.micres.2016.06.007.

- [24] V. Maleki, H.J. Vayghan, S.S. Ghadimi, M. Adibian, S. Kheirouri and M. Alizadeh, "Effects of royal jelly on metabolic variables in diabetes mellitus: A systematic review", *Complement. Ther. Med.*, vol. 43, pp. 20-27, Apr. 2019, doi.org/10.1016/j.ctim.2018.12.022.
- [25] U. Kumova ve A. Korkmaz, "Doğanın harika ürünü arı sütü", *Bilim ve Teknik*, no. 395, 96-101, 2000. [Online] Erişim adresi: <https://avesis.cu.edu.tr/>
- [26] A. Korkmaz ve C. Öztürk, *Arı sütü*, Samsun: Samsun İl Tarım Müdürlüğü, 2010.
- [27] Thaitrade.com. "Fresh royal jelly 1000gr". <https://www.thaitrade.com/fresh-royal-jelly-1000g-163462.html>. Erişim tarihi: 5 Aralık 2019.
- [28] Beee.com. "Taze arı sütü". <https://www.beee.com.tr/product/propolis-ari-sutu-polen/propolis-ari-sutu-polen/40-gram-taze-ari-sutu>. Erişim tarihi: 10 Ekim 2019.
- [29] Kenangisan.blogspot. "Arı sütü üretimi (profesyonel yöntem)" [http://kenangisan.blogspot.com/2016/09/ari-sutu-uretimi-profesyonel-yontem\\_81.html](http://kenangisan.blogspot.com/2016/09/ari-sutu-uretimi-profesyonel-yontem_81.html). Erişim tarihi: 8 Ekim 2019.
- [30] Tarım ve Orman Bakanlığı Araştırma Kuruluşları. "Arı sütü üretimi ve tüketimi" [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/120\\_ciftcibro.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/120_ciftcibro.pdf). Erişim tarihi: 21 Ocak 2019.
- [31] Philica. "Analysis of a natural honeycomb by means of an image segmentation". [http://www.philica.com/printer\\_article.php?article\\_id=897](http://www.philica.com/printer_article.php?article_id=897). Erişim tarihi: 10 Mart 2020.
- [32] Github.com. "A simple bees larvae detector in deep learning". <https://github.com/metaflow-ai/hive>. Erişim tarihi: 14 Mart 2020.
- [33] M. Karakoç, "Görüntü işleme teknikleri ve yapay zeka yöntemleri kullanarak görüntü içinde görüntü arama", Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2011.
- [34] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital Image Processing*, New Jersey: Pearson, 2008.
- [35] K. Hanbay, M.F. Talu ve Ö.F. Özgüven, "Fourier dönüşümü kullanılarak gerçek zamanlı kumaş hatası tespiti", *J. Fac. Eng. Archit. Gaz.*, cilt 32, no 1, 151-158, Mar.2017, doi.org/10.17341/gazimmfd.300604.

- [36] O. Orak, "Sayısal güvenlik kamera sistemlerinden elde edilen görüntüler üzerinde görüntü onarma tekniklerinin uygulanması", Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 2007.
- [37] R. Kaur and E.N. Singh, "Image Restoration- a survey", *Iosr-jce.*, vol. 16, no. 4, pp. 107-111, Aug.,2014.
- [38] P. Sivakumar and S. Meenakshi, " A review on image segmentation techniques", *Ijarcet.*, vol. 5, no. 3, pp. 641-647, March, 2016.
- [39] B. Turan, "Görüntü işleme algoritmalarının eş zamanlı süreçlere ayrılarak kablosuz ağ üzerinden gerçekleştirilmesi ve performans analizleri", Yüksek lisans tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 2017. [Online] Erişim adresi: <http://www.iosrjournals.org/>
- [40] O. Cömert, M. Hekim ve K. Adem, "Faster r-cnn kullanarak elmalarda çürük tespiti", *Umagd.*, cilt 11, no. 1, 335-341, Oca. 2019, doi.org/10.29137/umagd.469929
- [41] A. Khan, A. Sohail, U. Zahoor and A.S. Qureshi, "A survey of the recent architectures of deep convolutional neural networks", Cornell University, <https://arxiv.org/abs/1901.06032>, Erişim tarihi: 8.11.2019.
- [42] Stanford.edu, "Convolutional neural networks cheatsheet", <https://stanford.edu/~shervine/teaching/cs-230/cheatsheet-convolutional-neural-networks>. Erişim tarihi: 29 Aralık 2019.
- [43] J. Wu, "Convolutional neural networks", National Key Lab for Novel Software Technology, Nanjing, 2019.
- [44] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell and J. Malik, "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation," *2014 IEEE CVPR*, Columbus, Jun. 2014, pp. 580-587.
- [45] J. Uijlings, K. van de Sande, T. Gevers ve A. Smeulders , "Selective search for object recognition", *Int. J. Comput. Vision*, vol. 104, no. 2, pp. 154-171, Sep. 2013, doi.org/10.1007/s11263-013-0620-5.
- [46] R. Girshick, "Fast R-CNN", *2015 IEEE ICCV*, Santiago, 2015, pp. 1440-1448, doi: 10.1109/ICCV.2015.169.
- [47] Missinglink.ai. "Faster R-CNN: Detecting Objects Without the Wait", <https://missinglink.ai/guides/convolutional-neural-networks/faster-r-cnn-detecting-objects-without-wait/>. Erişim tarihi: 2 Ocak 2020.

- [48] S. Ren, K. He, R. Girshick and J. Sun, "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks", *IEEE T. Pattern. Anal.* vol. 39, no. 6, pp. 1137-1149, Jun. 2017, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2577031.
- [49] Github.com. "Tensorflow detection model zoo", [http://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object\\_detection/g3doc/detection\\_model\\_zoo.md](http://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/object_detection/g3doc/detection_model_zoo.md). Erişim tarihi: 8 Ocak 2020.
- [50] M.M. Sofu, O. Er, M.C. Kayacan ve B. Cetişli, "Elmaların görüntü işleme yöntemi ile sınıflandırılması ve leke tespiti", *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, cilt 8, no 1, 12-25, 2013. [Online] Erişim adresi: <https://docplayer.biz.tr>
- [51] E. Kahya ve S. Arın, "Görüntü renk kod analizi ile meyvenin yerinin tespiti üzerine bir araştırma", *JOTAF*, cilt 11, no 2, 110-118, Haz. 2014. [Online] Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/>
- [52] M. Balcı, A.A. Altun ve Ş. Taşdemir, "Görüntü işleme teknikleri kullanılarak napolyon tipi kirazların sınıflandırılması", *Selçuk Teknik Dergisi*, cilt 15, no 3, 221-237, 2016. [Online] Erişim adresi: <http://sutod.selcuk.edu.tr>
- [53] K. Sabancı, C. Aydın, M.F. Ünlerşen, "Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yardımıyla patates sınıflandırma parametrelerinin belirlenmesi", *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt 2, no 2, 59-62, Haz. 2012. [Online] Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr>
- [54] S. Solak ve U. Altınışık, "Görüntü işleme teknikleri ve kümeleme yöntemleri kullanılarak fındık meyvesinin tespit ve sınıflandırılması", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, cilt 22, no 1, 56-65, Şub. 2018, doi.org/10.16984/saufenbilder.303850
- [55] E. Bul, G. Gelen ve H. Altun, "Görüntü işlemeye dayalı tarımsal ürün sınıflandırma", *Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi ve Fuarı*, İstanbul, 2005.
- [56] J.D. Pujari, R. Yakkundimath and A.S. Byadgi, "Identification and classification of fungal disease affected on agriculture/horticulture crops using image processing techniques," *2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, Coimbatore, 2014, pp. 1-4.



- [57] M.A. Momina, M.T. Rahmana, M.S. Sultanaa, C. Igathinathaneb, A.T.M. Ziauddina, T.E. Griftc, "Geometry-based mass grading of mango fruits", *Information Processing in Agriculture*, vol. 4, no. 2, pp. 150-160, Jun. 2017, doi.org/10.1016/j.inpa.2017.03.003.
- [58] S. Aktan, "Sayısal görüntü analizi yardımıyla taze ve depolanmış yumurtalarda kalite özelliklerinin belirlenmesi", *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, cilt 6, no 1, 17-20, Oca. 2005. [Online] Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/>
- [59] S. Aktan, "Sayısal görüntü analizi ile etlik piliçlerde bazı karkas özelliklerinin belirlenmesi", *Hayvansal Üretim*, cilt 45, no 1, 14-18, Mar. 2004. [Online] Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr>
- [60] C. Schofield and J.A. Marchant, "Image analysis for estimating the weight of live animals", *Optics in Agriculture*, vol. 1379, pp. 209-219, Feb.1991, doi.org/10.1117/12.25092.
- [61] A. Zhang, B. Wu, C. Jiang, D. Xuan, E. Ma and F. Zhang, "Development and validation of a visual image analysis for monitoring the body size of sheep", *Journal of Applied Animal Research*, vol. 46, no. 1, pp. 1004-1015, Jan. 2018, doi.org/10.1080/09712119.2018.1450257.
- [62] M. Khojastehkey, A.A. Aslaminejad, M.M. Shariati and R. Dianat, "Body size estimation of new born lambs using image processing and its effect on the genetic gain of a simulated population", *J. Appl. Anim. Res.*, vol.44, no. 1, pp. 326-330, Jun. 2015, doi.org/10.1080/09712119.2015.1031789.
- [63] E. Dandıl, M. Turkan, M. Boğa ve K. K. Çevik, "Daha hızlı bölgesel - evrimsel sinir ağları ile sığır yüzlerinin tanınması", *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, cilt 6, 177-189, Eylül 2019, doi.org/10.35193/bseufbd.592099
- [64] Sahinrulman. "Lineer rulman". <https://www.sahinrulman.com/lineer-rulman-sbr-16uu>. Erişim tarihi: 11 Şubat 2020.
- [65] Sahinrulman. "Lineer rulman". <https://www.sahinrulman.com/lineer-rulman-sce-luu-serisi/lineer-rulman-sce-16-luu>. Erişim tarihi: 11 Şubat 2020.
- [66] Sahinrulman. "Vidalı mil". <https://www.sahinrulman.com/vidali-miller-ve-aksamlari/vidali-mil-scr-1204>. Erişim tarihi: 11 Şubat 2020.

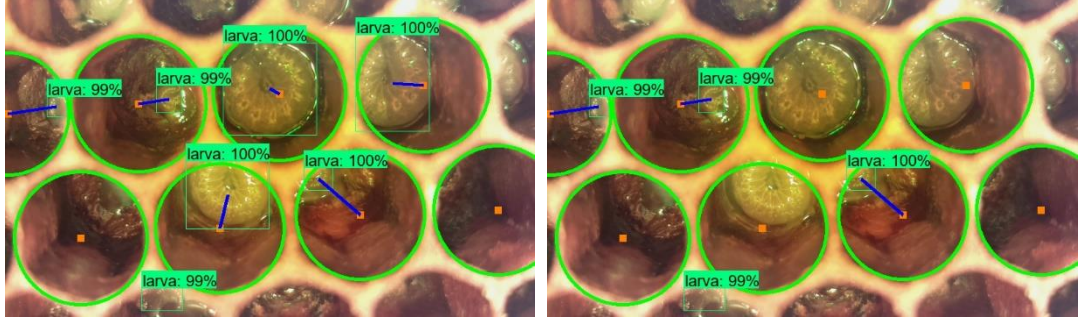
- [67] Sahinrulman. "Step motor". <https://www.sahinrulman.com/site/images/stories/teknik-ozellikler/stepmotor/Step-Motor-Nema-23-57BHH82-300E-21BE-57HS22.pdf>.  
Erişim tarihi: 11 Şubat 2020.
- [68] Sahinrulman. "Step motor". <https://www.sahinrulman.com/site/images/stories/teknik-ozellikler/stepmotor/Step-Motor-Nema-17-42BHH39W-040C-21-42HS02.pdf>.  
Erişim tarihi: 12 Şubat 2020.
- [69] Store.arduino. "Arduino mega 2560". <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>.  
Erişim tarihi: 12 Şubat 2020.
- [70] Wikipedia. "G- kodu". <https://tr.wikipedia.org/wiki/G-kodu>. Erişim tarihi: 12 Şubat 2020.
- [71] Wavesahare. "RPi-Camera". <https://www.waveshare.com/w/upload/6/61/RPi-Camera-User-Manual.pdf>. Erişim tarihi: 16 Şubat 2020.
- [72] Philica. "Analysis of a natural honeycomb by means of an image segmentation". [http://www.philica.com/printer\\_article.php?article\\_id=897](http://www.philica.com/printer_article.php?article_id=897). Erişim tarihi: 10 Mart 2020.
- [73] Muhendistan. "Python programlama dili nedir?". <https://muhendistan.com/author/wolfnatural/>. Erişim tarihi: 20 Mart 2020.
- [74] JetBrains. "The python IDE for professional developers". <https://www.jetbrains.com/pycharm/promo/>. Erişim tarihi: 22 Mart 2020.
- [75] Devnot. "TensorFlow nedir? Nasıl kullanılır?". <http://devnot.com/2019/tensorflow-nedir-nasil-kullanilir/>. Erişim tarihi: 25 Mart 2020.
- [76] Github. "LabelImg". <https://github.com/tzutalin/labelImg>. Erişim tarihi: 27 Mart 2020.
- [77] Pythontr. "OpenCV nedir ?". <https://www.pythontr.com/makale/opencv-nedir-271>.  
Erişim tarihi: 24 Nisan 2020
- [78] OpenCV. "Opencv nedir?". <https://opencv.org/about/>. Erişim tarihi: 25 Nisan 2020.
- [79] Ö.F. Söylemez and B. Ergen, "Circular hough transform based eye state detection in human face images," *2013 21st Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Haspolat, 2013.
- [80] A. Çelik ve E. Tekin, "Hough transform görüntü işleme yöntemiyle ekim makineleri için tohum sayma uygulaması", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp. 260-267, Nis. 2020, doi.org/10.31590/ejosat.araconf33.

[81] M.V. Smith, "The production of royal jelly", *Bee World*, vol. 40, no. 10, pp. 250-254, 1959, doi.org/10.1080/0005772X.1959.11096740.

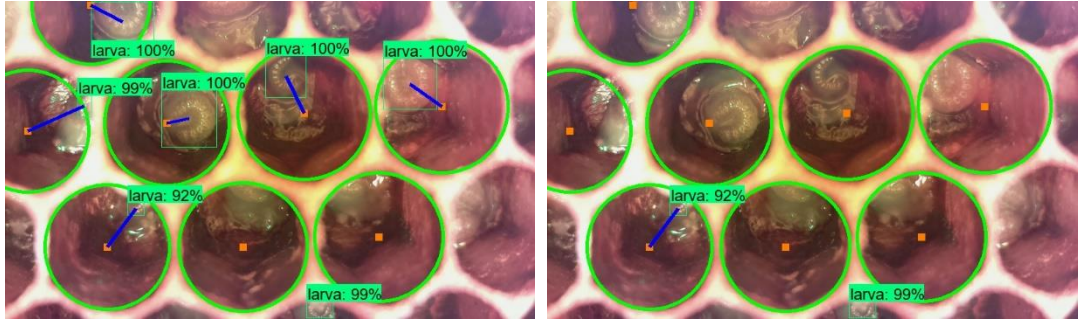
# **EKLER**

## EKLER

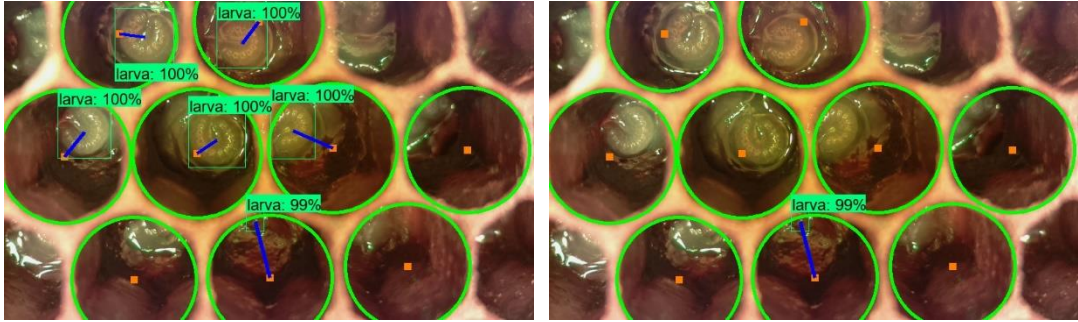
### EK A: Larva Tespiti ve Petek Gözü Tespiti Yapılan Fotoğraflar



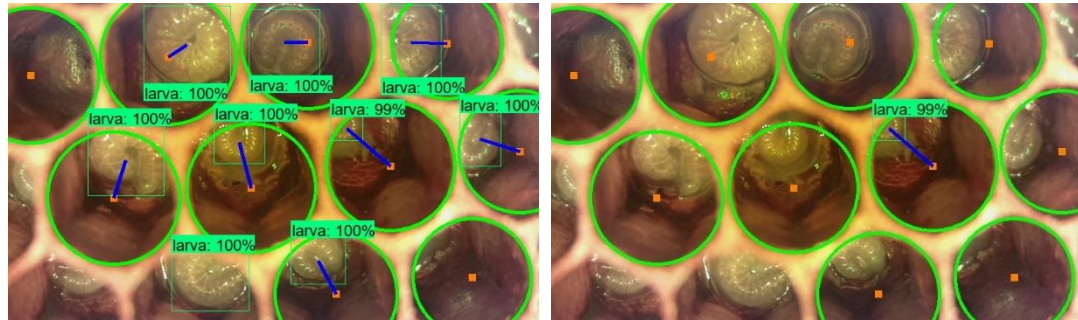
Şekil A.1: Larva ve petek gözü tespiti örnek 1.



Şekil A.2: Larva ve petek gözü tespiti örnek 2.

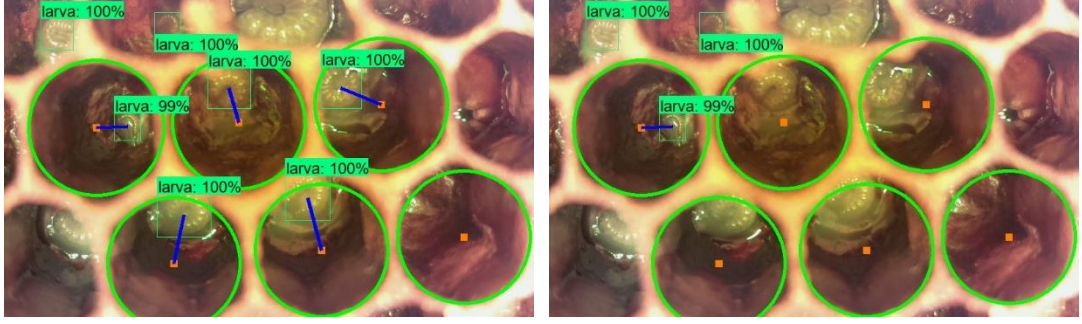


Şekil A.3: Larva ve petek gözü tespiti örnek 3.

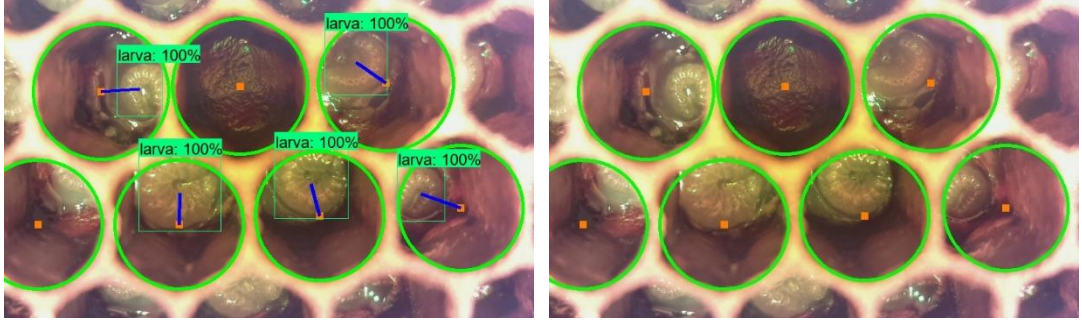


Şekil A.4: Larva ve petek gözü tespiti örnek 4.

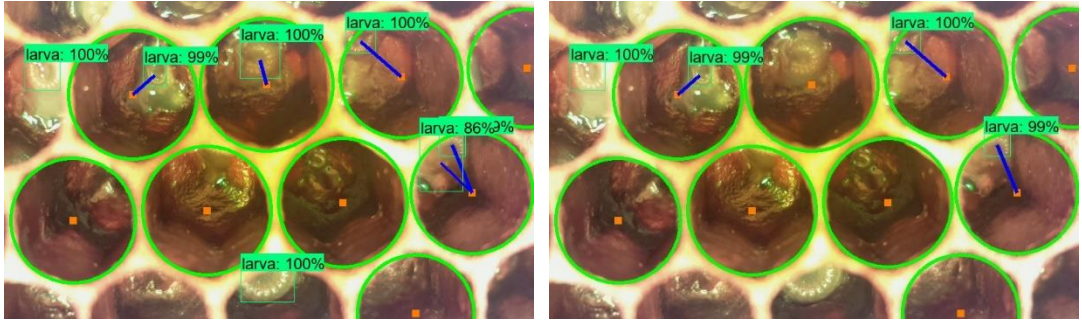




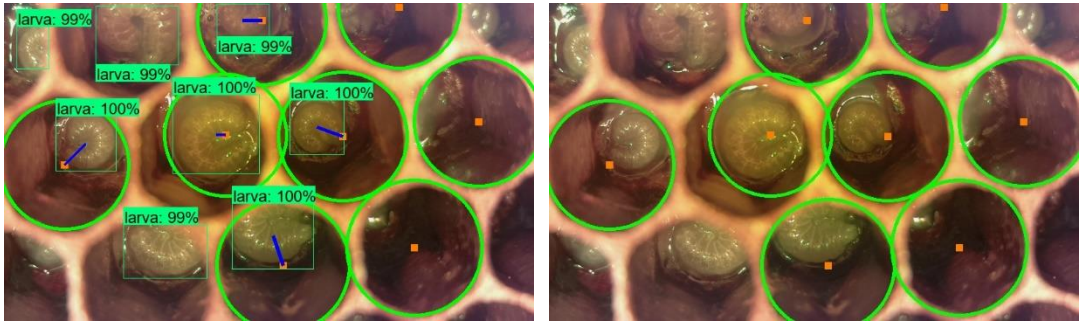
Şekil A.5: Larva ve petek gözü tespiti örnek 5.



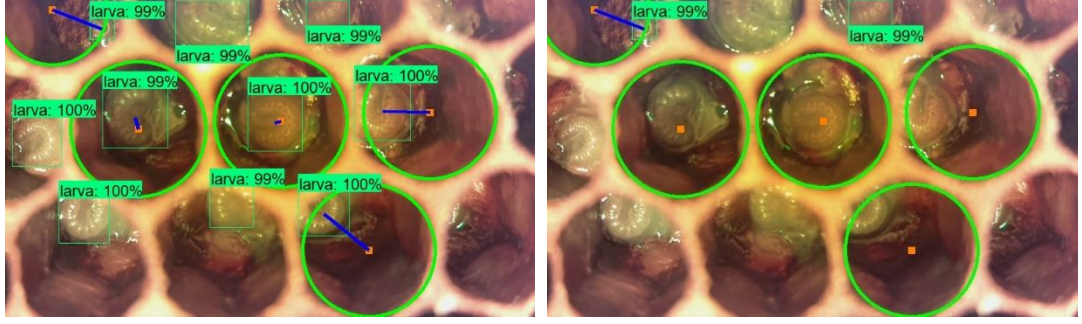
Şekil A.6: Larva ve petek gözü tespiti örnek 6.



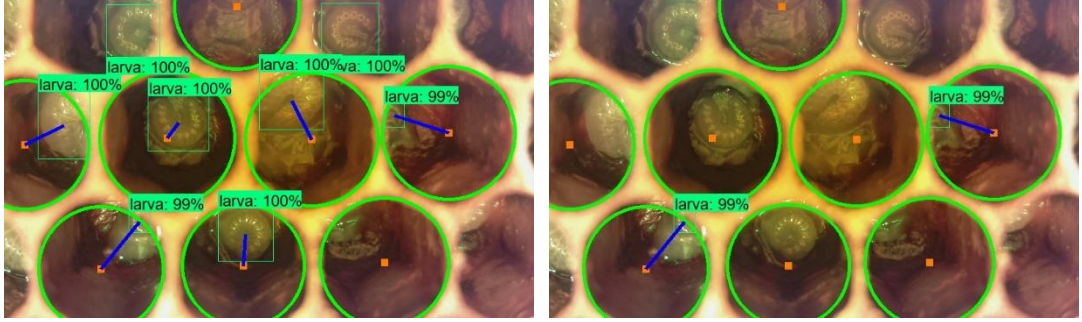
Şekil A.7: Larva ve petek gözü tespiti örnek 7.



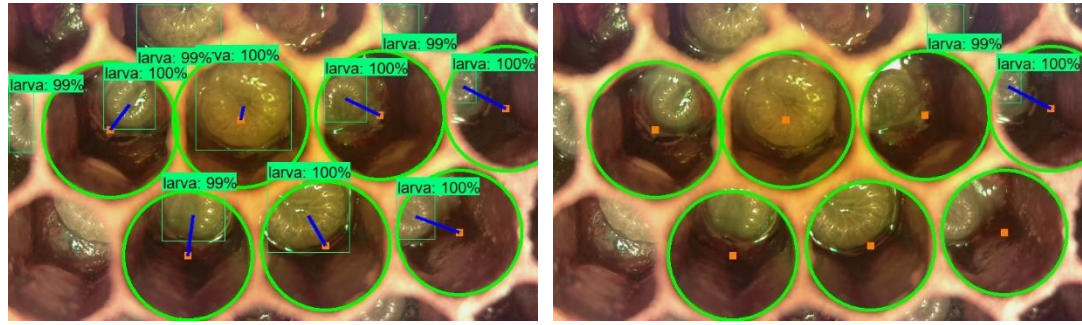
Şekil A.8: Larva ve petek gözü tespiti örnek 8.



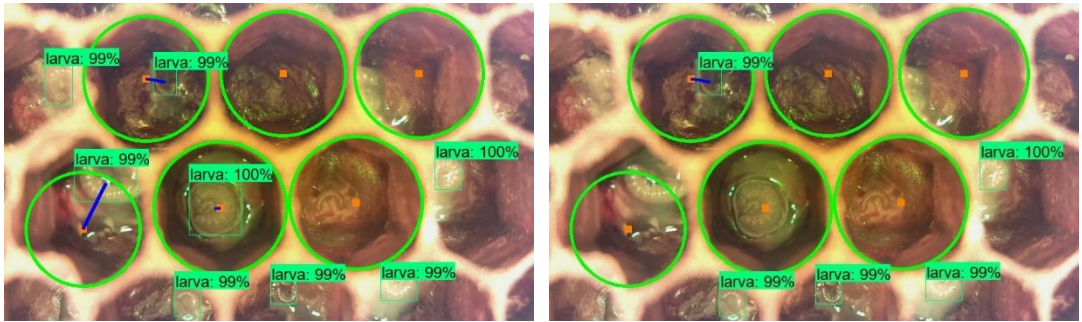
Şekil A.9: Larva ve petek gözü tespiti örnek 9.



Şekil A.10: Larva ve petek gözü tespiti örnek 10.

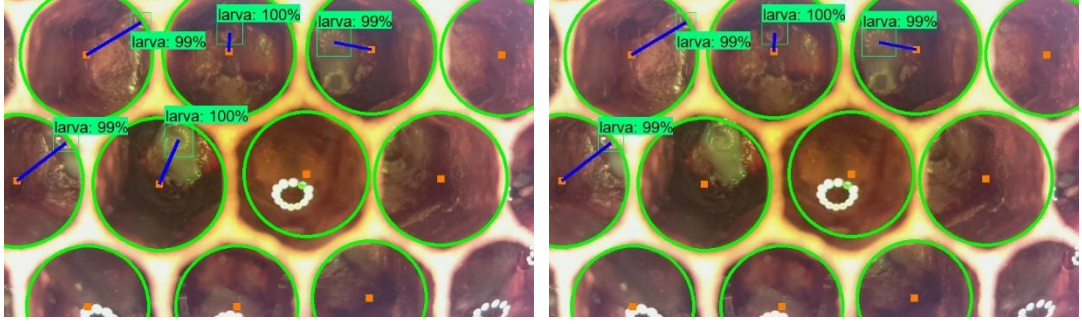


Şekil A.11: Larva ve petek gözü tespiti örnek 11.

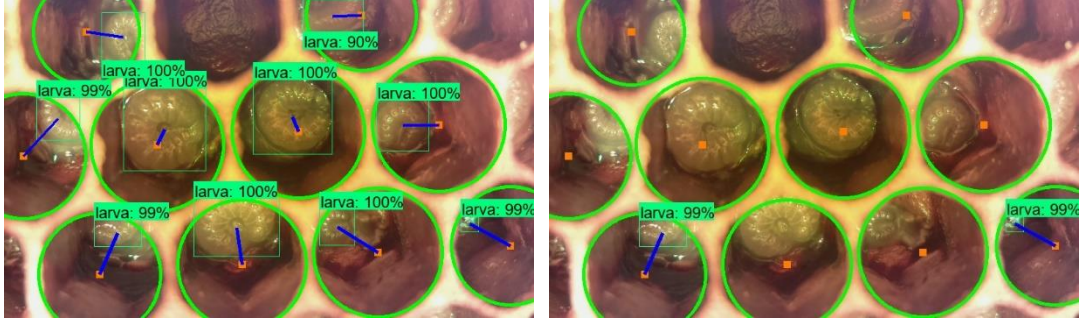


Şekil A.12: Larva ve petek gözü tespiti örnek 12.

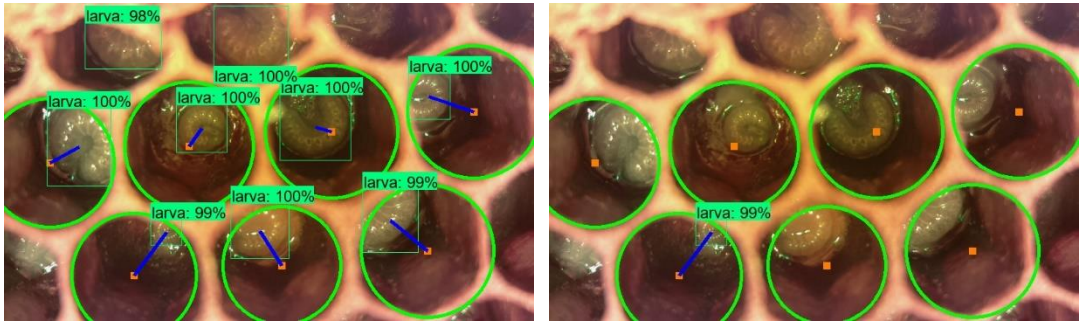




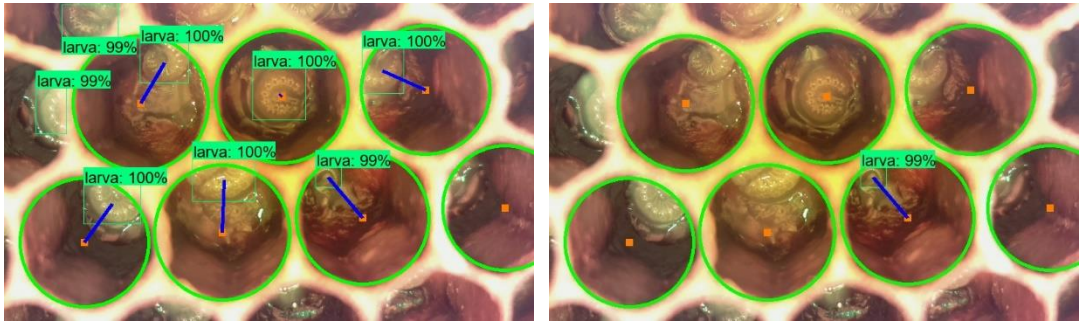
Şekil A.13: Larva ve petek gözü tespiti örnek 13.



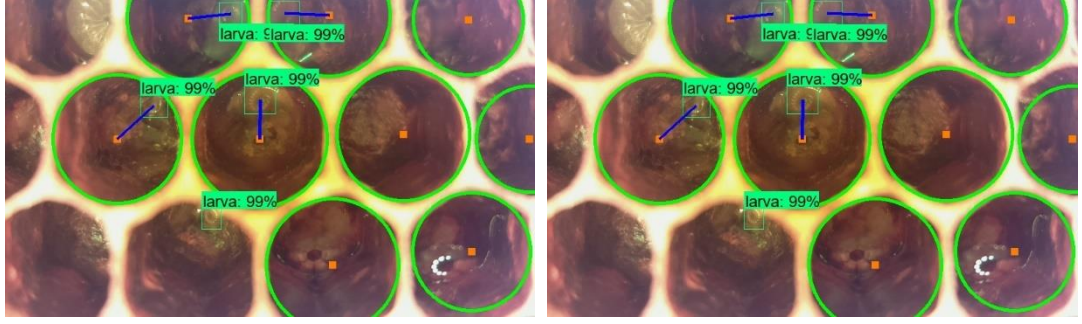
Şekil A.14: Larva ve petek gözü tespiti örnek 14.



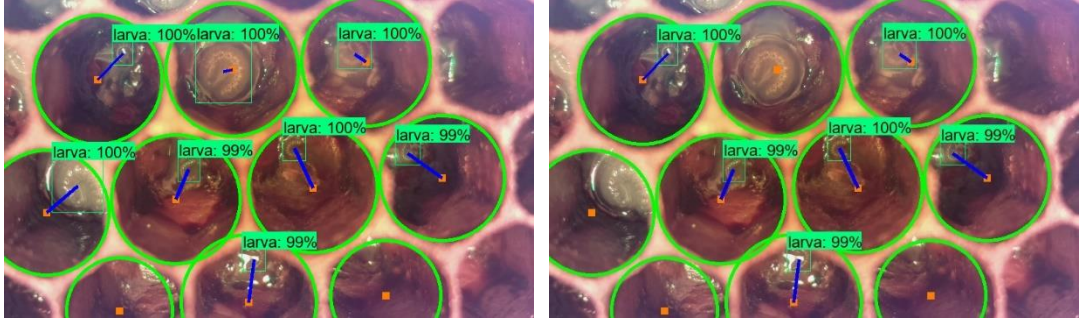
Şekil A.15: Larva ve petek gözü tespiti örnek 15.



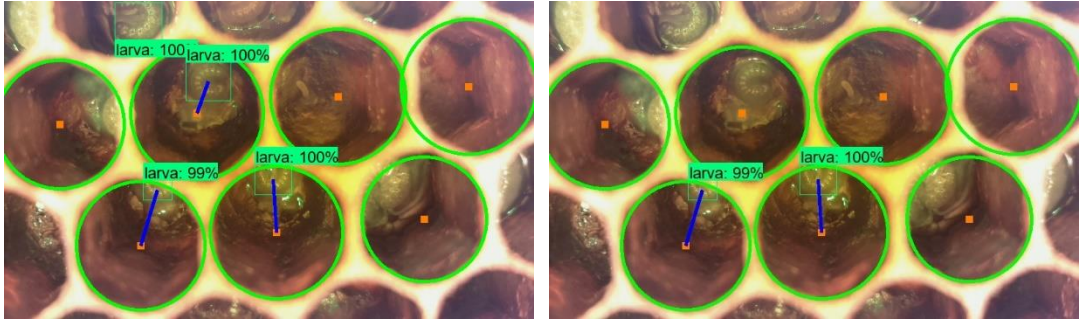
Şekil A.16: Larva ve petek gözü tespiti örnek 16.



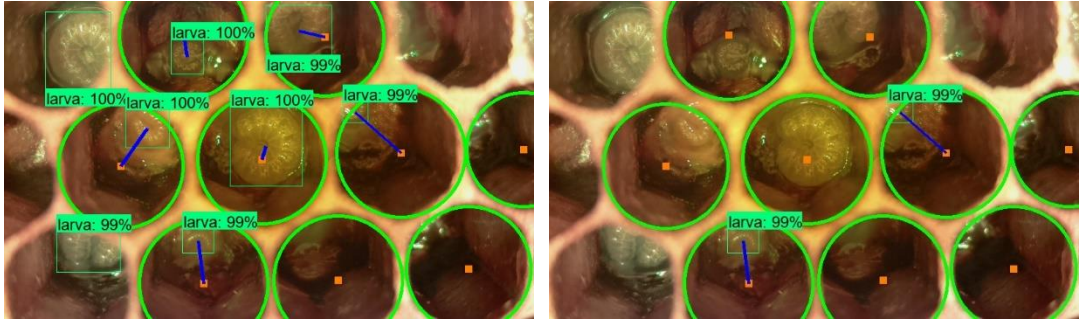
Şekil A.17: Larva ve petek gözü tespiti örnek 17.



Şekil A.18: Larva ve petek gözü tespiti örnek 18.



Şekil A.19: Larva ve petek gözü tespiti örnek 19.



Şekil A.20: Larva ve petek gözü tespiti örnek 20.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : AHMET GÜNGÖRMÜŞ  
Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1991 AKHİSAR  
e-posta : amtgngrms@gmail.com

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Lisans	Balıkesir Üniversitesi / Elektrik-Elektronik Mühendisliği	2016