



**T.C. İSTANBUL T CARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN B LİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEYVE ALGILAYAN VE TANIYAN MEKANİZE ROBOT

Erdem ABAT

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Metin TURAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
B LGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANAB LİM DALI
İSTANBUL - 2022**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Erdem ABAT tarafından hazırlanan "**Meyve Algılayan ve Tanıyan Mekanize Robot**" adlı tez çalışması 29 / 11 /2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Dr. Öğr. Üyesi Metin TURAN**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Ali AKMAN**
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Jüri Üyesi **Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Turgut AKGÜN**
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Onay Tarihi: 13.12.2022

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 13.12.2022 tarih ve 2022/368 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 7. maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen "Erdem ABAT" adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Doğan KAYA
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

13.12.2022

Erdem ABAT

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1. Robot Gövdesinin Tasarımı	27
3.2. Robot Kol Tasarımı	29
3.3. L298N Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı.....	31
3.4. Arduino Uno Kartı	32
3.5. Raspberry Pi 3.....	33
3.6. Robotun Programlanması	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MEYVE ALGILAYAN VE TANIYAN MEKANİZE ROBOT

Erdem ABAT

**İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Metin TURAN

2022, 62 sayfa

Günümüzde robotik alanda sanayi, keşfedilmiş veya henüz keşfedilmeyen yerlerin tespit edilmesi, nesne sınıflandırılması, nesne tanıma gibi birçok alanda çalışmalar yapılmaktadır. Tasarlanan robotlar kullanım alanına göre otomobil, insan vücudu ya da kolu gibi farklı şekillerde olabilmektedir. Bu çalışmaların ortak hedefi insan yükünü azaltarak, insanların yapabildiği eylemleri robotların yapabilmesini sağlamaktır. Bu süreçler hem donanımsal hem de yazılımsal boyutlarda ele alınmaktadır. Makinelere öğrenme ve öğrendiğini uygulayabilme yeteneğini yapay zekâ bize sağlamaktadır. Yapılan bu çalışmadaki amaç, robotun erişebileceği konumda olan meyvelerin algılanması, tanınması ve meyvelerin toplanarak farklı bir lokasyona taşınmasını sağlayabilen mobil kollu bir robot tasarlamaktır. Denemeler sonucunda elde edilen sonuçlarda yeterli seviyede ışık ve açı sağlandığında nesnelerin doğru tanınmasında ortalama %95, tespitinde ise ortalama %90 başarı oranları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, görüntü işleme, raspberry pi, robot, yapay zekâ.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MECHANIZED ROBOT DETECTING AND RECOGNIZING FRUITS

Erdem ABAT

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Computer Engineer**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Metin TURAN

2022, 62 pages

Today, studies are carried out in many fields such as industry, detecting discovered or undiscovered places, object classification, object recognition in the field of robotics. The designed robots can be in different shapes such as automobile, human body or arm according to the usage area. The common goal of these studies is to reduce the human burden and enable robots to perform actions that humans can do. These processes are handled in both hardware and software dimensions. Artificial intelligence provides us with the ability to learn and apply what it has learned to machines. The aim of this study is to design a mobile arm robot that can detect and recognize fruits that are within reach of the robot, and collect and transport the fruits to a different location. In the results obtained as a result of the experiments, when sufficient light and angle are provided, an average of 95% success rate in the correct recognition of objects and an average of 90% in their detection were achieved.

Keywords: Arduino, artificial intelligence, image processing, mobile robot, raspberry pi.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Metin TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Erdem ABAT
İSTANBUL, 2022



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Robot zemin tasarımı.....	28
Şekil 3.2. Robot gövde tasarımı.....	29
Şekil 3.3. Robot kol tasarımı.....	30
Şekil 3.4. Robot tasarımı	31
Şekil 3.5. L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı	32
Şekil 3.6. Arduino devresi kurulumu	32
Şekil 3.7. Raspberry Pi 3 devresi kurulumu	33
Şekil 3.8. Kullanılacak değişkenlerin belirlenmesi	34
Şekil 3.9. Arduino ile haberleşmek için gerekli ayarlar	34
Şekil 3.10. Motorların mesafeye bağlı olarak çalışma prensiplerinin ve mobil uygulama kontrollerinin tanımlanması.....	35
Şekil 3.11. Mobil uygulamadan gelen parametrelerin kontrolü ve ilgili motorun aktif hale gelmesi	36
Şekil 3.12. Motor açılarının tanımlanması.....	37
Şekil 3.13. Kamera yardımıyla görüntü tanıma aşaması.....	38
Şekil 3.14. MobileNet eğitim seti	39
Şekil 3.15. Nesnelerin isimleri.....	40
Şekil 4.1. Yanmış L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı	42
Şekil 5.1. Portakal görüntü incelemesi.....	45
Şekil 5.2. Portakal ve muz görüntü yakalama anı	45
Şekil 5.3. Birden çok meyvenin görüntü incelemesi.....	46
Şekil 5.4. Az ışık altında köpük muz görüntü incelemesi.....	47
Şekil 5.5. Çok az ışık altında köpük portakal görüntü incelemesi	47
Şekil 5.6. Az ışık altında köpük elma ve muz görüntü incelemesi	48
Şekil 5.7. 30 derece ışık altında köpük muz görüntü incelemesi	49
Şekil 5.8. 60 derece ışık altında köpük portakal görüntü incelemesi.....	49
Şekil 5.9. Az ışık altında gerçek portakal ve muz görüntü incelemesi	50
Şekil 5.10. Çok az ışık altında gerçek elma, portakal ve muz görüntü incelemesi	51
Şekil 5.11. 30 derece ışık altında gerçek elma görüntü incelemesi.....	52
Şekil 5.12. 60 derece ışık altında gerçek elma, portakal ve muz görüntü incelemesi	52
Şekil 5.13. Köpük elma görüntüsü	54
Şekil 5.14. Köpük elma yakalama görüntüsü.....	54
Şekil 5.15. Köpük portakala yaklaşma görüntüsü.....	55
Şekil 5.16. Köpük portakal yakalama görüntüsü.....	56

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 5.1. Meyvelerin algılanma başarı oranları.....	44
Çizelge 5.2. Köpük meyvelerin farklı ışık ve açılarda algılanma başarı oranları	46
Çizelge 5.3. Köpük meyvelerin 30 ve 60 derece açılarda algılanma başarı oranları	48
Çizelge 5.4. Gerçek meyvelerin farklı ışık ve açılarda algılanma başarı oranları	50
Çizelge 5.5. Gerçek meyvelerin 30 ve 60 derece açılarda algılanma başarı oranları	51
Çizelge 5.6. Köpük meyvelerin taşınma başarı oranları.....	53
Çizelge 5.7. Köpük meyvelerin farklı ışık ve açılarda taşınma başarı oranları	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACL	Denetim Komut Dili
API	Uygulama Programlama Arabirimi
ASR	Otomatik Konuşma Tanıma
ATR	Ortalama Gerçek Aralık
AVR	Arttırılmış Sağ Voltaj
BGR	Mavi, Yeşil ve Kırmızı
CCD	Şarjlı-Bağlı Cihaz
CNC	Bilgisayar Sayısal Kontrolü
CNN	Konvolüsyonel Sinir Ağları
COG	El Bölgesinin Ağırlık Merkezi
DC	Doğru Akım
DNN	Derin Sinir Ağı
DOF	Dört Serbestlik Dereceli
DTW	Dinamik Zaman Atlama
EEG	Elektroensefalografi
EMG	Elektromiyografi
FDM	Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi
FSR	Kuvvet Algılama Direnci
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
GUI	Grafiksel Kullanıcı Arayüzü
HD	Yüksek Çözünürlük
HMI	İnsan Makine Arayüzü
HTTP	Köprü Metni Aktarım Protokolü
IBM	Uluslararası İş Makineleri
IG	Bilgi Kazancı
IP	İnternet Protokolü
IR	Kızılötesi
I2C	Entegre Devre
LCM	En Küçük Ortak Katlar
LED	Işık Yayan Diyot
LOSO	Süper Deneme Dışı Bırakma
LOUO	Kullanıcıyı Dışarıda Bırakma
LR	Lojistik Regresyon
ML	Makine öğrenme
MicroSD	Güvenli Sayısal Mikro Kart
MLP	Çok Katmanlı Algılayıcı
MP	Megapiksel
NB	Naive Bayes
OpenCV	Açık Kaynak Bilgisayar Görüşü Kütüphanesi
PC	Kişisel Bilgisayar
PCA	Temel Bileşen Analizi
PID	Oransal İntegral Türev
PSU	Güç Kaynağı Ünitesi
RF	Radyo Frekans
RLE	Çalışma Uzunluğu Kodlaması
RMIS	Robotik Yardımlı Minimal İnvaziv Cerrahi

ROV	Uzaktan Kumandalı Araç
RGB	Kırmızı, Yeşil ve Mavi
SA	Benzetimli Tavlama
SDK	Yazılım Geliştirme Kiti
SVM	Destek Vektör Makinesi
TCP	Geçiş Kontrol Protokolü
TTL	Transistörden Transistöre Mantık
TTS	Konuşma Metni
UKF	Kokusuz Kalman Filtre
USART	Evrensel Senkron Asenkron Alıcı Verici
USB	Evrensel Seri Veri Yolu
V	Volt
VIP	Video Görüntü İşleme
ZRR	ZenRobotics Geri Dönüştürücü
2D	2 Boyutlu
3D	3 Boyutlu



1. GİRİŞ

İnsanların en temel özelliklerinden olan keşfetme ve öğrenme gücü yaşam standartlarını iyileştirmede önemli bir rol almaktadır. Örneğin, bir nesneyi taşıma eylemi aslında çok karmaşık ve zor bir süreçtir. Bu süreci kendimizin aşama aşama planladığını hayal edersek, aslında bu işin zorluğunu fark edebiliriz. Bu süreç günümüzde, insan gücünün yetemediği durumlarda farklı yöntem ve araçlar kullanılarak otomatize edilmiştir. İnsanların yapabildikleri neredeyse tüm işleri ve insana özgü olan karar verme ve düşünme sürecini robotlara uyarlama çalışmaları devam etmektedir (Fard vd., 2016). Robota eklenebilecek özelliklerden olan düşünme yeteneği için yapay zekâ alanında yapılan çalışmalar hız kazanmıştır (Lary vd., 2021). Bu araştırmada, günümüzde sıradan bir eylem olarak yapmakta olduğumuz nesnenin bir yerden farklı bir konuma götürülme eylemini ve nesnenin tanınmasını robot aracılığıyla yapabilmek amaçlanmıştır. Günümüzde nesne tanıma çalışmaları (bilgisayarlı görü) yaygın bir çalışma alanıdır. Fiziksel olarak nesnelerin ayrıştırılması (sınıflandırma) da bu süreçteki farklı uygulama alanlarında kullanılan bir yöntemdir. Bu süreçleri entegre etmiş sanayi robotları geliştirilmektedir (Lukka vd., 2014). Çalışma, süreçlerin entegrasyonunu hem yazılımsal hem de donanımsal gerçekleştirmesini örnekleyen ufak prototip bir model amacı taşımaktadır. Çalışmada nesne olarak küçük meyveler seçilmiştir. Ev ortamında robotun erişebileceği alan içerisinde olan hafif meyvelerin taşınması hedeflenmiştir. Küçük bir mobil robot tasarlandığından, fiziksel kapasitesi güç kaynağına bağlı olarak sınırlıdır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde yapılan çok farklı çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri olan bu çalışmada (Ali vd., 2018), endüstriyel uygulamalar için vizyon tabanlı bir nesne sıralama robot manipülatörünün geliştirilmesinin çok aşamalı bir süreci sunulmaktadır. Modern endüstriyel robot Scrobot-ER 9 Pro, çalışmada kullanılan robot türüdür. Robota eklenen kamera ile hedefe ulaşabilmesi sağlanmıştır. Çalışmada Matlab, Visual Basics ve Scrobase yazılım programları kullanılmıştır. Robotu kontrol etmek için belirli bir Gelişmiş Kontrol Dili (ACL) denetleyicisi kullanılmaktadır. Robot, insan koluna benzer bir kola sahiptir. Geliştirilen yazılım ile robot haberleşerek donanımların kullanılabilirliği sağlanmıştır. Geliştirilen sistem ile başlangıçta Scrobot-ER 9 Pro robotu manuel olarak kontrol edilebilirken artık robotun otomatik çalışmasına yol açan görüş kaynağının eklenmesi sağlanmıştır. İlk aşama, PC'ye bağlı bir kamera ile Matlab kodlaması ile gerçekleştirilen nesnelerin görüntü işlemesidir. Bu aşamada nesnelerin konumları hakkında sayısal bilgiler elde edilmektedir. Sonraki aşamalarda bu veriler Visual Basics ortamında işlenmekte ve robota bağlı Scrobase yazılımı tarafından kullanılmaktadır. Görüntü işlemedeki amaç blokların görüntüsünü yakalamak, blokların alanlarını belirlemek, sıralamak, merkez koordinatlarını almak ve buna göre düzenlemektir. Boyut, şekil ve renge göre sıralanan tüm nesneler bir dosyada tablo olarak saklanmaktadır. Matlab'dan alınan dijital veriler Visual Basic ve RoboCell tarafından işlenmekte ve robot, bir nesnenin boyutuna, şekline ve rengine dayalı olarak seç ve yerleştir işlemini başarıyla gerçekleştirebilmektedir.

Bir parçanın kavrandıktan sonra konumunu ve/veya yönünü tahmin etmek için yapılan çalışmada (Aivaliotis vd., 2017), bir görsel tanıma hizmeti kullanarak karmaşık parçaların robotik manipülasyonu anlatılmaktadır. İlk olarak, eğitim aşamasında, bir dizi görüntü, aynı özelliklere sahip, kullanıcı tarafından ortak özelliklerine göre etiketlenen bir sınıf oluşturmak için kullanılmaktadır. İkinci olarak, sınıflandırıcı kullanılarak etiketlenmemiş bir görüntü analiz edilebilmektedir. Çalışmada, IBM'in Watson Visual Recognition hizmetinden yararlanılmıştır. Paralel kavrayıcı ile donatılmış robotik bir kol kullanılmıştır.

Daha iyi bir aydınlatma sağlamak için kameranın yanına bir led ışık kaynağı takılmıştır. Tüm prosedür, bir ana bilgisayar tarafından kontrol edilmiştir. İletişim protokolü olarak TCP/IP kullanılmıştır. İlk deney setinde, görme sisteminin çözünürlüğü değişirken sınıfların sayısı ve her sınıfın görüntü sayısı sabittir. Deneyler 60 sınıf ve sınıf başına 30 resimdir. Tüm durumlarda en yüksek cevap puanına sahip sınıf 4. Sınıf olmuştur. Her sınıftaki görüntü sayısının esas olarak servis yanıt süresini etkilediği, cevap puanlarının ise tüm deneylere çok yakın olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmada (Asif vd., 2010), otomatik yabancı ot tespit robotu için bir görsel yönlendirme sistemi sunulmaktadır. Görme sistemi Matlab ortamında gerçekleştirilmiş ve simüle edilmiştir. Amaç, yabancı ot tespit robotunun otomatik yabancı ot kontrolü için mahsulün sıralar arası boşlukları arasında otonom olarak gezinmesini sağlamak, işçilik maliyetini ve zamanı azaltmaktır. Geliştirilmiş görüş sisteminin ana bileşenleri, değiştirilmiş parametrelili Hough dönüşümü ve dinamik modeldir. Hough dönüşümü kullanılarak hesaplanan parametreler, otonom bir aracın poz ve oryantasyon hesaplaması için kullanılır. Dinamik model, değerlerin zaman içinde evrimi ve kareden kareye değerlerdeki değişiklikleri tahmin etmek için kullanılır. Model tabanlı yaklaşım, düz çizgiler, parabolik eğri veya 3B sahnenin eğri modeli gibi 2B projeksiyon modelini kullanır. Toprağı ve mahsulü RGB renk uzayında renk farklılıklarına göre sınıflandırmanın yanında renk bölütleme tekniği kullanılır. Bu görüntülerin sağlanabilmesi için de otonom araç üzerinde renkli kamera yerleştirilmiştir. Renk segmentasyonunu gerçekleştirmek için K-ortalama kümeleme algoritması kullanılmaktadır. Kümeleme sonucunu iyileştirmek ve bir görüntüdeki ince ayrıntıları azaltmak için Gauss filtrelemesi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda dinamik model olmadan izlemenin, dinamik modelle izlemeye kıyasla minimum hata gösterdiği gözlemlenmektedir. Dinamik model kullanıldığında yüksek hatanın nedeni Stokastik kaymadır. Sonuç olarak önerilen takip sisteminin yabancı ot tespit robotu için ürün sınırlarını etkin bir şekilde takip edebildiğini göstermektedir.

CNC makinelerinden oluşan esnek imalat hücrelerini konu alan bu çalışmada (Batur vd., 2016), ele alınan problem, üretim setinin tamamlanma süreci

boyunca geçen zamanı en aza indiren robot hareket ve parça sırasını bulmaktır. Bu amaçla SA algoritması kullanılmıştır. Sürecin aşamalarını temsil edecek bir vektör belirlenmiştir. Bu sürecin tanımladığı sıra, atama ve yerleşimlere göre; tüm parçalar giriş tamponundan alınmakta, ilgili makinelere aktarılmakta ve işlemleri tamamlandıktan sonra çıkış tamponuna teslim edilmektedir. İlk bölümünde işlenecek parçalar sıralandıktan sonra, çözümün ikinci kısmı ya birinci ya da ikinci makineler olacak şekilde oluşturulmuş ve son olarak n parçadan biri tahsis edilen zaman oranı ile tanımlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan dört alt strateji; parça değiştirme, atama değişikliği ve tahsis edilen kısmın değişikliği veya tahsis oranı şeklindedir. Deneysel sonuçlar, kabul edilebilir çözümlere çok hızlı ve etkili bir şekilde ulaşmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

Yapılan çalışmada nesneyi eş zamanlı olarak algılayabilen ve gerçek zamanlı olarak engellerden kaçabilen bir mobil robotik sistem geliştirilmiştir. Görüntü yakalamak için kullanılan Logitech marka web kamerası, sabit bir şekilde robota bağlanmış durumdadır. Elde edilen görüntüler bir depolama aracına aktarıldıktan sonra bilgisayar ortamında gri tonlamalı görüntüye dönüştürülerek incelenmektedir. Daha önceden depolanmış bir görüntü ile kıyaslanarak birbirlerine eşleşmeleri durumunda robot nesneye doğru hareket eder aksi durumda robot sola dönerek işlemi tekrarlamaktadır. Robotun karşılaşabileceği engellerin tespiti için robot üzerine IR sensörü monte edilmiştir. Herhangi bir engel ile karşılaşma durumunda sensör üzerinde bulunan led yanarak uyarı vermektedir. Engel ile karşılaştığında geriye doğru gidip ardından sola dönüş hareketini yaparak yeni bir yol bulmaya çalışmaktadır. Hareketlerin kontrolleri RF modül sinyali CC2500 aracılığıyla bilgisayar tarafından sağlanmaktadır. Bu haberleşme için PIC16F877A mikrodenetleyici kullanılmıştır. Kontrollerin sağlanması için gerekli olan kod MPLAB C kullanılarak geliştirilmiştir. Robotun hareket özelliğini sağlayabilmesi için arkaya 2 adet öne de 1 adet olmak üzere toplamda 3 adet tekerlek yerleştirilmiştir. Robota güç vermesi için sisteme 12V ve 9V şarj edilebilir piller eklenmiştir (Borse vd., 2012). Deneysel sonuçlar, terobotik ve akıllı sistemin bir

nesneyi algılama ve engellerden aynı anda kaçınma gereksinimlerini karşılayabildiğini göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada bilardo masasının üzerinde yer alan topların görüntü işleme ile tanımlanması ve kalibrasyonu için yöntemler sunulmaktadır (Chua vd., 2017). Masa üstünün kalibrasyonu, masa oyun alanının (masanın iç kaplaması), topun yarıçapının ve ceplerin belirlenmesini içermektedir. Kalibrasyondan sonra, top konumları olabilecek olası kümeleri belirlemek için daire tespiti yapılmaktadır. Bu, Dairesel Hough dönüşümü yöntemiyle yapılmıştır. Toplar düz veya şeritli ve ayrıca beyaz ve siyah olacak şekilde sıralanmıştır. Daha sonra topların ağırlık noktaları hesaplanır ve bir sonraki aşamaya geçirilir ve oyuncu için en iyi atış bulunur. Elde edilen sonuçlar kalibrasyonda kabul edilebilir sonuçlar göstermektedir.

Yapılan çalışmada (Diallo vd., 2015), ziyaretçilere Asya Pasifik Üniversitesi Mühendislik Laboratuvarları'nda rehberlik etmek için tasarlanmış etkileşimli bir otonom tur rehberi robotu açıklanmaktadır. Yapılan sistem Raspberry Pi 2 ile tasarlanmış olup düşük maliyetlidir. Otonom navigasyon, ultrasonik sensörler, 4 adet tekerlek ve basit bir web kamerası kullanılarak görüntü işleme yardımıyla duvar izleme yoluyla gerçekleştirilmektedir. Kullanılan bit düzeyinde görüntü işleme karşılaştırma yöntemi OpenCV'de yazılmıştır. Robot ile haberleşme robotun üzerine yerleştirilen bir Android tablet üzerinde ses tanıma ile sağlanmaktadır. Robot ve ziyaretçiler arasındaki iletişim için Google konuşma tanıma API'leri kullanılmıştır. Ultrasonik sensörler ve motorların tümü, Raspberry Pi ile veri alışverişi yapmak için I2C iletişimini kullanan bir Arduino Mega Mikro denetleyicisine bağlanmıştır. Bir istemci sunucu iletişim protokolü olan Köprü Metni Aktarım Protokolü (HTTP), Pi (sunucu) ve tablet (istemci) arasında bilgi alışverişi yapmak için kullanılmaktadır. Tanıma doğruluğunu etkileyen faktörler şunlardır: çevredeki gürültü, internet bağlantısı, kullanıcının konuştuğu mesafe, ne kadar yüksek sesle konuştuğu, İngilizce aksanı ve konuşma hızı. Kötü durumdaki aydınlatmada tanıma oranı %90 civarında olmaktadır. Ancak, laboratuvarlarda ekstra ışık ekleyerek aydınlatma koşullarını iyileştirdikten sonra tanıma oranı %98,9'a yükselmiştir. Konuşma algılama doğruluğunun tüm sistem için %84,2 civarında olduğu

tahmin edilmektedir ve bu da %15,8'lik bir kelime hatası oranına yol açmaktadır.

Yapılan bu çalışmada (Fard vd., 2016), cerrahın Robotik Yardımlı Minimal İnvaziv Cerrahi (RMIS)'deki performansını otomatik olarak değerlendirmek için makine öğrenme yöntemlerini uygulamaktadırlar. Çalışmada, Kinematik Analiz teorisi kullanılmıştır. Özellikle, Lojistik Regresyon ve Destek Vektör Makinesi'ni karşılaştırmışlar. Farklı beceri seviyelerine sahip sekiz sağlık cerrah yaklaşık 5 kez dikiş atmıştır. Öznitelikleri çıkarmak için Da Vinci Robotu'nun API'sini kullanarak 30 Hz'de yakalanan kinematik verileri analiz etmişlerdir. Cerrahlar puanlara bağlı olarak uzmanlar ve acemiler olmak üzere iki farklı kategoriye ayrılmıştır. Öznitelikleri hesaplamadan önce, ham veriler, Regresyon Ağırlıklı Doğrusal En Küçük Kareler yöntemi kullanılarak filtrelenmiştir. Son olarak, her alandan toplam 17 öznitelik türetilmiştir. Ardından, olası ilişkili özellikler kümesini indirmek için Temel Bileşen Analizi'ni (PCA) kullanmışlardır. Sistemin performansını hesaplamak için sınıflandırıcı doğrulaması, iki model doğrulama şeması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Birincisi, her bir cerrah için bir denemenin test için dışarıda bırakıldığı bir Süper Deneme Dışı Bırakma'dır (LOSO). İkincisi, test için bir cerrahın tüm denemelerini dışarıda bıraktığımız bir Kullanıcıyı Dışarıda Bırak'tır (LOUO). İlk doğrulama yöntemi, tüm denekler için bir denemeyi dışarıda bırakarak bir görevi tekrarlamak için bir yöntemin sağlamlığını değerlendirirken, ikinci kurulum, eğitim verilerinde daha önce bir cerrah görülmediğinde bir yöntemin sağlamlığını değerlendirmiştir. Elde edilen en iyi genel doğruluğun LOSO'da %85,7 ve LOUO'da %71,9 olduğunu göstermiştir. Sonuçlar ayrıca LOSO için lojistik regresyon ve LOUO modeli doğrulama şeması için SVM'nin en iyi sınıflandırma performansını sağladığını göstermiştir. Neredeyse tüm deneyler için, elde edilen en iyi genel doğruluğun, LOSO şeması için lojistik regresyondan elde edildiğini, SVM'nin ise LOUO için en iyi sonucu verdiğini göstermiştir.

Yapılan çalışmada bir robot hareketini kontrol etmek için başın sağ ve sol hareketlerini kullanan bir kafa hareketine dayalı İnsan Makine Arayüzü (HMI) konu alınmaktadır. Destek Vektör Makinesi (SVM) sınıflandırıcısı ve uyarlamalı güçlendirme öğrenme yaklaşımını kullanarak çok modlu giriş, EMG sensörü ve

yüz görüntüsü bilgileri kullanılmaktadır. Problemleri basitleştirmek için Haar sınıflandırıcı ve Hough dönüşümü kullanılmıştır. Omuz ve baş hareketindeki değişiklikleri ölçmek için FSR'yi (Kuvvet Algılama Direnci) önerilmiştir. Görüntü toplama aracı ve önerilen algoritma yardımıyla kullanıcının yüzü tanınmaktadır. Kontrol komutu ile robot hareketi arasındaki ilişki; yüz öndeyse (Düz Kafa) robot ileri doğru hareket eder, kafa sağa doğru hareket ederse robot sağa döner, kafa sola doğru hareket ederse robot sola döner ve baş aşağı ve görüntüde yüz görünmüyorsa robotta hareket olmamaktadır. Ana fikir, yalnızca yüz bölgesindeki pikselleri tanımlamak ve Morfolojik işlem kullanarak bu piksel değerini 255'e (gri görüntü için) ve kalan görüntü piksel değerini 0'a dönüştürmektir. İkili görüntü, görüntünün x değeri (x, y) temelinde üç parçaya bölünür, böylece sol, merkez ve sağ olmak üzere üç bölge oluşturulmaktadır. Pixellerin konumlarına göre görüntüden elde edilebilen dört koşul kullanılarak dört sinyal üretilir ve USART aracılığıyla robotun mikro denetleyicisine iletilir ve bu sinyal robot hareketlerini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Matlab kodları görüntü yakalamak, görüntüyü saklamak, oluşturmak için kullanılmıştır. Robotun kontrol programı AVR STUDIO derleyicisi kullanılarak C dilinde yazılmıştır. Kafa hareketi algoritmasından elde edilen L, F, R ve S çıkış sinyalleri, PC'den gelen sinyal verilerini mikrodenetleyiciye uygun ikili sinyallere dönüştüren tam çift yönlü USB-TTL dönüştürücüye verilmektedir. Mikrodenetleyici belirli sinyaller üretir ve bu sinyaller, mantık tablosuna dayalı olarak robotun hareketindeki varyasyonu veren bir motor sürücüsüne (L293D) gitmektedir (Gautam vd., 2014). Yapılan deneyler sonucunda kafa hareketlerini algılayabilen bir algoritma başarıyla uygulanabilmiştir.

Yapılan bu çalışmada (Ghouse vd., 2017), nesneleri algılamak için bir dizi sensör, yüz algılama için görüntü işleme kullanarak gözetleme ve keşif yapabilen bir robot ele alınmıştır. Geliştirilen sistem, kara mayınlarını, zehirli gazları, yangını ve ısı yayan yaşam formlarının konumlarını tespit edebilen bir robotun geliştirilmesine odaklanmaktadır. Robot, dikey olarak minimum alan tüketilecek şekilde tasarlanmıştır. Tüm sensörler, bu durumda Raspberry Pi 3 olan mikro denetleyici ile birlikte çerçeveye takılmıştır. Raspberry Pi ile depolama amacıyla bir MicroSD kart kullanılmaktadır. Her bir kişiyle ilişkili

fotoğrafların ve kimliklerin veri tabanı burada saklanmaktadır. Raspberry Pi 3 kablosuz bağlantıyı desteklediğinden, kontrol sisteminin bağlı olduğu aynı ağa kablosuz olarak bağlanmıştır. Robot, veri tabanında halihazırda güncellenmiş olan her yüzü tanımaktadır. 20 adet fotoğraf tarayıp çekerek veri tabanındaki yeni bir kişiyi kolayca güncellemektedir. Kişi belirli bir kimlikle ilişkilendirilir ve kimlik kişinin adıyla ilişkilendirilir, bu nedenle söz konusu kişi web kamerasının önünde görüldüğünde sistem, referans için veri tabanındaki fotoğrafları kullanarak yüz hatlarını algılar ve kişinin adını görüntülemektedir. Bu, rehin alma durumları, savaş alanında düşmüş askerleri bulma, çalınan nesneleri alma, gaz sızıntısı veya radyasyon bulunan alanlarda gözetleme, kara mayınlarını tespit etme ve çeşitli uygulamalar için kullanılabilir.

Yapılan çalışmada (Gopalapillai vd., 2017), veriler ortamın çoklu görünümünden oluştuğunda, makine öğrenimi teknikleri kullanılarak robotik verilerin analizini sunmaktadır. Çalışma, zaman serisi verilerinin benzerlik ölçüsünü veren Dinamik Zaman Atlama (DTW) mesafesini kullanmıştır. Çalışma, Irvine'nin makine öğrenimi deposundan alınan verileri kullanmıştır. Bu çalışmada tam bağlantı kümeleme algoritması uygulanmış ve bu yöntemle elde edilen sonuçlar %88 ile %97 arasında değişmektedir. İlgili bir çalışma, çevre hakkında bilgi toplamak için düz bir hat yolunu izleyen 4 sensörle donatılmış bir robotla deneysel kurulum kullanmaktadır. Elde edilen doğruluk %73 ila %98 aralığındadır. Zaman serisi verileri üzerinde çalışan bir dişli kutusunun sağlığını belirlemek için bir kümeleme algoritması (K-ortalamlar) ile tahmin edici-düzeltilici filtre modeli kullanılarak zaman serisi tahmini kullanılmaktadır. Simüle edilmiş ortamlardan veri toplamak için Firebird V robotu kullanılmıştır. Robot, kızılötesi yakınlık sensörleri (IR) ve termal görüntüleme sensörleri ile donatılmıştır. Robot bir köşeye yerleştirilir ve karşı köşelere hareket eder, bu sırada sensörler ortamdaki verileri toplamaktadır. Toplanan verilerde bulunan gürültüleri, istenmeyen okumaları ortadan kaldırmak için kırpmaya yapılmaktadır. Bu çalışmada, öznelik sayısını azaltmak için IG tabanlı Öznelik Seçme tekniği uygulanmıştır. Kullanılan sınıflandırıcılar; Lojistik Regresyon (LR), Naive Bayes (NB), Adaboost ve Destek Vektör Makinesi (SVM), Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP)'dir. Zaman serisi verilerinin sınıflandırılması ve

gerçek dünya veri madenciliği problemlerini çözmek için açık kaynaklı bir araç takımı olan Weka kullanılmıştır. Amaç, verileri 7 senaryo olan 7 sınıfa ayırmaktır. Model, Adaboost sınıflandırıcı kullanılarak 4IR+2Thermal veri seti için %99.03 yüksek doğruluk göstermektedir. SVM, veri seti olarak 4IR ile maksimum %98,07 doğruluk göstermektedir. MLP, 4IR veri seti ve ayrıca 2Thermal ile maksimum %98.07 doğruluk göstermektedir. LR, veri seti olarak 4IR+2Thermal üzerinden %98.07 maksimum performansa sahiptir. 2Thermal veri seti ile LR ve SVM doğruluğu azaltılmıştır. NB, diğer sınıflandırıcılara göre çok daha az olan veri seti olarak 4IR+2Thermal ile %83,65 maksimum performans göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada, tezgâh tipi sistemlerde yetiştirilen çileklerin hasadı için otonom bir robot geliştirilmiştir (Han vd., 2012). Geliştirilen robot, otonom bir araç, Dört Serbestlik Dereceli (DOF) bir manipülatör, iki DOF'lu bir uç efektör ve bir renkli bilgisayarlı görüş sistemi içermektedir. Çilek tespiti, sırasıyla bir stereo CCD renkli kamera ve bir lazer cihazından elde edilen 3 boyutlu görüntü ve mesafe bilgisine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bir kısıkaç ve bir kesiciden oluşan DC servo motor tahrikli bir uç efektör, çileğin kendisine zarar vermeden çilek sapını kavramak ve kesmek için tasarlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan çilek türü 'Jang-hee' olarak seçilmiştir ve tezgâh tipi bir ortamda yetiştirilmiştir. X, Y ve Z olmak üzere 3 farklı ekseninde robotun hareketi sağlanmıştır. Hasat etme işlemi için bir lazer mesafe bulucu ve renkli görüntüler kullanılarak olgunlaşmış çileğin konum bilgisi çıkarılmıştır. Çileklerin olgunluk derecesini belirlemek için renkli stereo görüntüler kullanılmıştır. Kameralar ile elde edilen görüntüler yardımıyla görüntü işleme tekniği kullanılarak meyveler tanımlanmıştır. Geliştirilen robot sistemi bir çileği 7 saniye içerisinde zarar görmeden hasat edebilmektedir.

Yapılan bu çalışma (Hegde vd., 2022), insan çabasını azaltmak ve çevreyi temiz tutmak için atılan çöpleri toplamak ve çöpleri ayırmak için robotik bir bot önermektedir. Bot, çöpü otonom olarak tanımlar ve biyolojik olarak parçalanabilen ve biyolojik olarak parçalanamayan olarak sınıflandırır. Robotik taban, sensörler, kontrolör, manipülatör ve çöp alanı ile donatılmış robotun ana çerçevesidir. Robotik taban iki tahrik tekerleğine ve pasif tekerleğe sahiptir.

Çöpü seçmek ve çöp alanına geri yerleştirmek için bir manipülatör kullanılmaktadır. Beş serbestlik aralığına sahip dört eklem içermektedir. Parçalı görüntü ile zeminin alanını ve yerdeki nesneyi sağlayabilmektedir. Nesne çöp olarak tanınırsa, manipülatör onu alır; aksi takdirde robot bunu bir engel olarak kabul eder ve bundan kaçınmayı planlar. Robotun hareketi sırasında ultrasonik sensör tarafından herhangi bir hurda algılanırsa robot durmakta ve nesne kamera kullanılarak algılanmaktadır. CNN ile algılama sayesinde atık, biyolojik olarak parçalanabilir veya biyolojik olarak parçalanamaz olarak tespit edilebilmektedir. Ortada bir tarafı gizlenecek ve diğer bölmeye çöp atılırken eğim sağlanacak şekilde kanat tipi konstrüksiyon yapılmıştır. Bu sayede atıklar iki ayrı kategoride toplanabilmektedir. Bu toplama sınıflaması tespit edilen çöp kategorisine göre dönüş sağlayan orta kısımda yer alan bir servo motor tarafından desteklenmektedir. Akıllı çöp ayırıcı robot, parçalanabilen ve parçalanamayan iki tür atığı ayırmayı başarmıştır.

Yapılan çalışmada (Hiçdurmaz vd., 2020), sıradan bir eylem olan bir yere çarpmadan hareket edebilme senaryosunun bir robot aracılığıyla yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla robota yerleştirilen bir kamera ile sensör yardımıyla belirlenen mesafelere bağlı olarak etrafı kontrol edebilen robotun herhangi bir şekilde hareket esnasında çarpmadan ilerlemesi sağlanmıştır. Bu görüntüler elde edilirken görüntülerde ortamdaki ışık gibi birçok sorundan kaynaklı gürültü olarak adlandırılan sorunlar ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bu sorun, görüntü işleme sırasında uygulanan segmentasyon ve eşik teknikleri sayesinde çözümlenmiştir. Önerilen yaklaşımda, filtreleri kullanmadan daha çabuk ve kolay zemin kontrolü sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen gözlemler sonucunda zemin ve objeler ayırt edilebilse bile zemine benzer objeleri ayırt etmek biraz daha zordur. Deneysel sonuçlar, önerilen algoritmanın %92 doğruluk elde ettiğini, bu da zemini diğer bölgelerden ayırmada başarılı olduğunu göstermiştir.

Tasarlanmış bir bahçe makası yardımıyla meyvelerin kesilmesi amaçlanan çalışmada (Kahya vd., 2019), öncelikle hedef meyvelerin uzay koordinat bilgileri belirlenmiştir. Koordinatlarını bulabilmek için görüntü işleme tekniği uygulanmıştır. Bu teknik için 2D kamera modeli kullanılmıştır. Üçüncü

koordinat bilgisi (z) için ultrasonik sensör kullanılmıştır. Yazılım dili olarak C# programlama dili kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda robot kolun yanlış değeri elmalar için %15 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak sistemde kullanılan yapının biraz daha geliştirilebilir olduğu anlaşılmıştır. Bu araştırma ile robot tasarımında en önemli faktörün en son hareketi sağlayan tutucu olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan çalışmada robotların tarım alanında, insanlara sağlayabileceği katkılarının neler olabileceği yönünde araştırmalar yapılmıştır. Çalışmada nesne olarak kivi ağacı belirlenmiştir. Kivi ağacından elde edilen ve üzerinde meyveleri bulunan dallar ile deneyler yapılmıştır. Öncelikle meyvelerin yerlerinin belirlenmesi sağlanmış ardından da robot kolunun hareketi ve kesme işlemi göz önünde bulundurulmuştur. Meyvenin yerinin belirlenmesinde koordinatların bulunması için görüntü işleme tekniği kullanılmıştır. Bu koordinat bilgilerine ulaşabilmek için 2D kamera ve ultrasonik sensör kullanılmıştır. Yazılım dili olarak C# dilini kullanmışlardır. Robotik kontrol kartındaki işlemciye kameradan gelen koordinat bilgilerine göre robot kolun hareketi sağlanmıştır. Robotik kol için ters ve düz kinematik hesaplar Matlab programında kontrol edilmiştir. Üçüncü koordinat bilgisi (z) ultrasonik sensör tarafından elde edilmiştir (Kahya vd., 2015). Başarı oranının 109 meyve için %72.48 olduğu görülmüştür. Deneyler sonucunda, meyve için robot kolun hata değeri %27.52 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan insanın bilişsel aktivitelerinin araştırılmasına yardımcı olan Elektroensefalogram (EEG) çalışmasında (Karakoç vd., 2017), nöronların elektriksel uyarılarının ölçümü yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada Neurosky firmasının, EEG biyosensörü kullanılmıştır. Alın ve kulakta belirlenen noktalara temas eden sensör, ölçülen tüm verileri uygulamalara iletmektedir. Bu çalışmada beyin sinyalleri yardımıyla robot kolun kontrol edilmesi sağlanmıştır. Çalışmada insan eline benzer model 3 boyutlu yazıcı ile modellenmiş, ardından bu modeli kontrol etmek için motorlar kurulmuş, motorların hareket bilgileri Bluetooth aracılığıyla Arduino kartına iletilmiş ve motorların kontrolü EEG sensörü ile yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda EEG, beyin dalgası sensörü vasıtasıyla modelin parmaklarını açıp kapatabilmektedir.

Okyanus, altını derinlemesine keşfetmek amacıyla yapılan çalışmada (Katija vd., 2021), sualtı araç kontrolü için yeni bir Makine Öğrenimi Tümlşik İzleme Algoritması sunulmaktadır. ROV MiniROV, bir ana kamera ile donatılmış bir uçuş aracıdır. Gemide, bir Tensorbook (Lambda Labs) dizüstü bilgisayar kullanılmaktadır. Olası hedef sınıfların tespiti, sol ve sağ stereo kameralardan elde edilen görüntüler üzerinde eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Yazılım olarak, Hafif İletişim ve Sıralama (LCM) kullanılmıştır. Çok sınıflı dedektör için eğitim verileri iki ayrı kaynaktan gelmiştir. Orta su izleme görevinin başarılı olması için her pistte ayrı bir UKF yer almaktadır. Elde edilen verilerden su altında yapılan tespitlerin başarılı olabileceğini ve maliyet arttırılarak donanımların kalitesi artarsa performans ile sonuçların da iyileşeceği görülmektedir.

Yapılan çalışmada avuç içi hareketleri kullanılarak robot kontrol edebilir veya gezinebilir böylece robotik sistemle etkileşime girilebilmektedir (Kaura vd., 2013). Komut sinyalleri, görüntü işleme kullanılarak yapılan hareketlerden üretilmektedir. Bu sinyaller daha sonra belirtilen yönlerde gezinmesi için robota iletilmektedir. Bu çalışmadaki amaç kullanıcının çevrede hareketler kullanarak kablosuz bir robotta gezinmesi için güvenilir ve daha doğal bir teknik sağlamaktır. Kullanıcı, kamera içeren bir bilgisayar aracılığıyla robotu kullanabilmektedir. Web kamerası sayesinde gerçek zamanlı olarak görüntüler yakalanabilmektedir. Sistem hareket komutlarını avuç içi ile algılamaktadır. Robot ileri, geri, sağ ve sol olmak üzere dört olası komut türü kullanılarak ortamdaki olası tüm yönlerde hareket ettirilebilmektedir. Görüntü işleme tekniği ile incelenecek görüntülerin sinyal yoluyla haberleşmelerini Wifi Kalkanı aracılığıyla sağlamışlardır. Arduino bu sinyallerin devreye aktarımında görev almaktadır. Kullanıcı tarafından robot için verilen jest komutlarının tanınması için C++ ile OpenCV kullanılmıştır. Tekerlekleri kontrol edebilmek amacıyla L293D motor sürücü kullanılmıştır ve DC motor ile tekerleklerle dönme yeteneği kazandırılmıştır. Bu hareket komutları kullanıcı tarafından iki şekilde verilmektedir. İlk yöntem parmak sayımına dayanır ve ikincisi avuç içi tarafından verilen yöne dayanmaktadır. Avuç içi kontrolünde öncelikle eşik değeri belirlenir ve bu değeri arttırılarak bir kontur oluşana kadar devam

etmektedir. Oluşturulan kontur noktalarının etrafına dışbükey bir gövde çizilmektedir. Dışbükeylik kusuru, dışbükey gövdedeki kusurların listesini oluşturmak için kullanılmaktadır. Parmak kontrolünde ise dış bükey kusur ile parmak sayısı arasında 1 fazlalık vardır. Örneğin, bir kusur için parmak sayısı ikidir. Böylece ikiden beşe kadar olan her sayı, robotun belirli bir yönde hareket etmesi için bir komut olarak belirtilebilmektedir. Yapılan hesaplamalardan elde edilen orta nokta ve derinlik noktası arasındaki fark negatifse, hareket komutu ileri veya geridir. Robotun yapacağı hareketlerin karşılık değerleri örnek 1, 2, 3 ve 4 gibi bir metin dosyasına yazılır ve C++ Fstream kitaplığı ile bu veriler devre yardımıyla sinyaller üreterek hareket gerçekleştirilmektedir. Yapılan çalışmalardan farklı olarak, hareket girişi için herhangi bir harici donanım desteği kullanılmadan, kullanıcının güvenilirliğine göre herhangi bir yöntem kullanılabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada (Khandare vd., 2018), çöp kutusu etrafındaki çöp gibi kirli alanları temizlemek için bir robot önerilmektedir. Robot, elektrik gücünden tasarruf sağlayan güneş paneli tarafından desteklenmektedir. Görüntü işleme ve ultrasonik sensör yardımıyla çevreyi algılayabilmekte ve Raspberry Pi 3B yardımıyla görüntü işleme işlemi sağlanmaktadır. Her biri 10 RPM'lik dört dişli motor ve motor sürücüleri (L293D) Raspberry Pi 3B yardımıyla programlanan algoritmaya göre hareket etmektedir. Robotun temel amacı meyve suyu kartonları ile benzer boyutlardaki çöpleri, kırılmış kağıtları ve yüksekliği 5 ila 10 cm arasında olan tüm hafif eşyaları toplamaktır. Sensör bir engel algıladığında, görüntü işleme, nesneyi çöp veya herhangi bir canlı organizma olarak sınıflandırmak için kullanılmıştır. Çöp, mekanizmanın hemen arkasına yerleştirilmiş bir çöp kutusuna alınır ve bırakılır. Robot, çöp kutusunda belirli bir yüksekliğe ulaşana kadar çöpleri toplamaya devam etmektedir. Çöp kutusu doldurulduktan sonra toplanan çöpler seçilen bir yere atılmaktadır. Sistemde 5 MP çözünürlüklü görüntü veya 30 FPS'de 1080p HD video kaydı sağlayabilen kamera kullanılmıştır. Bir kızılötesi sensör, çevresini algılama ve sistemde engel dedektörü olarak kullanılmıştır. Sistemde çöpleri toplayabilmek için 3 farklı hareket yapabilen bir kol düzeneği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda başarılı bir şekilde çöpler algılanıp toplanabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada (Kulkarni vd., 2014), Arduino Uno mikrodnetleyici ve Android işletim sistemini çalıştıran bir akıllı telefon kullanan uygun maliyetli dört tekerlekli bir gözetleme robotu önerilmektedir. Geliştirilen robotlar bir video kamera, bir GPS modülü, motorlar, şasi, güç kaynağı ve GSM telsizlerinden oluşmaktadır. Robot, internet ve robot üzerinde bulunan mikrodnetleyici-akıllı telefon arayüzü kullanılarak bir PC'den uzaktan kontrol edilebilmektedir. Kullanıcı, Android akıllı telefona kontrol sinyalleri göndererek robotu kontrol etmektedir. Akıllı telefon daha sonra bu sinyalleri Arduino mikrodnetleyicisine iletmekte ve bu da robotu gerekli yöne hareket ettirmektedir. Bilgisayardan Matlab GUI aracılığıyla robotun kontrolü sağlanabilmektedir. Uygulama, Android Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) kullanılarak Java'da kodlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada, bir stereo görüntü sensörü kullanan otonom mobil robotlar için gerçek zamanlı engellerden kaçınma sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada stereo görüntü sensörlü mobil robot "Yamabico" kullanılmıştır. Kullanılan stereo görüş sensörleri seti, robotun üst kısmında aynı yükseklikte sol ve sağ tarafa sabitlenmiş yaklaşık 90 derecelik geniş açılı lenslerle donatılmış iki monokrom CCD kameradan oluşmaktadır. Sistemin çalışma şeklinde ilk olarak, her görüntüde çekilen tüm nesnelerin tamamen zemine çizilmesi gerekmektedir. İkinci olarak, görelî konumla hesaplanan matris tarafından bir görüntü diğerinden tahmin edilmektedir. Üçüncü olarak da gerçek görüntüdeki her nokta tahmini görüntüdeki karşılık gelen noktayla karşılaştırılmaktadır. Bu süreçte yansıyan ışıklardan ve zemindeki yüksek kontrasttan kaynaklı algılama hataları meydana gelmektedir. Yansımayı çözmek için belirli bir eşik değeri belirlenmiştir böylece kenar yoğunluk değerinin kontrolü sağlanmıştır. Zemindeki yüksek kontrast sorununa çözüm olarak algoritma değiştirilmiş ve belirli sayıda karşılık gelen nokta farklı parlaklığa sahipse, bu noktaların etrafında bir engelin varlığı çıkarılabilmektedir. Robotun izleyeceği yol engel algılanması durumunda değiştirilerek yeni yol oluşturulması mantığı kurgulanmıştır. Ardından robotun bir engele takılmadan geçmesi ve orijinal rotasına dönmesi gereken noktalara karar verilmesi istenmektedir. Düz bir çizgi veya bir yay ile ilgili bir durum geçiş listesi ifade olarak kabul edilmiştir. Bir durum, hangi hareketin (çizgi veya yay), başlangıç ve

bitiş konumlarının x y θ olduğu durum numarasını, dairenin yarıçapını (yay durumu ise) ve sonraki durumun numarasını içermektedir (Kumano vd., 2000). Robot verilen listeye göre deneyler sonucunda doğru çalıştığını göstermiştir.

Yapılan çalışmada, robot tarafından daha önce keşfedilmemiş ortamların özelliklerini hızla öğrenebilen otonom bir robot tasarlanmıştır (Lary vd., 2021). Tüm veriler, otonom robotik ekip tarafından toplanmıştır. Maritime Robotics Otter otonom teknesi ve Freefly Alta-X otonom profesyonel dörtlü helikopter kullanılmıştır. Çalışmada açık kaynaklı QGroundControl yazılımı kullanılmıştır. Mod 1'de robotik tekne, sensörleri kullanarak çok sayıda parametrenin yerinde yer doğruluğunu otonom olarak ölçerken, aynı konumların uzaktan algılanmış gözlemlerini toplamaktadır. Mod 2'de ise, tüm etki alanının ince taneli çok sınıflı bir yüzey sınıflandırmasını gerçekleştirmek amaçlanmaktadır. Bu, uzaktan algılanan verilerin denetimsiz bir sınıflandırmaya sağlanmasıyla yapılmaktadır. Denemeler sonucunda uyumlu bir sonuç alındığı görülmektedir.

Yapılan çalışmada robotik eller kullanarak (Dr. Lukka vd., 2014), bir konveyör bandından değerli nesneleri toplayarak inşaat ve yıkım atıklarını ayıklayan bir sistem olan ZenRobotics Recycler'ı konu almışlardır. ZenRobotics Recycler (ZRR), bir dizi sensör, bir kontrol sistemi ve endüstriyel robotlardan oluşan bir sistemdir. Sensörler ve kontrol sistemi, bir konveyör üzerindeki atık akışından seçilen malzemeleri birden fazla oluğa almak için endüstriyel robotları kontrol etmektedir. ZRR, nesneleri ayırabilmek için makine öğrenimini kullanmaktadır. Ayrıca, nesnelerin malzemelerini belirlemek için çeşitli sensörler ve bir metal dedektörü kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlüklü RGB kameralar atık malzemelerin renklendirilmesinde kullanılmıştır. Nesneleri kavramak için tutamaç kullanılmıştır. Uyarlamalı algoritmalar, tutamaçların tutuş başarısını arttırmak için kullanılmıştır. Bu çalışmayı yaparken kullanılan yazılım dili Clojure'dur. İlk ZRR'nin kullanımı sonucunda, inşaat ve yıkım atıklarının robotik olarak sınıflandırılmasının başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Yapılan çalışmada (Malima vd., 2006), bir robot kontrol uygulaması için el görüntülerinden sınırlı bir dizi hareketi otomatik olarak tanımak için hızlı bir algoritma önerilmektedir. Süreç el bölgesini bölümlere ayırma, parmakları

bulma ve son olarak hareketi sınıflandırma adımlarını içermektedir. Eli bölümlere ayırırken ten rengi istatistiklerine ve boyut kısıtlamalarına dayalı olarak işlemler yapılmaktadır. Daha sonra El Bölgesinin Ağırlık Merkezi (COG) ve COG'den en uzak nokta hesaplanmaktadır. Bu yapılan işlemler sonucunda işaretteki parmakların aktivitesi hakkında bilgi taşıyan bir sinyal elde edilmektedir. Ardından bu sinyale göre de işaret tanımlaması yapılmaktadır. Eşik değere bağlı olarak pixeller sınıflandırılıp yapılan el hareketinin tahmini sağlanmıştır. 4 MP dijital kamera ve basit bir web kamerası kullanarak elde ettiğimiz görüntülere dayalı deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda 21 üyeden alınan 105 numuneden, yaklaşık %91'i olan 96 doğru sınıflandırma elde edilmiştir. Yetersiz ışık altında (özellikle web kamerası kullanılarak) çekilen görüntülerin yanlış sonuçlara yol açtığı gözlemlenmiştir.

Yapılan çalışma (Messom vd., 2004), bir insansı robot sisteminin vizyon tabanlı akıllı kontrolörü için Çalışma Uzunluğu Kodlaması'na (RLE) dayalı gerçek zamanlı bir görüntü işleme algoritmasını tanıtmaktadır. Bu algoritma, nesnelerin renk ve boyuta göre görüş alanında tanımlanmasını sağlamaktadır. Robot lokalizasyonuna yardımcı olmak için görüntüdeki yer işaretlerinin tanınması için bir RLE Hough dönüşümü de kullanılmaktadır. Bu yazıda tartışılan algoritma, tek bir nesneye ait değişen piksel değerlerinin, tek bir renk tanımlama değeri ile kodlanmış çalışma uzunluğu olduğu, kayıpları ortaya çıkaran bir sıkıştırma algoritması kullanılmaktadır. RLE algoritması, görüntüdeki bir piksel satırı alır ve her piksel için eşleşen renk tanımlayıcısını tanımlar. Her piksel belirli bir nesnenin renk bölümünün parçası olarak sınıflandırıldıktan sonra, her nesnenin başlangıç ve bitiş konumu tanımlanarak bir piksel çizgisi çalışma uzunluğu kodlanır. Sobel kenar algılama, görüntüdeki yer işaretlerini, özellikle ufuk çizgisini ve bilinmeyen büyük engelleri belirlemek için kullanılmıştır. Bir görüntüdeki düz çizgileri belirlemek, görüntüyü düz çizgilerin parametre uzayına, yani pikselin konumundan (x, y) görüntüdeki çizgilerin parametre uzayına aktaran birinci dereceden bir Hough dönüşümünün uygulanmasını gerektirmektedir. Yapılan çalışma, lineer Hough dönüşümü algoritmasını, kenar filtreli görüntünün çalışma uzunluğu kodlu görüntüsüne uygulayarak değiştirmeyi önermektedir. Bu simüle edilmiş sistem, temiz

görüntüler sağlar ve bu nedenle, sensör gürültüsünden dolayı görüntüde sıklıkla varyasyonların olduğu gerçeği yansıtmamaktadır.

Yapılan çalışma, Raspberry Pi'yi işleme çipi olarak kullanan otonom bir robot inşa etmeyi amaçlamaktadır (Nikam vd., 2017). Engellerin tespiti için HD kamera kullanılmıştır. L293 motor sürücüler ve DC motorlar yapılan çalışmaya eklenmiştir. Programlama dili olarak Python ve kütüphane olarak da OpenCV kullanılmıştır. Alınan görüntülerde engel tespiti durumunda motor sürücülere sinyal gönderilerek sinyale bağlı olarak sola veya sağa hareket işlemi sağlanmaktadır.

Yapılan çalışmada çalışmanın amacı, dijital tarım fikrini gerçekleştirmek için tarımda uygulanan bir dizi robot yaratmada ilk projeyi belirlemektir. Toplanacak meyveler kırmızı ve yeşil domateslerdir. Yapılan çalışmanın katkısı yöntemin basit olması ve işlemcilerin sınırlı hesaplama kaynaklarını barındırmak için görüntü işlemenin basit tutulmasıdır. Robot kolun hareketleri için servo motorlar projede kullanılmıştır. Kırmızı domates hasat süresi ortalama 4.932 saniye, yeşil domates ise 5.276 saniyedir. Robotun kırmızı domatesi algılaması ve bekleme konumuna dönmesi için gereken süre 9.676 saniye ve yeşil domatesler için 10.586 saniyedir. Deney, robotun bu çalışmada verilen ortamda domatesleri başarıyla hasat ettiğini ve bu robot tasarımının bir tarım robotu olarak etkinliğini kanıtladığını göstermektedir. Nesnelerin konumlarını bulmak ve tespit edebilmek için kamera kullanılmıştır. Algılanan meyvenin uzaklığını hesaplamak için HC-SR04 sensör kullanılmıştır. Sistemin kontrolü için Arduino Mega 2560 ve görüntüyü işlemek için Raspberry Pi 3 Model B kullanılmıştır. Kullanılan kol robotu bir 4DOF robotudur. Robot görüntü işleme ile domatesin konumunu saklayarak hedefe doğru ilerler. Aydınlatma sorunlarının önüne geçmek için en yakın nesneye yönelmesi sağlanmıştır (Oktarina vd., 2020). Robot cisme belirli bir miktar yaklaştığında sensör yardımıyla bunu anlayarak durmakta ve konumuna bağlı olarak kesme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Yapılan çalışmada merdiven çıkma ve manuel olarak çalıştırılan bir robot tarafından merdivenlerin algılanması ve hizalanması için sistem geliştirilmiştir

(Pathak vd., 2016). Robota yerleştirilen görüntü sensörleri aracılığıyla merdivenlerin algılanması amaçlanarak geliştirilen yazılım ile gerçek zamanlı olarak merdivenleri algılamak ve robotu merdivenden uygun bir mesafede hizalamak için görüntü işleme ve yapay zekâ teknikleri kullanılmıştır. Merdivenlerin kenarlarını algılamak, görüntüyü yumuşatmak ve görüntüdeki gürültüyü gidermek için keskin kenar algılama yöntemi kullanılmaktadır. Çevre tespit sisteminde sinir ağından yardım alınmıştır. OpenCV API desteğine sahip Linux tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Bu makaledeki yapılan çalışma tek bir kata kısıtlama, çok katlı binaların haritalanması ve kurtarma senaryoları gibi gerçek dünya uygulamaları için önemli bir amaca hitap etmektedir. Sistemin çalışma algoritmasına göre elde edilen görüntüler filtrelendikten sonra ikili biçime dönüştürülerek eşik değerine göre karşılaştırılmaktadır. Sinir ağı, ikili görüntü dosyası kullanılarak eğitilir ve hata değerine göre nöronlar arasındaki ağırlık ayarlanmaktadır. Eğitim tamamlanınca .net dosyası oluşturulup bu dosya daha sonra yürüme işlemi için kullanılmaktadır.

Yapılan çalışma (Perkowski vd., 2003), ucuz doğal boyutlu insansı karikatür ve gerçekçi robot kafaları, reklam, eğitim ve eğlence için ajanlar tasarlama konusundaki araştırma ve deneyimleri sunmaktadır. İnşaat için Hitec ve Futaba'dan ucuz servolar, plastik, oyun ağacı ve alüminyum kullanılmıştır. Face Maria çeşitlerinden görüntü işleme ve örüntü tanıma, PSU ve Intel'de geliştirilen yazılımı kullanmaktadır. Andrea Electronics'in mikrofon dizisi dahil edilmiştir. Yazılım dilleri olarak Visual C++, Visual Basic, Lisp ve Prolog kullanılmıştır. Sistem, kullanıcı tarafından girdi olarak verilen örneklerden robotun davranışlarını üretmektedir. Metin oluşturma ve yüz hareketlerinin birleştirildiği davranışları tanımlamak için birleşik bir iç dil kullanılmaktadır. Giriş cümleleri çok değerli mantıkta kodlanır ve çıkış cümleleri mantık-sentez temelli genellemenin bir sonucu olarak üretilmektedir. Bu sayede, yanıt üretilemediği durumlarda yanıtları otomatik olarak genelleştirmektedir. Deney sonuçlarında, konuşulan metin ve baş (özellikle çene) hareketlerinin senkronizasyonun çok önemli olduğu tespit edilmiştir. En iyi ATR ve TTS paketleri, mümkünse kelime lekeleme mevcut olanlar kullanılmalıdır.

Derin öğrenme üzerine yapılan çalışma, öğrenmeye dayalı algılama sistemlerinin güvenliği ve güvenilirliği ile ilgili bilgiler sunmaya çalışmaktadır (Rahman vd., 2021). İlk eğilim, geçmişteki bilgilere dayalı olarak çıktının kalitesini tahmin eden teknikleri içermektedir. İkinci eğilim ya bir girdi verisi ya da farklı modellerden çıktılar üzerinden algı çıktısındaki tutarsızlıkları tespit eden yöntemleri içermektedir. Üçüncü eğilim, algı modüllerinin çıktılarına kendi güvenlerini ifade ettiği, güven öğrenme ve belirsizlik tahminine dayanmaktadır. Bazı ağ, herhangi bir özel görevden sorumlu olabilmektedir; görüntü sınıflandırma, segmentasyon veya nesne algılama. Yardımcı ağ, temel ağın belirli görevini beklenen doğrulukla yerine getirdiği hem pozitif hem de negatif örnekler kullanılarak eğitilmektedir. Dağıtım aşaması sırasında, yardımcı ağ, temel ağ ile birlikte çalışır ve belirli bir görevi yerine getirmek için temel ağın başarısını veya başarısızlığını tahmin etmektedir. İzlemeyi girdi doğrulama veya çıktı değerlendirmesi veya iç aktivasyon denetimi veya bunların bir kombinasyonu ile gerçekleştirmelerine göre kategorize edilebilmektedir.

Gelişmekte olan ve günümüz cerrahi robotlarındaki konuşma tanıma yaklaşımlarını ele alınan çalışma (Ruby vd., 2020), yapılan çalışmalarda dikkate değer olan mevcut makine öğrenimi problemlerini ele almaktadır. Çalışmada kullanılan ASR, konuşmanın akustik veri akışından bir kelime toplamaya geçiş stratejisidir. Uzman, mekanik kolu bir bilgisayarla kontrol etmektedir. Bu çalışmadaki yeni araştırma, robotik kolu, konuşma işleme yoluyla kontrol etmektir. Sonuçlar, çalışmanın başarılı olduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre, makine öğrenimi ve geleneksel ASR teknikleri, önemli ölçüde daha iyi kesinlik vermiştir. Gizli Markov Modelleri gibi makine öğrenimi yöntemleri, Dinamik Zaman Çarpıtma ve Koşullu Rastgele Alanlara kıyasla daha yüksek kelime oranı hatası sağlamıştır. Ayrıca, ML tabanlı konuşma tanıma, etkileyici bir kelime hassasiyeti sağlamıştır.

Yapılan çalışmada (Sefidgari vd., 2013), bir Quadcopter'ın uçan robotu tarafından nesnelerin çıkarılması ve izlenmesi için bir sistem ve insan vücudunun nasıl çıkarılacağı önerilmektedir. İnsan vücudunu ayırt edecek özellikleri tanımlayan bir çıkarma yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem, insan vücudunu tanımak için sanal bir vücut şekli oluşturur ve ayrıca kenar bilgisine

göre bir çıkarıcı üretmektedir. Kullanılan donanım olan Quadcopter, elektrik motorları ile hareket eden bir araçtır. Yeterli bir gömülü görüntü işleme platformuna sahip olmak için irtifa kontrol sistemi ve küçük bir kamera ile ev yapımı bir uçan robotun entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. Quadcopter'ın kontrolü, katsayıları AVR mikrodenetleyici üzerinde uygulanan genetik algoritma ile geliştirilmiş PID kontrolör ile uygulanmaktadır. Veri aktarımı için kablosuz sensör modülü kullanılmıştır. İnsan vücudunu algılamak için kenar algılama algoritması kullanılmıştır. Bir histogram geometrik algoritması hassas bir çıkarım gerçekleştirir ve son aşamasında, küçük nesne alanı içindeki insan vücudunu algılamak ve sunucuya bir mesaj göndermek için bir geometrik algoritma uygulanmaktadır. Histogramlar, insan vücudu nesneleri aracılığıyla toplanmakta ve histogramların benzerliği değerlendirilmektedir. Benzerlik, Öklid mesafesi kullanılarak sağlanmaktadır. Algoritmada kamera görüntü alır ve verileri ikili formatta dönüştürmek için kodlayıcı ile birlikte veri setini doldurmak için insan vücudu dedektörü mikro denetleyicisi kullanılmaktadır ve bilgiler kenar dedektörü ile analiz edilmektedir. Komut sinyallerinin elde edilmesini sağlamak için C# programlama dilinde uygulanan bir uygulama kullanılmıştır. Ayrıca Neuro PID ve mikro denetleyicide uygulanan genetik algoritmalar kullanılarak Quadcopter'lerin irtifa kontrolü için kullanılmaktadır. Geliştirilen sistem tarafından alınan görüntüler kabul edilebilir sonuçlar göstermektedir.

Yapılan çalışmada bir lazer işaretçi kullanarak mesafeyi ölçmek için bir yöntem sunulmaktadır. Bir kamera aracılığıyla çalışılacak ortamın görüntüleri elde edilmektedir. Ortamda bulunan engelleri tespit edebilmek amacıyla görüntü işleme yöntemi kullanılmaktadır. Lazer yayıcı yardımıyla belirlenen engellere olan mesafe ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler için Matlab kullanılmıştır. Kameradan gelen görüntüler bilgisayara iletilerek Matlab aracılığıyla görüntü işleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen sonuçlardan bir harita oluşturacak şekilde robot komutlarına dönüştürülerek robota aktarımı sağlanmaktadır. Görüntü işleme adımlarından elde edilen kenarlardan nesneyi doğru bir şekilde tanımlamak için K-means tekniği kullanılmıştır (Shojaeipour vd., 2010).

Yapılan çalışmada (Šuligoj vd., 2014), bir çerçeve görelî yer değıştirme yöntemi önerilmekte ve yapılandırılmamış laboratuvar ortamında stereo görme kullanımı ile izleme, takımlama veya işleme işlemleri için kullanılabilecek çalışan birçok etmenli robot uygulaması açıklanmaktadır. Robot sistemi, biri stereo görüş kamera sistemi taşıyan ve diğeri ilgilenilen nesneye göre yönlendirilen iki Fanuc robot kolundan oluşmaktadır. İkinci robot, robot ve ilgilenilen nesne arasında gezinmek için kullanılan bir işaretçiye sahiptir. Yapılan işlemler C++ Multithread programı ve TCP/IP protokolü kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bir robot aracı üzerindeki işaretçiden ve nesne üzerindeki bir işaretçiden uzaydaki üç noktanın 3 boyutlu koordinatlarını çıkarmak için stereo görüntü tabanlı sistemi kullanmaktadır. İki Fanuc LR Mate 200iC 5L robot kolu, Bumblebee XB3 stereovizyon kamera sistemi ve bir kişisel bilgisayar (PC) kullanılmıştır. PC'de çalıştırılan program, stereo görüntü sistemini başlatır ve sahnenin 2 boyutlu görüntüsünü ve eşitsizlik görüntüsünü yakalar. Sahne görüntüsü, daha sonra detaylı olarak anlatılacak olan 2 farklı yöntem kullanılarak işaretçi bulmak amacıyla işlenmektedir. 2 boyutlu bir görüntüde belirlenen işaretçilerin piksel koordinatları, eşitsizlik görüntülerinden 3 boyutlu koordinatları çıkarmak için kullanılmıştır. Ayrılan 3D noktalar, her bir işaretçinin noktaları arasındaki mesafenin önceki bilgisine dayanarak kontrol edilmektedir. Robot programları da başlatılır ve sunucudan bir mesaj beklerken bir döngü içinde çalışmaktadırlar. Stereo görüş sistemini taşıyan Robot 1, ikinci robotun aletine yerleştirilen işaretçiyi, yönünü değıştirmeden sabit bir mesafede takip eder ve bu nedenle sadece x, y ve z koordinatlarına ihtiyaç duymaktadır. Robot 2, her bir işaretleyici üzerinde üç nokta ile tanımlanan iki koordinat sistemi arasındaki bağıl konuma dayalı olarak konum ve oryantasyonu değıştirmektedir.

Yapılan bu çalışmada (Sunitha vd., 2017), amaç tarım alanında insan müdahalesini azaltmak ve maliyeti etkin hale getirmektir. Bu çalışmada, tanıtılan robot arazi dışında ele alınmış bununla birlikte geliştirilen robot, yolu lokalize etmekte ve insan müdahalesi olmadan kendi kendine hareket edebilmektedir. Robot testere bıçaklara sahip olan bir düzeneğe sahiptir ve böylece zemin kazma işlemi bu bıçaklar yardımıyla sağlanmaktadır. Ekim

mekanizması, motorlarla çalıştırılan uzun dişli dişliler ile başlar. Hareket, konveyör bantları altında kaplanmış tekerlekler ile sağlanmaktadır. Her dönüş için dişlideki her diş tohum alacak ve onları tarlaya bırakacaktır. Ön tarafa yerleştirilen kamera yardımıyla sabit mesafe yol izlenmesi sağlanır ve minimum mesafede önceden programlanan yolu gider. Bu yolu bulma işlemi için görüntü işleme tekniği kullanılmıştır. Kameradan bilinen bir nesneye olan mesafeyi belirlemek için üçgen benzerliği kullanılmıştır. Mekanizmanın hareketi ıslak zeminde olduğu için tekerlekler bir taşıma kayışı ile kaplanmıştır. Düşük maliyetli bir projeye sahip olduğundan galvanizli iyondan yapılan robotta DC motor kullanılmıştır. Motorların hareket etmesiyle robot bir görüntü çeker ve görüntü işleme yöntemiyle bu görüntü işlenir. Ardından ilerlemesine devam ederek bir görüntü daha çekilmekte ve önceki ile kıyaslanarak mesafe hesaplaması yapılmaktadır. Arka tarafta bulunan aktüatörlerin dönüşü, tohumların robottan sürülmüş araziye dökülmesine yardımcı olmaktadır. Böylece tüm alanı dönerek tamamlamış olacaktır. Robot 12V DC besleme ile çalışmaktadır. Robot Raspberry Pi 3 ile haberleşme sağlayarak bu sürecin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Deneyler sonucunda hızlı görüntü işleme sonuçları vererek motorların kontrolünü sağlıklı bir şekilde sağlamıştır.

Yapılan bu çalışmada geliştirilen robot, insanları tespit etmekte, onlarla konuşmakta ve evde kimse olmadığında evi izlemektedir. Robotun pil seviyesi düşük olduğu zamanlarda şarj istasyonuna dönerek kendini şarj edebilme özelliğine sahiptir. Robotta 2 adet kamera ve sensörler bulunmaktadır. Robot hareketlerini tekerlekler yardımıyla sağlamaktadır. Çevredeki duvar veya tavan ile ilgili gibi çok yönlü kamera tarafından elde edilen bilgiler önceden kaydedilmekte ve robot hareket ederken kaydedilen bilgilere başvurarak konumunu düzeltmektedir. Robot "Wakamaru", çok yönlü kamera ile hareketli bir nesneyi algılar, ona doğru hareket eder, insan tanıma kamerasıyla yüzü bulur, ona yaklaşır ve yüzü tanır. Ardından kişiyle uygun konularda konuşmaya başlar. Parçacık Filtresi tekniğini (olasılıklı bir model kullanarak bir durumu sırayla tahmin eden) kullanarak durumunu tahmin eder. Kendi kendine yerelleştirmede, robotun konumu ve yönü, durum vektörleri olarak kullanılır ve Parçacık Filtresi tarafından tahmin edilir. Tahmin adımı, her örneğin

konumu Odometri ile tahmin edilmektedir (Tomanaka vd., 2006). Elde edilen sonuçlarda robot, çok yönlü kamera ve insan tanıma kamerasından elde edilen çeşitli algılama ve görüntü işleme sonuçlarından, olasılık modelini kullanarak durumu gerçek zamanlı olarak tahmin ederek, insan figürü algılama ve kendi kendine yerelleştirmeyi yüksek güvenilirlikle gerçekleştirmektedir.

Yapılan çalışmada (Utz vd., 2006), robot vizyonunda çok iş parçacıklı kontrol akışı modellemesi için bir yazılım çerçevesi olan Video Görüntü İşleme (VIP) çerçevesi tanıtılmaktadır. Dinamik bir ortamda elde edilen bilginin değeri hızla azaldığından, sensörle tetiklenen bir değerlendirme modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuçlarının kalitesini ayarlamak için çoğu görüntü operatörünün parametrelendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, geliştirme sırasında filtre grafiğinin konfigürasyonunun sık sık değiştirilmesi gerekir, bu da robot görüş sistemleri için esnek ve yapılandırılabilir bir geliştirme ortamı ile önemli ölçüde kolaylaştırılabilmektedir. Uygulama alanı belirsizliği ima ediyorsa veya robotun eylemleri, hareket bulanıklığı gibi etkilere neden olarak sensör verilerinin kalitesini etkiliyorsa, görüş sisteminin gerçek dünya ortamında kapsamlı bir şekilde test edilmesi gerekmektedir. Bu, test-hata ayıklama döngüsü, inceleme ve çalışan uygulamadaki parametrelerin uyarlanması için etkin ve sıkı bir destek gerektirmektedir. Yaygın olarak bilinen görme ile ilgili mimariler ve ilgili literatür kabaca üç kategoriye ayrılabilir: alt program kitaplıkları, komut dilleri ve görsel programlama dilleri. Çerçeve, etki alanının genel zorluklarını özetlemeye ve bunları bir uygulama alt etki alanındaki belirli bir sorunun özel çözümünden ayırmaya izin vermektedir. VIP çerçevesi, görüntü işlemlerinin sensörle tetiklenen bir değerlendirme modelini sunmaktadır. Temel işlem birimine filtre denir. Bu, yalnızca bir Sobel operatörü gibi (doğrusal olmayan) bir görüntü dönüştürme işlevini değil, aynı zamanda görüntü özellikleri üzerindeki sinirsel sınıflandırıcılar da dahil olmak üzere her türlü girdi/çıkış eşlemesini ifade etmektedir. VIP çerçevesi, geliştirme sürecinin kapsamlı desteği için Miro'da bulunan altyapıyı kullanır. VIP özellikleri, veri akışı grafiği içindeki her filtre çıktı görüntüsü için genel denetlenebilirliği içermektedir. RoboCup'ta VIP uygulaması, nesne algılama, sınıflandırma ve izleme için yönlendirilmiş bir

kamerayı engellerden kaçınma ve yakın mesafeli top takibi için çok yönlü bir kamerayla birleştiren çift kamera kurulumundan oluşmaktadır. En hızlı yollardan biri olan, basit bir renk tabanlı futbol gol tespiti, yürütülmesi yalnızca yaklaşık 4 milisaniye sürerken, en yavaş yollardan biri olan tam, sinir ağı tabanlı robot sınıflandırması, bir robot görüldüğünde ortalama olarak yaklaşık 20 milisaniye gerektirmektedir. Ara yazılım tabanlı çerçeve yaklaşımı, robot uzmanlarını yapılandırma, önceliklendirme ve performans değerlendirmesi gibi işlevsel olmayan yönler açısından desteklemeye olanak tanımaktadır.

Yapılan çalışmada, yeni bir pamuk tanımlama yöntemi önerilmiştir (Wang vd., 2008). Gürültüyü gidermek için dinamik Freeman Zincir kodlaması kullanılmıştır. İncelenen nesneler, Nanjing Ziraat Üniversitesi'nin Jiangpu Çiftliği'nde, güneşli havalarda Ekim-Kasım ayları arasında sabah ondan on ikiye ve öğleden sonra ikiden dörde kadar alınan dört yüz pamuğun görüntüsüdür. 6 farklı renk uzayını kullanarak görüntü işleme tekniğine başvurulmuştur fakat altı renk uzayından hiçbir pamuk meyvesini arka plandan gerçek zamanlı olarak tam olarak tanımlayamamaktadır. Pamuk meyvelerini arka plandan gerçek zamanlı olarak doğru bir şekilde tanımlamak için yeni bir renk modülü geliştirilmiş ve renk olarak kırmızı ile mavi seçilmiştir. Yapılan dört deney de tanıma doğruluğunun %85'in üzerine çıktığını göstermektedir. Deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin pamuk tanımlaması için iyi bir performans gösterdiğini göstermektedir.

Yapılan çalışma (Weiss vd., 2004), robot futbolu için esnek ve sağlam bir görüş sistemi sunmaktadır. Sisteme yerleştirilen kamera yardımıyla görüntü alınmaktadır. Temel sistemin ana görevi akış kontrolüdür: tanıma bileşenlerini kontrol ederek tanıma sürecinin senkronizasyonu, strateji bileşeni ile iletişim ve donanım kontrolü. Veri depolama ve fonksiyon modülleri görünümünden tamamen bağımsızdır ve bu nedenle hiçbir kullanıcı arayüzü olmadan çalışabilmektedir. Veri indirgeme, kameradan gelen bilgilerin benzer renkteki (bloklar olarak adlandırılan) piksellerinin tutarlı alanlarının toplanmasını sağlamaktadır. Bu işlem için HLS renk uzayı kullanılmıştır. Kullanılan optik sistemlerin sınırlamaları nedeniyle bir bozulma düzeltilmesi gerektiğinden bu işlem için dört kadranda çift doğrusal bir dönüşüm olan yaklaşımı kullanılmıştır.

Konum verilerine göre nesnelerin tanımlanabilmesi için yerel optimizasyonlu açgözlü bir algoritma kullanılmıştır. Sistemde robotun kararlarını farklı kaynaklardan gelen verilerin yakınsamasına ve kalitesine dayandıran standart kural tabanlı karar verme yaklaşımları kullanılmaktadır. Tanıma ve izleme algoritmaları, değişen aydınlatma koşullarında ve yüksek oyun hızlarında bile iyi performans göstermektedir.

Yapılan çalışma, bulanık mantıksal kontrol ve gerçek zamanlı görüntü işleme teknolojilerini kullanan bir görüntü sistemi tasarlamaya yönelik bir yaklaşım sunmaktadır (Wong vd., 2007). Bu proje, robotun kapılar ve isim levhaları gibi nesneleri tanımlamasını ve hedef nesneyi tanımasını sağlayacak bulanık mantık kontrolü ve görüntü işleme tekniklerinin bir kombinasyonunu kullanarak robot için bir görüş sistemi tasarlamayı amaçlamaktadır. Görüntülerin elde edilebilmesi için robota kamera eklenmiştir. Görüntülerin dikey kenarları tespit edilerek kapılar algılanacaktır. Başlangıçta görüntüye renk dönüşümü uygulanır. Ardından kenarlar, doğrusal bir filtre ve bir Sobel filtresi kullanılarak algılanmaktadır. Bu algılama sonucunda uzunluk durumlarına göre cisimlerin tespiti sağlanmaktadır. Deneyler sonucunda görüntü sistemi, kapı ve kapı konumunu algılar ve isim plakasını okumak için robotu kapının ortasına hizalar. İsim plakası, robota verilen adla eşleşmiyorsa, robot sağ veya sol tarafında bir sonraki kapıyı aramaya devam edecektir.

2021 yılında gerçekleştirilen çalışmada çoğu böceklerden oluşan nesneleri toplu olarak bulunan diğer numunelerden farklı olarak barkodlama yapabilmek için hazırlayan bir ayırma robotu geliştirilmiştir. Robot öncelikle numuneleri tanıır, görüntüler, ölçer ve bunları 96 kuyulu bir mikropakanın kuyularına taşır. Robot, 3D yazıcıda tasarlanan parçalar ile tasarlanmıştır. Robot, LED aydınlatma, özelleştirilmiş lensler, görüntü tanıma yazılımı ve iki yüksek çözünürlüklü kamera (genel bakış ve numune kamerası) ile donatılmıştır. Ayrıca, böcekleri kuyulara aktarmak için emme pompası kullanan bir numune taşıma sistemi entegre edilmiştir (Wührl vd., 2021). Robot, tespit edilen böcekleri 14 farklı sınıfa ayırırken diğer tüm böcekleri de diğer etiketiyle sınıflandırmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda en iyi sınıflandırma sonuçları, tüm böceklerin doğru olarak sınıflandırıldığı "Hymenoptera Diapriidae" ve

“Hemiptera Cicadellidae” için elde edilirken, “Hymenoptera Ichneumonidae” sınıfındaki böcekler en düşük doğru sınıflandırma oranına (%75) sahip olarak görülmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan nesnelerin boyutları küçük çaplı meyvelerle sınırlandırılmıştır. Bu sayede kullanılan güç kaynağına bağlı olarak robot bu nesneleri rahat bir şekilde taşıyabilecektir. Bu amaçla, gerçek meyvelere benzer fakat daha hafif örneklemeleri tasarlanmış, gerçek hayata benzer bir senaryo hazırlanmıştır.

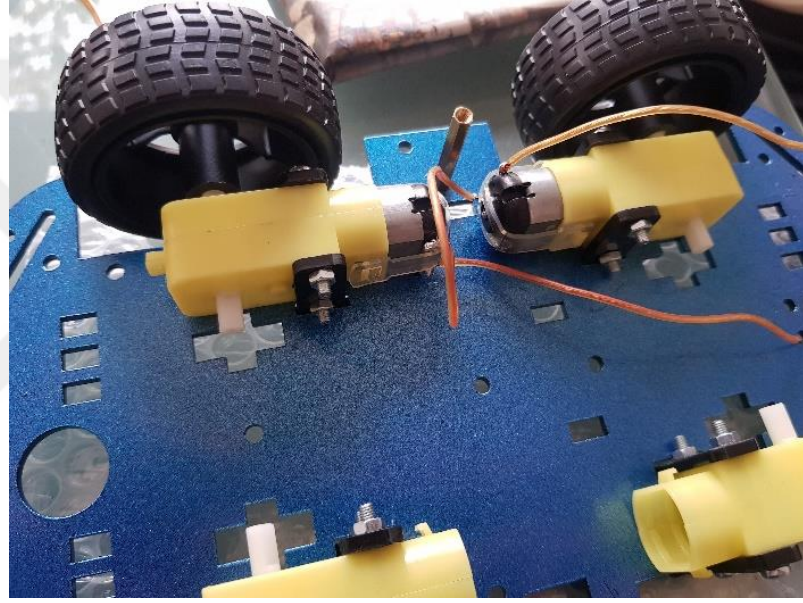
Robotta yer alan donanımsal malzemeler kabaca aşağıda listelenmiştir;

1. 2 adet pleksi plaka
2. Robotik kol
3. 4 adet tekerlek
4. 4 adet motor
5. 4 adet servo motor
6. Arduino Uno kartı
7. L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı
8. Servo sürücü kalkını
9. Jumper kablolar
10. Lipo pil
11. HC05 Bluetooth devresi
12. Raspberry Pi 3
13. HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
14. Microsoft web kamerası

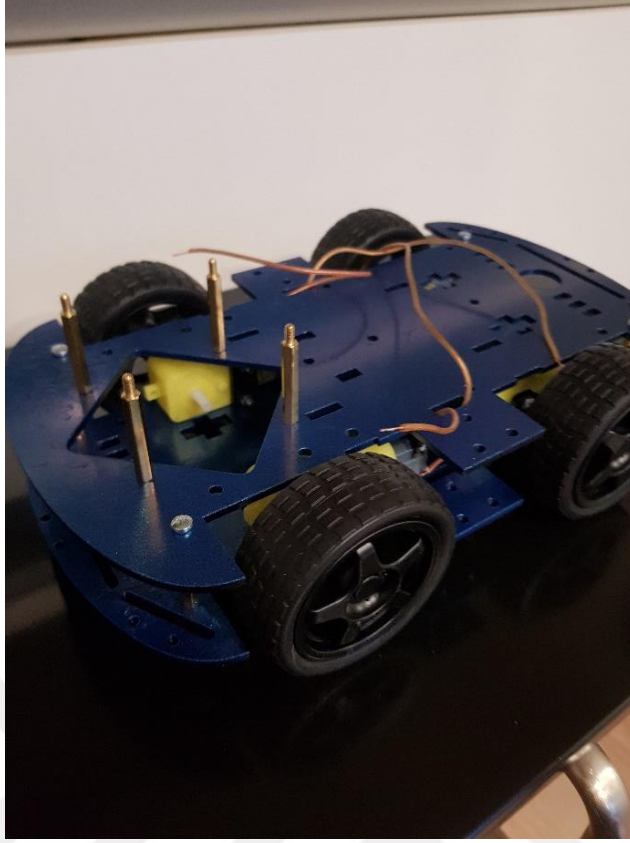
3.1. Robot Gövdesinin Tasarımı

Numaralandırılmış pleksi levhalar Şekil 3.1’de görüldüğü üzere gövdeyi oluşturmaktadır. Ana öğelerin düzgün konumlandırılması için öncelikle zemin levha üzerinde motorların sabitlenmesi gerekmiştir. Motorların +- kutupları ters konumda lehimlendikten sonra, motorların sabitleme işleminden sonra 4 adet tekerlek montajının ardından test edilmiştir. İlk test aşamasında tekerlekler tam yerleştirilemediğinden dolayı motorlar hareketini tamamlasa bile tekerleklerde sarsıntı meydana gelmiştir. Bu soruna çözüm yolu olarak tekerleklerle biraz daha güç uygulanarak yuvalarına tam oturmaları

sağlanmıştır. Güç kaynağı olan lipo pilin +- kutuplarını motorlara bağlayarak motor gücü ile tekerleklerin dönme işleminin başarılı bir şekilde tamamlandığı görülmüştür. Zemin ve üst gövde pleksi levhaların Şekil 3.1’de görülebileceği üzere montajı vidalar yardımıyla tamamlanmıştır. Renk değişimi kararı alınmasından dolayı parçalar tekrar sökülüp motor sabitleyicilerini, tekerleklerin jantlarını ve gövde pleksi levhalarını siyah ve mavi renklere sprey boyalar ile boyanmıştır. Montaj sırasında sprey boyanın çıkması sorunundan dolayı ince bir zımpara yardımıyla pleksi levhaların yüzeyi zımparaladıktan sonra tekrar aynı renklere boyanıp montajı tamamlanmıştır.



Şekil 3.1. Robot zemin tasarımı



Şekil 3.2. Robot gövde tasarımı

Güç kaynağı olarak sistemde iki adet lipo pil bulunmaktadır. Sistemin kontrolü kullanıcı tarafından sağlanabilmesi için Arduino devresi kullanılmıştır. DC motorlar, motor sürücü devresi ile haberleşerek çalışmaktadır. Arduino sürücüsüne entegre edilen servo sürücü kalkını devresi sayesinde robotun kolunda bulunan 4 adet servo motorların çalıştırılabilmesi sağlanmıştır. Mobil cihaza bağlantı sağlanabilmesi amacıyla bir adet Bluetooth devresi sisteme eklenerek haberleşme sağlanmıştır.

3.2. Robot Kol Tasarımı

Numaralandırılmış olan robot kolun pleksi parçalarının montaj işlemleri Şekil 3.3'te de görüldüğü üzere kolu hareket ettirecek olan servo motorlar ile birlikte tamamlanmıştır. Pleksi parçalarının üzerinde jelatinlerinin unutulmasından dolayı robot kol sökölerek jelatinlerin çıkartılmasının ardından tekrar montajı ve servo motorların da yeniden açt ayarlarının yapılması zorlayıcı bir süreç olmuştur.

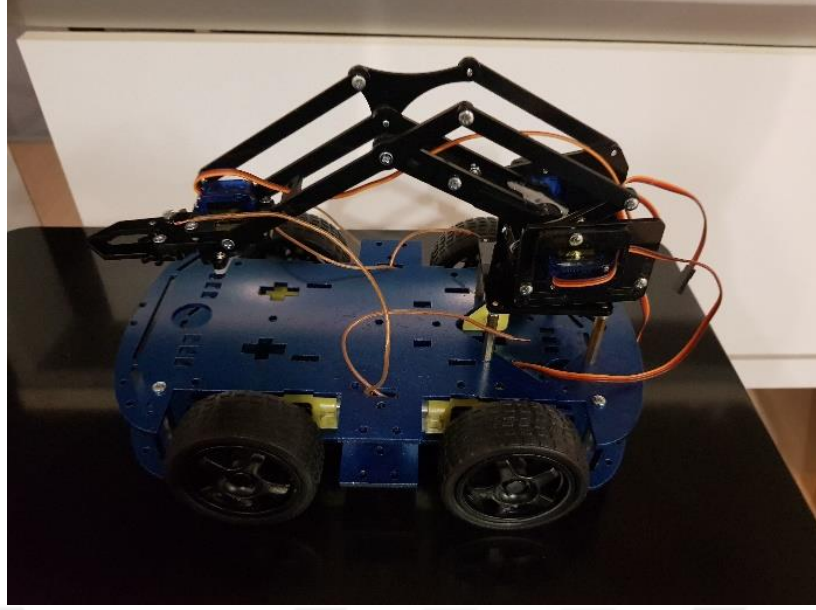


Şekil 3.3. Robot kol tasarımı

Ardından DC motorlardan gelen kablolar motor sürücüsüne bağlanıp gerekli güç bağlantıları Arduino ile sağlanmıştır. Usb kablo yardımıyla Arduino devresi bilgisayar ile haberleşerek geliştirilen yazılımın yüklenmesi sağlanmıştır. Robotu kontrol edebilmek için mobil uygulama kurularak gerekli kontroller sağlanmıştır. Kurulumun ardından yapılan denemelerde başlangıçta ileri ve sağ yön hareketleri çalışmaktadır ancak sol ve geri yönlendirmeler yapılamamıştır. Bağlantıların kontrollerinden sonra yazılımsal düzeltmeler ile beraber sorunun önüne geçilmiştir. Bu kontroller esnasında lipo pile hatalı bağlantı yapılması sonucunda motor sürücü devresi yanmıştır ve tekrar tedarik edilerek denemelere devam edilmiştir.

Robot kolu ile yapılan denemelerde üzüm gibi küçük ve hafif meyveleri kaldırabilirken elma gibi ağır ve büyük meyveleri de kaldıramadığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların neticesinde köpükten yapılan küçük boyutlu meyvelerin taşınmasının daha sağlıklı olacağı düşünülmüştür.

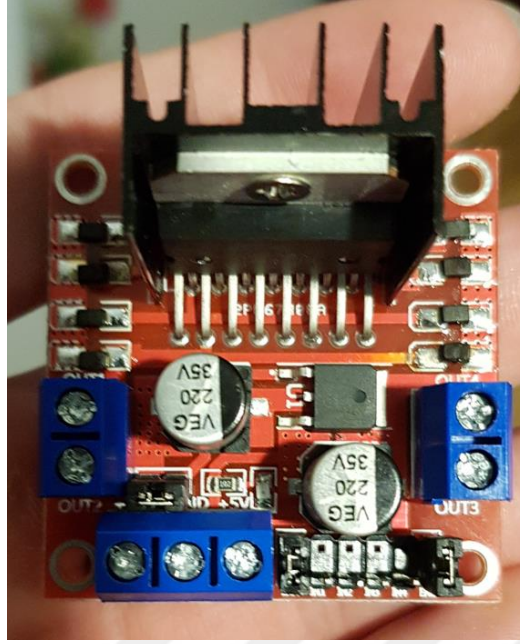
Robot koluna yapılan testler tamamlandıktan sonra robot araca Şekil 3.4'de de görüldüğü üzere montajı tamamlanmıştır.



Şekil 3.4. Robot tasarımı

3.3. L298N Voltaj Regülatörlü Çift Motor Sürücü Kartı

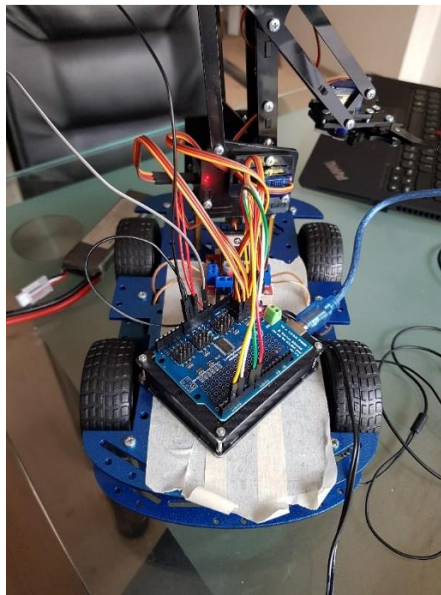
Motorların ve Arduino devresinin haberleşebilmesi için bir adet Şekil 3.5'teki L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı kullanılmıştır. Aynı tarafta duran her 2 tekerlek için de motorlar birbirlerine 2 ucu iletken olan kablolar ile lehimlenmiştir. Ardından güç kaynağı yardımıyla test edilip sorun olmadığı görüldükten sonra L298N devre kartına 4 adet kablo vidalama yöntemi ile bağlanmıştır. Arduino devresinde güç aktarımı sağlanacak olan girişlerine Jumper kablo yardımıyla bağlantı sağlanmıştır. Böylece Arduino güç kaynağı ile beslendiğinde bağlantı sağlanan diğer devre de beslenecek ve tekerleklere enerji gidecektir. Görseldeki yer alan devrede 4 adet pin bulunmaktadır. Bunlar Arduino'dan gelecek 1 ve 0 değerlerine göre tekerleklerin yönlerini belirlemektedir.



Şekil 3.5. L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı

3.4. Arduino Uno Kartı

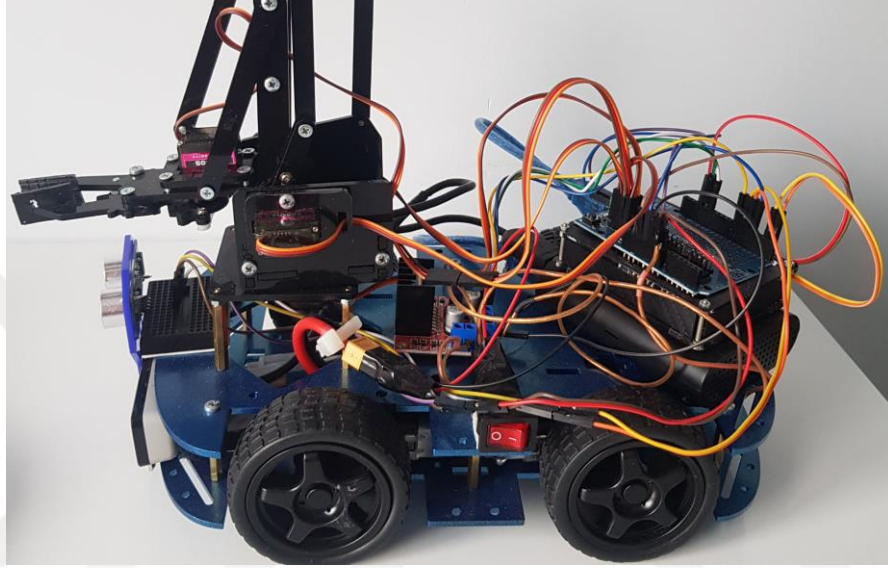
Arduino devresinde yer alan 2, 4, 7 ve 8 girişlerine yön vermeyi sağlayan 4 adet pin 4 adet dişi – erkek kablo aracılığıyla Şekil 3.6’da da görüldüğü üzere bağlanmıştır. Ardından 4 adet servo motorda bulunan 3 adet dişi uç kabloları servo sürücü kalkanı devre kartına bağlanmıştır.



Şekil 3.6. Arduino Uno devresi kurulumu

3.5. Raspberry Pi 3

Geliştirilen program ile entegre olarak çalışacak ve görüntü işleme süreçlerini gerçekleştirecek olan Raspberry Pi 3 devresi robota Şekil 3.7’de de görüldüğü üzere Arduino Uno ile alt alta eklenmiştir. Görüntü algılamak için sisteme Microsoft marka kamera eklenmiş olup aynı zamanda cisimlere olan mesafe kontrolü için de HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü robota eklenmiştir.



Şekil 3.7. Raspberry Pi 3 devresi kurulumu

3.6. Robotun Programlanması

Montaj işlemleri tamamlandıktan sonra devreye güç kaynağı bağlandığında motorların Arduino yardımıyla kullanıcı tarafından kontrol edilebilir hale gelebilmesi için programlama işlemine geçilmiştir. Programlanan kodlar MicroSD kartın içerisinde yer almaktadır. Aynı wifi ağı üzerinden Raspberry Pi ile bilgisayar yardımıyla iletişime geçerek MicroSD kart üzerindeki kodlar düzenlenebilmektedir.

Şekil 3.8’de de görüldüğü üzere ilk olarak programlamada gerekli olabilecek kütüphaneler uygulamaya eklenmiştir. Sinyal aktarım bilgisi olarak PWMServoDriver sisteme pwm adı ile tanımlanmıştır. Böylece program motorların adreslerini baz alarak kontrol edebilir hale gelmiştir. Programda gerekli olacak diğer değişkenler de başlangıçta set edilerek istenilen değerlere

atanmıştır. Arduino'daki giriş pin adres bilgileri ve gerekli kontrol parametreleri dataIn, determinant, det, adım ve pinileri gibi değişken sabitleri ile başlangıçta set edilmiştir. Servo motorlarının açısal hareketlerinde kullanabilmek için SERVOMIN ve SERVOMAX değerleri başlangıçta set edilmiştir.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>
Adafruit_PWMServoDriver pwm = Adafruit_PWMServoDriver();

#define SERVOMIN 125
#define SERVOMAX 575

#define echoPin 5
#define trigPin 6

char dataIn = 'E'; char determinant; char det; int adım=80; int adım4,adım3=0; int adım2=10;
const int pinileri = 12; const int pingeri =4; const int pinsol = 7; const int pinsag = 13;

int maximumRange = 50;
int minimumRange = 0;
```

Şekil 3.8. Kullanılacak değişkenlerin belirlenmesi

Setup fonksiyonu ile program çalıştığında ilk olarak hangi işlemleri yapması gerektiği Şekil 3.9'da da görüldüğü üzere fonksiyon içerisinde belirtilmiştir. Kullanılmak istenilen pinler pinMode kodları yardımıyla Arduino üzerinde aktif hale gelmiştir. Saniyede bit cinsinden iletişim hızı Serial.begin() ile ayarlanmıştır. Devrenin sinyal haberleşmesini sağlamak için pwm.begin() fonksiyonu kullanılmıştır. Sinyal frekansı pwm.setPWMFreq aracılığıyla belirlenmiştir.

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);

    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);

    pwm.begin();
    pwm.setPWMFreq(60);
}
```

Şekil 3.9. Arduino ile haberleşmek için gerekli ayarlar

Loop fonksiyonunda Şekil 3.10'da da görüldüğü üzere tekrarlı işlemler tanımlanmıştır. Arduino üzerinde digitalWrite() fonksiyonu ile bağlantı

sağlanmış, pinlerin 0 (LOW) veya 1 (HIGH) değerlerini alması amaçlanmıştır. Böylece tekerleklere yön ataması yapılabilecektir. While döngüleri yardımıyla mesafe değerine bağlı olarak gelen parametre değerine göre ilgili motorun dönme işleminin yapılması check() fonksiyonu ile sağlanmıştır.

```
void loop() {  
  
    int olcum = mesafe(maximumRange, minimumRange);  
    Serial.print("olcum: "); Serial.println(olcum);  
    det = check();  
    while (det == 'O') //Telefondaki programda atanmış olan durma fonksiyonun harf eşdeğeri  
    {  
        det= check();  
    }  
    while (det == 'P') //Telefondaki programda atanmış olan durma fonksiyonun harf eşdeğeri  
    {  
        det= check();  
    }  
  
    while (det == 'K') //Telefondaki programda atanmış olan durma fonksiyonun harf eşdeğeri  
    {  
        det= check();  
    }  
  
    while (det == 'N') //Telefondaki programda atanmış olan durma fonksiyonun harf eşdeğeri  
    {  
        det= check();  
    }  
    while (det == 'B') //GERİ  
    {  
  
        digitalWrite(pingeri, HIGH);  
        digitalWrite(pinsol, HIGH);  
        det = check();  
  
    }  
    while (det == 'S') //Telefondaki programda atanmış olan durma fonksiyonun harf eşdeğeri  
    {  
        digitalWrite(pinileri, LOW);  
        digitalWrite(pingeri, LOW);  
        digitalWrite(pinsol, LOW);  
        digitalWrite(pinsag, LOW);  
  
        det = check();  
    }  
  
    int olcum2;  
    if(olcum>25 || olcum==0){  
        det = check(); // determinanti kontrol et  
        while (det == 'F' && (olcum>10 || olcum==0)) //İLERİ  
        {  
            olcum2 = mesafe(maximumRange, minimumRange);  
            digitalWrite(pinileri, HIGH);  
            digitalWrite(pinsag, HIGH);  
            det = check();  
            if(olcum2<25)  
            {  
                break;  
            }  
        }  
    }  
}
```

Şekil 3.10. Motorların mesafeye bağlı olarak çalışma prensiplerinin ve mobil uygulama kontrollerinin tanımlanması

check() fonksiyonun amacı Şekil 3.11’de de görüldüğü üzere hangi motorun ne kadar açı yapacağı ve aktif olacağını belirlemektir. İlgili AngleToPulse() fonksiyonundan bu açısal bilgiyi almaktadır.

```

int check()
{
  if (Serial.available() >0) //Serial portun kontrollü
  {
    dataIn = Serial.read();
    if (dataIn == 'O') // kaldırma
    {
      determinant = 'O';
      if(adim <161 )
      {
        adim=adim+10;
        Serial.print("servo 1 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim: ");Serial.println(adim);
        pwm.setPWM(0, 0, angleToPulse5(adim));
        delay(300);
      }
      else{
        adim=90;
        Serial.print("servo 1 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim: ");Serial.println(adim);
        pwm.setPWM(0, 0, angleToPulse6(adim));
        delay(300);
      }
    }
    else if (dataIn == 'P') // kol
    {
      determinant = 'P';
      if(adim2 <51 )
      {
        adim2=adim2+10;
        Serial.print("servo 3 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim2: ");Serial.println(adim2);
        pwm.setPWM(2, 0, angleToPulse(adim2));
        delay(300);
      }
      else{
        adim2=10;
        Serial.print("servo 3 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim2: ");Serial.println(adim2);
        pwm.setPWM(2, 0, angleToPulse2(adim2));
        delay(300);
      }
    }
    else if (dataIn == 'N') // aşağı inme
    {
      determinant = 'N';
      if(adim4 <81 )
      {
        adim4=adim4+10;
        Serial.print("servo 4 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim4: ");Serial.println(adim4);
        pwm.setPWM(1, 0, angleToPulse7(adim4));
        delay(300);
      }
      else{
        adim4=10;
        Serial.print("servo 4 det: "); Serial.println(determinant);
        Serial.print("adim4: ");Serial.println(adim4);
        pwm.setPWM(1, 0, angleToPulse8(adim4));
        delay(300);
      }
    }
  }
}

```

Şekil 3.11. Mobil uygulamadan gelen parametrelerin kontrolü ve ilgili motorun aktif hale gelmesi

AngleToPulse() fonksiyonunda Şekil 3.12’de de görüldüğü üzere açısal değerler ile motorların yapacağı açılar iletilmiştir. Böylece süreç boyunca motorlar aktif olmayacak ve yapacağı açı kadar açılıp kapanacak bunun sonucunda da hem güçten hem de motorun ısınmasından kaynaklı oluşabilecek sorunların önüne geçilmiş olacaktır. Açısal hareket tamamlandıktan sonra motorun ilk konumuna

geri gelebilmesi için motorun yapacağı max. açısal değerden başlatılarak ilk konumuna gelmesi sağlanmıştır.

```
int angleToPulse(int ang){
    int pulse= map(ang,0,80,SERVOMIN,SERVOMAX);
    Serial.print("Angle: "); Serial.print(ang);
    Serial.print(" pulse: "); Serial.println(pulse);
    return pulse;
}
int angleToPulse2(int ang){
    int pulse= map(ang,80,0,SERVOMAX,SERVOMIN);
    Serial.print("Angle: "); Serial.print(ang);
    Serial.print(" pulse: "); Serial.println(pulse);
    return pulse;
}
int angleToPulse3(int ang){
    int pulse= map(ang,0,80,SERVOMIN,SERVOMAX);
    Serial.print("Angle: "); Serial.print(ang);
    Serial.print(" pulse: "); Serial.println(pulse);
    return pulse;
}
int angleToPulse4(int ang){
    int pulse= map(ang,80,0,SERVOMAX,SERVOMIN);
    Serial.print("Angle: "); Serial.print(ang);
    Serial.print(" pulse: "); Serial.println(pulse);
    return pulse;
}
```

Şekil 3.12. Motor açılarının tanımlanması

Yazılımın sürecinden sonra Raspberry Pi 3 ile Arduino bağlantısı sağlanarak kameranın bağlantısının ardından Raspberry Pi işletim sisteminin kurulumu yapılarak programlanma süreci Python ile tamamlanmıştır. Kamera bu yazılım aracılığıyla aktif edilerek kamera açısında bulunan cisimlerin, daha önceden eğitilmiş ve yazılım içerisinde yer alan verilere sahip olan MobileNet eğitim seti kullanılarak tanınması sağlanmıştır.


```

od.py
1 import cv2
2 thres = 0.45 # Threshold to detect object
3
4 cap = cv2.VideoCapture(0, cv2.CAP_V4L2)
5 cap.set(3,1280)
6 cap.set(4,720)
7
8 classNames= []
9 classFile = '/home/pi/Desktop/proje/coco.names'
10 with open(classFile,'rt') as f:
11     classNames=[line.rstrip() for line in f]
12
13 configPath = '/home/pi/Desktop/proje/ssd_mobilenet_v3_large_coco_2020_01_14.pbtxt'
14 weightsPath = '/home/pi/Desktop/proje/frozen_inference_graph.pb'
15
16 net = cv2.dnn_DetectionModel(weightsPath,configPath)
17 net.setInputSize(320,320)
18 net.setInputScale(1.0/ 127.5)
19 net.setInputMean((127.5, 127.5, 127.5))
20 net.setInputSwapRB(True)
21
22 while True:
23     success,img = cap.read()
24     classIds, confs, bbox = net.detect(img,confThreshold=thres)
25     print(classIds,bbox)
26
27     if len(classIds) != 0:
28         for classId, confidence,box in zip(classIds.flatten(),confs.flatten(),bbox):
29             cv2.rectangle(img,box,color=(0,255,0),thickness=2)
30             cv2.putText(img,classNames[classId-1].upper(),(box[0]+100,box[1]+300),
31                 cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,1,(0,255,0),2)
32
33     cv2.imshow("Output",img)
34     cv2.waitKey(1)

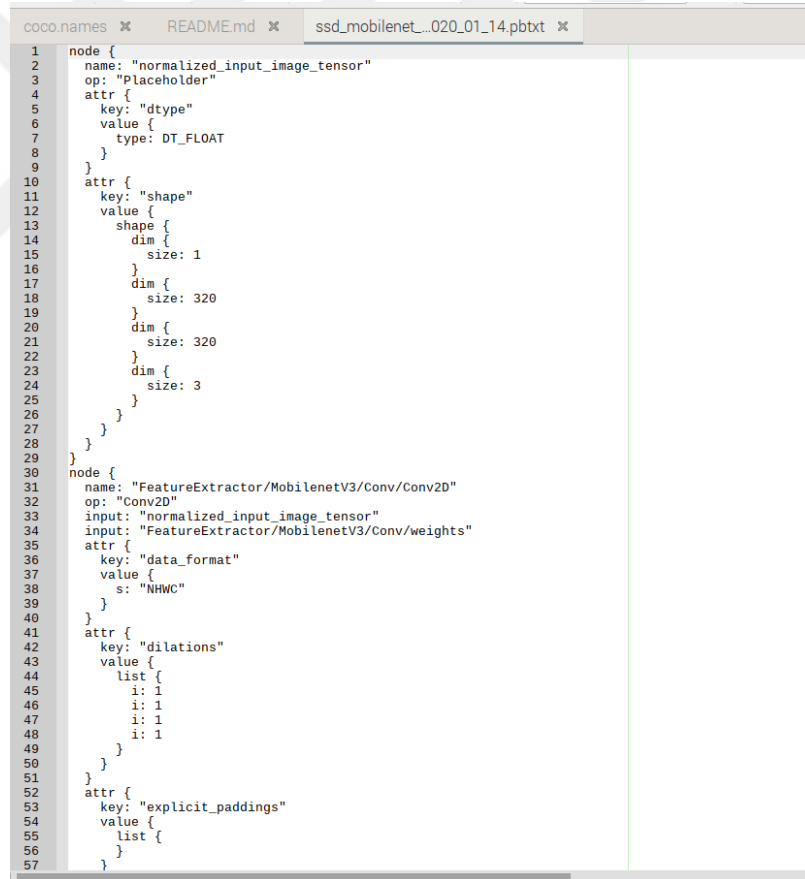
```

Şekil 3.13. Kamera yardımıyla görüntü tanıma aşaması

Kamera Şekil 3.13'te gösterilen yazılım aracılığıyla aktif edilerek kamera açısında bulunan cisimlerin, Şekil 3.14'de de görüldüğü üzere daha önceden eğitilmiş ve yazılım içerisinde yer alan verilere sahip olan MobileNet eğitim seti kullanılarak tanınması sağlanmıştır. Şekil 3.13'te gösterilen yazılımda görüntüyü tanımak için DNN (Derin Sinir Ağı) modülü kullanılmıştır. Bu modül, derin öğrenmeyle ilgili her şeyden sorumlu olan OpenCV'de bulunmaktadır.

OpenCV, nesne sınıflandırması ve tanımlaması için önceden eğitilmiş MobileNet modelini kullanmamıza izin verir. MobileNet bir Derin Sinir Ağı (CNN) algoritmasıdır ve TensorFlow kullanılır. CNN, çok sayıda önceden tanımlanmış ve depolanmış filtre kullanır ve görüntünün piksel matrisi ile bu filtrenin evrişimini yapar. Bu, görüntünün nesnelerinin filtrelenmesine ve aralarında bir eşleşme belirlemek için önceden tanımlanmış geniş bir nesne kümesiyle karşılaştırılmasına neden olur. Dolayısıyla bu şekilde bu modeller görüntüyü tahmin edebilmektedir. MobileNet, normal CNN'ler tarafından yapılan normal evrişimden farklı olan Derinlik Evrişimi ve Nokta Evrişimi yöntemlerini kullanır. Bu konvolüsyon yöntemleri karşılaştırma ve tanıma süresini çok azalttığı için çok kısa sürede daha iyi yanıt vermektedir ve bu yüzden görüntü tanıma modeli olarak kullanılmıştır.

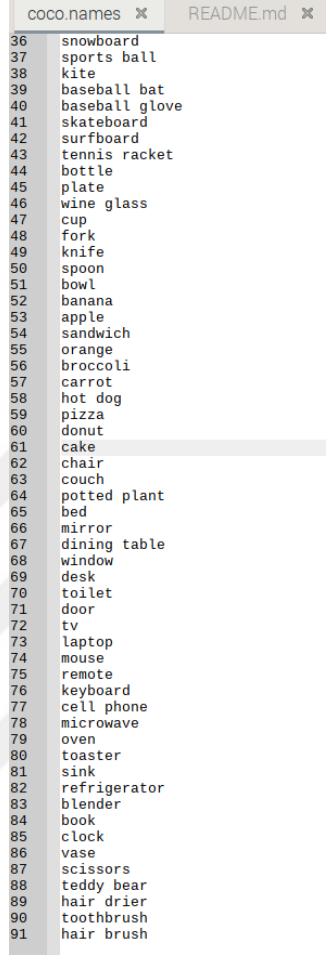
Modül yalnızca resimler ve videolar üzerinde derin öğrenme çıkarımını destekler. İnce ayar ve eğitimi desteklemez. DNN modülü, TensorFlow, PyTorch gibi popüler çerçevelerden önceden eğitilmiş sinir ağlarının ve bu modellerin doğrudan OpenCV'de kullanılmasına olanak tanır. OpenCV DNN modülünün en iyi yanlarından biri, Intel işlemciler için yüksek oranda optimize edilmiş olmasıdır. Modüle MobileNet'e ait olan ağırlık ve konfigürasyon dosyalarını girdi olarak verdikten sonra eğitim setine ait olan parametreler için boyut, ölçeklendirme, ortalama ve renk bayrağının tanımlanması sağlanmıştır. MobileNet için giriş boyutu 320×320'dir ve görüntü rengi 127,5 ölçeğinde kullanılır. OpenCV için varsayılan giriş BGR'dir ve normal sensörlerimiz bize verileri RGB renk modelinde sağlar, böylece renk bayrağı yardımıyla bu dönüşüm yapılır.



```
1 node {
2   name: "normalized_input_image_tensor"
3   op: "Placeholder"
4   attr {
5     key: "dtype"
6     value {
7       type: DT_FLOAT
8     }
9   }
10  attr {
11    key: "shape"
12    value {
13      shape {
14        dim {
15          size: 1
16        }
17        dim {
18          size: 320
19        }
20        dim {
21          size: 320
22        }
23        dim {
24          size: 3
25        }
26      }
27    }
28  }
29 }
30 node {
31   name: "FeatureExtractor/MobilenetV3/Conv/Conv2D"
32   op: "Conv2D"
33   input: "normalized_input_image_tensor"
34   input: "FeatureExtractor/MobilenetV3/Conv/weights"
35   attr {
36     key: "data_format"
37     value {
38       s: "NHWC"
39     }
40   }
41   attr {
42     key: "dilations"
43     value {
44       list {
45         i: 1
46         i: 1
47         i: 1
48         i: 1
49       }
50     }
51   }
52   attr {
53     key: "explicit_paddings"
54     value {
55       list {
56         // Empty list for explicit padding
57       }
58     }
59   }
60 }
```

Şekil 3.14. MobileNet eğitim seti

Sistemde tanınacak nesnelerin ağırlık değerlerinin tutulduğu dosya Şekil 3.14’de gösterilmektedir. Buradaki değerlere göre cisimlerin tanınması ve doğruluk oranlarının hesaplanması sağlanmaktadır.



	coco.names	README.md
36	snowboard	
37	sports ball	
38	kite	
39	baseball bat	
40	baseball glove	
41	skateboard	
42	surfboard	
43	tennis racket	
44	bottle	
45	plate	
46	wine glass	
47	cup	
48	fork	
49	knife	
50	spoon	
51	bowl	
52	banana	
53	apple	
54	sandwich	
55	orange	
56	broccoli	
57	carrot	
58	hot dog	
59	pizza	
60	donut	
61	cake	
62	chair	
63	couch	
64	potted plant	
65	bed	
66	mirror	
67	dining table	
68	window	
69	desk	
70	toilet	
71	door	
72	tv	
73	laptop	
74	mouse	
75	remote	
76	keyboard	
77	cell phone	
78	microwave	
79	oven	
80	toaster	
81	sink	
82	refrigerator	
83	blender	
84	book	
85	clock	
86	vase	
87	scissors	
88	teddy bear	
89	hair drier	
90	toothbrush	
91	hair brush	

Şekil 3.15. Nesnelerin isimleri

Sistemde tanınacak nesnelerin yazılı olarak tutulduğu dosya Şekil 3.15’te gösterilmektedir. Buradan alınan isimlere göre nesnenin türü belirlenmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Tekerleklerin montajı esnasında sert plastik olmalarından dolayı kırılma riskini azaltmak adına az miktarda kuvvet uygulanarak dişli sisteme yerleştirilmeye çalışılmış fakat düzgün bir şekilde yerlerine oturmamışlardır. Robotik alanda çalışmalar yapan bir firma tarafından edinilen bilgiye istinaden malzemenin sert yapıda olduğu ve bir miktar daha kuvvet ile yerine oturabileceği görülmüştür. Tekerleklerle bir miktar daha kuvvet uygulanarak denemeler yapıldıktan sonra 4 tekerin de düzgün bir şekilde yerlerine oturdukları görülmüştür. Robotun hareket etmesine yardımcı olan tekerleklerle ait 4 adet motorun sabitlenmesi aşamasında kullanılması için yuvarlak silindir başlı gönderilen vidaların tekerleklerle temas ederek yavaş dönmelerine hatta bazen de hiç dönmelerine neden oldukları fark edilmiştir. Bu sorunun önüne geçmek için 4 adet yıldız havşa başlı vidalar sipariş edilerek tekerleklerin düzgün bir şekilde dönmeleri sağlanmıştır.

Tekerleklerle bağlı olan motorlara güç besleyen L298N devresini 2 adet 7.4V güç üretebilen lipo pil yardımıyla denemelere başlanmıştır. 2 adet erkek - erkek Jumper kablolar ile birbirlerine bağlantı sağlanan ve bir kablonun - diğerinin ise + yı temsil ettiği düzenekte çok sayıda test yapılırken dikkat eksikliğinden dolayı bir sonraki test esnasında kabloların pilde yer alan - çıkışına devrenin + girişi, + çıkışına da devrenin - girişi bağlanmıştır. Bunun sonucunda devreye güç geldiği esnada devrenin ışığı yandıktan hemen sonra ufak bir ses ile duman ve ateş çıkmıştır. Güç kaynağının devre dışı bırakılmasının ardından kontrol edildiğinde Şekil 4.1'de de görüldüğü üzere motor sürücü kartının yanmış olduğu görülmüştür. Devre kullanılamaz hale geldiğinden yeni bir devre sipariş edilmiştir.



Şekil 4.1. Yanmış L298N voltaj regülatörlü çift motor sürücü kartı

Sürücü motor kalkanı devre kartı başlangıçta yalnızca Arduino devresini besleyerek çalıştırılmıştır. Güç kaynağı bağlantısı yapıldığında devre üzerinde yanması gereken led ışığın yanmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda servo motor kalkanı devre kartının güç kaynağı ile bağlantısında değişiklik yapılması gerektiği görülmüştür. Çözüm yolu olarak servo motor kalkanı devresi ile güç kaynağı arasında ek kablolar yardımıyla tek güç kaynağı olacak şekilde bağlantı sağlanarak devrenin çalışması sağlanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre Arduino devresi ile geliştirilen yazılımın, motorlarla haberleşme motor sürücü devreleri yardımıyla sağlanarak herhangi bir cihaz vasıtasıyla, tasarlanan robot kullanıcı tarafından kontrol edilebilir ve robot kolunda bulunan servo motorların kuvvetine uygun nesnelerin kavrama aynı zamanda da istenilen lokasyonlar arası taşıma işlemleri başarıyla yapılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Dikkat edilmesi gereken hususlar ise öncelikle tasarlanan projede gerekecek olan güce bağlı olarak devreleri besleyen güç kaynaklarının voltaj ve amper değerleri belirlenmeli ardından da devreler ile bu güç kaynaklarının bağlantıları çok dikkatli bir şekilde yapılmalı aksi durumlarda devrelerin yanmaları söz konusu olmaktadır.

Robot tasarımında uyumlu ve doğru parçaların seçilmesi önem arz etmektedir. Gerek sistemin stabil hale getirilmesi gerekse de sistemin hata payı düşük olacak şekilde çalışabilmesi açısından parça kaliteleri ve seçimleri oldukça önemlidir. Fakat son zamanlarda ülkemize parça tedarik süreçlerinde zorluklar yaşanabilmektedir. Bu nedenle projenin tasarım aşamasında mutlaka gerekli olacak parçaların tedarik sürecinin detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir.

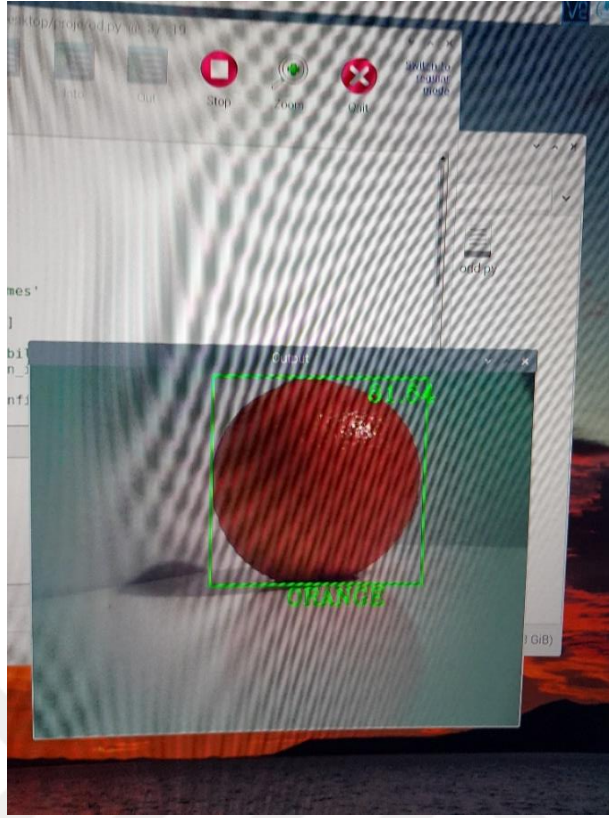
Raspberry Pi 3 kurulumunun ardından OpenCV kütüphanesi projeye dahil edilerek Python yardımıyla nesnelerin tanınması için kod yazılmıştır. Ardından değişik açılarda 3 farklı meyve ile testler yapılmıştır. Bu denemelerin sonucunda gerekli uygun açılar ve ışık sağlandığında %94 değerlerinde cisimlerin tanınabilir oldukları sonucuna varılmıştır.

2 boyutlu kamera yardımıyla 50 farklı denemede Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3'te görüldüğü gibi, Python programından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.1'de listelenmiştir.

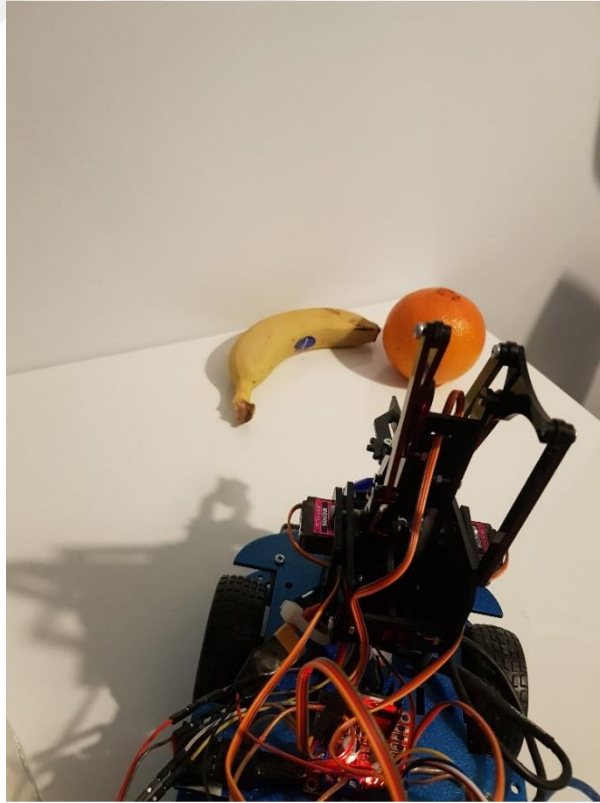
Çizelge 5.1. Meyvelerin algılanma başarı oranları

Meyveler	Deney Sayısı	Gerçek Meyvelerin Başarı Oranları	Köpük Meyvelerin Başarı Oranları
Elma	50	%98	%86
Muz	50	%94	%86
Portakal	50	%98	%90
Elma ve Muz	50	%96	%80
Elma ve Portakal	50	%96	%88
Muz ve Portakal	50	%86	%82
Elma, Muz ve Portakal	50	%90	%80

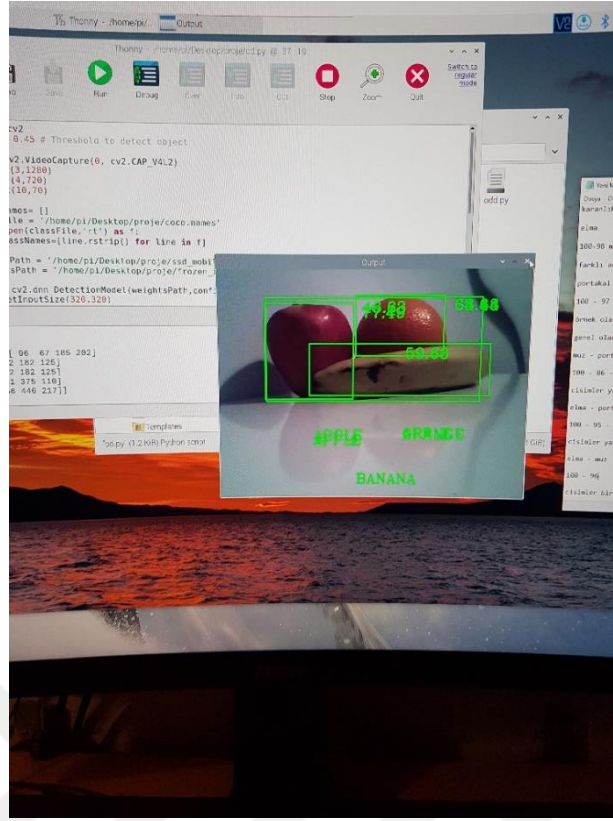
Meyvelerin açısız olarak kameradan elde edilen görüntülerde tam olarak bulunmaması buradaki hata paylarının temel nedeni olurken, cisimlerin yüzeylerini ayırt etmede ortam ışıklarından dolayı güçlükler ve kameraya olan yakınlıklarından dolayı algılamada problemler olduğu tespit edilmiştir. Bu koşullara rağmen gerçek elma %98 köpük elma ise %86 gibi yüksek oranlar verebilmiştir. Birden fazla meyve ile yapılan denemelerde ise görüntü algılama algoritması cisimleri ayrı ayrı ele alarak nesne tanıma işlemlerini başarılı bir şekilde yapabilmektedir. Deneyler oda ışığı altında ve arka planı mavi renk duvar olan bir masa üzerinde yapılmıştır. Denemeler sonucunda sistemin yüksek doğruluk oranında çalışabildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 5.1. Portakal görüntü incelemesi



Şekil 5.2. Portakal ve muz görüntü yakalama anı

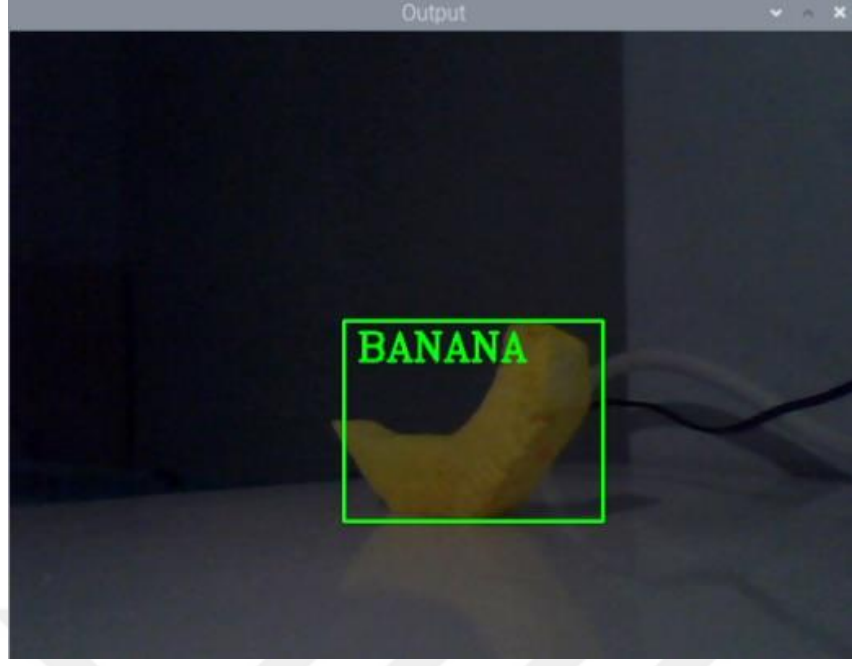


Şekil 5.3. Birden çok meyvenin görüntü incelemesi

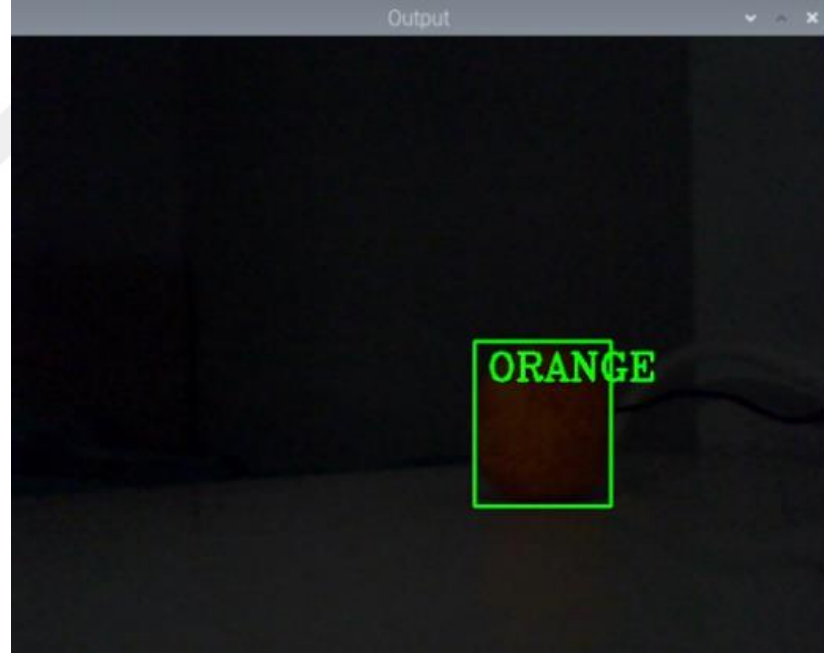
2 boyutlu kamera yardımıyla köpük meyvelere farklı açılar ile az ışık ve çok az ışıkta yapılan 10 farklı denemede Şekil 5.4, 5.5 ve 5.6'da görüldüğü gibi, Python programından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2'de listelenmiştir.

Çizelge 5.2. Köpük meyvelerin farklı ışık ve açılarda algılanma başarı oranları

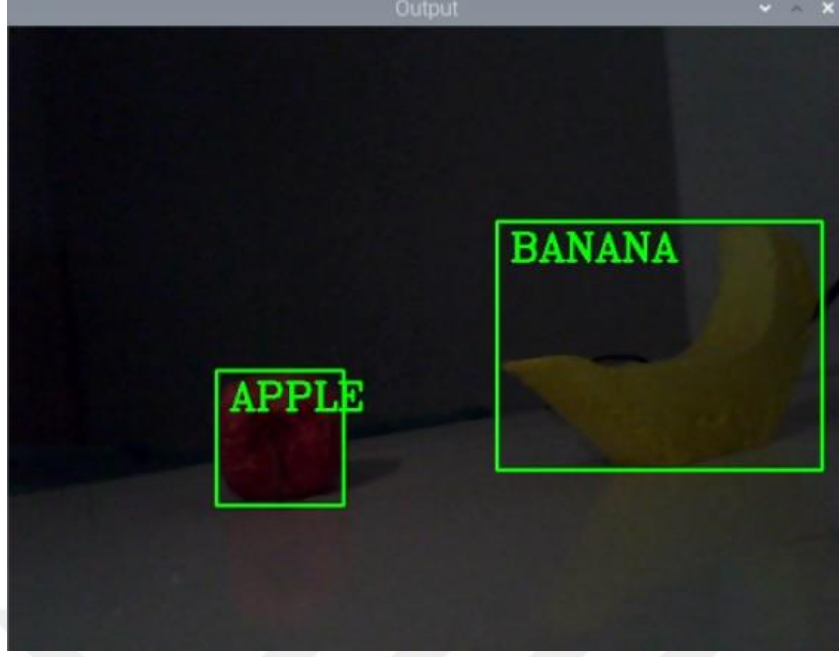
Meyveler	Deney Sayısı	Az Işık	Çok Az Işık
Elma	10	%70	%40
Muz	10	%80	%40
Portakal	10	%90	%90
Elma ve Muz	10	%30	%0
Elma ve Portakal	10	%30	%0
Muz ve Portakal	10	%70	%50
Elma, Muz ve Portakal	10	%60	%50



Şekil 5.4. Az ışık altında köpük muz görüntü incelemesi



Şekil 5.5. Çok az ışık altında köpük portakal görüntü incelemesi

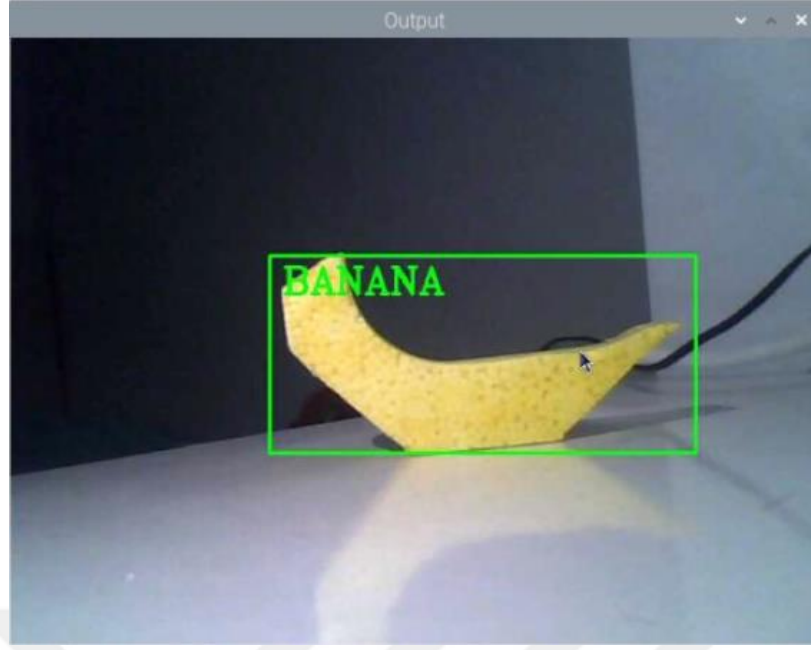


Şekil 5.6. Az ışık altında köpük elma ve muz görüntü incelemesi

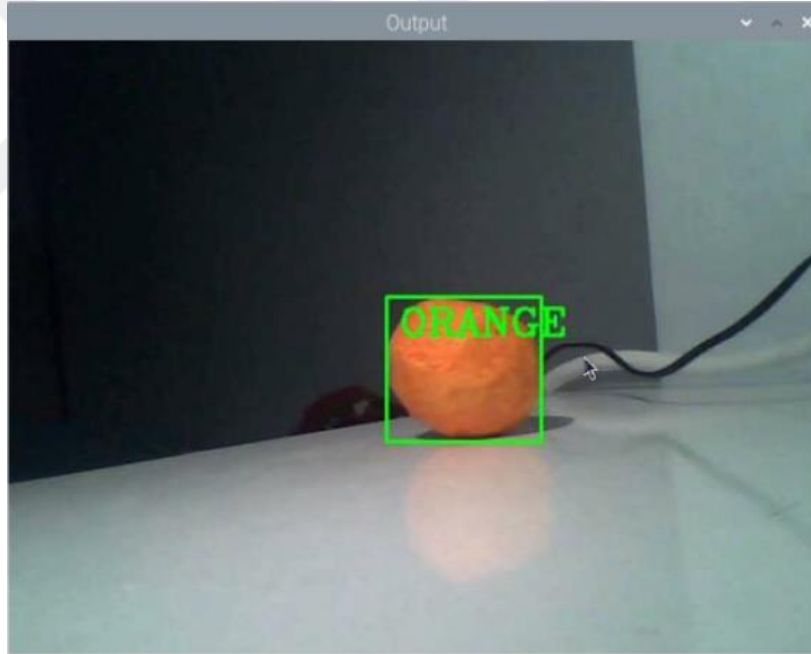
2 boyutlu kamera yardımıyla köpük meyvelere 30 ve 60 derecelik farklı açılarda yapılan 10 farklı denemede Şekil 5.7 ve 5.8'de görüldüğü gibi, Python programından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3'te listelenmiştir.

Çizelge 5.3. Köpük meyvelerin 30 ve 60 derece açılarda algılanma başarı oranları

Meyveler	Deney Sayısı	30 Derece Açı	60 Derece Açı
Elma	10	%50	%60
Muz	10	%80	%80
Portakal	10	%90	%90
Elma ve Muz	10	%40	%50
Elma ve Portakal	10	%40	%50
Muz ve Portakal	10	%80	%80
Elma, Muz ve Portakal	10	%30	%40



Şekil 5.7. 30 derece ışık altında köpük muz görüntü incelemesi

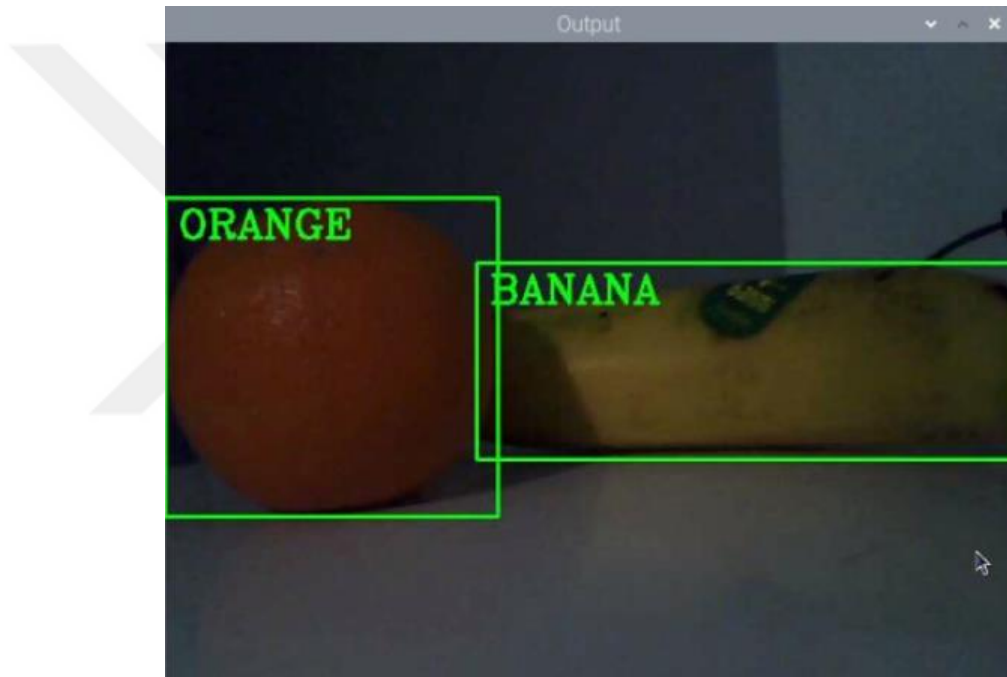


Şekil 5.8. 60 derece ışık altında köpük portakal görüntü incelemesi

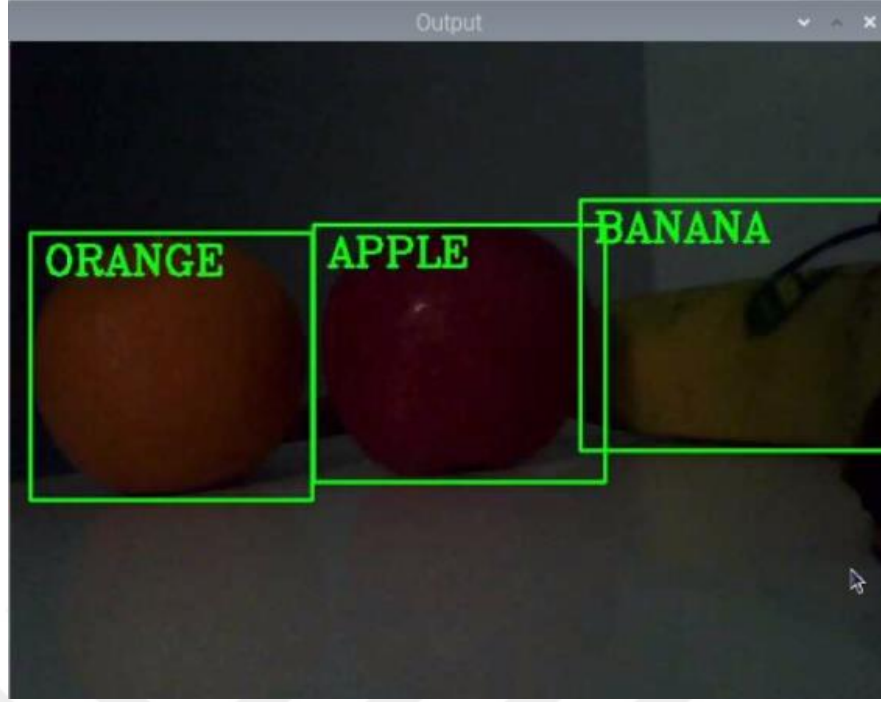
2 boyutlu kamera yardımıyla gerçek meyvelere farklı açılar ile az ışık ve çok az ışıkta yapılan 10 farklı denemede Şekil 5.9 ve 5.10'da görüldüğü gibi, Python programından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4'te listelenmiştir.

Çizelge 5.4. Gerçek meyvelerin farklı ışık ve açılarda algılanma başarı oranları

Meyveler	Deney Sayısı	Az Işık	Çok Az Işık
Elma	10	%60	%10
Muz	10	%90	%90
Portakal	10	%90	%90
Elma ve Muz	10	%60	%20
Elma ve Portakal	10	%60	%10
Muz ve Portakal	10	%80	%80
Elma, Muz ve Portakal	10	%70	%20



Şekil 5.9. Az ışık altında gerçek portakal ve muz görüntü incelemesi

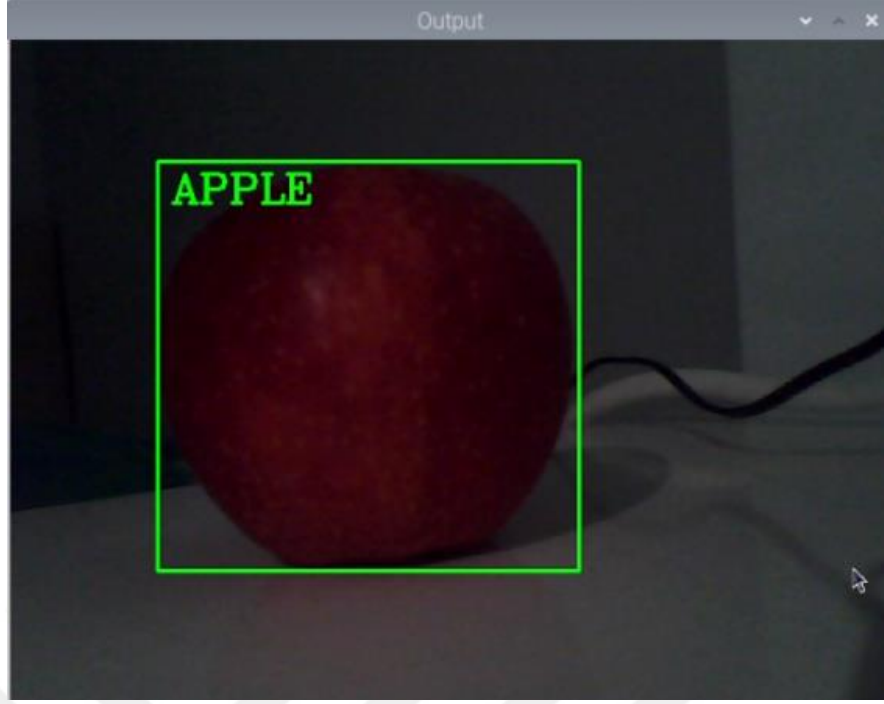


Şekil 5.10. Çok az ışık altında gerçek elma, portakal ve muz görüntü incelemesi

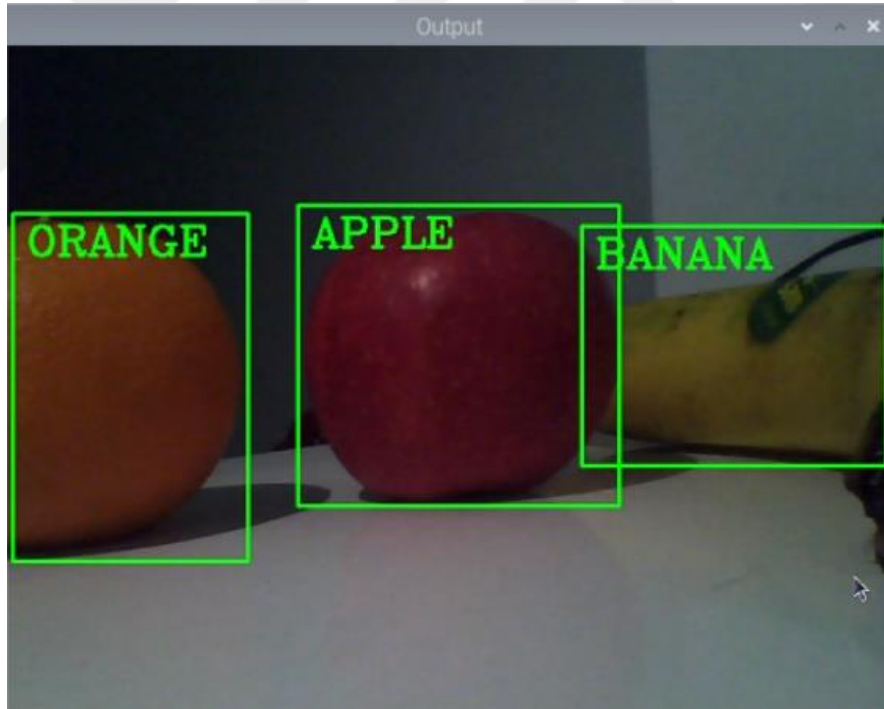
2 boyutlu kamera yardımıyla gerçek meyvelere 30 ve 60 derecelik farklı açılarda yapılan 10 farklı denemede Şekil 5.11 ve 5.12’de görüldüğü gibi, Python programından elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5’te listelenmiştir.

Çizelge 5.5. Gerçek meyvelerin 30 ve 60 derece açılarda algılanma başarı oranları

Meyveler	Deney Sayısı	30 Derece Açı	60 Derece Açı
Elma	10	%70	%80
Muz	10	%80	%90
Portakal	10	%80	%90
Elma ve Muz	10	%70	%80
Elma ve Portakal	10	%70	%70
Muz ve Portakal	10	%80	%90
Elma, Muz ve Portakal	10	%60	%70



Şekil 5.11. 30 derece ışık altında gerçek elma görüntü incelemesi



Şekil 5.12. 60 derece ışık altında gerçek elma, portakal ve muz görüntü incelemesi

Köpük ve gerçek meyvelerin Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.4'te gösterildiği gibi farklı ışık dereceleri ve açılarda elde edilen deney sonuçlarında, görüntü algılamadaki değerlerin meyvelerin daha az ışıktaki kamera tarafından net olarak

algılanamamasından kaynaklı sistemde tanıtılmış olan meyvelere benzetememe durumu ortaya çıkmış ve böylece meyvelerin hatları tam olarak algılanamadığından nesne tanıma oranları düşmüştür. Genel olarak portakal ve muz renk tonlarının karanlıkta dahi görünür olmasından kaynaklı başarı oranı biraz daha yüksek olabilmektedir.

Köpük ve gerçek meyvelerin Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.5'te gösterildiği gibi 30 ve 60 derece açılarda elde edilen deney sonuçlarında, farklı açılardan gelen ışık ön taraftaki cismi daha iyi aydınlatırken arkada kalanları karanlık bırakabilmekte ve cismin ışık almayan yüzeylerinin belirgin olmamasına neden olabilmektedir. Cismin görünür olan kısmının tamamen aydınlık olamamasından kaynaklı olarak 30 ve 60 derece ışık açılarındaki elde edilen sonuçlarda düşüş gözlemlenmiştir.

Köpükten yapılmış meyveleri prototip robot şu anda kavrayabiliyor ve taşıyabiliyor. Robot kol ile yakalanması ve el yapımı köpük elma görseli sırasıyla Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'de verilmiştir. 50 farklı denemede robotun köpük meyveyi kavrayabileceği bir yükseklikte ve robota belli bir uzaklıkta köpük meyveleri yakalama başarı oranları Çizelge 5.6'da listelenmiştir.

Çizelge 5.6. Köpük meyvelerin taşınma başarı oranları

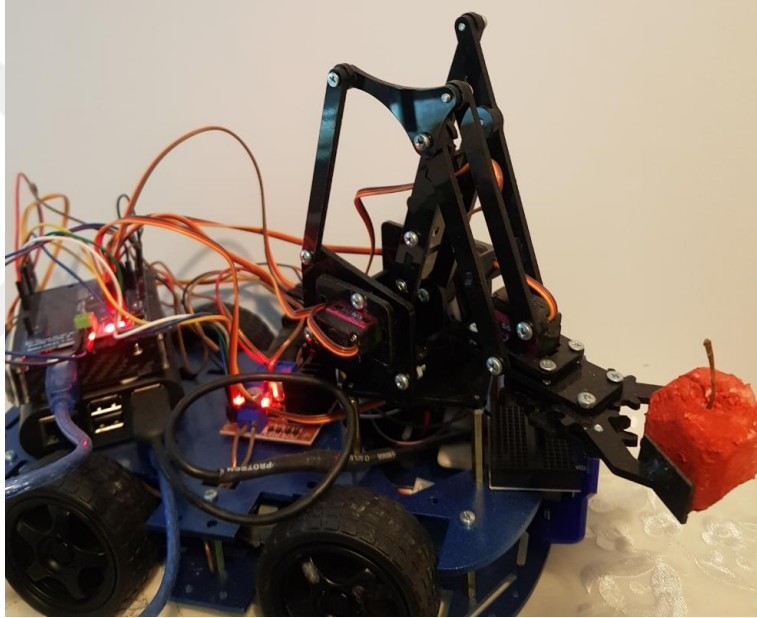
Meyveler	Deney Sayısı	Başarı Oranları
Elma	50	%60
Portakal	50	%60
Muz	50	%30

Yapılan denemelerde robota cisme yaklaşabilmesi için çok sayıda manevra ve cismi kavrayabilmesi için de birçok kol mekanizma hareketleri yapılmıştır. Doğruluk oranlarını en çok etkileyen faktör cismin doğru açıda kavrama işleminde bulunulmaması olmuştur. Deneylerde yaşanan zorluklar cismi kavrama mekanizmasına ortalayamamak ve tam olarak kavramadan kaldırmaya çalışmak olmuştur. Başarı oranlarının robotun kontrolüne alışmak ile doğru

orantılı olarak arttığı anlaşılmıştır. Deneyler esnasında sarsıntının çok olmaması ve robotun rahat hareket edebilmesi için düz bir zemin seçilmiştir.



Şekil 5.13. Köpük elma görüntüsü



Şekil 5.14. Köpük elma yakalama görüntüsü

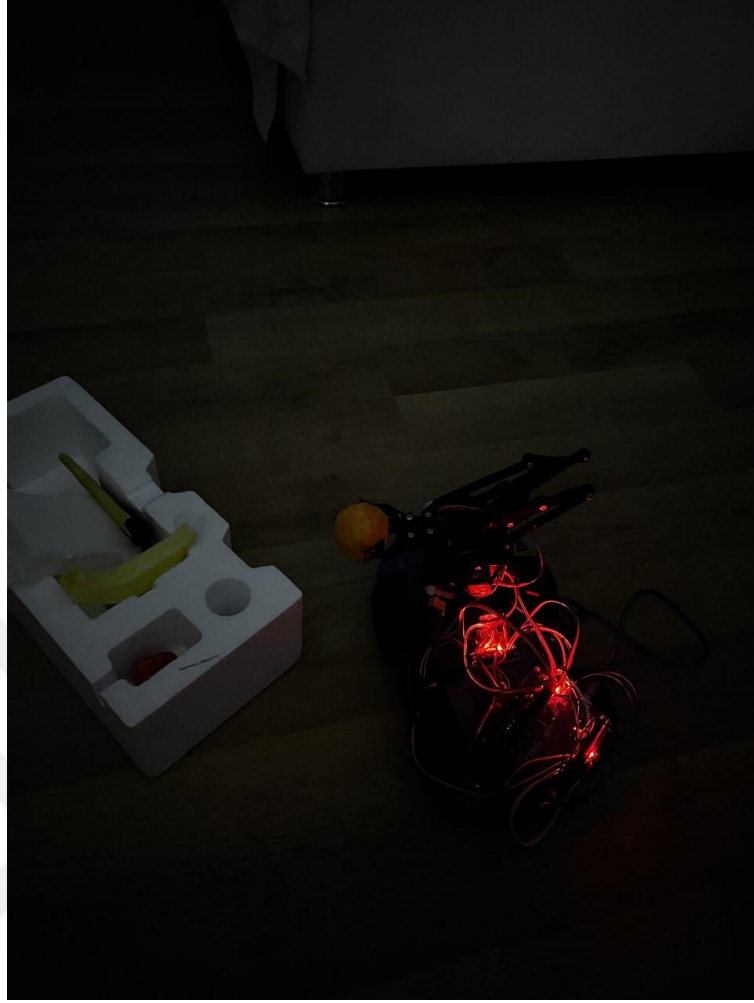
Robot kol ile köpük meyvelerin az ışık, çok az ışık ve farklı açılarda yakalanması sırasıyla Şekil 5.15 ve Şekil 5.16'da verilmiştir. 10 farklı denemede robotun köpük meyveyi kavrayabileceği bir yükseklikte ve robota belli bir uzaklıkta köpük meyveleri yakalama başarı oranları Çizelge 5.7'de listelenmiştir.

Çizelge 5.7. Köpük meyvelerin farklı ışık ve açılarda taşınma başarı oranları

Meyveler	Deney Sayısı	Az Işık	Çok Az Işık
Elma	10	%40	%20
Portakal	10	%30	%20
Muz	10	%20	%10



Şekil 5.15. Köpük portakala yaklaşma görüntüsü



Şekil 5.16. Köpük portakal yakalama görüntüsü

Yapılan denemelerde robota cisme yaklaşabilmesi için yapılan manevra denemelerinde ortam ışığının azalmasından kaynaklı doğru açıda duramama ve cismi kavrayamama sorunları ortaya çıkmıştır. Doğruluk oranlarını en çok etkileyen faktör cismin doğru açıda kavrama işleminde bulunulmaması olmuştur.

Aşağıdaki hususlar prototip modeli geliştirmek için dikkate alınmalıdır. Yapılan çalışmada, daha güçlü servo motorlar veya daha fazla güç kaynağı daha iyi performansa olanak sağlayacaktır. Ayrıca robotun kolu daha geniş ve daha büyük olacak şekilde değiştirilebilir. Robotun tekerlekleri daha büyük olursa özellikle çukurlu zeminlerde hareket stabilitesi daha iyi olabilir. Ayrıca, robotun üst kısmında 360° kamera ile çevredeki nesne algılama performansı geliştirilebilir. Ortam ışığının az olduğu durumlarda performansın artırılması

adına gece görüşlü bir kamera veya robotun önünü aydınlayabilecek bir LED aydınlatma sisteme eklenebilir.



KAYNAKLAR

- Ali, H., Aizat, K., Yerkhan, K., Zhandos, T., Anuar, O., 2018. Vision-based Robot Manipulator for Industrial Applications. International Conference on Robotics and Smart Manufacturing, 133, 205-212.
- Aivaliotis, P., Zampetis, A., Michalos, G., Makris, S., 2017. A machine learning approach for visual recognition of complex parts in robotic manipulation. Procedia Manufacturing, 11, 423-430.
- Asif, M., Amir, S., Israr, A., Faraz, M., 2010. A Vision System for Autonomous Weed Detection Robot. International Journal of Computer and Electrical Engineering, 2(3), 486-491.
- Batur D., G., Erol, S., 2016. Using Simulated Annealing for Flexible Robotic Cell Scheduling. Gazi University Journal of Science, 29(3), 573-582.
- Borse, H., Dumbare, A. Gaikwad, R., Lende, N., 2012. Mobile Robot for Object Detection Using ImageProcessing. Global Journal of Computer Science and TechnologyNeural & Artificial Intelligence, 12, 13-14.
- Chua C., S., Wong K., E., Koo C., V., 2003. Pool Balls Identification and Calibration for a Pool Robot. Proceedings of the International Conference on Robotics, 7, 312-315.
- Diallo D., A., Gobee, S., Durairajah, V., 2015. Autonomous Tour Guide Robot using embedded system control. IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors, 76, 126-133.
- Fard J., M., Ameri, S., Chinnam B., R., Pandya K., A., Klein D., M., Ellis D., R., 2016. Machine Learning Approach for Skill Evaluation in Robotic-Assisted Surgery. The World Congress on Engineering and Computer Science, 1.
- Gautam K., A., Vasu, V., Raju, U., 2014. Human Machine Interface for controlling a robot using image processing. 12th Global Congress On Manufacturing And Management, 97, 291-298.
- Ghouse, Z., Hiwrale, N., Ranjan, N., 2017. Military Robot for Reconnaissance and Surveillance using Image Processing. International Research Journal of Engineering and Technology, 4, 1767-1769.
- Gopalapillai, R., Guptab, D., TSB, S., 2017. Pattern Identification of Robotic Environments using Machine Learning Techniques. Procedia Computer Science, 115, 63-71.
- Han, K., Kim, S., Lee B., Y., Kim C., S., Im H., D., Choi K., H., Hwang, H., 2012. Strawberry Harvesting Robot for Bench-type Cultivation. Journal of Biosystems Engineering, 37, 65-74.

- Hegde P., B., Chaitrashree H., G., Shilpa K., S., Madhu P., M., Yadav, Y., 2022. Garbage Collection Robot Using Image Processing. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, 6, 1-4.
- Hiçdurmaz, A., Tuncer, A., 2020. Real-Time Obstacle Avoidance Based on Floor Detection for Mobile Robots. Sakarya University Journal of Science, 24(5), 845-853.
- Kahya, E., Arın, S., 2019. Design of a Robotic Pneumatic Pruner for Robotic Apple Harvesting. European Journal of Engineering and Natural Sciences, 3(2), 11-17.
- Kahya, E., Arın, S., 2015. Kivi Meyvesi Hasadında Robot Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(3), 1-8.
- Karakoç, A., Doğan, D., Akıncı T., C., 2017. Robotic Arm Control Using The Brain Waves. The Journal of Cognitive Systems, 2(2), 51-54.
- Katija, K., Roberts D L, P., Daniels, J., Lapidés, A., Barnard, K., Risi, M., Ranaan Y, B., Woodward G, B., Takahashi, J., 2021. Visual tracking of deepwater animals using machine learning-controlled robotic underwater vehicles. Winter Conference on Applications of Computer Vision, 860-869.
- Kaura K, H., Honrao, V., Patil, S., Shetty, P., 2013. Gesture Controlled Robot using Image Processing. International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, 2(5), 69-77.
- Khandare, S., Badak, S., Sawant, Y., Solkar, S., 2018. Object Detection Based Garbage Collection Robot. International Research Journal of Engineering and Technology, 5, 3825-3828.
- Kulkarni, C., Grama, S., Suresh G., P., Krishna, C., Antony, J., 2014. Surveillance Robot Using Arduino Microcontroller, Android APIs and the Internet. Proceedings of the 2014 First International Conference on Systems Informatics, 83-87.
- Kumano, M., Ohya, A., Yuta, S., 2000. Obstacle Avoidance of Autonomous Mobile Robot using Stereo Vision Sensor. Researchgate.
- Lary J., D., Schaefer, D., Waczak, J., Aker, A., Barbosa, A., Wijeratne H. O., L., Talebi, S., Fernando, B., Sadler, J., Lary, T., Lary D., M., 2021. Autonomous Learning of New Environments with a Robotic Team Employing Hyper-Spectral Remote Sensing. Comprehensive In-Situ Sensing and Machine Learning, 21(6), 1-15.

- Lukka J., T., Dr. Tossavainen, T., Dr. Kujala V., J., Dr. Raiko, T., 2014. Robotic Sorting using Machine Learning. ZenRobotics Recycler, 1-8.
- Malima, A., Özgür, E., Çetin, M., 2006. A Fast Algorithm For Vision-Based Hand Gesture Recognition For Robot Control. Signal Processing and Communications Applications.
- Messom, C., Gupta S., G., Ahmed, N., 2008. Real-Time Image Processing for Biped Robot Control. Proc. of the Eleventh Electronics.
- Nikam, A., Doddamani, A., Deshpande, D., Manjramkar, S., 2017. Raspberry Pi Based Obstacle Avoiding Robot. International Research Journal of Engineering and Technology, 4, 917-919.
- Oktarina, Y., Dewi, T., Risma, P., Nawawi, M., 2020. Tomato Harvesting Arm Robot Manipulator; a Pilot Project. Journal of Physics: Conference Series, 1500, 1-10.
- Pathak A., M., Kamlakar, K., Mohapatra, S., Nagaraj, U., 2016. Development Of Control Software For Stair Detection In A Mobile Robot Using Artificial Intelligence And Image Processing. International Journal of Computer Engineering & Technology, 7, 93-98.
- Perkowski, M., Sasao, T., Iseno, A., Wong, U., Lukac, M., 2003. Use of Machine Learning Based on Constructive Induction in Dialogs with Robotic Heads. The Eighth International Conference on Rehabilitation Robotics.
- Rahman M., Q., Corke, P., Dayoub, F., 2021. Run-Time Monitoring of Machine Learning for Robotic Perception: A Survey of Emerging Trends. IEEE Access, 9, 20067-20075.
- Ruby, J., Daenke, S., Yuan, Y., Harry, W., Tisa, J., Nedumaan, J., Yung, Y., Lepika, J., Binford, T., Kumar J. S., P., Hu, W., 2020. Automatic Speech Recognition and Machine Learning for Robotic Arm in Surgery. The American Journal of Surgery, 2(1), 10-18.
- Sefidgari L., B., 2013. Feed-Back Method Based On Image Processing For Detection Human Body Via Flying Robot. International Journal of Artificial Intelligence & Applications, 4(6), 35-44.
- Shojaeipour, S., Haris M., S., Shojaeipour, A., Shirvan K., R., Zakaria K., M., 2010. Robot Path Obstacle Locator using Webcam and Laser Emitte., Physics Procedia, 5, 187-192.
- Šuligoj, F., Šekoranja, B., Švaco, M., Jerbić, B., 2014. Object Tracking with a Multiagent Robot System and a Stereo Vision Camera. Procedia Engineering, 69, 968-973.

- Sunitha A, K., Sowrya N P H, C., Sriram A, G., Shreyas, D., Srinivas, T., 2017. Agricultural robot designed for seeding mechanism. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 197, 1-6.
- Tomanaka, T., Hiura, R., Koketsu, Y., Ohnishi, K., Sugimoto, K., 2006. Computer Vision Technologies for Home-use Robot "wakamaru". Journal of the Society of Mechanical Engineers, 42, 1-2.
- Utz, H., Kaufmann, U., Mayer, G., Kraetzschmar K., G., 2006. VIP - A Framework-Based Approach to Robot Vision. International Journal of Advanced Robotic Systems, 3(1), 67-72.
- Wang, Y., Zhu, X., Ji, C., 2008. Machine Vision Based Cotton Recognition For Cotton Harvesting Robot. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture, 2, 1421-1425.
- Weiss, N., Hildebrand, L., 2004. An Exemplary Robot Soccer Vision System. Clawar/Euron Workshop on Robots in Entertainment.
- Wong W., Y., Tang, L., Bailey, D., 2007. Vision System for a Robot Guide System. Fourth International Conference on Computational Intelligence, 337-341.
- Wührl, L., Pylatiuk, C., Giersch, M., Lapp, F., Rintelen V, T., Balke, M., Schmidt, S., Cerretti, P., Meier, R., 2021. Robotic handling of small invertebrates with machine learning methods. Molecular Ecology Resources, 22(4), 1626-1638.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Erdem ABAT

Eğitim Durumu

Lise : Maltepe Mesleki Anadolu Lisesi, 2013

Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yayınları

Abat, E., Turan, M., 2022. Mechanized Robot Detecting and Recognizing Fruits.
10th International Conference on Advanced Technologies. 25-27
November Van / Turkey.