



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MOBİL KONTROL-GÖRÜNTÜ AKTARIMI
VE LAZER SAVUNMA GÜCÜNE SAHİP
TANK ROBOT TASARIMI**

Burak KAPUSIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

**OCAK-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Burak KAPUSIZ tarafından hazırlanan “Mobil Kontrol-Görüntü Aktarımı Ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımı” adlı tez çalışması 27/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Halime ERGÜN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Vahit TONGUR

İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Burak KAPUSIZ
Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOBİL KONTROL-GÖRÜNTÜ AKTARIMI VE LAZER SAVUNMA GÜCÜNE SAHİP TANK ROBOT TASARIMI

Burak KAPUSIZ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

2023, 132 Sayfa

Jüri

**Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN
Dr. Öğr. Üyesi Halime ERGÜN
Dr. Öğr. Üyesi Vahit TONGUR**

Robotlar günümüzde genellikle insanların günlük yaşamında işlerini kolaylaştırma ve rutin olan aktivitelerini basitleştirmek amacıyla kullanılır. Bu çalışma için tasarlanan tank robot ile arama kurtarma, keşif ve savunma sanayide IoT teknolojileri kullanılarak insanların belirli risklerden korunması amaçlanmıştır. MIT App Inventer programı ile oluşturulan mobil uygulama, Android cihaz ve WIFI haberleşmesini birlikte kullanarak uzaktan kontrol mekanizması ile çalışan tank robotu kontrol etmektedir. Mobil uygulamada tasarlanan arayüz sayesinde veri alma, veri biriktirme ve yön kontrolü işlemleri yapılabilmektedir. Mekanik olarak kasa tasarımları SOLIDWORKS programında tasarlanıp, ANSYS programında yapılan tasarımların analizleri yapılmış ve tasarımda yüke dayanımı düşük olan noktalar takviye edilmiştir. Elektronik olarak tankı hareket ettirecek DC motor bağlantıları, savunma ve kurtarma amaçlı engelleri ortadan kaldıracak eritme yöntemi ile yakacak lazer modül, alıcıya yapılan işlemleri uzaktan aktaracak Esp32-CAM kamera ve kamerayı yukarı-aşağı ve sağa-sola 180 derece açı ile hareket ettirecek servo motor bağlantıları yapılmıştır. Yazılım kısmında ise ARDUINO IDE aracılığıyla tasarlanan mobil uygulamanın ve ESP8266 işlemci kartının değişken ve fonksiyon tanımlamaları yapılmıştır. DC motor hareket komutları mobil uygulamadan bir butona basıldığında bir harf değişkeni tanımlanmış ve bu harf değişkeni WIFI üzerinden TCP/IP bağlantı protokolünü kullanıp ESP8266 kart işlemcisine iletmıştır. İletilen her harf bir hareket fonksiyonunu tetikleyip DC motor sürücü tarafından DC motorlara aktarılmış ve hareketler gerçekleştirilmiştir. ARDUINO IDE yazılan kodlar seri porttan ARDUINO UNO karta gönderilip, ARDUINO kart UART üzerinde Esp32-CAM karta gönderilmektedir. Android ile Mikrokotrolcü arasındaki iletişim kanalı görevini üstlenen ESP8266, WIFI ile haberleşen, tablet veya Android akıllı cep telefonu tarafından kontrol edilebilen tank robot bulunduğu ortamda Esp32-CAM IP kamera modülü sayesinde tehlikeleri algılayarak, gerekli bilgileri yine WIFI aracılığıyla ESP8266 modemcu kartın ana işlemcisine göndermektedir. Benzer şekilde ESP8266 kartı motor kontrol devresiyle L293D haberleşmekte ve kontrol etmektedir. Tank robot bir afet yaşanması durumunda ebatları küçük olduğu için bırakılan ortamdaki kazazedeye ulaşip, arama ve kurtarma ekiplerine olaya müdahale etmeden önce kazazedeleri durumlarını üzerinde bulunan kablosuz IP kamera sayesinde görüntüleyip ESP8266 kartın kurduğu AP ağdan UDP sunucu ile IP adresi üzerinden görüntü aktarması için kullanılması planlanmıştır. Ortamdan aldığı verileri WIFI yardımıyla kullanıcıya iletmıştır. Lazer modül kontrol etmek için röle kullanılmıştır. Lazer modül tehlikeli bir durumda canlı-cansız varlığa yüksek oranda ısı işlem uygulayıp tehlikeyi ortadan kaldırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: android, lazer modül, mikroişlemci, tank robot, Ip Kamera.

ABSTRACT

MS THESIS

TANK ROBOT DESIGN WITH MOBILE CONTROL IMAGE TRANSFER AND LASER DEFENSE POWER

Burak KAPUSIZ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF
IN MECHATRONIC ENGINEERING**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Yusuf UZUN

2023, 132 Pages

Jury

**Asst. Prof. Dr. Yusuf UZUN
Asst. Prof. Dr. Halime ERGÜN
Asst. Prof. Dr. Vahit TONGUR**

Robots are often used today in people's daily lives to facilitate their work and simplify their routine activities. With the tank robot designed for this study, it is aimed to protect people from certain risks by using IoT technologies in search and rescue, reconnaissance and defense industries. The mobile application created with the Mit App Inventor program controls the tank robot working with the remote control mechanism by using WIFI communication together with the Android device. Thanks to the interface designed in the mobile application, data acquisition, data accumulation and direction control operations can be performed. Mechanically, the case designs were designed in the SOLIDWORKS program, the analysis of the designs made in the ANS November program was made and the points with low load resistance were reinforced in the design. Electronically, a DC motor to move the tank connections, defense and melting method to burn with the laser module to eliminate the obstacles for recovery purposes, the buyer will transfer the operations to remote Esp32-Cam camera and the camera up-down and left-right 180° turn to move the servo motor connections have been made. Processor esp8266 in the Arduino IDE software and mobile application designed through the part variable and function definitions of the card and DC motor movement commands from the mobile application when a button is pressed, the variable is defined and in this case the variable is a letter over WiFi TCP/IP connection using the protocol is transmitted to the card processor esp8266. Each letter transmitted triggered a movement function and was transferred to the DC motors by the DC motor driver and the movements were performed. The codes written in the ARDUINO IDE are sent to the ARDUINO UNO card from the serial port and the ARDUINO card is sent to the esp32-cam card on the UART. Mikrocontroller that acts as a channel for communication between ESP8266 with Android, WIFI communicates with, Android smartphone or tablet in the environment where the robot is located in the tank that can be controlled by esp32-cam module by detecting hazards through IP camera, WIFI esp8266 sends it to the main processor through the card still modemcu the necessary information. The esp8266 board also communicates with and controls the motor control circuit L293D. In case there is a disaster robot Tank sizes are small because the casualty from the environment that are left to reach survivors on their status before you can intervene in the incident search and rescue teams view through a wireless IP camera via the IP address from the network card with the server by ESP8266 UDP is planned to be used to transfer the image. It transmitted the data it received from the environment to the user with the help of WIFI. A relay is used to control the laser module. The laser module eliminates the danger by applying a high degree of heat treatment to living and inanimate beings in a dangerous situation.

Keywords: android, laser module, microprocessor, tank robot.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında fikirlerini, görüşlerini ve desteklerini esirgemeyen tez süreci boyunca her problemimde tecrübeleri ve bilgileri ile beni yönlendiren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN'a, tez yazma sürecinin bunaltan çıkmazında bu süreci atlatmamda yanı başımda olan ve hayatıma girdiği andan itibaren her zaman beni destekleyen eşim Uzm. Sosyolog Bilgehan İYİĞÖREN KAPUSIZ'a ve çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Burak KAPUSIZ
KONYA-2023



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
2.1 Robotlar	8
2.2 Nesnelerin İnterneti.....	15
2.3. Android İşletim Sistemi	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Materyaller	22
3.1.1. Motor Sürücü	22
3.1.2. DC Motorlar.....	23
3.1.3. Batarya	24
3.1.4. Servo Motor	26
3.1.5. Kamera.....	26
3.1.6. IP Kamera	27
3.1.7. Esp32 Cam	28
3.1.8.Wifi Modem Kartı (Esp8266).....	29
3.1.9. Lazer Yakıcı Modü	33
3.1.10. Röle	34
3.1.11. Breadboard Güç Kaynağı Modülü.....	35
3.1.12.Arduino UNO	36
3.2. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Programlar.....	36
3.2.1 Arduino İDE	37
3.2.2. Mıt APP Inventor.....	38
3.2.3. SolidWorks	39
3.2.4. Ansys	41
3.2.5.Fritzing.....	42
3.3.Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Yöntem.....	46
3.3.1. Tankın Hareketi için Geliştirilen Sistemin Altyapısı.....	47

3.3.2. Tankın Hareketi için Geliştirilen Mıt App Inventor Mobil Uygulama Arayüzü ve Blok Yazılımları	53
3.3.3. DC Motorların Hız Kontrol Ayarları	55
3.3.4. Lazer Savunması için Geliştirilen Sistemin Altyapısı	56
3.3.5. Hareketli Görüntü Aktarımı İçin Geliştirilen Sistemin Altyapısı	58
3.3.6. CCD Kamerayı IP Kamera'ya Çevirme İşlemleri	63
3.4. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robotun Kasa Tasarımı	69
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	74
4.1. Tank Robot Kasa Tasarımının Yük Dayanımının Ansys Programında Analizi ..	74
4.2. Tank Palet Dişli Tasarımının Yük Dayanımının Ansys Programında Analizi	79
4.3. Tank Robotun Kasa Montajı ve DC - Servo Motor Devre Montaj Testleri	86
4.4. Lazer Modülün Mobil Uygulama ile Tetikleme Testleri	93
4.5. Kamera Montajı ve Görüntü Aktarım Testleri	95
4.6. Tankın Montaj Testleri	102
4.7. Tankın Doğal Ortam Şartları Denemesi	105
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	107
6. KAYNAKLAR	111

KISALTMALAR

3D	Üç Boyutlu (Three Dimensional)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Alternatif Akım
ADC	Analog-Dijital Dönüştürücü
ALU	Aritmetik Mantık Birimi (Arithmetic Logic Unit)
AP	Yumuşak Erişim Noktası
APK	Android Package Kit
BAUD	Uzak İletişim (Baud Rate)
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design)
CCD	Charge Coupled Device
CE	Avrupa'ya Uyum (Conformité Européenné)
CNC	Sayısal Kontrollü Bilgisayar (Computer Numerical Control)
COM	Ortak Bağlantı Noktası
CPLD	Complex Programmable Logic Device
CVS	Eşzamanlı Sürümler Sistemi (Concurrent Versions System)
DAC	Dijital-Analog Dönüştürücü (Digital-to-Analog Converter)
DC	Doğru Akım (District of Columbia)
DVR	Dijital Video Kayıt Cihazı (Digital Video Recorder)
EB	Exabyte
EDR	Uç Nokta Tehdit Algılama ve Yanıt (Endpoint Detection and Response)
EKG	Elektrokardiyografi
FCC	Federal İletişim Kurulu
FPGA	Field Programmable Gate Arrays
GHz	Gigahertz
GND	Toprak, Şase (ground)
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi (General Package Radio Service)
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System)
GSM	Mobil İletişim için Küresel Sistem (Global System for Mobile Communication)
HTTP	Hiper Metin Transfer Protokolü (Hyper Text Transfer Protokol)
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IoT	Nesnelerin İnterneti
IP	İnternet Protokolü
LCD	Sıvı Kristal Ekran (Liquid Crystal Display)
LİPO	Lityum-İyon Polimer Pil
NC	Normalde Kapalı Bağlantı Noktası
NiCd	Nikel-Kadmiyum Pil
NiMH	Nikel-Metal Hidrit Pil
NO	Normalde Açık Bağlantı Noktası
PC	Kişisel Bilgisayar (Personal Computer)
PD	Orantılı Türev Denetleyici
PI	İntegral Türev Denetleyici
PID	Oransal-İntegral-Türevsel Denetleyici Kontrol Döngüsü Yöntemi
PVC	Polivinil Klorür
PWM	Darbe Genişliği Modülasyonu (Pulse Width Modulation)
RAM	Rastgele Erişim Belleği (Random Access Memory)
ROM	Sadece Okunabilir Bellek (Read-Only Memory)

SBC	Oturum Sınır Denetleyicisi (Session Border Controller)
SPI	Serial Peripheral Interface Bus
SSID	Kullanılabilir Wi-Fi Ağ Adı (Service Set Identifier)
STA	İstasyon Erişim Noktası
TCP	İletim Denetimi Protokolü (Transmission Control Protocol)
TV	Televizyon
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UDP	Kullanıcı Veri İletisi Protokolü (User Datagram Protocol)
UDP	Kullanıcı Veri İletisi Protokolü (User Datagram Protocol)
URL	Tekdüzen Kaynak Bulucu (Uniform Resource Locator)
USART	Eşzamanlı Alıcı Verici (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter)
USB	Evrensel Seri Veriyolu (Universal Serial Bus)
V	Volt
VCC	+ Besleme
VHDL	Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language
WAN	Geniş Alan Ağları
WI-FI	Kablosuz Bağlantı Alanı (Wireless Fidelity)

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Nesnelerin İnterneti Saldırıları ve Önlemler

Çizelge 3.1. ESP32-CAM Kartın Özellikleri

Çizelge 3.2. ESP8266 Kart ile Arduino Nano Kartın Karşılaştırılması

Çizelge 3.3. Motor Hareket Fonksiyonları



ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1. Nesnelerin İnterneti Teknolojisi
Şekil 2.2. IoT Mimarisinin 3 Katmanı
Şekil 2.3. Nesnelerin İnterneti Protokolleri
Şekil 2.4. Nesnelerin İnterneti Protokolleri
Şekil 3.1. L298N Motor Sürücü
Şekil 3.2. DC Motor
Şekil 3.3. Pil Montajı
Şekil 3.4. LİPO Pil Şarj İstasyonu
Şekil 3.5. Servo Motor
Şekil 3.6. Servo Motorlu Kamera
Şekil 3.7. ESP32-CAM Kamera Kartı
Şekil 3.8. ESP32-CAM Kamera Kartı Bacak Bağlantıları ve Kamera Modülü
Şekil 3.9. Arduino Ide Programının Url Ekleme Bölümü
Şekil 3.10. Arduino Ide Kart Yöneticisi Sekmesi
Şekil 3.11. Arduino Ide'ye ESP8266 Kartın Eklenmesi
Şekil 3.12. Arduino Ide'de ESP8266 Kartın Seçimi
Şekil 3.13. ESP8266 Modemcu Kartı Bacak Bağlantıları
Şekil 3.14. 5.5 Watt Lazer Yakıcı Modül
Şekil 3.15. Röle Kartın Bağlantı Pinleri
Şekil 3.16. Breadboard Güç Kaynağı Modülü
Şekil 3.17. Breadboard Güç Kaynağı Modülünün Elektronik Devresi
Şekil 3.18. Arduino UNO Kart
Şekil 3.19. Arduino IDE Arayüzü
Şekil 3.20. MIT App Inventor Arayüzü
Şekil 3.21. MIT App Inventor Blok Yazılım
Şekil 3.22. Solidworks'te Çizilmiş Yük Dişlisinin İki Boyutlu Ölçülendirilmiş Çizimleri
Şekil 3.23. Kesme İşleminin Sonra Üç Boyutlu Tasarıma Sahip Yük Dişlisi
Şekil 3.24. Tank Kasa Montajının En Son Aşamada Birleştirilmesi
Şekil 3.25. Ansys Sonlu Eleman Yöntemine Göre Analiz
Şekil 3.26. Ansys Uygulanan Kuvvete Bağlı Olarak Şekil Değişimi ve Gerilme Dağılımı
Şekil 3.27. Fritzing Programı Arayüzü
Şekil 3.28. Fritzing Programında Elektronik Devre Tasarımı
Şekil 3.29. Fritzing Programında Elektronik Devre Şematik Gösterim
Şekil 3.30. Fritzing Programında Elektronik Devre Otomatik Yönlendirme Komutu ile Karışıklık Giderilmesi
Şekil 3.31. Fritzing Baskı Devre Görünümü
Şekil 3.32. Fritzing Yazılım Bölümündeki Kart Seçenekleri
Şekil 3.33. DC Motor Yön Kontrol Şeması
Şekil 3.34. Arduino IDE'nin Seri Portta Http Mesajının Görüntülenmesi
Şekil 3.35. Mit App Inventor Mobil Program Arayüzü
Şekil 3.36. Tank Robot Block Kodları Dokuz Buton İçin Dokuz Harf Atamaları
Şekil 3.37. Mit App Inventor'da Slider Bloklarının Arayüzde Gösterimi
Şekil 3.38. Slider Kod Bloğu
Şekil 3.39. Lazer Modül Kontrol Devresi
Şekil 3.40. Mobil Uygulama Arayüzünde Lazer Modül Açma- Kapama Butonları
Şekil 3.41. Mobil Uygulama Lazer Modül Açma- Kapama Butonlarının Kod Blokları
Şekil 3.42. Mobil Uygulama Lazer Modül Açma- Kapama Butonlarının Kod Blokları
Şekil 3.43. Esp8266 Kartın Datasheet Verisi

- Şekil 3.44.** Fritzing Programında Tasarlanan Servo Motor Kontrol Devresi
- Şekil 3.45.** Mobil Uygulama Arayüzü ve Blok Kodları
- Şekil 3.46.** Horizontalarrangement İçerisine Slider Ataması
- Şekil 3.47.** Sliderların Mobil Uygulama Arayüzünde Min ve Max Sayısal Değer Tanımlaması
- Şekil 3.48.** Sliderların Mobil Uygulamada Bulunan Kod Blokları
- Şekil 3.49.** Kamerayı Aktif Eden Buton Ataması
- Şekil 3.50.** Kamera Görüntülerinin Aktaracağı Alan ve Kamera IP Adres Değeri Girilen Kısım
- Şekil 3.51.** Kamera Görüntü Aktarma Kod Blokları
- Şekil 3.52.** Esp32-CAM Kart ve Arduino UNO Seri Port Bağlantı Şeması
- Şekil 3.53.** Arduino IDE Tercihler
- Şekil 3.54.** Esp32 Kartın Arduino IDE Url Ekleme
- Şekil 3.55.** Arduino IDE Kart Yöneticisi
- Şekil 3.56.** ESP32 Kartın Gerekli Yazılımı Kurma Alanı
- Şekil 3.57.** Esp32 Kart Özellikleri
- Şekil 3.58.** Esp32 Kartın Yazılımının Çağırılması
- Şekil 3.59.** Esp32 Kartın IP Adresini Seri Portta Görüntüleme
- Şekil 3.60.** Solidworks Programında Kasa Tasarım Üst ve Yan Görünüşleri
- Şekil 3.61.** Solidworks Programında Kasa Tasarım Alt ve Yan Görünüşleri
- Şekil 3.62.** Solidworks Programında Dişli Tasarım Dış Daire ve İlk Dış Oluşturulması
- Şekil 3.63.** Solidworks Programında İlk Dış Ölçütleri
- Şekil 3.64.** Solidworks Programında Doğrusal Çizim Çoğaltma Komutu
- Şekil 3.65.** Solidworks Programında Dişli Tasarımı
- Şekil 4.1.** Ansys Programı Arayüzü
- Şekil 4.2.** Ansys Programı Geometry Kısımına Solidworkste Çizilen Tank Tasarımının Aktarımı
- Şekil 4.3.** Ansys Programının Engineering Datada Analiz Yapılacak Malzeme Çeşidi Seçimi
- Şekil 4.4.** Anys'te Sonlu Eleman Yöntemi
- Şekil 4.5.** Anys'te Fixed Support Komutu
- Şekil 4.6.** Anys'te Force komutu
- Şekil 4.7.** Anys'te Force Komutuyla Beş Noktadan Kuvvet Uygulama
- Şekil 4.8.** Anys'te Equivalent Elastic Strain Analizi
- Şekil 4.9.** Anys'te Equivalent Elastic Strain Analizi Sonuçları ve Kasa Tasarımının Zayıf Noktaları
- Şekil 4.10.** Anys'te Kasa Tasarımının Ön Noktasında Zayıf Kısımlar
- Şekil 4.11.** Ansys Programı Geometry Kısımına Solidworkste Çizilen Dişli Tasarımının Aktarımı
- Şekil 4.12.** Ansys Programının Engineering Data'da Analiz Yapılacak Malzeme Çeşidi Seçimi
- Şekil 4.13.** Anys'te Sonlu Eleman Yöntemi
- Şekil 4.14.** Anys'te Fixed Support Komutu Seçimi
- Şekil 4.15.** Anys'te Fixed Support Komutuyla Dişlinin Üç Noktadan Sabitlenmesi
- Şekil 4.16.** Anys'te Force Komutuyla On İki Noktadan Kuvvet Uygulama
- Şekil 4.17.** Anys'te Force Komutuyla Dişliye Uygulanan Kuvvet Açısı
- Şekil 4.18.** Anys'te Equivalent Stress Analizi Sonuçları ve Dişli Tasarımının Zayıf Noktaları
- Şekil 4.19.** Anys'te Equivalent Stress Analiziyle Dişli Kırılma Noktaları
- Şekil 4.20.** Anys'te Total Deformation Analizi

- Şekil 4.21.** Anys'te Total Deformation Analizi Sonuçları
Şekil 4.22. Tank Kasa Dişli ve Rulmanlı Teker Bağlantıları
Şekil 4.23. Dc Motorların Dişlilere ve Paletlere Montajı
Şekil 4.24. Lipo Pil Montaj Alanı
Şekil 4.25. Tank Üst Kasa Alanı
Şekil 4.26. Servo Motor Montaj Alanı
Şekil 4.27. Birinci Servo Motor Montajı ve Sağ - Sol Hareket
Şekil 4.28. İkinci Servo Motor Montajı ve Yukarı - Aşağı Hareket
Şekil 4.29. Esp8266 Modemcu Karta Arduino IDE Programıyla Yazılım Yükleme
Şekil 4.30. Android Telefonda Esp8266 ile Kurulmuş Ağa Bağlanma
Şekil 4.31. Breadboard Güç Kaynağı Modül Kartı
Şekil 4.32. Güç Kaynağı Modül Kartın 12V Enerji Klemens Bağlantıları
Şekil 4.33. Dc Motorların Çalışma Testleri
Şekil 4.34. Servo Motorların Çalışma Testleri
Şekil 4.35. Lazer Yakıcı Modül Devresinin Montajı
Şekil 4.36. Lazer Yakıcı Modül Devresinin Çalışma Testleri
Şekil 4.37. Tankın Hareketi Esnasında Lazer Modül Denemeleri
Şekil 4.38. Esp32-CAM kartın Arduinoyla Seri Port Haberleşmesi
Şekil 4.39. Esp32-CAM Kartın Arduino IDE ile Bağlantı Testi
Şekil 4.40. Esp32-CAM Kartın Esp8266 ile Kurulan Ağa Bağlama
Şekil 4.41. Esp32-CAM Kartın IP Adresi
Şekil 4.42. Esp32-CAM Karttan Görüntü Aktarım Testi
Şekil 4.43. Esp32-Cam Karttan Fotoğraf Çekme Testi
Şekil 4.44. Fotoğrafların Arduino IDE Seri Port Verileri
Şekil 4.45. Webcam Parçalanması
Şekil 4.46. Webcam İçerisine Esp32-CAM Kartın Montajı
Şekil 4.47. Esp32-CAM Kartın Kamerasına Lens Montajı
Şekil 4.48. USB Kablonun Jack Kablolara Lehimleme İşlemi
Şekil 4.49. Esp32-CAM Karta USB Kabloyla Enerji Verme
Şekil 4.50. Ip Kamera Montajının Tamamlanmış Hali
Şekil 4.51. Mobil Uygulamada Görüntü Aktarım Arayüzü
Şekil 4.52. Mobil Uygulamada Video Çekme Blok Yazılımı
Şekil 4.53. Mobil Uygulamada Resim Çekme Blok Yazılımı
Şekil 4.54. Mobil Uygulamada Resim Çekme Blok Yazılımı
Şekil 4.55. Tank Üst Kasasına Elektronik Elemanların Montajları
Şekil 4.56. Tankın Ön Görünüşü
Şekil 4.57. Lipo Pil Montaj Alanı ve Tankın Alt Görünüşü
Şekil 4.58. Çim Testi
Şekil 4.59. Çakıl Taşı Testi
Şekil 4.60. Rampa Testi

1.GİRİŞ

Yazılım vasıtasıyla kontrol edilebilen ve belirli görevleri yerine getiren kompleks cihazlara robot denilmektedir. Robot, otonom olarak veya bir operatörün kontrolünde çalışmaktadır. İnsan hareketleri, yılan iskeleti veya ahtapot kolları ve kaslarında olduğu gibi robot tasarımlarının ilham kaynağı genellikle doğadır. (Li ve Du, 2012). Bugün robotların en çok kullanıldığı alan olarak endüstriyel üretim dikkat çekicidir. Endüstriyel alanda pek çok robotun görme işlevi yani kameraları bulunmamakta, üretim aşamasında öğretilmiş yolları takip etmekte ve bir komutu gerçekleştirirken karar kapasitesi bulunmamaktadır. Bir robotu kontrol etmek için tanımlanan basit yazılımlar olsa da robotlar önlerinde bir engel olan güzergâhları takip edememektedirler (Szabo ve Lie, 2012).

Günümüzde endüstriyel işletmelerde olduğu kadar endüstriyel işletmeler dışında da robot kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Gündelik hayatta, ev ve iş yerlerinde işlere yardım eden robotların kullanımı, gelişmiş ülkeler başta olmak üzere tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır (Bassily, Georgoulas, Güttler, Linner ve Bock, 2012).

Robotun hayata geçirilebilmesi için uygun bir tasarımın yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada tank robot SOLIDWORKS programında tasarlanmıştır. Ardından kasa tasarıma uygun mekanik bileşenlerin üretilip, vida ve somun yardımıyla monte edilmiştir. Elektronik sistemler, kasa bileşenleri ile ilişkilendirilerek belirlenmiştir. DC motorların taşıyacağı ağırlık, üst kasadaki elektronik malzemelerin parça ağırlıklarına göre belirlenmektedir. Elektronik malzemelerin kasaya montajından sonra yapılması istenilen hareket mikroişlemciye yazılım yoluyla gönderilmektedir. Mikroişlemci ESP8266 karta Arduino İDE programından yazılım aktarıldığında, tankta bulunan elektronik kartlara ve motorlara yazılım fonksiyon komutları gönderilerek tankın hareketleri gerçekleştirilmektedir.

Tank robotun yazılımı Arduino IDE programıyla oluşturulmuştur. Bu yazılım Esp8266 mikroişlemci karta gönderilmiştir. DC motorların hareketleri için Esp8266 kart, motor sürücüyü gerekli komutları göndermektedir. Elektronik devre tasarımları FRITZING programında tasarlanmış ve mekanik tasarıma göre montajı kasanın üst kısmına yapılmıştır. Elektronik malzeme ve kasa parçalarının ağırlıkları, hareketin sağlanması için ANSYS programında analiz edilmiş ve analizlere göre kasa montajının zayıf kaldığı noktalar güçlendirilmiştir.

DARPA şirketi ABD'nin savunma sanayisinde tank robotlarının geliştirilmesi ve özelliklerinin artırılması konusunda çalışmalar yapan bir kuruluştur. Kuruluş özellikle savunma ve arama kurtarma konusunda uluslararası çalışmalar yürütmektedir. DARPA tarafından tasarlanan robot, gövde-palet-dişli üçlüsünden oluşan ana aksam, kamera, sensörler ve imha amaçlı silah parçalarından oluşmaktadır. Tasarlanan robot ABD ordusunda aktif görev üstlenmekte ve çatışmalarda da kullanılmaktadır. Tankın hareketi, DC motorların birer dişliye sabitlenerek kaplinlerle birlikte hareketin diğer dişlilere aktarılması prensbine dayanmaktadır. Dişlilere sabitlenen palet bu şekilde dişlilere tutunarak hareketi gerçekleştirmektedir. Paletler birbirlerine malle sabitlenmektedir(Tezel, 2017).

Birbiri içine geçmiş çok sayıda dişli, birbirini döndürerek tank robotlarda palet hareketi gerçekleştirmektedir. Birbirine geçmiş dişlilerin oluşturduğu hareket motora bağlı olan ana dişlinin hareketi sayesinde sağlanmaktadır. Ana dişlinin bu hareketi diğer dişlilerin sürtünme sebebiyle aşınmasına neden olmaktadır. Bu durum uzun vadede paletin tanktan sıyrılmasına neden olmaktadır. Tank robotlarda dişli tasarımı yapılırken büyük ve küçük boyutlardaki dişliler arasındaki hareket aktarımı küçük boyuttaki dişlide yük miktarını arttırmaktadır. Ağır yük dişlisi, bahsedilen küçük boyuttaki dişlilerdir. Bu dişliler aşırı basınç oluştuğunda titreşim ve gürültü oluşmaktadır. Ağır yük dişlileri endüstriyel sanayide de fazlasıyla kullanılmaktadır. Ancak titreşim ve gürültü sorunu tank robotlar için çözülmesi gereken başlıca problemdir. Bu sorun askeri açıdan düşünüldüğünde hassasiyet gerektiren operasyonlarda çıkardığı gürültü sebebiyle büyük sorun teşkil etmektedir. Çalışmada titreşim ve gürültü sorununu çözmek için rulmanlı tekerler tercih edilmiştir. Motorun paletle birleştiği yer dişli sistemi olarak kullanılmış ve döndürme hareketi dişlinin paletin içine geçerek sağlanmıştır.

Bu çalışmada tasarlanan robot tank, yukarıda aktarılanlar ışığında oluşturulmuştur. Tasarlanan tank robot, üzerine eklenen lazer modül ve hareketli kamera mekanizmaları sayesinde savunma ve kurtarma amaçlarına hizmet edecektir. Robotun üst yüzey kısmında, lazer modül ve hareketli kamera entegre edilmesi gözetilmiştir. Robot tankın palet hareketi için iki adet DC motor kullanılmıştır. Motorlar tankın kasasına eklenmiştir. Esp8266 mikroişlemci karta WIFI aracılığı ile Android telefondaki mobil uygulamadan gönderilen sinyalleri motor sürücü motorları tetikleyerek harekete geçirmekte ve dişli hareketi rulmanlı tekerlekler vasıtasıyla tankın hareketi paletleri dönmesiyle gerçekleştirmektedir.

Çalışmada tasarlanmış olan mobil uygulamanın Android işletim sisteminde kullanılmasının sebebi, Android işletim sisteminin kullanıcı sayısının her geçen gün artmasıdır. Kullanıcılar Android işletim sayesinde mobil uygulama yazılımları gerçekleştirmektedir. Geliştirilmiş mobil uygulamalar JAVA ile yazılmakta ve Google Play Store mağazasında kullanıcılara sunulmaktadır (Syed, 2012).

Yeni teknolojik çağ, lazer teknolojisi sayesinde maksimum hassasiyet ve verimlilikle endüstriyel uygulamaların gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Iordachescu, vd. , 2011). Sıklaştırılarak bir araya getirilen ısı kaynağına lazer ışını denir. Isı kaynağının küçük bir alan toplanmasını ve yoğunlaştırmasını mümkün kılmaktadır (Behera, 2020). Lazer ışınının diğer ışıklardan temel farkı kendine has frekans, dalga boyu ve enerji fotonunun olmasıdır. Kendine has özellikleri sayesinde ışığın aksine daha kuvvetli yoğunluğa ve odak noktasına sahiptir. Lazer ışının minimum odak değeri 0,1 mm ile 0,2mm'dir. Küçük bir alana olan odak materyalin işlenmesi için gerekli güç yoğunluğunu sağlamaktadır. Çelik materyalin işlenmesi için 107...108 W/cm² kadar güç yoğunluğu gerekmektedir. Bu kadar küçük bir odak için lazer kullanımı daha avantajlı olmaktadır. Bu güç yoğunluğu, materyali saniyeden daha az bir sürede ergitebilmektedir (Çavdar ve Tanrısever, 2013).

Lazer kesimine etki eden unsurlar, kullanılan lazerin gücü, lazerin kesme frekansı ve hızıdır (Li, Tsai ve Yang, 2007). Isıl gerilmeler genellikle metal yapıya sahip materyallerin kesiminde lazerin etki ettiği bölgelerde oluşmaktadır. Isıl gerilmeler lazerin gücü ve lazerin etki ettiği materyalin malzeme çeşidine bağlı olarak maksimum seviyelere ulaşmaktadır (Yilbas ve Arif, 2011). Lazer kesme yapısı gereği kesilmesi zor, yarıçap kesidi ince, karakteristik özelliği yumuşak olan materyalleri temassız bir şekilde kesme işlemini gerçekleştirebilen bir yöntemdir (Chen, Ho, Hsiao, Wu, Tseng ve Huang, 2011). İş parçasına etki eden lazer ışını güç yoğunluğu ve etki ettiği iş malzemesinin materyaline göre etki ettiği bölgenin buharlaşmasına ve erimesine yardımcı olmaktadır. Buharlaşan veya eriyen bölge gazla iş parçasından uzaklaştırılmaktadır (Tamrin, vd., 2015; Moradi, vd., 2017). Kerf adı verilen boşluklar gaz ile uzaklaştırılan bölgelerde kalan boşluklara verilen isimdir (Nyon, Nyeoh, Mokhtar ve Rahman, 2012).

Tank robotta savunma ve kurtarma amaçlı olarak lazer modül kullanılmıştır. Yukardaki belirtilmiş olan bilgiler doğrultusunda lazer modül tehlikeli bir durumda canlı-cansız varlığa yüksek oranda ısıl işlem uygulayıp tehlikeyi ortadan kaldırıp, göçük altında kalan kazazedelere yardım amaçlı plastik, tahta, çelik, demir malzemeleri keserek yol açıp kurtarma için kullanılacaktır. Lazer modülü kontrol etmek ve anahtarlama yapmak

için röle kullanılmıştır. Röle kartın 5V enerjisi güç dağıtım kartından yapılmaktadır. Röle kartın 5V altında kalan enerjiler ile çalışması mümkün değildir.

Mobil uygulamadan rölenin tetiklendiği Esp8566 kart dijital pinine 1 ve 0 vererek dijital veri gönderilmiştir. 1 komutu verildiği zaman 3V enerji rölenin bobinajını tetikleyecek ve lazer modül aktif olup yakma işlemini başlatacaktır. 0 komutu gönderildiği zaman 0V enerji gidip rölenin bobinajını tetikleyemeyip lazer modülü kapatacaktır. Lazer modülün '+' hattı rölenin NO kısmına bağlanmıştır. Güç dağıtım kartından 12V enerji ise rölenin COM kısmına bağlanmıştır.

Servo motorlar, robotların en hassas hareket aralığını veren önemli parçasıdır. Robotlarda son kontrol elemanı olarak görev yapmaktadırlar. DC motorlar genelde sabit bir hızda hareket etmek için kullanılırken, servo motorlar belirli açılarda hareket etme ve belirtilen komutta sabit olarak kalan ve kararlı çalışabilen motorlardır. Ebatları küçük olsa bile yüksek tork sağlayan motorlardır (inverter-plc, 2017). Kameranın hareketli olabilmesi ve daha geniş açılardan görüntü aktarması için 180 derecede hareket edebilen iki adet servo motor kullanılmıştır. Hareketler sağa-sola ve yukarı-aşağı olmak üzere tasarlanmış ve plastik platforma yerleştirilmiştir.

Kevin Ashton 1999 yılında yapmış olduğu bir sunumda nesnelerin interneti kavramını başlık olarak sunmuştur. İlk olarak nesnelerin interneti kavramı bu çalışmada duyulmuştur (Atzori, Iera ve Morabito, 2010). RFID çalışması üzerinde geliştirme yapmaya çalışan MIT Auto-ID laboratuvarı Nesnelerin interneti kavramını kendi çalışmalarına entegre etmeye çalışarak geliştirmişlerdir. Bu çalışmadan sonra birçok sanayi kuruluşu ve araştırma kurumu nesnelerin interneti kavramı üzerinde geliştirme yapmaya başlamıştır (Dal, 2019).

Tanımı hala bir tartışma konusu olan nesnelerin interneti kavramı en basit tanımıyla, internet ile bağlantı kurabilen nesnelere anlamına gelmektedir. Bunun dışında Rose, Eldridge ve Chapin (2015), bilgisayarların diğer elektronik malzemeler ile iletişim kurmasını sağlayan, iletişimde datalar üreten, veri alışverişi yapabilen ve hesaplama yeteneğini de artıran bir kavram şeklinde tanımlamışlardır. Voas (2016)'a göre nesnelerin interneti verileri hesaplayan ve anlamlandıran, elektronik malzemelerle iletişim kuran ve hareketen geçiren bir kavramdır. Minerva, Biru ve Rotondi (2015)'ye göre ise, nesnelerin interneti, bütün sensörlerden bilgi alan ve sensör verilerine erişip değişiklik yapabilen, yer ve zaman kavramı olmayan bir ağdır.

Nesnelerin interneti kavramına her geçen gün yapılan yatırımlar artmakta ve büyüme hızı IP trafik artışıyla belirgin bir şekilde görülmektedir. İnternetteki IP trafiği 2018 yılında 156 EB iken, 2022 yılında 396 EB değerine çıkmıştır. Bu artışta IPv6 protokolünde etkisi vardır. 2018 yılında internette ürün geliştirmede çalışan eleman sayısı 2022 yılında 4 katına çıkmıştır. 2018 yılında kullanılan sermaye 2022 yılında 2 katına çıkarılmıştır (Erdal, 2014).

Gün geçtikçe nesnelerin internetine yapılan yatırımlar artmış ve birçok nesnenin internet ortamına bağlanıp veri alışverişi yapması dikkat çekmiştir. Sistemlere saldırı yapıp verileri ulaşılamaz hale getirmek isteyen kullanıcılara karşı bazı güvenlik önlemleri geliştirilmesi gerekmiştir. Geliştirilen güvenlik önlemlerinin başında gizlilik, bütünlük, erişilebilirlik, kimlik doğrulama, yetkilendirme gelmektedir.

SANS tarafından gerçekleştirilen araştırmaya göre internet kullanıcılarının %48'i internette ortaya çıkan güvenlik problemlerinin nesnelerin internetinde yaşanan güvenlik problemleriyle aynı olduğunu söylemişlerdir (Pescatore ve Shpantzer, 2014). Nesnelerin internetinin altyapısı birden çok cihazın bir araya toplanmasıyla çok büyük bir ölçek değerine ulaşmıştır (Menadi, Sabrina, Achour ve Toufik, 2015). Gelecekte nesnelerin interneti altyapısının saldırılardan dolayı büyük tehlikelerle karşı karşıya kalacağı düşünülmektedir. Kurulan ağlara ve IP adresi ile bağlanan cihazlara, servis dışı bırakma, ortadaki adam, şifre kırma saldırıları vb. birçok siber saldırının yapılması mümkündür. Bu saldırılar, şifrelemenin olmayışı, zayıf parola kullanımı ve diğer eksik güvenlik önlemlerinde dolayı gerçekleşmektedir. Nesnelerin internetinde ortaya çıkan saldırılar, katmana göre değişiklik göstermektedir. Bu katmanlardaki saldırılar ve önlemleri Çizelge 1.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Nesnelerin İnterneti Saldırıları ve Önlemler

	Özellikler	Katmanlar	Saldırıları	Önlemler
IoT Nesnelerin İnterneti	Gizlilik	Fiziksel Katman	1) Node Kurcalama 2) Zararlı Node Ekleme 3) Fiziksel Hasar 4) Sosyal Mühendislik	1) Fiziksel Güvenlik 2) Güvenli Kurulum 3) Cihaz Yetkilendirmesi 4) Veri Güvenliği 5) Veri Bütünlüğü
	Güvenlik	Ağ Katmanı	1) Trafik Analizi 2) RFID Klonlama 3) Zararlı Kod Ekleme 4) RFID Sahteciliği 5) Sinkhole Saldırısı	1) Veri Gizliliği 2) Güvenli Yönlendirme 3) Kimlik Doğrulama 4) Yönlendirme Protokolleri 5) Saldırı Tespiti
	Şeffaflık			
	Hesap Verilebilirlik	İşlem Katmanı	1) Uygulama Güvenliği 2) Kötü Niyetli Çalışan 3) Yetkisiz Erişim 4) Veri Güvenliği 5) Üçüncü Taraf İlişkileri 6) Sanallaştırma Riskleri	1) Web Uygulama Tarayıcıları 2) Şifreleme 3) Hiper Güvenlik
	Birlikte Çalışılabilirlik	Uygulama Katmanı	1) Oltalama 2) Virüs ve Truva Atları 3) Zararlı Betikler 4) Yan Kanal Saldırısı 5) Kriptoanaliz 6) Servis Dışı Bırakma	1) Veri Güvenliği 2) Erişim Kontrol Listeleri 3) İhlal Tespiti 4) Risk Değerlendirmesi 5) Güvenlik Duvarları 6) Antivirüs Yazılımları

Bilgi, güvenlik amacıyla iki şekilde şifrelenmektedir. Bunlardan ilki cihazdan cihaza şifrelemedir. Bu şifreleme, bilgiyi iletişim noktasında şifreler ve iletir. Alıcı cihazlar bilginin şifresini çözmekte ve diğer alıcı cihaz bilgiyi gönderirken tekrardan şifreleme işlemi yapmaktadır. Nesnelerin interneti kavramında bu şifreleme metodu ağ katmanı şifrelemeleri için kullanılmaktadır. İkinci şifreleme ise uçtan uca şifrelemedir. Bu şifrelemede alıcı noktasında ve gönderici noktasında bilgi şifrelenir ya da çözülmektedir. Nesnelerin internetindeki güvenlik açığına göre iki şifreleme metodundan biri tercih edilmektedir. Güvenlik anahtar şifrelemeleri kullanmak sahtecilik, dinleme veya bilgi ifşası saldırılarını önlemektedir (Weber, 2010).

Nesnelerin interneti teknolojisine dayalı tasarlanan tank robotun Android telefon, tablet veya bilgisayar ile haberleşmesini sağlamak için, Esp8266 WIFI haberleşme kartı kullanılmıştır. Tank robotun beyni konumundaki Esp8266 kart, devrede bulunan röle, motor sürücü, servo motorlar ve Esp32-CAM kartı ile haberleşmekte, bu elektronik devre elemanlarına mobil uygulamadan gelen komutları iletmekte ve iletilen komutların yapıp yapılmadığını kontrol etmektedir. ESP8266 kartın kurmuş olduğu WIFI web server, Mıt App Invertorda tasarlanmış olan mobil uygulama ile Esp8266 kartın işlemcisi 32-bit RISC 80Mhz Xtensa LX106 arasındaki iletişim görevini görmektedir. Komutlar

Esp8266'nın kurduğu ağ üzerinden UDP sunucusuna gelmekte ve oradan yazılımla UART üzerinden işlemciye gönderilmektedir. ESP8266 WIFI modülüne istenilen isim, şifre kanal ve şifreleme algoritmasında yayın yapması sağlamıştır. Esp32-CAM kartı kamera görüntülerini aktarmak için bir ağa bağlanmaya ihtiyaç duymaktadır. Esp8266 kartın mobil uygulamaya veri aktarması için kurulan ağa Esp32-CAM kart bağlanmış IP adres verileri bu şekilde elde edilmiştir. Veri aktarımı kamera modülü başarı ile testleri tamamlamıştır.

Arazilerin güvenliğini sağlamak için her an tarama yapabilen, Android cihazlar ile iletişime geçebilen, ağ vasıtasıyla tank üzerinden haberleşip hem kamera görüntülerini her açıdan canlı izleyip hem de lazer modül aracılığıyla güvenliğe aykırı olan hedefleri ortadan kaldıran bir tank robot geliştirilmiştir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Robotlar

İnsanların yaşam kalitesini arttırmak için tasarlanan robot, endüstri alanında üretim ya da insanların yapma/etme kapasitesini aşan işlerin ortaya çıkarılmasında kullanabileceği makinelerdir (Ozan, 2020). Ülkeler sınırlarını korumak ve güvenliğini sağlamak için savunma robotlarına ciddi anlamda yatırımlar yapmakta, savunma sanayi ve robot teknolojileri her geçen gün geliştirilmektedir. Robotlara termal kameralar eklenerek ısı algılama, belirli tehlike oluşturan durumların önüne geçmek için kameralardan görüntü işleme ve takip sensörleri sayesinde otonom hareket sağlayan robotlar geliştirilmektedir(Tezel, 2017).

Son on senedir, uzaktan kontrol edilebilen robotların kullanım alanları endüstriyel sanayi dışında kişisel alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Döngüsel işlemlerde insanların yapmış oldukları görevleri robotların yapması hayatı daha da kolaylaştırmıştır. İnsanoğlunun refahını arttırmak için gerekli olan hizmetleri otonom veya yarı otonom olarak gerçekleştiren makinelere hizmet robotları denilmektedir. Robotik bilim dalı endüstriyel robotlar ve hizmet robotları olarak iki başlık altında toparlanabilmektedir (Karacı ve Erdemir, 2017).

Gezgin robotlar, hareketli görevler esnasında insanoğlunun kapasitesini aşan durumlarda işlevseldir. Gezgin robotu oluşturan üç ana parça bulunmaktadır. Bunlar, hareketi sağlayan motorlar, mekanik aksamlar, kullanılan alanlardaki değişimleri algılayan algılayıcı ve algılayıcı kontrol üniteleri ile yapılan hareketin yön kontrolleri karar almayı sağlayan mikroişlemci ve yazılımıdır (Özdemir ve Köse, 2008).

Robot konusunda yapılan önceki çalışmalar aşağıda özetlenmiş ve incelenmiştir. Tank robot tasarımında ve yapımında çalışmalar üzerinde yapılan incelemelerden yararlanılmıştır. Lopez- Rodrigez ve Federico Cuesta'nın 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada mühendislik fakültesi öğrencileri için geliştirilmiş sanal sınıf ortamı ve atölye derslerini yüzyüze eğitime yardımcı olacak uzaktan eğitim metodu kullanılarak uzaktan kontrollü robot tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan robotun kontrolü uzaktan internet bağlantısı bulunan yerel bir ağ ile yapılmakta işlemci arduino ide ile yazılım işlemleri yapılmakta, alıcının android işlemciye sahip mobil bir cihazının bulunması gereklidir (Lopez-Rodriguez ve Cuesta, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan

tasarlanan robotun yazılımı için Arduino platformu kullanmanın faydalı olduğu görülmüş, açık kütüphaneli yazılımın kolaylık sağladığı dikkati çekmiştir.

H. Dalkılıç ve M. H. Özcanhan'ın 2016 yılında yaptığı çalışmada Android işletim sistemine sahip bir akıllı telefon aracılığıyla Arduino Uno karta belirli komutlar Bluetooth üzerinden gönderilmiş ve uzaktan kontrol kullanarak mobil araç geliştirmişlerdir (Dalkılıç ve Özcanhan, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun uzaktan kontrolü için Bluetooth ile ne kadar mesafeden veri kopukluğu olmadan haberleşme sağladığı test edilmiş ve uzaktan kontrol mekanizmasının geliştirmesine karar verilmiştir.

Benaoumeur Ibari ve arkadaşları 2016 yılında tasarladıkları Mobil robot odyometri algoritması kullanılarak navigasyon sistemi geliştirilmiştir. Engelleri algılama özelliğini ise odyometri algoritmasını geliştirmek için kullanılmıştır. Arduino UNO, ultrasonik sensör, iki adet DC motor ve sarhoş tekerlek kullanılarak uzaktan kontrollü robot prototipi tasarlanmıştır. Yapılan deneyler engel algılama mekanizmasının çalışmasını ve odyometri algoritmasının çalışmasını kontrol etmek için yapılmıştır. Sonuç olarak robot engelden kaçabilmekte ve belirtilen hedefe ulaşabilmektedir (Ibari, Benchikh, Elhachimi ve Ahmed-Foitih, 2016). Bu kaynak incelemesi tarafımızdan tasarlanan robotun ultrasonik sensörler kullanılarak otonom hareket etmesi için incelenmiştir.

O. Güngör 2015 yılında yaptığı çalışmada Arduino Atmega mikroişlemci ve GSM modülleri aracılığıyla elektrikteki kaçak kullanım takibi incelenmiştir. Sistemin kontrolü için GSM haberleşme protokolünden yararlanılmıştır (Güngör, 2015). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun uzaktan kontrolü için GSM ile ne kadar mesafeden veri kopukluğu olmadan haberleşme sağladığı test edilmiş ve uzaktan kontrol mekanizmasının geliştirmesine karar verilmiştir.

Dabimel ve arkadaşları 2016 yılında yaptığı çalışmada insanların yapması gereken ışıkların açıp kapatmak, klimayı açıp kapatmak gibi faaliyetleri Arduino işlemci kartı, röle ve Android işletim sistemine sahip bir cihaz ile uzaktan ses kontrollü çalıştırması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede konuşarak elektrik ile cihazların kontrolünü sağlayabilen yenilikçi bir metot geliştirilmiştir (Dabimel, Mamat, Parimon ve Porle, 2016).

Lubbe ve Kluge'nin 2008 yılında yapmış olduğu çalışmada uzaktan kontrol edilebilen üzerinde kamera bulunan bir araba modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen araba kablosuz ağ üzerinden kontrol edilip, kamera görüntüleri ağ üzerinden alıcıya aktarılmaktadır (Lubbe ve Kluge, 2008). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan

tasarlanan robota bir kamera entegre edilip kablosuz ağdan görüntü aktarma yapılmasına karar verilmiştir.

Chun-Tang Chao ve arkadaşları 2016 yılında geliştirmiş oldukları çalışma mobil robotun üzerinde bulunan kamera sayesinde hedef aldığı nesnenin üç boyutlu olarak yerini tespit edebilmektedir. Robot hareketlerini uzaktan Wi-fi aracılığıyla kontrolünü sağlayan, robotun nesnelere kavramak ve yer değiştirmesi için üç eksenli bir robot kol ile güçlendirilmiştir. Alıcının hedef aldığı nesnenin android işletim sistemine sahip tablet ile analitik geometriden yararlanılarak üç boyutlu koordinat sistemini görüntüleyebilmektedir (Chao, Chung, Chiou ve Wang, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robota bir kamera entegre edilip kablosuz ağdan görüntü aktarma yapılmasına karar verilmiştir. Robotun üzerinde bulunan üç eksenli robot kol savunma veya nesne taşıma yapması açısından tank kasasında bulunan ağırlığı artırıldığı görülmüş ve kullanılan mikrodenetleyici de saniyelik farklardan ötürü gönderilen komutların yavaş olduğu tespit edilmiştir.

İnsanlar genel olarak yoğun çalışma temposu nedeniyle arabalarını bakıma götürememektedir. Thomas ve arkadaşlarının 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada insanlara yardımcı olabilecek bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemde motor sıcaklığı, yakıt seviyesi, akü gerilimi ve sürücü alkol düzeyi gibi değerler sensörler yardımıyla okunarak Arduino mikrodenetleyici karta iletilmektedir. Arduino karta iletilen bu veriler birer değişkene dönüştürülerek uzaktan kontrol metodu olan bluetooth ile android işlemciye sahip mobil uygulamaya aktarılmaktadır (Thomas, Joseph ve Mathew, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun uzaktan kontrolü için Bluetooth ile ne kadar mesafeden veri kopukluğu olmadan haberleşme sağlandığı test edilmiş ve uzaktan kontrol mekanizmasının geliştirmesine karar verilmiştir ve aynı zamanda Arduino kartın sensörler aldığı verileri okuması ve geri mobil uygulamaya aktarma süreleri incelenmiştir.

Khoswanto ve arkadaşları 2015 yılında yapmış oldukları bu çalışmada, bir mobil robot tekerlekli bisiklet tipi olarak tasarlanmış ve hareketin yörünge takibin yapan kontrolör sistem mobil robotta test edilmiştir. Geliştirilen kontrol algoritması ile dayanıklı bir çıkış takibi sağlanması asıl hedeftir. Lyapunov teoremi kullanılarak tasarlanan kontrolör ile mobil robotun lineer ve açısal hız değerlerinde verilen yörüngede takip etmesi kinematik takip ile hedeflenmiştir. Lyapunov tabanlı kararlılık analizi takip hatasında robotun kararlılığını kontrol etmek için kullanılmıştır. Sonuçlara göre, tasarlanmış olan mobil robotun farklı yükler altında tasarlanan kontrolörün doğruluk ve

kararlılık açısından değişiklikler göstermektedir (Khoswanto, Santoso ve Lim, 2015). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızda tasarlanan robotun DC motorlarının yük altında belirtilen hareketleri yapabilmesi ve yük etkeninin motor çalışmasına nasıl etki ettiği gözlenmiştir.

Sinha ve arkadaşlarının 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada her arabaya yerleştirilen bir araba güvenlik tasarım sistemi geliştirilmiştir. Sistem uzaktan butona basılarak çalıştırılmakta ve butona basıldığı zaman aracın çalındığı anlaşılakta araçta bulunan GSM haberleşme yardımıyla konum gönderilmektedir. Araçtaki konumun tespiti GPS modülü vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Sinha, Agarwal ve Saini, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızda tasarlanan robotun GPS yardımıyla konum bilgilerine erişilmesi, GPS modül çalışma prensibi ve GSM haberleşmesi incelenmiştir.

Avallone ve arkadaşlarının 2016 yılında geliştirmiş oldukları çalışmada, termal görüntüleme sistemi Arduino mega ile tasarlanmıştır. Sıcaklık için ölçümlerde DS18B20 Dallas kart kullanılmıştır ve Arduino IDE yazılımında doğru verileri okumak için One Wire Kütüphanesi kullanılmıştır. Arduino programı ve Dallas kart kullanılarak 100° C sıcaklık ve 120 noktada izlemek mümkündür. Depoda bulunan proplar dikine montaj edilmekte ve alınan sıcaklık değerleri 120 grafik noktası şeklinde almakta, alınan verilerin sıcaklık analizi yapılmaktadır. Depoda bulunan suyun sıcaklığı hissedilebilir sıcaklık değerinde bulunmaktadır. Bu çalışmada tespit edilen bazı sıcaklıklar analiz için örnek olarak alınmıştır. Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun kazalar ve savaş durumlarında olağan göçük altında canlıları tespit etmek için termal görüntüleme verileri sıcaklık değerleri incelenmiştir.

Araçlarda bulunan hız kontrol sistemleri mevcut hızı korumak için şerit değiştirme ya da araçta önünde bulunan mesafe sensörleri sayesinde mevcut hızını azaltıp mesafe koruması yapmaktadır. Ancak bazı engellerde hareket olmadığından dolayı araç hızı sıfır olmaktadır. Araç hızının sıfır olması durumunun önüne geçmek için Vaishnavi ve arkadaşları 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada aracın önünde bulunan dört adet ultrasonik sensörler sayesinde bir yazılım geliştirilmiştir. Hareketsiz nesne tespit edildiğinde araçta bulunan DC motorlar yön değiştirerek aracın şerit değiştirmesini sağlamaktadır (Vaishnavi, Sundari, Sangeetha, Shrinidhi ve Saravanan, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun ultrasonik sensörler kullanılarak otonom hareket etmesi için incelenmiştir.

Yağ sızıntıları ve yağ çalınması gibi durumlar sıklıkla yağ tanklarında gerçekleşmektedir. M. Husni ve arkadaşları 2016 yılında bu durumun önüne geçmek için

tankın içinde bulunan yağın hacmini monitörden sürekli olarak takip edilmesi gereken bir durum olduğunu ifade etmiştir. Çalışmanın asıl amacı, yağ tankının içinde bulunan yağın hacim bilgilerini ve yağ durumunu her koşulda kullanıcıya bildirmektir. Çalışmada bazı ultrasonik sensörler, bluetooth modüller, Arduino mikrodenetleyici ve ayrıca GPS/GPRS/GSM Shield modülü kullanılmıştır. Yapılan deneylerin sonucu araçta bulunan sıvı hacmini düz yolda %99.33 olduğunu, eğim olan yolda ise %84 olduğu doğruluk oranı tespit edilmiştir (Husni, Siahaan, Ciptaningtyas, Studiawan ve Aliarham, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun haberleşme protokolü olan GSM ve Bluetooth verileri gönderme, haberleşme hızları incelenmiştir.

İki tekerlekli denge robotlarında işlemci olarak arduino mega kart kullanılmaktadır. Juang ve Lum'un 2013 yılında yapmış olduğu bu çalışmada, hareketi sağlayan iki adet DC motor, işlemci arduino mega kart, tek eksenli jiroskop sensör kart ve iki eksenli ivme ölçer sensör kart kullanılan iki teker üzerinde düşmeden hareket eden bir robot sistemi geliştirilmiştir. Sensör kartları x,y eksen bilgilerindeki hareket değerlerini tespit edip DC motorlara enerjiyi sensör değerlerine göre aktarmaktadır (Juang ve Lum, 2013). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun ağırlık merkezinin incelenerek hareketleri paletlere aktaran DC motorlarda yalpa durumu olmaması için gerekli tespitler yapılmıştır.

Roman Ahamed ve arkadaşları 2016 yılında bu çalışmada, Arduino UNO tabanlı mikrodenetleyici ile kapı kilitleme sistemini Android işletim sistemine sahip mobil cihaz kontrolünde tasarlamış ve geliştirilmiştir. Mobil uygulamadan şifre tuşlanarak 12V enerjiyle çalışan selenoid kapı kilidinin kontrolü yapılmıştır. Mobil cihaz ile uzaktan bağlantı için HC-05 bluetooth modül, işlemci olarak arduino uno kart, transistör ve diyotlar ile enerji doğrultmada kullanılmıştır. Arduino idede tasarlanan yazılım mikrodenetleyiciye gönderilmiştir. Tasarlanan sistem için gerekli testler yapılmış projenin iyi çalıştığına karar verilmiştir. Güvenlikte kullanan kasaların kapılarında da kullanılacak bir sistem geliştirilmiştir. Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun uzaktan kontrol edilen lazer modül kontrol etme prensibi bu çalışmada kullanılan selenoid kontrol etme prensibine dayanmaktadır. Sistemde anahtarlama olarak kullanılan transistör ve kablosuz veri aktarımı yapan Bluetooth çalışma prensipleri incelenmiş olup tankta 12V değerindeki lazer modül kontrolü için röle kullanılmasına karar verilmiştir.

Yavuz ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı çalışmada iki tekerlek üzerinde dengeli hareket edebilen mobil robot tasarlamışlardır. İşlemci olarak arduino uno kart,

geri besleme verilerini ölçmek için ivmeölçer sensör ve gyro sensör kullanmıştır. Tasarlanan robotta PI kontrol, PD kontrol, PID kontrol algoritmaları kullanarak robotun hızı, doğruluk değeri ve kararlılık özellikleri algoritmalar arasında karşılaştırılmışlardır (Yavuz, Çetin ve Eyecioğlu, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun ağırlık merkezin incelenerek hareketleri paletlere aktaran DC motorlarda yalpa durumu olmaması için incelenmiş ve gerekli tespitler yapılmıştır.

Sheetal Gandotra ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışmada, uzaktan kontrol edilebilen araçları görüntüleme rehberi tasarlanmış ve android mobil uygulama geliştirilmiştir. Android işletim sistemine sahip cihazlarda kullanılan mobil uygulama sayesinde arabanın uzaktan kontrolü gerçekleştirilmektedir. Uzaktan kontrolör sistemi USART tabanlı bluetooth iletişim protokolüdür (Gandotra vd., 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun uzaktan kontrolü için Bluetooth ile ne kadar mesafeden veri kopukluğu olmadan haberleşme sağlandığı test edilmiş ve uzaktan kontrol mekanizmasının geliştirmesine karar verilmiştir.

Xiao Wang ve arkadaşları 2016 yılında geliştirmiş oldukları çalışmada insanların vücut sıcaklığı ve kalp atışlarının tespit edildiği arduino tabanlı insan fiziksel parametre sistemi geliştirilmiştir. Elde edilen bu veriler android işletim sistemine sahip bir cihaza uzaktan bluetooth iletişim cihazı sayesinde aktarılmaktadır. Mobil uygulama yazılımı elde edilen verileri görüntüleme ve depolamayı gerçekleştirmektedir. Belirlenen eşik değerleri aşıldığında kullanıcıya uyarı gönderilmektedir. Çalışmanın ulaşılmış olduğu sonuçlara göre, sensörlerden alınan veriler sayesinde insan vücudundan elde edilen dataların takip edilmesi ve kayıt altına alınması için insan vücudundaki anormal durumlarda kullanıcıyı uyarmakta olan bir sistem karşımıza çıkmaktadır (Wang vd., 2016). Bu kaynağın gözden geçirilmesinin temel amacı kablosuz olarak sensör verilerinin nasıl gönderildiği ve bluetooth haberleşme protokolünün incelenmesidir.

Bhavik Pandya ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışmada evdeki ışık, kapı, fan, AC sağlayan prizlerin kontrolünün gerçekleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Kapının kontrolünün sağlanmasıyla uzaktan ev güvenliğine müdahale edilmesi de mümkündür. Ev otomasyonu enerjinin verimli kullanımı ve aynı zamandan enerji tasarrufu da sağlamaktadır. Bu çalışmada geliştirilen akıllı ev otomasyon sisteminde evden kullanılan cihazlar, evin güvenliği sağlayan sistemler ve ev cihazlarının takibini Arduino mikrodenetleyici karttan kablosuz olarak mobil uygulama aracılığıyla takip edilmektedir. Evde bulunan birleşenler arduino kartta bağlanmış kablosuz haberleşme için bluetooth modül kullanılmıştır. Çalışmada, Android işletim sistemine sahip tablet ya

da telefon vasıtasıyla ev bileşenlerinin kontrolünü ve takibini sağlayan bir otomasyon sisteminin gerçekleştirilmesi sunulmaktadır (Pandya, Mehta, Jain ve Kadam, 2016). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robot enerji tasarrufu ve uzaktan kontrol yönünde irdelenmiştir. Bu irdemeler sayesinde mobil uygulamanın Android tabanlı cihazların erişebilmesi için apk formatında mit app invertor programında tasarlanması kararlaştırılmıştır.

Geert De Cubber ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptıkları çalışmada keşif araçlarının uzay araştırmalarında sıklıkla, uzayda tarama ve arama yapmak için gönderildiği belirtilmiştir. Yapılan taramalar sonucunda uzaydan toplanan toprak numuneleri alınarak incelenmekte, uzayda yaşayan yaşam formların tespit edilmeye çalışılmaktadır. Atmosfer gazları hakkında bilgiler toplamak içinde uzay araçlarından faydaniılmaktadır. Savunma sanayide kullanılan robotlar, mayın arama amaçlı paletli tank robot, keşif amaçlı kullanılan insansız hava araçları ve keşif robotları gibi birçok çeşitte robot kullanım amacına göre üretilmektedir. Ülkemizde gelişen teknolojiyle birlikte keşif araçlarına ciddi yatırımlar yapılmıştır. Paletli tank robotlar yıkılmış binalar gibi engellerin bulunduğu alanlarda yüksek manevra kabiliyetine sahiptirler (De Cubber vd., 2013). Bu kaynak incelemesi yapıldığında tarafımızdan tasarlanan robotun arama kurtarma, keşif ve savunma alanlarında nasıl geliştirilmesi gerektiğine, tankın hareket sağlayan paletlerinin nasıl tasarlanacağına ve dişli probleminin rulmanlı tekerler ile çözümü kararlaştırılmıştır.

Shaikh Khaled Mostaque ve Bishal Karmakar 2016 yılında geliştirmiş oldukları çalışma, insanların sesli komutlarıyla kontrol edilen arduino tabanlı mikrodenetleyici robot kolu, nesnelere yer değiştirmesini sağlamak için kullanmıştır. Robotta nesnelere yerini tespit etmek için sonar teknoloji kullanılmıştır. Akıllı telefondaki mobil uygulama ile robotun kontrolü herkes tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Robot ses komutlarını Bluetooth modülü ile iletebilmektedir. Robot kolun kontrolü ve nesnelere hareket ettirme için Arduino MEGA kart kullanılmaktadır (Mostaque ve Karmakar, 2016).

Yalman ve Haşıloğlu'nun 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada hastanelerde çalışan hemşirelere yardımcı olan bir robot tasarlanmıştır. Geliştirilen bu projede hemşireler ile eş zamanlı devreye giren ve hastalara ilaçlarının dağıtımını yapan sağlıkta kullanılacak robot tasarlanmıştır. Bluetooth modülü kullanılarak ses iletimi yapılan yardımcı robot geliştirilmiştir. Hemşirenin vermiş olduğu sesli komutlar ile robot, hastaların günlük verilerin bulunduğu hasta dosyaların okuyarak ilaçları hastalara verme görevini yerine getirecektir. Hastayı sesli olarak uyaran robot ilacın alınmadığını görünce bluetooth cihazı üzerinden hemşireye durumu bildirecektir (Yalman ve Haşıloğlu, 2015).

N. Saravanan'ın 2016 yılında geliştirmiş olduğu çalışma, beş serbestlik derecesine sahip robot kolun mobil uygulama ile kontrolü anlatılmıştır. SSC-32 kontrolör kullanılan robot kolda işlemci olarak arduino kart ve pc ile kablosuz iletişim için bluetooth cihazı kullanılmıştır. İşlemciye robot kol hareketleri android işletim sisteminde kullanılabilen mobil uygulama ile gönderilmekte ve bideps, hexapods, tripods gibi platformlara uygun olarak geliştirilmiştir (Saravanan, 2016). Bu kaynağın gözden geçirilmesinin temel amacı kablosuz olarak servo motor verilerinin nasıl gönderildiği ve Bluetooth haberleşme protokolünün incelenmesidir.

Mala ve arkadaşlarının (2016) geliştirmiş oldukları çalışma, mesaj görüntüleme uygulamasının mikrodenetleyici tabanlı tasarımını anlatmaktadır. Mesaj görüntü sistemi vasıtasıyla Android uygulama ile bir kişinin telefonundan LCD ekrana veri bluetooth uygulama ara yüzü vasıtasıyla gönderilmektedir. ATMEGA328p tabanlı Arduino kart, LCD ekran ve Bluetooth Modül (HC-06) bu projede kullanılmıştır. İletişim bu tarz uygulamalarda kablolar ile gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen çalışma da ise bluetooth cihazı sayesinde kablosuz iletişim kullanılmaktadır. Mikrodenetleyici bütün akışın kontrolünü sağlamaktadır. Mesaj, bluetooth vasıtasıyla iletilmektedir. Mıt app inventor programıyla mobil uygulama geliştirilmiştir. Sistemde sorunla karşılaşılmamış ve veriler bluetooth cihazı sayesinde gecikmesiz aktarılmıştır. Bluetooth sayesinde sistem mesajı 4 x 20 LCD ekrana aktarabilmektedir. Bu kaynağın gözden geçirilmesinin temel amacı kablosuz olarak mesaj verilerinin nasıl gönderildiğinin ve bluetooth haberleşme protokolünün incelenmesidir.

Azhar Yussof ve arkadaşlarının 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada Android, Arduino, Linux, OpenCV platformlarından yararlanılarak, Java programında geliştirilen 3D robot simülasyon arayüzü tasarlanmıştır. Robot, online modda çalışmakta, offline modda durmaktadır. Android işletim sistemine sahip bir cihaz aracılığıyla uzaktan kontrol edilen Arduino işlemciye sahip çöp toplama arabası grafik veri tabanında geliştirilmiştir. Akıllı sistemler için geliştirilen grafik veri tabanı ve açık kaynak donanım sayesinde sistemler genişletilebilir platforma sahiptir. Bu kaynağın gözden geçirilmesinin temel amacı, Arduino ile Android platformları arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

2.2 Nesnelerin İnterneti

Endüstriyel Sanayide teknolojik gelişmeler dört sanayi devrimi ortaya çıkarmıştır. Sanayide buharlı makinelerin keşfiyle birinci sanayi devrimi, elektrikli makinelerin keşfiyle ikinci sanayi devrimi, dijital teknolojik makinelerin keşfiyle üçüncü sanayi

devrimi, günümüzde ise sürekli geliştirilen otonom teknolojiye sahip makinelerin keşfiyle dördüncü sanayi devrimi gerçekleşmiştir.

Dördüncü sanayi devriminin diğer adı Endüstri 4.0 olarak kısaltılmakta ve aktarılmaktadır. Endüstri 4.0 denildiğinde akla otonom çalışan, zaman kavramı olmayan akıllı fabrikalar gelmektedir. Avrupa’da kullanılan bu sistemler Endüstri 4.0 vizyonunu her geçen gün geliştirmektedir. Endüstri 4.0 ifadesi, akıllı fabrikayı oluşturan bütün teknolojik sistemlerin kolektif bir şekilde toplanması ve insan gücüne gerek kalmadan yapay zekâya, nesnelerin internetine ve robotlara iş gücünün aktarılması anlamına gelmektedir. Endüstri 4.0 genel olarak Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti ve Siber-Fiziksel Sistemler olmak üzere üç yapıdan oluşmaktadır (Aksungur ve Tarkan, 2018). Nesnelerin interneti, internet aracılığıyla nesnelerin bilgisayarlarla veya diğer nesnelerle iletişim kurmasıdır (Akgül, Turşucuoğlu ve Yıldız, 2018). J. Belissent'e göre yapılan tanım, “bilişim teknolojilerini kullanarak bir yerleşim yeriyle ilgili güvenlik, sağlık, ulaşım gibi hizmetlerin daha verimli kullanılmasına imkân sağlayan sistemdir” (Söğüt ve Erdem, 2017).



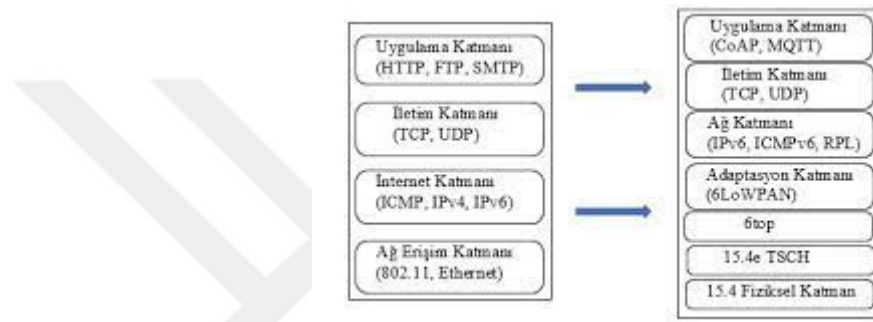
Şekil 2.1. Nesnelerin İnterneti Teknolojisi (Akkuş, 2016).

Nesnelerin interneti teknolojisi ile market büyümesi hızlandırarak, sistem uyumluluğu ve birlikte çalışılabilirlik sağlanması amaçlanmaktadır (Logvinov, 2016). Nesnelerin interneti alanında çeşitli mimariler olmasına rağmen standart bir mimari bulunmamaktadır. IoT mimarisi genel yapısı itibarıyla üç katmanlı olarak düşünülmektedir (Balota, Pattinson ve Kor, 2017). Şekil 2.2’de IoT teknolojisinin mimarisi gösterilmiştir (Çeken ve Abdurrahman, 2019).



Şekil 2.2. IoT mimarisinin 3 katmanı

IoT, teknolojik görünümünün zengin çeşitliliğini içeren bir yapıya sahiptir (Fleisch, 2010). Bu alanda en çok kullanılan protokoller Şekil 2.3.'te gösterilmektedir.

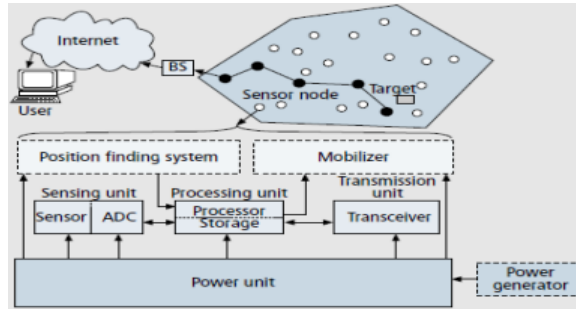


Şekil 2.3. Nesnelerin İnterneti Protokolleri

TCP/IP protokolünün iki aktarım katmanına UDP protokolü denir. Elde edilen dataları alıcı ile bağlantı kurmadan göndermektedir. Paket anahtarlama koruma sistemi gelişmiş bilgisayar ağlarında iletişim kurabilmek için UDP protokolünden yararlanmaktadır. UDP protokolü uygulama programları arasında haberleşme için minimum protokol mekanizmasıyla çalışmaktadır. Gönderilen dataların alıcıya iletilme garantisi isteyen programlarda TCP protokolü haberleşme için kullanılmaktadır. Ses ve görüntü aktarımında geniş alan ağlarında UDP protokolü kullanılmaktadır. UDP protokolü veri iletim süresini, veri akış kontrolü yapmayarak en aza indirmektedir. UDP ve TCP protokolleri aynı iletişim kanallarını kullandıkları zaman UDP veri aktarım servis kalitesi TCP'nin yüksek veri trafiğinden dolayı azalmaktadır (Steinke, 2001).

Wifi, IEEE 802.11 standardında alıcı ve verici yönlü veri alışverişi için sıklıkla tercih edilen kablosuz haberleşme teknolojisidir. 2.4 GHz- 5 GHz arasında frekans bandına sahiptir. Akım tüketimi 350 mA'dir. Frekans bandının yüksek olması sebebiyle birçok cihaz aynı anda aynı kablosuz ağa bağlanabilmektedir (Ekren ve Kesim, 2016). İç mekân için yaklaşık 35 metre, dış mekân için 100 metre iletişim ağına sahiptir. 802.11 standardını ve üç farklı sınıf çerçevesi içermektedir. Bunlar, kontrol, yönetim ve veri

çerçeveleridir (Schauer, Werner ve Marcus, 2014). Şekil 2.4.'te wifi teknolojisinin genel yapısı gösterilmektedir (Al-Karaki ve Kamal, 2004).



Şekil 2.4. Nesnelerin İnterneti Protokolleri (Naik, 2017).

İnternet protokolü (IP), 1970'li yıllarda geliştirilen internette kullanılan birincil ağ protokolüne verilen isimdir. IP verilerin aktarılması için kullanılan başlıca iletişim protokolüdür. İnternet paketi için kullanılan iki sürümü IPv4 ve İpv6'dır. Her iki sürümde de farklı IP adresi tanımlanmaktadır. IPv4' te beş sınıf bulunmaktadır. Bunlar, Sınıf A, Sınıf B, Sınıf C, Sınıf D ve Sınıf E'dir. IPv6 21. yüzyılın protokolü olmakla birlikte 2128 adreslerini desteklemektedir (Madakam, Ramaswamy ve Tripathi, 2015).

Kablosuz haberleşme, internet teknolojilerinin yaygınlaşması ile daha önemli bir duruma gelmektedir. Her ne kadar Arduino'nun wifi shield'ları kablosuz olarak haberleşmeyi sağlıyor olsa da sistem maliyeti de göz önünde bulundurulmalıdır. Kablosuz olarak veri aktarımı gerçekleştirmek için belki de maliyeti en düşük olan modül ESP8266 wifi modülüdür. ESP8266, TCP/IP bağlantılarında düşük maliyetli kablosuz ağ modülüdür (Yuliansyah ve Pengiriman, 2016).

Robot teknolojisinde beyin görevini yerine getiren mikrodenetleyiciler, verilen komutların yerine getirilmesini kontrol etmekte, gönderilen verilerin akışını sağlamakta ve çıkışta çalıştırılan alıcıya denetleme görevini yerine getirmektedir. Yapısında bulunan zamanlayıcı ve sayıcıyla, zaman endeksli projeleri kontrol etmektedirler. Giriş ve çıkış portları ile sinyal alınan ve sinyal gönderilen elemanlar ile bağlantı kurulmaktadır. Hafıza birimleri RAM ve ROM belleklerdir. Analog sayısal çevirme, PWM darbe üretici, seri haberleşme, ALU vb. haberleşme ünitelerine sahiptir (Bay ve Görgünoğlu, 2002).

Processing /Wiring yazılım dilini kullanarak mikroişlemci ile seri porttan haberleşen, açık kaynaklı, hazır kütüphanelere sahip fiziksel programlama platformuna Arduino IDE denir (Güngör, 2015).

2.3. Android İşletim Sistemi

Android işletim sistemi, üzerinde mobil uygulamalar gerçekleştirilen Linux çekirdekli ve açık kaynak kodlu işletim sistemi yazılımıdır. Uygulama uzantısı APK olup Google ve bazı özgür yazılım toplulukları tarafından geliştirilmektedir (Hanaylı, Serbest ve Ürekli, 2015).

Akıllı telefonların yanı sıra tablet kullanımlarının da önemli ölçüde artması ile birlikte Android işletim sistemi iki sürüme bölünmüştür. Akıllı telefonlar 2.x sürümünü kullanırken, tabletler 3.x sürümünü kullanmaktadır. Ama önemli olan nokta, akıllı telefonları ve tabletleri tek sürüme toplayabilmektir (Tufan, Baykara, Güler ve Avcı, 2012). Nesnelerin İnterneti konusunda yapılan önceki çalışmalar aşağıda özetlenmiş ve incelenmiştir. Tank robot haberleşme sisteminde buradaki incelemelerden yararlanılmıştır.

Z.Nedic, J. Machotka ve A. Nafalski, “Sanal ve Gerçek Laboratuvarlara Karşı Uzak Laboratuvarlar” (2003) isimli çalışmada Güney Avustralya Üniversitesinde gerçekleştirmiş oldukları “çevrimiçi uzaktan laboratuvar” uygulamasını ele almışlardır. Üniversitenin kampüs içinde bulunan laboratuvardaki deney setlerinin kontrolünü internet üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Yüzyüze eğitime yardımcı olacak uzaktan kontrollü bir laboratuvar uygulama ortamı tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada “Gerçek Laboratuvarlar”, “Sanal Laboratuvarlar” ve “Uzak Laboratuvarlar” karşılaştırılmıştır.

Sazak ve Albayrak’ın (2017) “A System Design that Collects and Remotely Tracks Environment Data on the Internet of Things (IoT)” isimli çalışmada internete bağlı kablosuz erişim noktasından toplanan sıcaklık ve nem değerlerinin uzak bir sunucu üzerinden sosyal medyada paylaşılması sağlanmış ve acil durumlar için Android telefonlara bildirim gönderilmiştir.

Ko, Ben Chen, Jianping Chen, Zhuang ve Tan, “Bağlantılı Tank Aparatında Kontrol Deneyleri İçin Web Tabanlı Laboratuvar Geliştirilmesi” (2001) isimli çalışmada, su tanklarının kontrolünün uzaktan yapıldığı bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemin DAQ kart kullanılmış, bu kart için gerekli olan yazılım için hazır paket LabView kullanılmıştır. Deneyin internet üzerinden gerçekleştirilebilmesi için JAVA programında arayüz tasarlanmıştır. Sisteminin takibini yapabilmek için bir kamera kullanılmış, görüntüleri aktarmak için video serverdan yararlanılmıştır.

Hii ve Chung “Android™ Mobil Cihazda Kapsamlı, Her Yerde Bulunabilen Sağlık Hizmeti Çözümü” (2011) isimli sağlık alanında yapılan bir çalışmada, kablosuz

sensör ağları yardımıyla EKG sinyallerinin toplanması, gözlenmesi ve yorumlanması için Android uygulama geliştirilmiştir. Hastaların gerçek zamanlı takibi sağlanmıştır. İzleme planının bir parçası olarak, hastaların ilaç kullanımlarına yönelik bilgi ve takip işlemleri için cep telefonları üzerinden barkod okuma sistemleri geliştirilmiştir.

Deborah A. Miele, Benjamin Potsaid ve John T. Wen'in, "Kontrol Eğitimi için İnternet Tabanlı Uzak Laboratuvar" (2001) isimli çalışmasında, kampüs içerisinde bulunan deney setleri DSP kontrol ünitelerine bağlanmıştır. Kampüsteki 22 kişilik bilgisayar laboratuvarındaki bilgisayarlarda kurulu MathLab Simulink yazılımında tasarlanmış arayüzle DSP kontrol ünitelerine bağlanılmıştır. Bu çalışmada deneyi yapan bir kişi, yönetici 21 kişi ise gözlemci olarak deneye katılmıştır. Deney setlerinin takibi alıcılara IP kamera üzerinden aktarılan görüntülerle sağlanmıştır.

Marco Casini, Domenico Prattichizzo, Antonio Vicino'nun, "Otomatik Kontrol Telelab: Uzaktan Eğitim için Kullanıcı Dostu Bir Arayüz" (2003) isimli çalışmasında, internet üzerinden erişebilen uzaktan kontrol eğitimi laboratuvar çalışması geliştirilmiştir. Kontrol sistemleri için MathLab yazılımında deney kontrolör yazılımları tasarlanmış kullanıcılar kendi yazılımını yaptıkları kontrolörlerle ya da hazır olarak programın sağladığı kontrolörlerle deney yapabilmektedirler. Alıcıların çalışmayı gerçekleştirebilmesi için JAVA programından arayüz tasarlanmıştır.

Taşkaya, Özgür ve Özyılmaz'ın, "Bilgisayar Kontrollü Kameralı Robot Kolu Tasarımı" (2006) isimli çalışmasında, tasarlanmış olan robot kol üzerine monte edilen kamera sayesinde uzaktan kontrol edilmekte ve alıcının kontrol ettiği ortamdaki robot kolun bulunduğu ortamın görüntüleri aktarılmaktadır. Sistemin kontrolü bilgisayar aracılığıyla yapılmaktadır.

Sanjay Patel'in, "İnternet ve ISDN Üzerinden Uzaktan Eğitim ve Laboratuvar Merkezi" (1998) isimli çalışmasında, RLLC şirketinin kurmuş olduğu uzaktan eğitim merkezinin neden kurulduğu açıklanmıştır. VHDL dili ile geliştirilen eğitim verilmek üzere çalışan CPLD ve FPGA yapısında bulunan deney cihazları kullanılmıştır.

Carelli ve arkadaşları kamera yardımıyla robotun uzaktan izlenmesi ve non-lineer kontrol üzerinde çalışmışlardır (Carelli, 2008). Bu sistemler alıcının bilgisayar başında bulunduğu kamera sayesinde aktarılan görüntülere göre robotun yön tayinini bilgisayar başından yapılabilmesini sağlamaktadır (Çavuşoğlu ve Kırmızı, 2010). Kameraların otomasyon ve kontrol sistemlerinde kullanılabilmesi için hareket kabiliyetine sahip olması gerekmektedir (Öner, Gürdal, Çetin ve Çetin, 2007).

Sudeep Hari Anandapuram (1999), “Uzaktan Eğitim için Uzaktan Laboratuvarlar” isimli çalışmasında, direncin bağlı bulunduğu DAQ karttan yararlanılarak internet üzerinden dirençleri karakteristiklerini ölçümü yapılan deney ortamı Java/RMI dilleri kullanılarak tasarlanmış arayüzü gerçekleştirmiştir.

Kin Yeung ve Jie Huang (2003) “Uzaktan Erişim Laboratuvarının Geliştirilmesi: Bir DC Motor Kontrol Deneyi” adlı çalışmada DC motor kontrol deney setini internetten yöneten UEL sistemi tasarlamıştır. UEL sistemi LabVIEW yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır. UEL sisteminin takibini yapabilmek için bir kamera kullanılmış, görüntüleri aktarmak için video serverdan yararlanılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kazazedelerin, asker ve polis gibi güvenlik güçlerinin kullanımı amacıyla onları belirli tehlikelerden korumak amaçlı tank robot tasarımı gerçekleştirilmiştir. Uygulama ile güvenlik güçlerinin ve kazazedelerin tehlikeli durumlara uğramadan onların can ve mal güvenliklerini sağlamak amaçlanmaktadır.

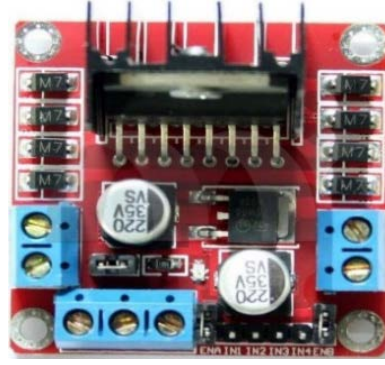
3.1. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Materyaller

Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot tasarımında Arduino geliştirme kartıyla uyumlu çalışan Esp8266 wifi modem kartı kullanılmıştır. Buna ek olarak, Mıt app Inventor programı yardımıyla Android sistemlerinde çalışabilen bir mobil uygulama yazılım tasarlanmıştır. Geliştirilen mobil uygulama aracılığıyla kamera ile Ip adresi üzerinden kamera görüntü sinyalleri mobil uygulama üzerinden izlenebilmektedir. Böylece tankın önüne çıkacak engellerden ve tehlikeli durumlardan önceden haber alınabilecektir.

Tank, kameranın hareketini sağlayan servo motorlar sayesinde 180 derece yukarı aşağı ve sağa sola görüş açısına sahiptir. Kamera sayesinde elde edilen görüntülerde herhangi bir tehlike olması durumunda lazer modülü röle aracılığıyla tetikleyip tehlike yaratacak durumu ortadan kaldırmaktadır. Sistemin hareketini sağlayan 12v DC motorlar sayesinde seri bir hareket elde edip sistemin uzaktan kumanda edilmesi sağlanmaktadır. 12v DC motorları kontrol etmek için motor sürücü kart kullanılmaktadır.

3.1.1. Motor Sürücü

Motor sürücü Esp8266 üzerinden gelen sinyalleri ve hareketleri motorlara aktarması için yeterli güce sahip olmadığı için kullanılan entegredir. Mikrodenetleyici çıkışından alınan sinyaller motor sürücü devre aracılığı ile motor kontrolü yapmaktadır. Motor sürücü entegreleri üç adetten oluşmaktadır. Bunlar, L293D, L293B, L298 'dir. Bu çalışmada L298N motor sürücü entegresi kullanılmıştır.



Şekil 3.1. L298N Motor Sürücü

Motor sürücü giriş voltajı olarak 5-35 V arasındaki değerlerde beslenebilmektedir. Motor sürücüsünün ve mikrodenetleyicinin toprak hatlarının birbirine bağlanması gerekmektedir (Çelik ve Güneş, 2018). Motor sürücü kartı aynı anda iki motoru sürmek için tasarlanmıştır. İki kanalı vardır ve kanal başına maksimum 2 amper verebilmektedir (Kapusız ve Uzun, 2022). Motor sürücü kart içinde ise L298N isimli entegre mevcuttur. Motor sürücü kart içinde ENA pini sol motorun çalışmasını sağlayan pindir. Robotun yazılımda sol motora enerji gitmesi için ENA pinine HIGH komutu gönderilmektedir. Yazılımda LOW komutu gönderilirse sol motora enerji gitmemektedir. IN1 ve IN2 pinleri sol motorun hızını ve yön verme fonksiyonları çalıştırmak için gerekli olan ENA pini ile bağlantılı olan pinlerdir.

ENB pini sağ motorun çalışmasını sağlayan pindir. Robotun yazılımda sağ motora enerji gitmesi için ENA pinine HIGH komutu gönderilmektedir. Yazılımda LOW komutu gönderilirse sağ motora enerji gitmemektedir. IN3 ve IN4 pinleri sağ motorun hızını ve yön verme fonksiyonları çalıştırmak için gerekli olan ENB pini ile bağlantılı olan pinlerdir. DC Motor 1 ve DC Motor 2 mikroişlemci ile belirtilen pinlerle bağlantı kurduktan sonra işlemciden verilen komutlar ile harekete geçmektedir. VCC pini motor sürücü kartın ve DC motorların çalışması için gerekli olan enerjinin verildiği pindir. Motor sürücünün besleme gerilimi 4.8V ile 35V arasında beslenmektedir. GND pini işlemcinin GND pini ile bağlantıya geçip topraklamanın yapıldığı pindir. Kart üzerindeki 5V klemens bağlantı yeri işlemciden 5V pin ile tetiklenmektedir.

3.1.2. DC Motorlar

DC motorlar, stator adı verilen sabit elektrikli parçası ve hareketli elektrikli parça rotor olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır (Gurgoze ve Turkoglu, 2022). Doğru akım motorlarına DA motor veya DC motor da denilmektedir. Bu çalışmada Arduino ile direk

olarak DC motor sürülebilmekte fakat kauçuk paleti çekecek olan dişli için yüksek tork gerektiğinden DC motoru, L298N motor sürücüsü ile kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Dc Motor

Redüktörlü DC Motor 12 Volt ideal gerilim değerinde çalışmaktadır. Motorların çalışma gerilimleri 6V ile 18V değerleri arasında beslenmektedir. Endüstriyel projelerde ve güç gerektiren uygulamalarda maksimum hız ve maksimum güç sağlamak için kullanılmaktadır. Redüktör çapı 80 mm, ağırlığı 160 g ve redüktör dişlisi metal olan DC motorların maksimum hızı 300 devir/dakikaya sahiptir. Maksimum hızın 300 d/d olması tork değerini yüksek olmasından dolayıdır. Motor hızı düşük olduğunda tork yüksek olmaktadır. Tork ve motor hızı arasında ters orantı mevcuttur. Torkun yüksek olmasının avantajı tankın yokuş yukarı ya da üzerine yüklenen ağırlıkta rahat hareket etmesini sağlamasıdır. Motor nominal çalışma akımı 150 mA, maksimum çalışma akımı 1.5 A, motor tork değeri maksimum 3 kilogram/cm'dir.

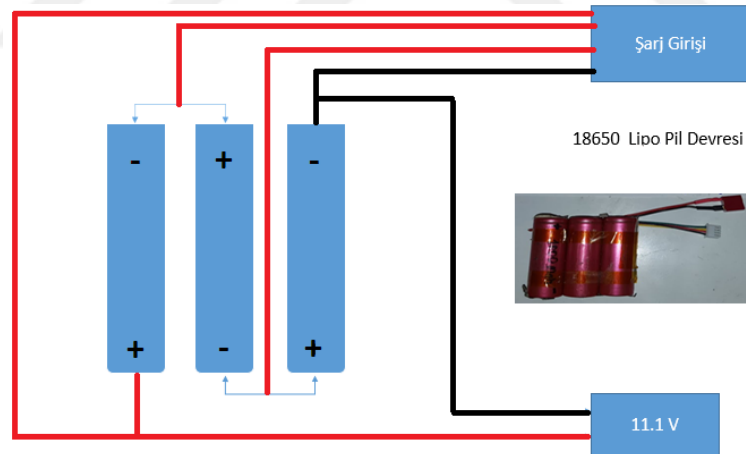
3.1.3. Batarya

Birçok elektronik cihazda enerji depolamak, taşınabilir enerji sağlanması ve bu enerjiden en verimli şekilde yararlanılmasında lityum temelli pillerden faydalanılmaktadır. Belirli standartlar sağlandıktan sonra piller yapılarına uygun olarak, özelliklerine ve enerji ihtiyaçlarına göre şarj edilmektedir (Gelen ve Tüfekcioğlu, 2020).

Robot tankın enerji ihtiyacını karşılamak için lityum-polimer piller kullanılmıştır. İyapısında lityum ve polimer kimyasalların karışımı bulunmaktadır. Lityum Polimer batarya, elektrikle çalışan makinelerin ve robotların geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Lityum polimer bataryalar 3.7 volt gerilim bulunduran hücrelerden meydana gelmektedir. Enerji ihtiyacına göre piller seri bağlanarak bazı batarya çeşitlerini oluşturmuşlardır. Seri bağlantıya sahip hücre S ile anlatılmakta, önünde bulunan rakam ise kaç pilin seri bağlandığını anlatmaktadır. Lipo pil batarya çeşitlerinde 2S ve 3S lipo pil çeşitlerinde kaç

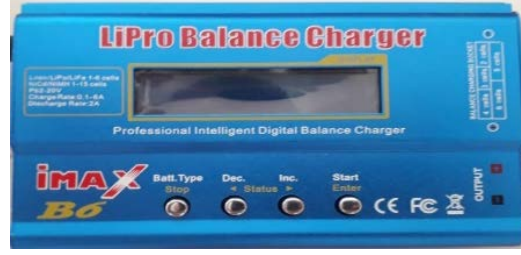
volt enerji bulunduğu S ile gösterilen rakamın 3.7 V ile çarpılması sonucunda elde edilmektedir.

Örnek olarak $2S= 2*3.7=7.4V$, $3S= 3*3.7=11.1V$ gerilim değerlerine sahip olduğunu belirtmektedir. Bunun dışında $3S2P$ şeklinde de gösterimleri mevcuttur. Bu gösterimden 3 adet hücrenin seri, 2 adet hücrenin paralel bağlanıldığı anlaşılmaktadır. Paralel bağlantı genellikle akım gerektiren projelerde tercih edilmektedir. Lipo pillerde seri bağlantı gerilim değerini, paralel bağlantı ise akım değerini arttırmak için kullanılmaktadır. Boş pil avometre ile ölçüldüğünde 3.7 V gerilim değeri, dolu pil ölçüldüğünde 4.2 V gerilim değeri göstermektedir. Tankın alışması için 12 V gerilime ihtiyaç duyulmaktadır. Bu enerjinin sağlanması için 3 adet LİPO pilin birbirine seri bağlanması ve tankın daha uzun süre hareket edilmesi içinde 2 ya da 3 pilin paralel bağlanması ile gerekli olan enerji ihtiyaı sağlanmaktadır. Bu haliyle tankın lipo pillerinin 3 adet seri bağlanması tankı yaklaşık olarak 3 saat 40 dakika çalıştırmaktadır. Her bağlanan lipo pil ise bu süreyi yaklaşık 1 saat kadar uzatmaktadır (Kapusız ve Uzun, 2021). Devrede kullanılan pillerin gerilim değerlerini 3V altına düşürmek ya da 4.2V üstüne çıkarmak pillere zarar vermekte ve güvenlik problemlerine yol açmaktadır.



Şekil 3.3. Pil Montajı

Lipo piller NiCd ve NiMH pillere göre daha yüksek oranda akımı yapılarında depolayabilmektedirler. Yapısı gereği diğer pillere oranla ağırlıkları daha azdır. Ağırlıkları minimum seviyede olduğu için robot ve modern elektronik makinelerde kullanılması daha kullanışlıdır. Tasarımı isteğe bağlı olarak istenilen ebat ve şekillerde yapılmaktadır. Kullanımı gereği yüksek sıcaklıklarda patlamalara neden olduğu için dikkat gerektiren ve şarj işlemi için özel şarj aletlerine ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.4. LİPO Pil Şarj İstasyonu

3.1.4. Servo Motor

Servo motorlar, endüstriyel projelerde yüksek güç, maksimum moment ve hızlı geri dönüş sağlayabilen bir torka ihtiyaç duymaktadır (Yılmaz, 2008). Genellikle güç gereken projelerde kullanılan motorlar sabit bir hızda dönerken servo motorlar çok geniş açısal hız komutlarına sahiptir. Servo motorların piyasada tercih edilme sebebi belirtilen açısal hızı yerine getirdikten sonra o konumda sabit olarak kalmasıdır (Kapusız ve Uzun, 2021). Açısal hız kontrolü bulunduğu için kameranın yukarı aşağı ve sağa sola hareketlerini verebilmek için Servo motorlar kullanılmıştır. Bu hareketlerin adım mesafesinde olması tasarlanmıştır. Motor hassasiyet aralığı yazılımda ve mobil uygulama tasarımında hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Servo Motor

3.1.5. Kamera

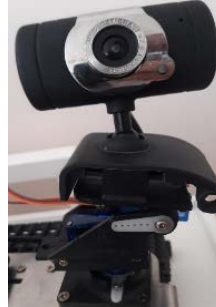
Yüzyıl önce icadı yapılan kameralar bugünlerde endüstriyel birçok projenin temel yapıtaşlarından biri olmuştur. Kameralar görüntüden yansıyan ışığı mercekler veya objektifler sayesinde tek düzleme toplayan, topladığı düzlemde ışık enerjisini elektriksel

sinyale çevirip çıkışa aktaran ve kaydeden sistemlerdir. Kameralar kullanıma göre çeşitlendirilmektedir. Örneğin, bina güvenlik kameraları, termal kameralar, su altı kameraları, TV yayın kameraları gibi. Kamerayı bir araya getiren objektifler, lensler ve gövde olarak temel üç parçası bulunmaktadır.

Objektifler, kameranın görüş açısındaki görüntüleri toplayıp kamera gövdesine aktarmaktadır. CCD sayesinde toplanan görüntüler elektronik sinyallere dönüştürülmektedir. Camdan yapılan mercekler objektifin yapısında bulunmakta ve iki taraftan oluşmaktadır. Bu taraflar küresel ve düz taraf olarak isimlendirilmektedir. Merceklerin temel görevi ışığı kırarak sabit noktaya düşürüp görüntüyü oluşturmaktadırlar.

CCD düşen görüntüler elektronik sinyaller çevrildikten sonra gövde kısmında işleme yapılmaktadır. Kamera gövdeleri elektronik devreleri sayesinde görüntüyü işleyip, kaydetmektedir. Gövde tetiklemeleri kameranın dışında bulunan bir buton ile devreye sokulmaktadır. Çekilen görüntüler bu sayede kaydedilmektedir.

CCD görüntü üretmek için lensleri kullanmaktadır. Lensler temelde odak mesafeleri ayarlamak için kullanılmaktadır. Odak mesafesinin dar veya geniş olmasına karar vermektedirler. Lensler görüntülere geniş veya dar açılarda yaklaşmayı ve bakış açısını değiştirmeyi sağlamaktadır.



Şekil 3.6. Servo Motorlu Kamera

3.1.6. IP Kamera

IP Kameralar bulunduğu ortamı denetlemek ve güvenliğini sağlamak amacıyla uzaktan izleme, kayıt altına alma gibi görevleri yerine getiren, internet veya network ağları ile görüntü sinyallerini kablolu veya kablosuz şekilde aktarabilen kameralardır. IP kameralar görüntüleri dijital veriye dönüştüren, bu verileri yetkilendirilmiş alıcıya yerel

ağ ya da internet aracılığıyla aktaran gelişmiş kamera çeşididir (Akbal, Boyacı, Karabatak ve Ulaş, 2009).

IP kameraların temelinde anlık görüntü yakalama bulunmaktadır. Yakalanan anlık görüntülerin, alıcıya mikrosaniyeler içerisinde aktarılması gerekmektedir. Bu aktarımda kameranın lens ve merceklerinde yakalanan görüntü elektrik sinyallerine dönüştürülmektedir. Bu elektrik sinyali işlemciye gönderilmekte ve işlemci bu elektrik sinyalini analog veriden dijital veriye dönüştürmektedir. Dijital veriler bir kayıt cihazıyla kaydedilmektedir. Kameraya dahili ve harici bağlı web server ve network ağlarında alıcılara aktarılması da mümkündür. IP kameralar ve analog kameralar arasında görüntü aktarım görüntü işleme şekli açısından birbirlerinden farklıdır.

IP kameralar yakaladıkları anlık görüntüleri dijital veriye çevirdikten sonra istenilen alıcıya network ağlarıyla aktarılması mümkündür. Ancak analog kameralar görüntüyü yakalayıp DVR ismindeki görüntü kayıt sürücüsüne aktarmakta ve harici bağlantı sağlanması mümkün değildir. DVR görüntü kayıt sürücüsü bilgisayar aracılığıyla kayıt altına alınan görüntüyü aktarabilmektedir. IP kameraların avantaj olarak görülmesinin temel sebeplerinden biri de görüntü aktarımı için bilgisayara ihtiyaç duyulmamasıdır.

3.1.7. Esp32 Cam

Espressif Systems tarafından üretilen ESP32 Cam kart ccd kamera bağlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. 2 MP CCD kamera modülüne sahip küçük bir IoT cihazıdır. Kameradan aldığı görüntü sinyallerini kablosuz olarak bluetooth ve wifi üzerinde alıcılara aktarmaktadır. Haberleşme mesafesini artırabilmesi için kartın üzerinde anten bağlantı yeri mevcuttur. Kamerayla çekilen görüntüleri saklamak veya gelecekteki analizler için anormallikleri tespit için faydalı olabilecek bir microSD kart yuvasına sahiptir.

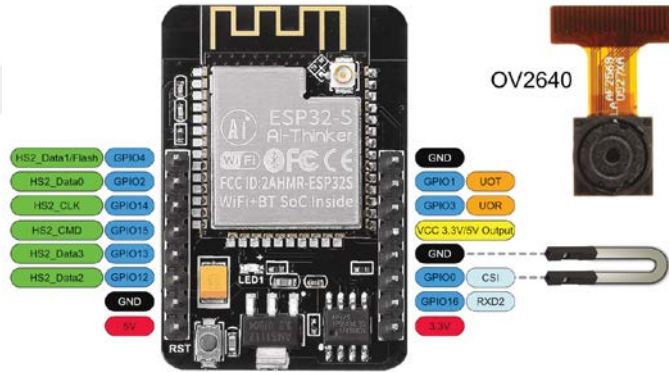


Şekil 3.7. ESP32-CAM Kamera Kartı

ESP32-CAM, çok az güç tüketen ve derin uyku akımı ile çalışabilen bir IoT cihazıdır. Kablosuz kontrol uygulamaları başta olmak üzere endüstriyel projelerde geniş ölçekte kullanılmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT), uygulamaları için çok iyi bir çözüm sunmaktadır.

Çizelge 3.1. Esp32-CAM kartın özellikleri

Besleme voltajları:	2.2V ile 3.6V
Çalışma sıcaklığı:	-40°C ile 85°C
Çalışma akımı:	80Ma
Üç mod desteği:	AP, STA ve AP + STA
Destek :	LWIP protokolü, FreeRTOS, Lua programı
İşlemci :	32bit çift çekirdekli 240 MHz Tensilica LX6
SRAM :	520 KB
Flaş :	16 MByte
Wi-Fi Protokolü :	802.11 b / g / n / d / e / i / k / r,
Bluetooth Protokolü:	BLEv4.2 BR / EDR, Bluetooth, Ses, CVSD ve SBC
Çevresel:	UART, SPI, I2S, ADC, DAC, I2C, On-Chip Sensörleri
Ağırlık:	9g
Boyut:	51.6mm x 28.5mm.



Şekil 3.8. ESP32-CAM Kamera Kartı Bacak Bağlantıları ve Kamera Modülü

Yukardaki şekilde ESP32-CAM'in pin detaylarını göstermektedir. GPIO 1 ve GPIO 3 pinleri, kod verilerini ESP32'ye yüklemek için kullanılmaktadır. Güç için GND ve 3.3V pinler kullanılmaktadır.

3.1.8. Wifi Modem Kartı (Esp8266)

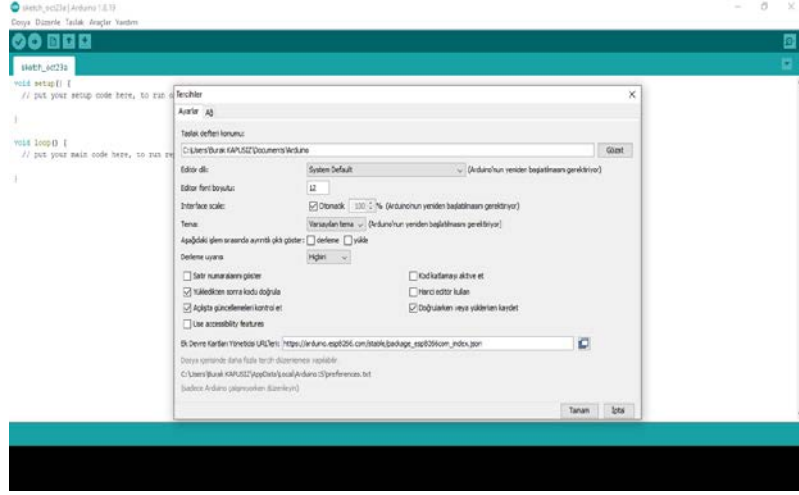
Esp8266, açık kaynak kodlarına sahip, düşük maliyetinin yanı sıra yapısında wi-fi modülü bulunduran fiziksel IoT platformudur. Arduino Nano platformuna benzemektedir fakat bu platformdan en büyük farkı içerisinde wifi modülü

bulundurmasıdır (Tonage, 2018). NodeMCU 3.3V ile çalışmaktadır. Düşük enerji gerektiren uygulamalarda bu özelliği sebebiyle tercih edilmektedir (Başçıftçi ve Gündüz, 2019). Çalışmada gerek güç tüketimi, gerek wifi modülü içermesi sebebiyle NodeMCU devre kartı kullanılmıştır (Oral ve Çakır, 2017). Esp8266 tek başına arduino gibi giriş ve çıkış pinlerine sahiptir. İçine programlar atılabilen, atılan programları arduino ide arayüzü olan program ile programlanabilmektedir. Aynı zamanda üstünde bütünleşik wifi modülü bulunmaktadır. Ebat olarak Arduino UNO'dan küçük Ardino NANO'dan büyüktür. Ram ve işlemci olarak Arduinodan daha iyidir. Digital pin sayısı 11 pindir. Analog pin sayısı da birdir. İşlemci hızı 32 bit 80 Mhz iken arduinoda ise 8 bit 16 mhzdir. Ram kapasitesi 128kbtır. Flash bellek hafızası ise 4 mbtır. Bu özellikleri bakımında düşünüldüğü zaman birçok projede kullanılması avantajlı hale gelmiştir.

Çizelge 3.2. ESP8266 Kart ile Arduino Nano Kartın Karşılaştırılması

	ModeMCU	Arduino Nano
Digital Pin	11	13
Analog Pin	1	8
PWM Pin	4	6
İşlemci	32 Bit 80 Mhz	8 Bit 16 Mhz
Flash Bellek	4 Mb	32 Kb
RAM	182 Kb	2 Kb

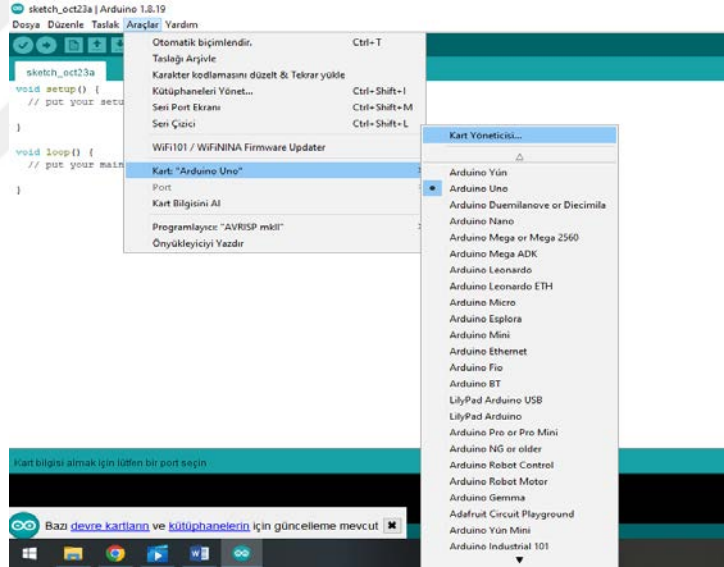
Arduino kartlarda yaygın olarak 5 volt enerji kullanılmaktadır. Bu kartın dezavantajı ise kartın giriş ve çıkış pinleri 3.3 volt olmasıdır. Bir çok sensör ve modül 3.3v çalıştığı için bu volt değeri bir çok projede sıkıntı çıkarmamaktadır. Ama servo motorların çalışma voltajı ideal olarak 5 volt olduğu için motor çalıştırmada titreşim sorunu yapmaktadır. Bu kart daha çok internet projeleri ve internet otomasyonları için geliştirilmiştir. Arduino İde ile bu karta yazılım atmak mümkündür. Esp 8266 Arduino IDE programı ile kullanmak için ara yüzde bazı değişiklikler yapılması gerekmektedir. Değişiklik adımları aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.9. Arduino Ide Programının Url Ekleme Bölümü

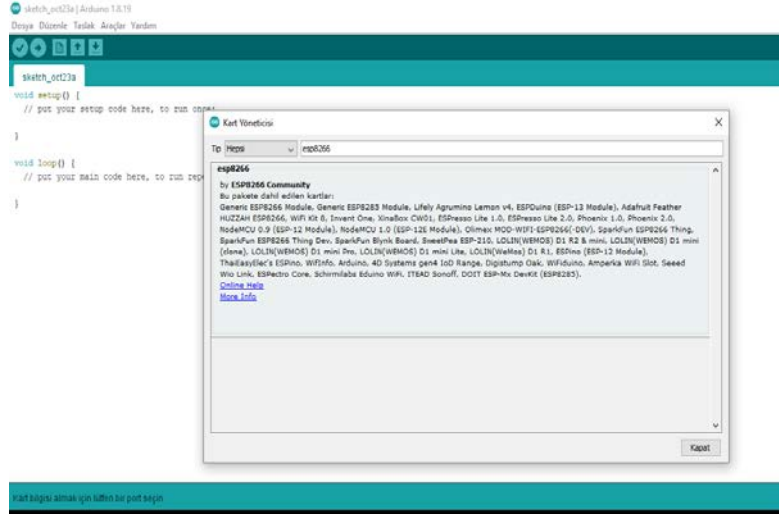
İlk adım, Arduino ide programını açıp dosya sekmesine tıklayıp tercihler kısmını seçip kartın Url Linki kopyalanmaktadır.

Kart URL: https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json



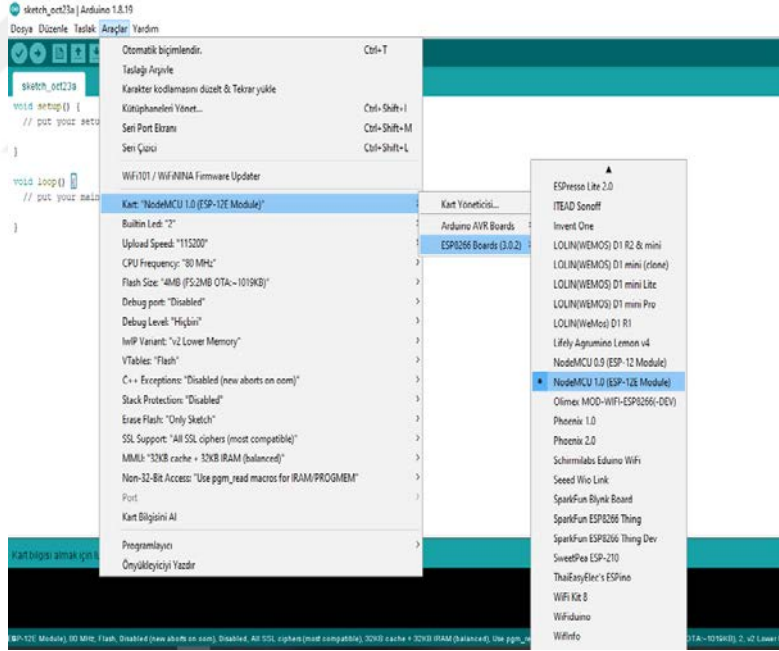
Şekil 3.10. Arduino Ide Kart Yöneticisi Sekmesi

Araçlar sekmesine tıklayıp kart sekmesi açılıp buradan kart yöneticisine giriş yapılmaktadır.



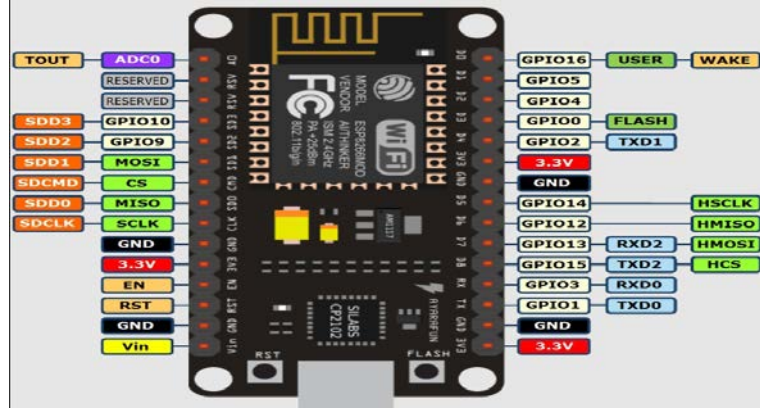
Şekil 3.11. Arduino Ide'ye ESP8266 Kartın Eklenmesi

Kart yöneticisine kartın isminin ESP8266 yazılıp yazılımı görüntüleyip kurulumu gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.12. Arduino Ide'de ESP8266 Kartın Seçimi

Yüklenmiş olan yazılım aktif olmakta ve kart seçimi kullanıcı tarafından yapılmaktadır. Araçlar sekmesine tıklayıp tekrar açılmaktadır. ESP8266 gelen boardları arasından modemcu 1.0(ESP-12E Module) seçimini yapılmakta ve kartın özellikleri aktif olmaktadır. Seçilen karttan sonra hangi portta bağlantı yapıldıysa kartın seçimi com olarak yapılmalıdır.



Şekil 3.13. ESP8266 Modemcu Kartı Bacak Bağlantıları

Esp8266 modem kartın kurulumu bitirildikten sonra kartı Arduino IDE ile programlarken dikkat edilmesi gereken bir husus daha mevcuttur. Arduino IDE programlaması yapılırken dijital pinlere verilmesi gereken pin numaralarına dikkat edilmelidir. Aşağıdaki tabloda programlama yapmak için her dijital pinin adres numaraları verilmiştir.

D0=GPIO16
D1=GPIO5
D2=GPIO4
D3=GPIO0
D4=GPIO2
D5=GPIO14

D6= GPIO12
D7= GPIO13
D8= GPIO15
D9= GPIO3
D10= GPIO1

Örnek Yazılım

```
#define IN_1 0      L298N in1 motorlar Sağ GPIO0(D3)
#define IN_2 2      L298N in2 motorlar Sağ GPIO2(D4)

#define IN_3 12     L298N in3 motorlar Sol GPIO12(D6)
#define IN_4 13     L298N in4 motorlar Sol GPIO13(D7)
#define ENB 15      Sol Motor etkinleştir GPIO15(D8)
```

Motor sürücünün ENA kanalını yazılımda D2 pinine bağlamak için 4 numaralı kanal girişini aktif edilmelidir. Bu yazılım bloğunda kullanılan dijital kanallar için GPIO4 ifade edilen sondaki rakamı aktif edilmek istendiği için dijital pin için tanımlamaktadır.

3.1.9. Lazer Yakıcı Modü

Lazer ışınının yapısında dalga boyu, frekans ve enerjiye sahip fotonlar mevcuttur. Bu nedenle normal bir ışığa göre daha yüksek güce ve daha iyi bir odaklanma açısına sahiptirler. Odaklanma açısı ne kadar daraltılırsa uyguladığı güç ve o kanaldan geçen

foton miktarı yükselmektedir. Karşısındaki cisme uyguladığı güç yüksek oranda olup hedefi yok etme oranı yüksektir. Hedefteki dayanımı yüksek olan çelik malzemelerin $10^7 \dots 10^8 \text{ W/cm}^2$ değerinde güç yoğunluğunda kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kesme işlemi için eritme, buharlaştırma, kimyasal bozulma olmak üzere üç ana başlık bulunmaktadır. Bu çalışmada belirli olan hedefi eritme metodu kullanarak yok etmek amaçlanmaktadır. Lazerin odaklanma açısı ne kadar daraltılırsa malzemelere uygulayacağı eritme yoğunluğu saniyeden daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3.14. 5.5 Watt Lazer Yakıcı Modül

Çalışmada kullanılan lazer yakıcı 5.5 watt gücünde olup 450 nm dalga boyuna sahiptir. Çalışma voltajı 12v olup 1A akım çekmektedir. Tankta kullanılan lazer modül ile tahta, plastik ve ince yüzeyli çelik engelleri rahat bir şekilde eritme yöntemiyle yok edebilmektedir. Kalın yüzeyli ve demir engeller için lazer modül gücünün artırılması gerekmektedir.

3.1.10. Röle

Düşük gerilimdeki elektromanyetik anahtarlama elemanlarına röle denir. Düşük gerilimdeki denmesinin temel sebebi kumanda bobinleri DC gerilimde tetiklenme sağlamasıdır. Röleyi elektromıknatıs, palet ve kontaklar meydana getirmektedir. Demir nüvenin üzerine sarılmış bakır tel bobin, elektromıknatısı meydana gelmekte ve kumanda bobini şeklinde ifade edilmektedir. Rölenin kumanda bobinine enerji uygulandığında röle elektromıknatıslanmakta, paletini çekmekte ve kontakları konum değiştirmektedir.

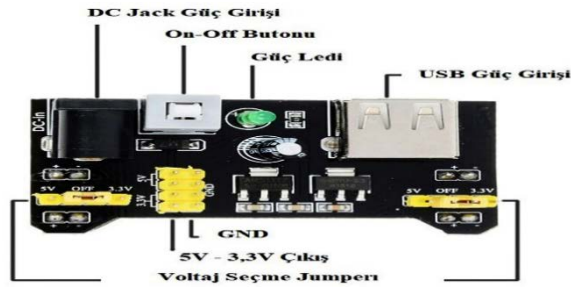
Enerji kesildiğinde de kontakları eski konumuna gelmektedir. Rölenin yapısında bir açık ve bir kapalı kontak mevcuttur. Kumanda bobini enerji verilmediği zamanda kapalı kontakta gerilim geçmekte, açık olan kontakta ise gerilim geçmemektedir. Kontakları AC gerilimlerine dayanmaktadır. Açık olan kontakta NO ismi, kapalı olan Kontakta NC ismi, ortak uca COM ismi verilmektedir.



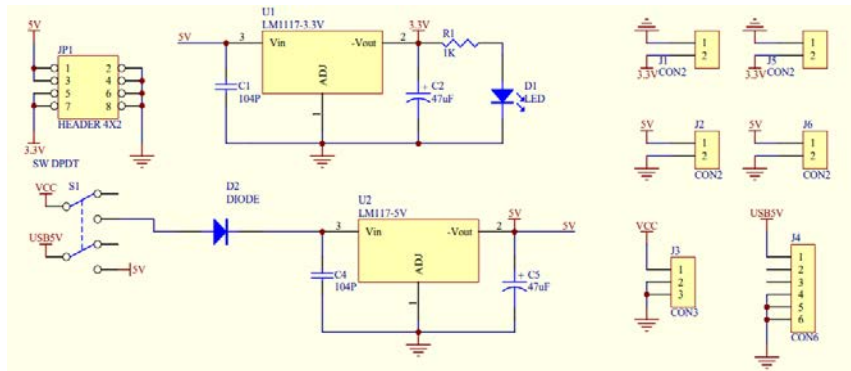
Şekil 3.15. Rölö Kartın Bağlantı Pinleri

3.1.11. Breadboard Güç Kaynağı Modülü

Breadboard güç dağıtım kartı, devre elemanlarına ve kartlara 5v ve 3v enerji dağıtımları yapmak için tasarlanmıştır. Dc jack güç girişinden 6v-12v arası enerji girişini sağlamaktadır. Bu enerji kartındaki lm117 ve lm 1117 ayarlanabilir regülatör devre elemanları sayesinde 12v enerji 5v ve 3v düşürülmektedir. Kartın üstünde sistemin elektriğini açıp kapatmak için buton mevcuttur. Usb güç çıkışı kısmında elektronik kartlara besleme yapılabilmekte ya da sisteme enerji girişinde bulunabilmektedir. Karttaki pinler maksimum 500mA enerji beslemesi yapabilmektedir.



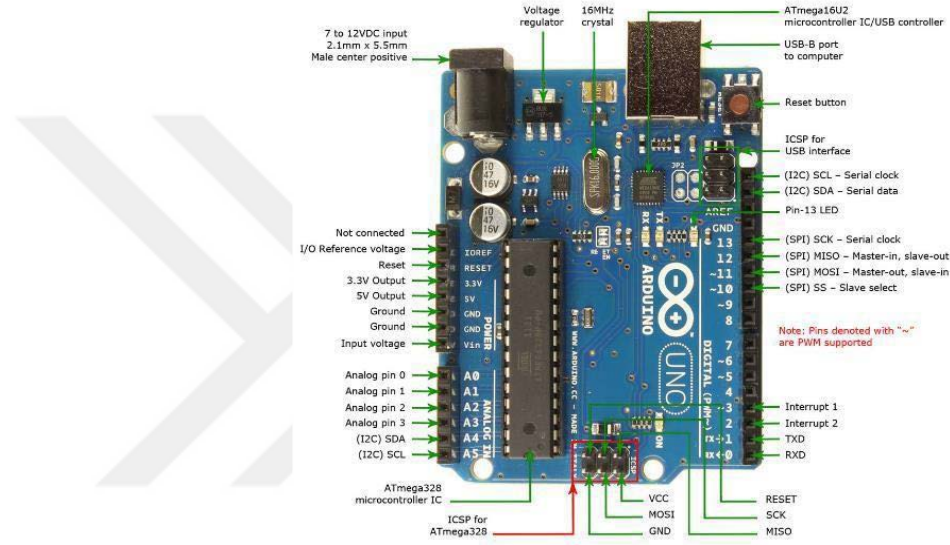
Şekil 3.16. Breadboard Güç Kaynağı Modülü



Şekil 3.17. Breadboard Güç Kaynağı Modülünün Elektronik Devresi

3.1.12.Arduino UNO

Arduino Uno, processing /Wiring temelli kütüphanelere, analog ve dijital giriş çıkış pinlere sahip yazılım geliştirme kartıdır. Kartın yapısında Atmega328 işlemci bulunmaktadır. Bilgisayar ile seri porttan iletişim kuran Arduino UNO kart, Arduino İDE programı sayesinde kolaylıkla programlanabilmekte ve usb kablo sayesinde Com porttan veri alıverişi sağlayabilmektedir (Kapusız ve Uzun, 2021).



Şekil 3.18. Arduino UNO Kart

Tankta Arduino UNO kart, Esp32-CAM kartını programlamak amacıyla kullanılmıştır. Arduino kartın bilgisayar ile bağlantısı seri porttan yapıldığı için tercih edilmiştir. Esp32-CAM kartı programlamak için piyasada birçok dönüştürücü kart bulunmaktadır. Arduino TX ve RX pinleri aracılığıyla kamera kartına seri porttan yazılım aktarımı gerçekleştirilmiştir.

3.2. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Programlar

Mobil kontrol için çalışmada tankın mobil uygulaması MIT app Inventor programında geliştirilmiştir. Tankın işlemci ile haberleşmesi ve veri aktarımını sağlaması için gerekli yazılımlar Arduino İDE programında yazılmıştır. Tankın dış kasa tasarımı ölçüleri Solidworks programında çizilmiş dayanım testleri için Ansys programından

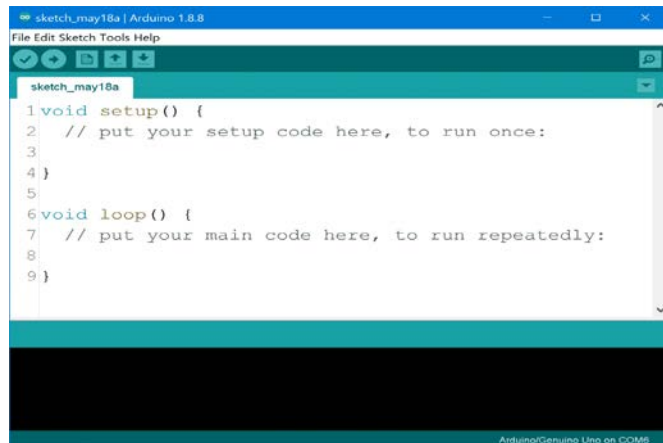
yararlanılmıştır. Kasa tasarımında zayıf olan noktaları ve yük dağılımını buradaki veriler ışığında tasarımda düzeltmeler yapılarak geliştirilmiştir.

3.2.1 Arduino İDE

Arduino kartı ve Arduino işlemcisine sahip benzer kartları programlamak için Arduino IDE programında yazılım kodları oluşturulmaktadır. Arduino'da kullanılan dil Arduino'nun da temelini oluşturan processing programlama dilidir. Bu dil C++ ve C alt yapısına sahiptir (Taşdemir, 2014).

Temelde Arduino programlama için iki fonksiyon bloğu ile işlem yapılmaktadır. Void setup() fonksiyonu ilk çalışan fonksiyon olup Arduino enerji verildiği andan itibaren bir kere çalışmaktadır. Yazılım için zorunlu ayarların olduğu fonksiyondur. İkinci fonksiyon bloğu ise void loop() fonksiyonudur. Void Setup()'dan sonra çalışmaya başlamakta ve Arduino çalıştığı sürece tekrar edilmektedir. Bu kod bloğu asıl işin yapıldığı fonksiyondur.

Save Butonu, Sketchleri kaydetmek için kullanılmaktadır. Upload Butonu, yazılmış olan program kodlarını derleyerek Arduino kartta yüklemektedir. Open Butonu, daha önce yazılmış Sketchleri açmak için kullanılmaktadır. Verify Butonu, yazılmış olan program kodlarının doğruluğunu denetlemektedir. New Butonu, yeni bir Sketch sayfası açmak için kullanılmaktadır. Serial Monitor Butonu, seri port ekranını görüntülemektedir. Sağ Köşe Alanda seçilen kartı ve bağlı olduğu portu görüntülemektedir.

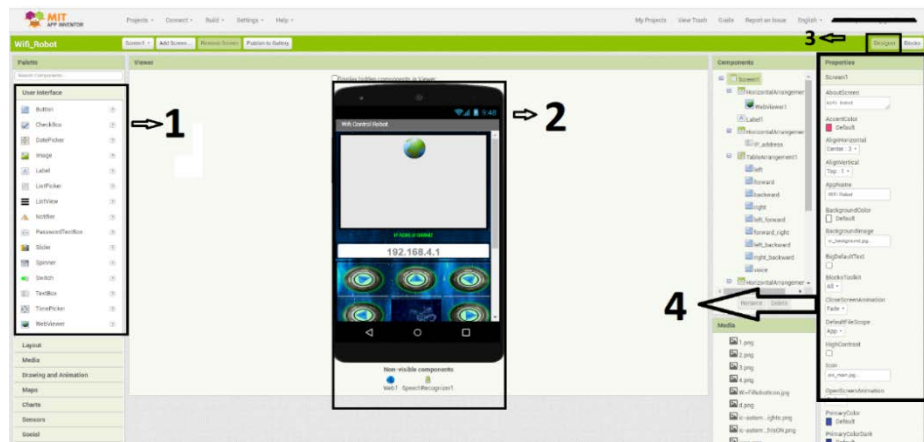


Şekil 3.19. Arduino IDE Arayüzü

3.2.2. MIT APP Inventor

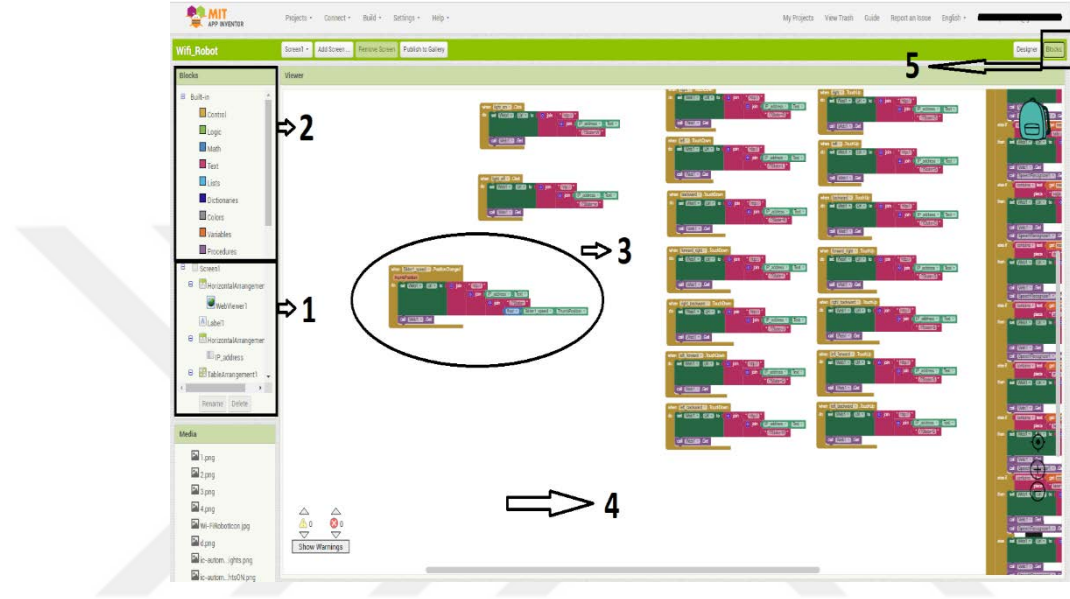
Massachusetts Institute of Technology şirketi tarafından geliştirilen bu program gençler, çocuklar ve yetişkinlerin kullanabilmesi için Android işletim sisteminde Google Play Store'dan hizmet sağlayan ortama sahiptir (Massachusetts Institute of Technology, 2020). Programın çemrimiçi internet ortamından yayın yapması erişim kolaylığı sağladığı için özellikle çocukların dikkatini çekmekte ve yazılım blok tasarımına dayandığı için göze hitap eden bir platform desteği vermektedir. Sağlanan erişim kolaylığından dolayı internet bağlantısına sahip her cihazdan mobil uygulama geliştirme yapılabilecektir. Yazılımın bloklar ile yapılması karmaşık mobil uygulama tasarımlarında gençleri üretkenlik konusunda teşvik edicidir (Massachusetts Institute of Technology, 2020). Blok yazılımları sürükle bırak metoduna dayandığından mobil uygulama yazılımında beginner seviyesindeki kullanıcılara kolaylık sağlamaktadır.

5-8 yaş aralığındaki çocukların blok kodlama ile yazılım öğrenmeleri algoritma tasarım eğitimlerini kurgusal kavramlarla algılayıp kavrama yeteneklerini artırmaktadır (Başçiftçi ve Eldem, 2016). Gençlerin ve çocukların eğitsel içerikler üretmelerine yardımcı olan MIT App Inventor programı ücretsiz bir hizmet sunmaktadır. Üretilen mobil uygulama sayısı yirmi iki milyona ulaşmıştır (Massachusetts Institute of Technology, 2020). Geliştirilen mobil uygulamaların çoğunluğu çocuklar tarafından Play Store'da yayınlanmaktadır (Wolber, Abelson ve Friedman, 2015). MIT App Inventor programından mobil uygulama geliştirmek için şekil 3.20 de verilen görselde bulunan arayüz ve tasarım sekmeleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir.



Şekil 3.20. MIT App Inventor Arayüzü

MIT App Inventor tasarım ekranı ele alındığında, Palette, mobil uygulama tasarlamak için gerekli olan tasarım araçlarının sürükle bırak yöntemiyle taşınarak viewer alanına aktarılmasını sağlayan kısımdır. Viewer, tasarımı yapılan mobil uygulamada kullanılan bileşenlerin sürükle bırak yöntemiyle seçildiği kısımdır. Designer, mobil uygulama tasarımının gösterimini sağlamaktadır. Properties, tasarımı yapılan mobil uygulamada kullanılan bileşenlerin özelliklerinin görüntülediği ve düzenlenebildiği bölümdür.



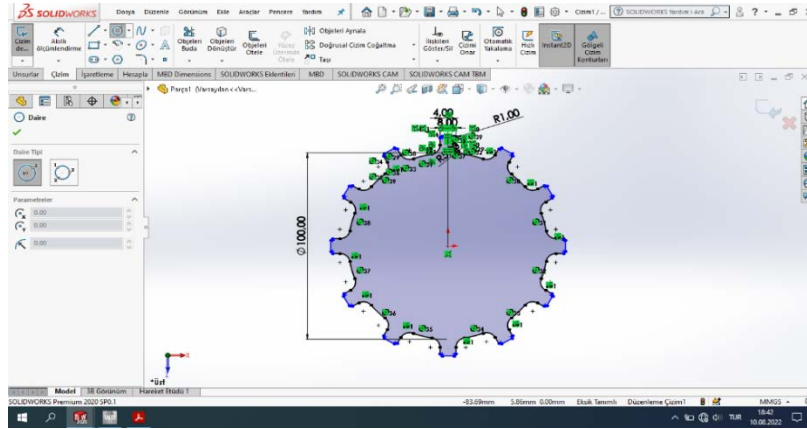
Şekil 3.21. MIT App Inventor Blok Yazılım

Şekil 3.21.'de 1 numara ile işaretlenen Component-Specific Drawers, mobil uygulama tasarımda kullanılan bileşenlerin kod bloklarının bulunduğu alandır. 2 numara ile işaretlenen Block-InDrawers, mobil uygulama tasarımındaki tüm kod bloklarının bulunduğu alandır. 3 numara ile işaretlenen BlocksButton, mobil uygulamadaki kod bloklarının editörünün gösterildiği kısımdır. 4 numara ile işaretlenen Blocks Viewer, mobil uygulamada kod bloklarının bulunduğu alandır. 5 numara ile işaretlenen Block, Kod bloklarının yapıldığı kısımdır.

3.2.3. SolidWorks

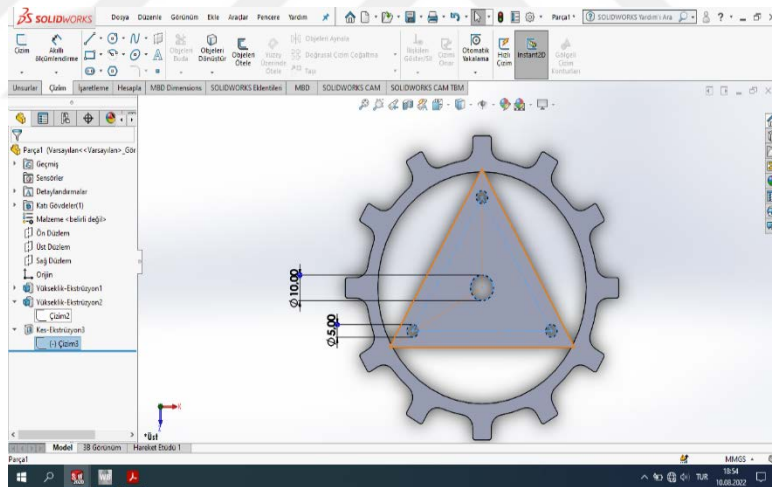
Solidworks, Windows ara yüzlerini kullanan üç boyutlu modelleme programıdır. Tankın kasa tasarımı ve hareketi sağlayan yük dişlilerinin tasarımı Solidworks programında yapılmıştır. Solidworks programının tasarım aşaması her bir parça için özel açılan belirli komutlar ile montaj tasarımına dayanmaktadır. İlk etapta tasarım iki boyutlu

çizim olarak gerçekleştirilmektedir. Ana kasa iki boyutlu çizim ile tasarlandıktan sonra belirli komutlarla parçaya üç boyutluluk kazandırılmaktadır.



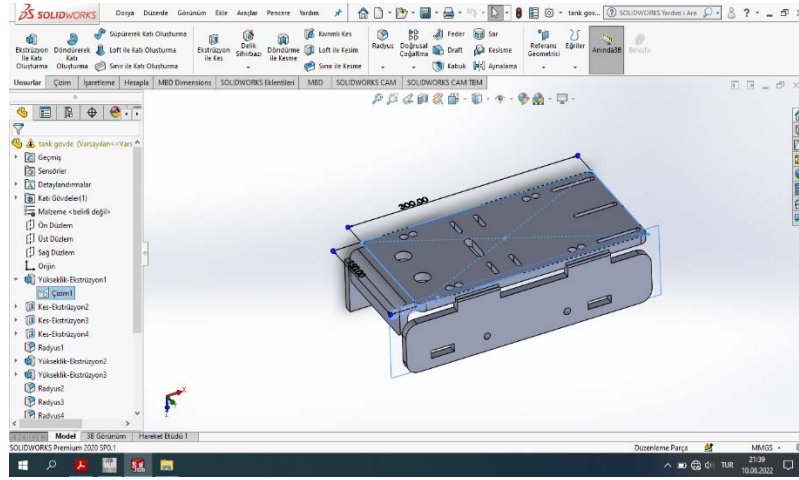
Şekil 3.22. Solidworks'te çizilmiş yük dişlisinin iki boyutlu ölçülendirilmiş çizimleri

Üç boyutluluk kazandırıldıktan sonra parça üstünde delme ve kesme işlemleri yapılarak her bir çizime ayrı ayrı parça özelliği kazandırılmakta ve en son işlemde bu parçalar bir araya getirilerek birleştirme işlemleri yapılmaktadır.



Şekil 3.23. Kesme işleminden sonra üç boyutlu tasarıma sahip yük dişlisi

Tasarımı gerçekleştirilen tank yük dişlisine malzeme cinsi olarak demir, çelik gibi malzeme karakteristiği atanmaktadır. Parçaları tamamlanan tasarım sonrasında montaj bölümünde bir araya getirilerek birleştirilmektedir. Parçaların birbirleriyle olan temas noktalarına ilişki atanmaktadır. Bu atamalar yapılmazsa parça tasarımda bir bütün halinde gösterilememektedir. Bu ilişkiler birbirini teğet kesen noktalar, eş merkezli noktalar ya da çakışık noktalar olmalıdır. Bir biri ile teması olmayan parçalarda birleştirme komutu kullanılamamaktadır.

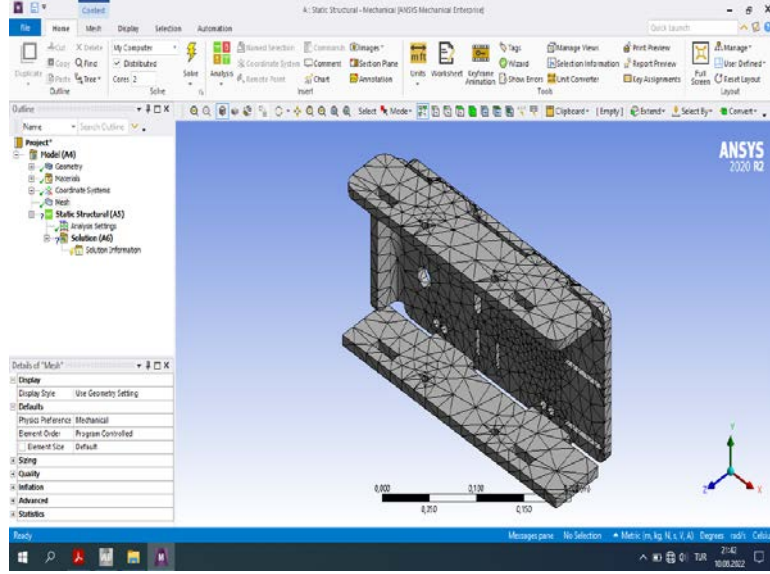


Şekil 3.24. Tank kasa montajının en son aşamada birleştirilmesi

Solidworks'ün kullanım oranının yüksek olmasının temel nedeni Windows işletim sistemi ile uyumlu çalışan ilk CAD programı olması, birçok analiz ve CAD programı ile uzantı uyumlu çalışabilmesinden dolayıdır. Eklentilerine bakıldığı zaman ise tasarımı yapılan bir çok parçaya hareket verilebilen simülasyon, yer çekimi ivmesi eklentisi ve malzeme türüne göre yüke dayanım analizlerinin yapılmasını sağlamaktadır.

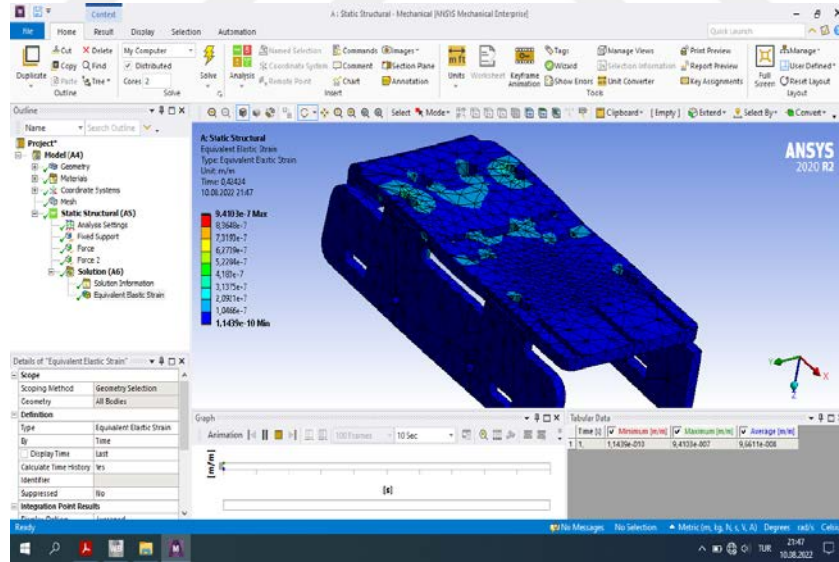
3.2.4. Ansys

Ansys, bilgisayar destekli olarak simülasyon ve analiz işlemleri yapılabilen mühendislik programıdır. Ansys'te yük dayanımı analizleri, akışkanlar dinamiği ve ısı transferleri konusunda ayrıntılı analizler yapılmaktadır. Ansys'te temel olarak analizler sonlu eleman yöntemine dayanmaktadır. Sonlu eleman yöntemi bir parçayı analiz ederken ayrı ayrı parçalara dönüştürüp her bir parçacığı küçük parçacıklara dönüştürüp analizini kolay ve yükün (kuvvetin) her bir noktasının maruz bırakılmasını sağlamaktadır. En sonda bütün parçacıkların analiz sonuçlarını toplayarak daha tutarlı bir analiz sonucu elde edilmesini sağlamaktadır. Bütün bir parçanın analizi parçacıklara dönüştürülmüş bir analize göre daha uzun sürede ve daha zorlu olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.25. Ansys Sonlu eleman yöntemine göre analiz

Solidworks'te tasarımı yapılan tankın kasa tasarımının statik analizlerinin yanı sıra uygulanan kuvvete bağlı olarak burkulma analizleri de gerçekleştirilebilmektedir. Bu analizleri Ansys'te uygulanan kuvvete bağlı olarak şekil değişimi gerilme dağılımı ve burkulma analizlerini simülasyonda anlık olarak görüntülenebilmektedir.



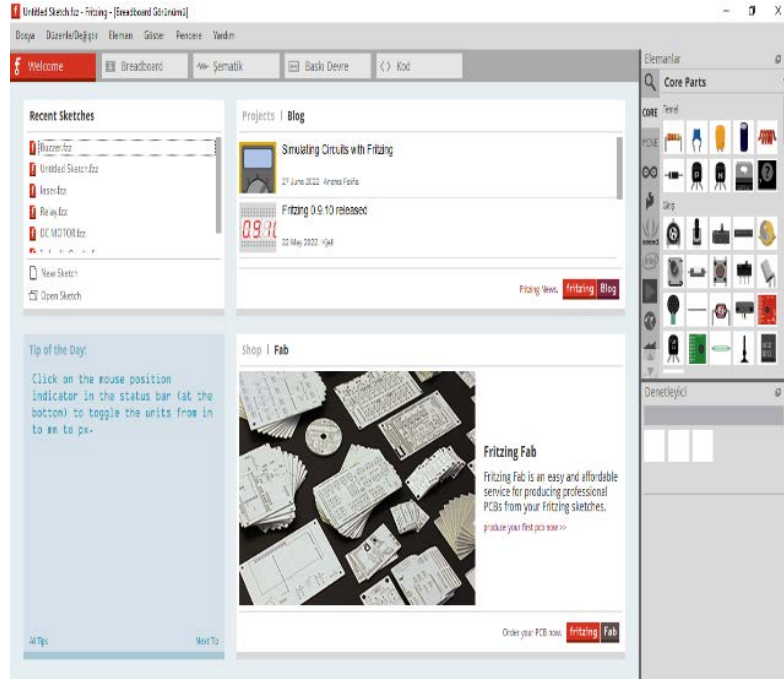
Şekil 3.26. Ansys uygulanan kuvvete bağlı olarak şekil değişimi ve gerilme dağılımı

3.2.5.Fritzing

Fritzing programı tankın elektronik devrelerinin tasarlanması için kullanılmıştır. Fritzing programının içerisinde tasarım dışında elektrik çizimi, elektronik devre kart tasarımı, devre şemaları ve baskı devre gibi birçok işlemin yapılmasını sağlayan

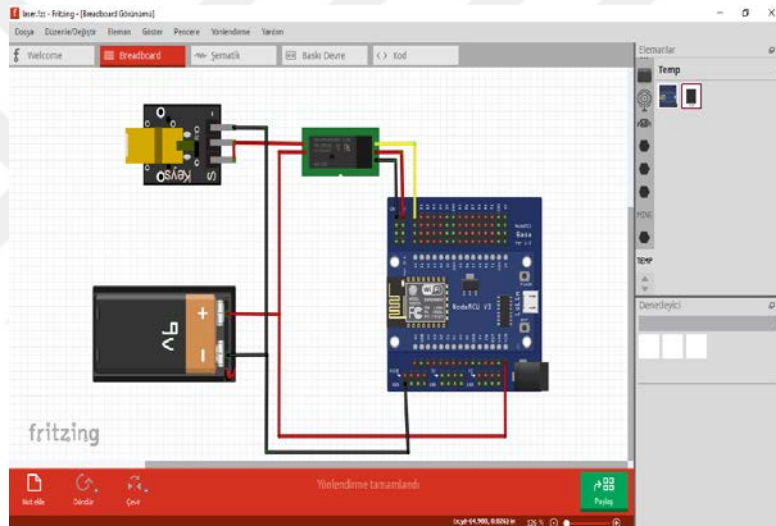
programdır. Programda bölümler panelinin altında bulunan devre elemanları sayesinde devreler tasarlanmaktadır. Devre elemanları sürükleyip bırak yöntemiyle devrenin oluşturulacağı tasarım paneline aktarılmaktadır. Devre elemanlarının özelliklerinde değişiklik yapmak için üstüne tıklanıldığında sağ bölümde denetleyici bölmesi açılmakta ve bu alandan istenilen özellik değerleri tanımlanmaktadır.

Yapılan devre tasarım alanının üstündeki sekmelerde dosya sekmesinin içerisinde dosya açma, çalışma sayfası ekleme, örnek devreleri görme, kaydetme, kurulan devreleri başkalarıyla paylaşma ve devreyi bilgisayara aktarmak için sekmeler bulunmaktadır. Devre elemanlarını kesmek, kopyalamak, tekrarlamak, not eklemek vb. sekmeler düzen sekmesinin içinde bulunmaktadır. Parça sekmesinin içerisinde devreyi yatay ve dikey çevirme vb. sekmeler bulunmaktadır. Göster sekmesinde devreye yakınlık ve uzaklık ayarı hizalamalar vb. işlemler yapılmaktadır. Pencere sekmesinde programda görülen sekmelerin ayarları yapılabilmektedir. Yardım sekmesinde karşılaşılan sorunlar ile ilgili bilgi alınabilecek program sağlayıcılar ile iletişim kurulmaktadır. Devre çizimlerinin yapıldığı devre tahtası, çizilen tasarımın şematik gösterimi, çizilen tasarımın baskı devresi ve işlemci içine atılan kodların bulunduğu sekmeler mevcuttur. Kod kısımlarının devre kartlarına yüklenebildiği sekmede, yapısında seri port imkanı bulunan bir simülasyon ortamı bulunmaktadır.

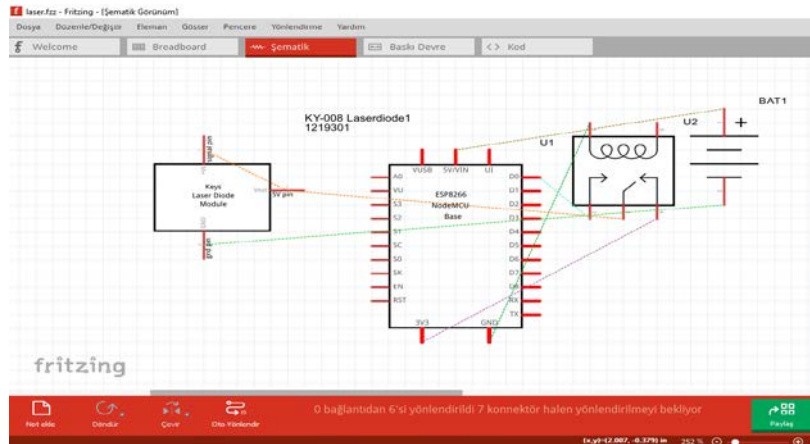


Şekil 3.27. Fritzing Programı Arayüzü

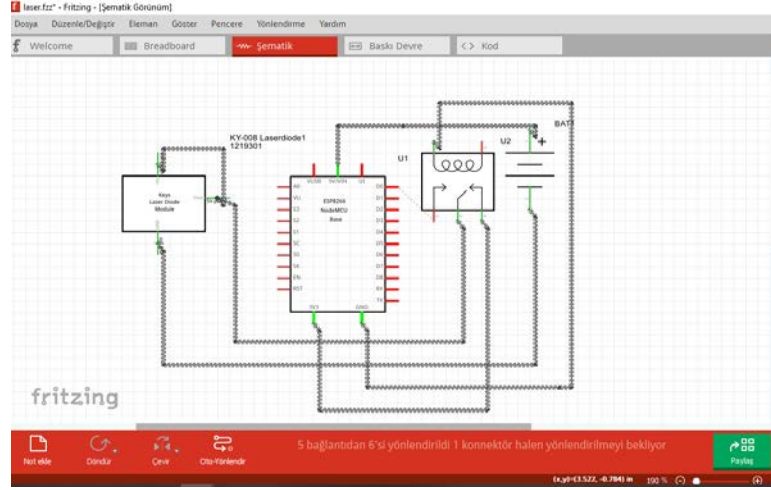
Programın sağ kısmına bakıldığında breadboard kısmında devreler oluşturulabilecek devre elemanları, işlemci kartlar, sensörler, diyot direnç ve benzeri devre elemanlarını bulmak mümkündür. Olmayan devre elemanlarını tasarlayıp tekrar eklenme şansı bulunmaktadır. Breadboard yapılan devre çizimleri şematik kısımda elektronik devre olarak yayınlanmaktadır. Bu devrede ayarlanan devre yollarının otomatik düzeltme şansı bulunmaktadır. Yan kısımda baskı devre sekmesi bulunmaktadır. Oluşturulan çizimi baskı plaketine uyarlanacak yolları otomatik ayarlanabilmektedir. Kod kısmında arduino gibi mikrokontrolcü kartların yazılımının yapıldığı Arduino IDE görevi görmektedir. Yazılım karta buradan yüklenmekte ve çıkması mümkün hataların önceden simülasyon yapılarak canlandırılması imkanı bulunmaktadır.



Şekil 3.28. Fritzing Programında Elektronik Devre Tasarımı

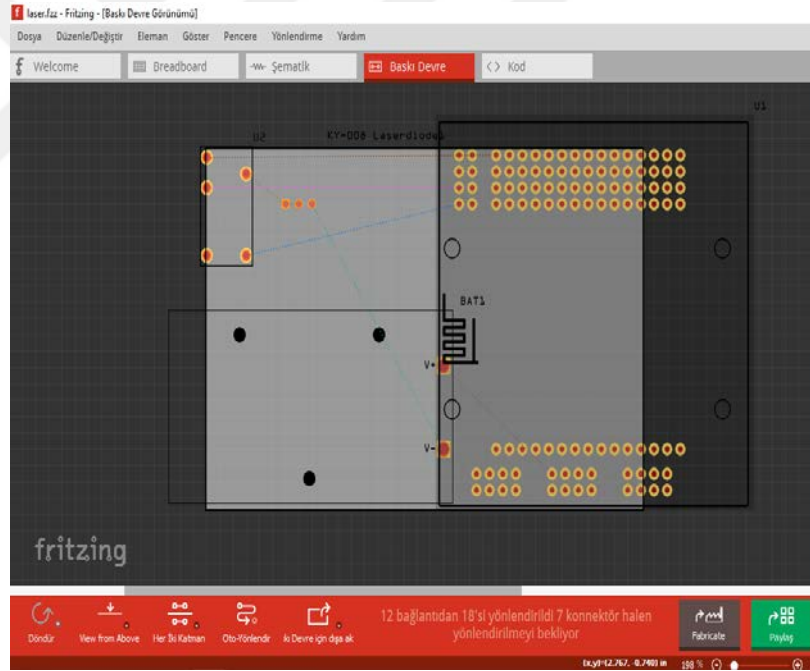


Şekil 3.29. Fritzing Programında Elektronik Devre Şematik Gösterim



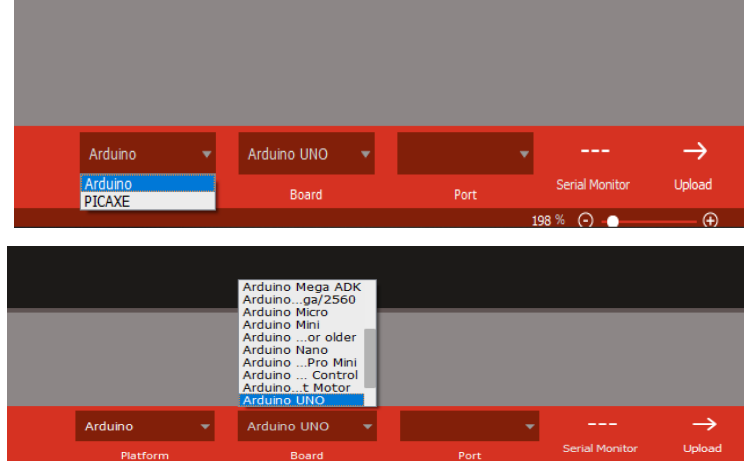
Şekil 3.30. Fritzing Programında Elektronik Devre Otomatik Yönlendirme Komutu ile Karışıklık Giderilmesi

Baskı devre komutuna tıklanıp iki katman görüntülemesi yapıp baskı devre yollarında tekrardan otomatik yönlendirme kullanılabilmektedir.



Şekil 3.31. Fritzing Baskı Devre Görünümü

Kod kısmına tıkladığında yazılım yüklemek için ilk olarak alt kısımda yazılımı yapılmak istenen kart seçilmektedir. Ancak program için yalnızca iki kart çeşitleri yayınlanmıştır. Bunlar Arduino ve PICAXE'dir.



Şekil 3.32. Fritzing Yazılım Bölümündeki Kart Seçenekleri

3.3.Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robot Tasarımında Kullanılan Yöntem

Tasarlanan tank robotun özellikleri incelenerek araştırmanın problem cümlesi, “Savunma sanayide arama kurtarma, keşif ve imha yapabilen enerji verimliliğine sahip tank robot nasıl tasarlanabilir?” olarak belirlenmiştir. Bu sorunun cevabını veren tasarımda kullanılan elektronik devre elemanları, ESP8266 WİFİ modem kart, Motor sürücü L293D kart, 5500 MW CNC Lazer modül, lazer modüle anahtarlama yapmak için röle, kamera hareketleri için iki adet servo motor, Esp32-CAM kamera modülü, tank hareketleri için iki adet 12V redüktörlü DC motor, sistemdeki elemanlara enerji dağıtmak için güç dağıtım kartı ve gerekli enerji ihtiyacı için 12.3 V LİPO piller kullanılmıştır.

Tankın enerji ihtiyacını sağlamak için atık laptop bataryalarının içinde bulunan LİPO (lityumpolimer) piller kullanılmıştır. Laptop bataryaları parçalanarak içinde bulunan 8 adet lipo pil çıkarılmış ve bu pillerin gerilim değerleri avometrenin DC 20 kademesine getirilerek ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda 6 adet pilden yaklaşık 3.7V gerilim değeri, 2 adet pilden 0V gerilim değeri ölçülmüştür. 6 adet pilin sağlam olduğu tespit edilmiş devre için gerekli olan gerilim değeri 12V olduğu için 3 adet pil birbirlerine seri bağlanmış ve piller şarj edilerek gerilim değerleri 4.1V çıkarılmış yaklaşık 12.3V gerilim elde edilmiştir. Kullanılan pillerin ‘+’ ve ‘-’ kutup bağlantıları Şekil 3.3.’te pil montajı kısmında ayrıntılı olarak verilmiştir. Elde edilen pillerin kasa ile temas etmemesi ve kısa devreye sebebiyet vermemesi için yalıtımda ısı ile daralan PVC makaron kullanılmış ve kasaya sabitlemek için cırtlar yapıştırılmıştır.

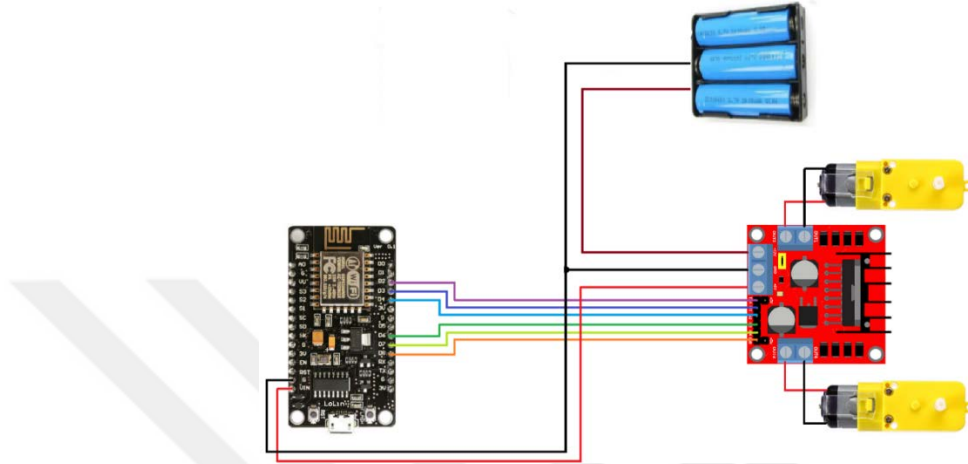
DC motorların “+” ve “-“ kutup terminallerine siyah kablolar lehimlenmiştir. Lehimlenen kablolar L293D motor sürücüsündeki sağ ve sol motor klemenslerine bağlanmıştır. Android cihazlarda kullanılabilen mobil uygulamadan gönderilen komutlar Esp8266 modemcu kartına iletilmiş ve işlemci kart komutları motor sürücüsüne elektriksel sinyal olarak aktarmıştır. Motor sürücü DC motorları tetikleyip tankın paletlerinin harekete geçmesini sağlamıştır. Mobil uygulama yazılımı vasıtasıyla paletleri harekete geçiren dişlilere sabitlenmiş 12V DC redüktörlü motorların hız ayarlamaları yapılmıştır. Palet hareket tasarımı dişliler ve rulmanlı tekerlerden oluşmaktadır.

Mobil uygulamanın tankı kontrol edebilmesi için yazılımda her hareket bir komut ile eşleştirilerek tasarlanmıştır. Mobil uygulamaya kamera komutunun aktarılabilmesi için bir buton seçilmiş ve kamerayı aç sekmesi işlenmiştir. Kamerayı aç butonuna kullanıcı tarafından basıldığında kamera görüntü aktarımını başlatıp bağlanmış olan ağdan kamera sinyallerini göndermektedir. Gönderilen sinyallerden mobil uygulamada görüntü aktarım sayfasını aktif edip görüntü sinyallerini çekmektedir. Tankın ileri, geri, sol geri, sağ ileri vb. dokuz adet hareket fonksiyonuna birer harf komutu atanmıştır. Esp8266 kartın kurmuş olduğu ağa bağlanıp gerekli olan IP adresi girildiğinde işlemci ile haberleşmiş olup mobil uygulamadan komutlar gönderilmektedir. Gönderilen komutlara göre robot tank uzaktan kontrol edilmektedir.

3.3.1. Tankın Hareketi için Geliştirilen Sistemin Altyapısı

Tankın hareketi için 12v redüktörlü DC motorlar kullanılmıştır. DC motorların mil kısımlarına tanka hareket verebilmek için dişli tasarımı gerçekleştirilmiştir. Dişliler motor miline vida somun ile sabitlenmiştir. DC motorların hareketi paletlere aktarılmış ve tankın arka kısımdaki tekerler boşta olup hareketi daha iyi iletebilmesi için içlerinde rulman kullanılmıştır. 12V DC motorları kontrol edebilmek için L293D motor sürücü kart kullanılmıştır. Kullanılan bu kartın içinde ise L298N isimli entegre mevcuttur. İçinde bulunan sağ motor kanalının çalışmasını sağlayan ENA pini mevcuttur. ENB pini sol motorun kanalını aktif etmek için kullanılmaktadır. IN1,IN2,IN3,IN4 pinlerin motorların yönünü ve şiddetini ayarlayan pinlerdir. Esp866 modemcu kart ana işlemci modunda olup bütün kontrol mekanizmasını sağlayan wifi ağını kuran mobil cihazlar arasında iletişimi sağlayan karttır. Esp8266 üç modda çalışabilmektedir. Bunlar, 1 mod istasyon(STA), 2 mod yumuşak erişim(AP), 3 mod ise bu iki işlemi aynı anda yapmasıdır. STA modunda mevcut olan bir modem karttan IP alıp, aldığı IP ile web sunucu kurup bunu diğer alıcılara

iletmektedir. AP modunda ise kendisi Wifi ağını kurmakta, kurulu ağa SSID ve IP adresi atamaktadır. IP adresi aracılığıyla maksimum beş alıcıya kadar veri aktarmakta ve wifi yönlendirici görevini yerine getirmektedir. Wifi yönlendiricilerden avantajlı olarak veri yönlendirmek için kablolu bir ağ birimine sahip değildir. Tankta Esp8266 kart AP modda kullanılmıştır.



Şekil 3.33. DC Motor Yön Kontrol Şeması

Yukardaki devrede motor sürücünün ENA, ENB, IN1, IN2, IN3, IN4 Pinleri Esp8266 wifi modem kartının 6 dijital pini ile eşleştirilmiştir. Motorların ihtiyacı olan 12 voltluk enerji motor sürücüyeye dâhili olarak aktarılmıştır. Esp8266 wifi modem kartın çıkışları 3.3 voltluk enerji gereksinimini karşılamaktadır. Bu enerji motorlara gerekli olan akımın aktarılmasına engel teşkil edecektir. Bu yüzden lipo pillerden gelen - hattı, Esp8266 gnd pininden hat alınarak ortak bir hatta birleştirip motor sürücünün GND hattına taşınmıştır.

```
#define ENA 4 //L298N ena -Esp8266 (D2)
#define IN_1 0 //L298N in1 -Esp8266 (D3)
#define IN_2 2 //L298N in2 -Esp8266 (D4)
#define IN_3 12 //L298N in3 -Esp8266 (D6)
#define IN_4 13 //L298N in4 -Esp8266 (D7)
#define ENB 15 //L298N ena -Esp8266 (D8)
```

Arduino yazılımda motor sürücünün pinlerinin Esp8266 modemcu kartın dijital pinlerinin bağlantılarına uygun bir şekilde yazılım atamalarını gerçekleştirilmiştir.

3.3.1.1. Tankın Hareketi için Geliştirilen Sistemin Arduino İDE Yazılımı

Modemcu karta Wifi modem özelliği kazandırmak ve veri aktarımı yapabilmesi için kütüphane aktif hale getirilmiştir.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Sunucuya bağlanacak olan cihazların sağlıklı bir şekilde veri aktarımı yapabilmesi için kütüphane aktif edilmiştir.

```
#include <WiFiClient.h>
```

Sunucu kurmaya yarayan özellikleri çalıştırabilmesi için bu kütüphane aktif hale getirilmiştir.

```
#include <ESP8266WebServer.h>
```

Alıcıdan gerekli parola girilip Wi-fi bağlandıktan sonra IP değeri girilip erişim noktasına bağlanmaktadır.

```
const char* ssid = "Robot Wifi";  
const char* password = "87654321";
```

Esp8266 Erişim noktasının IP adresi, IP alt ağ maskesi ve IP ağ geçidi verileri aşağıdaki gibidir;

```
IPAddress local_ip(192,168,1,1);  
IPAddress gateway(192,168,1,1);  
IPAddress subnet(255,255,255,0);
```

SSID, Esp8266 modemcu kartın kurduğu wifi ağının bağlanacak olan aygıtların görüntülenebildiği isimdir. Bu çalışma için kurulan ağın ismi Robot Wifi olup bağlanacak olan aygıtlar için parola 87654321 olarak belirlenmiştir.

```
String command;  
int speedCar = 150;  
int speed_low = 60;
```

ESP8266WebServer kütüphanesinin sunucusuna erişilip bağlantı noktası parametre olarak girilmektedir. Http varsayılan olarak 80 numaralı bağlantı noktasını

kullandığından, bu değeri kullanmaktadır. Bu, URL'de bağlantı noktası belirtmeden sunucuya bağlanmayı sağlamaktadır.

```
ESP8266WebServer server(80);
```

Setup() fonksiyonunun içinde Http sunucusu yapılandırılmaktadır. İlk olarak hata ayıklama amacıyla bir seri bağlantı oluşturulup 115200 bps haberleşme hızı tanımlanmaktadır. Motor sürücü pinlerini çıkış verilecek şekilde yapılandırılmaktadır.

```
Serial.begin(115200);  
pinMode(ENA, OUTPUT);  
pinMode(IN_1, OUTPUT);  
pinMode(IN_2, OUTPUT);  
pinMode(IN_3, OUTPUT);  
pinMode(IN_4, OUTPUT);  
pinMode(ENB, OUTPUT);
```

Ardından, Wi-fi Ağ adı SSID ve Wi-fi parolası girilerek AP erişim noktasını yapılandırılmaktadır. Bağlantı sağlandıktan sonra IP girilerek erişim sağlanmaktadır.

```
WiFi.mode(WIFI_AP);  
WiFi.softAP(ssid, password);  
IPAddress myIP = WiFi.softAPIP();  
Serial.print("AP IP address: ");  
Serial.println(myIP);
```

Gelen HTTP isteklerini işlemek için belirli bir URL'ye erişildiğinde hangi kodun yürütülmesi gerektiği belirtilmelidir. Bunun için .on() yöntemini kullanılmaktadır.

```
server.on ( "/", HTTP_handleRoot );
```

Alicı belirtilmeyen bir URL isterse, sunucunun ne sunacağını belirtilmediyse yanıt olarak 404 hatası vermekte ve sayfa bulunamamaktadır. Bunu başarmak için server.onNotFound() kodu kullanılmaktadır.

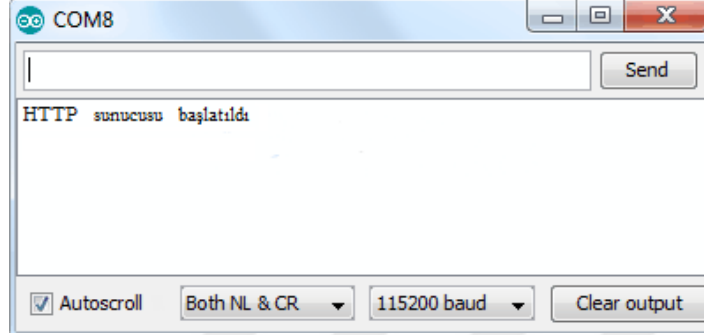
```
server.onNotFound ( HTTP_handleRoot );
```

Sunucuyu başlatmak için sunucu nesnesi begin() koduyla çağırılmaktadır.

```
server.begin();
```

Yazılım yüklendikten sonra, 115200 baud'da seri monitör açılmakta ve ESP8266 kartın RESET düğmesine basılmaktadır. Her şey yolundaysa, “HTTP sunucusu başlatıldı” mesajı görülmektedir.

```
Serial.println("HTTP sunucusu başlatıldı");
```



Şekil 3.34. Arduino IDE'nin Seri Portta Http Mesajının Görüntülenmesi

Gelen veriler HTTP istekleri, döngü işlevinde işlenmektedir. Bunun için sunucu nesnesinin handleClient() yöntemini kullanılmaktadır. Motor sürücüyü yön kontrol komutlarını çalıştırması için mobil uygulamadan gönderilen harf komutları bulunmaktadır.

```
void loop() {  
  server.handleClient();  
  command = server.arg("State");  
  if (command == "F") goForword();  
  else if (command == "B") goBack();  
  else if (command == "L") goLeft();  
  else if (command == "R") goRight();  
  else if (command == "I") goForwordRight();  
  else if (command == "G") goForwordLeft();  
  else if (command == "J") goBackRight();  
  else if (command == "H") goBackLeft();  
  else if (command == "S") stopRobot();  
}  
void HTTP_handleRoot(void) {  
  if( server.hasArg("State") ){  
    Serial.println(server.arg("State"));  
  }  
  server.send ( 200, "text/html", "" );  
  delay(1);  
}
```

Mıt app inventorde tasarlanmış mobil uygulama ile veri alışverişini sağlamak için her bir fonksiyona bir harf ataması gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Motor hareket fonksiyonları

<pre>void goForward(){ digitalWrite(IN_1, HIGH); digitalWrite(IN_2, LOW); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, LOW); digitalWrite(IN_4, HIGH); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'F' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goForward fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN1 ve IN4 pinleri aktif olup motorlar ileri yönde hareket etmeye başlar. ENA ve ENB pinleri speedcar =150 veri değerinde kalacaktır.</p>
<pre>void goBack(){ digitalWrite(IN_1, LOW); digitalWrite(IN_2, HIGH); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, HIGH); digitalWrite(IN_4, LOW); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'B' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goBack fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN2 ve IN3 pinleri aktif olup motorlar geri yönde hareket etmeye başlar. ENA ve ENB pinleri speedcar =150 veri değerinde kalacaktır.</p>
<pre>void goRight(){ digitalWrite(IN_1, LOW); digitalWrite(IN_2, HIGH); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, LOW); digitalWrite(IN_4, HIGH); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'R' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goRight fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN2 ve IN4 pinleri aktif olup motorlar sağ yönde hareket etmeye başlar. ENA ve ENB pinleri speedcar =150 veri değerinde kalacaktır.</p>
<pre>void goLeft(){ digitalWrite(IN_1, HIGH); digitalWrite(IN_2, LOW); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, HIGH); digitalWrite(IN_4, LOW); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'L' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goLeft fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN1 ve IN3 pinleri aktif olup motorlar sol yönde hareket etmeye başlar. ENA ve ENB pinleri speedcar =150 veri değerinde kalacaktır.</p>
<pre>void goForwardRight(){ digitalWrite(IN_1, HIGH); digitalWrite(IN_2, LOW); analogWrite(ENA, speedCar-speed_low); digitalWrite(IN_3, LOW); digitalWrite(IN_4, HIGH); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'I' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goForwardRight fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN1 ve IN4 pinleri aktif olup motorlar ileri sağ yönde hareket etmeye başlar. ENA speedcar =150 ile speed_low = 60 arasında bir değerde kalacaktır. ENB pinleri speedcar =150 veri değerinde kalacaktır. Soldaki motor sağdaki motora göre daha hızlı dönecektir.</p>
<pre>void goForwardLeft(){ digitalWrite(IN_1, HIGH); digitalWrite(IN_2, LOW); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, LOW); digitalWrite(IN_4, HIGH); analogWrite(ENB, speedCar-speed_low); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'G' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goForwardLeft fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN1 ve IN4 pinleri aktif olup motorlar ileri sol yönde hareket etmeye başlar. ENB pini speedcar =150 ile speed_low = 60 arasında bir değerde kalacaktır. ENA pini speedcar =150 veri değerinde kalacaktır. sağdaki motor soldaki motora göre daha hızlı dönecektir.</p>
<pre>void goBackRight(){ digitalWrite(IN_1, LOW); digitalWrite(IN_2, HIGH); analogWrite(ENA, speedCar-speed_low); digitalWrite(IN_3, HIGH); digitalWrite(IN_4, LOW); analogWrite(ENB, speedCar); }</pre>	<p>Mobil uygulama 'J' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goBackRight fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN2 ve IN3 pinleri aktif olup motorlar geri sağ yönde hareket etmeye başlar. ENA speedcar =150 ile speed_low = 60 arasında bir değerde kalacaktır. ENB pinleri speedcar =150 veri</p>

<pre> } </pre>	<p>değerinde kalacaktır. Soldaki motor sağdaki motora göre daha hızlı dönecektir.</p>
<pre> void goBackLeft(){ digitalWrite(IN_1, LOW); digitalWrite(IN_2, HIGH); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, HIGH); digitalWrite(IN_4, LOW); analogWrite(ENB, speedCar-speed_low); } </pre>	<p>Mobil uygulama 'H' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 goBackLeft fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN2 ve IN3 pinleri aktif olup motorlar geri sol yönde hareket etmeye başlar. ENB pini speedcar =150 ile speed_low = 60 arasında bir değerinde kalacaktır. ENA pini speedcar =150 veri değerinde kalacaktır. sağdaki motor soldaki motora göre daha hızlı dönecektir.</p>
<pre> void stopRobot(){ digitalWrite(IN_1, LOW); digitalWrite(IN_2, LOW); analogWrite(ENA, speedCar); digitalWrite(IN_3, LOW); digitalWrite(IN_4, LOW); analogWrite(ENB, speedCar); } </pre>	<p>Mobil uygulama 'S' komutunu gönderdiği zaman işlemciye Esp8266 stopRobot fonksiyonunu başlatıp motor sürücüdeki IN pinlerinin tamamına LOW vererek motorların durmasını sağlar.</p>

Tankın yöneleceği yöne doğru sağdaki ve soldaki motorların birinin yavaş çalışması ile yön değiştirme işlemi yapılmaktadır. Soldaki motorun sağdaki motora göre daha yavaş bir hareket verilmesiyle tank sola dönüş, sağdaki motorun soldaki motora göre daha yavaş bir hareket verilmesiyle tank sağa dönüşü gerçekleştirmektedir.

3.3.2. Tankın Hareketi için Geliştirilen Mıt App Inventor Mobil Uygulama Arayüzü ve Blok Yazılımları

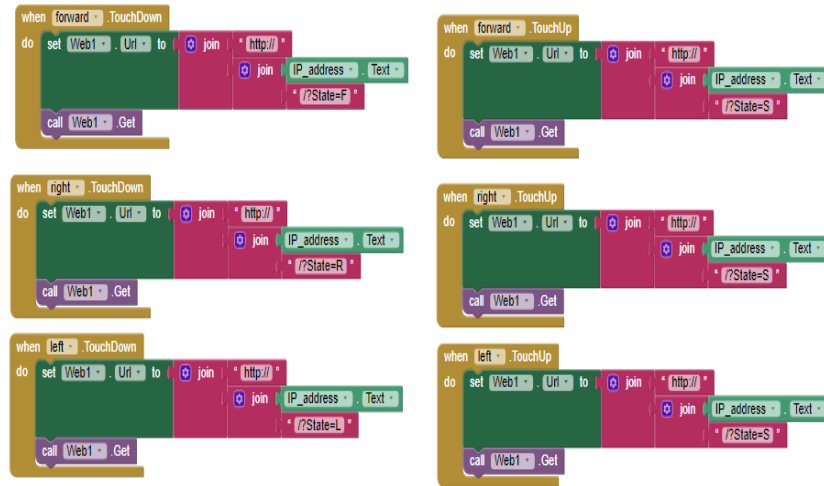
Mobil uygulama arayüz tasarımında Palette kısmında Layout sekmesine tıklanıp mobil uygulama alanlarını sınırlamak ve içine user interface sekmelerini yerleştirebilmek için horizontalArrangement alanı atanmaktadır. En üst sekmede IP adresi girilebilecek TextBox atanmaktadır. IP adresi yazılımda tespit edilmiştir. Bu eşleşme yanlış yapılsa wifi ağ ile bağlantı gerçekleşmemektedir.

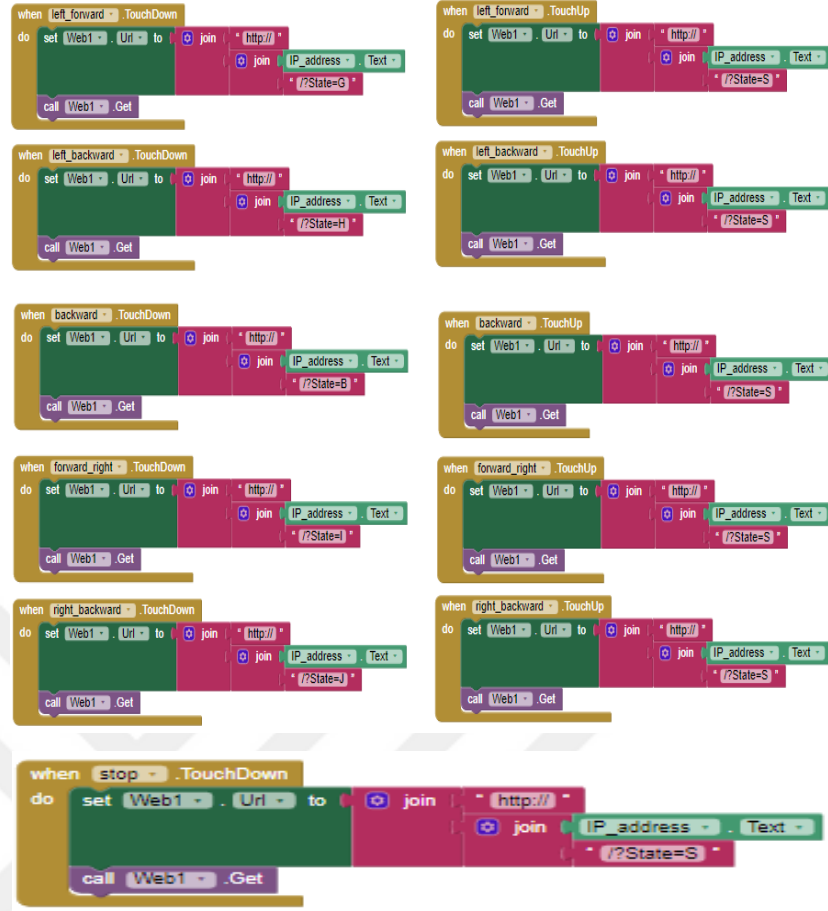
TableArrangement ataması yapılip motor hareketlerini gerçekleştiren butonlar atanmaktadır. Dokuz adet buton ataması gerçekleştirilmiştir. Butonların altına lazer modülünü açıp kapatabilmek için horizontal Arrangement içerisinde iki adet buton atanmıştır. Bir adet buton stop komut verebilmek için atanmıştır. Onun altında horizontalArrangement içerisinde tekrar kamerayı aktif edebilmek için buton atanmıştır. En alt kısımda servo motorların açısal hareketleri için slider1_speed atanmıştır.



Şekil 3.35. Mit App Inventor Mobil Program Arayüzü

Motor kontrol için blok yazılımlarına atanmış olan butonlar eşleştirilip her birine birer harf tanımlaması yapılmıştır. Bu harfler mobil uygulamadan işlemciye aktarıldıkları zaman her biri bir hareket fonksiyonunu çalıştırmaktadır. Butonlara basıldığı anda yapması gereken hareket başlatılacak sonrasında başka harekete geçmek için butona basarken önceki başlamış olan hareketi durdurmak için Stop komutu gönderilmektedir.





Şekil 3.36. Tank Robot Block Kodları Dokuz Buton İçin Dokuz Harf Atamaları

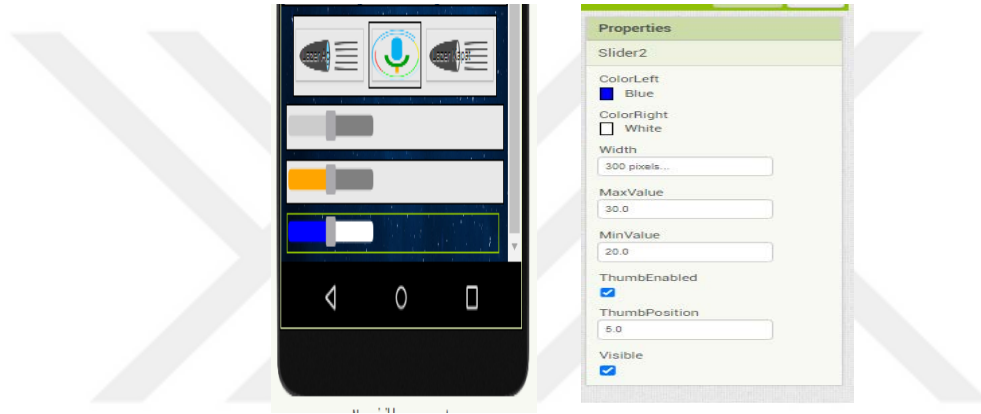
3.3.3. DC Motorların Hız Kontrol Ayarları

DC motorlara yazılım ile belirli hız komutları gönderilmektedir. Gönderilen komutlar aslında motora gönderilen akımı azaltıp çoğaltarak DC motor rpm düşürmektedir. Yani motor dönüş hızları azaltılıp çoğaltılabilmektedir. Bunun için de Arduino IDE yazılımlarını ve mobil uygulama yazılımları incelenmelidir.

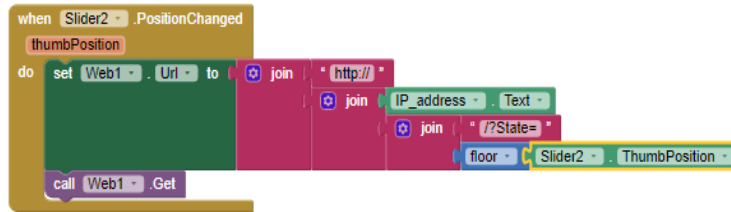
Yazılımda genel olarak veri iki şekilde gönderilmektedir. Bunlar, dijital veri ve analog veridir. Dijital veri 1 ve 0 komutları göndermektedir. Dijital veri bir alıcının hareket etmesi veya durması şeklinde lambanın yanması ve sönmesi durumu gibi, ya vardır ya yoktur mantığına sahiptir. Analog veri ise motorun yavaş ve hızlı dönmesi ya da lambanın ışık parlaklığı mantığına sahiptir. 0 ile 255 arasında komut gönderimi yapmaktadır. 255 komutunda en hızlı şekli ile hareket etmektedir. Motorlar 1'de ise en yavaş hareket gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada motor hız kontrollerini yapmak için analog veriye ihtiyaç duyulmuştur. Arduino yazılımda void loop() { içerisinde yazılım kodları aşağıda verilmiştir;

```
else if (command == "20") speedCar = 100;
else if (command == "21") speedCar = 120;
else if (command == "22") speedCar = 140;
else if (command == "23") speedCar = 160;
else if (command == "24") speedCar = 180;
else if (command == "25") speedCar = 200;
else if (command == "26") speedCar = 215;
else if (command == "27") speedCar = 230;
else if (command == "28") speedCar = 240;
else if (command == "29") speedCar = 255;
```

Mobil apk yazılımda hareket edecek slider modüle 20 ile 30 değerleri arasında hareket edebilecek MaxValue değerleri tanımlanmaktadır. Slider kod blok tasarımı yapılmaktadır. Mavi olan slider motorların hız ayarını yapmak için tasarlanmıştır.



Şekil 3.37. Mito App Inventor'da Slider Bloklarının Arayüzde Gösterimi

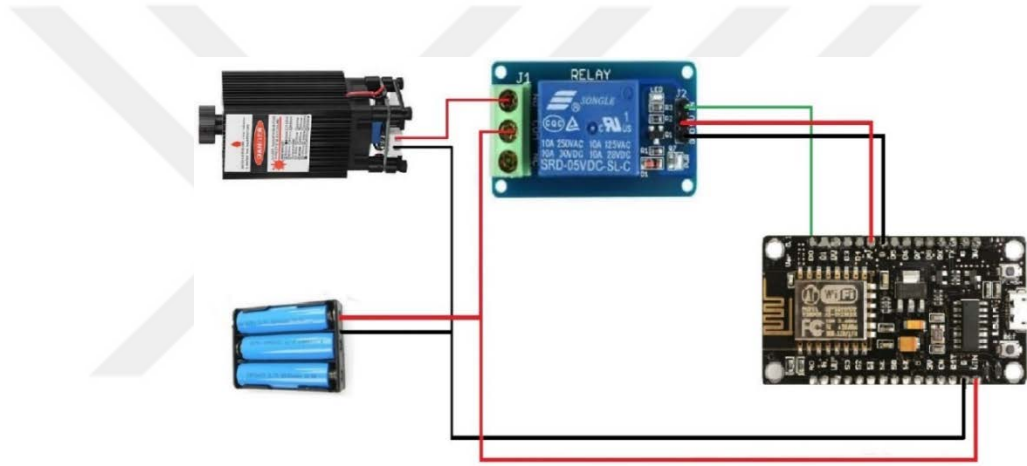


Şekil 3.38. Slider Kod Bloğu

3.3.4. Lazer Savunması için Geliştirilen Sistemin Altyapısı

Lazer savunması yaptırabilmek için Cnc lazer yakıcı kullanılmıştır. Lazer yakıcı 5.5 watt gücünde olup 450 nm dalga boyuna sahiptir. Çalışma voltajı 12v olup 1A akım çekmektedir. Tankta kullanılan lazer modül ile tahta, plastik ve ince yüzeyli çelik engelleri rahat bir şekilde eritme yöntemiyle yok edebilmektedir. Esp8266 modemcu kartın lazer modülü çalıştırmak için gerekli enerjiyi sağlayamadığı göz önünde bulundurularak sistemin enerjisini sağlayan lipo pillerden faydalanılmıştır. Lipo piller üç adet lipo pilin birbirine seri bağlanması ile elde edilmiştir. Lazer modülü Esp8266 ile

kontrol edebilmek için arada bir röle kart modülü kullanılmıştır. Röle kartın kumanda bobini Esp8266'nın D0 pininden tetiklenmek için ayarlanmıştır. Röle kartın kumanda bobini için gerekli olan voltaj Esp8266 üstünden aktarılmıştır. Lipo pilden alınan '-' hattı Esp8266 kartın gnd pinine bağlanmış oradan da lazer modülün '-' hattı verilmiştir. Lipo pilden alınan '+' hattı ise Esp8266 Vin girişine bağlanmış oradan da rölenin COM ortak ucuna bağlanmıştır. Rölenin kumanda bobini tetiklendiği zaman açık olan kontak kapatılmaktadır. Kapalı olan kontak ise açılmaktadır. Rölenin NO açık olan kontağından enerji lazer modülün '+' girişine bağlanmıştır. Rölenin kumanda bobini tetiklendiği zaman enerji lazer modüle aktarılıp eritme işlemi başlatılacaktır. Eritme işleminin güçlü olması isteniyorsa lazer modülün ön kısma yer alan odaklanma açısını kısarak daha küçük bir alanda yoğunluk olması sağlanmaktadır.



Şekil 3.39. Lazer Modül Kontrol Devresi

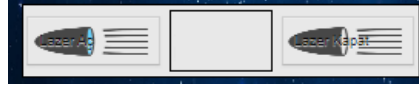
Lazer modülü mobil uygulama ile kontrol etmek için gerekli olan Arduino İDE yazılım kodları için birtakım yollar izlenmelidir. İlk olarak lazer modülün bağlı olduğu rölenin sinyal pininin Esp8266 D0 pinine bağlı olduğunun atamasını yapılmalıdır.

```
#define Light 16 // Lazer GPIO16(D0)
```

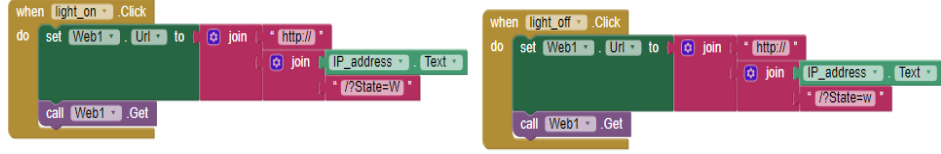
Daha sonra void loop() içerisinde lazer modülü açıp kapatabilmek için yani rölenin kumanda bobinini tetiklemek için birer harf ataması yapılmaktadır. Yapılan atamaya göre 'W' harfi lazer modülü çalıştırmakta, 'w' harfi ise lazer modülün kapatılmasını sağlamaktadır. Mobil uygulama tasarımında bu işlemler için birer buton ataması gerçekleştirilmiştir.

```
else if (command == "W")digitalWrite(Light, HIGH);  
else if (command == "w")digitalWrite(Light, LOW);
```

Lazeri açıp kapatmak için mobil uygulamada tasarlanan alan ve her iki işlem için birer buton ataması yapılmıştır.



Şekil 3.40. Mobil Uygulama Arayüzünde Lazer Modül Açma- Kapama Butonları



Şekil 3.41. Mobil Uygulama Lazer Modül Açma- Kapama Butonlarının Kod Blokları

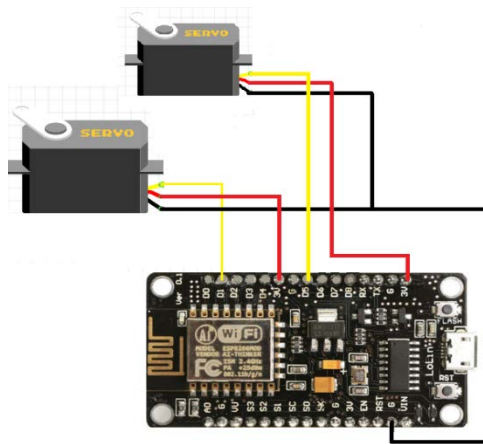
Mobil uygulama blok yazılımları yukarıda gösterilmiştir. light_on butonuna basıldığında mobil uygulama üzerinden W harf verisi Esp8266'ya gönderilecektir. Esp8266 W harfini aldığı zaman D0 pinini HIGH edip enerji çıkışını gerçekleştirip rölenin kumanda bobini tetikleyecektir. Kumanda bobini tetiklendiği zaman açık kontak kapanıp lazer modülü 12v enerji aktarımı gerçekleşecektir. light_off butonuna basıldığı zaman mobil uygulama üzerinden w harf verisi esp8266 gönderilecektir. Esp8266 w harfini aldığı zaman D0 pinini LOW edip enerji çıkışını kesip rölenin kumanda bobini eski konumuna geri dönmesini sağlayacaktır. Enerjilendiğinde kapanan kontak enerji kesildiğinde tekrardan eski konumuna dönüp lazer modüle 12v aktarılmasını engelleyecektir.

3.3.5. Hareketli Görüntü Aktarımı İçin Geliştirilen Sistemin Altyapısı

Tankta görüntü aktarımı için Esp32 Cam kamera tercih edilmiştir. IP kamera temin edilemediği takdirde herhangi bir Android telefonun kamerası da kullanılabilir. Bilgisayar web cam kamerasına Ip adresi kurulup dijital bir şekilde görüntü aktarımı yapacak bir işlemci ile tasarlanıp kullanılabilmesi de mümkündür. Kameranın IP adresi çekildiği sürece daimi görüntü aktarımı sağlanabilmektedir. Kameranın sabit bir noktada görüntü çekmesi yerine hareket edebilen bir görüntü aktarımı sağlamak amacıyla servo motorlar tercih edilmiştir. Sağ ve sola veya yukarı ve aşağı hareket edebilmesi amacıyla iki adet servo motor kullanılması tercih edilmiştir.

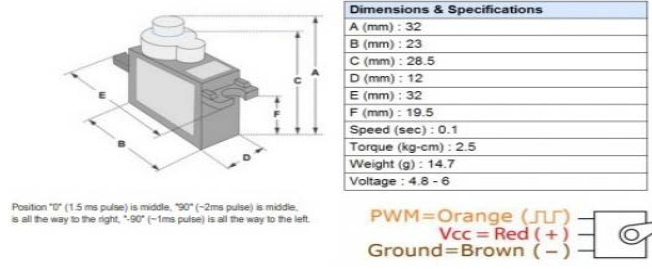
Robot endüstrisinde kullanımları her geçen gün artan, sürekli olarak geliştirilen ve çok kullanılan motor çeşidi servo motorlardır. Açısal hareketleri sürekli olarak geliştirilen hız ve ivmelerinin değerlendirmeleri sorunsuz bir şekilde yapan belirli açılara gönderilip, gittikleri açılarda sabit olarak kalabilmektedirler. Yazılım komutları sayesinde doğrusal pozisyon açılarını alabilen mekanizmaları bulunmaktadır. Özellikle uzaktan kumandalı arabalarda sağ ve sol yönlere yönelme hareketlerini yapabilmek için servo motorlar kullanılmaktadır. Tasarlanan tankta kamerayı hareket ettirebilmek için servo motorlar tercih edilmiştir. Açısal hareket değerleri 180 derecedir. Piyasada özel kullanımlar için açısal hareket maksimum 360 dereceye kadar çıkartılabilmektedir. Kamerayı 180 derece yukarı ve aşağı, 180 derece sağa ve sola hareket ettirmek için iki adet servo motor kullanımı tercih edilmiştir. Kameradan sabit görüntüler alıp kaydetmek için servo motorun bulunduğu açısal değerlerde sabit olarak kalabilme özelliğinden yararlanılmıştır.

Servo motorların Esp8266 kartın D1 ve D5 pinlerine bağlantısı yapılmıştır. Servo motorların '-' hattı, Esp8266 kartın GND pininde karşılanmıştır. Servo motorların '+' hattı ise Esp8266 kartın 3V kısmından verilmiştir. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra motorlara mobil uygulamadan hareket verildiğinde motorlarda titreme oluşmuştur. Yük altına girdiğinde hareketlerde zorlanma olduğu görülmüştür. Servo motorların datasheetleri incelendiğinde 4.8 volt ile 6 volt arasında enerjiye ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Esp8266 verilen 3V enerji motor hareketlerine yeterli gelmemiştir. Bu sebeple sisteme dâhili olarak bir 5v enerji hattı eklenmiştir. Esp8266 kartın Vin girişini eklenen bataryanın + hattı ile birleştirilmiştir. Esp8266 kartın Gnd pininden alınan hattı bataryanın - hattına ekleyip tekrar kontrolü sağlanmıştır.



Şekil 3.42. Mobil Uygulama Lazer Modül Açma- Kapama Butonlarının Kod Blokları

Esp 8266 kartın datasheet verisi aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.43. Esp8266 Kartın Datasheet Verisi

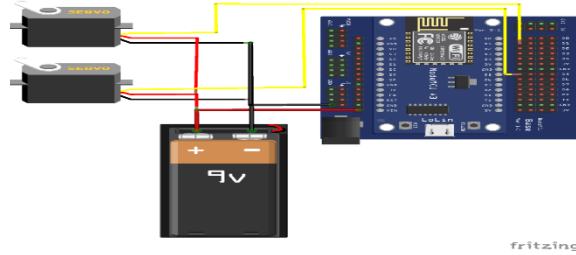
Servo motorların kütüphanesini tanımlanmaktadır.

```
#include <Servo.h>
```

Servo ve servom isimli değişkenler tanımlanmaktadır.

```
Servo servo,servom;
```

Void setup() içerisinde Esp8266'nın bağlantı kurabileceği servo motor sinyalleri dijital pinler ile eşleştirme yapılmaktadır.



Şekil 3.44.Fritzing programında tasarlanan servo motor kontrol devresi

Servo motorları çalıştırmak için gerekli olan Arduino İDE yazılım kodları çizelgedeki gibidir;

```
servo.attach(5); // Esp8266 D1  
servom.attach(14); // Esp8266 D5
```

Birinci servo Esp8266 D1 pinine tanımlanmıştır. İkinci servo Esp8266 D5 pinine tanımlanmıştır. Void loop içerisinde mobil uygulama ile eşleşme yapacak servo

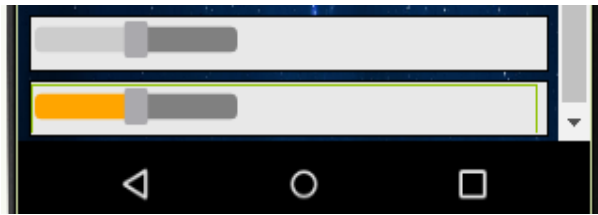
motorların açısıl dereceleri yazılıp her birine slider ile eşleşme sağlanması için birer rakam ataması yapılmaktadır.

Birinci servo motor açısıl hareketleri ve mobil uygulamadan gönderilmesi gereken rakamlar çizelgedeki gibidir;

```
else if (command == "0") servo.write(0);
else if (command == "1") servo.write(20);
else if (command == "2") servo.write(40);
else if (command == "3") servo.write(60);
else if (command == "4") servo.write(80);
else if (command == "5") servo.write(100);
else if (command == "6") servo.write(120);
else if (command == "7") servo.write(140);
else if (command == "8") servo.write(160);
else if (command == "9") servo.write(180);
```

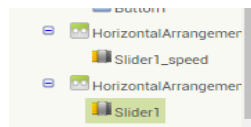
İkinci servo motor açısıl hareketleri ve mobil uygulamadan gönderilmesi gereken rakamlar çizelgedeki gibidir;

```
else if (command == "10") servom.write(0);
else if (command == "11") servom.write(20);
else if (command == "12") servom.write(40);
else if (command == "13") servom.write(60);
else if (command == "14") servom.write(80);
else if (command == "15") servom.write(100);
else if (command == "16") servom.write(120);
else if (command == "17") servom.write(140);
else if (command == "18") servom.write(160);
else if (command == "19") servom.write(180);
```

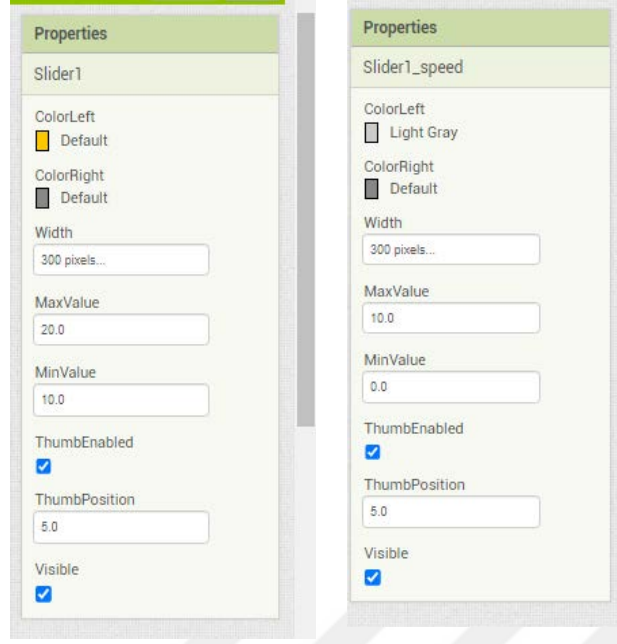


Şekil 3.45. Mobil Uygulama Arayüzü ve Blok Kodları

Mobil uygulamanın en alt kısmına servo motorların açısıl hareketleri için iki adet horizontalArrangement içerisinde slider atanmıştır. Atanan sliderlerin içerisinde gerekli ayarlamalar yapılmaktadır.

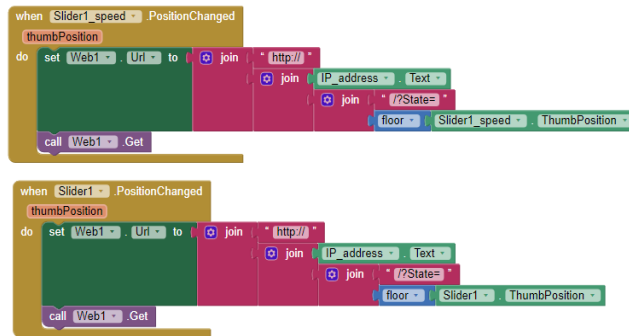


Şekil 3.46. Horizontalarrangement İçerisine Slider Ataması



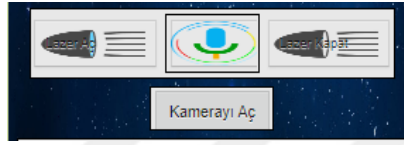
Şekil 3.47. Sliderların Mobil Uygulama Arayüzünde Min ve Max Sayısal Değer Tanımlaması

Mobil uygulamada atanan slider parçalarının özellikleri kısmına gelindiğinde mobil uygulama ayarı için Width özelliğini otomatikten alınıp 300 pixels ayarına getirilmelidir. Mobil uygulamada alanı doldurması için bu ayar yapılmalıdır. Aksi takdirde açısız hızların aktarımında sıkıntı yaşanabilmektedir. Yazılımda void loop içerisinde tanımlanan sayısal verileri slider ile tanımlama yapılmıştır. Birinci slidera maxValue kısmında 10 minValue kısmında 0 girilmiştir. Bu ayarlama yapıldığında slider hareketlerinde 0 ile 10 arasındaki rakamların verilerini işlemciye gönderecektir. Her gönderdiği rakam ise servo motorların belirtilen açısız konuma gelmesini sağlayacaktır. İkinci slidera maxValue kısmında 20 minValue kısmında 10 girilmiştir. Bu ayarlama yapıldığında slider hareketlerinde 10 ile 20 arasındaki rakamların verilerini işlemciye gönderecektir. Böylelikle servolar belirtilen açısız konumlara gelip bağlı oldukları kamerayı 180 derece aşağı-yukarı 180 derece sağa-sola hareket ettirebileceklerdir.



Şekil 3.48. Sliderların Mobil Uygulamada Bulunan Kod Blokları

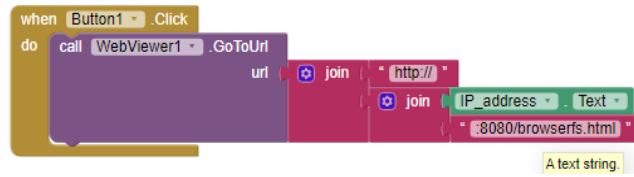
Kamerayı aktif etmek için mobil uygulamanın palette kısmında user interface alanında görüntü aktarımının yapılacağı horizontalArrangement İçerisinde WebViewler atanmıştır. Atamanın yapıldığı alanda IP eşleşmesi yapıldıktan sonra kamera verileri alınmaya başlayacaktır. Mobil uygulamanın alt kısmına label atanıp içerisine IP ADRESİ GİRİNİZ yazısı yazılmıştır. Onun altına IP adresinin girilebileceği TextBox atanmıştır. IP adresi yanlış yazılırsa wifi ağ ile bağlantı gerçekleşmemektedir. IP adresi doğru girildiği anda aşağıda yer alan kamerayı Aç butonuna tıklanıp görüntü aktarımının başlatılması gerekmektedir.



Şekil 3.49. Kamerayı Aktif Eden Buton Ataması



Şekil 3.50. Kamera Görüntülerinin Aktaracağı Alan ve Kamera IP Adres Değeri Girilen Kısım



Şekil 3.51. Kamera Görüntü Aktarma Kod Blokları

3.3.6. CCD Kamerayı IP Kameraya Çevirme İşlemleri

CCD kameralar genel itibariyle görüntü aktarımlarında DVR kayıt cihazlarına görüntüleri aktarım cihazın içerisinde bulunan harddisklere depolama yapmaktadırlar. Kameradan görüntü yakalamaları kamera gözü diye adlandırılan görüntü sensörü ile gerçekleştirilmektedir. Görüntü sensörü merceğe düşen ışığı yakalamakta ve bu

yakaladığı ışığı elektronik sinyallere dönüştürüp kablo yardımıyla DVR kayıt cihazına aktarmaktadır. Tarafımızca tasarlanan tank robot hareketli olduğu için kameranın görüntü aktarımı yapabilmesi için kablolar yardımıyla kayıt cihazına aktarması mümkün değildir. Bu yüzden CCD kamerayı IP kameraya çevirip görüntü aktarımlarını bir ağ vasıtasıyla yapması gereklidir. Ağ prensibinin temelinde kablosuz alıcı ve verici işlemciler akla gelmektedir. Bu sistemde CCD kamerayı IP kameraya dönüştüren bir verici işlemci ESP32 tercih edilmiştir. Alıcı olarak Android telefonlar için tasarlanan mobil uygulama mevcuttur. Ov2640 CCD kameranın Esp32 kartın soketine bağlanılarak sisteme eklenmektedir. Daha sonra kamerayı Esp32 ile programlama aşamalarına geçilmektedir. Ov2640 kamera yazılımında CAMERA_MODEL_AI_THINKER olarak geçmektedir.

Bunun dışında bu kart ile uyumlu çalışan dört kamera modeli daha mevcuttur. Yazılımda ilk olarak kamera çeşidinin seçmesi istenmektedir.

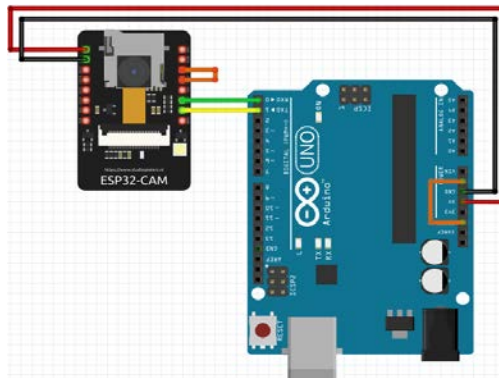
```
CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
CAMERA_MODEL_ESP_EYE
CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
```

Bu seçim yapılmadığında Esp32 kart ile eşleşme pinleri doğru seçilememektedir. Bu durumda görüntü aktarımında başarısız olunmaktadır. Seçilen kamera modeline göre pin bağlantıları aşağıdaki resimde gösterilmiştir.

```
#elif defined(CAMERA_MODEL_AI_THINKER)
#define PWDN_GPIO_NUM 32
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27
#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 21
#define Y4_GPIO_NUM 19
#define Y3_GPIO_NUM 18
#define Y2_GPIO_NUM 5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22
```

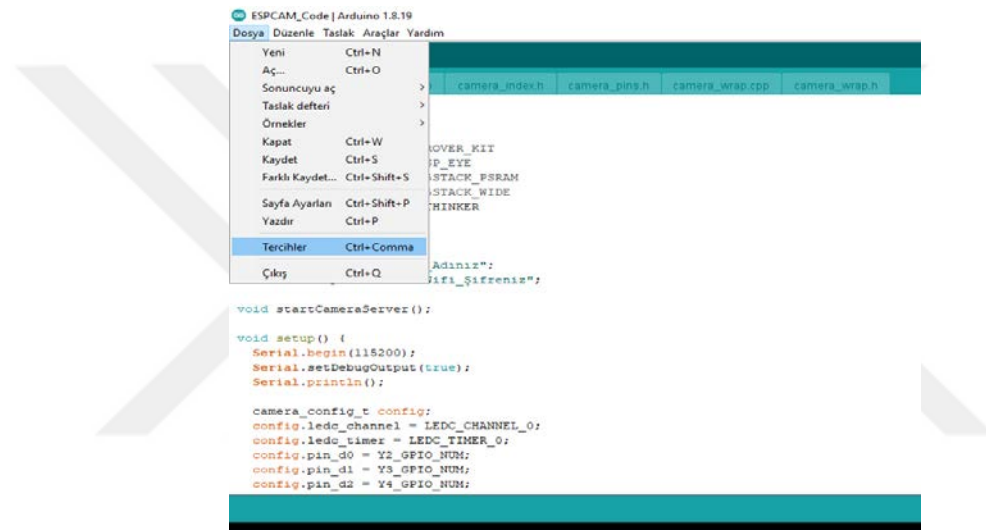
Esp32 kart usb bağlantı ile gönderilmemektedir. Bundan ötürü yazılım göndermek için FTDI programlayıcılar kullanılmaktadır. FTDI programlayıcı kartlar aslında dönüştürücüler olarak kullanılmaktadır. FTDI dönüştürücülerin üzerinde bulunan USB

port sayesinde bilgisayarlar ile seri porttan iletişime geçip, bilgisayarda sanal COM porttu oluşturmaktadırlar. Esp32-CAM kartı USB port sayesinde seri portla iletişime geçip sanal comdan dataların bilgisayara aktarılmasını sağlamaktadır. Esp32-CAM kartın çalışması için gerekli olan yazılımın yüklenmesi, yazılımdaki hataların ayıklanması, alıcılara komut gönderme gibi ihtiyaç olan ne ise o işlemin yapılabilmesi için FTDI dönüştürücüler sayesinde rahatlıkla yapılabilir. Bu durum ihtiyaç olmamakla birlikte bir dönüştürücü kullanmak gerekliliktir. Çünkü OV2640 web kamera aktaracağı görüntüyü sadece elektriksel sinyal olarak göndermektedir. Oysaki dönüştürücü sayesinde alıcı sinyalleri okuyabilmektedir. FTDI dönüştürücünün bilgisayar tarafından tanınması için Driver bilgisayara kurulması gereklidir. Bilgisayardan Windows/Denetim Masası/Aygıt Yönetici' sine girilip Evrensel seri veri yolu denetleyicileri kısmını açtığımızda bilgisayar ile bağlantı kuran tüm seri portları listelenmektedir. FTDI dönüştürücünün bağlantı kurduğu COM5 porttu tespit edilip daha sonra yazılım gönderme için kullanılmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da, Esp32-CAM karta FTDI dönüştürücüden jumper kablolar sayesinde aktarılacak olan enerji 5V güç modunda sabit olarak tutulmasıdır. Bu enerjinin üstüne çıkılması durumunda Esp32-CAM kart zarar görmektedir. Kamera karta gerekli olan firmware yüklemesi yapıldıktan sonra bilgisayar ile teması kesilmektedir. Daha sonra karta gerekli olan enerji 5V güç dağıtım kartından jumper kablolar yardımı ile aktarılacaktır. Güç dağıtım kartının üstünde bulunan USB yuva sayesinde USB portla da Esp32-CAM kart beslenebilmektedir. Esp32-CAM kartın üstünde bulunan anten yuvası sayesinde görüntü sinyalini arttırmak için anten kullanılabilir. Bu çalışmada karta bir FTDI dönüştürücü ile yazılım göndermek yerine Arduino UNO ile programlanmıştır. Arduino UNO ile 'Tx' , 'Rx' bağlantı pinleri kullanılıp iki kart birbirine bağlanıp yazılım aktarılması bu şekilde yapılmıştır.



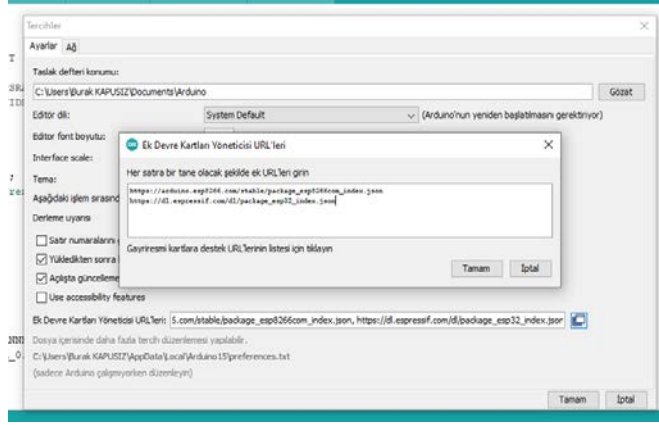
Şekil 3.52.Esp32-CAM Kart ve Arduino UNO Seri Port Bağlantı Şeması

Arduino UNO'dan yazılım aktarabilmek için ilk olarak kartların işlemciyi aktif edecek pinlerini kısa devre ederek işleme başlanmaktadır. Arduino kartın GND ve RESET pinlerini, Esp32-CAM kartın I00(GPIO 0) ve GND pinleri kısa devre edilmiştir. Böylelikle kartlarda işlemcilerin devreye girmesi engellenmiştir. Daha sonra Esp32-CAM ile Arduino kartlar 5v ve Gnd pinleri birbirlerine bağlanıp Esp32 cam kartın enerji ihtiyacı sağlanmıştır. Daha sonra Esp32 CAM kartın U0R pinini Arduinonun RX pinine, Esp32 CAM kartın U0T pinini Arduinonun TX pinine bağlanmıştır. Bu devre bağlantıları sağlandıktan sonra Arduino İde programını açıp programda gerekli olan ayarlamaları başlatılmaktadır.



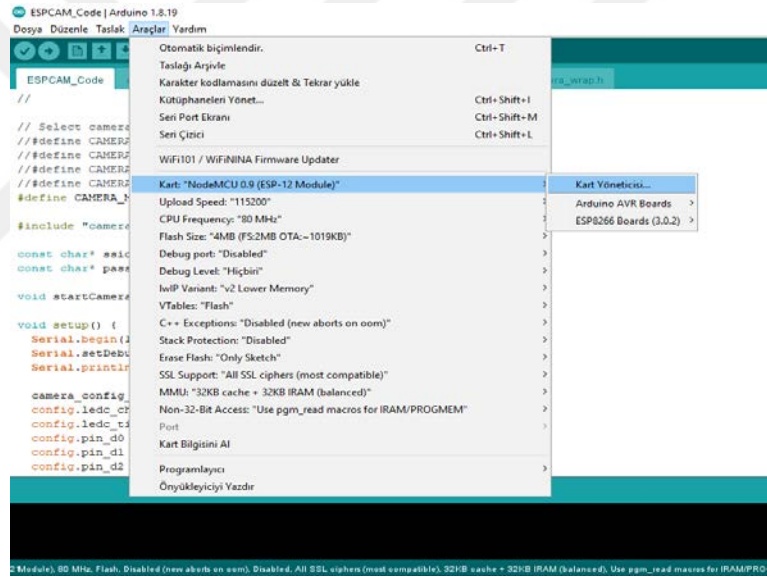
Şekil 3.53. Arduino İDE Tercihler

Arduino İDE programı açılıp ilk adım olarak dosya kısmına tıklayıp tercihler görüntülenmektedir. Tercihler kısmından daha önce Esp8266 kartın gerekli kütüphaneleri tanımlaması için link kopyalama işlemi yapılmıştır. Şimdi ise Esp32-CAM kart için aynı işlemi gerçekleştirilmiştir.



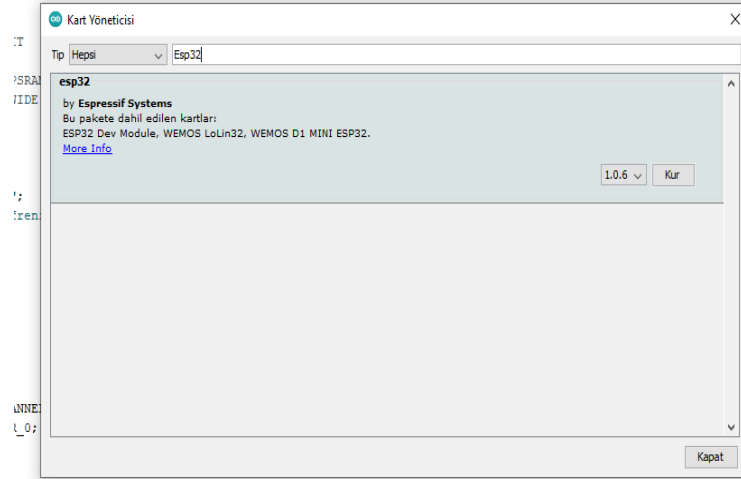
Şekil 3.54. Esp32 Kartın Arduino İDE Url Ekleme

‘Ek devre kartları yönetici URL’leri’ kısmına https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json adresi girilmiştir. ESP8266 kartın kütüphaneleri URL daha önceden eklendiği için, URL’ler virgül ile ayrılmaktadır.



Şekil 3.55. Arduino İDE Kart Yöneticisi

Esp32-CAM kartın URL adresleri eklendikten sonra Araçlar sekmesine tıklanıp kartlara tıklanmakta, oradan kart yöneticisi kısmı açılmaktadır.



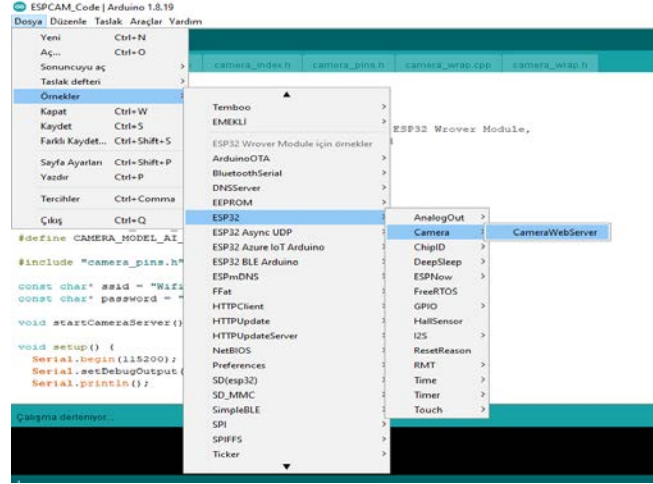
Şekil 3.56. ESP32 Kartın Gerekli Yazılımı Kurma Alanı

Kart yöneticiler kısmında ara sekmesini Esp32 yazıp kartlar görüntülenmektedir. Daha sonra bu kısmın kurulumunu gerçekleştirilmektedir.



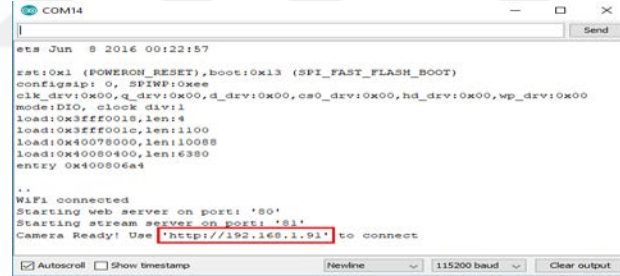
Şekil 3.57.Esp32 Kart Özellikleri

Kurulum yapıldıktan sonra araçlar sekmesinden Esp32 kart çeşitleri görüntülenip ESP32 Wrover Module kart seçimi yapılmaktadır. Kart görüntüledikten sonra kırmızı çerçeve ile seçili olan kart özelliklerinde güncelleme yapılıp yukardaki resimdeki özellikler seçilip kartın ayarlamaları tamamlanmaktadır.



Şekil 3.58.Esp32 Kartın Yazılımının Çağrılması

Dosya kısmına tıklanıp örnekler sekmesine girilip Esp32 için yazılmış hazır yazılımlar görüntülenmektedir. Bu yazılımlardan camera yazılımına tıklanıp CameraWebServer yazılımı görüntülenmektedir. Daha sonra bu yazılım karta yüklenip Arduino İde programının seri portu açılıp IP adresi buradan öğrenilebilmektedir.



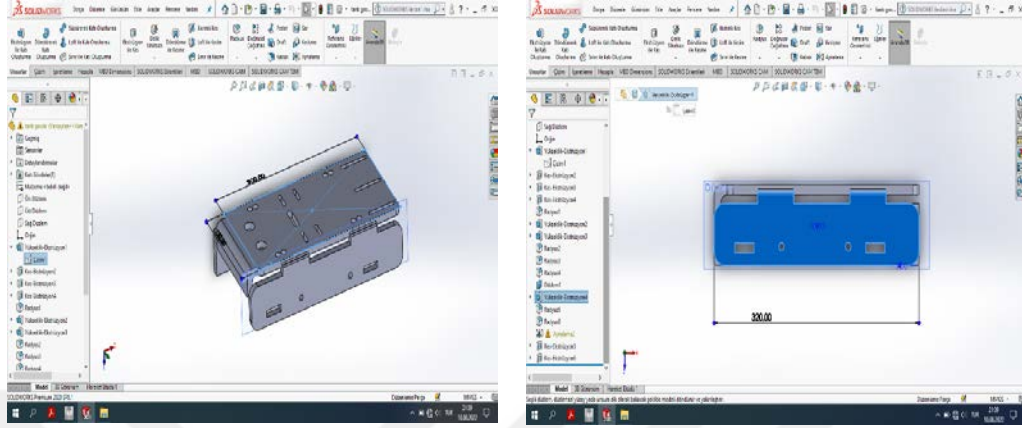
Şekil 3.59. Esp32 Kartın IP Adresini Seri Portta Görüntüleme

Kartta görüntü aktarımı için 192.168.1.91 numaralı IP adresinin aktif olduğu görüntülenmektedir. IP adresi öğrenildikten sonra telefon ile ilk önce ağ bağlantısını gerçekleştirip daha sonra mobil uygulamaya IP adresi girilip görüntü aktarımı gerçekleştirilmektedir.

3.4. Mobil Kontrol- Görüntü Aktarımı ve Lazer Savunma Gücüne Sahip Tank Robotun Kasa Tasarımı

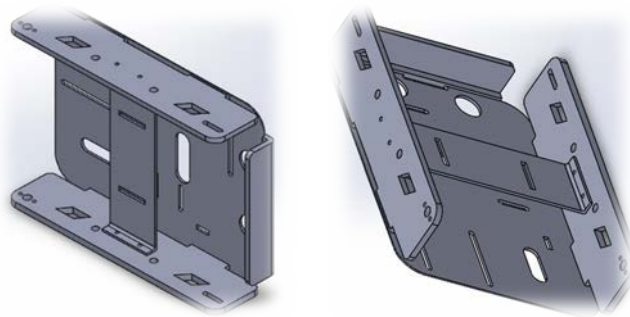
Tank robotun kasa tasarımı SOLIDWORKS programında geliştirilmiştir. Geliştirilen tasarım dört aşamadan vida somun ile birleştirilmek için çeliğe krom katılarak

sactan meydana getirilmiştir. Ortaya çıkarılan kasa materyali kötü hava şartlarında paslanmaya karşı daha uzun ömürlüdür. Aşağıda Şekil 3.60.'ta kasa tasarımı gösterilmiştir;



Şekil 3.60.Solidworks Programında Kasa Tasarım Üst ve Yan Görünüşleri

Tank, boyu 300 mm, genişliği 150 mm olarak tasarlanmıştır. Tankın önünde kavisli şekilde darbelerden korumak amacıyla 20 mm koruma demiri ilave edilmiştir. Önüne koyulan koruma demiri ile birlikte toplam boyu 320 mm olmuştur. Kasanın yanlarında DC motorları ve üst kısımda bulunan çelik saça elektronik elemanların montajları için boşluklar CNC frezede açılmıştır. Paletlerin yere daha iyi tutunabilmesi için kullanılan materyal kauçuk plastik seçilmiştir. Tankın alt orta kısmına lipo bataryayı koyabilmek için ince bir saç tasarlanmış bataryanın koyulacağı plaka 80 mm boyunda 130 mm genişliğe sahiptir.

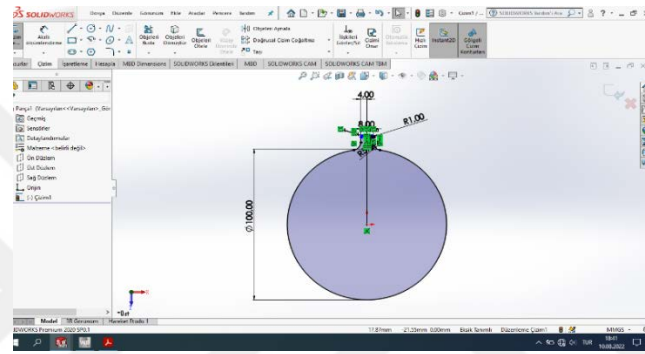


Şekil 3.61. Solidworks Programında Kasa Tasarım Alt ve Yan Görünüşleri

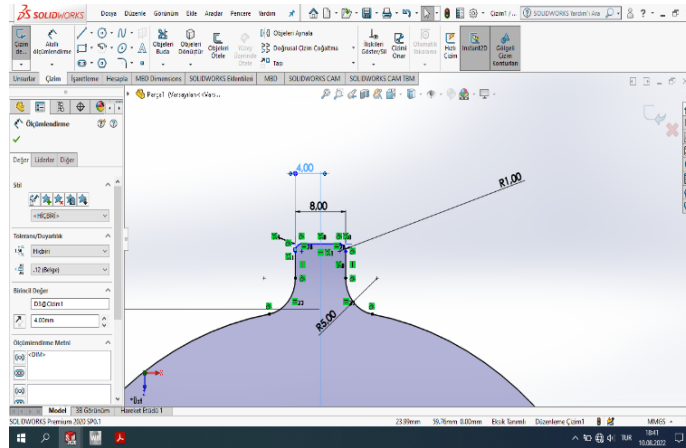
Yapılan tasarımda çelik malzemeleri köşe noktalarında keskin kısımlar olmaması için radyuslar verilmiştir. Verilen radyuslar 5 mm olarak uygulanmıştır. Kasa tasarımında 4 düzlem kullanılmıştır. Kasanın üst yüzeyi elektronik malzeme montajı yapılan alan üst

düzlemde, motorların monte edildiği alanlar sağ ve sol düzlemde, koruma demiri ön düzlemde tasarlanmıştır. Bu çizimlere daha sonra yükseklik ekstrüzyon özelliği kullanılarak parça enleri verilmiştir. Parça genişliği 2 mm uygulanmıştır. Daha sonra kart montajı ve motor konulacak yan palet kısımlarına kes ekstrüzyon özelliği ile boşluklar açılmış ve kasanın ana hatları ortaya çıkarılmıştır. Mekanik hareketi verebilmek için motorlara sabitlenecek dişli tasarımları yapılmıştır.

Dişli tasarımında 100 mm çapında bir daire atanmış daireye yükseklik ekstrüzyon özelliği kullanılarak 2 mm en verilmiş üstüne ilk dişlinin çizimi yapılmıştır. Dişlinin boyu ve genişliğini 8 mm alınmıştır.

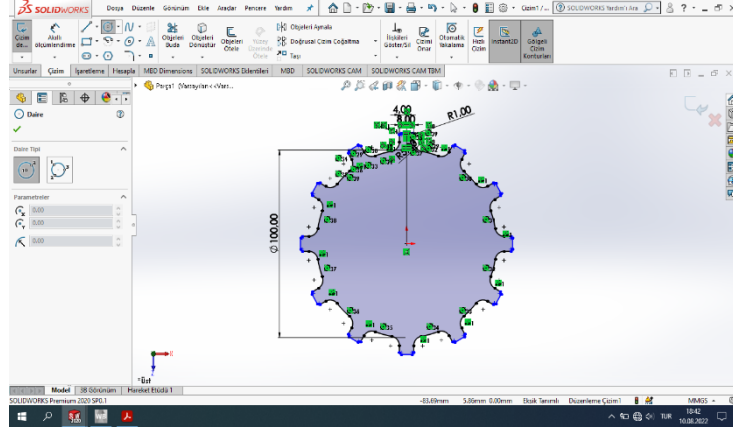


Şekil 3.62. Solidworks Programında Dişli Tasarım Dış Daire ve İlk Diş Oluşturulması



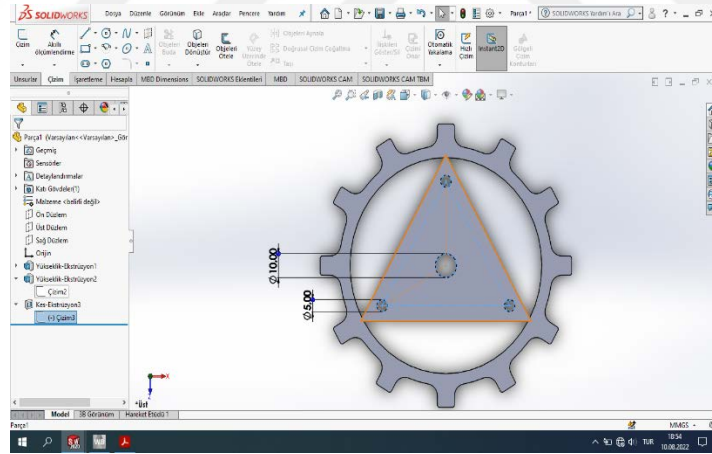
Şekil 3.63. Solidworks Programında İlk Diş Ölçütleri

Daire ile arasına 5 mm radyus dişli köşelerine 1mm radyus ataması yapılmıştır. Sonra çizilen dişliyi dairenin çevresinde doğrusal çizim çoğaltma komutunu seçerek 11 adet olacak şekilde kopyalanmıştır. Çizimi yapılan dişli ile toplamda 12 adet dişli bulunmaktadır.



Şekil 3.64. Solidworks Programında Doğrusal Çizim Çoğaltma Komutu

Sonra dairenin orta kısmına bir üçgen çizimi gerçekleştirilmiştir. Daire ile üçgen arasında kalan kısımlar kes ekstrüzyon özelliği ile temizlenmiştir. Üçgen ile daire arasındaki keskin kısımlara 4 mm radyus yerleştirilmiştir. Üçgenin iç kısmına motor milinin geçeceği 10mm çapında bir daire ile 3 köşesine vida geçecek 5mm çapında 3 daireyi kes ekstrüzyon özelliği ile üçgen parçasından kesme işlemini gerçekleştirilmiş ve dişli tasarımı ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3.65. Solidworks Programında Dişli Tasarımı

Tasarlanan tankta hareketi sağlayacak DC motorların mil yarıçap ölçüleri alınarak dişliler içinde bırakılan 5mm yarıçap alanına tam bir şekilde oturup oturmadığı denenmiştir. Tasarımda günümüzde tasarlanan tanklardaki dişli sorununa da dikkat edilmiştir. Günümüzde tankların palet hareketi, birbiri içinde miller ile sabitlenmiş dişlilerin hareketleri ile sağlanmaktadır. Birbiri içine geçmiş çok sayıda dişli, birbirini döndürerek tank robotlarda palet hareketi gerçekleştirmektedir. Bahsedilen birbirine geçmiş dişlilerin oluşturduğu hareket motora bağlı olan ana dişlinin hareketi sayesinde

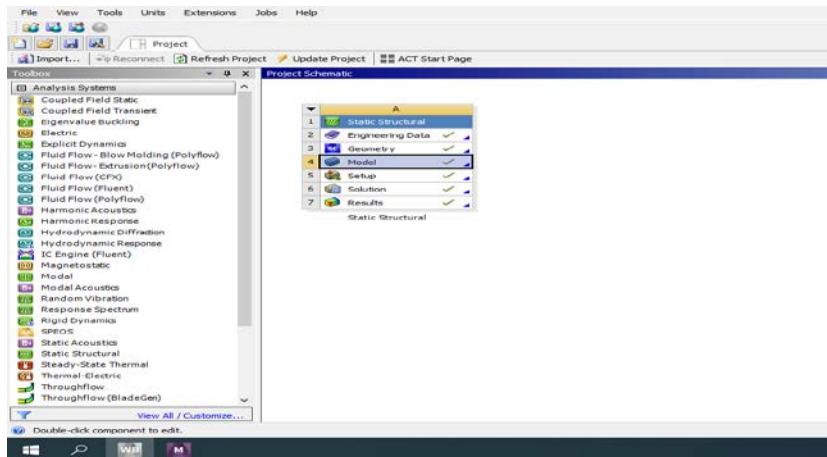
sağlanmaktadır. Ana dişlinin bu hareketi diğer dişlilerin sürtünme sebebiyle aşınmasına neden olmaktadır. Bu durum uzun vadede paletin tanktan sıyrılmasına neden olmaktadır. Tank robotlarda dişli tasarımı yapılırken büyük ve küçük boyutlardaki dişliler arasındaki hareket aktarımı küçük boyuttaki dişlide yük miktarını arttırmaktadır. Ağır yük dişlisi, bahsedilen küçük boyuttaki dişlilerdir. Bu dişliler aşırı basınç oluştuğunda titreşim ve gürültü oluşmaktadır. Ağır yük dişlileri endüstriyel sanayide de fazlasıyla kullanılmaktadır. Ancak titreşim ve gürültü sorunu tank robotlar için çözülmesi gereken başlıca problemdir. Bu sorun askeri açıdan düşünüldüğünde hassasiyet gerektiren operasyonlarda çıkardığı gürültü sebebiyle büyük sorun teşkil etmektedir. Çalışmada titreşim ve gürültü sorununu çözmek için rulmanlı tekerler tercih edilmiştir. Motorun paletle birleştiği yer dişli sistemi olarak kullanılmış ve döndürme hareketi dişlinin paletin içine geçerek sağlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tank Robot Kasa Tasarımının Yük Dayanımının Ansys Programında Analizi

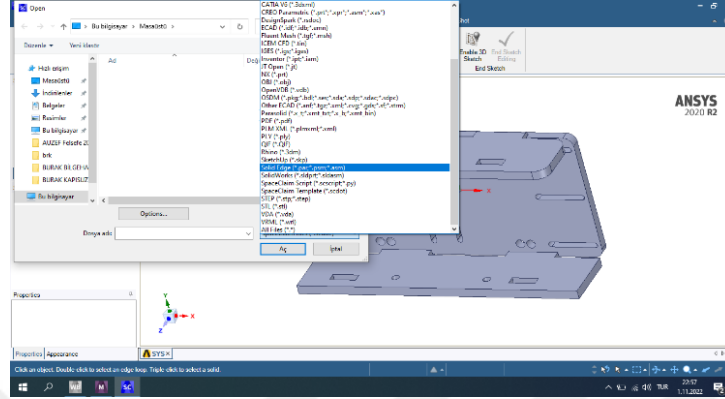
Tank robotun kasa tasarımları Solidworks programında inşa etmiştir. Tasarımların ne kadar kuvveti kaldırabildiği, uygulanan kuvvette karşı kasada kırılma noktalarının nereler olduğu ve bu kırılma noktalarının nasıl güçlendirileceği testleri, Ansys programında yapılmıştır. Programa değinmeden önce kasaya uygulanması gereken maksimum kuvvetler üstünden testler yapılmıştır. Programın zayıf olarak gösterdiği kısımların et kalınlıkları 1 mm artırılarak kasa kuvvet dayanımı dengelenmiştir. Bu testlere ek olarak tankta DC motorlar hareketi paletlere aktaran dişlilere de on iki noktadan kuvvet uygulanmış ve en kötü durumda tankın ağırlığının maksimum olduğu yerlerde dişlinin zayıf olduğu kısımlar tespit edilmiştir.

Tank bu tasarımda belirli bir yük taşıması amacıyla tasarlanmamıştır. Ancak daha sonraki geliştirmelerde kurtarma görevi için gerekli olan ya da bir kazazedeye insanların müdahale edemeyeceği noktalara inip yardım malzemesi taşıması amacıyla maksimum ne kadar yük taşıyabildiğinin ve kasadaki zayıf noktaları tespit etmek amacıyla bu testlerden geçirilmiştir. İlk olarak Ansys programına girilip toolbox içerisinde analysis systems sekmesinden static structural sekmesi sisteme atılmıştır. Statik testler yapmak için alanlar oluşturulmaya başlanmıştır.



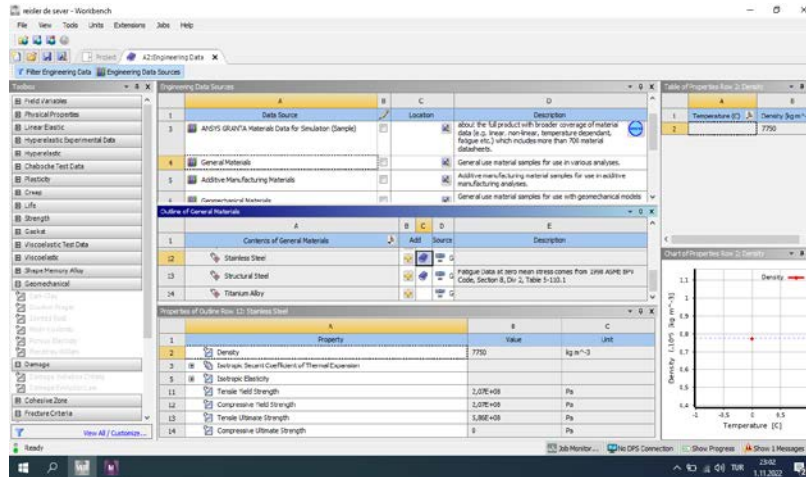
Şekil 4.1. Ansys Programı Arayüzü

Bu alan açıldığında altı sekme öne çıkmaktadır. Burada engineering data sekmesinde tasarımı yapılmış olan modelin malzeme seçimini yapılmaktadır. Testlere bu malzemenin dayanım değerlerine göre devam edilmektedir.



Şekil 4.2. Ansys Programı Geometry Kısımına Solidworkste Çizilen Tank Tasarımının Aktarımı

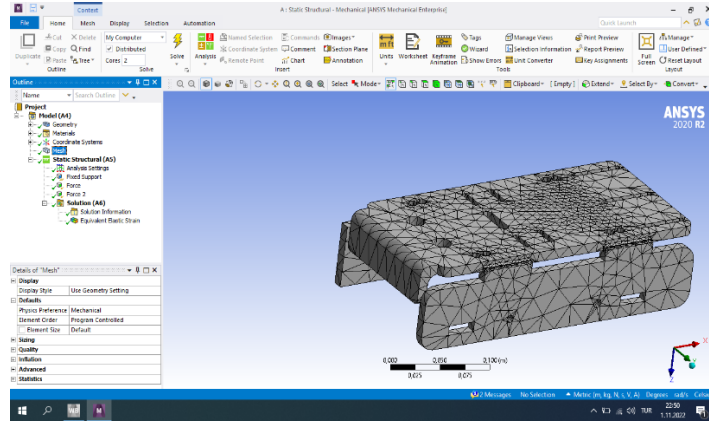
Geometry kısmında tasarım yapabilmekte veya tasarım Solidworks gibi CAD programlarında yapıldıysa tasarım açılabilir. Geometry kısmında Solidworks kasa tasarımı açıldıktan sonra engineering data sekmesinde malzemenin çeşidini seçilebilir.



Şekil 4.3. Ansys Programının Engineering Datada Analiz Yapılacak Malzeme Çeşidi Seçimi

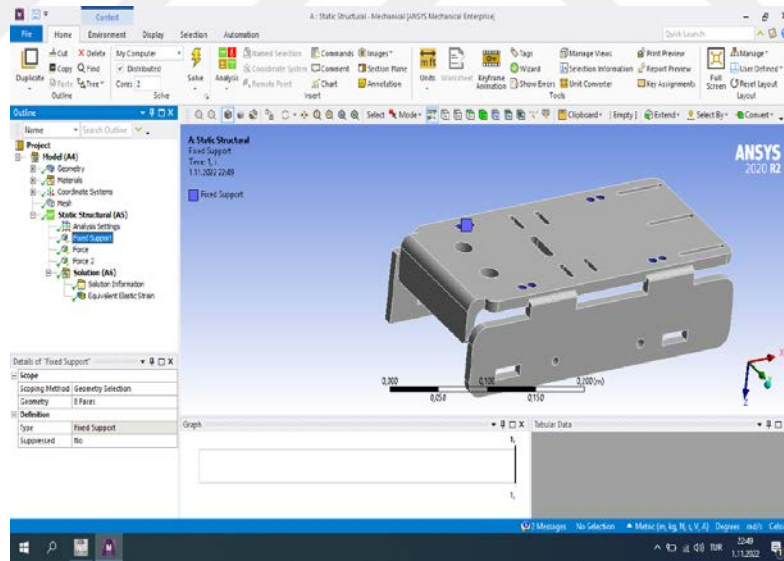
Engineering data kısmında tasarımı yapılmış olan tankın malzemesi paslanmaz çelik olarak seçilmiştir. Seçimi yapılan malzemenin karakteristik değerleri Şekil 4.3.'te gösterilmiştir. Malzeme çeşidi seçildikten sonra model sekmesinden analiz kısmına geçilmektedir. Model sekmesine gelindiğinde ilk önce mesh özelliği kullanılarak sonlu eleman yöntemi devreye sokulmaktadır. Sonlu eleman yöntemi bir parçayı analiz ederken

ayrı ayrı parçalara dönüştürüp her bir parçacığı küçük parçacıklara dönüştürüp analizin kolay ve yükün (kuvvetin) her bir noktasının maruz bırakılmasını sağlamaktadır.



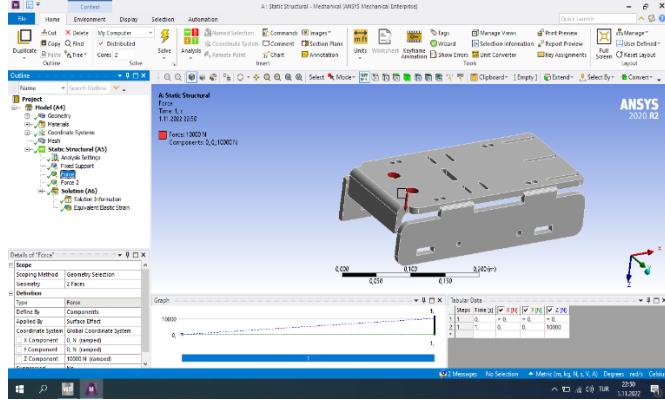
Şekil 4.4. Ansys'te Sonlu Eleman Yöntemi

Tankın kasa tasarımı küçük parçalara ayrıldıktan sonra statik testlere hazır hale getirilmiştir. Kasa ilk önce tanka, fixed support komutuyla sekiz noktadan sabitlenmiştir. Sabitlenen bu noktalar uygulanan kuvveti kasaya eşit bir şekilde dağılmasını sağlamaktadır. Bunlar kartların montajından sonra kasada boş kalan kısımlardır.



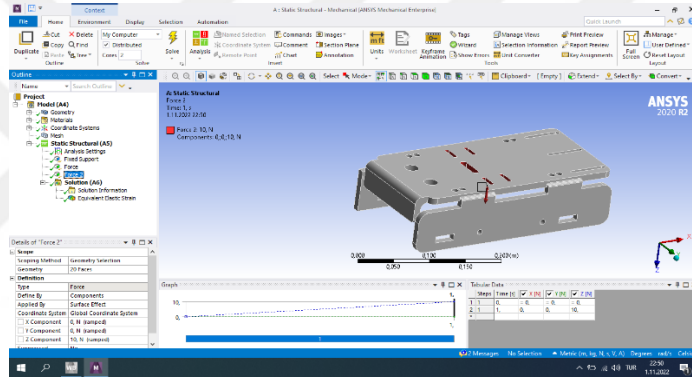
Şekil 4.5. Ansys'te Fixed Support Komutu

Fixed support komutuyla sabitlenen noktalardan sonra kasaya force komutuyla iki adet Z ekseninde ön kısma kuvvet uygulanmaktadır. İlk olarak öndeki iki daire alanından 10000N kuvvet uygulanmaktadır.



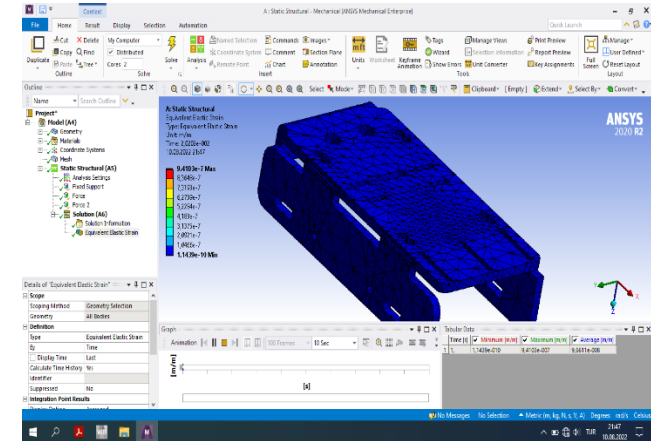
Şekil 4.6. Anys'te Force komutu

Daha sonra orta kısımdan beş noktadan Z eksenine 10 N kuvvet uygulanmaktadır. 10N kuvvet kartların kasaya uyguladığı ağırlık kuvvetine yakın olduğu için verilmiştir.

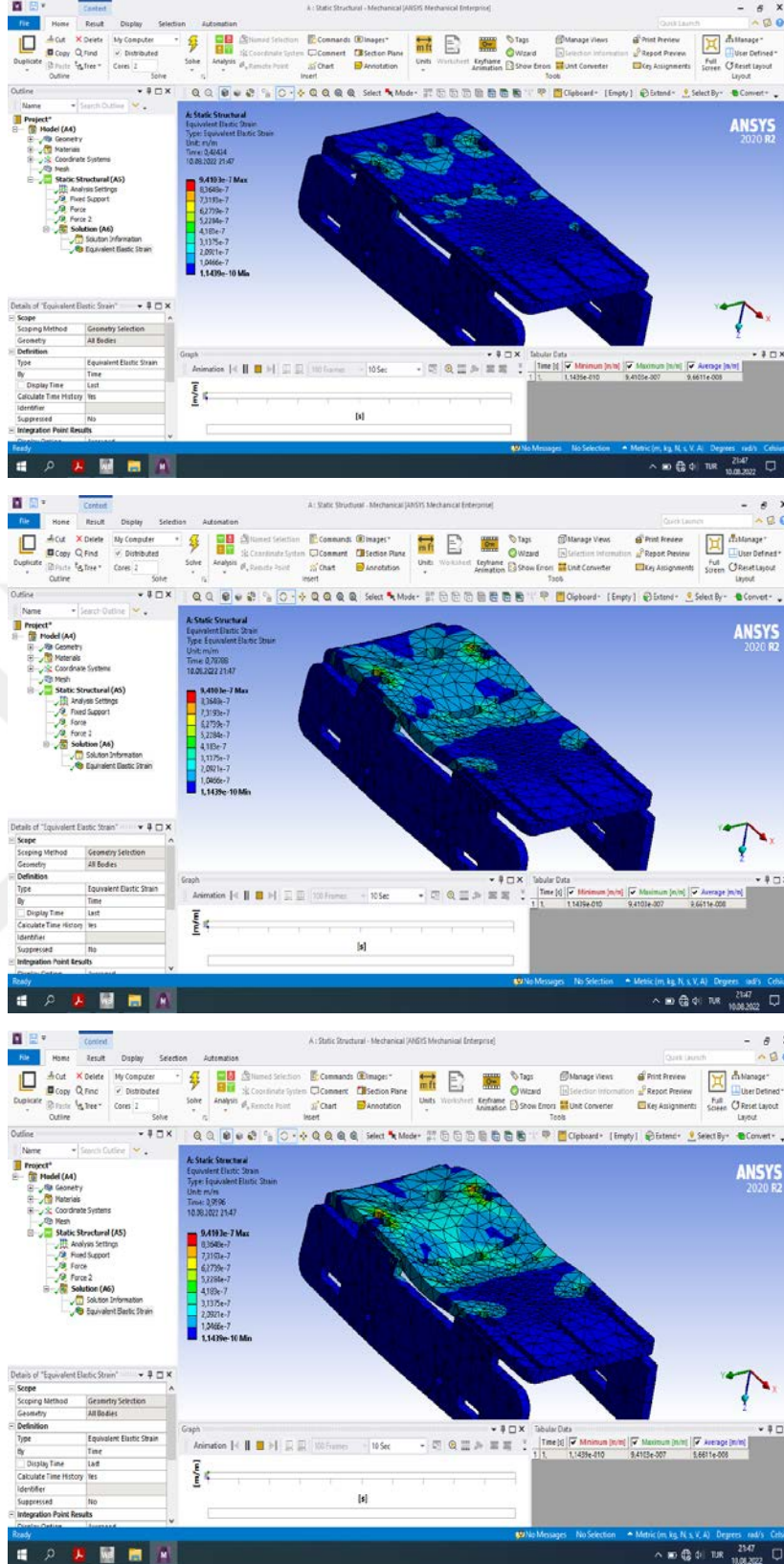


Şekil 4.7. Anys'te Force Komutuyla Beş Noktadan Kuvvet Uygulama

Analiz değerleri girildikten sonra solve komutuna basılıp Equivalent Elastic Strain (Eşdeğer Elastik Şekil Değiştirme) analizi başlatılmaktadır.



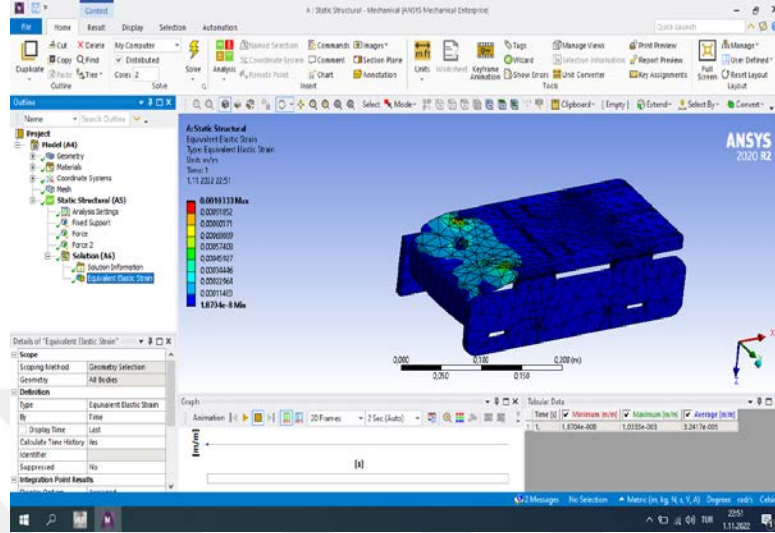
Şekil 4.8. Anys'te Equivalent Elastic Strain Analizi



Şekil 4.9. Anys'te Equivalent Elastic Strain Analizi Sonuçları ve Kasa Tasarımının Zayıf Noktaları

Deformasyonun en fazla olduğu orta nokta kırmızı, sonra turuncu, sarı, yeşil ve deformasyonun en az olduğu mavi renge doğru düzenli bir geçiş bulunmaktadır. Elastik

Eşdeğer Şekil Değiştirme analizinde orta noktada maksimum kenarlara doğru azalan bir değişim bulunmaktadır. Kasa tasarımında orta noktaya binen kuvvetten ötürü orta noktada et kalınlığı 1 mm artırılmıştır.

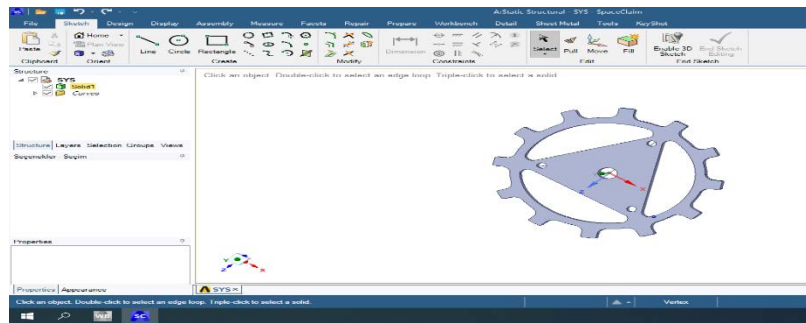


Şekil 4.10. Ansys'te Kasa Tasarımının Ön Noktasında Zayıf Kısımlar

Artırılan et kalınlığından sonra kasanın orta nokta dayanımı daha yüksek olmuş ve ön kısımda elastik şekil değişimi artmıştır.

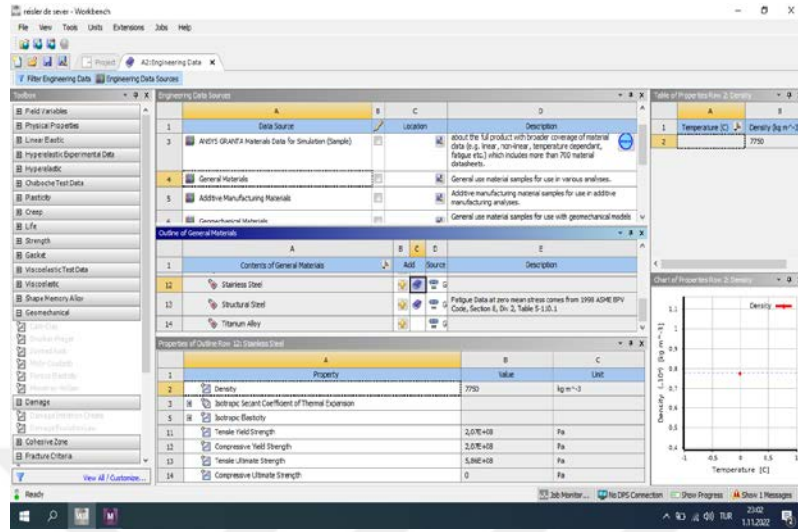
4.2. Tank Palet Dişli Tasarımının Yük Dayanımının Ansys Programında Analizi

Güncellenen kasa tasarımından sonra sıra dişli analizinin yapılacağı kısma gelmiştir. Solidworks tasarımı yapılmış olan dişli Ansys geometri kısmına girilip programa yüklenmektedir.



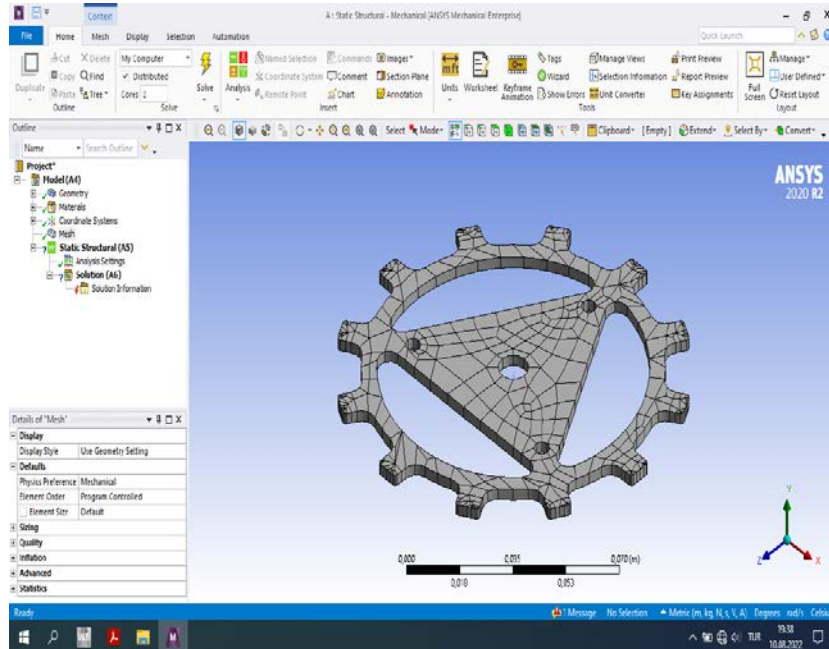
Şekil 4.11. Ansys Programı Geometri Kısmına Solidworkste Çizilen Dişli Tasarımının Aktarımı

Engineering data kısmında herhangi bir malzeme seçilmezse yapı çeliği atanmaktadır. Malzeme seçimi paslanmaz çelik olarak seçilmiştir.

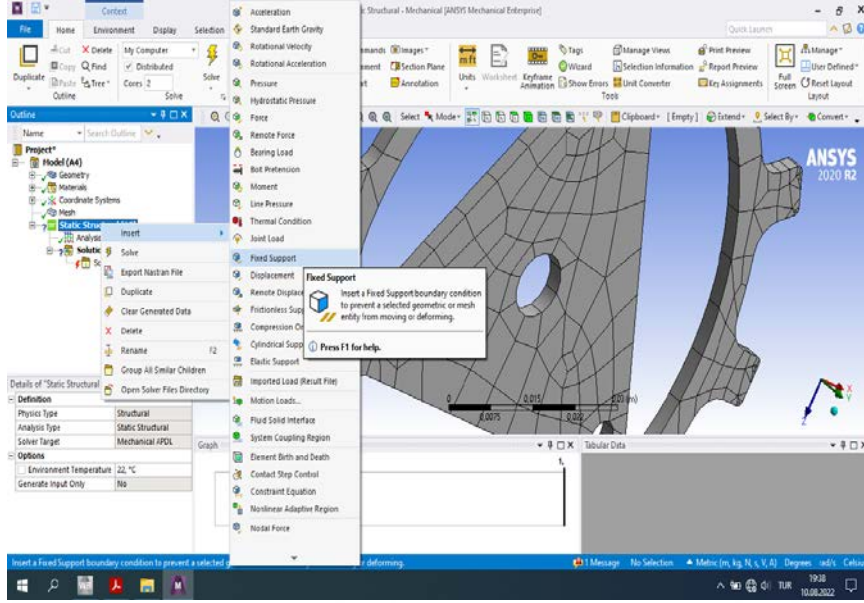


Şekil 4.12. Ansys programının engineering datada analiz yapılacak malzeme çeşidi seçimi

Malzeme çeşidi seçildikten sonra model sekmesinden analiz kısmına geçilmektedir. Model sekmesine gelindiğinde ilk önce mesh özelliği kullanılarak dişli küçük parçacıklara ayrılmıştır.

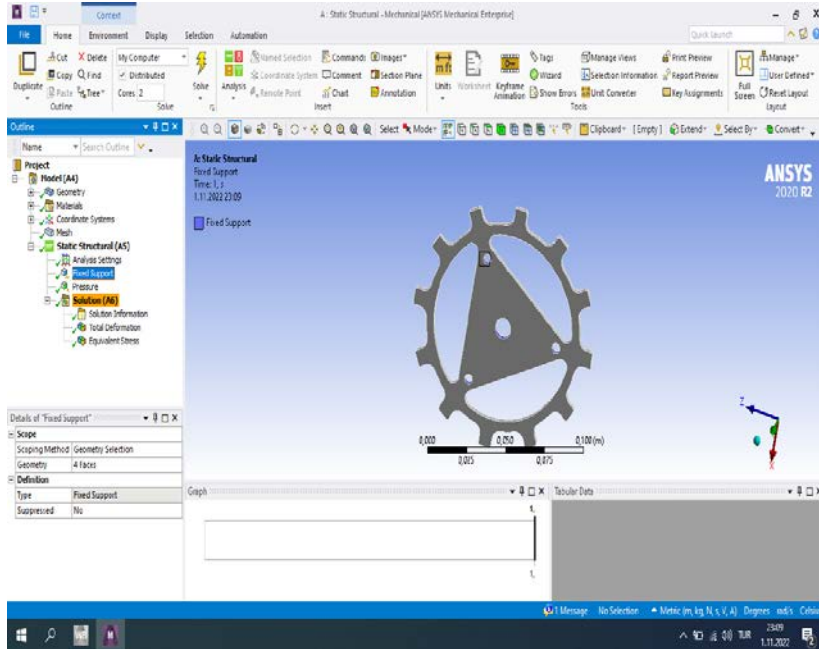


Şekil 4.13. Anys'te Sonlu Eleman Yöntemi



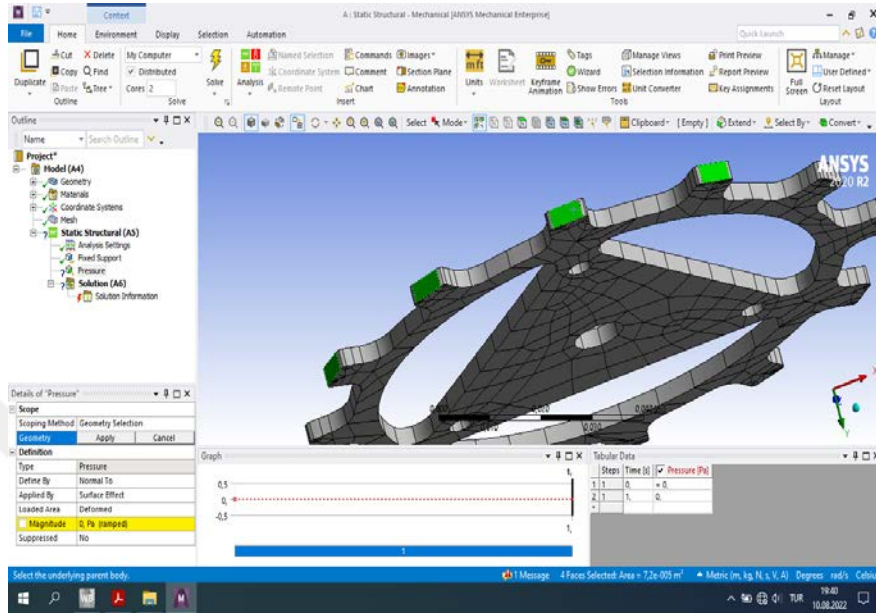
Şekil 4.14. Anys'te Fixed Support Komutu Seçimi

Dişli tasarımı küçük parçalara ayrıldıktan sonra statik testlere hazır hale getirilmiştir. Dişli fixed support komutuyla dört noktadan sabitlenmiştir. Sabitlenen bu noktalar dişlinin DC motora bağlandığı üç vida kanalları ve orta nokta ise dişlinin motor miline bağlı olduğu noktadır.

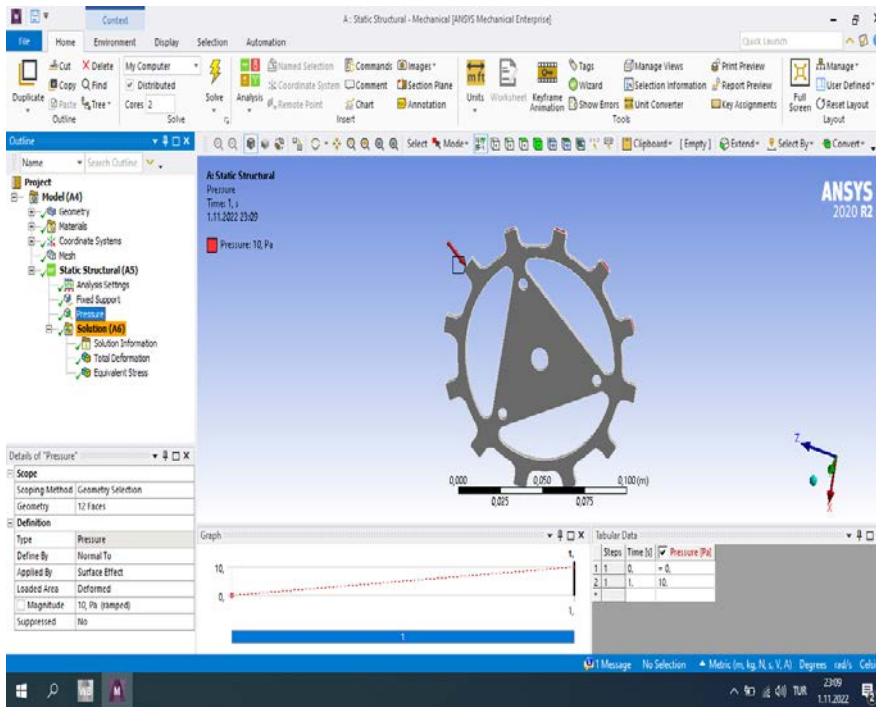


Şekil 4.15. Anys'te Fixed Support Komutuyla Dişlinin Üç Noktadan Sabitlenmesi

Fixed support komutuyla sabitlenen noktalardan sonra kasaya force komutuyla on iki adet dişe kuvvet uygulanmıştır. Normal şartlarda dişlinin palet hareketinde yüke maruz kalan dört dişlisi olduğu görülmüştür. Tüm durumları değerlendirebilmek amacıyla on iki adet dişin tamamına 10 Pa bir kuvvet uygulanmıştır.

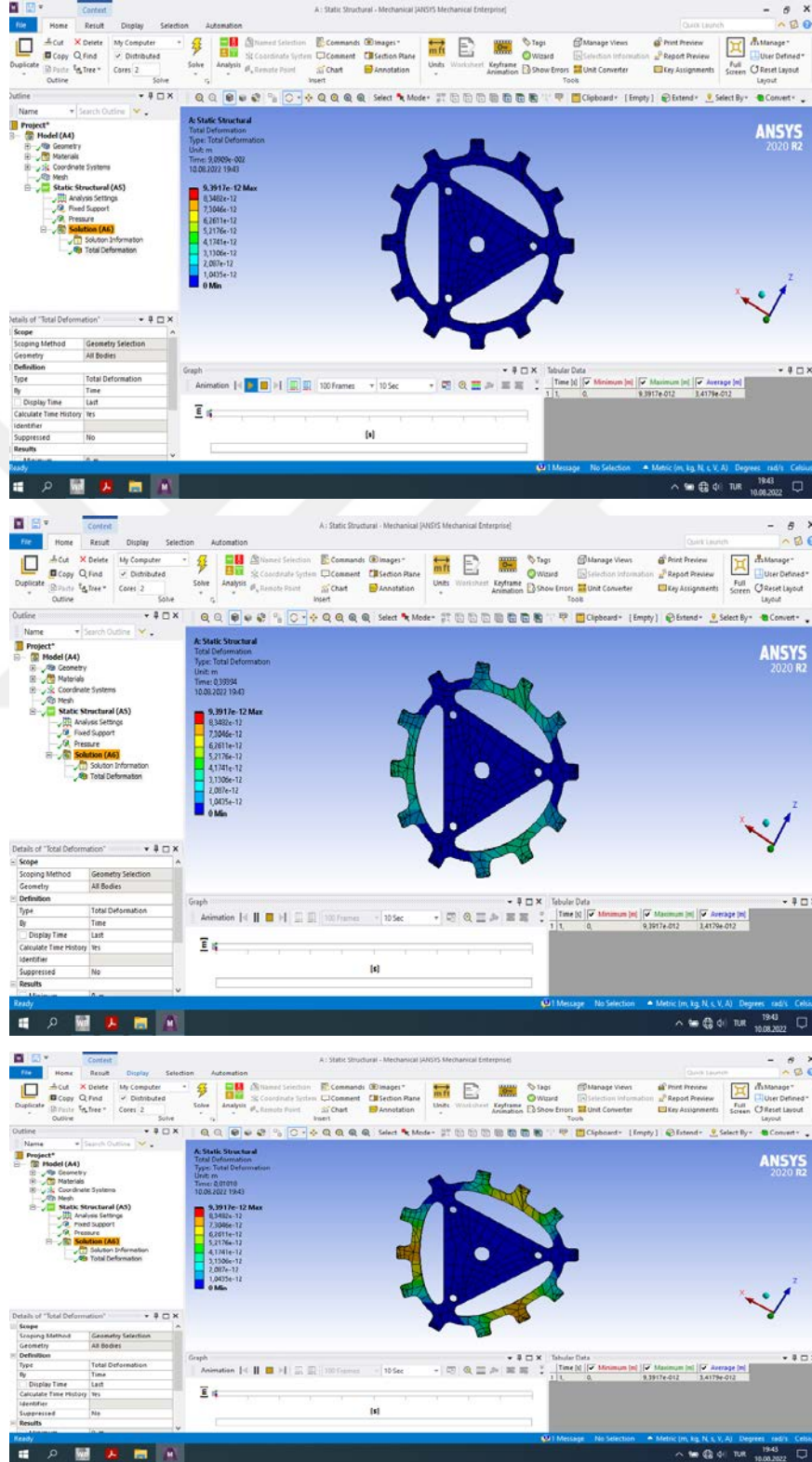


Şekil 4.16. Ansys'te Force Komutuyla On İki Noktadan Kuvvet Uygulama

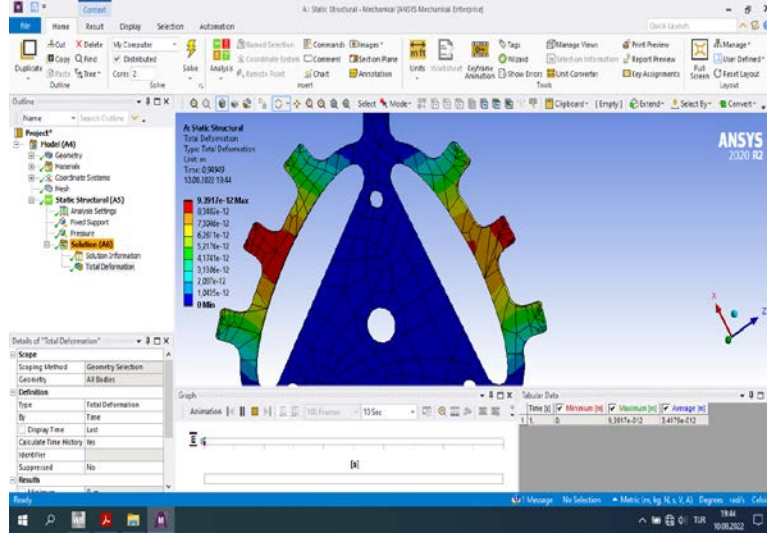


Şekil 4.17. Ansys'te Force Komutuyla Dişliye Uygulanan Kuvvet Açısı

Analiz değerleri girildikten sonra solve komutuna basılıp Equivalent stress (Eşdeğer Gerilme) ve total deformation (Toplam Deformasyon) analizleri başlatılmaktadır.

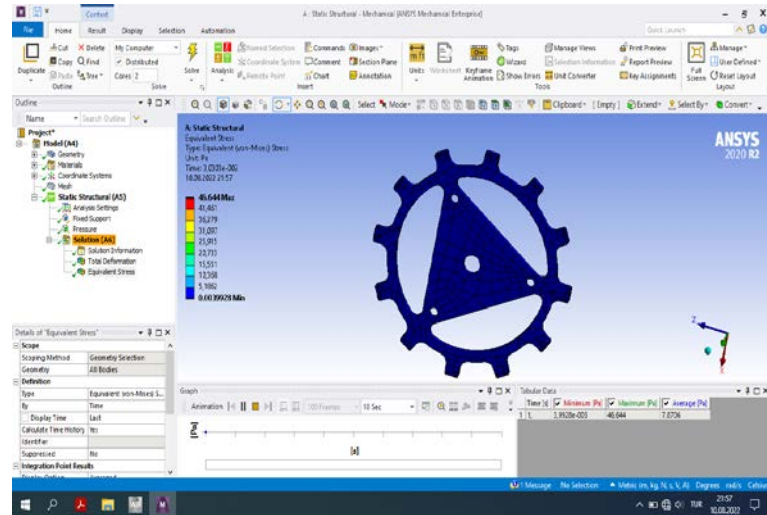


Şekil 4.18. Ansys'te Equivalent Stress Analizi Sonuçları ve Dişli Tasarımının Zayıf Noktaları

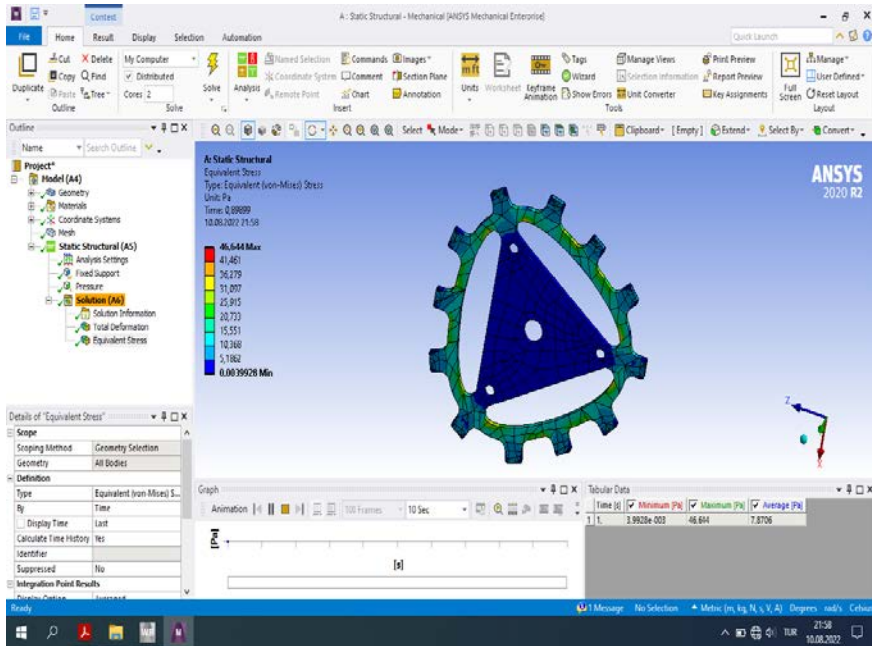
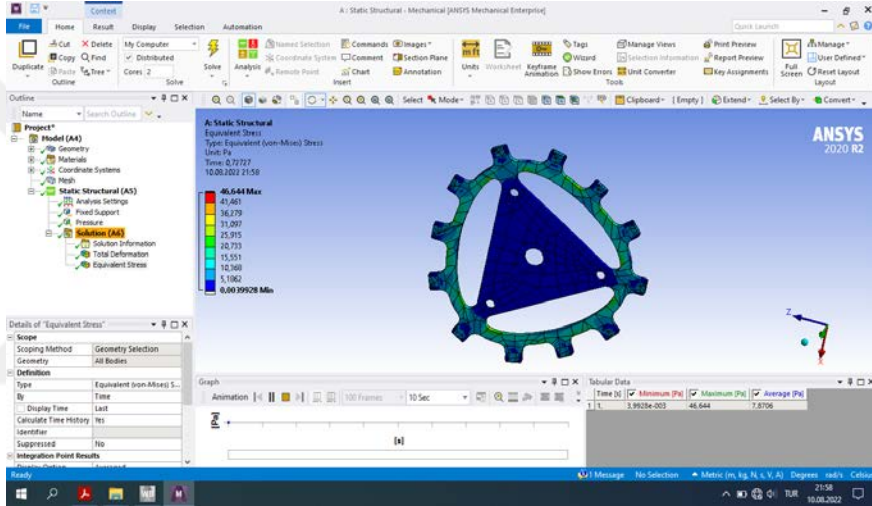
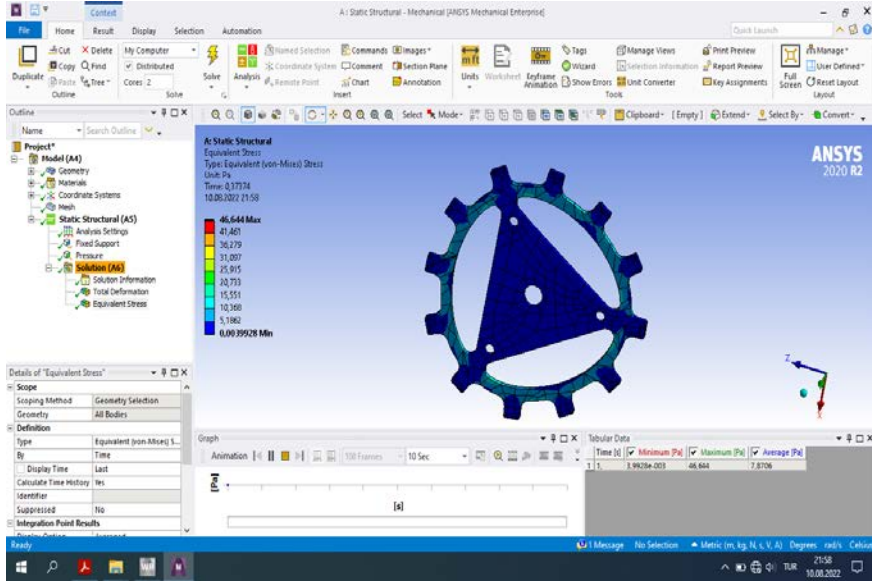


Şekil 4.19. Ansys'te Equivalent Stress Analiziyle Dişli Kırılma Noktaları

Toplam deformasyon analizinde uygulanan kuvvet sonucu tankın dişlisinde üçgen bağlantıları ortasındaki dişlilerde deformasyon oluşmuştur. En büyük deformasyon orta kısımda olmakla beraber, kenarlara doğru bu etki azalmıştır. Maksimum 9.4 Pa kuvvete kadar dayanım gösterebilmektedir. Dişlinin tasarımında paslanmaz çelik seçilmiştir. Paslanmaz çeliğin yapısında %10-11 arası krom bulunur ve çelik-krom alaşımıdır. Kırılma noktalarındaki dişlilerde karbon oranı artırılarak çeliğin basınca dayanımı artırılmıştır.



Şekil 4.20. Ansys'te Total Deformation Analizi



Şekil 4.21. Anys'te Total Deformation Analizi Sonuçları

Şekil 4.23. DC Motorların Dişlilere ve Paletlere Montajı

Sağ ve sol kısımlara motorlar sabitlenip paletler yerleştirildikten sonra bu iki parça vida ve somun aracılığıyla ortadaki lipo bataryayı koymak için tasarlanan parça aracılığıyla birbirlerine sabitlenmiştir. Lipo batarya koymak için oluşturulan orta kısımdaki parçanın ebatları batarya boyutlarına göre belirlenmiştir. Hareket esnasında bataryanın düşmemesi için cırtlar kullanılmıştır. Cırtın biri kasaya sabitlenmiş diğer cırt ise batarya üstüne sabitlenmiştir. Böylelikle hareket esnasında pil yerinden oynamamış olacaktır.

Şekil 4.24. Lipo Pil Montaj Alanı

Bu kısımda pilin montajı yapılmıştır. Üst kasa montajı için dört noktadan ileri doğru bükme yapılan üst kasa montaj noktalarına iki adet delik açılmış bu noktalardan vida somun aracılığıyla üst kasa montajı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.25. Tank Üst Kasa Alanı

Üst kasada bırakılan boşluklar elektronik devre kartlarının montajı için bırakılmış olup üst kasa düzeninin ön kısmında lazer modülü sabitlemek için iki dairelik alan bırakılmıştır. Bu dairelerden geçirilen cırt kelepçe ile lazer modül hedefi yok etmek için en ön noktaya sabitlenmiştir. Yan kısmına hareketli kamera için servo motor düzeneği yerleştirilecektir.



Şekil 4.26. Servo Motor Montaj Alanı

Servo motor sabitleme parçasının sağa sola 180 derece dönebilmesi için ilk servo motor alt noktaya yerleştirilmiştir. Servo motorun, motor mili sabitleme aparatı alt kasaya sabitlenmiştir. Daha sonrasında ikinci servo motor birincinin üstüne sabitlenip yukarı aşağı 180 derece hareket sağlaması için konumlandırılmıştır. En üst kısma ise kamera sabitlenip kamera montajı tamamlanmıştır.



Şekil 4.27. Birinci Servo Motor Montajı ve Sağ - Sol Hareket

Alt kısma sabitlenen birinci Servo motor sağa ve sola hareketi sağlayan servodur.



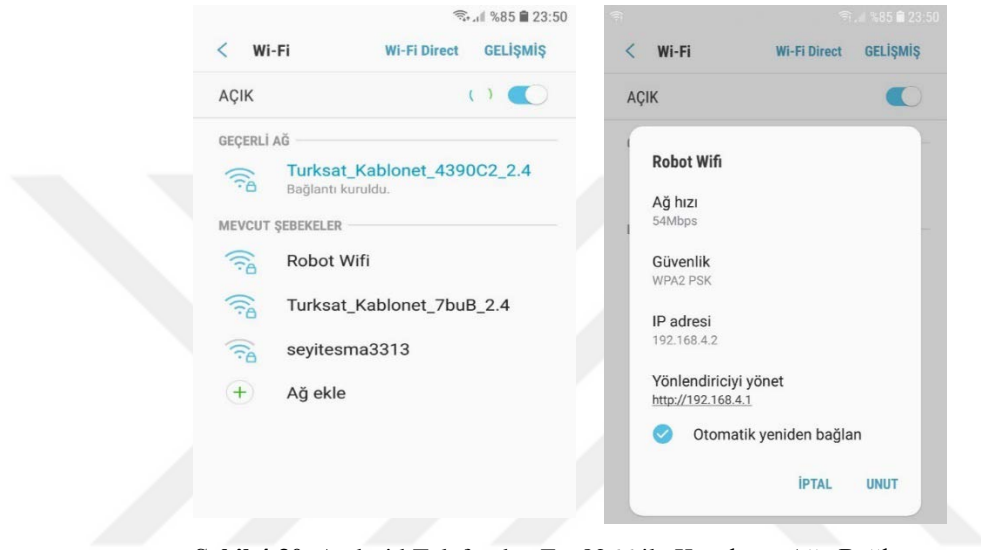
Şekil 4.28. İkinci Servo Motor Montajı ve Yukarı - Aşağı Hareket

Birinci servo motorun üstüne ikinci servo motor sabitlenmiştir. İkinci servo motor yukarı ve aşağı 180 derece açı yapmakla görevlidir. En üst kısma ise kamera sabitlenmiştir. Kasa montajı ve servo motorların montajı bitirildikten sonra sıra elektronik devrelerin uygulaması ve testlerine gelmiştir. İlk olarak Esp8266 modemcu karta Arduino İde programından tasarlanan yazılım yüklenmiştir.



Şekil 4.29. Esp8266 modemcu karta Arduino İde programıyla yazılım yükleme

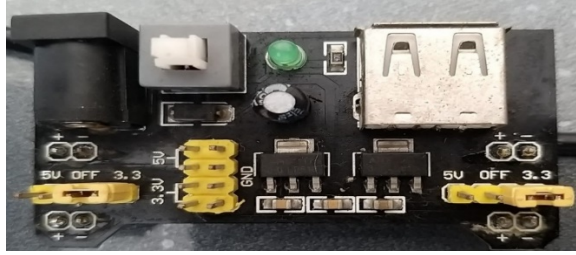
Yazılım yüklendikten sonra Esp8266 karttaki ledler aktif olup yanmaya başlamıştır. Wifi ağının kurulmuş olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra mobil uygulamanın kullanılacağı telefondan ağı görüntülemek için wifi ağ listesini açılmıştır. Robot Wifi olan ağa tıklanıp yazılımda belirlenen '87654321' parola girilip ağ özelliklerinden IP numarasını görüntülenmiştir. Sonra IP adresi mobil uygulamaya girilip motorlara hareket ve lazer modül tetiklemeleri için sistem aktif edilmiştir.



Şekil 4.30. Android Telefondan Esp8266 ile Kurulmuş Ağa Bağlanma

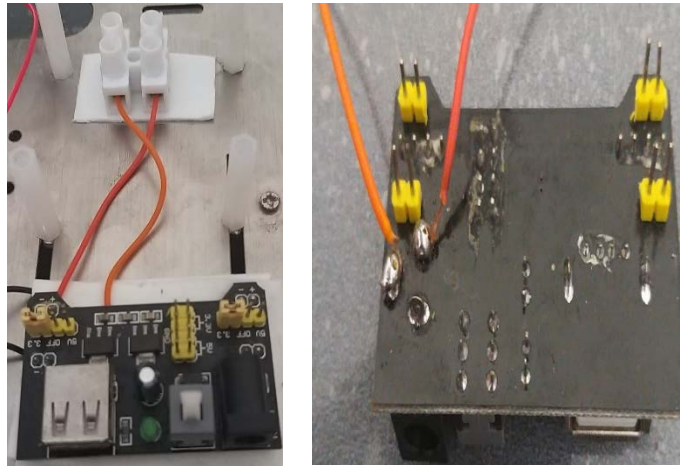
192.168.4.2 olan IP adresi buradan öğrenildikten sonra lazer modül kontrol devresi ve servo motor bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Bu devrelerin çalışmasında bazı sıkıntılar gerçekleşmiştir. Servo motorlarda hareket vardır ancak hareketlerde titreme sorunu bulunmuştur. Lazer devresinde ise röle kartın kumanda bobini tetiklemesinde zorlanma olmuştur. Bu iki devre elemanlarının datasheetleri incelediğinde, ideal çalışma voltajlarının 5V olduğunu görülmüştür. Esp8266 karttan gelen enerji ise 3V civarındadır. Gerekli olan voltaj sağlanmadığı için devre elemanlarında bu tür problemler yaşanmıştır. Bu problemler breadboard güç kaynağı modül kartı ile çözülmüştür. Bu kart incelendiğinde, power jack girişinden 12v enerji uygulandığında 3v ve 5v enerji çıkışları ve usb besleme çıkışı sağlamaktadır. Üzerinde bulunan butonla devreye uygulanan elektrik akımını geçip geçmemesini sağlamakta ve led yardımıyla elektrik akımını geçirirse ışıklı bir uyarı şeklinde görülebilmektedir. Üzerinde bulunan usb çıkışı sayesinde kameraya gerekli olan 5v enerjiyi sağlamıştır. Esp8266 kartında vin ve gnd beslemeleri

kartın pinlerinden sağlanmaktadır. Röle kart ve servo motorların vcc ve gnd bağlantıları kartı 5v ve gnd pinlerinden aktarılmıştır.



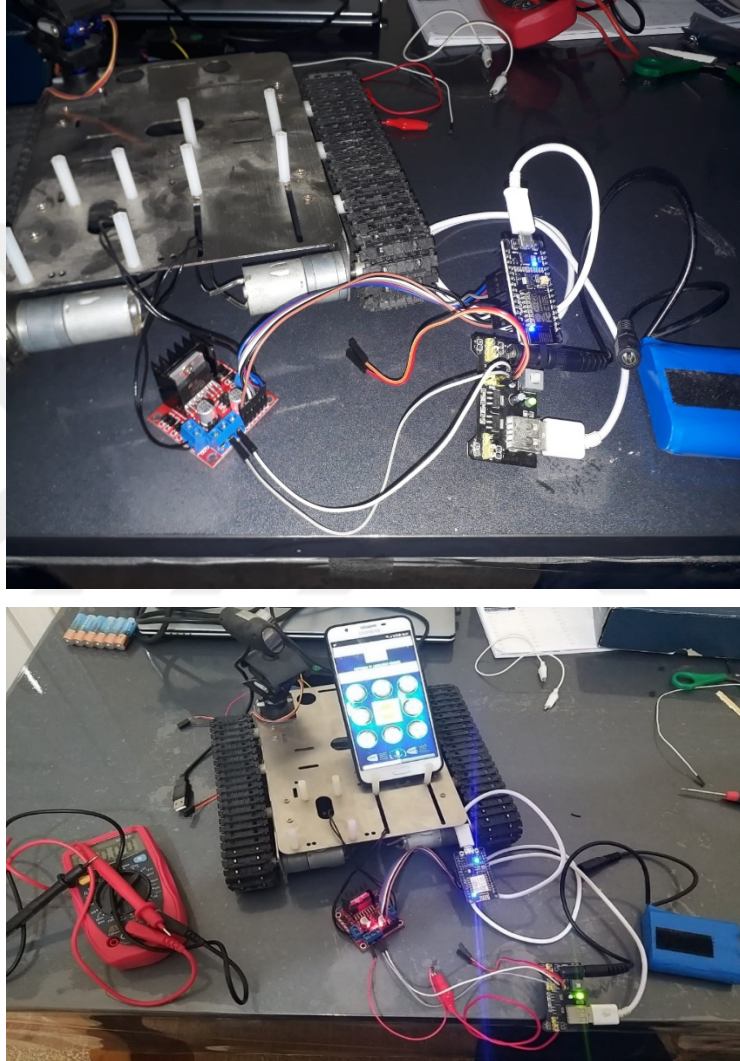
Şekil 4.31. Breadboard Güç Kaynağı Modül Kartı

Gerekli beslemeler yapıldıktan sonra bu kartın üstünde olmayan 12v bağlantı pinleri dikkati çekmiştir. Lazer yakıcı modül ve motor sürücü kartı beslemek için 12v enerjiye ihtiyaç duyulmuştur. Bu sorunu ise 12v uygulanan power jack yuvasından avometre yardımıyla ölçüm yaparak çözülmüştür. Avometre DC voltaj okuma kademesine alınıp 20 kademeye getirilmiştir. Daha sonra jack yuvasının bağlantı bacaklarını ölçülmüştür. Avometrenin kırmızı probunun koyulduğu bacak '+', siyah probunun koyulduğu bacak '-' olarak tespit edilmiştir. '+' ve '-' bacaklar tespit edildikten sonra lehimlenen kablolar bir klemens ile sabitlenmiştir. Kasa metal olduğu için iletim ve kısa devre sorunu olmaması için kartın ve klemensin tabanı çift taraflı bant yardımıyla izole edilmiştir.



Şekil 4.32. Güç Kaynağı Modül Kartın 12V Enerji Klemens Bağlantıları

Gerekli güç dağılım ayarlamaları yapıldıktan sonra DC motor kontrol devresinin testlerine başlanmıştır. DC motor kontrol devresinin elemanları olan 3s lipo pil, güç dağıtım kartı, Esp8266, l293b motor sürücü kartı, 12V DC motorlar elektronik devre şemasındaki bağlantılarda olduğu gibi bir araya getirilip mobil uygulamadan butonlar ile tetiklediğinde butonlara atanan harfler işlemciye iletilip atanan harfin hareketini DC motorlar yapmaya başlamaktadır.

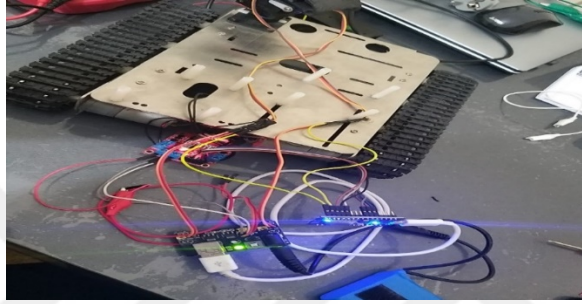


Şekil 4.33. Dc Motorların Çalışma Testleri

DC motorlar kasa toplanırken monte edilmiştir. Kauçuk palet ayarlamaları yapılmış, kablolar lehimlediği için motor sürücüyü sağ ve sol klemenslerden sabitlenip testler bu şekilde gerçekleştirilmiştir. İlk denemede bir motorun ters yönde hareket ettiğini tespit edilmiştir. Daha sonra bu motora motor sürücü bağlanan kabloları ters

çevrilerek tekrar komut yollanıp test edilmiştir. Verilen komutlara göre motorların hareketi sağlanmıştır. İstenen şekilde motor hareketleri gerçekleşmiştir.

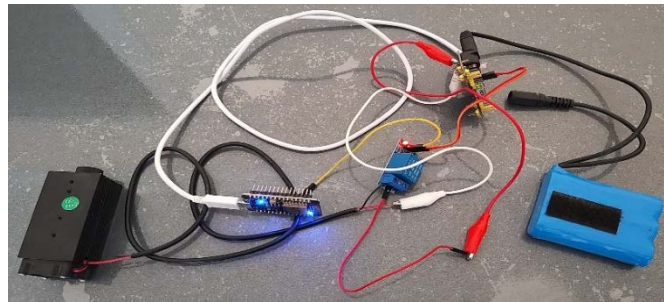
Daha sonra servo motorların testleri motor devresi ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Servo motorlarda kahverengi olan kablo '-' bacak, kırmızı olan kablo '+' bacak, turuncu olan kablo 'veri pini' olarak çalışmaktadır. Kırmızı ve kahverengi olan bacaklara güç dağıtım kartından 5V enerji verip veri bacaklarını Esp8266 kartın bağlı olduğu dijital pinlere bağlanmıştır. Mobil uygulamada slider ile verilen hareket aralığında çalışması test edilmiştir. Yapılan testte verilen komutlara göre hareket etmiştir.



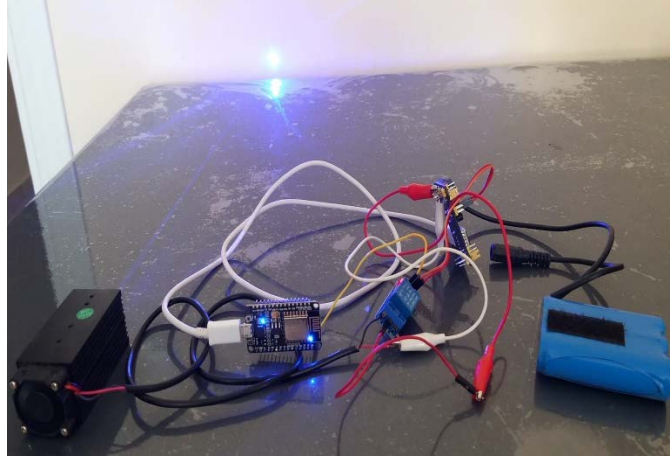
Şekil 4.34. Servo Motorların Çalışma Testleri

4.4. Lazer Modülün Mobil Uygulama ile Tetikleme Testleri

Lazer kontrol devre elemanları olan 3s lipo pil, güç dağıtım kartı, Esp8266, röle, lazer yakıcı modülü elektronik devre şemasındaki bağlantılarda olduğu gibi bir araya getirilmiştir. Mobil uygulamadan rölenin tetiklendiği dijital pine 1 ve 0 verilerek dijital veri gönderilmiştir. 1 komutu verildiği zaman 3v bir enerji rölenin bobinajını tetikleyecektir. Lazer modül aktif olup yakma işlemini başlatacaktır. 0 komutunu gönderdiğinde 0v enerji gidip rölenin bobinajını tetikleyemeyip lazer modülü kapatacaktır. Lazer modülün '+' hattı rölenin NO kısmına bağlanmıştır. Güç dağıtım kartından 12V enerji ise rölenin COM kısmına bağlanmıştır.

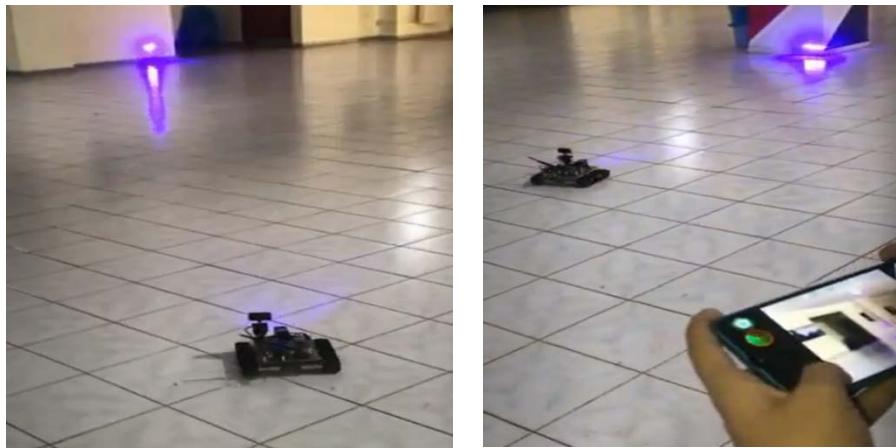


Şekil 4.35. Lazer Yakıcı Modül Devresinin Montajı



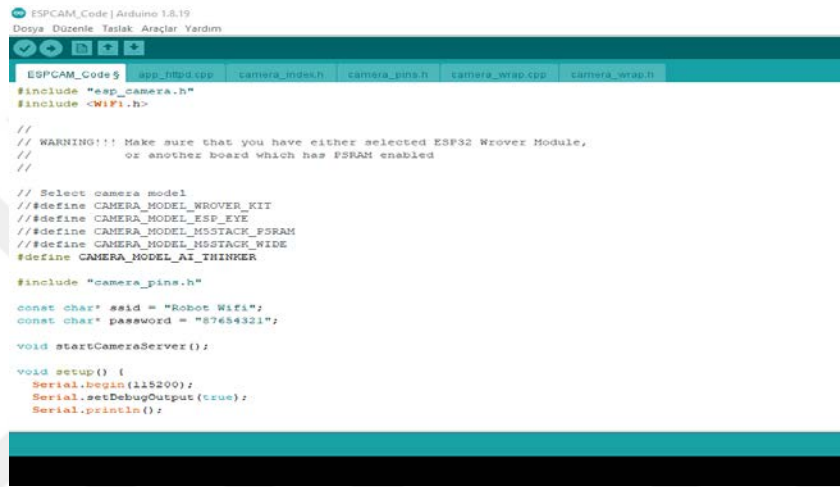
Şekil 4.36. Lazer Yakıcı Modül Devresinin Çalışma Testleri

Lazer modülün tankın hareketi esnasında verilen komutlara göre hedefe zarar verme testleri yapılmıştır. Yapılan bu testler canlı varlıklar üzerinde uygulanmamıştır. Duvar, kumaş ve kâğıt yüzeylere uyguladığı ısıdan yakma izlerinden tespitler yapılmıştır. Tespitler sonucunda 500 m yarıçaplık bir alanda hedef olarak verilen nesnelere yakıldığı tespit edilmiştir. Lazer modül yakın mesafelerde yakma işlemini daha verimli yaparken uzak mesafelerde yakma işleminde verimin biraz daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun temel sebebi lazer ışınının dar açılarda yakma işleminde başarılı olması ile ilgilidir. Bu mesafelerde daha kuvvetli yakma için lazer modülün önünde bulunan açı ayar vidası kısmından açı biraz küçültülerek uzak mesafede etkili bir yakma yapması için ayarlanmıştır.



Şekil 4.37. Tankın Hareketi Esnasında Lazer Modül Denemeleri

Yapılan bu kontrolde Esp32-cam kartın program ile haberleştiği seri port bu şekilde anlaşılmıştır. Daha sonra yazılımda wifi adı ve şifresinin ayarlanması gerekmektedir. Yazılım kısmında Esp8266 kart ile kamerayı birleştirmek için modem adı olarak Robot Wifi yazıp parola olarak 87654321 şeklinde tanımlama yapılmıştır. Yapılan bu ayarlama sayesinde Esp32 cam kart Esp8266 kartın kurmuş olduğu ağa bağlanıp bir ağ üstünde veri haberleşmesi yapabilecektir. Normal şartlarda insanlar bu kısma evlerinde bulunan modem wifi adını ve şifresini girip sistemi aynı ağ üstünde görüntü almalarını sağlamak için kurmaktadır.



```
ESPCAM_Code | Arduino 1.8.19
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

ESPCAM_Code$ app_init.cpp camera_init.h camera_pins.h camera_setup.cpp camera_wifi.h

#include "esp_camera.h"
#include <WiFi.h>

//
// WARNING!!! Make sure that you have either selected ESP32 Wrover Module,
// or another board which has PSRAM enabled
//

// Select camera model
#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
#define CAMERA_MODEL_NOVATA_PSRAM
#define CAMERA_MODEL_NOVATA_WIDE
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER

#include "camera_pins.h"

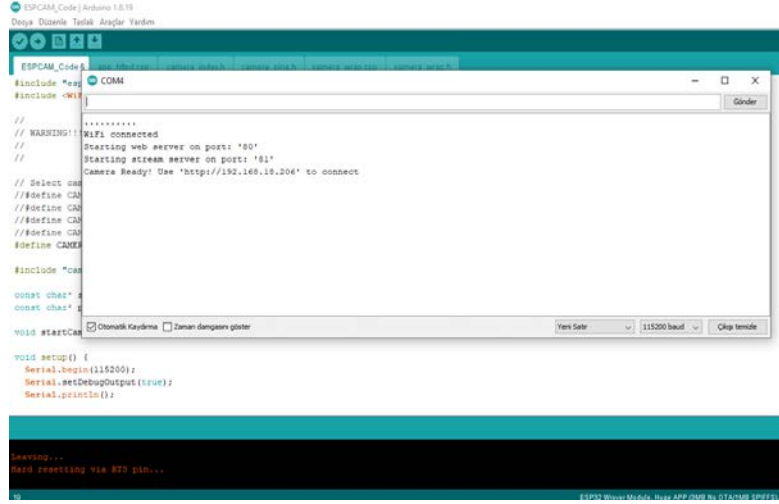
const char* ssid = "Robot Wifi";
const char* password = "87654321";

void startCameraServer();

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.setDebugOutput(true);
  Serial.println();
}
```

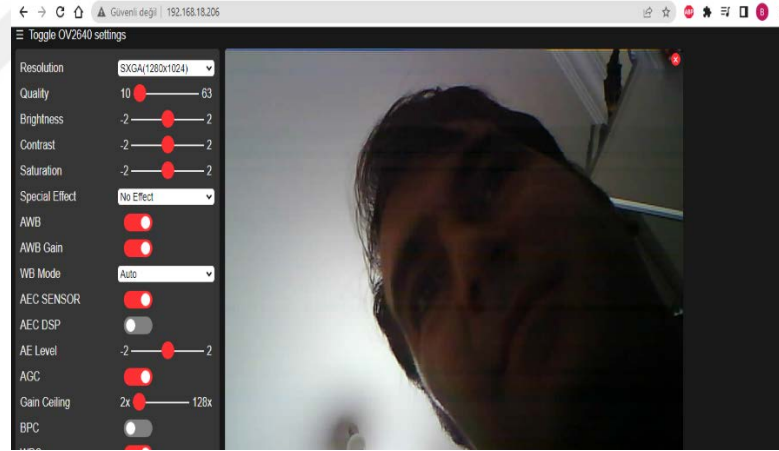
Şekil 4.40. Esp32-CAM Kartın Esp8266 İle Kurulan Ağa Bağlanması

Esp32-CAM kartta gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra yazılım yüklenmiştir. Yazılım yüklendi yazısı görüldükten sonra Esp32-cam kart kısa devre edilen pinlerin bağlantısı sökülüştür. Tekrar enerji verip programdan seri port olan COM4 görüntülenmiştir. Kamera görüntüleri aktarmak için bir ağa wifiye bağlanması gereklidir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra IP adresi verilebilmektedir. Esp8266 kartın kurmuş olduğu ağa bağlandıktan sonra ESP32-CAM kart IP adresi olarak 192.168.18.206 numaralı adrese atanmıştır.



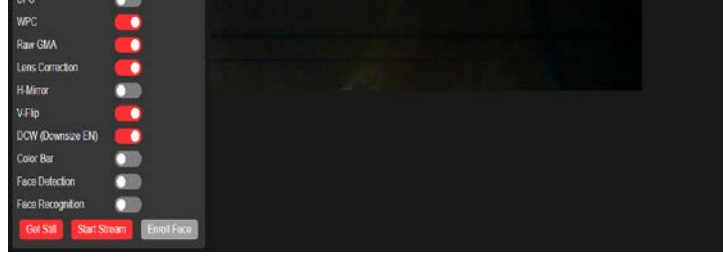
Şekil 4.41. Esp32-CAM Kartın IP Adresi

Esp32-CAM karttan IP adresi aldıktan sonra bilgisayarın Esp8266 yayınladığı Robot Wifi ağına bağlanması gerekmektedir. Gerekli olan parola girildikten sonra ağa bağlanıp internet sayfasına <http://192.168.18.206> yazılıp aratılmakta ve kameradaki görüntülerin aktarma işlemi başlatılmaktadır.



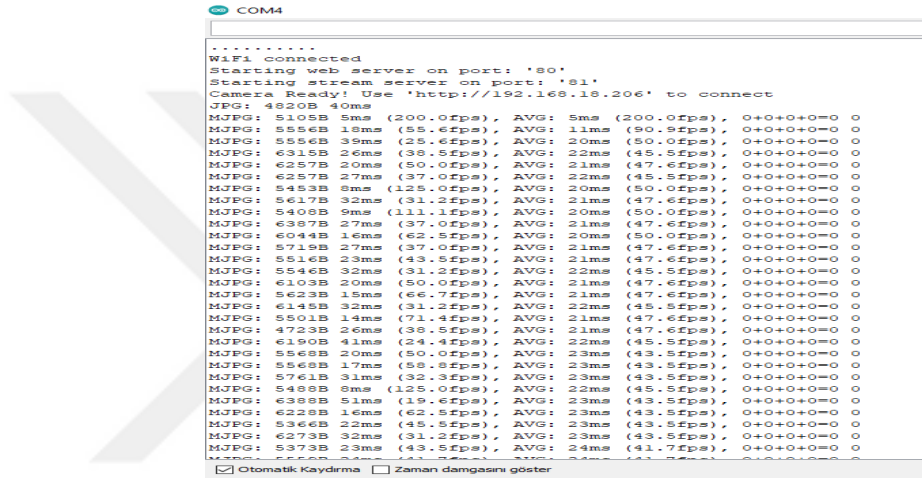
Şekil 4.42. . Esp32-CAM Karttan Görüntü Aktarım Testi

Görüntü aktarımının başlatılması için alt kısımda bulunan start stream butonuna basılmıştır. Görüntü alma başlatılmıştır. Yanında bulunan get still tuşu sayesinde ise canlı görüntü aktarımının içerisinde fotoğraf çekilebilmiştir. Mobil uygulama tasarımında atanmış olan kamerayı aç butonu start stream butonu ile aynı amaçta kullanılmaktadır. Görüntüyü ters çevirme, aynalama gibi birçok özelliğin mevcut olduğunu görüntülenmiştir.



Şekil 4.43. Esp32-Cam Karttan Fotoğraf Çekme Testi

Arduino ide programının tekrar seri port kısmına gelinip burada görüntünün nasıl elektriksel sinyale dönüştürüldüğünü görüntülenmiştir.



Şekil 4.44. Fotoğrafların Arduino İde Seri Port Verileri

Kamera montajı yapılmak için ilk olarak bir web kamera elde edilmelidir. Kameranın dış kısmındaki vidalar açılıp içinde bulunan kamera kartı, lensler ve görüntü aktarımı için mevcut usb kablosunu sökülmüştür.

Şekil 4.45. Webcam Parçalanması

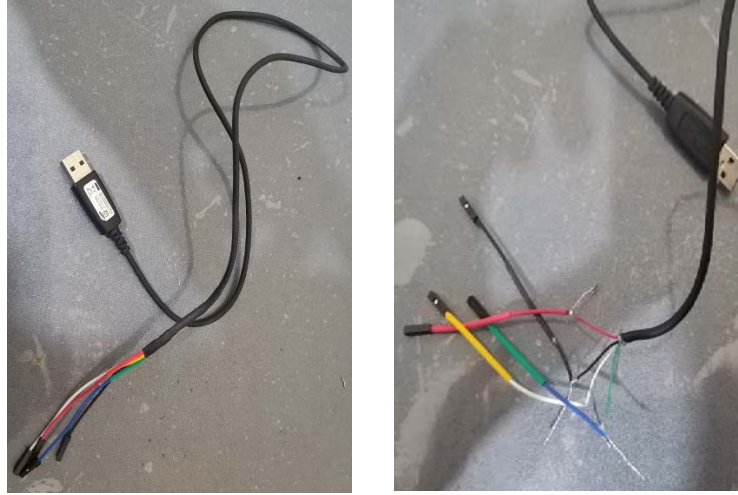
Web kameranın kasasının bu şekilde parçalamasının temel sebebi, Esp32-CAM kartın ve kameranın webcam içine monte edilmek istenmesidir. Daha sonra Esp32-CAM kartın ebatları webcam kontrol kartı ile aynı ebatlarda olduğu için webcam içine kamera kartı monte edilmiştir.

Şekil 4.46. Webcam İçerisine Esp32-CAM Kartın Montajı

Esp32-CAM kart webcam içine yerleştirildikten sonra kameranin lensi daha iyi bir açı elde etmek için OV2640 kameranin önüne yerleştirilmiştir. Kameranin lensini yanındaki vida bağlantı yerlerine silikon sürülüp Esp32 karta sabitlenmiştir.

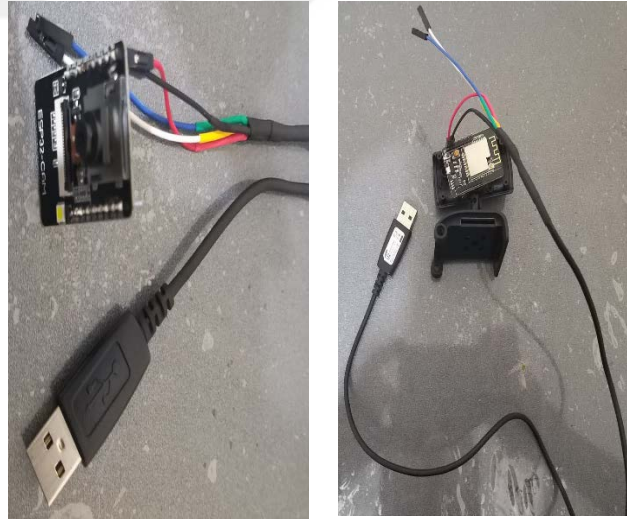
Şekil 4.47. Esp32-CAM Kartın Kamerasına Lens Montajı

Esp32-CAM kartın webcam içerisine montajı bittikten sonra Esp32-CAM kartına enerji aktarımı yapılacak USB kablonun jack kablolarına lehimleme işlemi yapılmıştır. Makaronlar yardımıyla lehimlenen kablolar izole edilmiştir.



Şekil 4.48. USB Kablonun Jack Kablolara Lehimleme İşlemi

USB kablonun içerisi açıldığında dört adet kablo karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan siyah olan kablo enerjinin '-' hattını , kırmızı olan kablo enerjinin '+' hattını ifade etmektedir. Yeşil ve beyaz kablolar ise veri alışverişinde kullanılan data+ ve data- hatlarıdır. Esp32-CAM kartın çalışması için ihtiyacı olan 5v enerjiyi usb vasıtasıyla verilmektedir. Sisteme usb kırmızı kablosunun Esp32-CAM 5v pinine, siyah olan kablosunu ise GND pinine bağlanıp kart için gerekli olan enerji sisteme aktarılmıştır.



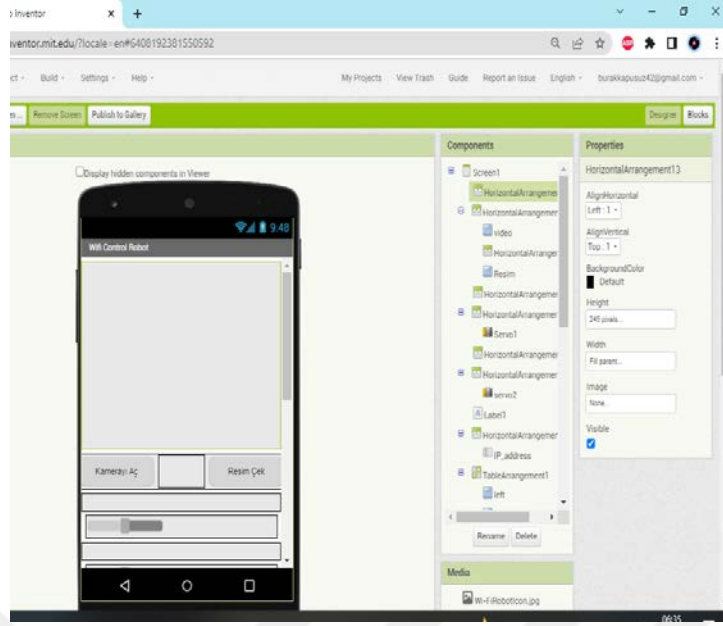
Şekil 4.49. Esp32-CAM Karta USB Kabloyla Enerji Verme

Kameranın arka kapağı bağlanırken Esp32-CAM kartın pinlerinin kasanın kapanmasına engel olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra kart pinleri sıcak hava ile sökülüştür. Usb kablonun + ve - bacakları Esp32-CAM kartın 5V ve GND pinlerine lehimlenmiş, kameranın arka kapağını kapatılmıştır. Vidaları atılıp Esp32-CAM kart webcam içerisine başarı ile yerleştirilmiştir.



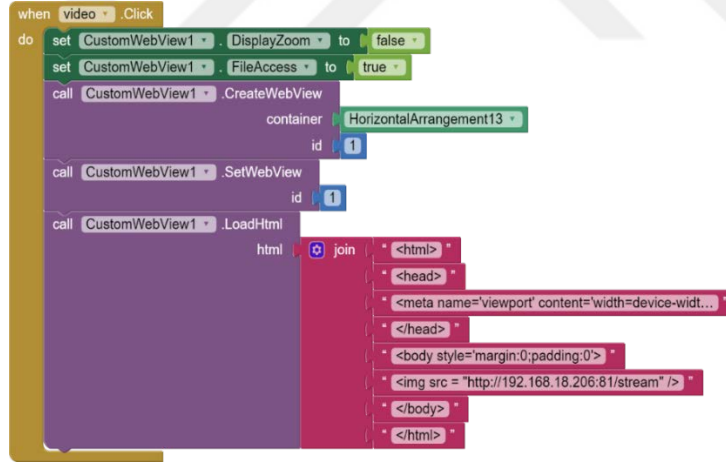
Şekil 4.50. IP Kamera Montajının Tamamlanmış Hali

USB kablo ile Esp32-CAM kart bilgisayara bağlanıp IP adresi üzerinden veri alışverişi tekrar kontrol edilmiştir. Son olarak tasarlanan mobil uygulama açılıp wifi bağlantısı gerçekleştirilip parola girilip ağa bağlanılmıştır. Mobil uygulamada kameraya erişmek için IP adresi textbox içerisine yazılmıştır. Sonra kamerayı aç butonuna basılıp görüntü aktarımı kontrol edilmiştir. Kontrolde mobil uygulama yazılımında “header fields are too long for server to interpret” şeklinde bir hata ile karşılaşmıştır. Bu hatanın anlamı başlık alanları sunucunun yorumlayamayacağı kadar uzun olmasıdır. Hatanın çözümü ile ilgili internet ve bilimsel makaleler incelenmiştir. Hatanın temeline inildiği zaman bunun aslında mit app invertorde kullanılan WebViewer sekmesinin http başlık boyutunun minimum seviye bulunmasıyla alakalı olduğu tespit edilmiştir. Bu sorunu çözmek için mit app invertor programına Custom web view eklentisi yüklenmiştir. Yüklenen eklenti ile birlikte gerekli yazılım http hataları giderilerek tekrar yüklenmiş ve ek özellik olarak kameradan resim çekme özelliği de eklenerek mobil uygulama güncellenmiştir. Mobil uygulama yazılımındaki Textbox içerisine girilen IP adresi kısmı mobil uygulamadan kaldırılmıştır. İki adet buton kullanılmış ve bu butonlarına basıldığı zaman Esp32-CAM kamera direk olarak IP adreslerini çekip sisteme bağlanmıştır.



Şekil 4.51. Mobil Uygulamada Görüntü Aktarım Arayüzü

Arayüzde güncellemeler yapıldıktan sonra mobil uygulama bloks kısmına geçilmektedir. Orada ise kamera açılıp video çekecek butona video ismi verilmekte, resim çekecek butona ise resim ismi verilmektedir.



Şekil 4.52. Mobil Uygulamada Video Çekme Blok Yazılımı

Kamerayı Aç Butonu: 192.168.18.206:81/stream
Resim Çek Butonu: 192.168.18.206/capture

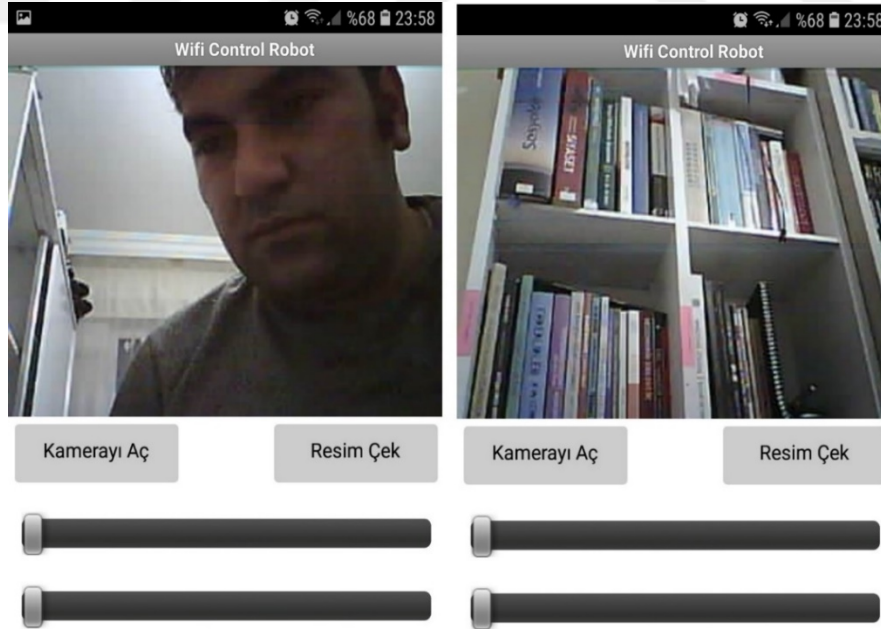
```

when Resim.Click
do
set CustomWebView1.DisplayZoom to false
set CustomWebView1.FileAccess to true
call CustomWebView1.CreateWebView
  container HorizontalArrangement13
  id 1
call CustomWebView1.SetWebView
  id 1
call CustomWebView1.LoadHtml
  html join
    "<html>"
    "<head>"
    "<meta name='viewport' content='width=device-wid...'"
    "</head>"
    "<body style='margin:0;padding:0'>"
    "<img src = \"http://192.168.18.206/capture\" />"
    "</body>"
    "</html>"

```

Şekil 4.53. Mobil Uygulamada Resim Çekme Blok Yazılımı

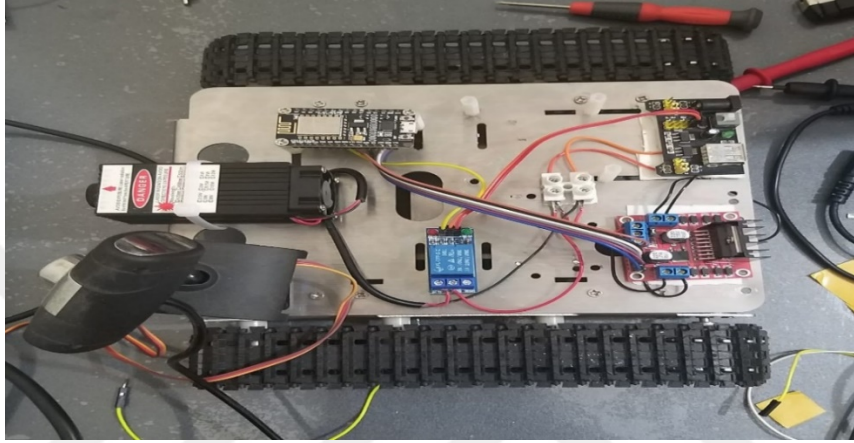
Gerekli güncellemeler yapıldıktan sonra mobil uygulama açılıp wifi bağlantısı gerçekleştirilip parola girilip ağa bağlanılmıştır. Mobil uygulamada kameraya erişmek için kamerayı aç butonuna basılıp görüntü aktarımı kontrol edilmiştir. Daha sonra resim çek butonuna basılarak resim çekme ve çekilen resmin kayıt altına alması görüntülenmiş ve denemeler sonunda görüntü aktarımı başarıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.54. Mobil Uygulamada Resim Çekme Blok Yazılımı

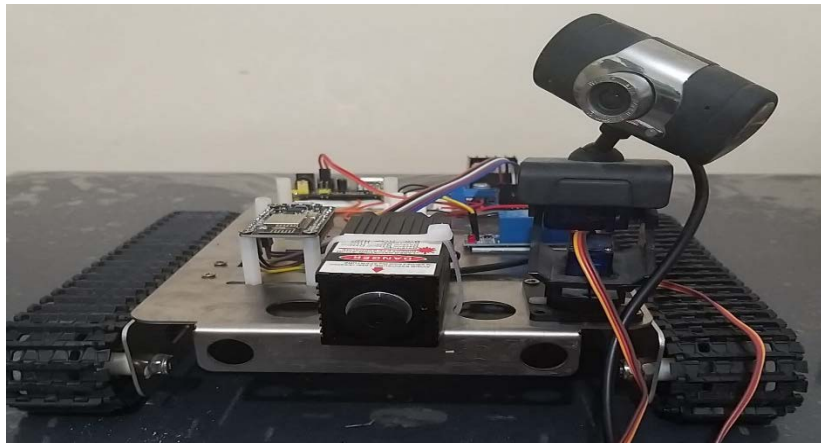
4.6. Tankın Montaj Testleri

Tankta gerekli olan bütün devrelerin ayrıntılı olarak testleri tamamlandıktan sonra bu devreler tankın üst bölümünde bulunan montajı yapılmıştır. İlk olarak bearboard güç dağıtım kartı ve klemens kasanın üstüne çift taraflı bant ile sabitlenmiştir. Servo motorlar ve webcam görünümü IP kamera kasanın ön kısmına sabitlenmiştir. Sonra DC motor kontrol devresi ve lazer modül kontrol devresini yerleştirilmiştir.



Şekil 4.55. Tank Üst Kasasına Elektronik Elemanların Montajları

Esp 8266 kartın kasa ile temas etmemesi ve jumper kabloların rahat bir şekilde monte edilmesi için plastik distans ile vida ve somunlar aracılığıyla kasaya sabitlenmiştir. Lazer modülü cırt kelepçe ile ön kısma sabitlenmiştir. Kameranın usb beslemesi beardboard güç dağıtım kartından usb yuva ile sağlanmıştır. Esp8266 kartın Vin girişine, güç dağıtım kartından 5V verilmiştir. Esp8266 gnd bacağına güç dağıtım kartından '-' verilip Esp8266 kartın enerjisi sağlanmıştır.



Şekil 4.56. Tankın Ön Görünüşü

Devrelerin montajı yapıldıktan sonra kameradan daha iyi sinyal alabilmek için Esp-32CAM kartta bulunan anten yuvasına anten sabitlenmiştir. Batarya kasanın alt kısmında bulunan yere cırtlar ile sabitlenip kasa montajını bitirilmiştir.



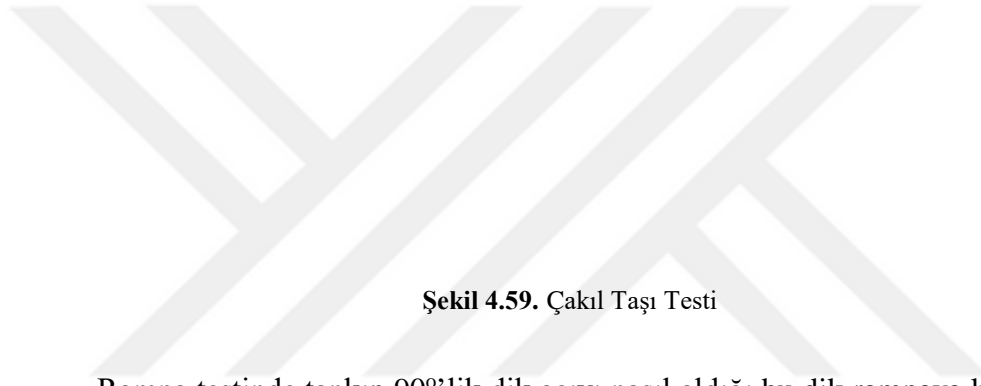
Şekil 4.57. Lipo Pil Montaj Alanı ve Tankın Alt Görünüşü

4.7. Tankın Doğal Ortam Şartları Denemesi

Tankın arazi şartlarında denenmesi için doğal ortamda ilk olarak çimlerin içerisinde nasıl hareket ettiği, tankın kasesına su değdiğinde harekette herhangi bir aksaklık olup olmadığı test edilmiştir. Bu denemelerde kasanın üst yüzeyini kapatmanın kartlara sıvı teması olmaması açısından faydalı olduğu görülmüştür. Tankın tasarımı yapılırken kartlara soğutma ortamı olması açısından ısınmadan ötürü kart entegreleri zarar görmesin diye açık kasa tasarımı yapılmıştır. Bir sonraki geliştirmede kasa kapatılıp soğutma işlemi için soğutma pervanesi kullanımı düşünülmektedir. Tank çim testlerini başarı ile tamamlamıştır. Motor hız seviyeleri iyi durumdadır.

Şekil 4.58. Çim Testi

Çakıl taşı ve engebelerin olduğu arazi şartlarında tankın hareketleri test edilmiştir. Çakıl taşlarının içerisinde hareket ederken ufak tefek olan taşları ve engelleri aşması çok kolay olmuştur. Ama iri ve kaya parçası şeklinde olan engelleri aşmakta zorlanmıştır. Bu tür engelleri ileri yönde iterek yolu temizlemeye çalışmaktadır. Bazı durumlarda bu kaya parçalarını iterken motorlarda aşırı zorlanma olduğu tespit edilmiştir. Bir sonraki tasarım aşamasında yüksek tork için dört adet DC redüktörlü motor kullanımı düşünülmektedir. Motor zorlanmalarına rağmen engebeli arazide uygulanan testleri geçmiş ve varması gereken noktaya ulaşmıştır.



Şekil 4.59. Çakıl Taşı Testi

Rampa testinde tankın 90°'lik dik açığı nasıl aldığı bu dik rampaya kaç saniyede çıkabildiği denenmiştir. 30 ve 60 derecelik rampalara 3 saniye gibi bir sürede tırmanmayı başarmıştır. Dik açılı olan kaldırım taşına tutunup paletler çıkmak için zorlanmıştır. DC motorların olduğu ön noktada 6 saniyede çıkmayı başarmıştır. Rulmanlı tekerlerin olduğu kısımda tank başarısız olmuştur. Motorun bağlı olduğu dişlinin aktarmış olduğu tork ile paleti arka kısımda tutan rulmanlı tekere aktarılan torklar arasında farklılık bulunmaktadır.

Şekil 4.60. Rampa Testi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsan hayatını tehlikeye sokan durumları ve ortaya çıkabilecek kazaları minimum seviyeye çekip insanların güvenliğini ve çalışma verimlerini yükseltmek için geliştirilmiş elektronik makinelere robot denir. Bugün birçok sektörde kullanılan robotik sistemler, hayatın her kısmında karşımıza çıkıp bizleri şaşırtmaya devam etmektedir. Savunma sanayinde, endüstriyel üretim yapan işletmelerde, hizmet sektöründe ve evlerimizde robot kullanımı her geçen gün artmakta ve gelişimleri hızla yükselmektedir.

Tasarlanan tank robot savunma sanayisinde keşif ve arama kurtarma görevlerini yerine getirmesi için geliştirilmiştir. İnsan hayatını riske atan alanlarda çok rahat görev yaparak riski minimum seviyeye çeken ya da riski ortadan kaldırması amacıyla tasarlanmıştır. Tasarlanan tank robotların üzerine konulan elektronik malzemeler sayesinde birçok amaçla kullanılan tank robotlar, paletli aksamı sayesinde çeşitli arazilerde kolaylıkla hareket etmektedir. Çoğu arazi yüzeyinde yere tutunmayı sağlıklı bir şekilde sağlamaktadırlar.

Robot tanklarda Arduino İDE, kodlamanın kolaylığı açısından kullanılmaktadır. Bu çalışma için yapılan mobil kontrol- görüntü aktarımı ve lazer savunma gücüne sahip robot tankta, mikroişlemci olarak kullanılmış olan Esp8266, çektiği akımın 1A daha küçük olması sebebiyle, hem de boyut olarak ufak olmasında dolayı rahat bir şekilde monte edilmiştir. Tasarım aşamasında delik bırakılması sonucunda kasanın üzerinde bulunan vida delik yerleri sayesinde elektronik kartlar rahat bir şekilde monte edilmiştir.

Bu çalışmada, Android kontrollü wifi erişimli görüntü aktarımına ve lazer savunma gücüne sahip tank robot genel amaçlı bir prototip olarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen robot tankta, afet durumlarında kazazedelerin sağlık durumlarının kontrolünü yapmaktadır. Tank afet ortamında bulunan arama ve kurtarma, sağlık ekiplerine müdahale etmeden kazazedeler hakkında gerekli bilgileri aktarması için ve savunma sanayide bomba, mayın gibi insanlar için hayati tehlike taşıyan maddelere uzaktan lazer modül ile kablo eritme yöntemi ile yada bu tür sistemlerin enerjisini kesmesi amaçları ile tasarlanmıştır. Robot tank, doğal afet durumunda ve hayati tehlikelerde, uzaktan erişimle bulunduğu alanı kontrol edip, afet alanlarından aldığı verileri wifi yardımıyla alıcıya iletacaktır.

Tank robotun beyni konumundaki Esp8266 kart devrede bulunan röle, motor sürücü, servo motorlar ve Esp32-CAM kart ile haberleşmekte, bu elektronik devre elemanlarına mobil uygulamadan gelen komutları iletmekte ve iletilen komutların yapılp

yapılmadığının kontrollerini yapmaktadır. Tasarlanan tankın enerji kaynağı üç adet 3.7V 380mAh akım değerine sahip olan lityum polimer pil kullanılarak sağlanmıştır. Bu piller seri bağlanarak yaklaşık 12V enerji kaynağı elde edilmiştir. Bağlantıların sonundaki pilin – ile baştaki pilin + bağlantı noktalarına power jack kabloları lehimlenerek enerji güç aktarım kartının jack enerji girişine bağlanmıştır. Lityum polimer piller, yaklaşık yirmi beş kat akım çekme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle bu çalışmada tercih edilmiştir.

Mobil kontrol- görüntü aktarımı ve lazer savunma gücüne sahip robot tankta dişli ve rulmanlı teker vasıtasıyla palet platform üzerinde hareket etmesi düşünülerek Solidworks programında tasarımı yapıp Ansys programında gerekli analizler gerçekleştirilip tankın maksimum yük dayanım hesaplarına göre hareketi sağlayabildiği gözlenmiştir. Robot tankın arkada bulunan iki adet redüktörlü 12v DC motorlar ileri, geri, sola, sağa hareketleri gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Tankta sabit kamera yerine hareketli kamera olması için kameranın alt kısmındaki platformlara iki adet servo motor yerleştirilmiştir. Kamera servo motorlar sayesinde 180 derece sağa ve sola, 180 derece yukarı aşağı hareket edip geniş bir görüntü açısı sunmaktadır. Servo motorlara enerji verildiğinde ilk etaplarda titreme sorunları ile karşılaşmıştır.

Servo motorların datasheetleri incelediğinde güç aktarımının 5V ideal çalıştığı görülmüştür. Bunun üzerine breadboard güç dağıtım kartı kullanılıp servo motorun Vcc ve Gnd uçlarına 5v enerji uygulanmıştır. Titreme sorunu bu şekilde aşılmıştır. DC motorlarda kontrol amacı ile motor sürücü devresi kullanılmış olup, L293 motor sürücü piyasada birçok projede sıklıkla kullanılmasından dolayı tercih edilmiştir. L293D motor sürücü ilk denemede bir motoru çalıştırırken elektrik kesmiştir. Bunun üzerine L293D motor sürücü motorların + girişi ile -girişi arasına iki adet 470µF 16V kondansatör yerleştirilmiştir. Motorların kalkışlarındaki güç çekimine motor sürücünün cevap verebilmesi ve motorların gücünün daha randımanlı bir şekilde çalıştığı gözlemlenmiştir.

Tank robotun Android telefon, tablet veya bilgisayar ile haberleşmesini sağlamak için, ESP8266 wifi haberleşme kartı kullanılmıştır. ESP8266 kartın kurduğu wifi web server, mit app invertorda tasarlanmış olan mobil uygulama ile Esp8266 kartın işlemcisi 32-bit RISC 80Mhz Xtensa LX106 arasındaki iletişim görevini görmektedir. Bu çalışmada lazer modül ve Esp32-CAM kameradan faydalanılmaktadır. Esp32-CAM karta program atmak için Arduino Uno karttan yararlanılmış ve Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) seri haberleşme protokolü kullanılarak yazılım aktarılmıştır. UART, byte olarak aldığı verileri bir diğer alıcıya asenkron olarak iletmektedir. Tek seferde 8-bitlik ya da 9-bitlik data transferi yapılabilmektedir.

Gönderim hızı BAUD ayarı ile kontrol edilmektedir. Yazılımda baud ayarını 115200 bps(bit per second) seçilirse saniyede 115200 bit gönderilecek anlamına gelmektedir.

Esp32-CAM kameradan elde edilen analog görüntü verileri öncelikle dijital veriye çevrilmiş ve bu veriler mikrodenetleyici tarafından mobil uygulamaya aktarılmıştır. Mikrodenetleyici, mobil uygulamadan aldığı verileri içine yüklenen yazılım sayesinde DC ve Servo motorlara komut şeklinde göndermektedir. Bu komutlara göre tankın paletlerinin hareketi ve yönü, belirlenen açıda hareket etmektedir. Algılayıcı olarak kamera kullanılmıştır. Kamera vasıtasıyla ortamın durumu uzaktan izlenip gerekli müdahale lazer yakıcı modül ile yapılabilmektedir.

Tankın tasarımında üç ayrı yazılım kullanılmıştır. Bunlar Esp32-CAM, Android mobil uygulama ve ESP8266 yazılımlarıdır. ESP8266 kartın yazılımı Arduino İDE programı yardımıyla yapılmış ve her hareket için bir değişken (harf) atanmıştır. Yazılımda motor sürücü ve motora verdiği hareketler birer fonksiyon ile kodlanmıştır. Fonksiyonları harekete geçiren harfler mobil uygulamadan gönderildiğinde komutlar başlatılmaktadır. Komutlar ESP8266'nın kurduğu ağ üzerinden UDP sunucusuna gelmekte ve orada yazılan kodla birlikte IP üzerinden işlemciye gönderilmektedir.

ESP8266 kartın kontrol ettiği lazer modül devre röle kart aracılığıyla kontrolü sağlanmıştır. Esp8266 kartın dijital pini röle kartın sinyal pinini tetiklediğinde lazer modül + enerji hattı NO kontakten tetiklenip lazer modül devreye girmektedir. Pinin enerjisi kesildiğinde lazer modüle enerji aktarımı gerçekleşmemektedir. Devreyi kontrol eden Android yazılımlı telefon için MIT app Invertor programı kullanılarak bir arayüz tasarlanmış ve kod bloklar yardımıyla arayüz yazılımı oluşturulmuştur. ESP8266 wifi modülüne istenilen isim, şifre kanal ve şifreleme algoritmasında yayın yapması sağlanmıştır. Beş farklı cihazdan ve mesafeden test edilmiş, yayına tüm cihazlar başarı ile bağlanmıştır. Kurulan devrelerin çalıştırma testleri esnasında enerji dağıtımında bazı sorunlar çıkmıştır. Bu sorunları çözmek için devrelerde kullanılan elemanların datasheetlerinden faydalanılmıştır.

Açık alanlarda antenli ve antensiz olarak yapılan tank robot testleri esnasında haberleşmede, görüntü aktarımında ve komut göndermede herhangi bir problemle karşılaşılmaştır. Görüntü anlık olarak alınmış önemli detaylarda kamera vasıtasıyla fotoğraf çekimi yapılmıştır. Kasa tasarımına yapılan Ansys dayanıklılık testleri denenmiş olup program değerlerinin doğruluğu araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmede geliştirilmiş olan tanka anten eklenerek haberleşme mesafesinin artırılmasının sağlanabileceği yönündedir. Robot tank üzerinde sensör ve bazı elektronik malzemeler

eklenerek ve kasa dizayn farklılıkları ile çok daha verimli gelişmiş bir tank robot elde edilebilecektir. Bu amaçla başta ses algılayıcı mikrofon, hareket algılayıcı sensör, engel algılayıcı sensör ve nesnelere taşımak kaldırmak için robot kol kullanılarak çok daha geliştirilmiş ve kullanışlı bir tank robot geliştirilebilecektir.

Geliştirilen tank robotun kullanım alanı savunma sanayi, arama kurtarma ve keşif olarak belirlenmiştir. Üzerine eklenen lazer modül ile savunma, Esp32-CAM IP kamera sayesinde görüntü aktarımı sağlanmaktadır. Kamera sayesinde kurtarma, keşif ve savunma işlemlerinin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Esp32-Cam kart kamera görüntülerini aktarmak için bir ağa bağlanmaya ihtiyaç duymaktadır. Esp8266 kartın mobil uygulamaya veri aktarması için kurulan ağa Esp32-CAM kart bağlanıp Ip adres verileri bu şekilde elde edilmiştir. Veri aktarımı olarak kamera modülü başarı ile testleri tamamlamıştır.

Esp kartlarının kolay kullanıma sahip olması ve Arduino ide aracılığıyla yazılım yüklenme avantajlarından dolayı IoT projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Arazinin güvenliğini sağlayan ve taramasını yapabilen her an kullanıma açık olan Android cihazlar vasıtasıyla ağ üzerinden tank ile haberleşip hem kamera görüntülerini her açıdan canlı izleyip hem de lazer modül aracılığıyla güvenliğe aykırı olan hedefleri ortadan kaldıracaklardır. Tankın kasa parçaları paslanmaz çelikten imal edilmesinden dolayı hem dayanıklı hem de su olan ortamlarda daha uzun süre paslanmadan çalışabilmesi sebebiyle uzun ömürlü olacaktır. Tasarlanmış olan tankın kasası hafif olduğu için manevra kabiliyeti ve hızı artmıştır. Arazi testleri doğal ortamlarda yapılmış ve kazanımlar belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Akbal, E., Boyacı, A., Karabatak, G. ve Ulaş, M.,2009, Büyük kampüslerde IP tabanlı güvenlik kamera sistemi çözümü, *Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Harran Üniversitesi, 196-210.
- Akgül, B., Turşucuoğlu, B. ve Yıldız, E.E.,2018, Sanayi 4.0 süreci gazetecisinin yetiştirileceği ilk ve ortaöğretim kurumlarının taşıması gereken temel nitelikler, *Akademia Sosyal Bilimler Dergisi Özel Sayı*, 1(2018), 252-262.
- Akkuş, S.,2016, Nesnelerin interneti teknolojisinde güvenli veri iletişimi - programlanabilir fiziksel platformlar arasında wep algoritması ile kriptolu veri haberleşmesi uygulaması, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 28 (3), 100-111.
- Aksungur, S., ve Tarkan, K. O. C. A.,2018, Solar tracking system with PID control of solar energy panels using servo motor, *International Journal of Energy Applications and Technologies*, 5(3), 127-130.
- Alaba, F.A., Othman, M., Abaker, İ., Hashem, T. ve Alotaibi, F.,2017, Internet of things security: a survey, *Journal of Network and Computer Applications*, 88, 10-28.
- Al-Karaki, J.N. ve A.E. Kamal,2004, Routing techniques in wireless sensor networks: a survey. *IEEE Wireless Communications*,11(6),6-28.
- Anandapuram, S.H.,1999, Remote laboratories for distance education, Florida Atlantic University, *Master of Science Thesis in The College of Engineering*.
- Atzori, L., Iera, A. ve Morabito, G.,2010, The internet of things: a survey, *Computer Networks*, doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010.
- Avallone, E., Cunha, D.G. ve Padilha, A.,2016, Electronic multiplex system using the Arduino platform to control and record the data of the temperatures profiles in heat storage tank for solar collector. *Int J Energy Environ Eng*, 7, 391-410. (doi:10.1007/s40095-016-0217-1)
- Balota, J.E., Pattinson, C. ve Kor, A.L., 2017, Wireless personal area networks: a survey of low-rate and low-power network technologies, *World Congress on Sustainable Technologies(WCST-2017)*,68-73.
- Bassily, D., Georgoulas, C., Güttler, J., Linner ve Bock, T., 2012, TU München Robotics provide an efficient approach in the development of assistive devices, *Due To Their Enhanced Functionality*, 84-100.
- Başçiftçi, F. ve Eldem, A.,2016, Görme engelliler için etkileşimli ve çok işlevli yenilenebilir bir Braille cihazı, *görüntüler*, 41 , 33-41.
- Başçiftçi, F. ve Gündüz, K.A.,2019, Nesnelerin interneti uyumlu mikrodenetleyiciler üzerine bir araştırma, *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 2019(18),62-71.

- Bay, Ö. F. ve Görgünoğlu, S.,2002, 8051 ailesi mikrodenetleyici eğitim setinin tasarımı ve gerçekleştirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 5 (3), 195-207.
- Behera, A.,2020, Optimization of process parameters in laser welding of dis-similar materials, *Materials Today; Proceedings*, 33(2020), 5765-5769, doi:10.1016/j.matpr.2020.07.148.
- Benaoumeur, I., Laredj, B., Amar Reda, H.E. ve Zoubir, A., 2016, Backstepping approach for autonomous mobile robot trajectory tracking, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2(3),478-485. (DOI: 10.11591/ijeecs.v2.i3.pp478-485).
- Carelli R., 2008, *Robotics and Autonomous Systems*, 54, 805-807.
- Casini, M., Prattichizzo, D. ve Vicino, A.,2003, The automatic control tele-lab: a user friendly interface for distance learning, *IEEE Transactions on Education*, 46(2), 605-623.
- Chao, C. T., Chung, M.H., Chiou, J.S. ve Wang, C.J., 2016, A simple interface for 3d position estimation of a mobile robot with single camera, *Sensors*, 16(4), 435-450. (doi:10.3390/s16040435)
- Chen M.F., Ho Y.S., Hsiao W.T., Wu T.H., Tseng S.H. ve Huang K.C., 2011, Optimized laser cutting on light guide plates using grey relational analysis. *Optics and Lasers in Engineering*, 49(2),222- 228.
- Cubber, G.D., Doroftei, D., Serrano, D., Chintamani, K., Sabino, R. ve Ourevitch, S.,2013, Vehicles equipped with sophisticated sensor systems could detect hazards earlier and much more reliably than humans could Search and Rescue robots. *The European ICARUS Project*.
- Çavdar, K. ve Tanrısever, T.,2013, Farklı malzemelerin lazerle kesilmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(2), 79-100.
- Çavuşoğlu, İ. ve Kırmızı F.,2010,Seri port ile haberleşebilen uzaktan kumandalı kameralı araç,http://www.emo.org.tr/ekler/51c69da77c98612_e k.pdf, 2010.
- Çeken, C. ve Abdurahman, D.,2019, Simulation modeling of an iot based cold chain logistics management system, *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(2),89-100.
- Çelik, Y. ve Güneş, M.,2018, Designing an object tracker self-balancing robot, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 6(2), 124–133.
- Dabimel, N.N., Mamat, M., Parimon, N. ve Porle, R.R.,2016, Simple speech controlled home automation system using android devices, *Journal of Scientific Research and Development*, 3(1),33-38.
- Dal, F., 2019, Nesnelerin interneti sistemlerine yapılan saldırıların analizi üzerine tuzak sistemler ile bir durum çalışması, Yüksek lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

- Dalkılıç, H. ve Özcanhan, M. H.,2016, Gömülü sistem tabanlı model mobil aracın akıllı telefonla uzaktan kontrolü, *XVIII. Akademik Bilişim Konferansı,AB 2016*, 30 Ocak-5 Şubat, Aydın.
- Ekren, G. ve Kesim, M.,2016, Mobil iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve mobil öğrenme, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*,2(1),36-51.
- Erdal, A.,2014, Nesnelerin interneti ve herşeyin interneti, *Cisco Connect Turkey 2014*, <https://www.slideshare.net/CiscoTurkey/nesnelerin-interneti-ve-hereyin-nterneticiscoconnect-turkey-2014>)
- Fleisch, E.,2010, What is the internet of things? An economic perspective. *Economics, Management & Financial Markets*,5(2),53-86.
- Francisco, M., Rodríguez, L. ve Cuesta, F.,2016, Andruino-A1: low-cost educational mobile robot based on android and arduino, *J Intell Robot Syst*, 81,63– 76. (DOI: 10.1007/s10846-015-0227-x)
- Gandotra, S., Sharma, B., Mahajan, S., Motup, T., Choudhary, T. ve Thakur,P.,2016, Bluetooth controlled rc car using arduino, *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 2(9), 2454-1362.
- Gelen, A. ve Tüfekcioğlu, E.,2020, Lityum- polimer piller için şarj ve dengeleyici devre tasarımı, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 839-846.
- Gurgoze, H. ve Turkoglu, T.,2022, Development of experimental equipment for determining the parameters of dc motors used in mobile robots, *Journal of Polytechnic*, 25(1), 115-121.
- Güngör, O., 2015, Kaçak elektrik kullanımının gsm aracılığıyla takibi, *EMO Bilimsel Dergi*, 4(8), 29-33.
- Hanaylı, M., Serbest, S. ve Ürekli, T., 2015, Otizmli çocukların sosyal becerilerini geliştirmeye yönelik android uygulaması, *XVII. Akademik Bilişim Konferansı*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Hii, P.C. ve Chung, W.Y.,2011, A comprehensive ubiquitous healthcare solution on an Android™ mobile device, *Sensors*,11(7),6799-6815.
- Hiron, R.,A. ve Rahman, J.,2016, Microcontroller base password protected door lock system using android mobile phone, Master's Thesis, *Electronics and Telecommunication Engineering*, East West University, Dhaka, Bangladesh, 21-50.
- Husni, M., Siahaan, D.O., Ciptaningtyas, H.T., Studiawan, H. ve Aliarham, Y.P.,2016, Liquid volume monitoring based on ultrasonic sensor and Arduino microcontroller published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference Series, *Materials Science and Engineering*,128 (1), 120-135.

- Ibari, B., Benchikh, L., Elhachimi, A. R. H., & Ahmed-Foitih, Z., 2016, Backstepping approach for autonomous mobile robot trajectory tracking, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 2(3), 478-485.
- Iordachescu, D., Blasco, M., Lopez, R., Cuesta, A., Iordachescu, M. ve Ocaña, J. L., 2011, Development of robotized laser welding applications for joining thin sheets, in: *Proceedings of the 6th edition of International Conference on Optimization of the Robots and Manipulators OPTIROB 2011*, 26/05/2011 - 28/05/2011, Sinaia, Romania.
- Juang, H.S. ve Lum, K.Y., 2013, Design and control of a two-wheel self-balancing robot using the arduino microcontroller board, *10th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA)*, Hangzhou, China, June 12-14, 634-639.
- Kapusız, B. ve Uzun, Y., 2022, Fabric defect detection through conveyor belt system design and image processing, Y. Uzun. & R. Butuner (Eds.), *Current Studies in Artificial Intelligence, Virtual Reality and Augmented Reality*, 35–48, ISRES Publishing.
- Kapusız, B. ve Uzun, Y., 2021, Mobil kontrol- görüntü aktarımı ve lazer savunma gücüne sahip tank robot tasarımı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 1246-1253.
- Karacı, A. ve Erdemir, M., 2017, Arduino ve wifi temelli çok sensörlü robot tasarımı ve denetimi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 435-442.
- Khoswanto H., Santoso P. ve Lim R., 2015, Odometry algorithm with obstacle avoidance on mobile robot navigation proceedings of second international conference on electrical systems, *Technology and Information 2015, ICESTI 2015*, Singapore.
- Ko, C.C., Chen, B.M., Chen, J., Key, Y.Z. ve Tan, C., 2001, Development of a web-based laboratory for control experiments on a coupled tank apparatus, *IEEE Transactions on Education*, 44(1), 503-520.
- Li, C.H., Tsai, M.J. ve Yang, C.D., 2007, Study of optimal laser parameters for cutting QFN packages by Taguchi's matrix method, *Optics & Laser Technology*, 39, 786-795.
- Li, Z. ve Du, R., 2012, Colorimetric and fluorescence on-off probe for acetate anion based on thiourea derivative: theory and experiment, *Spectrochimica Acta Part A*, 103, 276–281.
- Liang, S. N., Tan, K. O., Clement, T.H.L., Mohammed, A., Mailah, M., Yussof, W.A., Hamedon, Z. and Yussof, Z., 2016, Open source hardware and software platform for robotics and artificial intelligence applications. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114, 56-65.
- Logvinov, O., 2016, Standard for an architectural framework for the internet of things (IoT), *IEEE P2413*.
- López-Rodríguez, F. M., ve Cuesta, F., 2016, Andruino-a1: low-cost educational mobile robot based on android and arduino, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 81(1), 63-76.

- Lubbe, A.J. ve Kluge, P.,2008, Development and testing of a wireless controlled car using the internet as communication medium, *South African Journal of Industrial Engineering*, 19(1), 137-147.
- Madakam, S., R. Ramaswamy, ve S. Tripathi,2015, Internet of things (IoT): A literature review, *Journal of Computer and Communications*,3(05),164-178.
- Mala, U., Bakura, M., Hassan, A.Y., Abdulkadir, M. ve Harram, I. M.,2016, Desing and implementation of a wireless message display system. *Arid Zone Journal of Engineering*, 12, 65-73.
- Menadi, A. Sabrina, A., Achour, B., ve Toufik, B.M.,2015, Şebekeye bağlı fotovoltaik sistem için bulanık mantık tabanlı bir MPPT denetleyicisinin gerçek zamanlı uygulaması. *Uluslararası Yenilenebilir Enerji Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), 236-244.
- Miele, D.A., Potsaid, B. ve Wen, J.T.,2001, An internet-based remote laboratory for control education, *Proceedings of the American Control Conference Arlington, VA June 25-27*.
- Minerva, R., Biru, A. ve Rotondi, D.,2015, Towards a definition of the internet of things (iot), *IEEE Internet Initiative*, 1, 25-40.
- Moradi, M., Mehrabi, O., Azdast, T., Benyounis, K.Y.,2017, Enhancement of low power CO2 laser cutting process for injection molded polycarbonate. *Optics ve Laser Technology*, 96, 208-218.
- Mostaque, S. K. ve Karmakar, B.,2016, Low cost arduino based voice controlled pick and drop service with movable robotic arm. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, 1(5),32-45.
- Naik, N.,2017, Choice of effective messaging protocols for IoT systems: MQTT, CoAP, AMQP and http, *IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE)*.
- Nedic, Z., Machotka, J. ve Nafalski, A.,2003, Remote laboratories versus virtual and real laboratories, *IEEE 33rd Frontiers in Education Conference T3 E-1*, Boulder, CO, November 5-8.
- Nyon, K., Nyeoh, C.Y., Mokhtar, M., Rahman, R.A.,2012, Finite element analysis of laser inert gas cutting on Inconel 718. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 60, 995- 1007.
- Oral, O. ve Çakır, M.,2017, Nesnelerin interneti kavramı ve örnek bir prototipin oluşturulması, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2017(1),172-177.
- Ozan, E., 2020, Robotlar ve uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Batman, 20-25.
- Öner, Y., Gürdal, O., Çetin, E., ve Çetin, M., 2007, Küresel motor tabanlı güvenlik otomasyonu, *Endüstri&Otomasyon Dergisi*, 122, 16-19.

- Özdemir, D. ve Köse, C., 2008, Gezgin robotların çiftliklerde ürün yeri belirleme ve taşıma işlemlerinde kullanımı, *EÜFBED Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 49-60.
- Pandya, B., Mehta, M., Jain, N. ve Kadam, S.,2016, Android based home automation system using bluetooth & voice command – implementation. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*,03(04), 320-340.
- Patel, S.,1998, Remote learning and laboratory center over internet and isdn, Florida International University, *Master of Science Thesis in Computer Engineering*.
- Pescatore, J. ve Shpantzer, G.,2014, Securing the internet of things survey. *SANS Institute*,12-20.
- Rose, K., Eldridge, S. ve Chapin, L.,2015, The internet of things: an overview, *The Internet Society (ISOC)*, 6(18),1–50.
- Saravanan, N.,2016, Design, *Simulation and Control of 5 Degree of Freedom Manipulator Using Mobile Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*,2(10), ISSN: 2454-1362, <http://www.onlinejournal.in> Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)
- Schauer, L., Werner, M., ve Marcus, P.,2014, Estimating crowd densities and pedestrian flows using wi-fi and bluetooth, *11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services*.
- Sicari, S., Rizzardi, A., Grieco, L. A., Coen-Portisini, A., 2015, Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead, *Computer Networks*, 76, 146-164.
- Sinha, A., Agarwal, P., ve Saini, P.,2016, Design and development of a vehicle theft security system based on arduino microcontroller, *Emerging trends in Engineering & Management for Sustainable Development 2016 International conference*, India, Şubat.
- Söğüt, E. ve Erdem, O.A.,2017, Günümüzün vazgeçilmez sistemleri: nesnelerin haberleşmesi ve kullanılan teknolojiler. *AB 2017 Akademik Bilişim Konferansları*.
- Steinke, S.,2001,TCP and UDP,*Network Magazine*,Feb 5.
- Syed, H., 2012, Editorial: why you should go nexus, *Droid Lessons*.
- Szabo, R. ve Lie, I., 2012, Automated colored object sorting application for robotic arms international symposium on electronics and telecommunications, *ISETC*, Tenth Edition, 95–98.
- Tamrin, K.F., Nukman, Y., Choudhury, I.Y., Shirley, S.,2015, Multiple-objective optimization in precision laser cutting of different thermoplastics, *Optics and Lasers in Engineering*, 67,57-65.
- Taşdemir C.,2014, *Arduino*. İstanbul: Dikeyksen Yayın Dağıtım.

- Taşkaya, H. O., Özgür, D. ve Özyılmaz, L.,2006, Bilgisayar kontrollü kameralı robot kolu tasarımı, *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu ve Fuarı*, 06-10 Aralık 2006.
- Tezel, C., 2017, Elektrik tahrikli mobil kontrollü tank robotun tasarımı ve gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 28-32.
- Thomas, A.M., Joseph, J. ve Mathew, R., 2016, Mobile application for automobile management system, *Journal for Research*, 2(2), 66- 68.
- Tonage, S.,2018, IoT based home automation system using NodeMCU ESP8266 module, *International Journal of Advance Research and Development*, 10, 2320-2882.
- Tufan, M., Baykara, M., Güler Z. ve Avcı, E., 2012, Açık kaynak mobil işletim sistemi: android işletim sistemi, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Fırat Üniveritesi, Elazığ.
- Vaishnavi, D., Sundari, E., Sangeetha, T.V., Shrinidhi, S. ve Saravanan, P., 2016, Design and development of computational intelligence for enhanced adaptive cruise control using Arduino, *Applied Mechanics and Materials*, 852, 782-787.
- Voas, J., 2016, Demystifying the internet of things, *Computer*, 49(6),80–83.
- Wang, X., Li, J.L., Song, J., Wang, Y. L. ve Chen, Z.H.,2016, Human physiological parameter detection system based on android and Arduino. *2016 International Conference on Mechanics Design, Manufacturing and Automation (MDM 2016)*.
- Weber, R.W., 2010, Internet of Things – New security and privacy challenges, *Computer Law & Security Review*, 26(2010), 23 – 30.
- Wolber, D., Abelson, H. ve Friedman, M.,2015, Uygulama mucidi ile bilişimi demokratikleştirme, *GetMobile: Mobil Bilgi İşlem ve İletişim* , 18 (4), 53-58.
- Yalman,S. ve Haşiloğlu, A., 2015, Hastanelerde eş-zamanlı ilaç dağıtımını yapan hemşire /hemşir robotun geliştirilmesi, *Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi*, Bodrum, Muğla, 15-18 Ekim.
- Yavuz, O.,İ., Çetin, A. ve Eyecioğlu, Ö.,2016, İki tekerlekli kendini dengeleyen robot, *EEB 2016 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, 11-13 Mayıs, Tokat, Türkiye, 45-56.
- Yeung, K., Huang, J.,2003, Development of a remote-access laboratory: a dc motor control experiment, *Computers in Industry*, 52, 305–311.
- Yılmaz, F. H.,2008, AC ve DC servo sistem eğitim setinin gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik- Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Konya.
- Yilbas B.S. ve Arif A.F.M.,2011, Laser cutting of steel and thermal stress development, *Optics & Laser Technology*, 43, 830-837.

Yuliansyah, H. ve Pengiriman, U.K.,2016, Data secara wireless menggunakan modul esp8266 berbasis rest architecture. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*,10(2), 1-13.

