

**T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK TAHRİKLİ MOBİL KONTROLLÜ TANK
ROBOTUN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

Cengiz TEZEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MEHMET AKİF ŞENOL**

İSTANBUL, 2017

Cengiz TEZEL tarafından hazırlanan “ELEKTRİK TAHRİKLİ MOBİL KONTROLLÜ TANK ROBOTUN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mehmet Akif ŞENOL

Elektrik-Elektronik Mühendisliği, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan : Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye : Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Nuri KURUOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Cengiz TEZEL

30.05.2017

ELEKTRİK TAHRİKLİ MOBİL KONTROLLÜ TANK ROBOTUN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Cengiz TEZEL

GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2017

ÖZET

Robotlar, günümüzde arama-kurtarma, keşif, madencilik, tıp ve taşımacılık gibi pek çok alanda insan hayatını kolaylaştıran cihazlar olarak günlük hayatımıza girme aşamasına gelmişlerdir. Bugüne kadar değişik amaçlar için birçok robot çalışılmasında bulunulmuştur. Bu tez çalışmasında, mobil uygulama kontrolü ile hareket ettirilen insansız mini bir tank robotun tasarımı, gerçekleştirilmesi ve deneylerden geçirilmesi amaçlanmıştır. Tank robotun tasarım aşaması (solid works) MIT app. Inventer 2’de; yazılım aşaması Arduino ile ve mekanik kısmı 3D yazıcı ile gerçekleştirilmiştir. Tezin ilk bölümünde son yıllardaki robot çalışmalarıyla ilgili literatür taraması yapılmıştır. Tezin ikinci bölümünde, tank robotun tasarımı ele alınmış olup; bu bölümde elektrik ve elektronik bileşenleri ile mekanik parçaların tasarımları yapılmıştır. Tezin üçüncü bölümünde tasarlanmış olan tankın yazılım tasarımı yapılarak tank aracının temel mikroişlemcisi olan Arduino’da yapılan kod işlemleri, bu kod işlemlerinin mobil uygulama ile ilişkisi incelenmiştir. Tezin dördüncü bölümünde elektrik elektronik bileşenler ve 3D yazıcıdan üretilen mekanik parçalarla tankın montajı yapılmıştır. Tezin son bölümünde ise İGÜ Elektrik- Elektronik Mühendisliği Laboratuvarlarında değişik yapı malzemeleri ve eğitim şartlarındaki performans testleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Tank Robot, Robot Tasarımı, Mobil Kontrol

Sayfa Adedi : 59

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif ŞENOL

ELECTRIC DRIVEN MOBILE CONTROLLED TANK ROBOT DESIGN AND REALIZATION

(M. Sc. Thesis)

Cengiz TEZEL

GELISIM UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2016

ABSTRACT

Robots have become a device using in our life that make easier of our life and take place in many areas such as, search and rescue, exploration, mining, medicine and transportation. Many robot researches have been performed for different purposes until today. In this thesis, it is aimed to design and implement of a mini tank robot which is controlled by mobile application. Solidworks, MIT app. Inverter2, Arduino and 3D printer are used to design, mobile application, control and mechanical production respectively. In the first section, literature review is made. In the second section, the design procedure of robot is disclosed and electrical, electronics and mechanical partitions are explained. The coding of Arduino and mobile application processes are described in the third section. Design of electrical, electronics and mechanical parts and installation process are emphasized in section four. At the last section, the performance of robot is exhibited under different conditions in IGU Electrical-Electronics and Mechatronics Engineering Department Laboratories.

Keywords : Tank Robot, Robot Desing, Mobil Control

Number : 59

Consultant : Asst. Prof. Dr. Mehmet Akif ŞENOL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında bilgi, öneri ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif ŞENOL'a teşekkür ederim. Çalışmalarımda beni maddi manevi destekleyen her zaman yanımda olan sevgili dostlarım Uzman Mühendis Ozan GÜNAY ve Uzman Mühendis Emsal DEMİR'e teşekkür ederim. Ayrıca yaşantım boyunca çalışmalarımda manevi desteği ile yanımda bulunan anneme ve aileme teőekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ.....	x
TABLolar	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. TANK ROBOTUN TASARIMI.....	9
2.1. Elektrik-Elektronik Bileşenlerin Tasarımı	10
2.1.1. Mikroişlemci	10
2.1.2. Motor sürücü.....	14
2.1.3. İletişim	15
2.1.4. Motorlar	17
2.1.5. Batarya	18
2.2. Mekanik Bileşenlerin Tasarımı.....	19
3. TANK ROBOTUN YAZILIM TASARIMI.....	22
3.1. Detaylı Kod Bilgisi	25
4. TANK ROBOTUN GERÇEKLEŞTİRİLME AŞAMASI.....	35
4.1. Elektronik Parçaların Birleştirilmesi.....	35
4.2. Yazılım Programlama	36
4.2.1. Mobil uygulama.....	37

4.3. Mekanik Parçaların Birleştirilmesi	39
4.3.1. Üç boyutlu yazıcı	39
4.3.2. Mekanik Parçaların Görevleri.....	41
5. TANK ROBOTLA İLGİLİ TESTLER	47
5.1. Mars Curiosity rover	47
5.2. Kaplan bomba imha robotu.....	48
5.3. Kaplan insansız kara aracı ailesi	49
5.4. Gerçekleştirilen Robotla İlgili Testler	50
5.4.1. Çakıl taşı testi.....	50
5.4.2. Kum testi.....	51
5.4.3. Çakıl tozu testi	53
5.4.4. Rampa testi.....	54
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	59

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Tank Robotun Montajlanmış Hali	18
Şekil 2.2. Tank Robotun Ana Gövde Kısmı	19
Şekil 2.3. Tank Robot Üst Kapak	19
Şekil 2.4. Tank Robot Yan Kapak	20
Şekil 4.1. Tank Robot Teknik Resim Görüntüsü	40
Şekil 4.2. Tank Robotun Yan Kapağı	41
Şekil 4.3. Tank Robot Dişli Sistemi	41
Şekil 4.4. Tank Robot Palet Dişlileri	42
Şekil 4.5. Tank Robot Yan Bölme	42
Şekil 4.6. Tank Robot Ana Gövde	43
Şekil 4.7. Tank Robot Küçük Dişli	43
Şekil 4.8. Palet Sistemi	44
Şekil 4.9. Palet Bağlantı Milleri	44

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Örnek Arduino Tipleri	9
Resim 2.2. Arduino Uno	10
Resim 2.3. Arduino Uno Pin Bilgileri	10
Resim 2.4. Arduino Bilgileri.....	12
Resim 2.5. Arduino Tiplerinin Özellikleri	12
Resim 2.6. L298N Motor Sürücü.....	13
Resim 2.7. L298N Motor sürücü pinleri.....	14
Resim 2.8. Arduino bluetooth bağlantısı	15
Resim 2.9. HC06 Bluetooth Modülü	15
Resim 2.10. Tankta Kullanılan L Motor	16
Resim 2.11. Lipo Batarya	17
Resim 3.1. Arduino Açılış sayfası	22
Resim 3.2. Arduino Temel Kodlar.....	23
Resim 4.1. Motor Sürücü ve Motorların Bağlantı Şeması.....	34
Resim 4.2. Arduino İle Bluetooth Modülünün Bağlantısı	35
Resim 4.3. Arduino İle Bluetooth Modülünün Bağlantısı	35
Resim 4.4. Mobil Uygulama Görüntüsü	37
Resim 4.5. Mobil Uygulama Blok Sayfası	37
Resim 4.6. Zortrax 3 Boyutlu Yazıcı	39
Resim 4.7. Zortrax 3 Boyutlu Yazıcı Yandan Görünüş.....	39
Resim 5.1. Mars Curiosity Rover	46
Resim 5.2. Mars Robot Arazi Tarama Görseli	47
Resim 5.3. Kaplan Bomba İmha Robotu	47

Resim 5.4. Kaplan İnsansız Kara Aracı Ailesi	48
Resim 5.5. Çakıl Taşı Testi.....	49
Resim 5.6. Çakıl Taşı Testi Orta Kısım.....	50
Resim 5.7. Çakıl Taşı Testi Son Kısım.....	50
Resim 5.8. Kum Testi Başlangıç.....	51
Resim 5.9. Kum Testi Orta Kısım	51
Resim 5.10. Kum Testi Son Aşama	52
Resim 5.11. Çakıl Tozu Testi Başlangıç Kısım.....	52
Resim 5.12. Çakıl Tozu Testi Orta Kısım.....	53
Resim 5.13. Çakıl Tozu Testi Son Kısım	53
Resim 5.14. Rampa Testi Başlangıç	54
Resim 5.15. Rampa Çıkış Aşaması.....	54
Resim 5.16. Rampa Testi Orta Kısım	55
Resim 5.17. Rampa Testi İniş Aşaması	55
Resim 5.18. Test Bitiş Aşaması	56

TABLÖLAR

Tablo 1. 24



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
V	Volt
A	Amper
DC	Doğru akım
Bt	Bluetooth
Rx	Sinyal alım X
Tx	İletim X
ENA	Etkinleştir A
ENB	Etkinleştir B
IN1	Giriş 1
IN2	Giriş 2
IN3	Giriş 3
IN4	Giriş 4
VCC	Kaynak gerilim girişi
GND	Topraklama

1.GİRİŞ

Robotlar, temel olarak, insan hayatını kolaylaştıran, insanın yapabileceği hataları önceden programlanarak yapmasını engelleyecek cihazlardır. Günümüzde insanoğlunu hayatını kolaylaştıracak birçok robot çalışılmasında bulunulmuştur. Arama-kurtarma, keşif, madencilik, medikal ve taşımacılık gibi birçok yerde karşımıza çıkan bu robotlar, ulusal ve uluslararası birçok proje ile örneklendirilmiş ve günlük hayatımızda kullanılmaktadır.

Robotlar, bilgisayar programcılığı, mekanik unsurların hesabı, elektronik bileşenlerin uygun halde kullanılması ve tasarım çalışmalarının bir araya gelerek ortaya çıkmış olan, temel olarak yazılım kodlamaları ile elektronik bileşenlerin tetiklenmesi, ardından tasarlanmış olan tasarımın mekanik hesaba göre hareketinin sağlandığı cihazlardır. Robot tasarımı ve gerçekleştirilmesi için örnek gösterilebilen en önemli mühendislik dalından biri de Mekatronik mühendisliğidir. Robotun gerçekleştirilmesi için uygun bir tasarımın yapılması gerekmektedir. Ardından tasarıma uygun mekanik bileşenlerin monte edilmesi gerekmektedir. Kullanılacak elektronik sistemler, mekanik bileşenler ile ilişkilendirilerek belirlenir. Kullanılacak motorların çekeceği ağırlık, mekanik bileşenlerin oluşturmuş olduğu tahmini hareket ve parça ağırlıklarına göre belirlenir. Elektronik bileşenlerin montajlanmasından sonra yapılması istenilen hareket cihaza yazılım vasıtası ile bilgilendirilir. Yazılımın içine atıldığı mikroişlemci, elektronik parçalara komutlar yollayarak cihazın mekanik aksamalarına göre bir hareketini sağlamaktadır.

Robotlar kullanım amaçlarına göre sınıflara ayrılmıştır. Bunlardan bazıları, medikal robotlar, Savunma sanayi robotları, Üretim robotları ve Keşif robotlarıdır. Medikal robotlar, hastanelerde kullanılan, hastanın olası bir durumda acil müdahale gerektirecek şekilde tasarlanan, ameliyatlarda doktor hatalarını minimuma indirebilecek olan ve doktorlara yardım amaçlı kullanılan robotlar olarak örneklendirilebilir. Savunma sanayi robotları, ülke güvenliğinin sağlanması açısından birçok ülkenin üzerinde özenle durduğu önemli bir konudur. Isı algılama, görüntü işleme ve takip sensörleri ile otonom hareket edilebilen robotlar bu sistemlere örnektir. Üretim robotları, fabrika ve limanlarda taşımacılık, paketleme ve birçok seri işlemin hatasız ve daha hızlı yapımını sağlayan üretim sistemleridir. Keşif robotları ise insanların hayati risklerinin olduğu bölgelerde arama kurtarma çalışmaları sürdürebilen, insansız sistemlerdir.

Tank robotlar özellikle Amerika Birleşik Devletlerinin savunma sanayinde DARPA isimli şirketin üzerinde fazlasıyla durduğu bir konu olup, arama kurtarma ve savunma sanayi için ulusal ve uluslararası çalışmaların mevcut olduğu bir savunma sanayi projesidir. Gövde, palet ve dişli kısımlarından oluşmakta olan bu cihaz, üzerine kamera, ısı algılayıcı hatta silah monte edilerek kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ordusunda aktif olarak görev alan bu robotlar, tehlikeli bölgelerde arama kurtarma, keşif ve silahlı çatışmalarda aktif olarak kullanılmaktadır. Paletlerin birbirine bir mil ile geçirilerek uzun bir tank paleti haline getirilerek motorların paletler vasıtasıyla hareketini sağlamaktadır.

Bu tez konusunda tasarlanan robot, yukarıda belirtilmiş olan bilgiler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Robotun kullanım amacı, üzerine eklenilecek sensör ve aparatlar ile doğru orantılıdır. Robotun üst yüzey kısmı, sensör ve aparat eklemeye uygun olarak tasarlanmıştır. Tez konusu robot, 2 adet DC motor kullanılarak tasarımı yapılmış olan gövdeye uygun bir şekilde monte edilerek, mikroişlemciye bluetooth aracılığı ile telefonda gönderilen sinyalleri motorlara uyarıcı olarak yollayarak harekete geçirir ve dişlilerde oluşan hareket paletleri döndürerek tankın hareketi gerçekleştirilmektedir. Robot konusunda yapılan önceki çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Francisco M. Lopez ve Federico Cuesta 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada açık kaynak kodlu, düşük maliyetli (35 euro), modüler ve genişletilebilir, Android ve Arduino tabanlı, yerel ağ desteği ve internet bağlantısı bulunan, bilgi ve iletişim teknolojisi mesleki eğitiminde veya mühendislik eğitiminin sınıf ortamlarında veya laboratuvarlarında kullanılabilirdi geleneksel görsel laboratuvarlara alternatif olarak uzaktan eğitim ve büyük açık online kurslarda kullanılacak bir mobil robot tasarımı söz konusudur. Kendi robotunuzu hazırlayın diye adlandırılan kısım hakkında bilgi ilk adımdır.[1]

Ibari Benaoumeur ve arkadaşları 2016 yılında Mobil robotların navigasyon sistemleri için birçok algoritma tasarlamıştır. Bazı algoritmalarda yeni konseptler olan bulanık mantık ve genetik algoritmaları kullanılmıştır. Hafif Telepresence robotlar için daha basit ve yoğun hesaplama algoritmaları gerekmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak için özellikle odometri algoritması tercih edilmiştir. Engel önleme özelliği ise algoritmayı geliştirmek için tasarlanmıştır. Arduino UNO, iki adet redüktörlü DC motor, tek tekerlek ve ultrasonik sensör kullanılarak bir mobil robot prototipi gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar iki amaçla yapılmıştır. Bunlardan ilki, odometri algoritmasının çalışıp çalışmadığının kontrolü, diğeri

ise engel önleme mekanizmasının testi içindir. Sonuçlar memnuniyet vericidir. Mobil robot engellerden kaçınabilmekte ve hedefe doğru olarak ulaşabilmektedir. Gerçek bir telepresence robota ultrasonik sensör yerleştirilmesi için ilerleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.[2]

Theodore Ramli ve arkadaşları 2016 yılında konuşma ile kontrol, verilen görevleri yerine getirmek için ortaya çıkmış bir yenilikçi metot geliştirmiştir. Bu çalışmada, anahtarı açıp kapatarak lambaları yakmak, fan çalıştırmak gibi birçok insanın etkileşimli aktivitelerinin kontrolü, ATMEGA-328P mikrodenetleyici ve Android işletim sistemi vasıtasıyla konuşma tanıma kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem sağladığı imkanlarla hayatı kolaylaştıran ve üretimi artıran bir özelliğe sahiptir.[3]

Chun-Tang Chao ve arkadaşları 2016 yılında yapmış olduğu çalışma ile ilgili olarak Akıllı telefon ve tabletler kullanılarak kontrol edilebilen mobil robotların sayısı son yıllarda sürekli olarak artması ile birlikte bu çalışma oluşturulmuştur. Bu çalışma da ise, hedefin 3 boyutlu yerini kestirebilen ve tek kamera ile robot hareketlerinin kolaylıkla kontrol edilebildiği bir mobil robot için görsel kontrol arayüzü sunulmaktadır. Robot üzerine yerleştirilen Arduino Yun mikrodenetleyici ve Android işletim sistemine sahip bir tablet ile kontrol işlemi gerçekleştirilmektedir. Bunlara ek olarak robot, kavrama işlemi için 3 eksenli bir robot kol ile donatılmıştır. Hem gerçek zamanlı kontrol sinyali hem de video görüntü aktarımı Wi-fi aracılığıyla sağlanmaktadır. Düzgün kalibre edilmiş kamera ile tasarlanan prototipin işlemleri sunulmuştur. Kullanıcılar istediklerini hedefi ekranda tıklayarak kompleks algoritmalar yerine basit analitik geometri kullanılarak 3 boyutlu koordinatlarını kestirebilmektedirler. Bu yaklaşımın mobil robotlar için büyük potansiyele sahip olduğunu sonuçlar ve ölçümler göstermektedir. [4]

Khoswanto H. ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışma da, tekerlekli bisiklet tipi bir mobil robotun yörünge takibi için geri adımlı kontrolör tasarımı amaçlanmıştır. Dayanıklı çıkış takibi sağlayan bir kontrolör tasarımının geliştirilen kontrol algoritması ile sağlanması asıl hedefdir. Kontrolör tasarımının temelinde Lyapunov teoremi mevcuttur ve bu yöntem ile tekerlekli bisiklet tipi mobil robotun kinematik takibi ile verilen yörüngede, istenilen lineer ve açısal hız değerlerinde hareket etmesi hedeflenmiştir. Takip hatasında robotun kararlılığını garanti etmek için bir Lyapunov tabanlı kararlılık analizi sunulmuştur.

Benzetim ve deneysel sonuçlar, tasarlanan dayanıklı kontrolörün farklı yük şartları altında doğruluk ve kararlılık açısından etkinliğini göstermektedir [5]

Avallone, E ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada, düşük maliyetli ve Arduino MEGA platformu kullanılarak tasarlanmış bir termal görüntüleme sistemi hazırlanmıştır. Sıcaklık için ölçümler 3 sargı ile 30 dijital sensör (DS18B20 Dallas) içeren kart kullanılmıştır ve doğru okuma yapabilmek için ise Arduino yazılımında One Wire kütüphanesi kullanılmıştır. Dallas sensörleri ve Arduino programını kullanarak 100'e kadar sıcaklığı ve 120 farklı noktayı göstermek mümkündür. Bunun yanı sıra, kesinlikle elektriksel problemlerin ve termal probta kullanılan sargıların sayısı sadece 3 olarak azaltılmaktadır. 30 dijital sensör kullanılarak elektriksel problemler büyük oranda azaltılmakta, 3 sargıyla olan bağlantının çoğaltılması ile işletim hızı artmaktadır ve bu durum normal güç modu olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan, depoya dikine monte edilen termal prop ile ısıyı grafik noktaları halinde almak mümkündür ve bu bilgiler termal analizde kullanıma uygundur.

Arduino IDE için kullanılan yazılım CCS (C, C++ ve "Wiring") şeklinde adlandırılmaktadır. Deponun içindeki su hissedilir sıcaklık formunda enerjiye sahiptir ve bu çalışma için termodinamik analiz sonuçları önemlidir. Bu yüzden, analiz edilebilecek bazı sıcaklık örnekleri elde edilmiştir. Depodaki suyun sahip olduğu enerjinin termal etkinliği ya termal olarak katmanlanmıştır ya da homojendir. Bu durum termodinamiğin birinci kuralıyla analiz edilmektedir. Termodinamiğin ikinci kuralına göre, ısı enerjisi termal etkinlikten daha az suda homojen dağılır ve her ikisi de termodinamiğin birinci kuralından azdır.[6]

Yağ tanklarından yağ sızıntısı ve çalınması sık sık görülen olaylardır. M Husni ve arkadaşları 2016 yılında Bunu önlemek için, tank içerisindeki sıvının hacminin sürekli olarak monitörden takip edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ise amaç, yağ tankının içindeki sıvının hacminin, aracın yerini belirten verilerin her yol koşulunda kullanıcıya hesaplanarak bildirilmesidir. Çalışma da bazı ultrasonik sensörler (sıvı yüksekliğini göstermek için), bluetooth modüller (Arduino mikrodenetleyiciden sensör bilgilerini aktarmak için), Arduino mikrodenetleyici (sıvı hacmini hesaplamak için) ve ayrıca GPS/GPRS/GSM Shield modülü (aracın konum bilgisini elde etmek ve verileri sunucuya göndermek için) kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar bize sıvı hacminin görüntülenmesindeki doğruluk oranının araç düz yolda giderken %99.33 olduğunu göstermektedir. Belli bir açıya sahip yolda ise doğruluğun %84 olduğu tespit edilmiştir. Bu sebepten, illegal hırsızlıkların engellemesi için tasarlanan web

arayüzü ile tankerin yeri ve içindeki sıvı hacminin takip edilmesinde bu yöntem kullanılabilir.[7]

Günümüzde mobil telefonlar hayatımızın önemli bir parçası haline almıştır ve eğer bu telefonlar android tabanlı ise günlük hayatta kullanılması çok önemlidir. Android mobil telefonları değişik amaçlar için kullanabilmek mümkündür. 2016 yılında yapılan bu çalışmada Roman Ahamed ve arkadaşları, mikrodenetleyici tabanlı bir kapı kilitleme sistemi Android mobil telefon kullanılarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Android telefonda şifre girilerek selenoid kapı kilidinin (12V ile çalışan) kontrolü yapılabilmektedir (Aç kapa). Ana kontrol ünitesi olarak Arduino UNO, HC-05 bluetooth modül, transistör ve diyot kullanılmıştır. Android modül için tasarlanan yazılım ise mikrodenetleyiciye yüklenmiştir. Sistem uygulanmış, test edilmiş ve iyi çalıştığı tespit edilmiştir. Geliştirilen sistem kasaların kapılarında kullanılabilir. Sonuç olarak bu sistem diğer uygulamalarda birkaç geliştirme ile (alarm ve diğer güvenlik amaçları için) kullanıma müsaittir. [8]

Etkili elektronik programlama ile bir bilgisayar robotu kontrol edebilir çünkü bir robot elektromekanik bir makinedir. Algılama, hareket etme, enerji, akıl gibi unsurlar bir robotta olması gereken temel bileşenlerdir. Robot, kontrol sistemi, değişik güç kaynakları ve yazılım hep birlikte kullanılarak bir görevi gerçekleştirir. Sheetal Gandotra ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışma da, RC arabalarda görüntüleme rehberi olarak Android bir uygulama geliştirilmiştir. Çünkü mobil araçlar barındırdıkları Android uygulama ile aracın uzaktan kontrolünü sağlayabilmektedir. Bluetooth ise kontrolör ve Android arasındaki USART tabanlı temel iletişim protokolüdür. [9]

XIAO WANG ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada insanların fiziksel parametrelerinin gerçek zamanlı olarak takip edilmesi ihtiyacından ötürü, bu çalışmada Android ve Arduino tabanlı bir insan fiziksel parametrelerini tespit sistemi tasarlanmıştır. İnsan vücudunun ısı ve kalp atış değeri ARduino tespit devresi kullanılarak elde edilmiş ve bu veriler mobil cihaza Bluetooth düşük enerji iletişim kullanılarak iletilmiştir. Android sistem tabanlı yazılım uygulaması elde edilen verileri görüntüleme ve depolamayı sağlamaktadır. Belirlenen eşik değeri aşıldığında takip eden şahsa uyarı bilgisi gönderilmektedir. Deneysel sonuçlar gösteriyorki, insan vücuduna ait verilerin elde

edilmesi, takip edilmesi ve kaydedilmesi ile insan vücudunda ortaya çıkan anormal durumlar için uyarı verilmesi için bu sistem gerekli ihtiyaçları karşılamaktadır. [10]

21. yıydaki tempolu hayatta, otomasyon insan hayatında önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda Bhavik Pandya ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada ev otomasyonları ev genelindeki araçların (ışık, kapı, fan, AC vs. gibi) kontrolünü sağlamaya imkan sağlamaktadır. Ayrıca ev güvenliği ve acil durum sistemlerinin sağlanması da mümkündür. Ev otomasyonu sadece harcanan insan gücünü düşürmekle kalmamakta ayrıca enerjinin verimli kullanımı ve zamandan tasarrufta sağlamaktadır. Ev otomasyon sistemleri ve güvenlik sistemlerinde temel amaç yaşlı ve handikaplı insanların güvenliğini sağlamak ve cihazları kontrol etmelerini mümkün kılmaktır. Bu çalışma da ise, Arduino mikrodenetleyici ve Android akıllı telefon kullanılarak ev otomasyon ve güvenlik sistemi ortaya konulmuştur. Ev cihazları ve bileşenleri mikrodenetleyiciye bağlanmış ve Arduino ile Android cihaz arasındaki iletişim ise Bluetooth modül ile sağlanmıştır. Bu cihaz çekirdekte ufak modifikasyonlar ve düşük maliyeti ile önemlidir. Çalışma, android tablet veya telefon ile ev cihazlarının kontrolünü ve takipini sağlayan bir otomasyon sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesini sunmaktadır. [11]

Shaikh Khaled Mostaque ve Bishal Karmakar 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada, insan sesiyle kontrol edilebilen düşük maliyetli Arduino tabanlı Robot kolunun nesnelere yerlerinin değiştirilmesini sağlayabilmek için tasarlanmış ve uygulanmıştır. İnsan sesinden önce, robot nesnelere yerinin tespitini mümkün kılan sonar teknolojisine sahiptir. Endüstriyel ve maden uygulamalarında insan hayatı riskinin en aza indirgenmesini sağlayarak daha mükemmel bir işlem yapmasına olanak sağlayan bir sistem özelliğindedir. Akıllı telefon ile robotun kontrolü herkes tarafından yapılabilmektedir. Android uygulama ve bluetooth modülü ile robota ses komutları iletilmektedir. Arduino Mega ise robot kolunun kontrolü ve nesnelere tutulmasından önce karar veren beyni olarak çalışmaktadır. [12]

Son yıllarda robotlar günlük hayatımızda önemli rol oynamaktadır. Bununla beraber, bu robotların kaldırma ve yer değiştirme, punta kaynağı, ark kaynağı ve delme gibi değişik uygulamalarda kullanılabilmesi için kontrolleri önemlidir. N. Saravanan 2016 yılında yapmış olduğu bu çalışmada, Robotların ve mobil uygulamaların popülerliğinden ötürü, 5 serbestlik dereceli bir kolun mobil uygulama ile kontrolü ve tasarımı gerçekleştirilmiştir. Lynxmotion 5 serbestlik dereceli kol ile uyumlu SSC-32 kontrolör kullanılarak, PC ve

Arduino yanı sıra bluetooth modül kullanılmıştır. Mobil uygulama Bideps, Hexapods, Tripods gibi değişik donanım platformları için uygun olarak geliştirilebilmektedir. [13]

İletişim ve reklamda mesaj görüntüleme teknolojisi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, akıllı telefon teknolojisinin ilerlemesiyle birlikte kablosuz iletişim, Dünya da büyük bir yer edinmiştir. Mala U M Bakura ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada mikrodenetleyici tabanlı bir mesaj görüntüleme sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesini anlatmaktadır. Android uygulama ile Mesajlaşma görüntü sistemi vasıtasıyla bir kişinin telefonundan LCD ekrana mesaj bluetooth uygulama arayüzü vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. ATMEGA328p mikrodenetleyici tabanlı Arduino kart, Bluetooth Module (HC-06) ve LCD ekran bu işlemde kullanılmıştır. Bu tip çoğu uygulamada iletişim kablolar ile sağlanmaktadır ve bu çalışma da bluetooth teknolojisi bu kablo sorununu ortadan kaldırmak için tercih edilmiştir. Mikrodenetleyici bütün işleyişi ve bilginin görüntülenmesi ile kablosuz kontrolü sağlamaktadır. İstenilen bir mesaj mobil telefon vasıtasıyla bluetooth kullanılarak gönderilebilmektedir. Mobil uygulama ise App Inventor yazılımı kullanılarak geliştirilmiştir. Söz konusu sistem oluşturulmuş ve herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. Mesajlar bluetooth vasıtasıyla gecikmesiz iletilmiştir. Sistem Bluetooth kapasitesi olan 10m çapında bir alanda 80 karakteri 4 x 20 LCD ekrana aktarabilmektedir. [14]

Azhar Yussof ve arkadaşları 2016 yılında yapmış oldukları bu çalışmada açık kaynak yazılım ve donanım platformlarındaki son gelişmeler (Android, Arduino, Linux, OpenCV vs.) birçok pahalı ve karmaşık sistemin daha düşük bütçeyle ve sade tasarımlarla ortaya koyulabilmesine olanak sağlamıştır. Bu platformları kullanarak, Java tabanlı 3D robot simülasyon sistemi, online ve offline modda çalışabilen Android-Arduino tabanlı uzaktan çöp toplama aracının kontrolü için grafik veritabanına sahip olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Açık kaynak donanım ve yazılım sistemi bileşimi, daha fazla gelişime müsait olarak esnek ve genişletilebilir bir platform olarak tasarlanmıştır. Yazılım ve donanım alanlarında, akıllı sistemler için grafik veritabanı ve daha karmaşık donanımlara sahip yürüeyebilen ya da insansı robotlar içinde uygun bir platform olarak gerçekleştirilmiştir. [15]

2.TANK ROBOTUN TASARIMI

Tank robotun tasarımı, Elektrik - Elektronik elemanlar ve Mekanik aksam olmak üzere 2 alt başlık altında toplanacaktır. Yazılım ise detaylı bir biçimde 3. Bölümde verilmiştir.

Elektronik elemanlar kısmında, cihaz üzerinde yapılmış olan elektronik bağlantılar, kullanılmış olan elektronik devre elemanları ve bu elemanların birleştirilme aşamaları gösterilmiştir. Tercih edilmiş olan elektronik elemanların özellikleri ve neden kullanıldıkları açıklanmış, bu proje için uygun olma sebepleri irdelenmiştir. Kullanılmış olan elektronik devre elemanları Mikroişlemci (Arduino UNO), Motor sürücü (L298N), İletişim için kullanılan Bluetooth modülü (HC-06), Motor sürücü, Mikroişlemci ve motorların hareketini sağlamak amacıyla kullanılmış olan Lityum polimer bataryalar ve tankın hareketini sağlamakla görevli olan L tipi DC motorlar ayrı ayrı incelenmiş, bu devre elemanları ile ilgili bilgiler verilmiş ve bağlantı şemaları gösterilmiştir.

Mekanik aksamda tasarlanmış olan cihazın bilgisayarda CAD resimleri (Solidworks 2013) çizilmiş, teknik resimler üzerinde bulunan mekanik parçaların teker teker açıklamaları ve montajlanacak yerleri detaylı bir biçimde verilmiş, çizilmiş olan parçalar numaralandırılarak numaraların başlığı altında parçalar isimlendirilerek montajlanma işlemleri gösterilmiştir. Cisimler hem teknik resim formatında parça parça halde hem de renklendirilmiş olarak gösterilmiş ve montajlanma halleri incelenmiştir.

Yazılım bölümünde ise kullanmış olduğumuz mikroişlemcinin Java tabanlı yazılımında (Arduino IDE) mikroişlemciye verilen komutların DC motorları tetiklemesi incelenmiş, yazılmış olan tüm kodların satır kenarlarında detaylı açıklaması yapılmıştır. C programına benzemekte olan Arduino IDE programında aynı zamanda bluetooth modülü ile iletişime geçtiğimiz aracın mobil uygulama kısmının tasarlanma aşaması ve detaylı kod anlatımları belirtilmiştir. Android Studio isimli programda yazılmış olan Android tabanlı mobil uygulamanın yazım platformunda bulunan kodlar paylaşılmış ve incelemesi yapılmıştır.

2.1. Elektrik-Elektronik Bileşenlerin Tasarımı

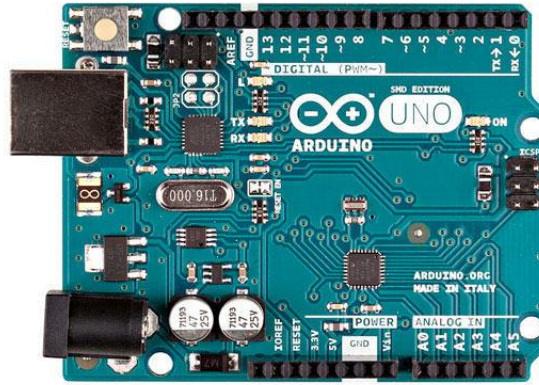
Bu başlık altında cihaz üzerinde kullanılmış olan elektronik komponentler işlenmiştir. Bu parçalar mikroişlemci, motor sürücü, iletişim modülü ve kullanılan DC motorlardır.

2.1.1. Mikroişlemci

Arduino uno giriş ve çıkış bulunduğu kart ve Java temelli bilgisayar dilinin yer aldığı geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. Orijinal sitesinden ücretsiz bir şekilde indirilebilen Java tabanlı yazılım programı kullanılarak kodlama işlemi yapılır. Arduino kartı, içerisinde bir adet ATMEL Atmega328 model denetleyici entegresi bulunan bir elektronik karttır. USB kablosu ile kolay bir şekilde bilgisayara bağlanarak seri haberleşme sayesinde bilgisayardan aracılığı ile programlanabilir ve veri haberleşmesi sağlanabilir. Arduino mikroişlemci kartı, kolay programlanabilme ve ucuz olması sebebi ile büyük kullanıcı kitlelerine hitap etmektedir. Yapılmış olan tank robotta kullanılan kart, Arduino UNO kart olup Resim 2.1.'de değişik tipleri gösterilmektedir.

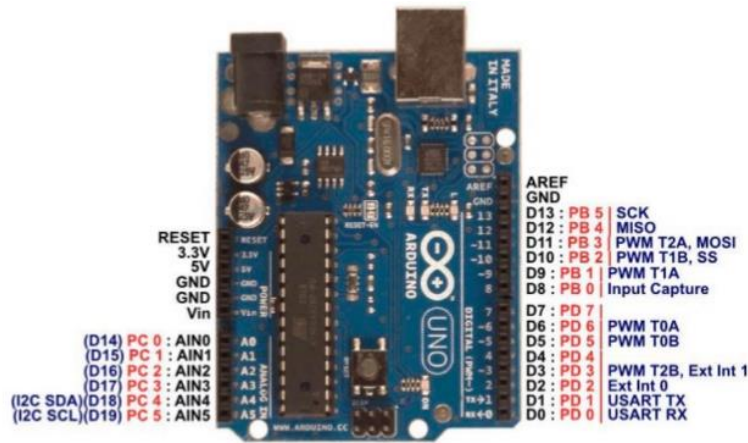


Resim 2.1. : Örnek Arduino Tipleri



Resim 2.2. : Arduino Uno

Resim 2’de bu çalışmada kullanılan Arduino Uno görülmekte olup, 6 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir şekilde üzerinde 14 adet dijital giriş ve çıkış pin yuvası, 6 analog girişi, 16 Mhz kristal, bağlantı aşaması için USB soketi, gerekli gerilimin sağlanması için güç soketi ve yazılım sıfırlaması için reset tuşu bulundurmaktadır. Mikroişlemci kartı, kolay bir şekilde USB kablosu vasıtasıyla bilgisayara bağlanabilir, adaptör veya harici güç kaynağı ile çalıştırılabilir. Çalışma gerilimi 5 V ve giriş gerilimi 7 ila 12 V arasındadır. 14 adet dijital pin(6 tanesi PWM çıkışıdır) 6 adet analog giriş pini vardır. Her pin için 40Ma, 3.3V çıkış için 50 Ma çıkış akımı vardır. 32 KB flash hafızası olan mikroişlemcinin Saat hızı 16MHZdir. Uzunluğu 68.6 mm, Genişliği 53.4 mm ve Ağırlığı 25 gramdır.




Resim 2.3. : Arduino Uno Pinleri

Kablosuz iletişim için kart üzerinde bulunan, 0 ve 1 pinler kullanılır. Bu pinler doğrudan kart üzerindeki Atmega usb-seri dönüştürücüsüne bağlanmıştır. Bilgisayardan kod yükleme aşamasında veya bilgisayar ile arduino arasında yapılan haberleşme işlemi için de bu pinler kullanılır. Bundan dolayı karta kod yüklenmesi aşamasında haberleşme yapılırken hata payının en aza indirilmesi için zorunlu haller dışında bu pinlerin kullanılmamasında fayda vardır.

Harici Kesme denilen işlemlerde 2 ve 3 numaralı pinler kullanılır. Bu pinler düşen kenar, yükselen kenar veya değişiklik kesmesi pinleri olarak kullanılmaktadır. PWM sinyalinin iletilmesi için 3,5,6,9,10 ve 11 pin numaraları kullanılabilir. SPI haberleşmesi için 10,11,12 ve 13 isimli pinler kullanılabilir. Arduino uno üzerinde bir adet led mevcuttur. Bu led arduinonun 13 numaralı pinine bağlıdır. Bu pine sinyal gelmesi durumunda led yanmakta ve sönmektedir. A0 ve A5 olmak üzere dijital çıkış ve giriş amacıyla kullanılan 6 adet analog giriş pini bulunmaktadır. Bu pinlerin ölçüm aralığı 0-5 Volt arasındadır. AREF uygun fonksiyonların kullanılması durumunda üst limit düşürülüp, alt limit yükseltilebilir. I2C haberleşmesi için, I2C A4 veya SDA pini kullanılır. Analog giriş için referans pini olarak AREF pini kullanılır. Kart üzerinde bir adet reset butonu bulunmaktadır. Bu butonun aktif edilmesi durumunda kart içerisindeki yazılım resetlenmektedir.

Arduino uno kullanılmasının sebebi, işlemci hızının diğer mikroişlemcilere göre daha hızlı olmasıdır. Arduino uno cihaz üzerinde çok fazla yer kaplamamasıyla birlikte daha iyi bir iletişim hızına sahiptir. Bunun yanı sıra cihaz üzerinde daha az yer kaplayan arduino pro mini de kullanılabilir. Fakat hızı etkilemesi ve yer olarak çok büyük yer kaplamaması sebebiyle arduino uno tercih edilmiştir. Aşağıda Resim 2.4.'de tablolarda Arduino mikroişlemcilerinin karşılaştırması ve Arduino ve diğer mikroişlemci kartlarının kıyaslama tabloları verilmiştir.



	Arduino Uno	Arduino Pro mini
Mikrokontrolcü	ATmega328P	ATmega328P , ATmega168
Sistem voltajı	5 volt	5 volt, 3,3 volt
Giriş voltaj değ.	6- 20 volt	3,3 -12 volt yada 5 – 12 volt
Dijital pinler	14 adet (6 tanesi pwm)	14 adet (6 tanesi pwm)
Analog giriş pin	6 adet	8 adet
Dijital Pin Akımı	20 mA	40 mA
Flash Hafızası	32 KB (0,5 kb si boot kodlarına ayıldı)	32 kB (0,5 kb boot kodu)
İşlemci Hızı	16 Mhz	8 MHz yada 16 Mhz

Resim 2.4. : Arduino uno bilgileri

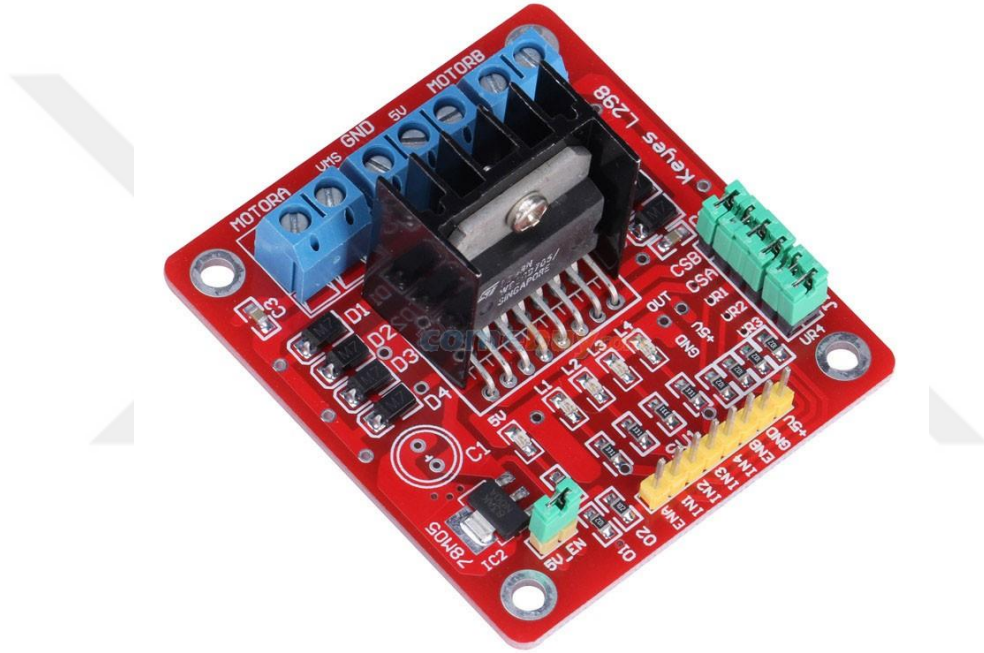
Resim 2.5. te ise Arduinoların kendi tipleri içerisindeki farklılıklar yer almaktadır.

Boards	Microcontroller	Operating Voltage/s (V)	Digital I/O Pins	PWM Enabled Pins	Analog I/O Pins	DC per I/O (mA)	Flash Memory (KB)	SRAM (KB)	EEPROM (KB)	Clock (MHz)	Length (mm)	Width (mm)	Cable	Native Network Support
Uno	ATmega328	5	14	6	6	20	32	2	1	16	68.6	53.4	USB A-B	None
Leonardo	ATmega32u4	5	20	7	12	40	32	2.5	1	16	68.6	53.3	micro-USB	None
Micro	ATmega32u4	5	20	7	12	40	32	2.5	1	16	48	18	micro-USB	None
Nano	ATmega328	5	22	6	8	40	32	1	0.51	16	45	18	mini-B USB	None
Mini	ATmega328	5	14		6	20	32	2	1	16	30	18	USB-Serial	None
Due	Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU	3.3	54	12	12	800	512	96	X	84	102	53.3	micro-USB	None
Mega	ATmega2560	5	54	15	16	20	256	8	4	16	102	53.3	USB A-B	None
MO	Atmel SAMD21	3.3	20	12	6	7	256	32	X	48	68.6	53.3	micro-USB	None
Yun Mini	ATmega32u4	3.3	20	7	12	40	32	2.5	1	400	71.1	23	micro-USB	Ethernet/Wifi
Uno Ethernet	ATmega328p	5	20	4	6	20	32	2	1	16	68.6	53.4	Ethernet	Ethernet
Tian	Atmel SAMD21	5	20	12	0	7	16000	64000	X	560	68.5	53	micro-USB	Ethernet/Wifi
Mega ADK	ATmega2560	5	54	15	16	40	256	8	4	16	102	53.3	USB A-B	None
MO Pro	Atmel SAMD21	3.3	20	12	6	7	256	32	X	48	68.6	53.3	micro-USB	None
Industrial 101	ATmega32u4	5	7	2	4	40	16000	64000	1	400	51	42	micro-USB	Ethernet/Wifi
Uno Wifi	ATmega328	5	20	6	6	20	32	2	1	16	68.6	53.4	USB A-B	Wifi
Leonardo Ethernet	ATmega32u4	5	20	7	12	40	32	2.5	1	16	68.6	53.3	USB A-B	Ethernet
MKR1000	Atmel SAMD21	3.3	8	12	7	7	256	32	X	48	64.6	25	micro-USB	Wifi

Resim 2.5. : Arduino tiplerinin özellikleri

2.1.2. Motor Sürücü

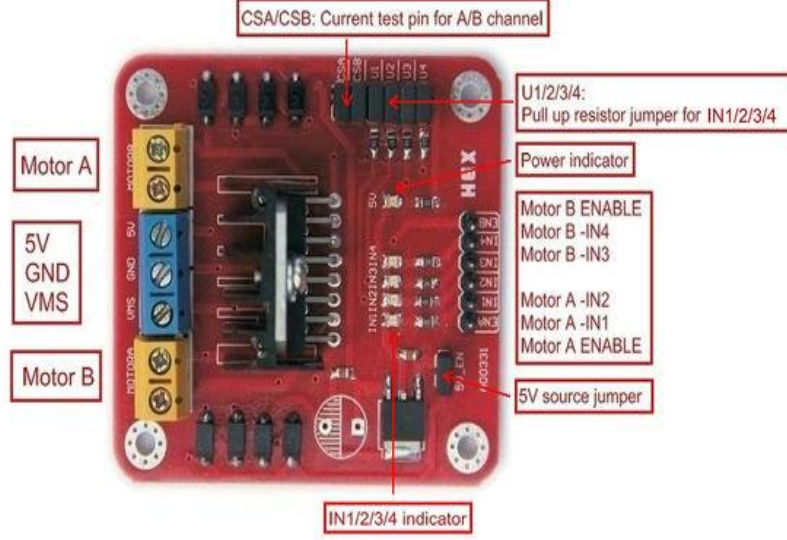
Motor sürücü, mikroişlemcinin üzerine gelen sinyal ve komutların motora gitmesi için yeterli güce sahip olmamasından dolayı kullanılan devredir. Motor sürücü devre aracılığı ile mikrodenetleyici çıkışından alınmış olan sinyaller aktif edilerek motor kontrolü sağlanmaktadır. Robot çalışmasında sık bir şekilde kullanılmakta olan devreler; DC motor kontrolleri için L293D, L293B, L298 motor sürücü entegrelerdir. Bu tezde kullanılan motor sürücü devresi L298N isimli motor sürücü devresidir.



Şekil 2.6. : L298N Motor Sürücü

Üst sınırı 24V olarak belirlenmiş olan motorları sürmek amacıyla kullanılan bu motor sürücü kartı, iki kanallı olup kanal başına 2A akım vermektedir. Kart üzerinde ise L298N isimli sürücü entegresi kullanılmıştır. Üzerinde bulunan ENA(Enable A) isimli pin sol motor kanalının aktif olmasını sağlayan pindir. Yazılım içerisinde sol motora sinyal gitmesi için ENA pinin yazılım içerisinde aktif olması gerekmektedir. Aksi takdirde motora sinyal gitmeyecektir. IN1 ve IN2 isimli pinler sol tarafta bulunan ENA motor kanalına bağlı olan pinlerdir. Bunlar motorun dönme şiddetini ayarlayan ve yön veren kanallardır. ENB motor pini, sağ motor kanalını aktif etme pinidir. Bu da ENA motor pini gibi aynı şekilde sağ motor kanalının aktif olma pinidir. IN3 ve IN4 sağ motora sinyal gitmesini sağlamaktadır. Motor

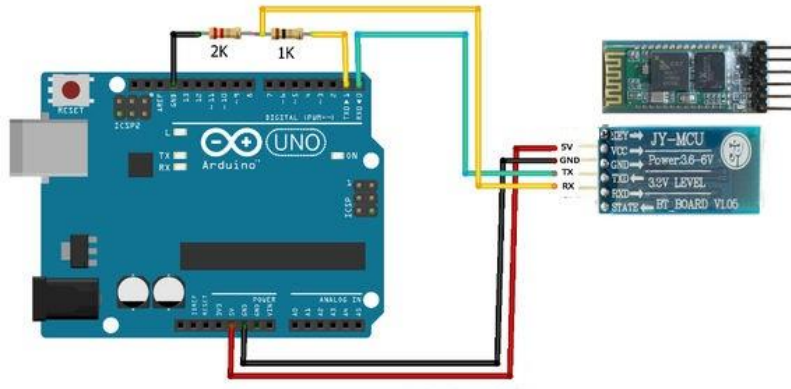
A ve Motor B çıkışları motora bağlanarak mikroişlemci üzerinden gelen sinyale göre hareket alır. VCC motorların çalışması için ihtiyacı olan enerjinin giriş yapıldığı yerdir. Bu motor sürücünün besleme voltaj girişi sınırı 4.8V-24V arasındadır. GND topraklama işleminin yapıldığı yerdir. 5V kısmı da düzenli olarak 5V çıkış veren yerdir.



Resim 2.7. : L298N Motor sürücü pinleri

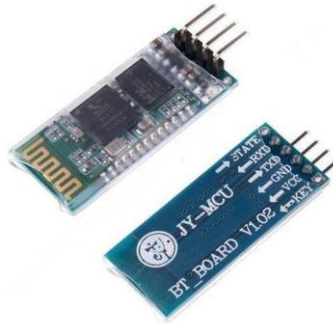
2.1.3. İletişim

Tasarımlanan tank ile iletişimin sağlanmasında BT modülü kullanılmıştır. Yazılmış olan mobil uygulama aracılığı ile cihaz üzerinde bulunan mikroişlemciye BT modülü aracılığı ile sinyal yollar ve ardından sinyal doğrultusunda motorlar hareket alarak cihaz harekete geçmektedir. Bu tez çalışmasında HC-06 isimli BT modülü kullanılmıştır. Bu modül ucuz, küçük ve kolay temin edilebilmesi sebebiyle çok yaygın kullanılan bir iletişim modülüdür.



Resim 2.8. : Arduino bluetooth bağlantısı

Bu modül bluetooth 2.0'ı desteklemekle beraber 2.4 GHz frekansında haberleşme imkanı sağlamaktadır. Kapalı alanda 10 Açık alanda 30 metreye kadar kullanım mesafesine sahiptir. Arduino üzerinde 3.3V çıkış pini üzerinden beslenmelidir. Modülün senkron hızı 1MBps/1MBps, asenkron hızı 2.1MBPS/160Kbps'dir. Üzerinde üretimle beraber gelen kimlik doğrulama ve şifreleme yazılımı vardır. Çalışma gerilimi 1.8 ile 3.6V arasında olup çektiği akım 50MA'dır. Boyutları 43x16x7 mm dir.



Resim 2.9. : HC06 Bluetooth modülü

2.1.4. Motorlar

Bu tez çalışmasında kullanılan motor tipi L tipi motor tipidir. Bu tip motorlar görünüş itibari ile L harfini çağrıştırdığından dolayı bu isim konulmuştur. Monte edileceği geometrik alan dikdörtgen veya kare şeklinde ise bu motorları kullanmak yer tasarrufuna yol açmaktadır. Bu tez çalışmasında cihazın yan kısımları dikdörtgen bir görünümü andırdığından dolayı bu tip bir motorun kullanımı gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki resimde örnek bir L motor gösterilmiştir.



Resim 2.10. : Tankta Kullanılan L motor

12 Volt Redüktörlü Dc Motordur. Motor geriliminin çalışma aralığı 6-18 Volt arası arasındadır. Genellikle hız ve güç gerektiren çalışmalarda kullanılmaktadır. Uygun şartlar sağlandığında endüstriyel uygulamalar ve makineler için kullanılabilir. Toplam uzunluğu 80 mm olup redüktör çapı ise dikdörtgen biçimli 32x27mm ölçüsündedir. Birçok proje için kullanılması uygundur. Motorun ağırlığı 160 gram olup, 6mm D shaft motor miline sahiptir ve uzunluğu 14mm'dir Dişli kutusu (redüktörü) metal dişlidir.

Motor 300 devir/dakika hıza sahiptir. Burada bu hızın tercih edilme amacı, aracın çok hızlı olmaması ve torkunun da yüksek olması istenmesinden dolayıdır. Bilindiği üzere rpm düşük oldukça motor torku yüksek olur ve bu sayede araç yokuş yukarı veya üzerine bir ağırlık gelmesi sonucunda zorlanmadan hareket edebilmektedir. Motorun çalışma akımı 150 mA'dir. Zorlanma akımı 1,5 Amper olup motor torku 3 kilogram/cm dir.

2.1.5. Batarya

Bu tez çalışmasında cihazımız için kullanılacak olan batarya türü lityum-polimer batarya tipidir. Lityum polimer piller iç yapısında Lityum ve Polimer isimli kimyasallarını barındıran bataryalardır. Elektrik hobi cihazlarının gelişmesinde bence çok katkısı olmuş olan bir batarya türüdür. Günümüzde kullanım yeri olarak modelcilik ve hobi cihazlar dışında navigasyon cihazları ve mp3 çalarlar gibi elektronik cihazlarda da kullanılmaktadır. Lityum polimer piller hücrelerden oluşur. Her bir hücrenin nominal voltajı 3,7 volt olarak belirlenmiştir. Seri bağlanmış olan hücreler S harfi ile gösterilmektedir. Bu sisteme göre S harfinden önce bulunan her rakam hücre sayısını göstermektedir. Örnek olarak bir işlem yapıldığında, 2S Lipo pil denildiğinde $3,7 \times 2 = 7,4$ Volt karşılığı verir. 3S lipo pil için

ise $3,7 \times 3 = 11,1$ Volt karşılık gelmektedir. Buna ilave olarak lityum polimer bataryalar için 3S2P şeklinde de tanımlamalar da yapılmaktadır. 3S2P'nin anlamı 3 adet seri bağlı pilden 2 adet paralel bağlanmış olması durumudur.

Pilin bir adet hücrenin boş haldeki voltajı 3V olarak belirlenmiş, tam şarj edilmiş halde bulunan voltajı ise 4,2V olarak verilmiştir. Kullanılan her pilin bir hücrenin 3V altına düşmesi, pilin ömrünü tamamlama riskine sebebiyet verir. Gereğinden fazla şarjın yani 4,20V'tan fazla şarj etmenin de güvenlik açısından riskler doğurmaktadır. Lityum polimer piller NiCd ve NiMH kimyasallı bataryalara göre çok daha fazla akım üretebilmektedirler. Kıyaslama yapıldığı zaman ise diğer bataryalara oranla daha hafiflerdir. Bu da hobi robotlarında ve modelcilik çalışmalarında kullanışlı olması anlamına gelir. İstenilen şekilde ve ölçüde üretilebilmektedirler. Kullanılmaları ve şarj edilmeleri dikkat gerektirir. Şarj işleminin sağlanması için özel şarj cihazına ihtiyaç duyulmaktadır.



Resim 2.11: Lipo Batarya

Bu tez çalışmasında 2 adet Lipo pil kullanılmıştır. Bu batarya özellikleri 2S yani 7.2 volt ve 5 amperdir. Bu iki batarya birbirine seri olarak bağlanmıştır ve bunun sonucunda tam dolu halde 14 volt 5 ampere ulaşılmıştır.

2.2. Mekanik Bileşenlerin Tasarımı

Bu tez projesinde çalışılmış olan tank robot her arazi koşulunda gidebilen, her hangi bir hareket eksikliği olmadan yoluna devam edecek şekilde tasarlanmıştır. Uzun sarj dayanımı sayesinde istenildiği gibi kullanılmaktadır. Tank için yazılmış olan programı sayesinde herhangi bir mobil cihaz ile kontrolü sağlanmaktadır.

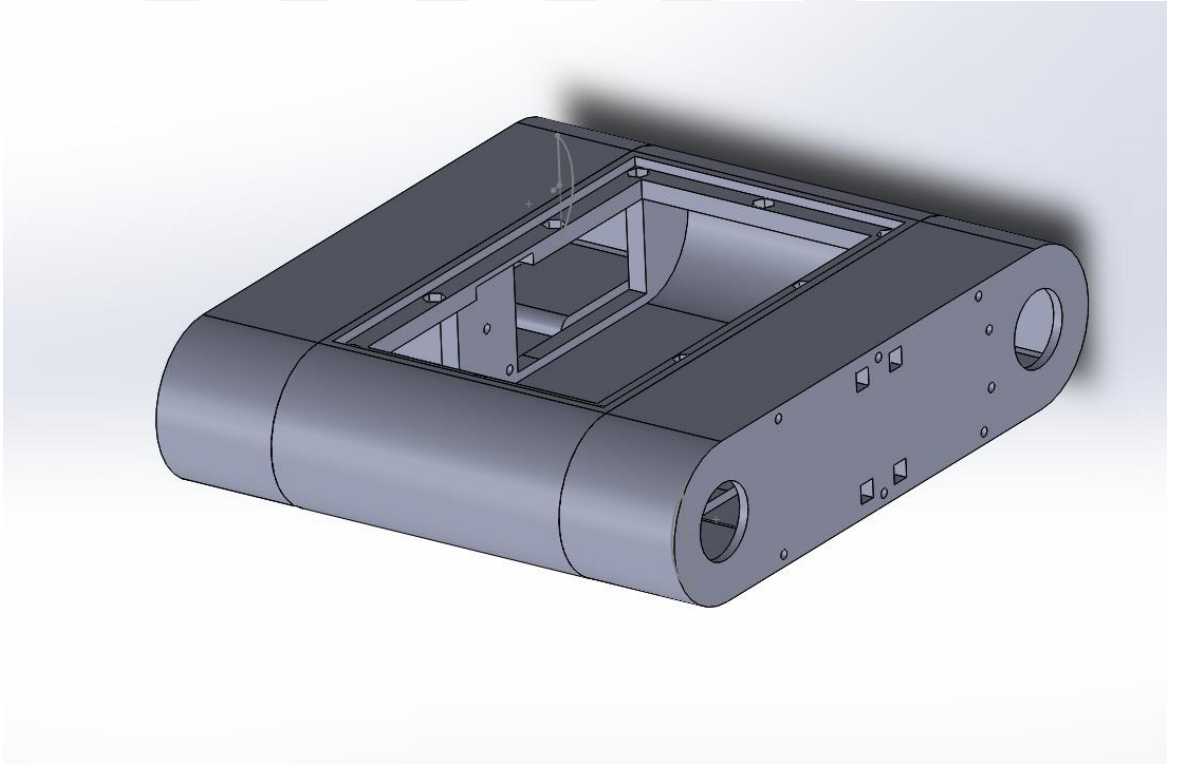
Çalışmanın getirdiği en önemli yenilik; ihtiyaca göre görüntü aktarımı yapabilmesi ve cihazın üzerine eklenebilecek her türlü yenilik ile kullanıma açık olmasıdır. Cihazın amacı, üzerine eklenen aparatlar ve sensörle ile doğru orantılıdır.

Tez konusu Mobil Cihaz Kontrollü Tank Robot sayesinde üzerine konulacak olan bir kamera ile görüntü aktarımı sağlayabilir ve bütün mobil cihazlardan kontrol edilmesi herhangi bir kumanyada ihtiyaç duyulmaması nedeniyle ekonomiktir.

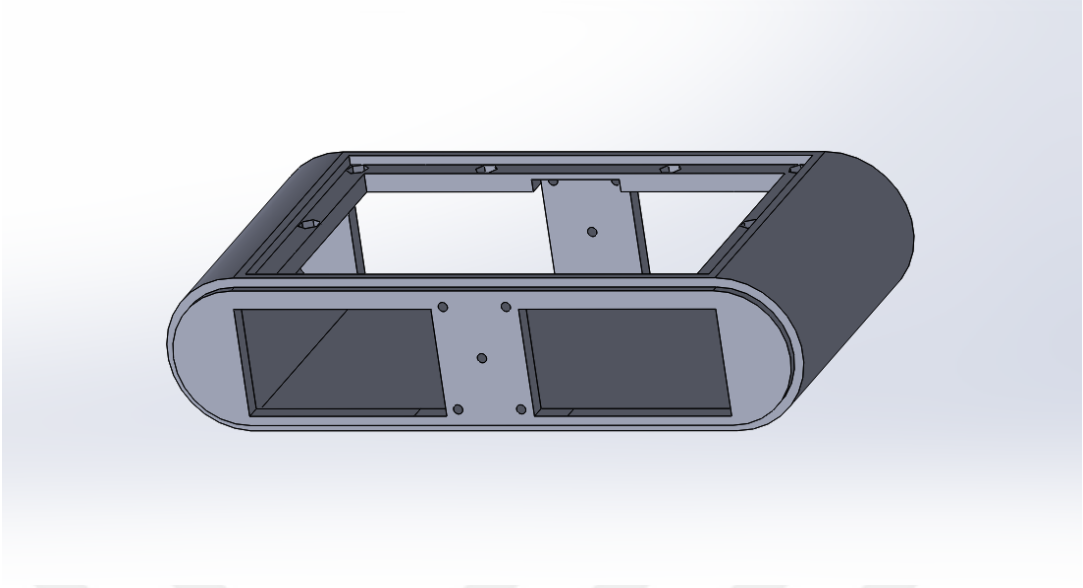
Tez konusu Mobil Cihaz Kontrollü Tank Robotun bir başka özelliği mekanik parçaların ve bütün gövdenin istenildiği gibi herhangi bir 3 Boyutlu Yazıcıdan çıktı alınmasıdır.

Bahsedilen amaçlar doğrultusunda mevcut buluş, ana gövde, motor tutucu gövdeleri, dişli tutucu gövdesi, motora takılan dişliler, küçük dişliler, dış kapak, paletler ve palet tutucu gibi esaslı parçaların bulunduğu bir mekanizmadan oluşmaktadır.

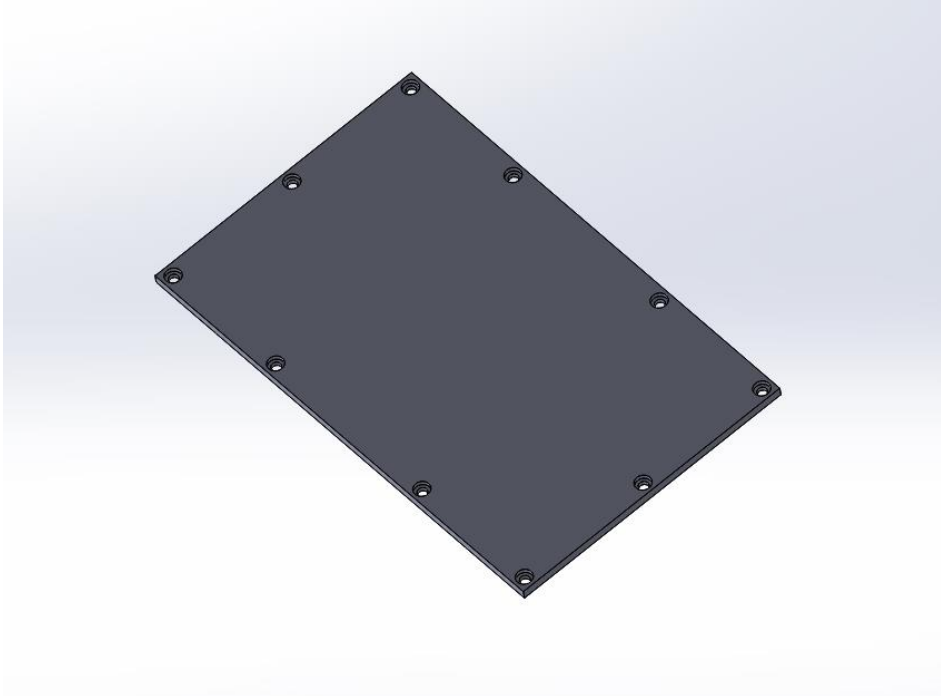
Bu parçaların montajlanması sonucunda ortaya çıkan görüntünün çizim programı üzerinde gösterimi sağlanacaktır.



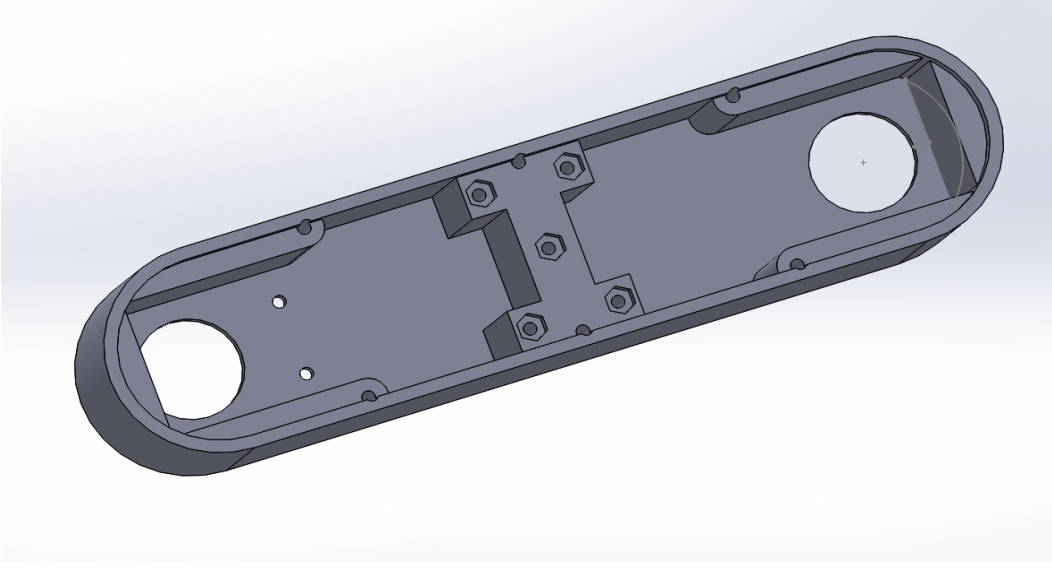
Şekil 2.1. : Tank robot montajlanmış hali



Şekil 2.2. : Tank robotun ana gövde kısmı



Şekil 2.3. : Tank robot üst kapak

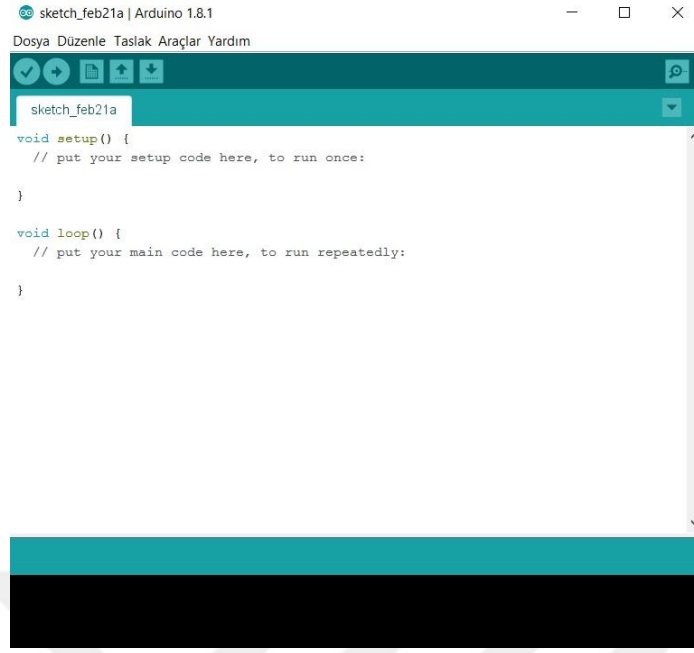


Şekil 2.4. : Tank robot yan kapak

3. TANK ROBOTUN YAZILIM TASARIMI

Tez çalışmasının bu bölümünde, cihazın manevra ve hareket kabiliyetlerini sağlayan kodlama programından bahsedilecektir. Kullandığımız mikroişlemci türünün Arduino olmasından dolayı Arduino mikroişlemciye komut verilebilen bir yazılım programı kullanmak gerekmektedir. Arduino firmasının kendi sitesinde ücretsiz bir şekilde programı bilgisayara indirilmiştir. Site üzerinde Mac, Linux ve Windows uyumlu Arduino IDE yazılımı mevcuttur. Bu tez çalışmasında Arduino Windows uyumlu IDE yazılımı kullanılmıştır. Arduino IDE yazılımı yüklendiğinde ilk çalıştırmada ekrana çıkan görsel gösterilmiştir. Yazılım başlangıcında ilk olarak yapılması gereken işlem, Mikroişlemci üzerindeki çıkış pinlerinin belirlenmesidir. Mikroişlemci üzerinde bulunan motorları sürmek amacıyla belirlenmiş olan pinler A motoru için 3,4,5, B motoru için 8,9,10'dur. Bu pinlerden çıkış alarak motor sürücümüz üzerindeki pin yuvalarına giriş yapılır.

Mikroişlemcinin 3 ve 4. Pini üzerinden çıkan kablolar, motor sürücü üzerindeki IN 1 ve IN 2 soket kısmına girerek A motoruna ileri ve geri komutlarının aktarımı için sinyal iletişimini kurmaktadır. Mikroişlemcinin beşinci pininden çıkan kablo ise motor sürücünün enA soketine giriş yaparak, A motoruna sinyal gelmesi sağlanmıştır. Aynı şekilde B motoruna sinyal yollanabilmesi için sekiz ve dokuzuncu pinler de motor sürücü üzerinde bulunan IN3 ve IN4 isimli soket yuvalarına girerek B motoruna sinyal aktarımı sağlanması gerekmektedir. Aynı şekilde mikroişlemcinin 10. Pininden çıkan kablo ise motor sürücünün üzerinde enB isimli pine giriş yaparak iletim aktarımının gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

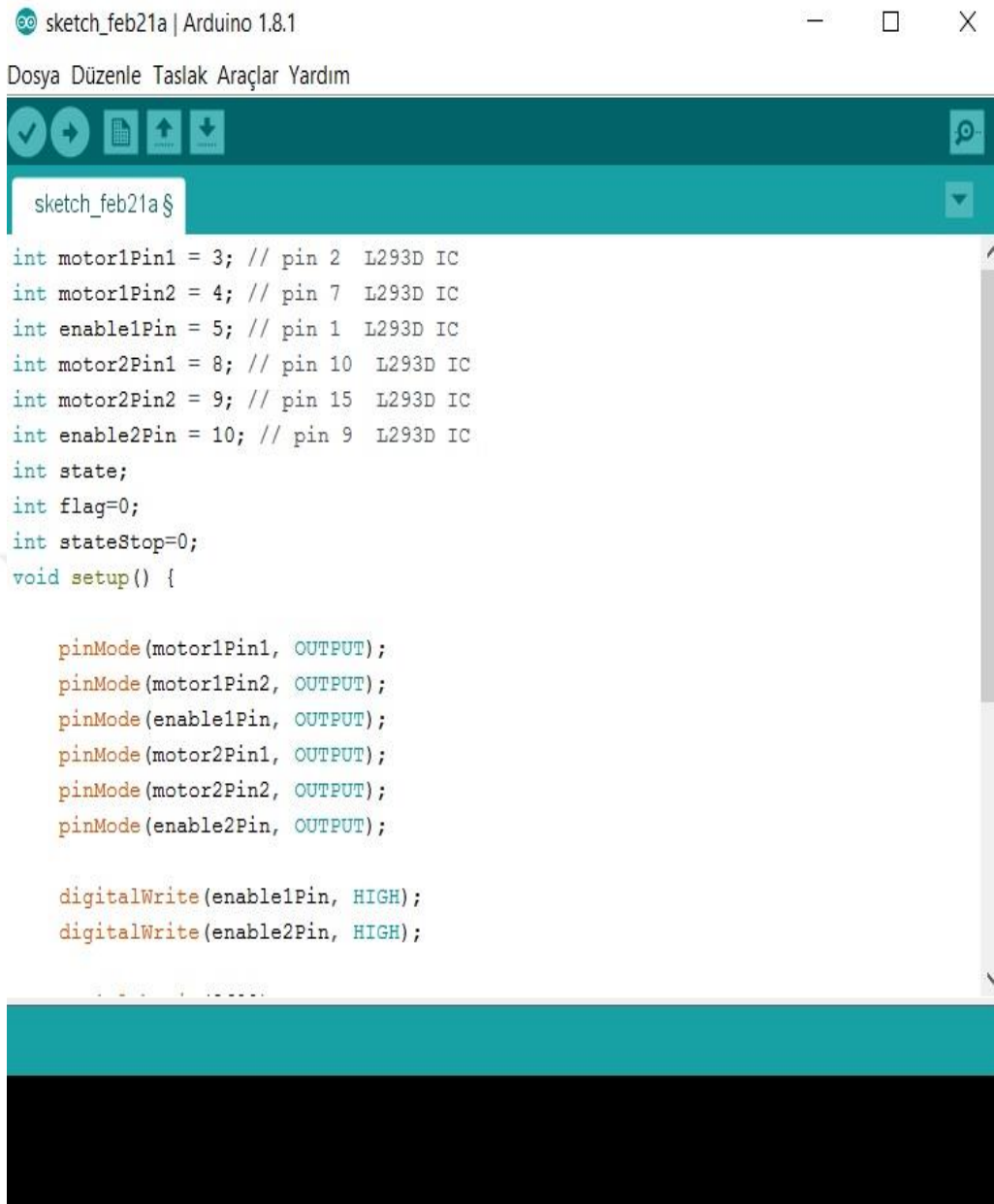


```
sketch_feb21a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Resim 3.1. : Arduino açılış sayfası

Programın açılışından sonra elektronik kısımda belirtilen Arduino mikroişlemcilerinden hangisinin kullanılacağı belirlenir. Bu tez çalışmasında kullanılan olan Arduino mikroişlemci modeli Arduino UNO olduğundan dolayı Araçlar/Kart/Arduino UNO seçeneğini seçerek işlem yapılacak mikroişleci kartının belirlenmiş olması gerekmektedir. Ardından gerekli yazılımların yazılması için program üzerindeki yazıları silerek gerçekleştirilen tank robotun yazılımı yazılmaktadır. Aşağıdaki resimde kodların bir bölümünü gösterilmiştir.



```
sketch_feb21a | Arduino 1.8.1
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım
sketch_feb21a §
int motor1Pin1 = 3; // pin 2 L293D IC
int motor1Pin2 = 4; // pin 7 L293D IC
int enable1Pin = 5; // pin 1 L293D IC
int motor2Pin1 = 8; // pin 10 L293D IC
int motor2Pin2 = 9; // pin 15 L293D IC
int enable2Pin = 10; // pin 9 L293D IC
int state;
int flag=0;
int stateStop=0;
void setup() {

    pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);
    pinMode(enable1Pin, OUTPUT);
    pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);
    pinMode(enable2Pin, OUTPUT);

    digitalWrite(enable1Pin, HIGH);
    digitalWrite(enable2Pin, HIGH);

}
```

Resim 3.2. : Arduino temel kodlar

3.1. Detaylı kod bilgisi

Bu başlık altında Arduino IDE üzerinde yazılmış olan yazılımın kod bilgisi ve bu kod bilgisinin detaylı açıklamaları verilmiştir. Motor üzerinden çıkış yapıp motor sürücüyeye giren pinlerin hangi amaçla nerede kullanıldığı kod bilgisi ile birlikte birleştirilerek anlatılmıştır.

Bu başlık altında anlatılan yazılım kısmında arduinonun orijinal sitesinden java tabanlı Arduino IDE indirilerek bilgisayar ortamında “c” tabanlı bir yazılım platformu oluşturulmuş, bu platformda yazılan yazılımlar ise mikroişlemcimize kablo vasıtası ile iletilerek içine atılmıştır. Tez konusu olan Mobil kontrollü tank robot’un mobil kontrol kısmına bu başlık altında değinilmeyecek, ilerleyen başlıklarda mobil kısmı hakkında bilgilendirilme yapılacaktır.

Bu başlık altında hazırlanmış olan bilgilendirmeler 3 bölüme ayrılarak sıra numarası, kod ve açıklama şeklinde tablo haline getirilmiştir. Sıra numarası kısmında bulunan rakamlar, yazılımın bulunduğu satırı, Kod kısmında bulunan kısımlar, yazılımın tam hali ve açıklama kısmında bulunan bilgilendirme ise kod kısmında bulunan bilgilendirmenin detaylı açıklamasını oluşturmaktadır.

Tablo 1.

Sıra Numarası	Kod	Açıklama
1	<code>int motor1Pin1 = 3;</code>	Arduino üzerinde 3 numaralı pine giriş yapıyoruz. L298n den çıkış yapılacak.
2	<code>int motor1Pin2 = 4;</code>	Arduino üzerinde 4 numaralı pine giriş yapılır.
3	<code>int enable1Pin = 5;</code>	Arduino üzerinde 5 numaralı pine giriş yapılır.
4	<code>int motor2Pin1 = 8;</code>	Arduino üzerinde 8 numaralı pine giriş yapılır.
5	<code>int motor2Pin2 = 9;</code>	Arduino üzerinde 9 numaralı pine giriş yapılır.

6	<code>int enable2Pin = 10;</code>	Arduino üzerinde 10 numaralı pine giriş yapılır.
7	<code>int state;</code>	“State” isimli karakteri programa tanıtılır.
8	<code>int flag=0;</code>	“Flag” isimli karakteri tanıtarak ileride yapacağımız yazılımlar için “0” değeri verilir.
9	<code>int stateStop=0;</code>	“stateStop” isimli karakteri tanıtarak ileride yapılacak olan hareketlenme yazılımı için sıfır değeri verilir.
10	<code>void setup() {</code>	Bu kısım temel Arduino uygulamalarımızın yazıldığı başlangıç kısmıdır.
11	<code>pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
12	<code>pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
13	<code>pinMode(enable1Pin, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
14	<code>pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine

		“OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
15	<code>pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
16	<code>pinMode(enable2Pin, OUTPUT);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
17	<code>digitalWrite(enable1Pin, HIGH);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “HIGH” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
18	<code>digitalWrite(enable2Pin, HIGH);</code>	Buradaki satırda motor birde bulunan bir numaralı pine “OUTPUT” komutu ile sinyal gönderilmektedir.
19	<code>Serial.begin(9600);</code>	Buradaki satırda Arduino ile uzaktan iletişimimizin rate zamanını ayarlanmaktadır. Bu değer “Baud Rate” olarak geçmektedir. Kullanmış olduğumuz bluetooth modülünü “baud rate” değeri 9600 olduğundan dolayı yazılımın içine 9600 değerini girmemiz gerekmektedir.

20	<code>void loop() {</code>	// Bu satırda temel yazılımlarımızı girdikten sonra cihaz hareket verecek olan yazılım tasarlanır.
21	<code>if(Serial.available() > 0){</code>	İf komutunu kullanarak Arduino gelecek olan değerin 0 dan büyük olma durumlarını incelenir. Arduino içerisine 1,2,3,4 ve 5 değerini gönderilir ve bu sayede hareket verilir.
22	<code>state = Serial.read();</code>	Bu satırda “state” olarak belirttiğimiz değeri, “Serial.read()” komutu ile mobil uygulamasından yollanan 1,2,3,4 ve 5 değerlerini algılaması sağlanır.
23	<code>if (state == '1') {</code>	Bu satırda if komutu ile Arduino “1” değeri geldiğinde aşağıda tasarlanan yazılımın uygulanma komutu verilir.
24	<code>digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut ile birinci motorun birinci pinine sinyal yollanır. Bu komut ileriye doğru hareket sağlamaktadır.
25	<code>digitalWrite(motor1Pin2, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut ile birinci motorun ikinci pinine sinyal

		yollanır. Bu komut ileriye doğru hareket sağlamaktadır.
26	<code>digitalWrite(motor2Pin1, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut ile ikinci motorun birinci pinine sinyal yollanır. Bu komut ileriye doğru hareket sağlamaktadır.
27	<code>digitalWrite(motor2Pin2, HIGH);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut ile ikinci motorun ikinci pinine sinyal yollanır. Bu komut ileriye doğru hareket sağlamaktadır.
28	<code>Serial.println("İLERİ!");</code>	Burada arduino ekranına "İLERİ" yazısı yazdırılır.
29	<code>else if (state == '2') {</code>	Bu satırda if komutu ile Arduinoya "2" değeri geldiğinde aşağıda tasarlanan yazılımın uygulanma komutu verilir.
30	<code>digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);</code>	Bu satırda yazılmış olan komut ile birinci motorun birinci pinine sinyal yollanır. Bu komut sola doğru hareket sağlanır.
31	<code>digitalWrite(motor1Pin2, LOW);</code>	Bu satırda yazılmış olan komut ile birinci motorun ikinci pinine sinyal yollanır. Bu komut sola doğru hareket sağlanır.

32	<code>digitalWrite(motor2Pin1, LOW);</code>	Bu satırda yazılmış olan komut ile ikinci motorun birinci pinine sinyal yollanır. Bu komut sola doğru hareket sağlanır.
33	<code>digitalWrite(motor2Pin2, LOW);</code>	Bu satırda yazılmış olan komut ile ikinci motorun ikinci pinine sinyal yollanır. Bu komut sola doğru hareket sağlanır.
34	<code>Serial.println("SOL");</code>	Burada Arduino ekranına "SOL" yazısını yazdırılır. Bu yazı bilgilendirme amaçlıdır.
35	<code>delay(1500);</code>	Delay komutu geciktirme için kullanılmaktadır. Delay(1500) demek, üstteki komutu oluşturduktan sonra 1,5 saniye beklemesi istenmektedir. Arduino, Beklemeden sonra yeni bir kod emrini bekler.
36	<code>else if (state == '3') {</code>	Burada yazılmış olan kod eğer Arduinoya 3 değer gelirse bundan önceki yazılımları iptal edip bunu uygulamasını komutlamaktadır.
37	<code>digitalWrite(motor1Pin1, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut bütün motor pinlerine durması

		gerektiği söyleyerek sinyal kesilir.
38	<code>digitalWrite(motor1Pin2, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut bütün motor pinlerine durması gerektiği söyleyerek sinyal kesilir.
39	<code>digitalWrite(motor2Pin1, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut bütün motor pinlerine durması gerektiği söyleyerek sinyal kesilir.
40	<code>digitalWrite(motor2Pin2, LOW);</code>	Bu satırda yazmış olduğumuz komut bütün motor pinlerine durması gerektiği söyleyerek sinyal kesilir.
41	<code>Serial.println("DUR!");</code>	Bu işlem gerçekleştirildikten sonra ekran monitörüne "DUR" yazısı çıkarılır.
42	<code>else if (state == '4') {</code>	Bu satırda if komutu ile Arduino "4" değeri geldiğinde aşağıda tasarlanan yazılımın uygulanma komutu verilir.
43	<code>digitalWrite(motor1Pin1, LOW);</code>	Bu satırda bulunan kod ile birinci motorun birinci pinine ters hareket verilir. Bunun sebebi sağdaki motoru ters döndürüp

		soldaki motoru ileri döndürerek aracı sağa doğru hareket etmesini sağlamaktır.
44	<code>digitalWrite(motor1Pin2, LOW);</code>	Bu satırda bulunan kod ile birinci motorun birinci pinine ters hareket verilir. Bunun sebebi sağdaki motoru ters döndürüp soldaki motoru ileri döndürerek aracı sağa doğru hareket etmesini sağlamaktır.
45	<code>digitalWrite(motor2Pin1, LOW);</code>	Bu satırda bulunan kod ile ikinci motorun birinci pinine ileri hareketi verilir.
46	<code>digitalWrite(motor2Pin2, HIGH);</code>	Bu satırda bulunan kod ile ikinci motorun birinci pinine ileri hareketi verilir.
47	<code>Serial.println("SAĞ");</code>	Bu işlem gerçekleştirildikten sonra ekran monitörüne "SAĞ" yazılır.
48	<code>else if (state == '5') {</code>	Bu satırda if komutu ile Arduino "5" değeri geldiğinde aşağıda tasarlanmış olduğumuz yazılımın uygulanma komutunu verilir
49	<code>digitalWrite(motor1Pin1, LOW);</code>	Bu satırda bulunan yazılımda birinci motorun

		birinci pinine ters hareket verilir. Bunun sebebi sağdaki motoru ters döndürüp aracın ters harekete kavuşmasını sağlamaktır.
50	digitalWrite(motor1Pin2, HIGH)	Bu satırda bulunan yazılımda birinci motorun ikinci pinine sinyal yollayarak ileri hareket verilir. Bu yazılım motorun geri hareketini sağlamaktadır.
51	digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);	Bu satırda bulunan yazılımda ikinci motorun birinci pinine sinyal yollayarak ileri hareket verilir. Bu yazılım motorun geri hareketini sağlamaktadır.
52	digitalWrite(motor2Pin2, LOW);	bu satırda bulunan yazılımda ikinci motorun ikinci pinine sinyal yollayarak ileri hareket verilir. Bu yazılım motorun geri hareketini sağlamaktadır.

53	<code>Serial.println("GERİ!");</code>	Bu yazılımda Arduino "GERİ" yazısını çıkarmayı sağlıyoruz.
54		

Tablo 1: Arduino kodlarının tablolanmış olarak gösterimi

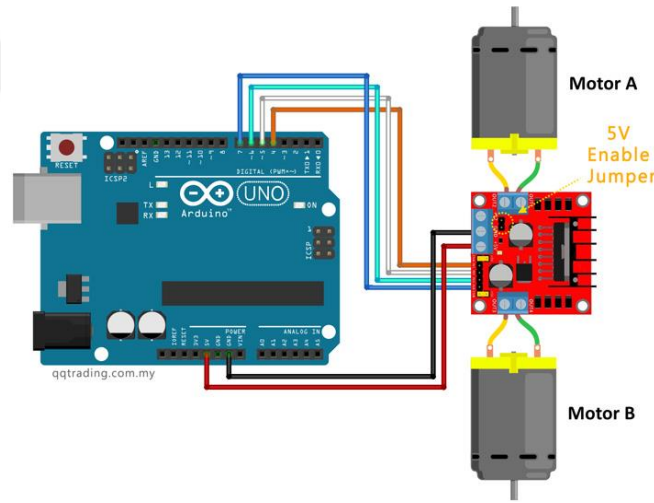


4. TANK ROBOTUN GERÇEKLEŞTİRİLME AŞAMALARI

Tasarımlanan mobil kontrollü tank robotun gerçekleştirme aşamaları detaylı bir biçimde bu bölümde verilmiştir. Tank robotun gerçekleştirilme aşamaları Elektronik parçaların birleştirilmesi, Yazılım programlama, Mekanik parçaların montajı ve ayrıca üretim esnasında kullanılmış olan cihazlarla ilgili bilgi verilecektir.

4.1. Elektronik Parçaların Birleştirilmesi

Motor sürücü kod ile belirtilmiş olan pinlere uygun bir şekilde kullanılan mikroişlemci olan Arduino uno ile bağlantısı sağlanarak mikroişlemciden yazılım aracılığı ile yollanmış olduğumuz kodların sinyal haline dönüştürülerek motor sürücüyeye gelmesi, buraya gelen sinyallerin uygun bir şekilde voltaj dağılımı yapılarak motorlara gerekli olan voltajın verilmesi ile birlikte robotun hareketi sağlanılmaktadır. Aynı zamanda lipo bataryalar da motor sürücüyeye bağlanarak motorların ihtiyacı olan motor sürücüyeye gelmesi sağlanır.

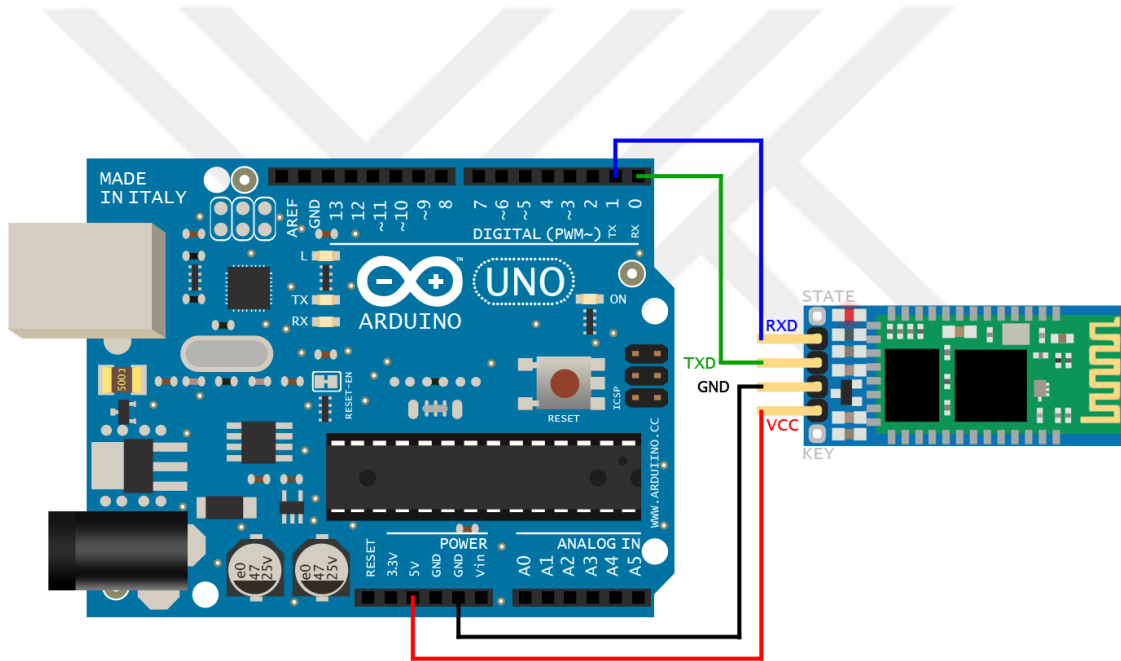


Resim 4.1. : Motor sürücü ve motorların bağlantı şeması

Belirtilmiş olan açıklamanın görsel hali yukarıda bulunan şekil 15 isimli Resimde belirtilmiştir. Bu Resimde örnek bir l298n motor sürücünün arduino ile bağlantısı ve aynı zamanda 2 adet motorun motor sürücüyeye ne şekilde bağlandığı gösterilmiştir.

Arduino mikroişlemci ile motor sürücü arasındaki bağlantı yapıldıktan sonra kablosuz bir şekilde iletişim sağlayacak bluetooth modülünün mikroişlemciye bağlanması gerekmektedir.

Bu işlemde bluetooth müdürlüğünün Rx, Tx, Vcc ve GND isimli bacakları arduino üzerindeki pinler ile bağlanılarak iletişim sağlanılacaktır. Bluetooth modülü 3,3 volt ile çalışmaktadır. Bu yüzden modül üzerinde bulunan Vcc besleme pinini Arduino üzerinde bulunan 3,3 Volt isimli pine bağlanır. Aynı zamanda GND isimli pini Arduinonun GND kısmına bağlayarak topraklama işlemini gerçekleştirilir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra arduino üzerinden bluetooth modülğ beslenmektedir. Bluetooth modülü üzerinde yanan kırmızı led voltaj yanacaktır. Ardından bluetooth modülü üzerinde bulunan Rx isimli pini Arduino üzerinde Tx isimli pinle bağlanır. Bunun yanında bluetooth modülü üzerinde bulunan Tx isimli pini de Arduino üzerinde bulunan Rx isimli pin ile bağlanır. Bu bağlantı tamamlandıktan sonra mobil telefon ile bluetooth modülüne bağlanarak modül üzerinden arduinoya sinyal yollanılabilir hale gelmektedir. Örnek bağlantı resim Resim 16 te gösterilmiştir.



Resim 4.2. : Arduino ile bluetooth modülünün bağlantısı

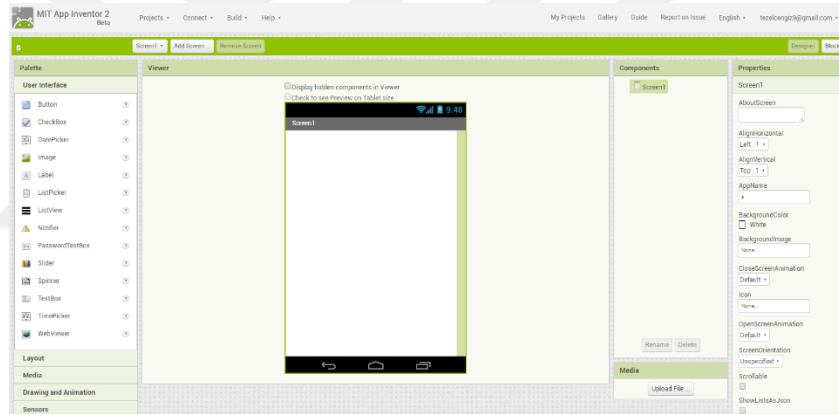
4.2. Yazılım programlama

Tezin konusu olan mobil kontrollü tank robotun yazılım kısımları yazılım programlama alt başlığı adı altında bilgi verilecek, mikroişlemci içerisinde atılacak olan programın detayları verilecektir. Üst başlıklarda detaylı kod bilgisi verilen program Arduino mikroişlemcinin orijinal sitesi olan <https://www.arduino.cc/> isimli internet sitesinden ücretsiz olarak indirilebilen java tabanlı yazılım programlama sayfasından indirilerek kodlama yapılır. Kodlamanın ardından yazıcı kablosu ile arduino bağlantısı ve bilgisayar arasında kablolu

iletişim sağlanır. Bu kablolu iletişimin ardından yazılmış olan kod kablolu iletişim ile mikroişlemcinin içerisine atılır.

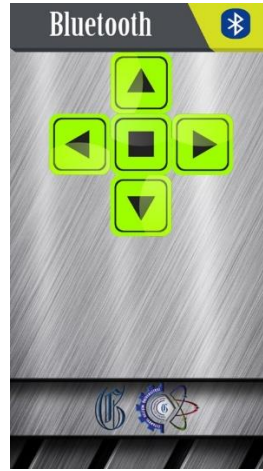
4.2.1. Mobil uygulama

Arduino içerisine atılmış yazılıma kablosuz bir şekilde sinyal yollayabilmek için kablosuz iletişim vasıta aracına ihtiyaç vardır. Bu tezin konusu mobil kontrollü tank robot olduğundan dolayı bu vasıta olarak cep telefonu seçilmiştir. Yazılmış olan mobil uygulama sayesinde telefona kurulan bu program ile arduino iletişimi sağlanır ve bu program üzerinde bulunan butonlarla cihaza hareket verdirilir. Bu mobil uygulamanın yazılım aşaması MIT üniversitesinin açık kaynak ile paylaşmış olduğu MIT App Inventor 2 isimli program kullanılmıştır. Gmail adresi ile kolayca giriş yapılabilen bu mobil uygulama yazma platformunda blok diyagramları ile mobil uygulama yazılmıştır.



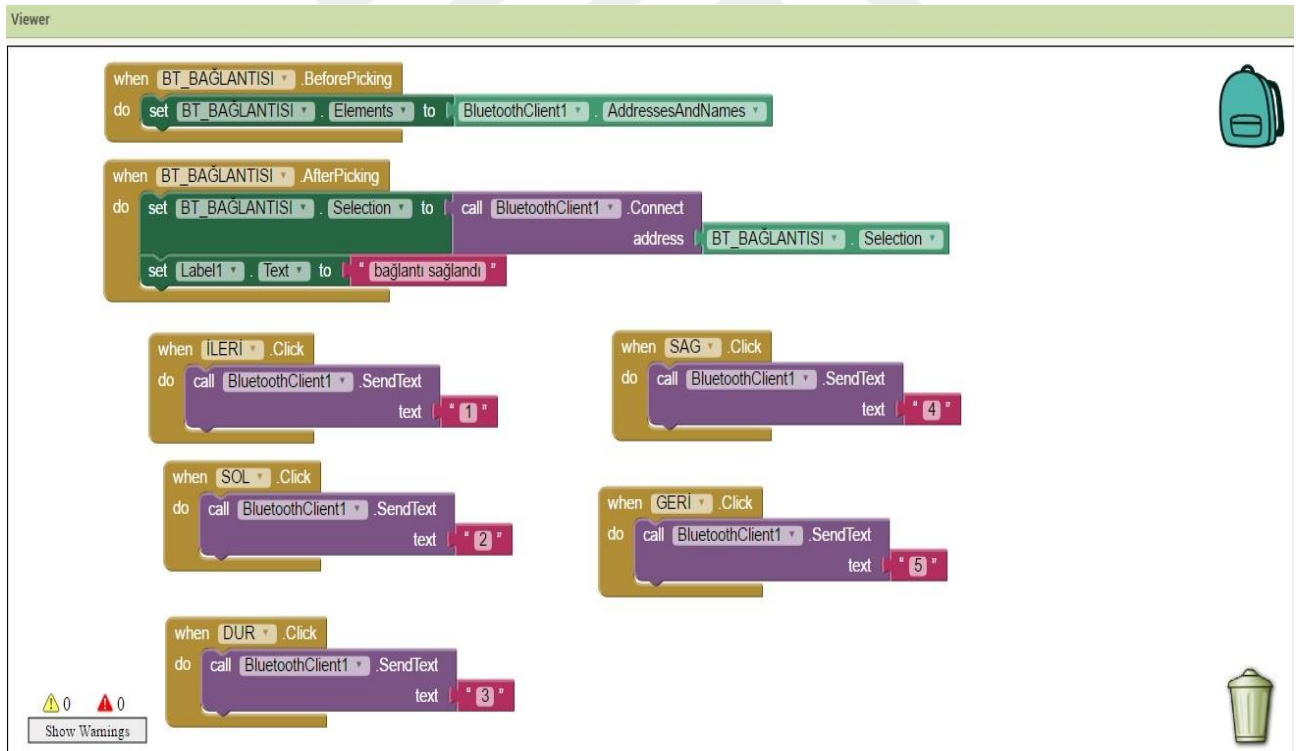
Resim 4.3. : App Inventor 2 isimli mobil uygulama geliştirme sitesinin giriş resmi

Resim 17’de belirtilen görselde App inventor 2 isimli programın giriş sayfası gösterilmektedir. Ortada bulunan beyaz ekranı mobil uygulamanın yer alacağı cep telefonun simülör görselidir. Sol tarafta bulunan butonlar ile ortadaki mobil simülasyon yeri doldurularak belirtilmiş olan görseller butonlara eklenmiştir. Bu işlemden sonraki görüntü Resim 18’de belirtilmiştir.



Resim 4.4. : Mobil uygulama görüntüsü

Bu işlemin ardından birinci resimde bulunan sağ üst kısımdaki blocks sekmesine gelerek oluşturulmuş olan mobil uygulama butonlarının işlevleri belirlenmektedir. Blok diyagramları sol tarafta önceden hazırlanmış olan algoritmaların sürükle-bırak metodu ile fare ile sürüklenerek diyagram sayfasına bırakılarak algoritmalar oluşturulur.



Resim 4.5. : Mobil uygulama blok sayfası

Algoritmalar Resim 19’da belirtili gibi düzenlendikten sonra mobil uygulama cihaza sinyal yollamaya hazır hale gelmektedir. Algoritmada belirtilen “1” “2” “3” “4” ve “5” isimli yazılımlar butonlarla ilişkilendirilmiştir. İkinci görselde belirtilen butonlar algoritma ile

ilişkilendirilmiştir. İlk satırda bulunan algoritma cihazın bluetooth ile cihaza bağlanma işlemini gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. İkinci satırda bulunan yazılım bluetooth bağlantısı gerçekleştirildikten sonra uygulama üzerinde bulunan butonlar ile cihaza hareket verme mekanizması aktif hale gelmektedir. İleriye gösteren buton “1” rakamı ile ilişkilendirilmiştir. İleri butonuna basıldığı zaman arduino işlemcisine “1” rakamı gönderilir. Bilgisayar ile arduino içine atılmış olduğumuz yazılımda “1” rakamı geldiğinde yapması istenilen hareket sağlanarak Arduinodan motor sürücülere sinyal yollanarak cihaz ileri gider. Aynı sistem ile diğer butonlar ilişkilendirilerek cihaza hareket kabiliyeti verilir.

4.3.Mekanik parçaların birleştirilmesi

Tank robotun parçalarının üretim ve işlevleri Mekanik parçaların birleştirilmesi başlığı adı altında yapılacaktır. 3 boyutlu yazıcıda üretilmiş olan mekanik parçaların işlevleri numaralandırılarak montaj sırası ile birlikte görevleri belirtilmiştir.

4.3.1. Kullanılan 3 boyutlu yazıcı

Parça üretimi esnasında kullanılan 3 boyutlu yazıcının ismi Zortrax m200’dür. Solidworks isimli teknik resim programında çizilmiş olan teknik resim parçaları Solidworks isimli programda montajlanarak uygun hale getirilmiştir. Ardından parçalar birer birer farklı kaydet seçeneğinden Stl. Formatında kaydedilerek 3 boyutlu yazıcının modeli baskıya hazır hale getiren Zcode isimli bilgisayar programına atılarak düzenleme yapılır. Ardından düzenlenmiş olan dosya SD kart ile birlikte 3 boyutlu yazıcıya aktarılarak baskı gerçekleştirir.

Zortrax M200 isimli 3 boyutlu yazıcı, profesyonel tasarımcı ve mühendislerin genellikle tercih ettiği yüksek hassasiyetli, düşük pürüzlü, ayrıntılı çalışmalar yapılabilmesini sağlayan çok kullanışlı bir 3 boyutlu yazıcıdır. Bu cihazın hassasiyet yüksekliği ve kullanım kolaylığı sayesinde telefon kabı, gözlük, robot projesi devre veya özel tasarımda, hediyelik eşya veya hali hazırda olmayan teknik resmi çizilmiş her çeşit aparat veya ürünü hayal gücü sonucu ortaya çıkan görseller doğrultusunda ortaya ürünü çıkarabilmektedir.

90 mikron hassasiyete sahiptir, kullanımı yeteri kadar basit olan bu cihaz ile herhangi bir 3 boyutlu modelleme için yazılımı içinde oluşturma ya da sadece ücretsiz birçok çevrimiçi

kaynaklardan örnek tasarımlar indirilerek hazır olan tasarımı çalıştırıp ürün çıktısını alınabilmektedir.



Resim 4.6. : Zortrax 3 boyutlu yazıcı



Resim 4.7. : Zortrax 3 boyutlu yazıcı yandan görünüş

3 boyutlu printer özellikleri şunlardır;

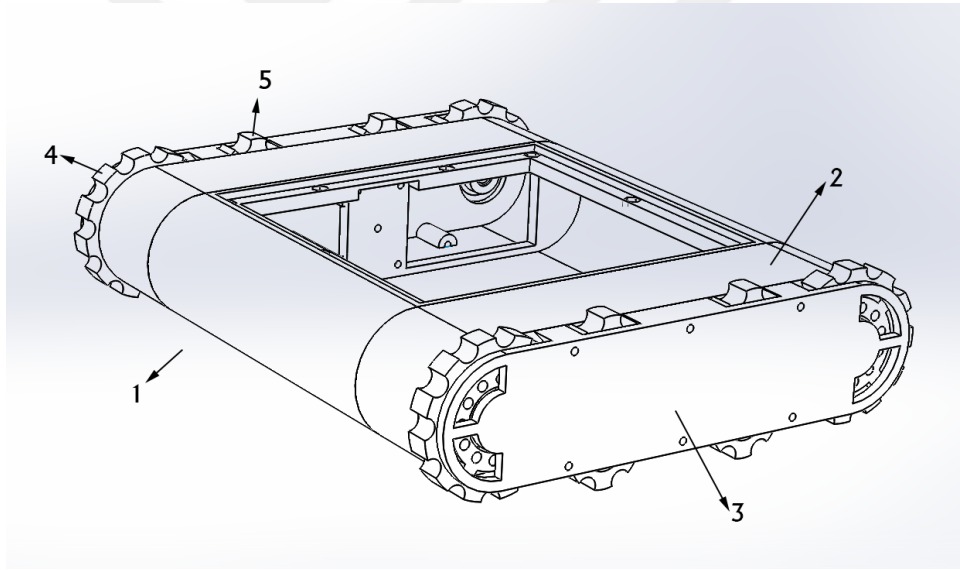
- Baskı alanı: 20x20x18.5
- Kullanılan baskı teknolojisi: FDM
- Mevcut katman kalınlığı: 90 mikron
- Kullanılan hammadde çeşidi: ABS
- Printer üzerinde bulunan kafa sayısı: 1
- Gerekli olan hammadde Çapı: 1.75mm
- Kafa üzerinde bulunan mozzle Çapı: 0.4mm
- Dış iskelet malzemesi: Metal
- Printer ebatları: 34x36x43

- Ağırlık: 13kg
- Baskı platformu: Isıtmalı
- Kullanılan güç kaynağı: 190W
- Veri aktarımı: USB / SD Kart
- Baskı yazılımı: Z-Suite (Dahil)
- İsteğe bağlı olarak: WiFi kablosuz iletim teknolojisi

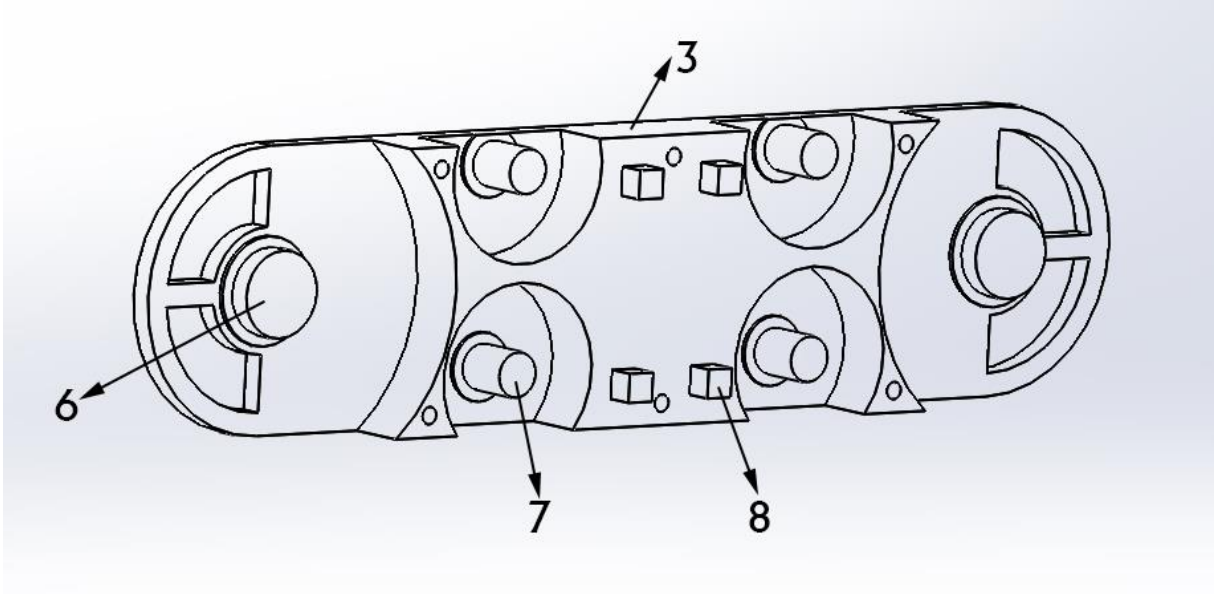
4.3.2. Mekanik parçaların görevleri

Önceki başlıkta belirtmiş olduğumuz 3 boyutlu yazıcıdan çıkarmış olduğumuz parçaların birleştirilmesi, görevleri ve detaylı bilgileri Mekanik parçaların görevleri alt başlığı altında belirtilmiştir.

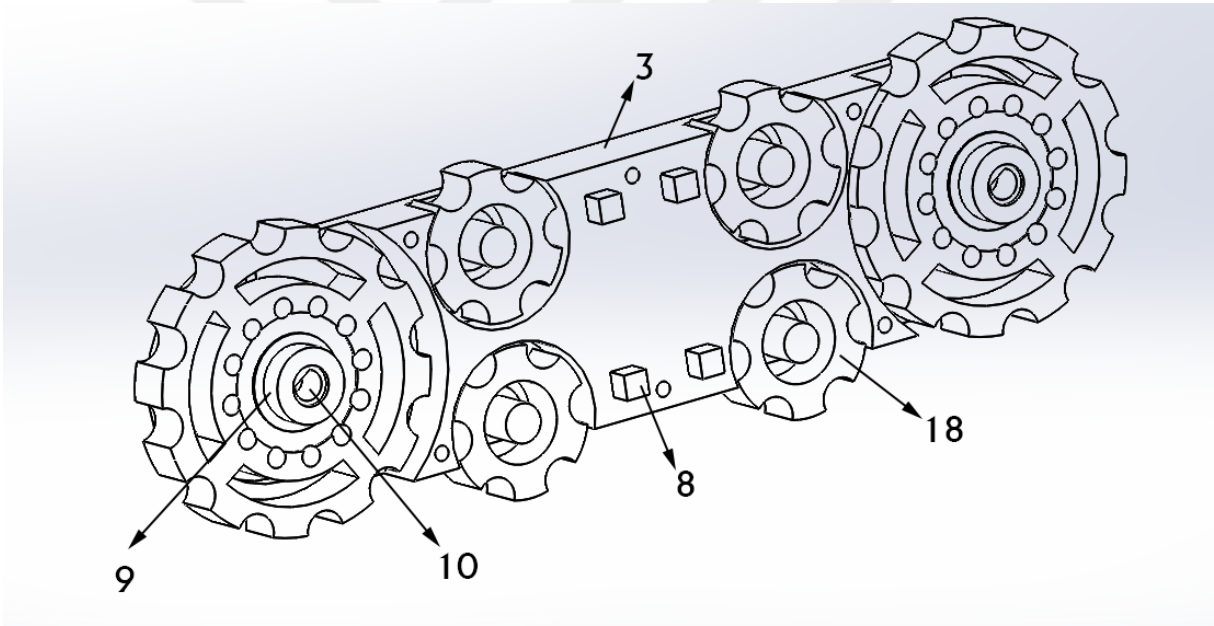
Teze uygun gayeler, özellikler ve avantajlar, ekli çizimler tarafından gösterilmiş olup, sadece misal olarak verilmiş bulunan bir yapılanma şeklinin anlatılması ile daha iyi şekilde anlaşılacaktır.



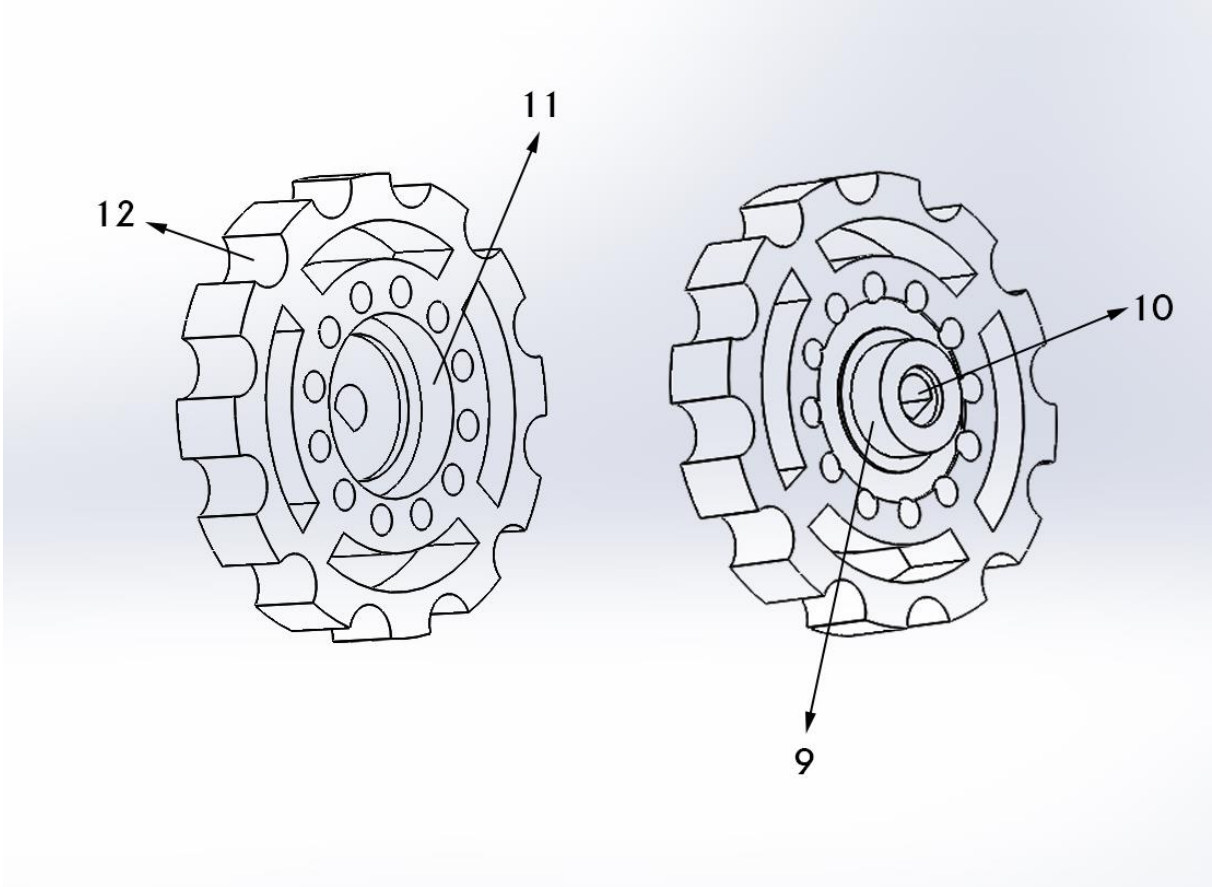
Şekil 4.1. : Tank robot teknik resim görüntüsü



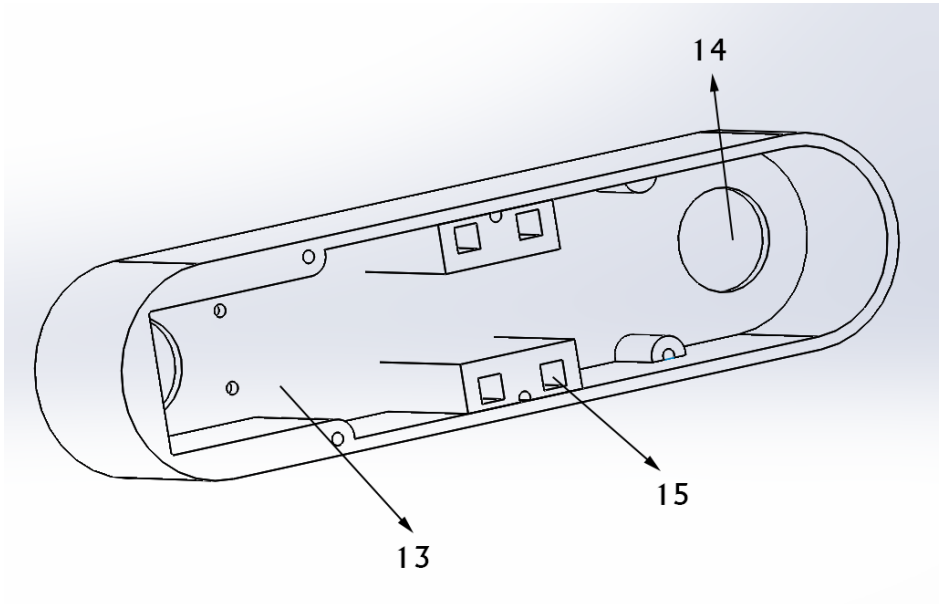
Şekil 4.2. : Tank robotun yan kapağı



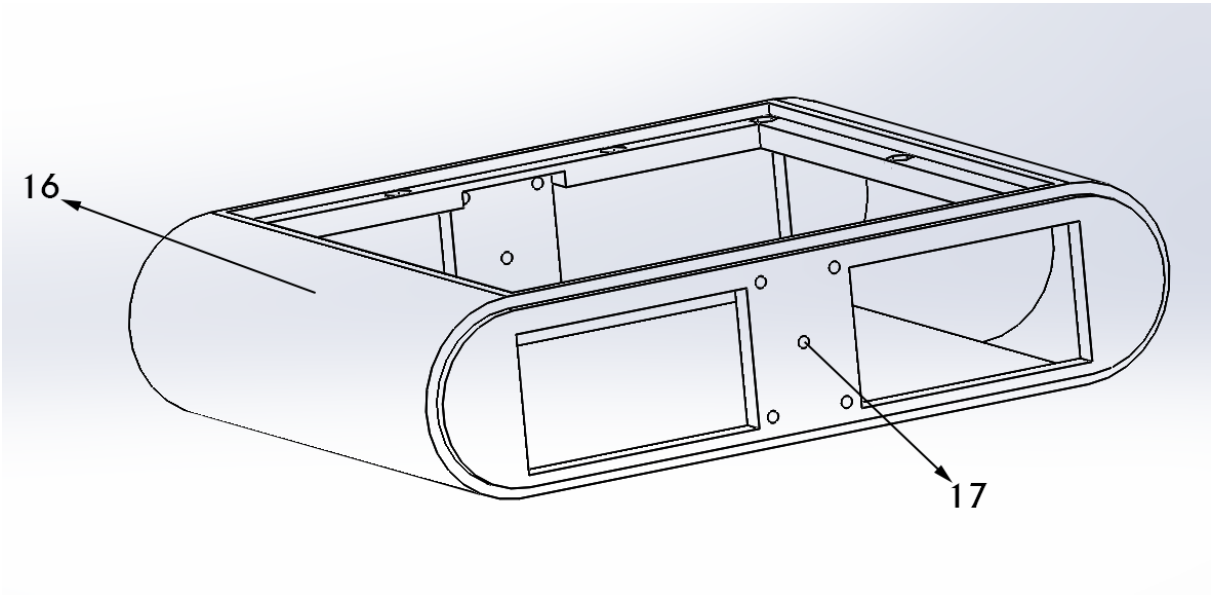
Şekil 4.3. : Tank robot dişli sistemi



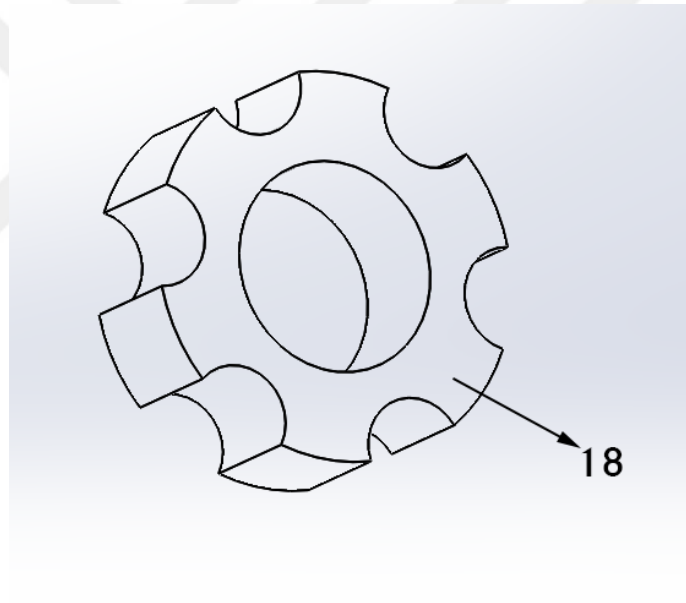
Şekil 4.4. : Tank robot palet dişlileri



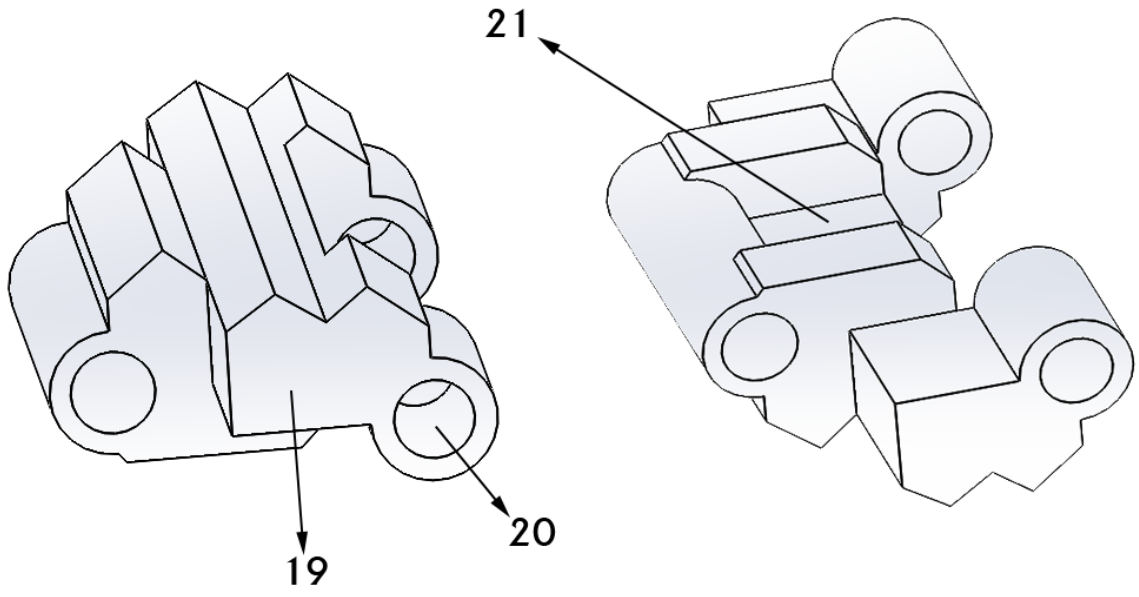
Şekil 4.5. : Tank robot yan bölme



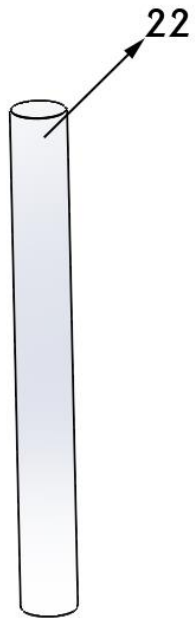
Şekil 4.6. : Tank robot ana gövde



Şekil 4.7. : Tank robot küçük dişli



Şekil 4.8. : Palet sistemi



Şekil 4.9. : Palet bağlantı milleri

Resim üzerindeki numaraların açıklaması :

1. Mobil Cihaz Kontrollü Tank Robot
2. Motoru tutan sağ ve sol kısımda bulunan parça
3. Dişlileri bir arada tutan parça
4. Motora bağlanmış olan büyük dişli
5. Küçük dişli
6. Büyük dişlinin rulman ile birbirine bağlandığı nokta
7. Küçük dişlinin rulman ile beraber oturduğu kısım
8. Motoru tutan parça boşluğu ile parçanın birleşmesini sağlayan parça
9. Ana gövdeye rulman ile birlikte oturan kısım
10. Motor milinin girdiği ve sabit kaldığı kısım
11. Rulman ile dişlileri tutan kısma oturan parça
12. Paletlerin iç kısımlarının oturduğu yuva
13. Redüktörlü motorun oturduğu ve vidalandığı kısım
14. Rulman ile dişli takımının birleştiği kısım
15. Motor tutucu ile dişli takımının birleştiği kısmı tutan parça yuvası
16. Ana gövde
17. Diğer bütün montajlanmış parça ile gövdeyi birbirine bağlayan vida yuvası
18. Küçük dişli
19. Palet takımının bir parçası
20. Paletleri bir arada tutmaya yarayan yuva
21. Büyük dişli adımlarının girdiği kısım
22. Paletleri bir arada tutan mil parçası

5.TANK ROBOTLA İLGİLİ TESTLER

Tez konusu olan elektrik tahrikli mobil kontrollü tank robotun tasarlanması ve gerçekleştirilmesi isimli tezde kullanılan mobil robotun uygun arazi koşullarında vereceği tepkilerinin ölçülmesi amacıyla belirlenmiş olan testler uygulanarak verilen tepkiler incelenmiştir. Bu başlık altında uluslararası platformlarda üzerinde çalışılmış olan robotlara uygulanan testlere değinilmiş, tez konusu cihazın tepkileri ile kıyaslanmıştır.

5.1. Mars Curiosity Rover

Curiosity Gezgini'nin, Marsta hayat belirtileri arayan iki yıl geçirmesi planlanmaktadır. Küçük bir arabadan daha büyük, gezici altı tekerlekli rocker boji süspansiyon ve çoklu kamera sistemleri ile "standart" donanıma sahip olarak tasarlanmış ve güç kaynağı güneş panellerinden almaktadır. Bir radyoizotop jeneratörü kullanır, böylece önceki görevlerden daha ilginç yerlere seyahat ederek daha uzun ve daha uzak dolaşabilir.



Resim 5.1. : Mars Curiosity Rover

Bu robot, Arizona çölünde. NASA robotik uzmanları, rota, uzay yürüyüşü ve yer desteği için yeni fikirleri değerlendirmek için çölde saha testleri yapılmaktadır. Bu testlerin bazıları Desert RATS adlı bir ekip tarafından yürütülmektedir.



Resim 5.2. : Mars robot arazi tarama görseli

5.2. Kaplan Bomba İmha Robotu



Resim 5.3. : Kaplan bomba imha robotu

KAPLAN İnsansız Kara Aracı (İKA) Ailesi; paletli sisteminden ve motor gücünden dolayı yüksek hareket kabiliyetine sahip olan iskeleti güçlü bir platformu üzerine kullanım amacına göre değişken olan yüklerin kolaylıkla eklenebildiği, modüler iletişim konsolu ile uzaktan komuta edilmesine imkan verilen son teknoloji ile donatılmış olan yeni nesil bir üründür. Kaplan Ailesi'nin uluslararası çalışabilirlik standartlarına uygun olarak tasarlanmış mimarisi sayesinde, cihazlara yeni görev senaryolar doğrultusunda kullanılmak üzere eklenecek olan yükler kolaylıkla entegre edilebilmektedir.

KAPLAN İnsansız kara aracı, uzaktan kullanımdan tam otonom kullanıma geçebilmektedir. Kendi başına çalışma imkanı ile birlikte konsol sistemi ile de komuta edilebilir. Kontrol

Konsolu arayüzleri ile kullanıcıya sıkıntılı hallerde destek vererek iş yükünü ve sorunları kolay şekilde çözecek şekilde tasarlanmışlardır.

Bu yeni nesil araçların donanımı güvenilir, test edilmiş ve uluslararası askeri standartlarda ürünlerden seçilmiş olmaktadır ve tüm sistem kapsamlı bir şekilde doğa şartları testlerinden geçirilerek yaşanabilecek en zor şartlar için kullanıma hazır halde tasarlanmıştır. KAPLAN isimli robotik cihaz modüler yapısı ve dayanıklı bir şekilde tasarlanmış olan gövdesi sayesinde gerçekleştirilmesi istenilen görev şartlarına göre farklı faydalı yükler ile kolaylıkla eklenilerek, bir çok operasyonda kullanıma hazır hale getirilmiştir.

5.3. Kaplan İnsansız Kara Aracı Ailesi



Resim 5.4. : Kaplan insansız kara aracı ailesi

KAPLAN İnsansız Kara Aracı (İKA) Ailesi; üzerinde bulunan yüksek kuvvetli güçlü tork özellikleri motorları ve arazi şartları için özel olarak üretilmiş olan palet sistemi sayesinde hızlı hareket kabiliyetine sahip güçlü bir gövde platformu üzerine kullanılma amacına göre özel değişik sistemlerin yüksek ağırlıklı yüklerin kolaylıkla eklenebildiği, modüler Kontrol Konsolu ile uzak mesafeden kontrolü sağlanabilen yüksek teknoloji ile donatılmış yeni nesil bir ürün ailesidir. Kaplan Ailesi'nin yurt dışı sistemleri ile birlikte çalışabilirlik standartlarına uygun olarak tasarlanması sayesinde, araçlara belirlenen bir çok göreve göre faydalı yükler kolaylıkla eklenebilmektedir.

KAPLAN İKA'lar uzaktan kullanımdan tam otonom hale gelmesi istenilen sistem ile donatılmış olup, ağ tabanlı bir uzaktan kumanda konsolu ile komuta edilmektedir. Bu kumanda konsolu arayüzü kullanıcıya zor durumlarda ve robotun sıkıntı yaşayabileceği hallerde destek vererek iş yükünü hafifletip sorunu kısa sürede çözmeye yardımcı olacak şekilde tasarlanmışlardır.

Bu yeni nesil robotların tasarımı ve donanımı güvenilir, gerekli testlere sokulmuş, ulusal ve uluslararası askeri standartlarda seçilmiş olup, tüm sistem kapsamlı bir şekilde her türlü çevre şartları testlerinden geçirilmiş olup zorlayıcı şartlar için kullanıma hazır hale gelmişlerdir.

KAPLAN, tasarım yapısı itibari ile görev ve amaçları doğrultusuna göre farklı faydalı yükler ile kolaylıkla donatılmasına imkan verilmiş, elektronik harp içerisinde bulunan, saldırı, bomba imha, keşif ve gözetleme gibi bir çok görevde rahat bir şekilde kullanıma hazır hale getirilmiştir.[18]

5.4. Gerçekleştirilen Robotla İlgili Testler

Bu başlık altında gerçekleştirmiş tank robotun yol ve elektriksel testler uygulanarak sonuçlar tespit edilmiş ve bu sonuçlara göre bilgilendirilme verilmiştir. Üst başlıklarda belirtilen robot testlerine benzer olarak yapılan bu testler uluslararası robot testlerine uygun bir şekilde hazırlanmıştır.

5.4.1. Çakıl taşı testi

Bu test aşamasında tank robotun çakıl taşları üzerinde yapmış olduğu hareket izlenmiş, robotun çakıllı yolda vermiş olduğu tepki izlenmiştir. Bu deneyde C- 30/37 N/mm² 16470 gr bilgili çalış taşı kullanılmıştır.



Resim 5.5. : Çakıl taşı testi



Resim 5.6. : akıl taşı testi orta kısım



Resim 5.7. : akıl taşı testi son kısım

Aracın sorunsuz bir şekilde platformu geçtiği gözlemlenmiştir.

5.4.2. Kum Testi

Bu test aşamasında tank robotun ince inşaat kumu üzerinde yapmış olduğu hareket izlenmiş, robotun çakıllı yolda vermiş olduğu tepki izlenmiştir. Mars yüzeyi, çöl ve çorak arazilerde nasıl bir tepki vereceğini tespit etmek amacıyla yapılmış olan bu test aşamasında robotun hareketleri gözlemlenmiştir. Bu deneyde C- 30/37 N/mm² 11679 gr bilgili kum kullanılmıştır. Robot testi geçmiştir.



Resim 5.8. : Kum testi başlangıç



Resim 5.9. : Kum testi orta kısım



Resim 5.10. : Kum testi son aşama

5.4.3. Çakıl Tozu Testi

Bu test aşamasında tank robotun çakıl tozları üzerinde yapmış olduğu hareket izlenmiş, robotun çakıllı yolda vermiş olduğu tepki izlenmiştir. Bu deneyde C- 30/37 N/mm² 117 gr bilgili çalış taşı kullanılmıştır. Robot testi geçmiştir.



Resim 5.11. : Çakıl Tozu testi başlangıç kısım



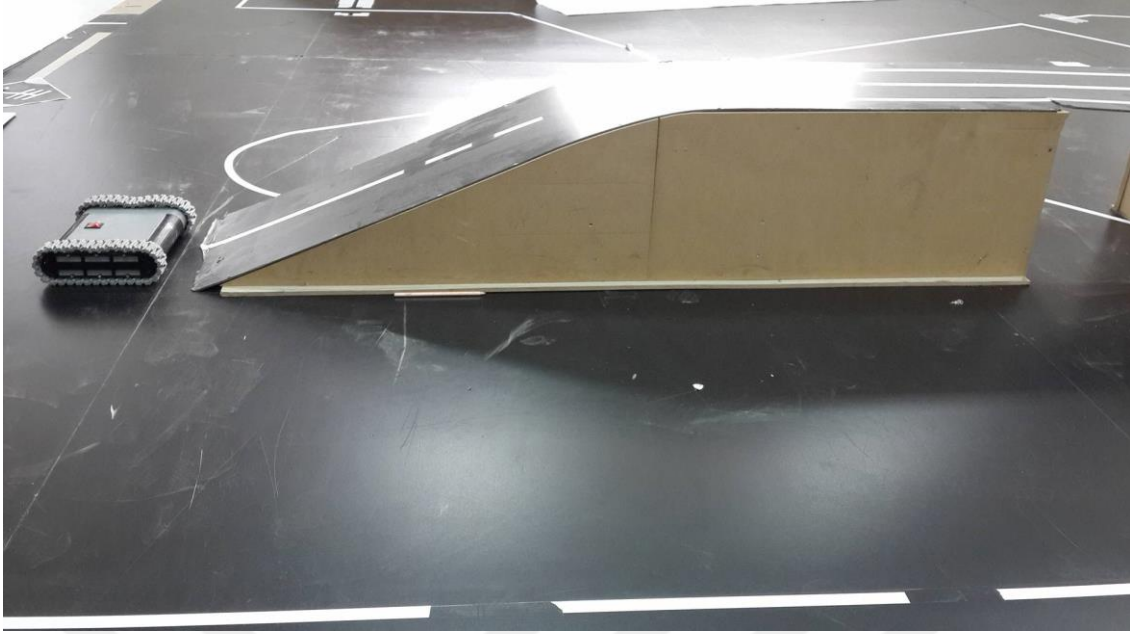
Resim 5.12. : akıl tozu testi orta kısım



Resim 5.13. : akıl tozu testi son kısım

5.4.4. Rampa Testi

Bu test aşamasında tank robotun açısı 30 derece olan bir rampayı çıkış aşaması, üzerinde ilerleyişi ve rampadan inişi incelenmiştir. Engembeli ve yüksek çıkıntılı bölge ve arazilerde yapacağı tepkiler tespit edilmiştir. Robot testi geçmiştir



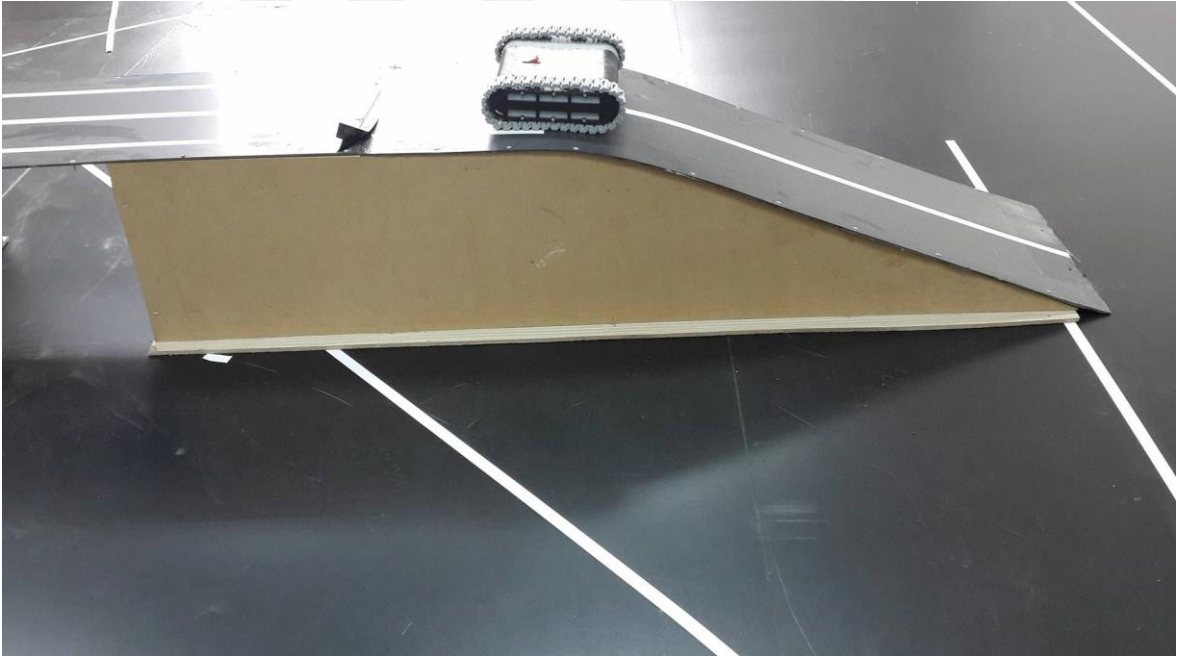
Resim 5.14. : Rampa testi başlangıç



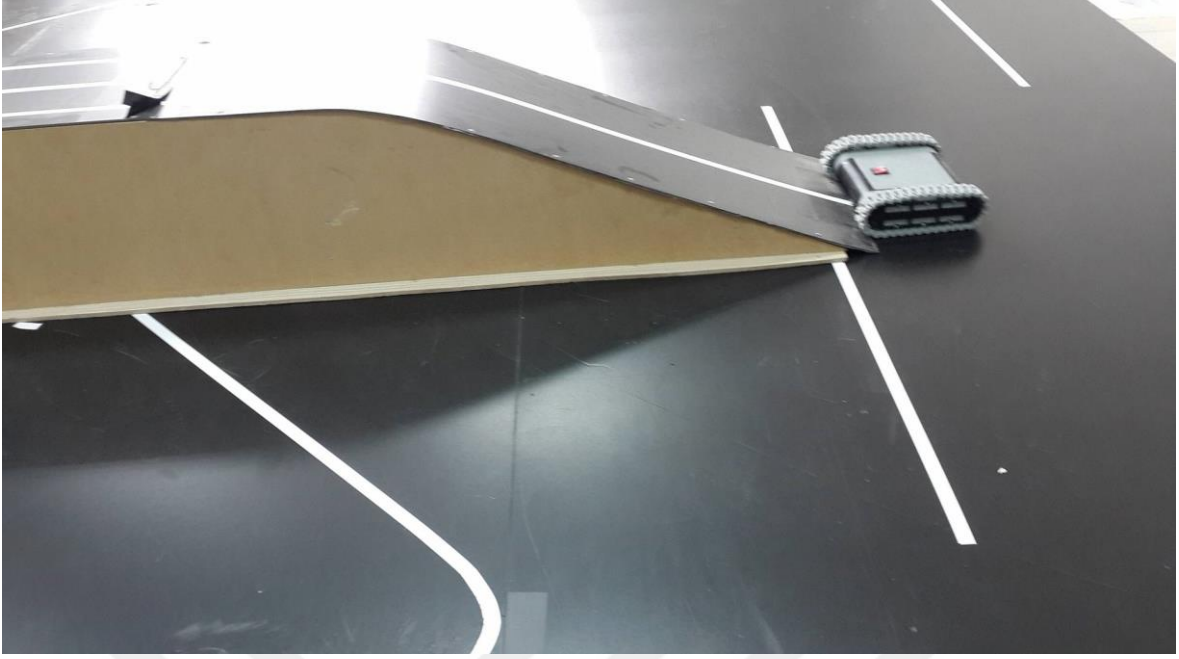
Resim 5.15. : Rampa çıkış aşaması



Resim 5.16. : Rampa testi orta kısım



Resim 5.17. : Rampa testi iniş aşaması



Resim 5.18. : Test bitiş aşaması

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Robotlar insan hayatında risk ve sorunları azaltarak insanların güvenliği, çalışma verimliliğini arttırmak için tasarlanmış olan elektronik cihazlardır. Günümüzde birçok alanda yer edinen robotik sistemler, hayatımızın her noktasında karşımıza çıkmaktadır. Savunma sanayinde, üretim tesislerinde ve hizmet sektöründe karşımızda olan robotların gelişimi hızlı bir süreç ile devam etmektedir.

Savunma sanayi ve arama kurtarma amacıyla kullanılmakta olan tank robotlar, insanın hayatı riskinin bulunduğu yerlerde görev yaparak riski azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Tasarlanmış olan tank robotların üzerine konulan aparatlar sayesinde bir çok amaca hizmet eden tank robotlar, paletli aksamı sayesinde bir çok alanda kullanıma açıktır. Çoğu arazide kullanıma açık olan tank robotların hayatımızdaki gelişme süreci artarak devam etmektedir.

Tank robotlarda Arduino kullanımını kodlamanın kolaylığı açısından tercih edilmektedir. Tez çalışmasında bulunan tank robotun iç aksamında bulunan mikroişlemci olarak kullanılmış olan Arduino, hem çekmiş olduğu akım miktarının düşüklüğü sebebiyle, hemde boyut olarak içerisine rahat bir şekilde konumlandırılarak montajı sağlanmıştır. Üzerinde bulunan vida delik yerleri sayesinde cihaz üzerinde tasarım aşamasında delik bırakılması sonucu rahat bir şekilde montajı sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra kodlamanın açık kaynaklı olması sebebiyle, internet üzerinde birçok örnek uygulamaya ulaşarak yaşanan yazılım problemlerinin çözümü kolaylaşmaktadır.

Tank robotun genel olarak kullanım alanı olarak keşif ve savunma sanayi olarak belirlenmiştir. Üzerine eklenilebilecek olan sensörler ve kamera sayesinde görüntü aktarımı sağlanmakta ve bu sayede keşif ve kurtarma işlemleri gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra güvenlik ve arazi tarama açısından da kullanıma açık olan cihaz üzerine eklenecek sistemler ile doğru orantılı bir şekilde hizmet edebilmektedir. 3 boyutlu yazıcı parçalarından oluşması sebebiyle hafiflik kazanmış, manevra ve hız kabiliyeti artmıştır. Arazi testleri laboratuvar ortamında test edilerek sonuçlar tespit edilmiştir.

Bu konuda dünya genelinde bir standartlaşmaya gidilmesi ciddi anlamda önem teşkil etmektedir. Yapılacak olan tank robotlara uluslararası standartları belirlenmiş olan test aşamalarının uygulanması, test verimliliklerini arttırarak daha düzene oturmuş bir test ortamı sağlayacaktır.

7. KAYNAKÇA

- [1] Francisco M. Lopez-Rodriguez, Federico Cuesta(2016). Andruino-A1: Low-Cost Educational Mobile Robot Based on Android and Arduino. *J Intell Robot Syst* (2016) 81:63–76 DOI 10.1007/s10846-015-0227-x
- [2] Ibari Benaoumeur , Benchikh Laredj , Hanifi Elhachimi Amar Reda , and Ahmed-foitih Zoubir(2016). Backstepping Approach for Autonomous Mobile Robot Trajectory Tracking. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* Vol. 2, No. 3, June 2016, pp. 478 ~ 485 DOI: 10.11591/ijeecs.v2.i3.pp478-485.
- [3] Natashia Nabiha Dabimel, Mazlina Mamat, Norfarariyanti Parimon, Rosalyn R. Porle(2016). Simple speech controlled home automation system using android devices Theodore Ramli. *Journal of Scientific Research and Development* 3 (1): 33-38, 2016 Available online at www.jsrad.org ISSN 1115-7569 © 2016 JSRAD 33.
- [4] Chun-Tang Chao, Ming-Hsuan Chung, Juing-Shian Chiou * and Chi-Jo Wang(2016). A Simple Interface for 3D Position Estimation of a Mobile Robot with Single Camera. *Sensors* 2016, 16(4), 435; doi:10.3390/s16040435
- [5] Khoswanto H., Santoso P., 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)*. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 365. Springer, Singapore.
- [6] Avallone, E., Cunha, D.G., 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* (2016) 7: 391. doi:10.1007/s40095-016-0217-1
- [7] M Husni, D O Siahaan, H T Ciptaningtyas, H Studiawan and Y P Aliarham(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*, Volume 128, conference 1

- [8] Hiron, Roman Ahamed; Rahman, Jamshadur(2016). Microcontroller Base Password Protected Door Lock System Using Android Mobile Phone. This thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Science in Electronics and Telecommunication Engineering of East West University, Dhaka, Bangladesh 2016-04-23
- [9] Sheetal Gandotra, Bhawna Sharma, Shreeya Mahajan, Tsering Motup, Tahira Choudhary & Paras Thakur(2016). Bluetooth Controlled RC Car using Arduino. Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Vol-2, Issue-9, 2016 ISSN: 2454-1362, <http://www.onlinejournal.in> Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Page 144
- [10] Xiao Wang, Jian-Liang Li, Jing Song, Ya-Song Wang, Zheng-Hao Chen(2016). Human Physiological Parameter Detection System Based On Android And Arduino. 2016 International Conference on Mechanics Design, Manufacturing and Automation (MDM 2016) ISBN: 978-1-60595-354-0
- [11] Bhavik Pandya, Mihir Mehta, Nilesh Jain, Sandhya Kadam (2016). Android Based Home Automation System Using Bluetooth & Voice Command – Implementation. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395 -0056 Volume: 03 Issue: 04 | Apr-2016
- [12] Shaikh Khaled Mostaque, Bishal Karmakar(2016). Low Cost Arduino Based Voice Controlled Pick And Drop Service With Movable Robotic Arm. EJERS, European Journal of Engineering Research and Science
Vol. 1, No. 5, November 2016
- [13] N. Saravanan(2016). Design, Simulation and Control of 5 Degree of Freedom Manipulator Using Mobile Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Vol-2, Issue-10, 2016 ISSN: 2454-1362, <http://www.onlinejournal.in> Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR) Page 43
- [14] Mala U M Bakura, Aliyu Y Hassan, Musa Abdulkadir, Ibrahim M Harram(2016). Desing And Implementation Of A Wireless Message Display System. Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment. August, 2016; Vol. 12: 65-73
- [15] S Ng Liang, K O Tan, T H Lai Clement, S K Ng, A H Ali Mohammed, Musa Mailah, Wan Azhar Yussof, Zamzuri Hamedon and Zulkifli Yussof(2016). Open source hardware and software platform for robotics and artificial intelligence applications.
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 114, conference 1

[16] <http://ieccetech.org/issue/2012-03/Cutting-risks-in-human-robot-interaction>

[17] <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/robotics/home/index.html>

[18] <http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/insansiz-sistemler/insansiz-araclar/kaplan-insansiz-kara-araci-alesi>

