

**KABLOSUZ KONTROL EDİLEBİLEN  
MOBİL ARAŞTIRMA VE MÜDEHALE ROBOTU**

YÜKSEK LİSANS

Emrah KUZU

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran, 2016

Bu tez çalışması 13.FEN.BİL.44 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS**

**KABLOSUZ KONTROL EDİLEBİLEN MOBİL ARAŞTIRMA VE**  
**MÜDEHALE ROBOTU**

**Emrah KUZU**

**DANIŞMAN**

Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Haziran,2016**

## TEZ ONAY SAYFASI

Emrah KUZU tarafından hazırlanan “Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Araştırma Ve Müdehale Robotu” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 03/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği **Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

<b>Danışman</b>	: Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ	
<b>Başkan</b>	: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Nil Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	İmza
<b>Üye</b>	: Yrd. Doç. Dr. Barış GÖKÇE Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi	İmza
<b>Üye</b>	: Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi	İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

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

**beyan ederim.**

**02/06/2016**

**İmza**

**Emrah KUZU**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KABLOSUZ KONTROL EDİLEBİLEN MOBİL KEŞİF VE MÜDAHALE ROBOTU

Emrah KUZU

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ

Robotların günlük hayatımızdaki önemi artmaktadır. Sürekli gelişen teknoloji robotların işlevselliğini ve kullanım alanlarını genişletmektedir. Robotların seri üretim, felaket kurtarma, hasta bakımı, acil müdahale görevleri ve ilk yardım gibi birçok alan üzerine kullanılması için yapılan araştırmalar artmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında yapılan robotun genel amacı, üzerine entegre edilmiş bir kamera ile anlık görüntü almak ve paletli hareket aksamıyla engelli arazide ilerleme kabiliyeti kazandırmaktır. Hareket kabiliyeti uzaktan kumanda ve aynı zamanda klavyeden yön tuşları kullanılarak artırılmıştır. Robot anlık verileri kullanıcıya gönderebilmekte ve kullanıcının ortam hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamaktadır. Beş serbestlik dereceli bir kol ve tutucu el yapısı aracılığıyla nesnelere müdahale imkânı sunulmaktadır. Robot kolun çalışma alanı 5 adet servo motor ile kontrol edilmekte, böylece çalışma alanı içindeki nesnelere daha hassas ve hızlı erişimi amaçlanmıştır. Robotun mekanik tasarımı ile birlikte eş güdümlü kamera, ses bağlantı, gaz, basınç, mesafe algılayıcıları ile anlık veri iletimi sağlanmaktadır. Prototipi yapılmış bu robot ile insan sağlığını olumsuz etkileyecek veya insanların müdahalesinin imkânsız olduğu alanlarda çalışmalar amaçlanmıştır. Ülkemizdeki robot endüstrisinin gelişimine katkı sağlaması amacıyla, model oluşturacak ve geliştirmeye uygun bir yapıda olması ve daha farklı robotların geliştirilmesi için örnek teşkil etmesi hedeflenmiştir.

**2016, x + 77 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Robot, Arduino, Mobil robot, IP kamera, Robot kol, Keşif robotu

**ABSTRACT**  
M.Sc Thesis

MOBILE DISCOVERY AND RESPONSE ROBOT WITH WIRELESS CONTROL

Emrah KUZU

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

**Supervisor:** Asst. Prof. Bekir ÇENGELCİ

Importance of the robots in our daily lives is increasing. Constantly evolving technology is expanding the functionality and usage of robots. The research for using robots is increasing about mass production, disaster recovery, patient care, emergency tasks and first aid. The improved overall objective of the robot with an integrated camera with snapshot get on and tracked the movement of components to gain the ability to progress in the rugged terrain. Mobility is enhanced by using the arrow keys on the keyboard and remote control . Robot provides instant data to have information about the user and the user can send the environment. 5 DOF is capable of manipulating objects through an arm and hand holding structure. Workspace of the robot arm is controlled by servo motors 5 , it aimed more accurate and rapid access to objects within the workspace. Coordinated with the mechanical design of the robot camera , audio connections , gas pressure , it is provided with instant data transmission from the sensors. The prototype of this robot made in areas where the will adversely affect human health or the impossibility of human intervention studies aimed . To contribute to the development of the robotics industry for our country , to be a suitable structure to create and develop models and aimed to set an example for the development of different robots .

**2016, x + 77 pages**

**Keywords:** Arduino, Mobile robot, IP camera, Robot arm, Exploration robot

## TEŞEKKÜR

Gerek tez çalışmam sırasında yüksek lisans öğrenimim boyunca göstermiş olduğu ilgi, alaka ve hoşgöründen dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Bekir ÇENGELCİ'ye, proje boyunca birlikte çalıştığım ve çalışmalar sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen hayattaki ilk arkadaşım abim Üzeyir KUZU'ya projenin mekanik tasarımını gerçekleştirmelerinin yanı sıra çalışmalarımız boyunca tecrübe ve fikirlerini paylaşarak projenin gelişimine büyük katkı sağlayan Halil ALPSOY, Harun SATILMIŞ ve İbrahim SARIÇİÇEK'e, beni bugünlere getiren sevgili aileme ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Servet KUZU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışması "Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Keşif Ve Müdahale Robotu" isimli 13.FEN.BİL.44 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK tarafından desteklenmiştir. Çalışmamı destekleyen kurumlara desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren sevgili aileme ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Servet KUZU'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Emrah KUZU

AFYONKARAHİSAR, 2016

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
RESİMLER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	2
2.1 Robotların Tarihçesi .....	3
2.2 Motivasyon ve Araştırma Konusu .....	7
2.3 Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	8
2.3.2 Dragon Runner .....	9
2.4 Mobil Robotların Birimleri.....	11
2.4.1 Algılayıcılar .....	11
2.4.2 Mikro İşlemciler.....	15
2.4.2.1 Kaydediciler .....	18
2.4.2.2 Aritmetik Mantıksal Birim.....	18
2.4.2.3 İletişim Hatları .....	19
2.4.2.4 Adres Hatları .....	19
2.4.2.5 Veri Hatları.....	19
2.4.2.6 Kontrol Hatları .....	19
2.4.2.7 Zamanlayıcı ve Kontrol Birimi .....	20
2.4.3 Hareket Organları .....	20



2.4.3.1 Step Motorlar .....	20
2.4.3.2 DA Motorlar.....	20
2.4.3.3 Servo Motorlar .....	21
3. MATERYAL ve METOT .....	22
3.1 Donanım .....	22
3.1.1 Merkezi Kontrol / İşlem Birimi: .....	23
3.1.2 Algılayıcılar.....	27
3.1.2.1 Isı ve Nem Algılayıcısı .....	27
3.1.2.2 Ultrasonik Mesafe Algılayıcı .....	30
3.1.2.3 Jiroskop ve İvme Algılayıcı .....	31
3.1.2.4 Gaz Algılayıcı .....	33
3.1.3 Altı Eksenli Kol .....	34
3.1.4 Kamera .....	37
3.1.5 İletişim .....	38
3.1.6 Güç ve Güç Yönetimi .....	40
3.1.6 Motor Sürücü ve Kontrolü.....	41
4. BULGULAR .....	44
4.1 Uygulama Adımları .....	44
4.2. Kontrol Algoritması.....	54
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	59
6. KAYNAKLAR.....	63
6.1 İnternet Kaynakları .....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	67
EKLER.....	68
Ek-1 .....	68

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

---

mA	Miliamper
Mhz	Megahertz
V	Volt
Tm	Moment
F	Kuvvet
R	Yarıçap
L	Uzunluk
M	Kütle
Hz	Hertz
N	Newton

### Kısaltmalar

---

ALU	Aritmetik Mantıksal Birim
CAN	Kontrol Alan Ağı
CNC	Sayısal Bilgisayar Kontrolü (Computer Numerical Control)
CU	Kontrol Birimi
DA	Doğru Akım (Direct Current)
AA	Alternatif Akım
DMP	Veri Yönetim
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar
GPRS	Radyo Servisi Genel Paket (General Packet Radio Service)
GSM	Mobil iletişim için Global Sistem (Global System for Mobile Communications)
I <sup>2</sup> C	Çevresel Birimler İletişim
İP	İnternet Protokolü (Internet Protocol)
MEMS	Mikro Elektronik Mekanik Sistemler
PC	Kişisel bilgisayar (Personal Computer)
PWM	Darbe Genişlik Modülasyonu
RTP	Gerçek Zamanlı Protokol (Real Time Protocol)
SPI	Seri Çevresel Arayüz
TCP	Transfer Kontrol Protokolü (Transmission Control Protocol)
UART	Genel Asenkron Gönderim Alım
USB	Üniversal Seri Arayüz (Universal Serial Bus)
Wi-Fi	Kablosuz İletişim (Wireless Fidelity)
Kg	Kilogram
Mm	Milimetre
Km	Kilometre

---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Dijital sinyal ve ikilik satı tabanında karşılığı .....	14
Şekil 2. 2 Mikro işlemci blok şeması .....	15
Şekil 3. 1 Mobil robot blok diyagramı. ....	23
Şekil 3. 2 Arduino Mega 2560 .....	25
Şekil 3. 3 Dht 11 teknik çizim.....	28
Şekil 3. 4 Dht 11 algılayıcı ve bağlantı şeması. ....	29
Şekil 3. 5 HC – Sr 04 çalışma periyodu. ....	30
Şekil 3. 6 Ultrasonik mesafe algılayıcı.....	31
Şekil 3. 7 Mpu-6050 için ölçüm birimleri ve yönleri.....	32
Şekil 3. 8 MPU-6050 bağlantı şeması. ....	32
Şekil 3. 9 MQ-6 bağlantı şeması. ....	34
Şekil 3. 10 Beş eksen ve 1 tutucu kol yapısına sahip robot kol. ....	35
Şekil 3. 11 Kablosuz veri aktarabilen IP kamera. ....	37
Şekil 3. 12 APC 220 RS232/TTL çevirici ve bilgisayar bağlantısı. ....	39
Şekil 3. 13 APC220 ve Mikrodenetleyici bağlantısı. ....	40
Şekil 3. 14 L298 Entegresi bacak numaraları.....	42
Şekil 3. 15 PWM sinyali örnekleme .....	43
Şekil 4. 1 Çalışma algoritması.....	56

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 2. 1</b> Sinyalin türüne göre algılayıcı çeşitleri.....	12
<b>Çizelge 2. 2</b> Analog ve dijital sinyal karşılaştırılması.....	13
<b>Çizelge 2. 3</b> Aktif ve pasif algılayıcı türleri. ....	14
<b>Çizelge 3. 1</b> Arduino firmasının Atmega işlemcileri .....	23
<b>Çizelge 3. 2</b> Robot kolun hareket motorları .....	36
<b>Çizelge 3. 3</b> Robot kolu klavye hareket tuşları .....	36
<b>Çizelge 3. 4</b> APC 220 pin bağlantıları.....	39
<b>Çizelge 4. 1</b> Arduino Mega üzerindeki algılayıcı bağlantı pinleri .....	45
<b>Çizelge 4. 2</b> Arduino Mega motor bağlantı pinleri .....	46

## RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

<b>Resim 2. 1</b> Shakey.....	5
<b>Resim 2. 2</b> Yürüyen Kamyon.....	6
<b>Resim 2. 3</b> Stanford Kolu.....	6
<b>Resim 2. 4</b> MMP-30.....	9
<b>Resim 2. 5</b> Dragon runner .....	10
<b>Resim 2. 6</b> iRobot 510 packbot.....	10
<b>Resim 2. 7</b> Nanokhod.....	11
<b>Resim 4. 1</b> Robotun modellenmesi .....	44
<b>Resim 4. 2</b> Kablosuz keşif ve müdahale robotu.....	45
<b>Resim 4. 3</b> Kablo bağlantıları .....	46
<b>Resim 4. 4</b> Apc 220 bağlantıları.....	47
<b>Resim 4. 5</b> Kamera entegre modellemesi.....	48
<b>Resim 4. 6</b> İp kamera .....	49
<b>Resim 4. 7</b> Paletli sistem modeli .....	50
<b>Resim 4. 8</b> Sağ, sol motor ve palet sistemi.....	51
<b>Resim 4. 9</b> Dört destekli palet sistemi.....	51
<b>Resim 4. 10</b> Robot kol modeli .....	52
<b>Resim 4. 11</b> Robot kol yapısı.....	53
<b>Resim 4. 12</b> Tutucu mekanizma.....	53

<b>Resim 4. 13</b> El mekanizması.....	54
<b>Resim 4. 14</b> Robot kullanıcı arayüzü .....	58

## 1. GİRİŞ

Robot teknolojilerinin gelişimi ile gün geçtikçe robot çeşitliliği de artmaktadır. Bu çalışmamızda canlı varlıkların sağlığını olumsuz etkileyecek ortamlar yâda ölümcül sonuçlara sebep olacak ortamlarda, yapılan mobil robot ile nesnelere müdahalesi ve ortam hakkında bilgi toplaması amaçlanmıştır.

Robot üzerindeki mekanik kol ile gerekirse ortama müdahale edebilmekte, üzerindeki paletli sistem ile verilen komutlar dâhilinde hareket edebilmektedir. Entegre edilmiş kamera ile anlık görüntüyü kullanıcıya iletebilmektedir. Karbondioksit, oksijen, mesafe, ışık, sıcaklık ve eğim algılayıcıları sayesinde anlık verileri de kullanıcı istemesi dâhilinde, ara yüze iletebilmektedir. Bu çalışmada iletişim mesafesi ve hız ölçütlerinden dolayı Wi-fi iletişim kullanılmıştır. Kullanıcı ara yüzü C# ile hazırlanmış olup prototip üzerindeki mikroişlemci olarak arduino mega seçilmiştir.

Bulunduğu ortam sebebiyle robot iletişim kablosuz olarak sağlanmak daha uygundur. Mobil robota erişim için RF , Wi-Fi ve Bluetooth olmakla birlikte gerek sağladığı yeterli bant genişliği ve gerekse güvenilir veri şifreleme yöntemleri ile Wi -Fi, mobil robot çalışmalarında kullanım için oldukça elverişlidir. Mobil robotların bilgisayar aracılığıyla kontrolü üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda mobil robotun bilgisayar ile kontrol edilebilmesi için farklı programlama dilleri kullanılarak farklı işlevleri yerine getiren kullanıcı ara yüzleri tasarlanmıştır.

C# ile bilgisayar ortamından yapılan ara yüz ile mobil robota Wi-Fi ile bağlanılmaktadır. Mobil robota entegre edilmiş IP kamera aracılığıyla bilgisayar başındaki kullanıcıya anlık görüntü aktarabilmektedir. IP kamera bilgisayar ile aynı ağa bağlanmayı sağlayan bir Access point aracılığı ile bilgisayar görüntü aktarımını sağlamaktadır.

Bu robot tasarımı ile esnek bir yapıya sahip ve geliştirmeye açık bir mobil robot platformu oluşturulmuştur.

## 2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Engellere çarpmadan hareket yönünü kendi karar verebilen. Görevlere yanıt vermek için kendi algoritmasına göre davranan, hareketli mekanizmalara mobil robot sistemleri denir. Robotun çalışma alanı sınırı koordinatlarını aşabilen hareketli mekanizma mobil robot denir (Siegwart and Nourbakhsh 2004).

Robot, otonom veya önceden programlanmış görevleri yerine getirebilen elektro-mekanik bir cihazdır. Robotlar bir kullanıcı ile çalışabildikleri gibi önceden tanımlı görevleri de yazılmış olan kod parçaları çerçevesinde çalışabilmektedir. Robotlar şekil olarak insana benzetilmekten ziyade görevi yapabilecek her türlü şekli alabilmektedir. Robotların en yaygın kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Otomotiv sektörü başta olmak üzere kol şeklinde, parçaları entegre eden, boyayan, kaynak yapan robotlar mevcuttur (İnt. Kyn. 1).

Robot kelimesi, ilk defa Karel Čapek'in 1920 yılında yazdığı R.U.R. - Rossum's Universal Robots adlı eserinde yer almış ve daha sonra tüm dünyada kullanılmaya başlanmıştır. Robotlar mekanik ve otonomdur, insanca duygulardan yoksun yaratıklar olarak tanımlanmıştır. Robotların çalışmaları sırasında uyması gereken kurallar mevcuttur. Bu kuralları roman yazarı Isaac Asimov tarafından tanımlanmıştır. Robotik kelimesinde edebiyata kazandıran da yine Asimov' dur. Asimov'un tanımladığı kurallar: (İnt. Kyn. 1)

0- Bir robot insanlığa zarar veremez veya hareketsiz kalarak insanlığın zarar görmesine izin veremez. (Bu yasa, sonradan "Sıfırıncı Yasa" olarak eklenmiştir.)

1- Bir robot, 0. kuralla çelişmediği sürece, hiçbir şekilde insanoğluna zarar veremez veya pasif kalmak suretiyle zarar görmesine izin veremez.

2- Bir robot, 0. ve 1. kurallarla çelişmediği sürece, kendisine insanlar tarafından verilen komutlara itaat etmek zorundadır.

3- Bir robot, 0., 1. ve 2. kurallarla çelişmediği sürece, kendi varlığını korumak zorundadır. (İnt. Kyn. 1)



Robot duyargalar (algılayıcı-sensör) ile çevresini algılayan, algıladıklarını yorumlayan, bunun sonucunda karar alan (yapay zekâ), karar sonucuna göre davranan, eylem olarak hareket organlarını çalıştıran veya durduran bir aygıttır. Her robotun tanımı gereği 3 özelliği mevcuttur.

1. İşlem yapma kabiliyeti: herhangi bir işlemi yapabilmelidir. Aksi takdirde eşya olur.
2. İşlemin sonucunu belirleme kabiliyeti: işlemin sonucu robotun müdahalesi şekillendirmelidir. İşlemi tanımlanmış olan ölçütler ile sınırlandırılmalı ve sonuçlandırmalıdır.
3. Karar verme kabiliyeti: Alınmış olduğu verileri yorumlayarak bir sonuç elde etmelidir.

Robotlarla ilgili ilginç bir tanımlama ise Joseph Engelberger yapmıştır: “Robotu tanımlayamam ama bir robot gördüğümde onun robot olduğunu anlarım”. Robot endüstrisi, bilimsel ve teknolojik birçok olgunun gelişim aşamalarında rol almaktadır (İnt. Kyn. 1).

Robotların imalat sürecinde, elektrik-elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, makine mühendisliği, endüstri mühendisliği ve matematik alanlarında bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Robotlar bir bütünden öte birçok parçadan meydana gelmiştir. Ana gövde üzerine entegre edilmiş parçalardan oluşur.

Robotu oluşturan parçalar:

1. Ana gövde yâda parça uzuvları da diyebileceğimiz, rijit cisimlerden oluşmuş kısımdır.
2. Gövde kısmına hareket kabiliyeti sağlayacak itim gücüne sahip eyleyiciler.
3. Robotun veya çevrenin durumunu gözleyen algılayıcılar (Sensör).
4. Robotun hareketlerini denetleyen ve yöneten bir denetim sistemi olmalıdır.

## 2.1 Robotların Tarihçesi

Geleceğimizi biçimlendirecek, ona yön verecek ve onu geliştirecek kadar kabiliyetli ve güçlü olan makinaların bugünkü ismi “robot” tur (İnt. Kyn. 1). Robot kelimesi, insana benzeyen konuşabilen mekanik yapılar akla gelse de aslında bu bir yanılgıdır. Genel yanılgı modern ve çağımızın icadı olarak düşünülse de asıl olan robotların ilk icadı

milattan önce 250’li yıllara kadar gitmektedir. Antik Yunan döneminde, Alexandrian su hareketine bağlı olarak çalışan Ctesibius’ u icat etmiştir. Ünlü düşünür Aristoteles ise “Eğer her alet, gerektiği zamanda gerektiği işi yapar ise; ne ustalara ve çıraklara ne de krallar için kölelere ihtiyaç vardır” demiştir. Bununla imal ettiği birkaç robotu ifade etmektedir (İnt. Kyn. 1).

1495 yılında Leonardo DaVinci mekanik hareket kabiliyeti olan zırhlı bir şövalye tasarladı. Leonardo’nun Robotu, insan hareketlerini baz alarak hareket edebiliyordu. 1700’lü yıllarda Jacques de Vaucanson henüz 29 yaşlarında mekanik yeteneğini sergilediği 3 otomatla ünlendi. Flüt çalan Otomat(1737) Tef çalan Otomat(1738) ve tamamen bir ördeği andıran ve onun gibi hareket edebilen önündeki yiyeceği yiyebilen bir ördek tasarladı Canard Digérateur (1738) (İnt. Kyn. 3).

Charles Babbage 1822 de mekanik olarak çalışan “Hesap Makinası” geliştirmiştir. Programlanabilir bilgisayar kelimesini ortaya atan ilk bilgisayar bilimcisi mucittir (İnt. Kyn. 4). 1936 yılına gelindiğinde ünlü matematikçi Alan Mathison Turing bilgisayar bilimin kurucusu sayılır. Turing Testi ile bilgisayar ve makinelerin insanlar gibi düşünme yetisine sahip olup olmadıkları konusunda bir ölçüt sunmuştur.

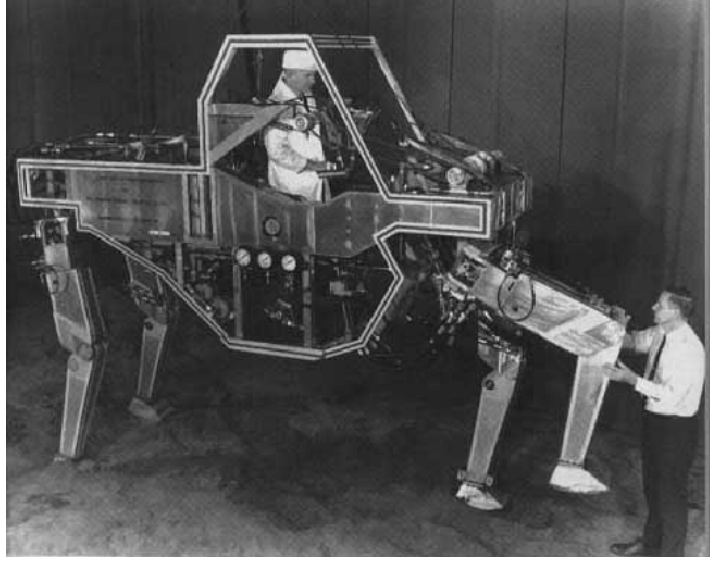
II. Dünya savaşında Alman şifreleme tekniği olan Enigma’ nın çözümlenmesinde önemli rol oynamıştır (İnt. Kyn. 5 ). Issac Asimov robot yasası olarak bu kuruları sundu (1940). İlk endüstriyel robot olan Unimate (evrensel Otomasyon) George Devol tarafından icat edildi. Bu robot geliştirilerek General Motors ambalajlama, kaynak ve basınçlı döküm işleri için robot kullanıma geçmiştir. Diğer firmalarda örnek olarak, robotların endüstriyel bantlarda görev almaları başlamıştır (İnt. Kyn. 6). Grey Walter 1953 yılında kaplumbağa şeklinde bir robot geliştirdi. Şekil olarak ovale benzeyen bu kaplumbağa hareket sistemi 2 motor ile sağlanmıştı. Üzerinde bulunan ışığa duyarlı algılayıcılar ile karanlık bir odada ışık kaynaklarına karşı tepkiler veriyordu. Enerjisi biten kaplumbağa priz bulup kendini şarj edebiliyordu. Bu robot duyumsal olarak hareket eden ilk robottur. 1953 yılında Japon firması olan Seiko ürettiği farklı saatlerin montajını yapabilen bir robot tasarladı (İnt. Kyn. 7).

Robotik sektörü tıbbi amaçlı olarak ta gelişmeler göstermiştir. Downey Rancho Los Amigos hastanesinde Rancho isiminde takma kol geliştirilmiştir. Stanford Araştırma Enstitüsü iki yönde hareket edebilen ve hareketlerini kendi kendine tasarlayabilen Şekil 2.1 de görülen Shakey isiminde bir robot tasarlamıştır. Bu robot otonom robotların geliştirilmesi için önemli bir örnek olmuştur. Shakey odalar arasında eşyalara çarpmadan dolaşabildiği gibi sesli komutlara da tepki vermekteydi. Kutuları üst üste düzenleyebiliyor, gerekirse düzeltebiliyor. Denemeler sırasında Shakey'e platformdaki kutuyu sesli olarak itmesi emredildi, kutuya erişim mesafesinde değildi, platforma çıkacak eğik düzlemi platformun yanına iterek platforma çıktı ve kutuyu ittiği belirtiliyor (İnt. Kyn. 8).



**Resim 2. 1** Shakey (İnt. Kyn. 8).

Hughes Aircraft firması “Mobot” ismini verdiği uzaktan kumandalı makinaları icat etti. İnsanların bulunamayacağı ortamlarda veya yapamayacağı işlerde, radyo dalgaları ve görüntü aktarabilen kameralar ile insanlar tarafından kontrol ediliyordu. General Electric tasarladığı saatte 7 km hıza ulaşabilen ayakları aracılığı ile yürüyebilen “Yürüyen Kamyon” ürettiler. Resim 2.2 de görülen yürüyen kamyon ilk bilgisayar beyinli ayaklı araçtır (Barutçuoğlu 2001).



**Resim 2. 2** Yürüyen Kamyon (İnt. Kyn. 10).

Lunokohod 1 adında Rus yapımı insansız araç, dünyadan kontrol edilerek ay yüzeyinde inceleme için keşif yaptı. Aynı yıllarda NASA Viking1 ve Viking2 araçları ile mars yüzeyinden örnek topladılar. Stanford Üniverstesı elektirkle çalışan, Resim 2.3 te görülen bir robot kol tasarladılar (İnt. Kyn. 11).



**Resim 2. 3** Stanford Kolu (İnt. Kyn. 12).

Richard Hohn 1973'te ticari bilgisayar olan robot geliştirdi. Mini bir bilgisayar aracılığı ile kontrol edilen bu robot hidrolik mekanizma ile yaklaşık 100 kilo yük taşıyabiliyordu. 1977 de Standfor Araştırma Enstitüsü, Robot görme tabanlı bir sistem tasarladılar. Cart isimli bu robot üzerindeki kameradan aldığı verilerle, engel dolu bir odayı sorunsuzca geçebilmektedir. Üretilen her robot artık doğadaki canlıları taklit edebiliyor, onların mevcut uzuvlarının işlevlerini yerine getirebilir oldu (İnt. Kyn. 13). Bu gelişmelerin

yanı sıra piyasada robot üreten şirket sayısı oldukça azdı. 2004 yılına gelindiğinde robotik sektörü Kuzey Amerika'da 1.06 milyar dolarlık iş hacmine ulaşmış, her geçen gün yeni şirketler kurulmaktadır (Lima and Riberio 2002).

## **2.2 Motivasyon ve Araştırma Konusu**

Robotların tarihsel gelişiminde, yapay zekâ ilgilenilen bir konu olmuştur. Mobil robotların karar mekanizması, ne kadar işlevsel olduğu ise robotik alanın gelişimini etkileyen konular olmuştur. Mobil robotlar yapay zekâ ile tasarlanırsa da bazı durumlar için tamamen operatör yardımı ile çalışması önemli bir noktadır. Tasarlanan robot bilinmeyen ve bilinmesi imkânsız ortamlar için imal edilmiş ise muhakkak üzerindeki algılayıcılar ile bu ortam hakkında operatöre bilgi aktarması gerekmektedir. Bu algılayıcılar çeşitlilik bakımından, ısı, mesafe, sıcaklık, çeşitli gaz, ivme, basınç, eğim, mümkünse konum ve ışık gibi algılayıcılardır. Bulunabileceği ortama göre bu algılayıcılar farklılık göstermektedir. Bu algılayıcıların ölçüm verileri mobil robotun üzerinde bulunan mikroişlemci ile bu veriler matematiksel hesaplanır ve gerekli dönüşümler yapılır ve operatörün anlayabileceği anlamlı verilere dönüştürülür.

Mobil robotlarda kullanımı gerekli olan kameralara farklı özellikler ile çeşitliler getirilmiştir. Mobil robottaki kameralar anlık görüntüleri kaydederek kullanıcıya iletişim halinde oldukları sürece bilgi aktarmaktadırlar. Kullanıcı bu görüntüler ile robotu kullanmakta ve yön vermektedir. Kamera da hareket algılayıcı ve gece görüşü gibi özellikler ile kullanıcıya ortam keşfinde yardımcı olmaktadır. Boyut sınırlaması olmayan robotlar için gelişmiş kameralar tercih edilme sebebidir. Gerekirse kameradan gelen verileri robot üzerinde işleyerek kullanıcının tamamen erişmek istediği bilgiyi daha hızlı elde etmesi sağlanır. Mobil robotların ebatları küçüldükçe üzerine yerleştirilecek mikro işlemciler daha az kabiliyetli, üzerinde ki algılayıcı sayısı ise daha az olacaktır. Ebadı küçültülmeye çalışılan robot için üzerine eklenecek her birim, ağırlık ve manevra azaltıcı sebep olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple bu robotlarda daha küçük mikro işlemci olması, bu robotun basit hareketlere donatılmış ve programlanmış olma sonucunu ortaya çıkaracaktır. Üzerindeki algılayıcılardan aldığı ham verileri ise kullanıcı tarafındaki farklı bir bilgisayar / mikrodenetleyici ile hesaplayarak robot üzerindeki işlem kapasitesini azaltmayı hedeflemektedir.

Mobil robot yapısının doğal sonucu olarak, kullanıcı ile robot arasında kablosuz iletişim mevcuttur. Bu iletişim radyo dalgaları ile yapılmaktadır. Mobil robotun kullanım alanına göre iletişim kuralları da çeşitlilik göstermektedir. Erişimi zor ve neredeyse imkânsız bölgelerde kullanılan küçük ebatlı robotlarda görüntü ve veri aktarımı önem arz eden bir unsurdur. Kablosuz haberleşme teknolojileri ile mobil robotlarla iletişim kurulmaktadır.

Bu tez çalışmasında keşif robotlarında en çok karşılaşılan enerji verimliliği ve hareket kabiliyeti üzerine çalışılmıştır. Keşif robotlarının engebeli arazilerde karşılaştıkları sorunlar ile birlikte boyut ile ters oranlı olan enerji depoları sorunları mevcuttur. Bu tezin kapsamı çoğu ortama girebilecek ve arazi şartlarında ilerleyebilecek bunun yanı sıra iletişim ve veri aktarım mesafesi en fazla seviyede enerji kullanımını en az olan robot tasarımı yapılmaya çalışılmıştır. Yukarıda sayılan hedeflerin yanı sıra malzeme seçimi de dikkatli olarak yapılmıştır. Yapılmak istenen bu robot, yazılım ve donanım olarak geliştirmeye elverişli olması ve aynı zamanda robotik alanında eğitim gören öğrenciler için örnek teşkil etmesi hedeflenmektedir.

Hedefler doğrultusunda çeşitli arazilerde ilerleyebilmesi için tekerlek ve paletli sistemler arasında kıyaslanarak en uygun yapının mobil robot ile kullanılması hedeflenmektedir. Ayrıca kullanılan bu sistem ile en az enerji kullanımı ile mobil robotun keşif süresini arttırmak istenmektedir.

Mobil robotlarda en sık karşılaşılan diğer bir konu ise enerji kullanımı ve korunumudur. Çeşitli pil yapıları ile mobil robotu en uzun keşif ve kullanım süresi elde edilmek istenmektedir.

### **2.3 Daha Önce Yapılmış Çalışmalar**

Mobil üniteler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Uygulaması yapılmak istenen bu robota benzer örnekler kıstas alınarak, uygulama üzerinde geliştirmeler yapılmıştır.

### 2.3.1 MMP-30 Tekerlekli Robot Tasarımı

Resim2.4 te görülen 4 tekerlekli robotu “The Machine Lab” firması tasarlamıştır. Bu robot platformunu geliştirmeye yönelik düşünülmüştür.

Tekerlekler arazi lastikleri ve iç lastikler kısımlarından oluşmaktadır. Pnömatik kauçuk ile sağlam bir yapıda naylon olarak üretilmiştir.

Uzunluk X Genişlik X Yükseklik 21” x 20” x 7.25” ebatlarında olup yaklaşık 16 kg. dır. 15.6 volt 6.4 Ah. gücünde pil ile beslenmektedir. Gövde hareket için 2 adet her biri 5 kg. ağırlığında 100w. gücünde motor kullanılmıştır (İnt. Kyn. 15).



Resim 2. 4 MMP-30 (İnt. Kyn. 14).

### 2.3.2 Dragon Runner

National Robotics Engineering Centre (NREC) tarafından tasarlanan ve üretilen bu robot ebat olarak küçük olması amaçlanmıştır. Amerikan ordusuna hizmet için imal edilmiştir. Çok amaçlı geliştirmeye uygundur. Resim 2.5 te görüldüğü gibi paletli bir yapıya sahiptir.



**Resim 2. 5** Dragon runner (İnt. Kyn. 16).

### **2.3.3. iRobot 510 PackBot**

İRobot tarafından üretilen bu robot genel amaçlı olarak üretilmiştir. Genel olarak ordu amaçlı üretilen bu araç Irak ve Afganistan savaşı için 2000 adet satılmıştır. Müdahaleden öte keşif için üretilmiş olan bu robot, üzerindeki kamera ile anlık görüntü aktarabilmektedir. Resim 2.6 da görüldüğü üzere robot üzerinde 3 eksenli kol kullanılmıştır. Bu kol müdahale amacıyla kullanılmaktadır.

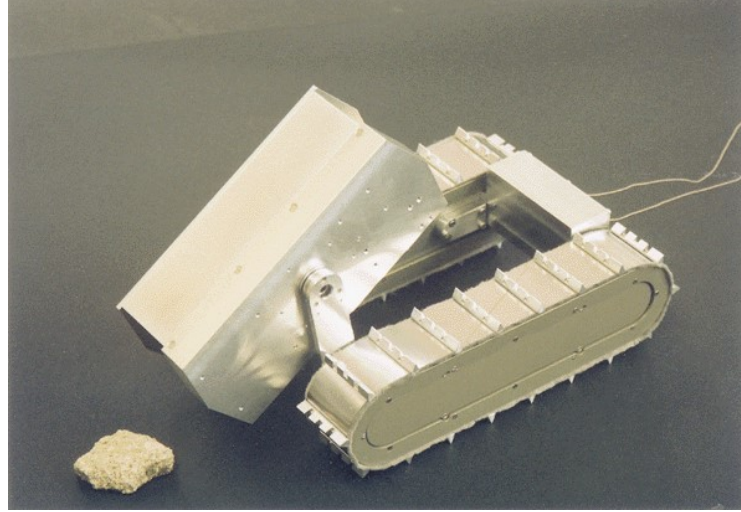


**Resim 2. 6** iRobot 510 packbot (İnt. Kyn. 17).



### 2.3.5 Nanokhod

ESA tarafından finanse edilen, Alman şirketler Von Hoerner & Sulger GmbH, tarafından tasarlanmıştır. Bu robotun üzerindeki algılayıcılar ile çevresindeki tüm bilgileri almaktadır. Güneş sistemini taramak için imal edilmiş robottur. Robotun resim 2.7 de görüldüğü gibi paletli bir yapısı vardır.



**Resim 2. 7** Nanokhod (İnt. Kyn. 18).

### 2.4 Mobil Robotların Birimleri

Bir robotun tasarımında ilk adım robotun amacını belirlemektir. İhtiyaç analizi yapıldıktan sonra robotun üretimi için gerekli birimlerin oluşturulması ve bu birimler için en uygun devre elemanı seçilmelidir. Burada seçim yaparken önemli olan hız, maliyet, kullanılabilirlik, doğruluk, uyumluluk gibi ölçütler göz önünde bulundurulmalıdır (Siegwart and Nourbakhsh 2004) .

#### 2.4.1 Algılayıcılar

Otomasyon ve robotiğin en önemli birimlerinden biri algılayıcılardır. Robotik bir sistem, çevresinde bulunan verileri algılamak, yorumlamakla birlikte bu verilere uygun hareket etmek zorundadır. Sistemin geri dönütü olarak algılayıcılar gereklidir. Algılayıcı, çevreyi hisseden ve bu hissiyatı veriye çeviren devre elemanıdır. Teknik terim olarak “sensör” kelimesi de kullanılmaktadır. İngilizce “To sense” kelimesi olana

hissetmekten türetilmiş bir kelimedir (Kocaarslan 2010).

Algılayıcılar

- Giriş sinyaline göre
- Çıkış sinyaline göre
- Besleme türüne göre

Olmak üzere 3 sınıfa ayrılırlar.

#### 2.4.1.1 Giriş Sinyaline Göre

Algılayıcının algıladığı sinyalin türüne göre sınıflandırılmasıdır.

- Mekanik
- Elektriksel
- Manyetik
- Işıma
- Termal
- Kimyasal

Olarak 6 sınıfta incelenir. Çizelge 2.1 de bu sınıflandırmalar ile ölçülebilecek analog veri türü belirtilmiştir.

**Çizelge 2. 1** Sinyalin türüne göre algılayıcı çeşitleri.

<b>Mekanik Algılama:</b>	<b>Termal Algılama:</b>	<b>Elektriksel Algılama:</b>	<b>Manyetik Algılama:</b>	<b>Işıma Algılama:</b>	<b>Kimyasal Algılama:</b>
Miktar	Sıcaklık	Voltaj	Alan yoğunluğu	Yoğunluk	Yoğunlaşma
Kuvvet	Isı Akısı	Akım	Akı yoğunluğu	Dalga boyu	İçerik
Uzunluk		Direnç	Manyetik moment	Polarizasyon	Oksidasyon / redaksiyon
Basınç		Endüktans	Geçirgenlik	Faz	Reaksiyon hızı
Kütleli Akış		Kapasitans		Yansıtma	pH miktarı
Alan		Dielektrik katsayısı		Gönderme	Yoğunlaşma
İvme		Polarizasyon			
Tork (Moment)		Elektrik alanı			
Hız		Frekans			
Ses Dalga Boyu ve Yoğunluğu					
Pozisyon					

### 2.4.1.2 Çıkış Sinyaline Göre

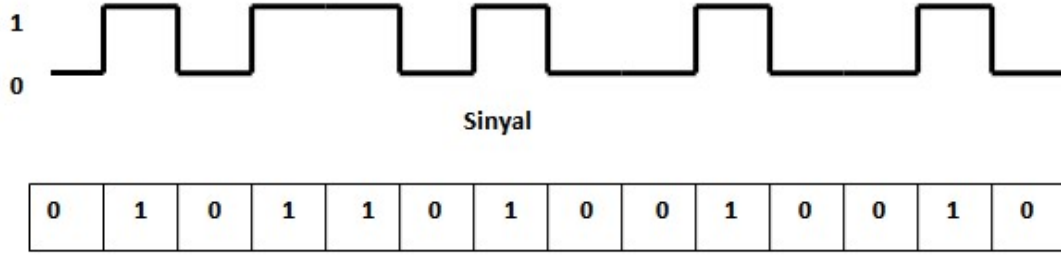
Algılayıcıların çıkış büyüklüklerine göre analog ve dijital olmak üzere iki birimde incelenir.

Anlık ölçümlerde farklı sonuçlar veren, değişkenliği süreklilik arz eden sinyallere analog sinyaller denir. Algılayıcının ölçtüğü analog sinyali, faz farkı, toplama, çarpma gibi elektriksel işlemlerden geçirerek ölçüm yaptığı algılayıcılardır. Bunun sonucu olarak çıkış sinyali ile giriş sinyali arasında matematiksel bir bağ vardır. Algılayıcının analog sinyal için ölçüm sınırları mevcuttur. Bu sınırlar dâhilinde anlamlı veriye çevirmek için haritalandırma (mapping) yapılması uygundur. 0-1024 arası değer okuyabilen bir algılayıcı için anlamlı veri karşılığı 0-5V ise ölçülen 512 değeri 2.5V karşılık gelecektir. Gerilim, akım, sıcaklık, ses gibi süreklilik taşıyan sinyaller analog sinyallere örnek verilebilir. Çizelge 2.2 de analog sinyaller ve bunlara karşılık gelen sayısal sinyaller verilmiştir.

**Çizelge 2. 2** Analog ve dijital sinyal karşılaştırılması.

Analog Sinyal	Sayısal Çıkış
0.000000000	0000000
0.019654621	0000001
0.036546531	0000010
0.058321354	0000011
...	...
0.49321567	1111111

Dijital sinyaller ise var (1) ve yoktan (0) ibarettir. Algılayıcının ölçüm sınırlaması 1 veya 0 ile sonuçlanır. Ölçüm için gerekli şartlar sağlanıyor ise 1 sağlanmıyor ise 0 ile ifade edilir. Dijital sinyal analog verinin ölçeklendirilmesi ile elde edilmiş sinyallerdir. Genel yapısı itibari ile olarak dijital sinyaller iletişim sırasında kullanılmaktadır. Çizelge 2.2 de görüldüğü üzere dijital sinyaller ile veri iletimde ikilik sayı sistemi kullanılır. Şekil 2.1 de sayısal değerlere karşılık gelen, sinyal ele alınmıştır.



Şekil 2. 1 Dijital sinyal ve ikilik satı tabanında karşılığı.

### 2.4.1.3 Besleme Türüne Göre

Sinyaller ihtiyaçlarına göre 2 sınıfta incelenir. Pasif ve aktif algılayıcı olarak incelenir.

Pasif algılayıcılar, dışarıdan herhangi bir enerji ihtiyacı duymadan ölçüm yapabilen algılayıcılardır. Bunlara örnek olarak ısı çift(T/C) verilebilir.

Aktif algılayıcılar da ise dışarıdan harici bir besleme kaynağına ihtiyaç vardır. Genel amaçları zayıf olan sinyalleri ölçmektir. Giriş ve çıkış sinyalleri ile ölçüm yaparlar. Analog yâda dijital çıkış verebilmektedirler. Aktif ve pasif algılayıcılar ve türleri çizelge 2.3 te verilmiştir (İnt. Kyn. 19).

Çizelge 2. 3 Aktif ve pasif algılayıcı türleri.

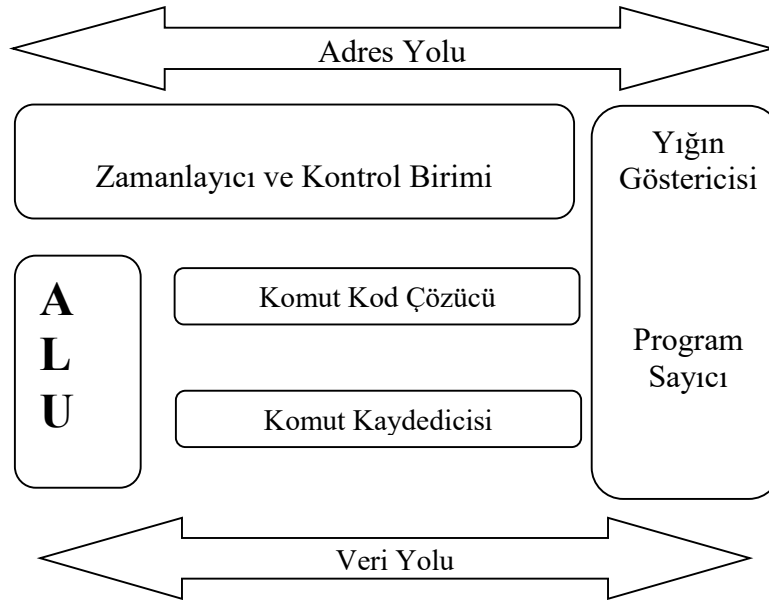
Aktif algılayıcı	Pasif Algılayıcı
Şaft pozisyon algılayıcı	Anahtar tipi algılayıcılar
Infra Red (IR) algılayıcı	Işık algılayıcı
Yakınlık algılayıcı	Dirençsel pozisyon algılayıcı
Ultrasona uzaklık algılayıcı	Potansiyometre
	Piezoelektrik film algılayıcı
	Sıcaklık algılayıcı
	Basınç algılayıcı

Robotik uygulamada algılayıcı kullanımı, robotun karar verme mekanizması için olmazsa olmaz bir birimdir. Kararlı bir sistem diyagramında, geri dönüş bloğunun

karşılığı algılayıcılarıdır. Tüm bunlar için algılayıcıların, kalite kıstaslarına göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kıstaslar, ölçme sınırları, hata oranı, çözünürlük, tekrarlanabilirlik ve doğrusalık olarak 5 madde de incelenebilir (Lumelsky 2006).

#### 2.4.2 Mikro İşlemciler

Üzerinde giriş çıkış hafıza birimleri bulunan, programlanabilir bütünleşmiş yapılarına mikro işlemci denir. Bir bilgisayarın yapabileceği tüm işlemleri yapabilmesine karşın, kapasite bakımından küçük olması sebebiyle yapabildiği işlemlerde sınırlıdır. Şekil 2.2 de verilen blok şemasında bir mikro işlemcinin içyapısı verilmiştir (Meb Mikroişlemciler 2011).



Şekil 2. 2 Mikro işlemci blok şeması

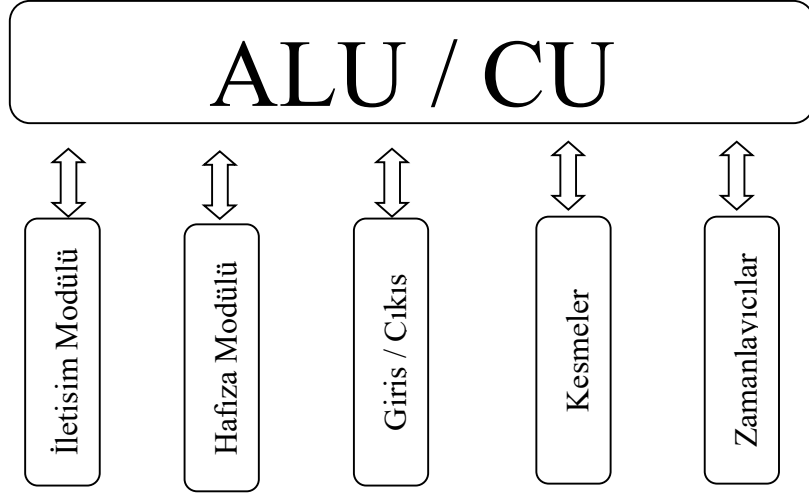
Transistorlar mikro işlemcinin temel yapı taşıdır. Kullanıcı tarafından yazılan programı mikro işlemci yorumlar ve bu yoruma göre programı gerçekleştirir. Programı gerçekleştirmek için mantıksal devreleri ve transistörlerden faydalanır. Her yıl performansları gittikçe artan mikro işlemcilerin, artık mikro bilgisayar seviyesinde kapasiteler ile çalışabilmektedir (İnt. Kyn. 20).

Mikroişlemci,

- Mevcut sistemdeki tüm birimlere erişerek bunların zamanlama ve kontrol görevini yapar.
- Kayıt belleğine erişme ve kaydetme imkânı vardır.
- Yazılan kodu yorumları. Komutlara göre giriş ve çıkış birimlerini yönetir.
- Mantıksal ve aritmetik işlemleri yürütür.
- Program çalışması sırasında oluşabilecek kesme ve zamanlayıcı bayraklarını kontrol eder ve gerekli işlemi yapar.

Merkezi kontrol ünitesi robotun tüm işlemlerin yürütüldüğü birimdir. Robot çevreden algıladığı verileri ve kullanıcı tarafından verilen komutları, kontrol ünitesi, toplar ve yapacağı hareketlere dair kararları yazılımda belirtilmiş olan kurallar çerçevesinde karar alır. Bu birim donanımsal bakımında incelemek gerekirse, üzerinde mikrodenetleyici bulunduran kontrol kartıdır. Mevcut mikro işlemciyle birlikte, hafıza birimi, giriş, çıkış portları, zamanlayıcılar, çeviriciler ve haberleşme gibi birimleri barındırır (Kocaarslan 2010).

Robotta bulunması gereken kontrol ünitesi, algılayıcılardan gelen bilgileri sayısal ve analog giriş portlarından okur ve yorumlar. Kullanıcın göndermiş olduğu emirleri ise yine yorumlayarak hareket aksamalarına iletir. Tüm bunları iletişim kuralları çerçevesinde yapar. Şekil 3.2 de mikrodenetleyicinin birimleri şematik olarak tasarlanmıştır.



Şekil 2.3 Mikro işlemci birimleri.

Merkezde bulunan aritmetik mantık birimi ve kontrol birimi mikro işlemcinin idare bölümüdür. Bu birim basit bir mikro işlemciden ibarettir. Matematiksel ve mantıksal işlemler burada gerçekleştirilir ve kontrol biriminde yorumlanır.

Kesmeler (interrupts) mikrodenetleyicinin iş paylaşımı yaptığı birimdir. Burada dışarıdan gelen sinyaller doğrultusunda mikrodenetleyici yaptığı işi kesip, kesme için yazılmış olan işlemleri yerine getirir. Kesmeler donanımsal olabileceği gibi, yazılım yolu ile kesmeler de mevcuttur.

Zamanlayıcı birimi, periyodik zaman döngüsü içerisinde kontrol işlemi yapmaktadır. Bu kontrol sonucuna göre kesme sinyali oluşturmaktadır. Zamanlayıcılar, belirli zamanı saymanın yanı sıra belirli sinyali sayarak kesme işlemi oluşturabilir.

Hafıza modülü, mikrodenetleyicide gerçekleştirilmiş olan tüm işlemlerin saklandığı birimdir. RAM ve ROM olmak üzere çeşitleri vardır. RAM geçici hafıza türü olup yapılan işlemler gerçekleştirildikten sonra bu bellekte veri bulunmaz. Program döngüsü süresince değişkenler, işlem çıktıları, işlem girdileri, kullanılacak tüm bilgiler bu birimde saklanır. Enerji kesilmesi sonucunda bu birimdeki tüm veriler geri gelmemek üzere silinir. ROM bellek, işlem gördükten sonra saklanılmak istenen verilerin tutulduğu bloktur. Mikrodenetleyici ilk açılışında bu bloktan faydalanır ve gerekirse bu

bloktaki verilere erişebilir, kaydedebilir.

Giriş – çıkış portları ise adından da anlaşılacağı üzere mikrodenetleyicinin dış ortamdaki veri alması ve dış ortama veri göndermesi için kullanılan portlardır. Dışarıdan analog veya sayısal veriler okunup aynı şekilde dışarıya tetikleme ve sinyal gönderebilir. Algılayıcılardan veri okumakta genellikle giriş portları kullanılmaktadır (Gümüşkaya 2002).

İletişim modülü kuralları önceden belirlenmiş iletişim protokolleri çerçevesinde mikrodenetleyiciye ve kullanılan diğer birimler arasındaki veri alışverişine imkân sağlayan birimdir. Genel yapı itibarı ile mikrodenetleyicide kullanılan iletişim protokolleri şunlardır.

- CAN (Controller Area Network)
- SPI (Serial Peripheral Interface)
- I<sup>2</sup>C (Inter- Integrated Circuit)
- UART (universal Asynchronous Receiver / Transmitter)

Mikro işlemcinin yapısı başlıca 3 birimden ibarettir.

#### **2.4.2.1 Kaydediciler**

Teknik terim olarak “Registers” ile ifade edilen kaydediciler, işlenmiş veya işlenecek olan verinin geçici olarak saklandığı geçiş hafızalarıdır. Kaydedicilerin çok olması işlemci ve kullanıcı bakımından kolaylık sağlar. Kaydediciler yaptığı işleme göre genel ve özel olmak üzere 2 sınıfta incelenir. Geçici kaydediciler ve bayrak kaydedicilerdir.

#### **2.4.2.2 Aritmetik Mantıksal Birim**

Aritmetik mantıksal işlem birimidir. Mikro işlemcinin işlediği tüm veriler bu birim üzerinden hesaplanır. Bu birim

- Boolean işlemleri



- İkili Toplama
- Veriyi sağı ve sola kaydırabilme
- Veriyi tümlleme

İşlemlerini yapabilmektedir (İnt. Kyn. 36)

### **2.4.2.3 İletişim Hatları**

Mikro işlemcinin birimleri arasında ki iletişim için kullandığı hatlardır. Veriler bit olarak gönderilmektedir. İletişim hatları görevleri bakımından 3 gruba ayrılır (İnt. Kyn. 36).

### **2.4.2.4 Adres Hatları**

Mikroişlemciye bağı bellek ve giriş çıkış birimlerin, hangi giriş çıkış birimine veya belleğe erişim verisinin gönderildiğı hatlardır. Adres yolu iletken sayısı, mikro işlemcinin kaç adet birime adresleme yapabileceğini belirler. Veri iletiminden önce adres hattı kullanılarak birime erişilir ardından diğler hat olan veri hattından bilgiler iletilir veya alınır (İnt. Kyn. 36).

### **2.4.2.5 Veri Hatları**

İşlemciden belleğe, giriş /çıkış birimlerine veri iletiminde veya veri alımında kullanılan yoldur. Kaydediciler ile doğru orantılıdır. Eğer kaydedici 16 bit ise gelecek olan veri de en fazla 16 bit olmak zorundadır. 16 bitten fazla ise veri 16 bitlik parçalara bölünerek gönderimi yapılır. Buda zaman kaybına sebep olacaktır (İnt. Kyn. 36).

### **2.4.2.6 Kontrol Hatları**

Veriler iletilirken mikro işlemci ile alıcı birim arasında belirli bir kurallar dizisi olmak zorundadır. Bu sebeple veri başladığını ve bittiğini bildirmek için bu hatlar kullanılır. Tüm birimler ile iletişimi mevcuttur. Bu sistemin çalışması için kontrol hatlarından darbe sinyali(clock) gönderilir (İnt. Kyn. 36).

#### **2.4.2.7 Zamanlayıcı ve Kontrol Birimi**

Çalışan sistemin işleyişinden ve işlemlerin tam zamanında yapılmasından sorumludur. Bellekte alınan verinin iletimi, verinin çözümlenmesi, ALU biriminde işlenmesi ve tekrar verinin geri iletimi için gerekli tüm çevirim sinyallerinin üretiminden sorumludur. Sistemdeki tüm harici ve dâhili çevirimleri denetler ve kontrol eder (İnt. Kyn. 36).

#### **2.4.3 Hareket Organları**

Robot hareketleri incelendiğinde 2 amaca yönelik hareket bulunmaktadır. Birincisi robotun yer değiştirmesi, bir başka hareket ise nesneye yönelik hareketlerdir. Bu hareketleri icra ederken elektrik akımını harekete çeviren motorlar kullanılmaktadır. Robotun hareket ihtiyacına göre farklı motorlar tercih edilebilir. Robotlarda kullanılan gerilim kaynağı doğru akım kaynakları olduğu için kullanılacak motorlarda DA motorlardır (Bayar vd. 2006).

##### **2.4.3.1 Step Motorlar**

Elektrik darbelerini adım adım çeviren motorlardır. Motorun ortasındaki mıknatısı çevreleyen bobinlerden oluşur. Her bir sarım, bir adımı oluşturmaktadır. Motor ilk hareketi, ilk bobinin elektriklenmesi ve oluşan manyetik alanın etkisiyle ilk adımını dönmesidir. Ardından ikinci bobin elektriklenerek motorun ikinci adımını yapması sağlanıyor. Bu şekilde devam ederek motora dönüş hareketi yaptırılıyor. Bobinlerin sayısının fazlalığı motorun hareketindeki hassasiyet ile doğru orantılıdır. Robot kol laboratuvar çalışmalarında, hassas uygulamalarda tercih sebebidir (İnt. Kyn. 18).

##### **2.4.3.2 DA Motorlar**

Robotik çalışmalarda en çok tercih edilen motor türü doğru akım motorlardır. DA motorlar bobin ve mıknatıslardan oluşur. DA motor elektrik akımıyla manyetik alan oluşturarak mıknatıslar aracılığı ile dönüm hareketi yapar. Motorlara güç aktarımı olarak redüktör bağlanarak hız ve güç için dişlilerden faydalanırlar (İnt. Kyn. 35).

### **2.4.3.3 Servo Motorlar**

Servo İşleyen bir mekanizmadaki hatayı algılayarak geri besleme sistemi ile denetleyen ve hatayı gideren otomatik cihazdır. Servo motorların imal süreci DA motorlar gibidir. Yavaş hız devrine sahip, moment-hız kontrolü yapabilen, sisteme yardımcı motorlardır. Robotik alanda en yaygın kullanılan motor çeşididir. Mekanik alanda olabileceği gibi elektronik, hidrolik - pnömatik veya başka alanlarda da kullanılabilir. Servo sürücüler tarafından, hız, konum veya ivme gibi bilgilerin kontrol edilebildiği bir sistemdir. Servo motorların içerisinde DA veya AA motorlar bulunmaktadır. Motor kontrol devresi ve motor sürücü devresinde içinde bulunmaktadır (İnt. Kyn. 21).

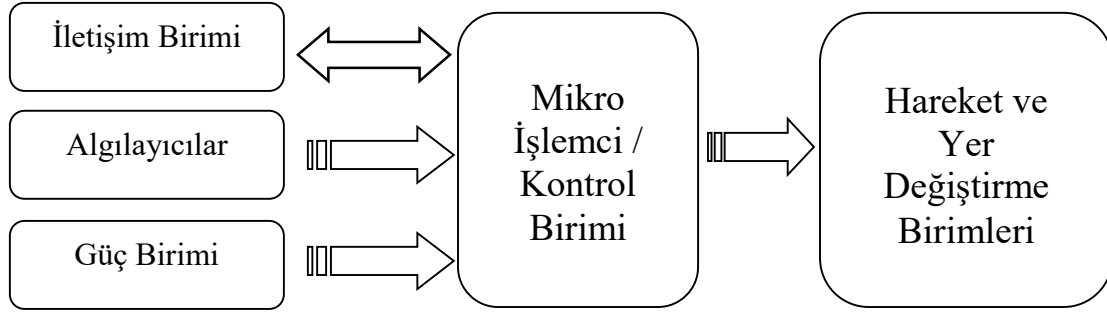
### 3. MATERYAL ve METOT

İlk örnekleme yapılan bu robot, kablosuz olarak kontrol edilebilen, insanların ve canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyecek ortamlarda keşif imkânı sağlamaktadır. Robot keşif sırasında ölçmüş olduğu verileri ve görüntüleri kullanıcıya aktararak ortam hakkında bilgi vermektedir. Müdahale için mevcut kolu kullanmaktadır kol 5 eksenli olup, uç tarafında tutucu bir mekanizma mevcuttur. Kamera görüntüsü için internet protokolü, gövde manevrası ve algılayıcı bilgilerinin iletimi için wi-fi birim kullanılmıştır. Bu yapı geliştirmeye elverişlidir yapılacak elektronik, mekanik düzenlemeler ile birçok farklı alanda kullanım için uygun olabilir. Bu amaçla bomba imha robotları, otomasyonlarda kullanılacak robotlar, yangın söndürme robotu, gözlem ve saldırı robotları ve askeri amaçlı robotlar olabilir (Kocaarslan 2010).

Bilgisayar ortamında tasarlanmış uygulama robotu, elektronik, mekanik ve yazılım bölümleri ele alınmıştır. Çalışma şartları gereği keşif robotlarının yüksek sıcaklık, gürültülü, patlama riski gibi durumlara karşı dirençli olmaları gerekmektedir. Tasarım süreci, örnek tasarım olduğu için zor şartlar göz ardı edilmiştir. Yapımı gerçekleştirilen bu robotta ilk amaç mobil keşif robotlarının yeteneklerinin, kavranması amaçlanmıştır. Setabot olarak adlandırılan bu robot, fiziksel parçaların oluşturduğu donanım, elektronik akşamların iletişimleri ve çalışmasının ele alındığı yazılım olarak iki başlıkta sunulmuştur.

#### 3.1 Donanım

Donanım, robotu oluşturan tüm fiziksel birimlerdir. Şekil 3.1 de belirtildiği gibi robotun birimleri bloklar halinde ele alınmıştır. Her blok için açıklamaları kendi başlıklarında verilmiştir. Gerekli akış diyagramı ve blokların ilişkileri bu bölüm içerisinde sunulmuştur. Şekil 3.1 de bir mobil robotun en basit şekilde ele alınmıştır.



Şekil 3. 1 Mobil robot blok diyagramı.

### 3.1.1 Merkezi Kontrol / İşlem Birimi:

Tez kapsamında gerçekleştirilen robotta Atmega firmasının 2560 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyicinin kullanıldığı arduino platformu üzerinde çalışılmıştır. Bu mikrodenetleyicinin kullanılmasında esas sebep kolay tedarik süreci, gerekli ara yüz ve programlama imkânlarının yaygın olarak kullanılması ve uygulama geliştirme sürecinin diğer mikrodenetleyici firmaları ile kıyasla daha kısa sürmesi. Ayrıca malzeme gereksiniminin az olması da seçim aşamasında etkili olmuştur. Arduino firmasının Atmega mikroişlemcileri ile geliştirdiği platformlar çizelge 3.1 de verilmiştir.

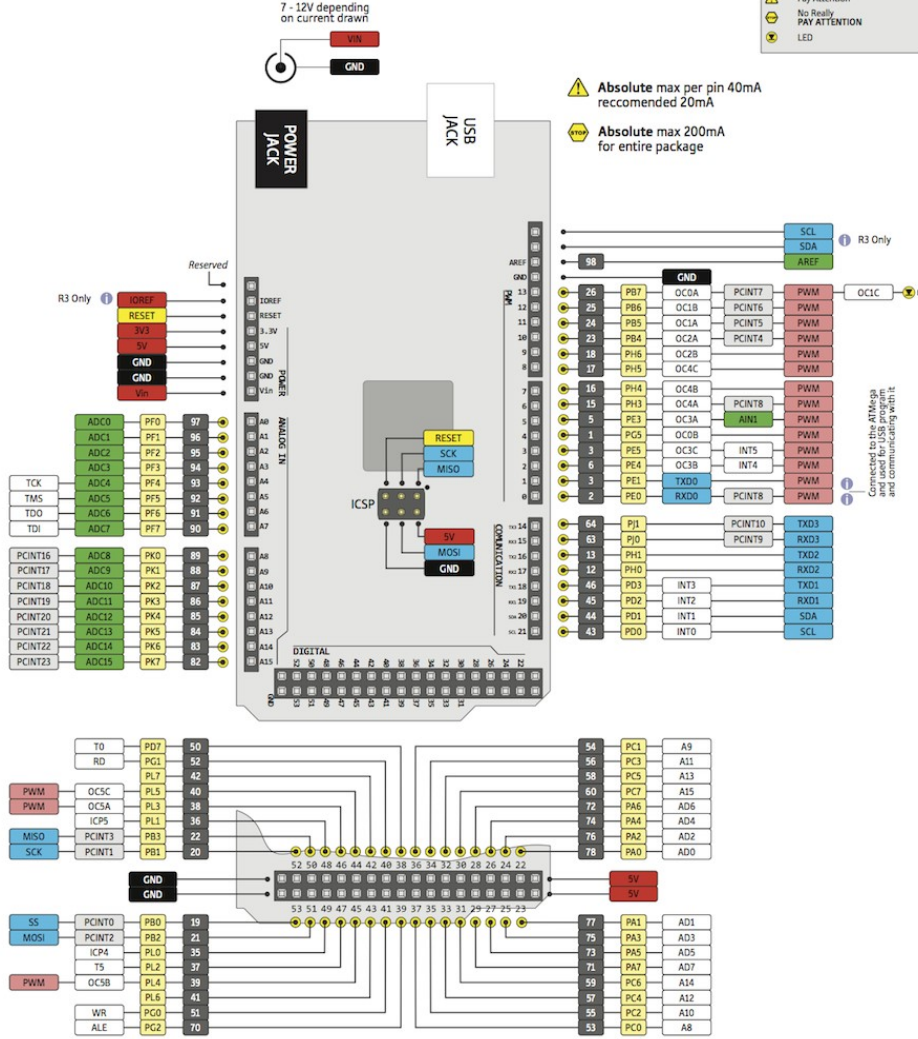
Çizelge 3. 1 Arduino firmasının Atmega işlemcileri.

Mikrodenetleyici	Atmega 2560	Atmega 328	Atmega 128
Çalışma gerilimi	5V	5V	5V
Dijital Giriş / Çıkış	54 (14 adet PWM)	14 (6 adet PWM)	14 (14 adet PWM)
Analog Giriş / Çıkış	16	6	6
Her G / Ç pin akım	40 mA	40 mA	40 mA
3.3v gerilim çıkışı akımı	50 mA	50 mA	50 mA
Flash bellek	256 KB	32 KB	16 KB
Sram	8 KB	2 KB	1 KB
EEPROM	4 KB	1 KB	512 Bayt
Saat Hızı	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (3.3 V Modeli) 16 Mhz (5 V Modeli)

Atmega 2560 mikrodnetleyicisine sahip Arduino Mega kartı bu çalışmada tercih edilmiştir. Üzerinde bulunan 54 pin ile kol hareketleri için 6 adet servo motor pini, 4 adet yer değiştirme motorları için, 12 adet port ise algılayıcılar için kullanılmıştır (Coşkun 2004).

Bu ihtiyaçların kaynakları, seri iletişim ve analog okuma işlemleridir. Robotun harekât aksamı olan 2 adet DA motor kullanılması için mikrodnetleyicinin donanımsal PWM ıkışları kullanılmıştır. Robotta ki görüntü aktarım organı olarak kullanılan kamera sınırlı olan mikrodnetleyicinin kaynaklarını kullanımı azaltmamak adına, İp kamera tercih edilmiş ve mikrodnetleyicinden bağımsız olarak görüntü aktarmaktadır. Arduino Mega, Atmega 2560 Mikrodnetleyiciye sahip arduino ailesinin bir ürünüdür. Şekil 3.3 te Arduino Meganın giriş çıkış portları gösterilmektedir. Her port tek amaçla kullanılabildiği gibi birden fazla amaçla da kullanılabilmektedir. USB kablo ile bilgisayarlar aracılığı ile programlanabilmektedir. Arduino firmasının geliştirdiği Arduino İDE programı ile ücretsiz olarak program yüklenebilmektedir.

THE  
UNOFFICIAL  
**ARDUINO  
MEGA**  
PINOUT DIAGRAM



Şekil 3. 2 Arduino Mega 2560 (İnt. Kyn. 22).

Arduino Mega USB kablosu ile bir bilgisayara bağlanarak, USB den beslemeli olarak kullanılabilir. Veya harici güç girişinden de DA volt çıkışlı bir adaptör veya pil kaynağının yardımı ile de kullanılabilir. Arduino Mega beslemesi için en uygun 7-12 volt aralığıdır. Aksi takdirde mikrodenetleyici kararsız kalacaktır. Arduino Mega üzerindeki güç pinleri;

- V<sub>in</sub>: Arduino Mega kartına harici bir besleme kaynağı ile kullanılmak istenildiğinde kullanılacak giriştir.
- 5V: Arduino Mega üzerinde bulunan voltaj düzenleyiciden 5v çıkış sağlar.
- 3.3V: Arduino Mega kartı üzerindeki voltaj düzenleyiciden 3.3V ve en fazla 50mA çıkış sağlar.
- Gnd: Topraklama pinidir.
- IOREF: Arduino geliştirme kartlarının çalıştığı voltaj referansının sağlar. Uygun yapılandırılmış bir geliştirme kartı IOREF pin voltajını okuyabilir.

Arduino Mega kart üzerinden 54 adet sayısal giriş / çıkış pini mevcuttur. Bu pinleri Arduino İde programı üzerinde kullanırken, PinMode(), digitalWrite(), digitalRead(), fonksiyonları ile giriş yâda çıkış olarak ayarlanır ve kullanılır. Bu pinler 5v ile çalışır. Her pin için en fazla 40mA. çekebilir. 20-50 Kohm dahili pull-up dirençleri vardır. Ayrıca bazı pinlerin kendine has farklı özellikleri de mevcuttur.

Serial: 0 (RX) ve 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) ve 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) ve 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) ve 14 (TX) : Bu pinler seri iletişim kurmak için alıcı olarak (receive - RX) ve göndermek (transmit - TX) içindir. 0 ve 1 pimleri ayrıca Atmega mikrodenetleyicinin seri iletişim pinleridir.

Harici kesmeler 2 (kesme 0), 3 (kesme 1), 18 (kesme 5), 19 (kesme 4), 20 (kesme 3) ve 21 (kesme 2) : harici kesme pinlerini aktif etmek için kullanılır.

Pwm: 2 - 13, 44 - 46: sayısal çıkış veren bu pinler analogWrite(); komutu ile PWM çıkışı da verebilmektedirler.

Spı: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) : SPI haberleşmesi için kullanılacak pinlerdir.

Led 13: uygulamalar sırasında sıklıkla test için kullanılan 13. pine bağlı leddir.



Twi: 20 SDA 21 SCL: Wire.h ile birlikte TWI haberleşmesi için kullanılır.

16 adet analog pin mevcuttur. Her bir pin 10 bit çözünürlükte çalışabilmektedir. 0 ile 5V arasında ölçeklendirme yapabilmektedir. AREF ve analogReference() fonksiyonu ile üst limit ayarlanabilmektedir.

Aref: Analog referans voltajıdır. analogReference() fonksiyonu ile birlikte kullanılır.

Reset: Mikrodenetleyicinin tekrar başlatılması için kullanılan bas / çek butondur.

Arduino Mega'yı programlamak için Arduino IDE programı gereklidir. "<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>" linki aracılığı ile site üzerinden indirerek kurulabilir. Program kurulumundan sonra gerekli kodlar yazıldıktan sonra derlenerek karta yüklenebilir.

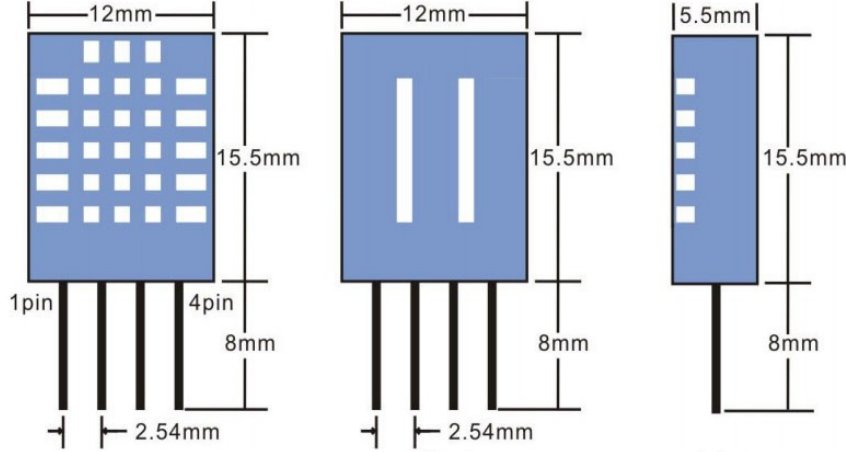
### **3.1.2 Algılayıcılar**

Keşif işlemi için çevreden bilgi toplamak keşif için oldukça önemlidir. Robotun bu bilgileri ölçüm yapabilmesi, yorumlayabilmesi için algılayıcılara ihtiyaç vardır. Tüm değerler yüksek doğruluk derecesinde ölçülmeli ve yorumlanmalıdır. Verilecek bu kararlar bu değerlere paralel olarak verilmelidir. Bu çalışmada kullanılan algılayıcılar bu sebeple daha önceki çalışmalarda doğruluğu ve güvenilirliği ispatlanmış devre elemanlarından seçilmiştir. Bu seçimi etkileyen bir diğer faktör ise malzemenin kolay tedarik edilebilmesidir.

#### **3.1.2.1 Isı ve Nem Algılayıcısı**

Açık veya kapalı ortamdaki bilgi toplamak istendiğinde ortam sıcaklığı ve buna bağlı olarak nem oranı dikkat edilecek en önemli unsurlardan bir tanesidir. Keşif yapılacak ortamın sıcaklığı yaşam şartlarına uygunluk durumu, robotu kullanıcı tarafından doğru kararlar verebilmesi için önemli bir durumdur. Tepki süresi hızlı, endüstriyel tarzdaki gerek sayısal gerekse analog sıcaklık algılayıcılar bu tip çalışmalarda kullanılmaktadır.

Şekil 3.4 te Dht11 algılayıcısının fiziksel görünüşü verilmiştir. Ön görünüşünü referans noktası olarak alınırsa, soldan 1. Pin 5volt besleme, 2.pin mikro denetletici ile veri bağlantısı, 4. Pin ise eksi kutup bağlantısı için kullanılmıştır. Nem ve sıcaklık verilerini veri ucundan göndermektedir. İçerisinde



Şekil 3. 3 Dht 11 teknik çizim. (İnt. Kyn. 36).

Direnç ile nem ölçüm birimi ve Ntc sıcaklık ölçüm birimi barındırmaktadır. Kendine has bir sinyal üretip bunu veri hattı üzerinden göndermektedir. Tek hat kullanımı faydası maliyetini düşürmek ve sinyal iletim mesafesini artırmaktır. Algılayıcı ile mikrodenetleyici arasındaki iletişim kuralı

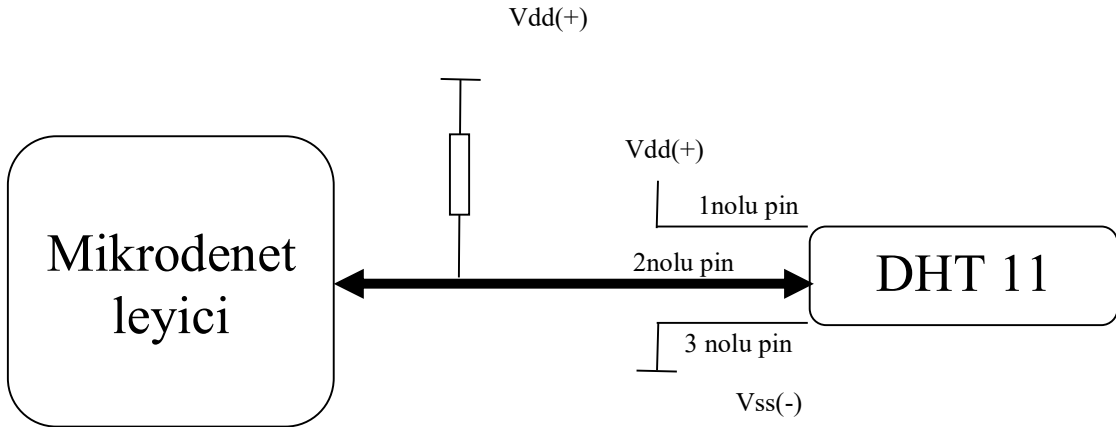
1. İstek
2. Yanıt
3. Veri iletimi

Olarak sıralanır. Sensör bağlandığında, ilk 18 $\mu$ s. “0” olarak gönderilir, ardından 20  $\mu$ s ile 40 $\mu$ s. arasında “1” verisi gönderilir. Ardından bu pinden veri okumak için hazırlandığında 160 $\mu$ s. periyodu ile kare dalga sinyal geliyorsa doğru bağlanmış ve sinyal alımı için veri göndermeye hazır hale gelmiş olur. Veri gönderme işleminde 5byte paketler halinde 50 $\mu$ s. aralıklarla 1 bit olarak veri gönderimini yapar. Eğer gelen sinyal 26 $\mu$ s ile 28  $\mu$ s arasında ise gelen veri “0” demektir. Gelen sinyal “1” verisi için 70 $\mu$ s kadar sürmesi gerekmektedir (İnt. Kyn. 27).

- İlk byte nem verisi için tam sayı değerini
- 2. Byte nem verisi için ondalık sayı değerini
- 3. Byte sıcaklık verisi için tam sayı değerini
- 4. Byte sıcaklık verisi için ondalık değerini

İhtiva etmektedir. Son byte ise doğrulama ve gönderilen verinin güvenliği için ilk 4 byte verisinin toplamını ifade eder.

Dht11 0 ile 50 °C arasında ölçüm yapabilmektedir. Hata oranı %2 dir. Nem ölçüm değerleri ise %20 ile %90 arasındadır. Hata payı oranı ise %5 tir. Arduino kullanımında “DHT.h” kütüphanesi ile kullanılabilir. Dht11 algılayıcısı ile mikrodenetleyici arasında 20 metreden az bir bağlantı var ise 5k pull-up direnci bağlanması tavsiye edilir. Şekil 3.5 te olduğu gibi pull-up direnci bağlanır (İnt. Kyn. 27).



Şekil 3. 4 Dht 11 algılayıcı ve bağlantı şeması.

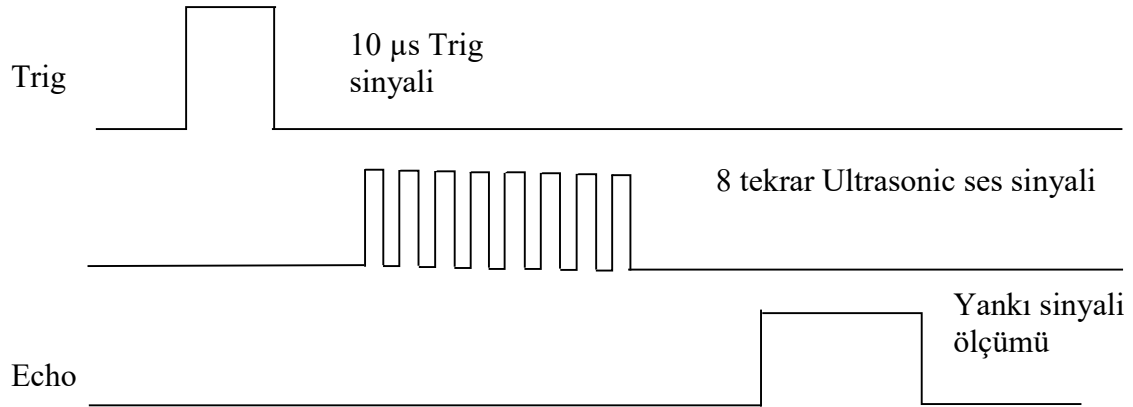
Dht11 algılayıcısı ile mikrodenetleyici arasında 20 metreden az bir bağlantı var ise 5k pull-up direnci bağlanması tavsiye edilir. Şekil 3-5 te olduğu gibi pull-up direnci bağlanır. Eğer bağlantı 20 metreden fazla ise uygun bir pull-up direnci bağlamak gerekmektedir. Algılayıcının beslemesi için 3,5V ile 5 V arsında bir gelirim değeri uygun olacaktır. Eğer ölçümlerde dalgalanma meydana gelir ise 100nF kapasitör ile filtreleme yapılabilir (İnt. Kyn. 35).

### 3.1.2.2 Ultrasonik Mesafe Algılayıcı

Ultrasonik dalga saniyede 20.000 den fazla titreşim yapabilen ses dalgalarının enerji uygulamasıdır (İnt. Kyn. 27). Yapımı gerçekleştirilen robotta HC - SR04 ultrasonik mesafe algılayıcı kullanılmıştır. Bu algılayıcının çalışma frekansı 40 kHz dir. Çalışma aralığı 2cm ile 400 cm arasındadır ve hassasiyeti 3mm dir. Algılayıcı ultrasonik ses gönderimi, ultrasonik gelen sesi algılama döngüsü içerisinde çalışır (İnt. Kyn. 25).

- I/O trigger pini kullanılarak en az 10µs olmak üzere sinyal gönderilir.
- 8 darbeli 40kHz sinyal gönderimini algılayıcı yapıyor.
- Eğer geri dönen sinyal var ise bunu algılıyor. Ve algıladığında echo pini aktif 1 seviyesine çekiliyor.

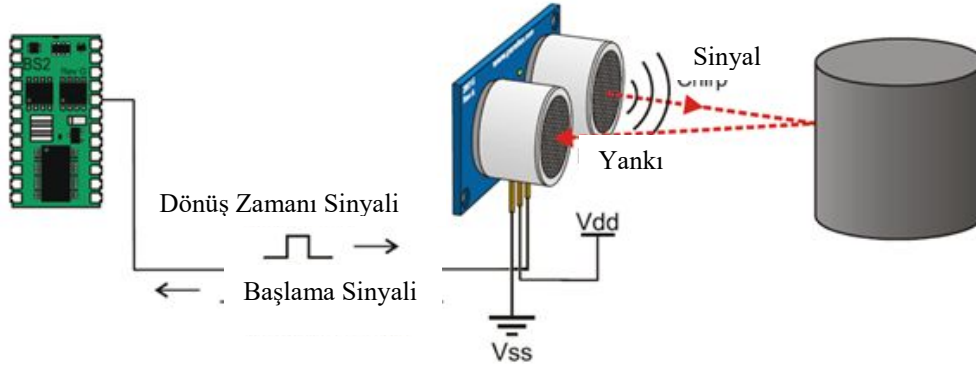
Şekil 3.5 da HC – Sr 04 için çalışma periyodu gösterilmiştir.



Şekil 3. 5 HC – Sr 04 çalışma periyodu (İnt. Kyn. 26).

Echo pinin şekil 3.5 da ne kadar aktif 1 de kaldığını hesapladıktan sonra bu değeri ses hızı olan 340 m/s ye bölündüğünde algılayıcı ile nesne arasındaki sesin git gel süresi hesaplanmış olur. Bu değeri 2 ye bölünürse algılayıcı ile nesne arasındaki mesafe cm cinsinden hesaplanmış olur. Burada önemli noktalardan biri echo pinin 1 de kaldığı süre µs birimi olarak tutulur. Bu yüzden bu hesaplamada birimler çevrilirken dikkat edilmedi. Bu hesaplamaya göre:  $34000\text{cm}/1000000\mu\text{s} = 1/29$  olur. 1/29 sayısını gel git zamanı hesaplaması için 2 ye bölünürse 1/58 olarak sonuç elde edilir. Şekil 3.7

Ultrasonik mesafe algılayıcı ve çalışma prensibi gösterilmiştir (İnt. Kyn. 27).



Şekil 3. 6 Ultrasonik mesafe algılayıcı (İnt. Kyn. 30).

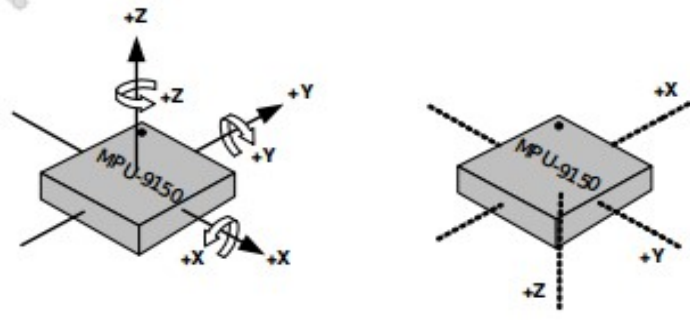
Arduino İde programında “pulseIn (echoPin, HIGH)” fonksiyonu ile echo pininin “1” seviyesinde kalma süresi hesaplanır (Parlaktuna ve Eroğlu 2007).

Ultrasonik mesafe algılayıcı 5 volt ile çalışmakta, çektiği akım 15mA’dır. En uygun algılama açısı merkezi açıya 15 er derecelik bir yay ile algılamaktadır (İnt. Kyn. 28).

### 3.1.2.3 Jiroskop ve İvme Algılayıcı

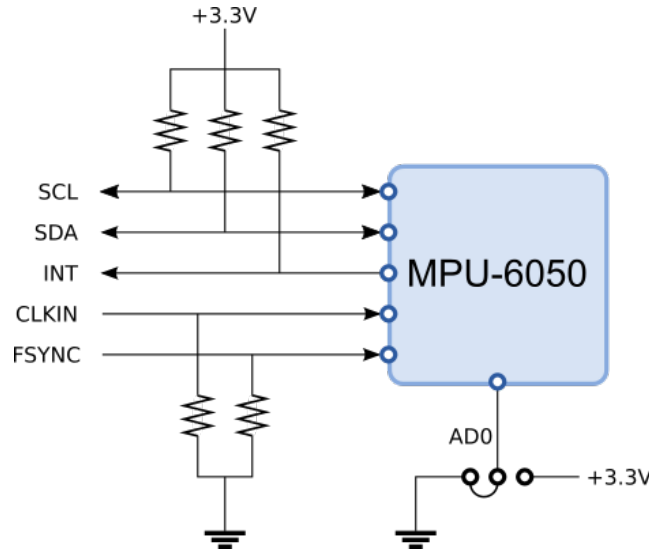
Havacılık endüstrisinde kullanılan ivmeölçerler 3 eksendeki ivmeyi ölçmektedir. Bu işlemi, algılayıcıyı üzerinde düşen durağan veya hareketli basıncı ölçerek yapmaktadırlar. Durağan basınç, hareketsiz anın basıncıdır. Dolaylı olarak yerçekimidir. Ölçülen bu değerlerin birimi  $m/s^2$  ve g kuvveti olarak adlandırılır.  $9.8 m/s^2$  ise 1g. olan yerçekimi kuvvetine eşittir. Algılayıcı ölçümü 3 eksen olan x,y ve z ekseninde yapmaktadır.

Jiroskop bir cismin, bir eksen etrafında ne kadar hızda döndüğünü hesaplanmasındır. Bu algılayıcı ile açıya bağlı hızı ölçmüş oluruz. Ölçülen değerler derece/saniye olarak ifade edilir. Kullanılan bu algılayıcı ölçümlerini 3 eksen üzerinde yapmaktadır. Şekil 3.8 de ivme ölçer ve jiroskop için ölçüm eksenleri verilmiştir.



Şekil 3. 7 Mpu-6050 için ölçüm birimleri ve yönleri. (İnt. Kyn. 32).

Birçok robotta, denge aracında ve hava araçlarında sıklıkla kullanılan algılayıcılardır. Bu algılayıcı mikro elektronik mekanik sistem (MEMS) ile çalışmaktadır. Şekil 3.9 da bağlantı şeması verilen algılayıcı mikrodenetleyici ile SPI iletişim kuralları ile bağlanmaktadır (İnt. Kyn. 29).



Şekil 3. 8 MPU-6050 bağlantı şeması (İnt. Kyn. 36).

Akselerometre yâda ivmeölçer olarak bilinen bu algılayıcı, üzerine düşen durağan ve hareketli ivmeyi hesaplamaktadır. Gy-521 biriminin üzerinden MPU6050 entegresi mevcuttur. Bu entegrede bir adet MEMS ivmeölçer ve bir adet MEMS gyro bulunmaktadır. Birçok uygulama için güvenli sonuçlar vermektedir. Bu algılayıcının üzerinde 3 eksen gro ve 3 eksen ivmeölçer olmasından dolayı aynı zamanda 6 bağlantı noktalı olarak da adlandırılabilir (İnt. Kyn. 31).

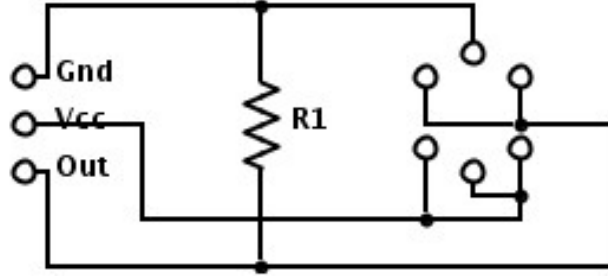
Bu birim üzerinde bulunan voltaj düzenleyici ile 3v veya 5v ile çalışabilmektedir. I<sup>2</sup>C iletişim için 2k2 pull-up direnci mevcuttur. MEMS yapısı ile ölçüm yapmaktadır. Ölçümü 16 bit çözünürlükte yapabilmektedir. Kullanılan bu algılayıcı ölçüm hassasiyet ayarları da mevcuttur. gyro için  $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$  ve  $\pm 2000^\circ/s$  ivmeölçer için  $\pm 2g$ ,  $\pm 4g$ ,  $\pm 8g$  ve  $\pm 16g$  (İnt. Kyn. 30).

Gyro ve ivmeölçer için veri okuma algoritması; uyku modunda olan birim için ilk adım uyku modundan çıkarmak olacaktır. Ve ardından veri okuması sağlanabilir. Birim, 1024 byte FIFO tampon mevcuttur. Kullanıcı açısından düşük güç tüketimi sağlamaktadır. Okunan bilgiler FIFO tampon içerisinde saklanabilir. Mikrodenetleyici kesme sinyali ile FIFO tampon bellek kullanılmaktadır. Ölçüm birimi “int” bağlantısından mikrodenetleyiciye kesme göndererek FIFO tamponda veri olduğunu belirtir (İnt. Kyn. 32).

Bu birim üzerinden mevcut DMP (Sayısal Hareket İşlemcisi) ile karmaşık hesaplamaları bu birim üzerinde yapmak mümkündür. Bu birim e erişmek için algılayıcı birimine baştan program yazmak gerekmektedir. Bu sayede otonom robot hareketlerinde bu birim üzerinde hesaplama yaptırılarak otonom robotun mikrodenetleyicisi yükünü azaltılabilir. MPU-6050 için i2c haberleşmesi için adres 0x68 dir. Arduino mikrodenetleyicisi bağlantı için i2c pinleri ile bağlantı kurulmaktadır (MPU-6000 -2011).

#### **3.1.2.4 Gaz Algılayıcı**

Gaz algılayıcı olarak kullanılan bu algılayıcı, metan ve doğal gaz için tepkiye duyarlıdır. Algılayıcı içerisinde kullanılan kimyasal madde değiştirilerek duyarlılıkları değişmektedir. Gaz algılayıcıların çıkış değerleri analog veridir. Bu robotta kullanılan gaz algılayıcısı MQ-6 dır. Şekil 3.10 kullanılan gaz algılayıcının bağlantı şeması verilmektedir.



Şekil 3. 9 MQ-6 bağlantı şeması (İnt. Kyn. 33).

Bu algılayıcının 6 adet bağlantı pini mevcuttur. 4 pin 2 şerli olarak birbirine bağlantılıdır. Besleme, toprak ucu ve veri bağlantı ucu mevcuttur. Besleme için 5v kullanılmaktadır. Mikrodenetleyici üzerinden besleme yapılması durumunda ölçülerin verilerin sağlıklı olmayacaktır. Çıkış bağlantısı ise mikrodenetleyicinin analog veri giriş pinine bağlanmaktadır. Topraklama ise güç biriminin eksi ucuna bağlanması gerekmektedir. MQ-6 nın tercih edilme sebepleri;

- Yanıcı gazlara duyarlılık
- Doğal gaz için yüksek duyarlılık
- Uzun ömürlü ve düşük maliyetli
- Kullanım kolaylığı

Bunun yanı sıra kullanılan alanlar, yurtiçi gaz kaçak detektörlerinde, endüstriyel gaz detektörlerinde ve taşınabilir gaz detektörlerinde de kullanılmaktadır.

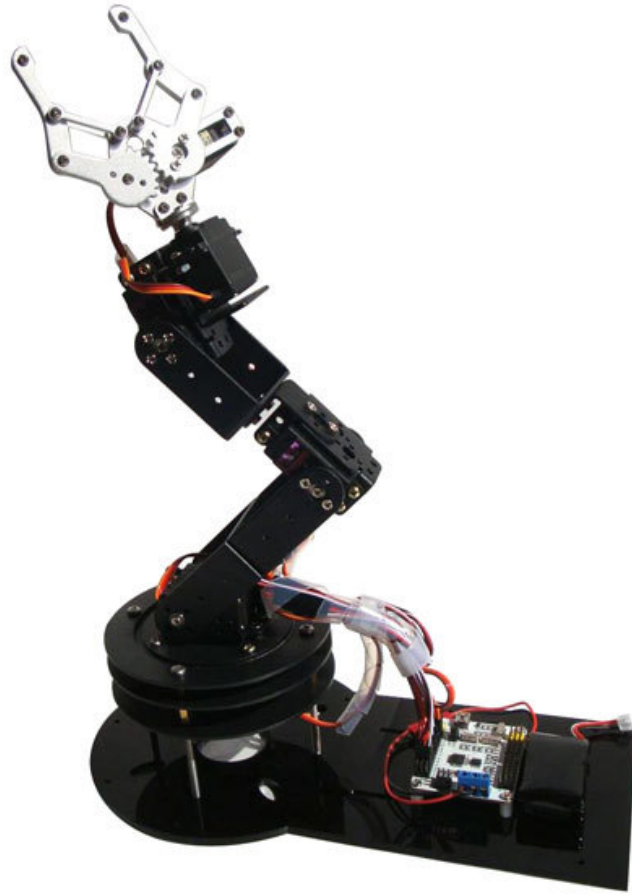
### 3.1.3 Altı Eksenli Kol

Beş derece özgürlüğe ve bir tutucu mekanizmaya sahip robot kolu ile nesnelere müdahale amaçlanmaktadır. Bir eksen etrafında dönme hareketi, 3 menteşe hareketli ve birde tutucu el dönme kabiliyetinden oluşur. Her bir eksene (DOF) göre robot kolu sınıflandırılmaktadır. Kullanılan bu kol altı serbestlik derecesine sahiptir. Serbestlik derecesi, kolun hareket ve erişim alanını genişletirken kullanıcı için yönetimini zorlaştırmaktadır.



Eğer robot kolunun serbestlik derecesi, üç ve daha fazla ise hedefe ulaşmak için çalışma uzayında birden çok yol vardır. Robot mekanizmasının karmaşık yapısı daha da artmaktadır (Niku 2001) .

Bir robot kolunun hareketi, her daim 3 boyutlu uzayda hareket ederler. Her eksen için XYZ eksenini düşünülerek hareket edilir ve eksen bağlantı noktaları koordinat sisteminin başlangıç noktası kabul edilir. Bu tez çalışması için Şekil 3.11 deki robot kolu kullanılmıştır.



**Şekil 3. 10** Beş eksen ve 1 tutucu kol yapısına sahip robot kol.

Çizelge 3.2 de robot kolun yapabileceği hareketler ve bu hareketi sağlayacak servo motor numarası verilmiştir.

**Çizelge 3. 2** Robot kolun hareket motorları.

<b>Eksen hareketi</b>	<b>Servo no</b>
Sağa ve sola dönüş hareketi için;	Servo 1
İleri ve geri hareketi için;	Servo 2
İleri geri hareketinin derecelendirme ve hareket kabiliyeti artırımı için;	Servo 3
Tutma kolunun aşağı ve yukarı hareketli için;	Servo 4
Tutma kolunun sağa ve sola dönüş hareketi için;	Servo 5
Tutma kolunun tutma ve bırakma işlemi için;	Servo 6

Kullanıcı kullanmak istediği servo için, ara yüzdeki ilgili butona basarak kolun hareketini gerçekleştirir. Her bir servo için, arayüz mikrodenetleyiciye bir karakter gönderir. Gelen karakter, mikrodenetleyici yorumlayarak, ilgili birime yapılacak iş doğrultusunda sinyalleri gönderir.

**Çizelge 3. 3** Robot kolu klavye hareket tuşları.

<b>Servo motor</b>	<b>İleri Dereceli Hareket</b>	<b>Geri Dereceli Hareket</b>
Servo 1	Z	X
Servo 2	A	S
Servo 3	Q	W
Servo 4	C	V
Servo 5	D	F
Servo 6	E	R

6 adet servo motor yardımı robot kolu hareket etmektedir. Her bir servo için 3 adet kablo bulunmakta ve bu servo motorlar için besleme, toprak ve sinyal için kullanılmaktadır. Tüm servo motorların besleme uçları bir noktada birleştirilip sadece robot kol için ayrılmış aküden voltaj düzenleyici ile bağlandı. Sinyal kabloları ise mikrodenetleyicinin sayısal çıkış pinlerine bağlandı. Ara yüzde hazırlanan programda kullanıcı buton veya klavyeden atanmış çizelge 3.3 teki tuşlar ile hareket ettirebilmektedir (Sümbül ve Coşkun 2011).

### 3.1.4 Kamera

Tez çalışmasında bu robotun keşif amacı için en önemli birimlerden bir tanesi görüntü aktarım birimidir. Kullanıcının robotun karışılacağı ortamlarda en etkili biçimde müdahale edebilmesi için görsel iletişim vazgeçilmez bir unsurdur.

Kullanılan kamera IP özelliğe sahip kameradır. IP kamera seçilmesindeki en önemli sebep mikrodenetleyicinin yükünü azaltmaktır. Görüntü kaydetmek ve bunu aktarmak başlıca bir denetim ve zaman gerektirmektedir. Ayrıca mobil robot üzerinde oluşabilecek herhangi bir arıza anında görüntü alım işinin hala devam imkânı sağlamak.

IP kamera üzerinde bulunan algılayıcılar ile görüntüyü yakalayıp, bu görüntüyü sayısal veriye çevirdikten sonra ağ (network) yardımı ile yetki verilmiş kullanıcılara ileten görüntüleme sistemidir. IP kameraların çalışması için ayrıca bir kayıt birimine ihtiyaç yoktur. Kullanılan ip kamera kablosuz teknolojiyi desteklemektedir. IP kameralar programlanabilir bir yapıya uygundur. Bu sayede görüntü depolama hareket algılama ve alarm yönetimi gibi özelliklere sahiptir. Kameranın görüntüyü anlık olarak iletebilmektedir. Bu iletimi görüntü algılayıcısındaki bilgi sayısal veriye dönüştürülerek iletilir. Bu sinyal işlemeyi, kameranın içerisinde bulunan mikro işlemci yapmaktadır. Çevrilen bu sinyal anlık olarak kaydedildiği gibi, web server, ftp server, smtp client, gibi bağlı olduğu ağ üzerinden de yayın yapılabilir (İnt. Kyn. 34).



**Şekil 3. 11** Kablosuz veri aktarabilen IP kamera.

Robotta kullanılan IP kamera şekil 3.12 de verilmiştir. Kamera biriminde ayrıca yukarı / aşağı ayrıca sağa / sola dönebilmesi için 2 adet servo motor mevcuttur. Kullanıcı ara

yüzünde bunun kontrolü yapılabilmektedir. Kameraya atanmış IP ile ağ üzerinden erişim sağlanmaktadır. Erişim sağlandığında kullanıcı adı ve parolası girildiğinde kamera kullanıma açık hale gelmektedir. Ayrıca üzerinde bulunan ır ledler aracılığı ile ışık yetersiz olduğu ortamlarda görüntü alımını kolaylaştırmaktadır (Jung and Sukhatme 2010).

### 3.1.5 İletişim

Radyo frekansları farklı alanlarda ve farklı boyutlarda kullanılabilir. Gönderilmek istenen verinin boyutu, alıcı ile aradaki mesafe kullanılmak istenen frekansı belirler. Düşük frekansta büyük boyutlu veriler gönderilmek istendiğinde kopmalar olacaktır. İletişim birimleri üretmek hassas bir süreçtir. Karşılıklı iletişim ve kurallar dizisi hazırlayarak verinin iletimini ve güvenliğini sağlamak gerekmektedir. Aksi takdirde birimler karasız çalışacaktır. (Çelik 2010)

Bu uygulamada APC 220 tercih edilmiştir. APC 220 modelinin tercih sebebi olarak usart üzerinden bilgisayar ile doğrudan haberleşebilmesi ve birçok uygulamada güvenilirliğini kanıtlamış olması. Özellikleri;

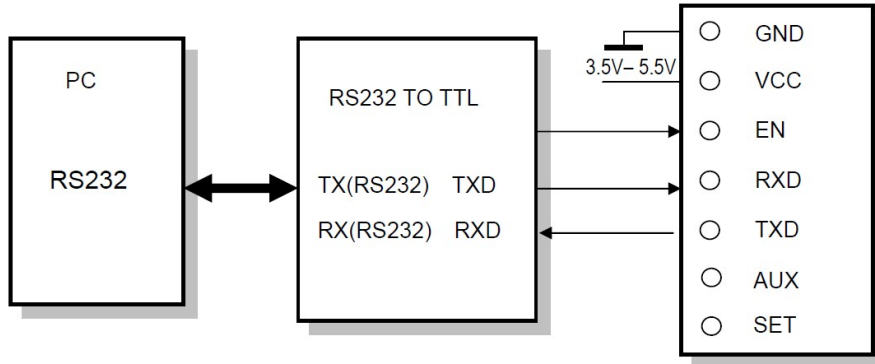
- Çalışma frekans aralığı 431Mhz ile 455Mhz arasındadır.
- 2400bps ile 1Km çapında menzile sahiptir.
- 20mW gücünde çıkış sinyali.
- 100 kanal iletişim kapasitesi.
- UART/TTL ara yüzü ile kolay kullanılabilirlik.
- 256 byte veri tamponu.
- Çalışma gerilimi 3,3V-5V ve 25-35mA güç tüketimi.

Üzerinde bulunan 7 pin var kullanılmaktadır. Pinler ve görevleri Çizelge 3.4 te verilmiştir.

**Çizelge 3.4** APC 220 pin bağlantıları.

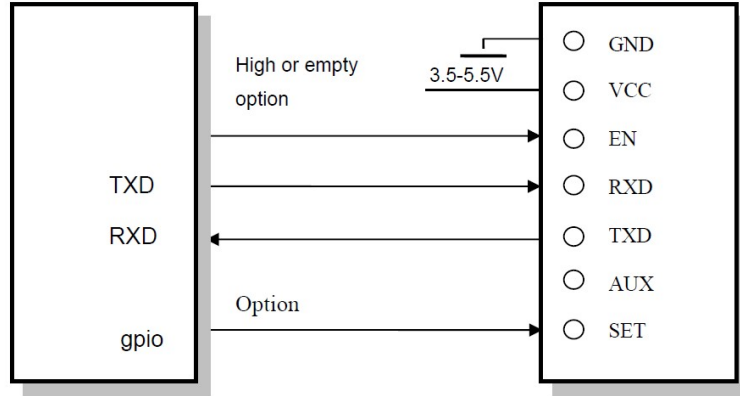
Pin	Kısaltma	Açıklama
1	SET	Kurulum Parametleri (bağlanmayabilir)
2	AUX	UART Sinyal- Alıcı (0) Verici (1)
3	TXD	UART TX Veri Gönderimi
4	RXD	UART RX Veri Alımı
5	EN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voltaj 0,5 volttan düşük ise pasif</li><li>• 1.6 volttan yukarı yâda boş bağlantı ise aktif</li></ul>
6	VCC	3.3V-5.5V Güç
7	GND	0V Topraklama

Birimleri kullanmak için çapraz bağlantı ile bağlamak gerekmektedir. TXD ve RXD uçları şekil 3.13 gibi sırasıyla USB/TTL çevirinin RXD ve TXD uçlarına bağlanmaktadır.



**Şekil 3. 12** APC 220 RS232/TTL çevirici ve bilgisayar bağlantısı (APC220-43 2008).

Alıcı kısım da ise tekrardan şekil 3-14 teki gibi çapraz bağlantı ile mikro işlemciye bağlanması gerekmektedir



Şekil 3. 13 APC220 ve Mikrodenetleyici bağlantısı (APC220-43 2008).

Her bir APC 220 birimin kendine ait bir kimlik numarası mevcuttur. 2 birim arasında iletişim için farklı kimlik numarası tanımlanması gerekmektedir. APC 220 birimlerinin çalışma frekansları, iletişim kimlik numaraları, iletişim hızları gibi ayarları yapmak için “Rf-magic” adlı program ile yapılabilmektedir (APC220 2014).

### 3.1.6 Güç ve Güç Yönetimi

İnsanlar için kalp ne kadar önemli ise, robotlar için de enerji kaynakları aynı seviyede öneme sahiptir. Robotların en güncel sorunlarından bir tanesi güç ve güç yönetimidir. Güç tüketimi robotun ne kadar verimli olduğu ile doğru orantılıdır. Kullanılan pilin çeşidine göre verimlilik artmaktadır.

Lityum ion piller yeni teknolojik cihazlarda sık sık tercih edilirler. En büyük avantajları küçük, hafif ve yüksek akım ve gerilim değerlerine sahip olmalarıdır. Kısa sürede enerji kaybı yaşamazlar kapasitelerini uzun süre saklarlar. Lityum İon pillerde hafıza kullanımı yoktur. Bu sebeple piller bitmeden şarj edilebilir. Şarjı yarıda kesmek ise pile herhangi bir zarar vermez. Grup halinde kullanımı yaygındır. Kesinlikle doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalı, içleri açılmamalıdır. Yangın ve patlama riski vardır.

Lityum polimer piller en yeni enerji kaynaklarından. Lityum İon pillere nazaran daha az şarj ve deşarj özelliği mevcuttur. Enerjileri lityum ion pillere göre daha azdır. Son zamanlarda robot çalışmalarında tercih sebebi olmuştur. Kullanımı oldukça tehlikeli olan bu pilleri şarj ve taşınması için özel araçlara ihtiyaç vardır. İçerisindeki kimyasal

yoğunluğu yanıcı ve patlayıcı özelliği mevcuttur. Lityum ion pillere kıyas daha pahalıdır.

### 3.1.6 Motor Sürücü ve Kontrolü

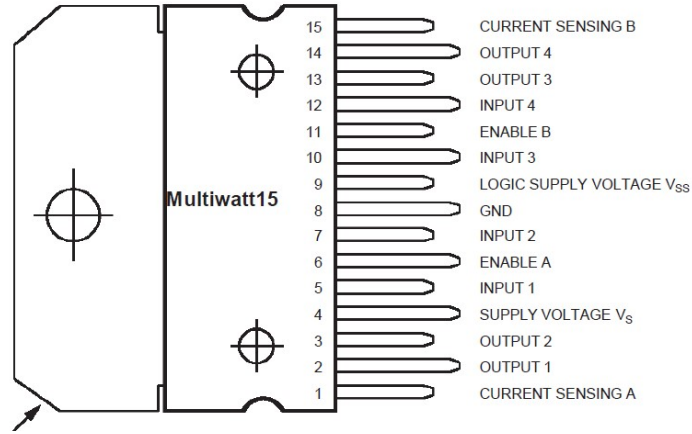
Mikrodenetleyicilerin çıkışları motor kontrolü için oldukça zayıf kalmaktadır. Bu yüzden mikrodenetleyici çıkışlarını yükseltmek gerekmektedir. Mikrodenetleyici çıkışlarının genel amacı sinyal üretimi ve alımıdır.

Motor sürücü olarak 4 adet transistörün birleştirilmesi ile oluşan H köprüsü yâda motor sürücü entegreleri kullanılmaktadır. Motor sürücüsünün görevi, mikrodenetleyiciden aldığı sinyali motorun devinimi için yükseltir. Robotik çalışmalarında kullanım kolaylığı nedeniyle L9 serisi entegreler kullanılmaktadır. L9 serisi entegre seçiminde akım ve voltaj değerleri ayırt edici birimlerdir. L298 entegresi DA motorların haricinde step motorların kullanımını içinde uyundur.

Bu çalışmada L298 entegresi ile paletli sistemin motorları kullanılmıştır. Mikrodenetleyicinin 8,9,10,11,12 ve 13 nolu pinlerinden PWM sinyali ile motor sürücü devresine gönderilmiş, motor sürücü devresi sinyali güçlendirerek 12V ile motorları çalıştırılmıştır. 10 ve 11 nolu motor sürmek için, 12 ve 13 nolu pinler 2 nolu motoru sürmek için kullanılmıştır. Şekil 3.15 te L298 entegresinin bacak yapısı verilmiştir. 6 giriş sinyali ve 4 çıkış mevcuttur. Üzerindeki pinler:

- Enable a : a motorunun çıkışlarını aktif etmek için
- Enable b : b motorunun çıkışlarını aktif etmek için
- İn1 : a motorunun 1. giriş pini
- İn2 : a motorunun 2. giriş pini
- İn3 : b motorunun 1. giriş pini
- İn4 : b motorunun 2. giriş pini
- 5v : sürücü entegresinin çalışması için gereken 5V
- Gnd : Topraklama ucu
- Vcc : 24V a kadar motorları sürmek için gereken gerilim.

- Out 1 : a motoru için 1 nolu uç.
- Out 2 : a motoru için 2 nolu uç.
- Out 3 : b motoru için 1 nolu uç.
- Out 4 : b motoru için 2 nolu uç

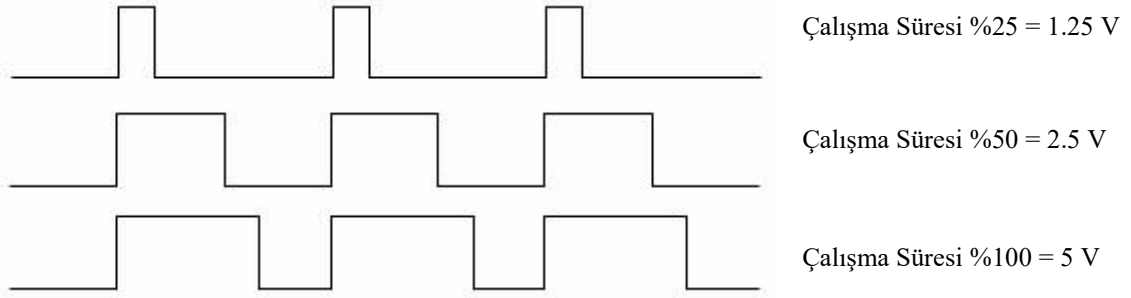


Şekil 3. 14 L298 Entegresi bacak numaraları. (İnt. Kyn. 21).

DA motorların uçları motor yönünü belirlemektedir. L298 entegresi mevcudiyetindeki mantıksal kapılar ile uçların bağlantılarını değiştirerek motorların ileri veya geri hareketini sağlamaktadır (İnt. Kyn. 21).

Mikroişlemcinin motor kontrolü için PWM sinyali üretmektedir. Darbe genişlik modülasyonu olarak adlandırılan bu sinyal, sayısal sinyali analog sinyal gibi kullanmak için üretilir. İletişimde, voltaj düzenleyicilerde, yükselteç gibi bir çok uygulamada kullanılmaktadır. Mikrodenetleyicinin ürettiği sayısal kare dalga sinyalin, genişliğinin değiştirilmesi ile oluşturulur. Kare dalga sinyal “1” ve “0” lardan oluşmaktadır. 1 verisi 5 volta tekabül ederken, 0 verisi 0 volta tekabül etmektedir. PWM tekniği ile 0V ile 5V aralığını da kullanılabilir hale getirir. Şekil 3.16 da kare dalga sinyalin çalışma sürelerine oranı ve voltaj karşılığı verilmiştir.





**Şekil 3. 15** PWM sinyali örnekleme.

Paletli sistemi harekete geçirecek olan motorlar, saniye başına 750 tur dönebilmektedirler. Mikro denetleyiciden gelen sinyal %50 ise motorlar saniyede 375 tur dönme hareketi yapacaklardır. PWM tekniği kare dalga üretmekle yapılır. Kare dalganın büyüklüğü referans olarak kullanılan dalganın ortalaması ile eşdeğerdir. Referans dalganın ile görev döngüsü (duty cycle) büyüklükleri doğru orantılıdır (Mester 2006).

Pwm sinyali üretmenin birden fazla tekniği bulunmaktadır.

- Delta: Delta modülasyonlu PWM sinyali, İntegrali alınarak kıyaslaması ile elde edilir.
- Sigma-Delta : üretilen çıkış sinyali, referans sinyal ile oluşan fark değeri elde edilir. Fark sinyalinin integrali alınarak sınırlandırılması ile elde edilir.
- Boşluk-Vektör: 3 Fazlı AA uygulamalar için algoritma kullanılarak elde edilir.
- Direkt Tork Kontrol (DTC): Genellikle AA motorları kullanmak için geliştirilen bir PWM tekniğidir.
- Zaman Bölücü: Mikro işlemcilerin PWM çıkışları tarafından kullanılır.

## 4. BULGULAR

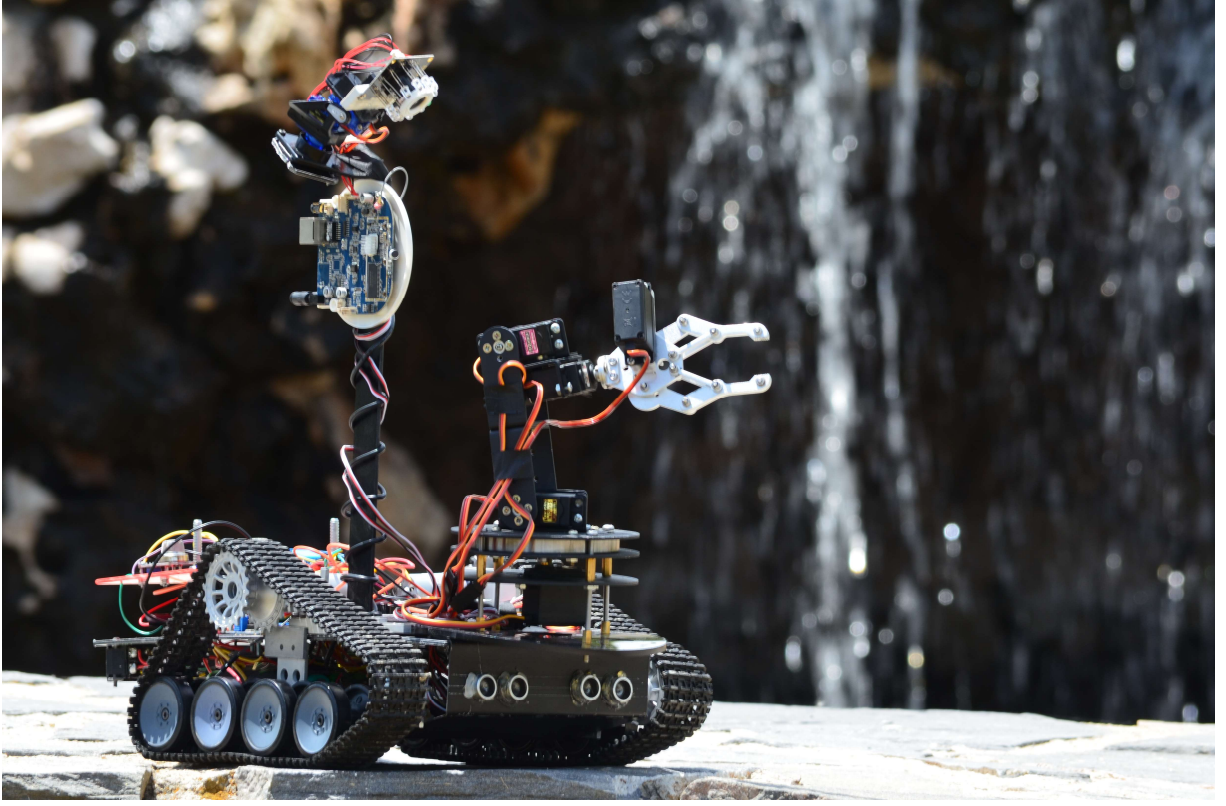
### 4.1 Uygulama Adımları

Resim 4.1 de görülen robot sistemi modellenmiştir. Robot kol, kamera, palet sistemi ve tutucu mekanizma robot üzerinde konumları için model tasarımı yapılmıştır. Model tasarımı için 3d Max programı kullanılmıştır.



**Resim 4. 1** Robotun modellenmesi.

Tez çalışmasında malzeme temini ile birlikte resim 4.2 de verilen setabot yapılmıştır.



**Resim 4. 2** Kablosuz keşif ve müdahale robotu.

Robot üzerinde bağlı olan algılayıcılar ve bunların bağlı olduğu pinler Çizelge 4.1 te verilmiştir.

**Çizelge 4. 1** Arduino Mega üzerindeki algılayıcı bağlantı pinleri

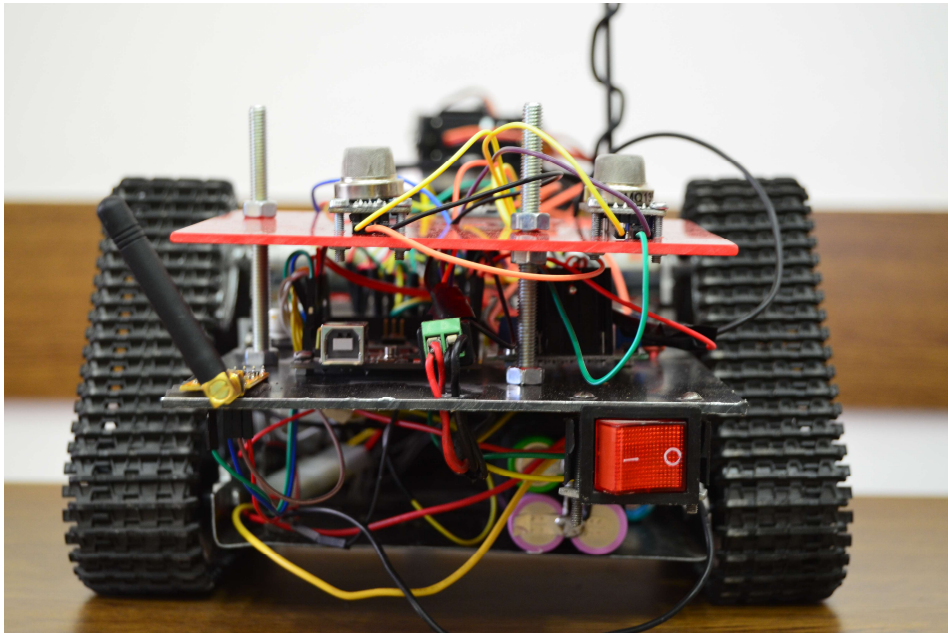
<b>Kullanılan Algılayıcı Türü</b>	<b>Algılayıcının Bağlı Olduğu Pin</b>
Mesafe Algılayıcı	2-3 Nolu pin
Sıcaklık Algılayıcı	A7 Nolu pin
Nem Algılayıcı	A6 Nolu pin
Gaz Algılayıcı	A5 Nolu Pin

Hareket için kullanılan 2 adet DA motor ve 6 adet kol hareketi için servo motor bağlantı pinleri çizelge 4.2 de verilmiştir.

**Çizelge 4. 2** Arduino Mega motor bağlantı pinleri.

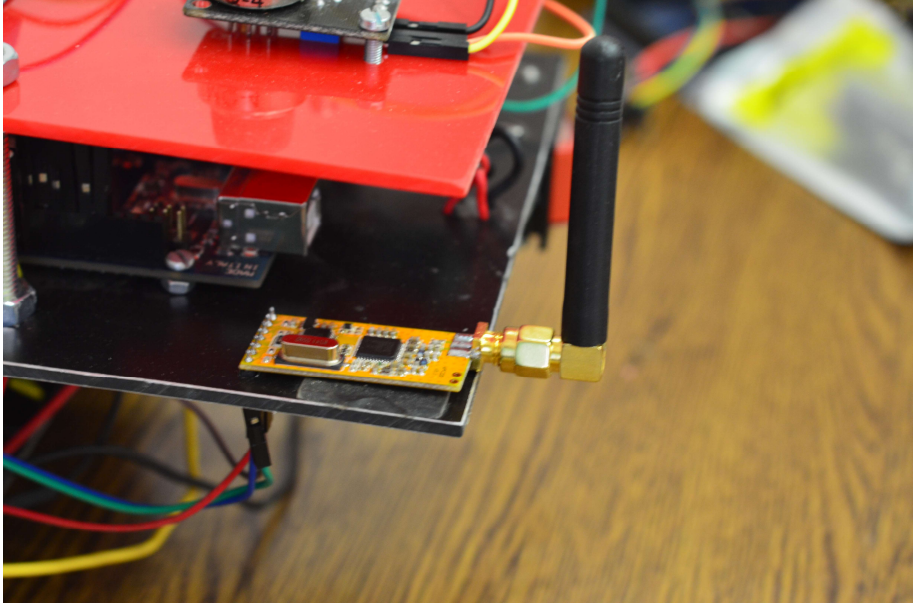
<b>Motor Çeşidi</b>	<b>Bağlı Olduğu Pin</b>
1 no DA motor	Pwm 13, 12, 11 Pin
2 no DA motor	Pwm 10, 9, 8 Pin
Servo 1	2 No Pin
Servo 2	3 No Pin
Servo 3	4 No Pin
Servo 4	5 No Pin
Servo 5	6 No Pin
Servo 6	7 No Pin

Yapımı gerçekleştirilen bu robotta, 3 adet güç kaynağı kullanılmıştır. Kuru akü tercih edilmiştir. 6V 4A kuru akülerden 2 tanesi seri bağlanarak hareket motorları için enerji vermektedir. 3. Akü ise kameraya enerji aktarımı için tercih edilmiştir. Akülerin kontrolü için robot arkasında ikili anahtar sistemi ile artı uçları ile devreler kontrol edilmektedir. Akülerin çıkışları voltaj düzenleyiciler ile algılayıcılar için uygun voltaj olan 5V düşürülmüştür. Resim 4.3 de bağlantı düzeneği verilmiştir.



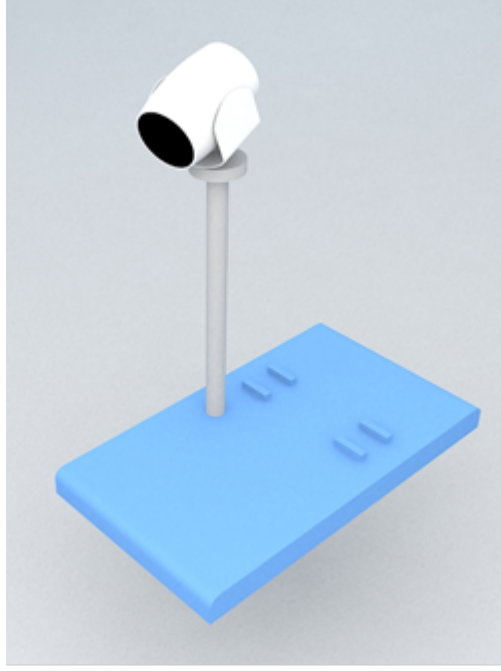
**Resim 4. 3** Kablo bağlantıları.

Robotun kullanıcı ile iletişime geçebilmesi için Arduino Meganın seri iletişim portlarından Serial1 portunun pinleri olan Rx(19) ile Tx(18) uçları iletişim birimi olan APC 220 nin sırasıyla Tx ve Rx uçlarına bağlanmıştır. Resim 4.4 de Apc 220 için bağlantı kabloları verilmiştir.



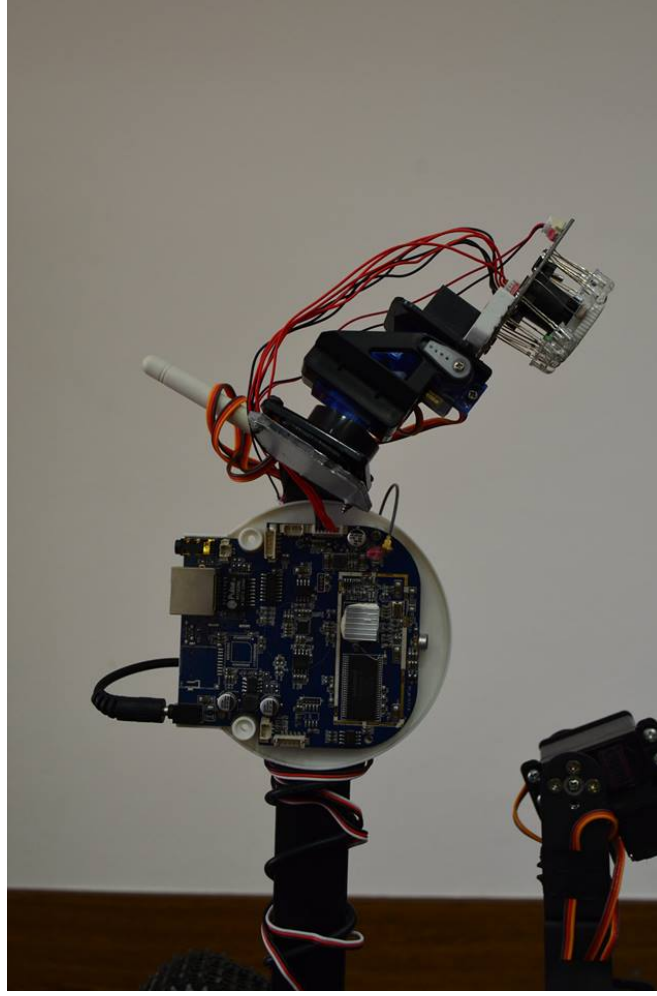
**Resim 4. 4** Apc 220 bağlantıları.

Görüntü aktarımın için Şekil 4.3 te modelleme verilmiştir. Ana gövde üzerine destek bağlantısı ile robot kolun erişim alanını görebilecek şekilde montelenmiştir. Robot ilerlemesi sırasında, robot kol görüntüye engel olmaması için kol destek noktası ile yukarıdan bakış açısı kazandırılmıştır. Robot kol üzerine montelenmesi kol kontrolünü sağlayan servo motorlar için ağırlık sebebi olacaktır.



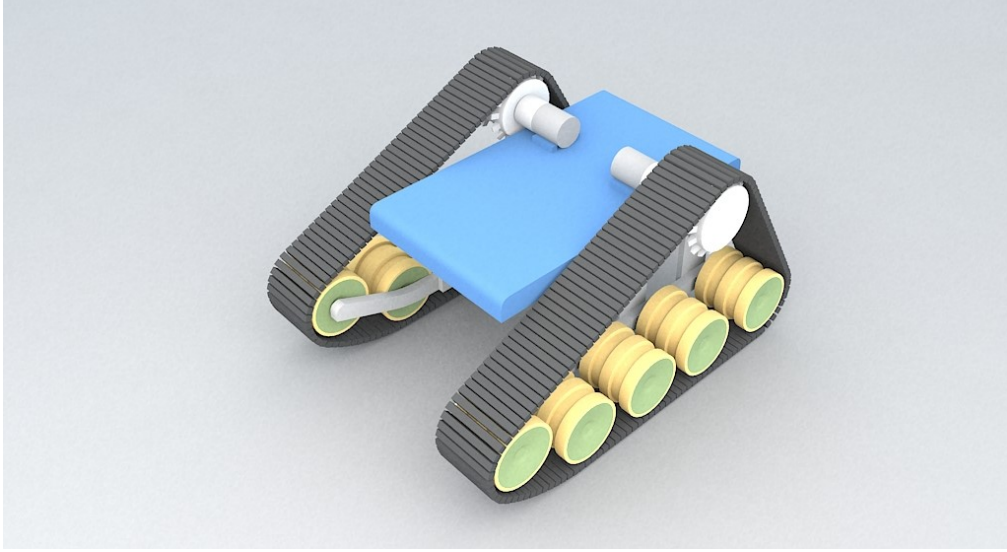
**Resim 4. 5** Kamera entegre modellemesi.

Kullanılan kamera kablosuz teknoloji Wi-fi desteklediğinden, kamera atanmış olan IP üzerinden Access point e erişerek bilgisayar ile ortak ağa bağlanmaktadır. Güç girişinden 6V enerji verilerek çalışmaktadır. Resim 4.4 te görüntüsü verilen İp kamera, kullanımının bir başka sebebi, yakalanılacak görüntünün netliğidir. Bu tarz çalışmalarda kullanılan analog kameralar ile elde edilen görüntülerde, bozucu sinyallerin etkisi ile bozulmalar meydana gelmektedir.



**Resim 4. 6** IP kamera

Mobil robot için hareket sağlayıcı sistem olarak palet sistemi seçilmiştir. Resim 4.7 te görülen paletli sistem üzerine modelleme yapılmıştır. Bu modellemede 2 adet DA motor ile palet sistemi kontrolü amaçlanmıştır.

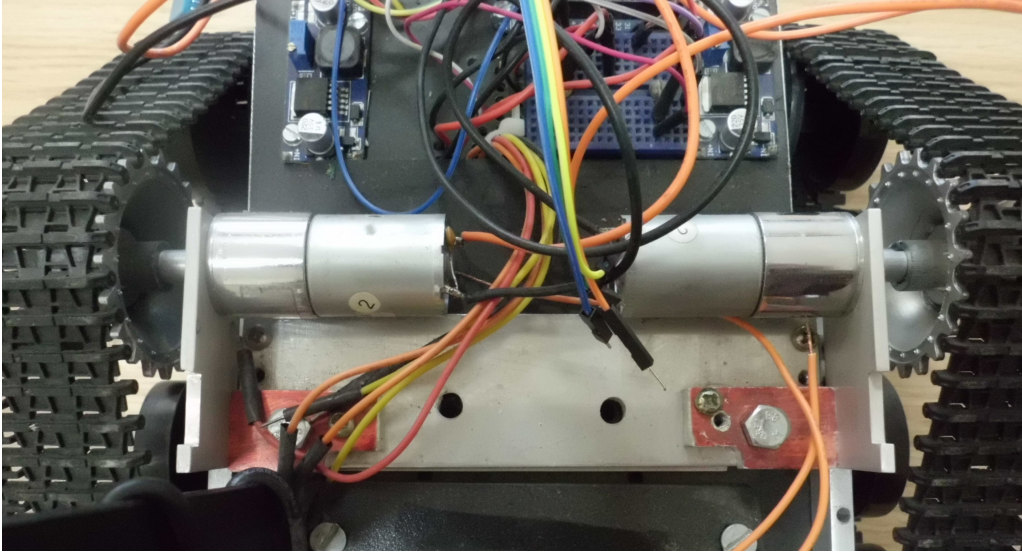


**Resim 4. 7** Paletli sistem modeli.

Paletlerin hareketini sağlamak için iki adet 750 rpm motor kullanılmıştır. Bu motorları sürmek için mikrodenetleyicinin pwm çıkışları kullanılmıştır. Kullanıcıdan gelen ileri komutu dâhilinde 2 motor ileri dönüş hareketi yapmaktadır, robotun geri gelmesi için iki motor geriye dönüş hareketi yapmaktadır. Sağ tarafa dönüş hareketi için, soldaki palet %100 oranında güç ile ileriye, sağ taraftaki motor ise %30 oranında güç ile geriye dönüş yapmaktadır.

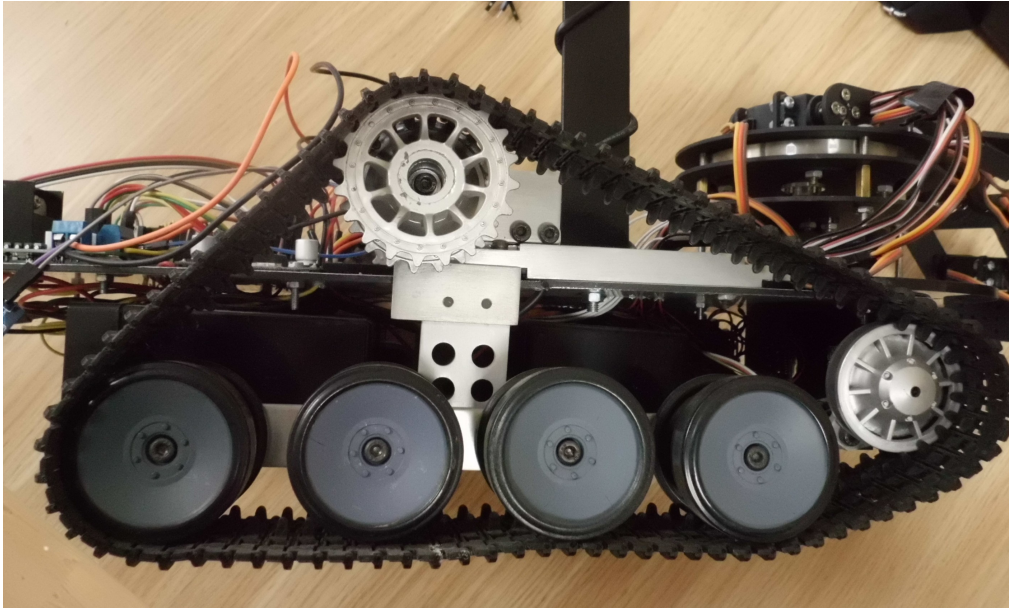
Robotun sol tarafa dönmesi için sağ taraftaki motor %100 oranında ile ileriye, sol tarafataki motor ise %30 güç ile geriye dönüş hareketi yapmaktadır. Resim 4.8 te palet kontrolü için kullanılan motorlar mevcuttur.





**Resim 4. 8** Sağ, sol motor ve palet sistemi.

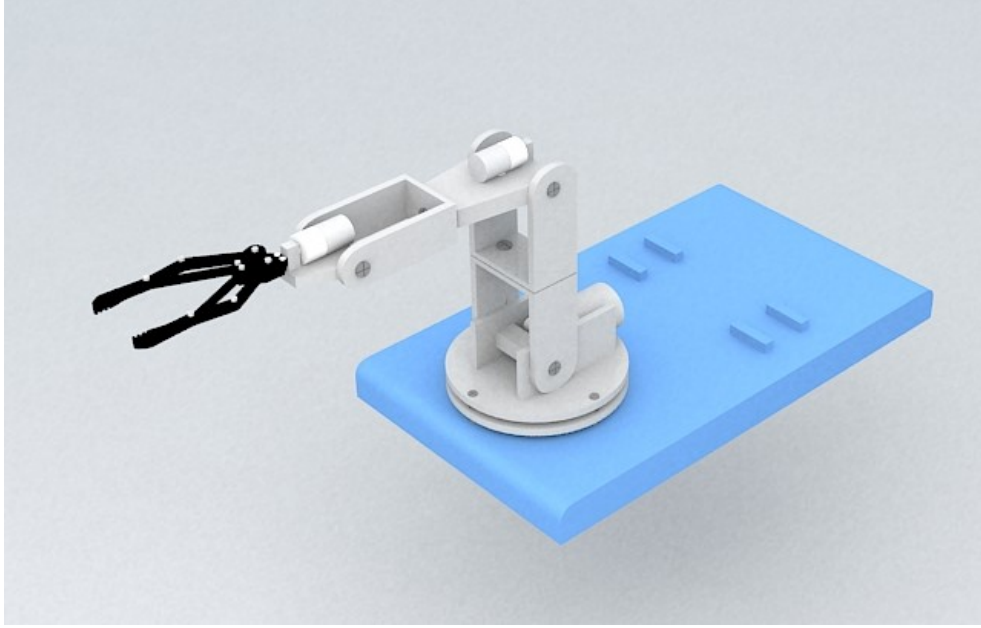
Motorlara bağı durumdaki çarklar ile paletler dönüş hareketlerini yapabilmektedirler. Paletlerin gevşeklik veya sıkılık ayarı sistemin ön tarafında serbest motorlardan yapılabilmektedir. Resim 4.9 te palet sistemi verilmiştir.



**Resim 4. 9** Dört destekli palet sistemi.

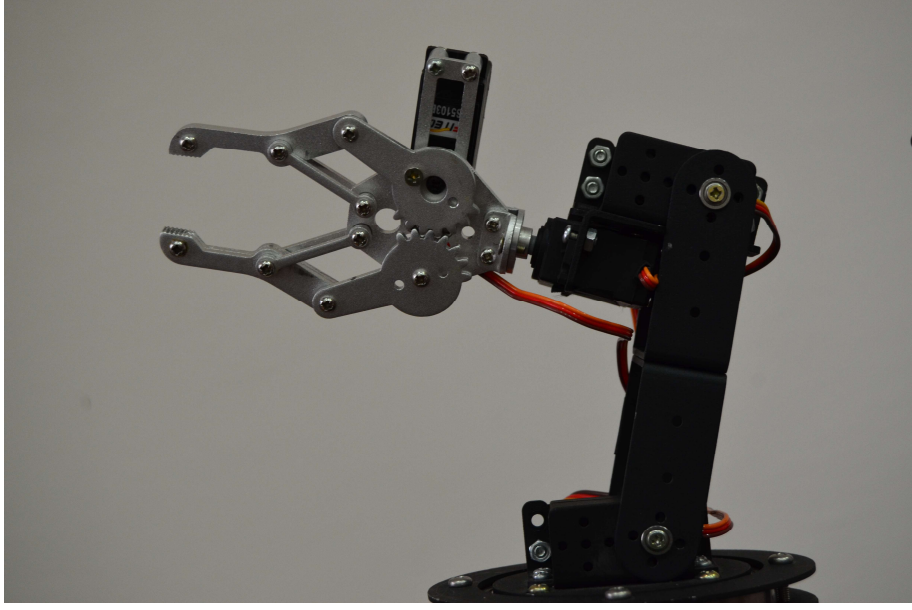
Robotun müdahale alanı genişletmek adına, robot kol, gövdenin ön tarafında entegre edilerek modellenmiştir. Robot kol yapısı olarak beş serbestelik dereceli, ve tutma

mekanizması düşünölmüştür. Resim 4.8 de kol yapısı verilmiştir.



**Resim 4. 10** Robot kol modeli.

5 serbest dereceli ve bir tutucu sistem ile kol, robotun ön tarafına entegre edilmiştir. Kol üzerindeki bağlantılar kolun arka kısmına gelecek şekilde toplanmıştır. Her bir servo motorun ilk konum durumu için kurulumu yapılmış, motorlara güç geldiğinde bu konumdan başlayarak hareket edecektir. Tutucu kol içinde ayrıca bir servo ile tutma ve kavrama işlemi yapılabilmektedir. Resim 4.11 de kol yapısı mevcuttur.



**Resim 4. 11** Robot kol yapısı.

Müdahale robotu için, müdahale sırasında kullanılacak tutucu mekanizma tasarlanmıştır. Resim 4.12 da tutucu mekanizma modeli gösterilmiştir.



**Resim 4. 12** Tutucu mekanizma.

Robot kolun uç noktasında tutucu bir mekanizma ile nesnelere müdahale

yapabilmektedir. Tutucu yapı servo motorun ileri geri hareketi ile çalışmaktadır. Hassasiyeti kullanıcı tarafından ayarlanabilmektedir. Resim 4.13 de tutucu mekanizma verilmiştir.



**Resim 4. 13** El mekanizması.

Robot kolu dip bağlantı noktasında servo motor ile sağa ve sola dönüş hareketini bir rulman yardımı ile yapabilmektedir.

## **4.2. Kontrol Algoritması**

Robot ilk açıldığında iletişim kurulması ve bunu denetlenmesi amaçlanmıştır. İlk olarak kullanılan kameranın bağlantısı ardından robot üzerindeki alıcı verici modüller arasındaki iletişim sağlanmaktadır. İletişim kurulumu ile kameradan görüntü alımı başlar ve robot üzerinde seri veri akışının başladığını belirten uyarı ledi aktif olacaktır.

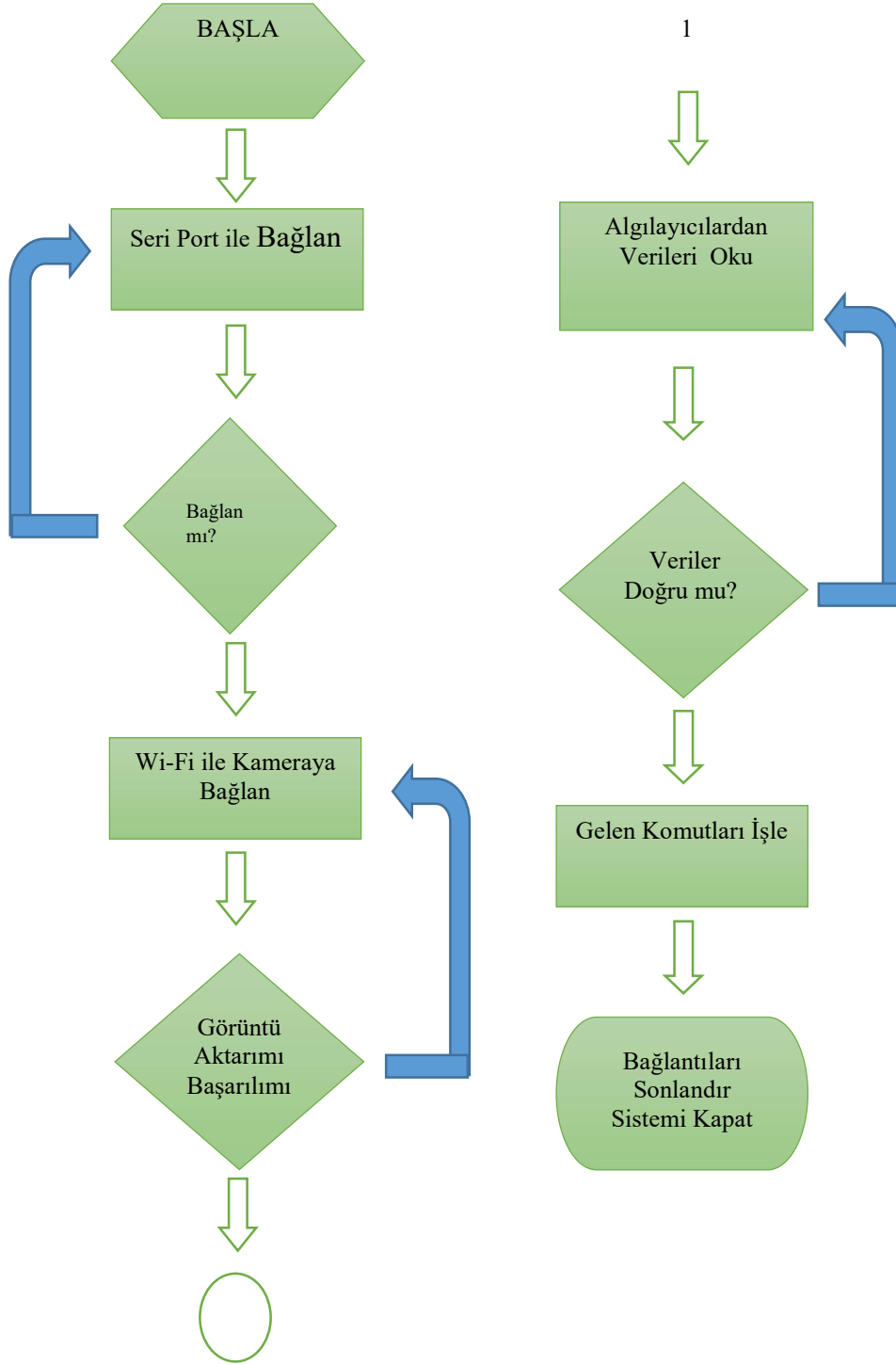
Robot çalışma programın da kodlar “main()” fonksiyonu içerisinde kısır döngü olarak çalışmaktadır. Programın ilk önceliği veri iletiminin kopmamasıdır. Gelen veriler mikrodenetleyicide işlenerek gerekli birimlere iletilmektedir. Robotun en fazla enerji,

hareket aksamı kullanmaktadır. Buradaki amaç tüm hareket yükünü motorlar üstlendiğinden motorlar için ayrı bir akü görevlendirilmiştir.

Robot gelen komutlar çerçevesinde hareket alanında hareketini gerçekleştirir. Gelen konutun ne işlev yapacağını mikrodenetleyici karar verir ve gereken birimi çalıştırır. Gelen komutlar haricinde mikrodenetleyici üzerine bağlı olduğu algılayıcılardan verileri okuyarak kullanıcı istemesi halinde verileri kullanıcıya göndermektedir. Haberleşme 2 yönlü yapılmakta haberleşmede öncelik robotun hareketi ve bu hareketi sağlaması, sonraki sıralama ise kol hareketleri ve kullanıcı isterse verileri okuması ve bunu ara yüzde verileri göndermesi şeklindedir.

Robot kol için kolda bulunan servo motorların kurulumu yapılır. Servo motorlar ilk başlangıç değerlerine gelir ve kullanıcıdan ara yüzdeki eksen kontrol butonlarından gelecek komutları bekler ve bu çerçevede hareket eder.

Şekil 4.1 de akış diyagramında yukarıda açıklanan tüm işlemlerin, birbiri ile ilişkileri ve program döngüsünün nasıl devam ettiği görsel olarak sunulmuştur. Kullanıcı ara yüzünden, iletişim için kullanılacak seri port seçimi ve iletişim baud hızı seçimi yapılır. Bağlantı sağlandığında robot ile Arduino Mega arasında veri iletişimi başlayacaktır. Robot üzerindeki kamera ile bağlantı kurulumu için, ip adresi, kamera kullanıcı adı, kamera kullanıcı şifresi girildikten sonra kamera ile bağlantı sağlanır. Bağlantı sağlıklı olarak kurulduğunda kullanıcı ara yüzde görüntü alımı başlayacaktır. Kullanıcı arayüzden robot kol ve robot hareket tuşları ile robota yön verebilmektedir. Robot üzerindeki algılayıcıları okumak için “Algılayıcıları Oku” komutu verilmelidir. Giden verilerin doğruluğu sağlandıktan sonra robot rutin işlemine devam edecektir. Bir sonraki komut için bekleme durumuna geçecektir (Geyik 2010).



Şekil 4. 1 Çalışma algoritması.

Kullanıcı Ara yüzü hazırlanırken Visual Studio C# platformu kullanılmıştır. C# üzerinde “com port” ile robot arasında iletişim kurulabilmektedir. APC 220 birimi arayüz ile eş zamanlı kullanılması için Usart/Ttl çevirici ile bilgisayar üzerinde com port oluşturulmakta. Bu com porta gerekli parametreleri düzenlenerek bağlanılmaktadır. Arayüzde ilk adım hangi port üzerinden bağlanılacağı ve bağlantı hızını seçmektir. Bağlantı hızı robot için 9600 baud olarak seçilmiştir. Kamera bağlantısı için kamera ip numarası ip kutusuna yazılması gerekmektedir. İp numarası girildikten sonra, kameraya ait kullanıcı adı ve parolası girilmelidir. Başla komutu ile seçilen com port ve girilen ip numarası ile bağlantı komutları çalıştırılır. Bağlantı kurulduğunda Robot üzerindeki uyarı ledi aktif olmaktadır. Kullanıcı arayüzüne görüntü alımı ile robot kontrol başlaması ile kullanıcıya aittir. Kamera kontrol komutları ile kameranın yönünü kontrol edilebilmektedir. Parlaklık, kontrast gece görüşü için ır led aktif seçenekleri mevcuttur. Seri port üzerinden robot kontrol verileri de elle gönderilebilmektedir. 5 eksen ve tutucu için belirlenen komutlar ile robot kol kontrolü sağlanmaktadır. Klavyeden atanmış yön tuşları yada Mouse yardımı ile robot yön verilerek hareket etmesi sağlanmaktadır. Algıyacı okunması için kullanılan butona basıldığında robot üzerindeki tüm algılayıcıları okuyarak arayüzde ilgili birimlere göndermektedir.



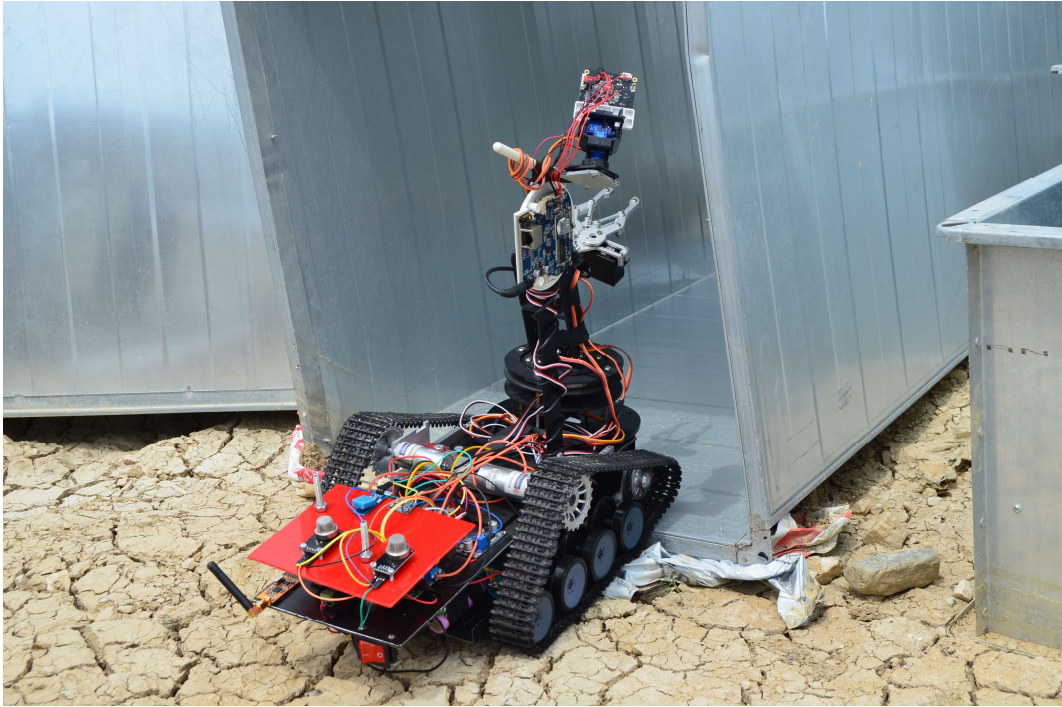
Resim 4. 14 Robot kullanıcı arayüzü.



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Gelişen teknoloji ile robotlarda çeşitlilikte artmaktadır. Önceleri sadece bir amaca yönelik hizmet eden robotlar artık çoklu işlemleri de yerine getirebilmektedir. Robotların gün geçtikçe artan özellikleri ile artık canlılara has özellik olan, duygusal hareketleri de kopyalamaya başlamışlardır. Robotların ilk üretim amaçları, yapılan işleri kolaylaştırmak ve seri üretime ile üretim süresini kısaltmaktır. İnsan sağlığını olumsuz etkileyen ortamlar veyahut insanların bulunması imkânsız alanlar da kullanım için üretilen robotlar gelişimlerini hala sürdürmektedir. Yapımı gerçekleştirilen “Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Müdahale ve Keşif Robotu” ile mobil keşif robotlarının üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek sorunlar da ele alınmıştır.

Robotu test aşaması için gerçek benzeri ortam hazırlanmıştır. İnsanların giremeyeceği boyutlarda bir oda tasarlanmış ve bu oda hakkında bilgi toplanması hedeflenmiştir. Kullanıcı ile tasarlanan oda arası 200 metredir. Odanın boyutu 4 m<sup>2</sup> dir.



**Resim 5. 1** Kapalı oda denemesi.

Resim 5.1 de görülen 30<sup>0</sup> eğim ve 30 cm uzunluğunda bir rampa denemesi.



**Resim 5. 2** Engelli ve arazide ilerlemesi.

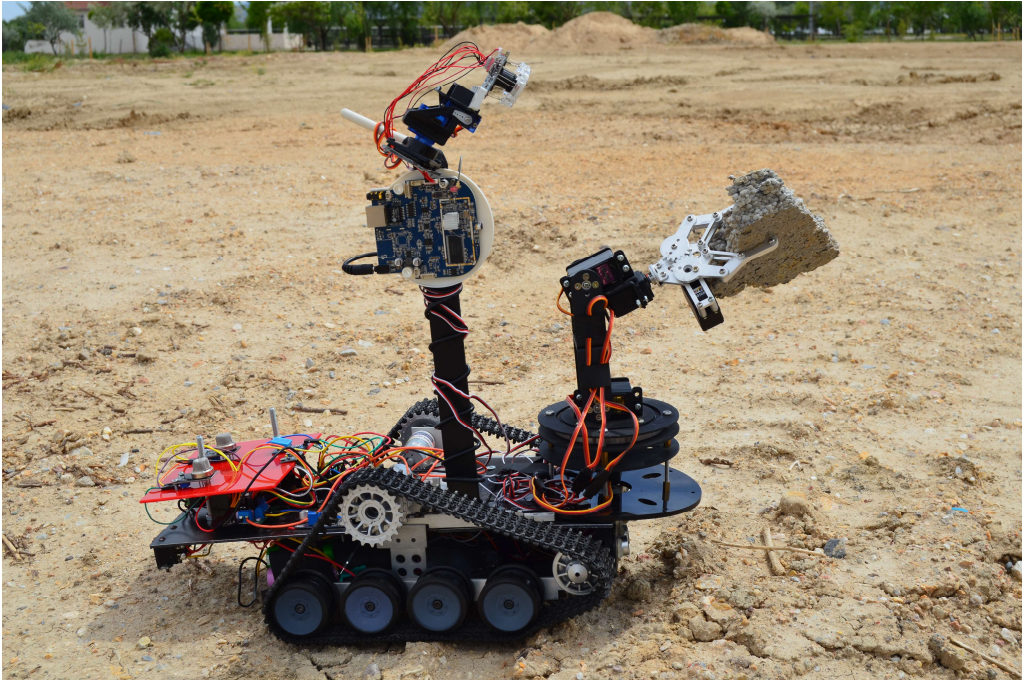
15x10 cm<sup>2</sup> genişliğinde 20 cm derinliğinde bir çukur ile denemesi Resim 5.2 de görülmektedir.



**Resim 5. 3** Arazi denemesi.

Yapılan denemede, engelleri sorunsuzca geçebildiği görülmüştür. Keşif ve müdahale robotlarının girebileceği ortamlar bilinmemesi sebebiyle robotun ilerleyebilmesi için her türlü arazi şartına uyumlu olması gerekmektedir. İlk gövde yapımında 6 tekerlekli arazi robotu yapılmış. Engeli arazide tekerlekli yapının uygun olmadığı görülmüş ve paletli sistem üzerinde robot geliştirilmiştir. İki adet DA motor ile paletli sistem kontrol edilmiş, 12V 4A güç kaynağı ile 3 saat keşif süresi elde edilmiştir. Kullanılan kuru akü güç kaynakları, yapıları itibari ile ağır olmaları sebebi ile robotun gövde ağırlığını artırmış ve motorların uzun süre kullanımda ısınmalarına sebep olmuştur. Pil olarak Lityum –\_İon piller tercih edilebilir. Lityum –\_İon piller uzun süre şarj korunumu ve yüksek kapasiteleri ile kuru aküler yerine kullanılabilir. Ayrıca robot üzerinde güneş pili eklenerek tekrar enerji kazanımı da sağlanabilir.

Tasarlanan denemede, robotun müdahalesi için bir nesne belirlenmiştir. Robot kol ile müdahale sonucunda nesneyi inceleme imkânı olmuştur. Resim 5.4 te müdahale edilen nesne mevcuttur.



**Resim 5. 4** Nesneye müdahale.

Mobil robotun, kol yapısı 40 cm çapında 170<sup>0</sup> lik alana erişebilmektedir. Kullanım alanı gövde yapısı ile doğru orantılıdır. Robot gövdesi 52cm uzunluğundadır. Robot kontrol kartları, algılayıcılar, iletişim birimleri ve hareket birimleri ile robot kolu robotun üst tarafında entegre edilmiş ve robot kolu hareketleri için en uygun konuma yerleştirilmiştir. 5 serbest dereceli kol ile nesnelere erişim için tüm varyasyonları yapabilmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda tutucu kollar 3 bağlantı noktalı olmasından dolayı nesnelere erişimleri kısıtlı olmaktadır. Robot kolun uzunluğu, ilk dirsek servo motorunun kaldırma kuvveti ile bağıntılıdır. Bu sebeple ilk dirsek servo motorun yük kaldırma kapasitesi artırılmalıdır.

Deney süre sınırlaması getirilmeden gerçekleştirilmiştir. Bombaya erişim ve etkisiz hale getirmek için gereken süre 10 dk. olduğu hesaplanmıştır. Her saniye için 750 tur dönebilen motorlar ile robotun keşif sırasında ilerlemesi oldukça başarılıdır. Engebeli arazide paletli yapı ile rahat ilerleyebilen robot 50<sup>0</sup> ve 30 cm rampa denemesini ve 15x10 boyutlarında ve 20 cm. derinliğinde bir çukuru başarı ile geçmiştir. Kablosuz erişim mesafesi 1 km dir. Asfalt zemin üzerinde yapılan denemede, robotun 1 km lik yolu 13 dakikada kat ettiği görülmüştür. Bu süre arazinin yapısına göre değişmektedir.

Görüntü aktarım sistemi olarak İP kamera tercih edilmiştir. 640X480 çözünürlük ile görüntü alınmıştır. Görüntü kalitesi tatminkâr seviyededir. Görüntü alımı için şifre ve kullanıcı adı ile bağlanması güvenlik artırıcı tedbirdir. Erişim noktasına Wi-Fi ile bağlanan kamerada görüntü aktarımının da herhangi bir sorun çıkmamıştır. Kamera beslemesi için 6V, 4A akü kullanılmış olup kesintisiz 10 saate kadar görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Kamera yapısında hareket sistemi ile gövdeden bağımsız 2 eksenli hareket edebilmektedir. Kullanıcının görüntü erişimini kolaylaştıran bir unsurdur. Kullanılan erişim noktası ile kameradan açık alanda 400 metreye kadar görüntü alınabilmektedir. Erişim noktası sinyal yayım gücü artırılır ise bu mesafe 6km ve üzerine çıkabilir.

Kullanıcı arayüzü C# ile mikro denetleyici C tabanlı Arduino İde ile yazılmıştır. Mekatronik öğrencileri için öğrenmesi kolay, geliştirilmeye elverişli bu yapı ile robotik alanında farklı projeler ile üzerinde çalışmak için uygundur.

## 6. KAYNAKLAR

- APC Series datasheet, (2008). Transparent transceiver module APC220-43. Analog Dvices Inc, ShenZhen.
- APC220 datasheet, (2014). Radio communication module and nexus robots. Analog Dvices Inc, Stockholm.
- Arduino uygulama kitabı (2014). Coşkun Taşdemir, Dikeyksen.
- Baharatçığolu, E. I. (2004) Robotların tarihçesi.
- Bayar, G. Koku, A.B. , Konukseven, İ. (2006). Arastırma amaçlı modüler bir hareketli robot platformu tasarımı. TİMAK-Tasarım İmalat Analiz Kongresi, Balıkesir.
- Çelik, O. (2010). mobil keşif robotunun bilgisayar ile kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- D-Robotics, 2010. DHT11 Humidity & temperature sensor d-robotics. U.K.
- Geliş, K. (2014) Endüstriyel robotlar ders notları, Ağrı.
- Geyik, M. (2010). Bir mobil robotun gerçek zamanlı modellenmesi ve kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Gümüşkaya, H. (2002). Mikroişlemciler ve 8051 ailesi , Alfa Yayınları.
- Jung, B. and Sukhatme, G. S. (2010). Real-time motion tracking from a mobile. robot *International Journal of Social Robotics*. CRES-05-008
- Kocaarslan, I. (2010). Mobil bomba imha robotlarının incelenmesi ve prototip robot Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lima, P. and Riberio, M.I. (2002). Mobile robotics. Instituto Superior Técnico/Instituto de Sistemas e Robótica.

- Lumelsky, V. J. (2006). Sensing, Intelligence, Motion Inc., Publication, New Jersey, 2006.
- MEB (2011). Mikroişlemciler, Ankara.
- Mester, G. (2006). Motion control of wheeled mobile robots. SISY 2006. Department of Informatics, Polytechnical Engineering College Marka Oreskovica Subotica, Serbia.
- Mireles, Jr.J. (2004). Kinematic models of mobile robots, University of Texas at Arlington, Teksas.
- MPU-6000 and MPU-6050, 2012. Product Specification, PS-MPU-6000A-00 V.3.1. , U.S.A
- Nacar, M.(2006). Elektrik ve elektronik ölçmeleri, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Niku, S.B. (2001). Introduction to robotics, pp 11-97 , Prentice Hall.
- Parlaktuna, O. ve Eroğlu, E. (2007). Gezgin robotlarda ultrasonik mesafe algılayıcılarla robot davranışlarının kontrolü ve çevre haritalama. Eng&Arch.Fac. Eskişehir Osmangazi University, 2: Eskişehir, Turkey.
- Siegwart, R. and Nourbakhsh, I. R. (2004). Introduction to Autonomous Mobile Robots. A Bradford Book. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.
- Siegwart, R., Nourbakhsh I. ( 2004). Introduction to autonomous mobile robots, MIT Press, USA, 14-26.
- Sümbül, H. and Coşkun, A. (2011). Mayın tarama ve bomba imha sistemlerinin tek robot üzerinde modernizasyonu. Akademik Bilişim'11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. İnönü Üniversitesi, Malatya. 2:37-41
- Yanık, M. (2007). Visual C# İçin Ado.Net, Seçkin Yayıncılık.

Zhang, L. , Lim, C. , Chen, Y. , Karimi, H.R. (2014). Tracking mobile robot in indoor wireless sensor networks. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering* 8:837050.

## 6.1 İnternet Kaynakları

1. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Robot>, (20 04 2015)
2. <http://robotics.megagiant.com/history.html> (12 05 2015)
3. [http://www.poetikhars.com/wikihars/doku.php/araclar/vaucanson\\_otomati](http://www.poetikhars.com/wikihars/doku.php/araclar/vaucanson_otomati) (12 09 2015)
4. <http://top-biography.com/scientists>. (17 03 2016)
5. <http://www.turing.org.uk/scrapbook/machine.html> (12 03 2016)
6. <http://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm> (12 03 2016)
7. <http://ilginchersey.blogcu.com/robot-icadi-ve-tarihcesi/9196548> (20 04 2016)
8. <http://inovax.net/inovax/2010/02/robotlarin-tarihcesi/> (10 05 2016)
9. [http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/1\\_Giri\\_c\\_s.html](http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/1_Giri_c_s.html) (5 05 2015)
10. <http://www.computerhistory.org/revolution/artificial-intelligence-robotics/13/291> (7 09 2015)
11. <http://money.cnn.com/gallery/technology/2015/04/29/ford-factory-assembly-line-robots/5.html> (12 05 2016)
12. [http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/1\\_Giri\\_c\\_s.html](http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/1_Giri_c_s.html) (5 05 2016)
13. <http://www.roboticstomorrow.com/article/2014/10/high-torque-compact-motors-and-rugged-design-create-economical-light-weight-bomb-disposal-robot/4943> (25 04 2016)
14. <http://themachinelab.com/Products/Basic/MMP/30/Specs.html> (22 04 2016)
15. <https://www.qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/dragon-runner/> (19 04 2016)
16. <http://www.army-technology.com/projects/irobot-510-packbot-multi-mission-robot/> (19 04 2016)
17. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Automation\\_and\\_Robotics/Nanokhod/\(print\)](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Nanokhod/(print)) (1 04 2016)
18. [http://www.robotiksystem.com/sensor\\_nedir\\_sensor\\_cesitleri.html](http://www.robotiksystem.com/sensor_nedir_sensor_cesitleri.html) (9 04 2016)

19. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mikroi%C5%9Flemci> (18 10 2015)
20. <http://www.bilisimakademi.net/kbOku.asp?kbID=50> (8 03 2016)
21. <http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik-motorlari/servo-motor-nedir-526/>  
(15 03 2016)
22. <http://iot-playground.com/blog/2-uncategorised/23-esp8266-wifi-real-time-clock-display> (17 03 2016)
23. <http://forum.arduino.cc/index.php?topic=310656.0> (5 02 2016)
24. <http://yasintuncel.com/elektronikadina/arduino/arduino-ile-dht11-kullanimi.html>  
(8 03 2016)
25. <http://csep10.phys.utk.edu/astr162/lect/light/spectrum.html> (19 03 2016)
26. <http://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/> (20  
04 19 03 2016)
27. <http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/167ad2/how-to-use-ultrasonic-sensor-hc-sr04-in-arduino/> (28 03 2016)
28. <http://www.mcu-turkey.com/hc-sr04-ultrasonic-sensor-ile-cisim-algilama-ve-mesafe-olcumu/> (9 04 2016)
29. <http://diydrone.com/forum/topics/magnetometer-tilt-compensation-tutorial-sensor-analysis> (4 12 2015)
30. <http://www.xess.com/shop/product/stickit-mpu-6050/> (20 02 2016)
31. <http://muhhakanaydin.blogspot.com.tr/2015/01/mpu6050-ile-servo-motor-kontrolu.html> (21 02 2016)
32. <http://muhhakanaydin.blogspot.com.tr/2015/01/complementray-filtresi-gyroscope.html> (24 04 2016)
33. <http://arduinotik.blogspot.com.tr/2015/03/arduino-mq-4-gaz-metan-sensoru-uygulamas.html> (1 05 2016)
34. <http://www.karel.com.tr/bilgi/ip-kamera-nedir-ip-kamera-ozellikleri-ve-analog-kameradan-farklari-nelerdir> (10 05 2016)
35. <http://www.uugear.com/portfolio/dht11-humidity-temperature-sensor-module/>  
(20 03 2016)
36. <http://www.elektrikport.com/>(20 03 2016)



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emrah KUZU  
Doğum Yeri ve Tarihi : Şuhut 06 / 10 / 1985  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : +90 535 498 77 44 / emrahkuzu@yandex.com

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Halide Gencer Ticaret Meslek Lisesi 1998-2003  
Lisans : Kocaeli Üniversitesi 2004-2008  
Yüksek Lisans : Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi 2012-2016

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Bolvadin Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi  
(2011-2016)  
: Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sinanpaşa  
MYO. (2016-....)

## EKLER

### Ek-1 Robot Yazılımı

```
const int ENA = 9;
const int IN1 = 37;
const int IN2 = 36;
const int ENB = 8;
const int IN3 = 11;
const int IN4 = 10;
const int trigPin = 46;
const int echoPin = 47;
long duration;
int distance;
int sensorValue,sensorValuee;
const int gasPin = A1;
#include <dht11.h>
#include <I2Cdev.h>
#include <MPU6050.h>
#include <Wire.h>
MPU6050 ACC_GYR;
dht11 DHT11;
#include <Servo.h>
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
Servo myservo5;
Servo el;

int va1 = 0;
int va2 = 0;
int va3 = 0;
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
int va4 = 0;
int va5 = 0;
int va6 = 0;
int k1 = 55;
int k2 = 140;
int k3 = 50;
int k4 = 10;
int k5 = 140;
int k6 = 10;
int16_t accx, accy, accz;
int16_t gyrx, gyry, gyrz;
int deger, degerr;
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(12,13); // RX, TX
void setup()
{mySerial.begin(9600);
pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
pinMode(echoPin, INPUT);
  ACC_GYR.initialize();
  DHT11.attach(43);
  myservo1.attach(2);
  myservo2.attach(3);
  myservo3.attach(4);
  myservo4.attach(5);
  myservo5.attach(6);
  el.attach(7);
pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(ENB, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
pinMode(IN4, OUTPUT); //2. pin çıkış olarak ayarlandı
Serial.begin(9600);
Serial1.begin(9600);
myservo1.write(55);
myservo2.write(140);
myservo3.write(50);
myservo4.write(50);
myservo5.write(140);
el.write(180);}
void loop()
{ //Serial1.print("sicaklik");
int okuy = Serial1.read();
int okuu = Serial.read();
int oku=mySerial.read();
//Serial1.print(okuu);
el.write(k6);//2. pin çıkış olarak ayarlandı
//Serial.write(oku);
if (oku == '1') //
{ Serial1.print("sicaklik");
Serial.print("sicaklik");
Serial1.print("/");
Serial1.print("nem");
Serial1.print("/");
Serial1.print("Co2");
Serial1.print("/");
Serial1.print("LpgButan");
Serial1.print("/");
Serial1.print("X");
Serial1.print("/");
Serial1.print("y");
Serial1.print("/");
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
Serial1.print("mesade");
  Serial1.print("/");
  mySerial.print("1/2/3/4/5/6/7/");
  digitalWrite(IN1, HIGH);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, HIGH);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  analogWrite(ENA, 250);
  analogWrite(ENB, 250);
  delay(255);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  analogWrite(ENA, 0);
  analogWrite(ENB, 0);
}if (oku == '2')      //
{ digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
  analogWrite(ENA, 250);
  analogWrite(ENB, 250);
  delay(255);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
  analogWrite(ENA, 0);
  analogWrite(ENB, 0);}
if (oku == '3')      //
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
{ digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
analogWrite(ENA, 0);
analogWrite(ENB, 255);
delay(255);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
analogWrite(ENA, 0);
analogWrite(ENB, 0);}
if (oku == '4') //
{ digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
analogWrite(ENA, 255);
analogWrite(ENB, 0);
delay(255);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
analogWrite(ENA, 0);
analogWrite(ENB, 0);}
if (oku == 'A') //
{ k1=k1+4;
if (k1>175)
{k1=175;}
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
if (k1<30)
  {k1=30;}
myservo1.write(k1);
delay(5);}
if (oku == 'a')
{ k1=k1-4;
  if (k1<10)
    {k1=10;}
  if (k1>160)
    {k1=160;}
  myservo1.write(k1);
  delay(5);}
//ileri
if (oku == 'B')      //
{ k2=k2+4;
  if (k2>160)
    {k2=130;}
  if (k2<50)
    {k2=50;}
  myservo2.write(k2);
  delay(5);}
if (oku == 'b')      //
{ k2=k2-4;
  if (k2<50)
    {k2=50;}
  myservo2.write(k2);
  delay(5);}
if (oku == 'C')      //
{ k3=k3+4;
  if (k3>120)
    {k3=120;}
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
myservo3.write(k3);
delay(5);}
if (oku == 'c')      //
{ k3=k3-4;
  if (k3<40)
  {k3=40;}
myservo3.write(k3);
delay(5);}
if (oku == 'D')     //
{ k4=k4+4;
  if (k4>160)
  {k4=160;}
myservo4.write(k4);
delay(5);}
if (oku == 'd')     //
{ k4=k4-4;
  if (k4<0)
  {k4=0;}
myservo4.write(k4);
delay(5);}
if (oku == 'E')     //
{ k5=k5+4;
  if (k5>180)
  {k5=180;}
myservo5.write(k5);
delay(5);}
if (oku == 'e')     //
{ k5=k5-4;
  if (k5<0)
  {k5=0;}
myservo5.write(k5);
```



## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
delay(5);}
if (oku == 'F')          //
{ k6=k6+4;
  if (k6>35)
  {k6=35;}
  el.write(k6);
  delay(5);}
if (oku == 'f')          //
{ k6=k6-4;
  if (k6<3)
  {k6=3;}
  el.write(k6);
  delay(5);}
if (oku == 's')          //
{ sensorValue = analogRead(0);
  sensorValuee = analogRead(0);
  //Serial.println("123");//
  // Serial.print(sensorValue, DEC); //
  delay(10);
  //Serial.println(analogRead(1));
  int chk = DHT11.read();
  int tk=(DHT11.humidity, DEC);
  //Sıcaklık
  int tkk=(DHT11.temperature, DEC);
  ACC_GYR.getMotion6(&accx, &accy, &accz, &gyrx, &gyry ,&gyrz); // HER BİRİ
  16-BIT OLANA DATALARI AL
  deger=map(accx,-17000,17000,-90,90);// SADECE X EKSENİNDEKİ DEGEERİ 0
  İLE 180 ARASINDA SINIRLA.
  degerr=map(accy,-17000,17000,-90,90);
  //Serial.print(deger);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
delayMicroseconds(2);
// Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
// Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
// Calculating the distance
distance= duration*0.034/2;
    Serial1.print(tk);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print(tkk);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print(sensorValue);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print(sensorValuee);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print(deger);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print(degerr);
    Serial1.print("/");
    Serial1.print("mesafe");
    Serial1.print("/");
    Serial1.println();
    //mySerial.print("1/2/3/4/5/6/7/");
    mySerial.print(DHT11.humidity);
    mySerial.print("/");
    mySerial.print(DHT11.temperature);
    mySerial.print("/");
    mySerial.print(sensorValue);
    mySerial.print("/");
```

## Ek-1 (Devam) Robot Yazılımı

```
mySerial.print(sensorValue);  
  mySerial.print("/");  
  mySerial.print(deger);  
  mySerial.print("/");  
  mySerial.print(degerr);  
  mySerial.print("/");  
  mySerial.print(distance);  
  mySerial.print("/");  
delay(100);  
}}
```