

T.C  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

COŞKUN ODABAŞ

Enstitü Anabilim Dalı : ELK. VE BİLG. EĞT. EABD

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İhsan PEHLİVAN

Haziran 2009

T.C  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


**YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTU**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**COŞKUN ODABAŞ**

Enstitü Anabilim Dalı : ELK. VE BİLG. EĞT. EABD

Bu tez 11 / 06 / 2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafında Oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr.  
İhsan PEHLİVAN  
Jüri Başkanı

  
Yrd. Doç. Dr.  
Ahmet ZENGİN  
Üye

  
Yrd. Doç. Dr.  
Yılmaz UYAROĞLU  
Üye

Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından 2009-50-01-004 referans numarası ile desteklenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım esnasında her an yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. İhsan Pehlivan'a, uygulama konusunda her zaman destek ve yardımcı olan hocam İlhan Coşkun'a ve maddi manevi her zaman yanımda olan başta eőim olmak üzere iş arkadaşlarım ve aileme teőekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ROBOT TEKNOLOJİSİ .....	7
2.1. Giriş .....	7
2.2. Robot Teknolojisinin Kilometre Taşları.....	9
2.3. Robotlar ve El-Cezeri .....	9
2.4. Mekatronik Teknolojisi ve Robotlar .....	12
2.4.1. Mekatronik ve mekatronik mühendisliği .....	12
2.4.2. Mekatronik mühendisleri .....	13
2.4.3. Duyucular ve duyucu teknolojisi.....	14
2.4.4. Biliş sistemleri ve biliş sistemleri teknolojisi.....	15
2.4.5. Eyleyiciler ve eyleyici teknolojisi .....	16
2.5. Robot Teknolojisi ve Uygulamaları .....	17
BÖLÜM 3.	
YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTUNUN DONANIM BİLEŞENLERİ 20	
3.1. Mikrodenetleyici .....	20

3.1.1. PIC 16F877 temel özellikleri.....	22
3.1.2. Çevresel özellikler.....	23
3.1.3. Giriş/Çıkış portları.....	23
3.2. DC Motorlar .....	26
3.2.1. Çalışma prensibi .....	27
3.3. L298 DC Motor Sürücü.....	28
3.4. Sharp GP2D12 Analog Mesafe Sensörü .....	30
3.5. CNY 70 Işık Sensörü.....	32
3.6. 74HC14 Schmitt Trigger Tersleyici.....	34

#### BÖLÜM 4.

#### YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTUNUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ... 35

4.1. Sistemin Tanıtılması.....	35
4.2. Sistemin Donanım Bilgileri.....	36
4.2.1. Ana kontrol kartı .....	36
4.2.2. Söndürme kontrol kartı.....	39
4.3. Sistemin Yazılımı Bilgileri.....	42
4.3.1. Sağa dönme fonksiyonu .....	45
4.3.2. Sola dönme fonksiyonu .....	46
4.3.3. Sağa çekme fonksiyonu.....	46
4.3.4. Sola çekme fonksiyonu .....	47
4.3.5. İleri gitme fonksiyonu .....	47
4.3.6. Söndürme fonksiyonu.....	47
4.3.7. Sensör değerleri okuma fonksiyonu .....	48
4.4. Robotun Fiziksel Özellikleri .....	49
4.5. Robot Çalışma Parkurunun Özellikleri .....	50

#### BÖLÜM 5.

#### SONUÇLAR VE ÖNERİLER ..... 52 |

#### KAYNAKLAR..... 57 |

#### EKLER ..... 60 |

#### ÖZGEÇMİŞ..... 68 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

FLC:	Bulanık Mantık Denetleyicisi
RAM:	Rasgele Erişimli Bellek
EPROM:	Elektriksel Programlanabilir Bellek
EEPROM:	Elektriksel Yazılır Silinir Programlanabilir Bellek
I/O:	Giriş / Çıkış Portu
PWM:	Darbe Genişlik Modülasyonu
SFR:	Özel Fonksiyon Kaydedicileri
ADC:	Analog Sayısal Çevirici
CPU:	Merkezi İşlemci Birimi
ALU:	Aritmetik ve Mantık Birimi
BOR Reset:	Brown Out Reset
TTL:	Transistör Transistör Lojik
TMR:	Timer (Zamanlayıcı)
RPM:	DC motor dönüş hızı
GND:	Toprak
MCLR:	Bellek Temizleme

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Kaynak Yapan Robot Kol (Fanuc Inc.) .....	1
Şekil 1.2.	Trinity College'deki yangın söndüren robot yarışmaları .....	2
Şekil 1.3.	Bir yangın söndüren robot çalışması .....	5
Şekil 2.1.	El-Cezerinin robotlarından iki örnek .....	10
Şekil 2.2.	Gelişmiş Robotlardan Asimo .....	11
Şekil 2.3.	Basit bir robot kolu .....	13
Şekil 3.1.	PIC 16F877 .....	20
Şekil 3.2.	PIC 16F877 bacak bağlantıları .....	21
Şekil 3.3.	Sanyo 150:1 Mini Metal Gear Motor .....	27
Şekil 3.4.	DC motor iç yapısı .....	28
Şekil 3.5.	L298 DC motor sürücüsü bacak bağlantıları .....	29
Şekil 3.6.	L298 DC motor sürücüsü .....	29
Şekil 3.7.	Sharp GP2D12 mesafe sensörü .....	31
Şekil 3.8.	Sharp GP2D12 mesafe sensörü bacak bağlantıları .....	31
Şekil 3.9.	Sharp GP2D12 mesafe sensörü çalışma karakteristik eğrisi .....	32
Şekil 3.10.	CNY70 optik sensörü bacak bağlantısı .....	33
Şekil 3.11.	CNY70 optik sensörü çalışma prensibi .....	33
Şekil 3.12.	CNY70 optik sensörü uygulama örneği .....	33
Şekil 3.13.	74HC14 entegresi pin konfigürasyonu .....	34
Şekil 4.1.	Sistemin blok şeması .....	36
Şekil 4.2.	Ana kontrol kartı sensör ve temel bileşenler .....	37
Şekil 4.3.	Ana kontrol kartı motor ve sürücüler .....	38
Şekil 4.4.	Robot kontrol kartı baskı devre şeması .....	39
Şekil 4.5.	Söndürme kontrol kartı açık devre şeması .....	40
Şekil 4.6.	Robot söndürme kartı baskı devre şeması .....	42
Şekil 4.7.	Sistem yazılımının genel algoritması .....	43
Şekil 4.8.	Robotun kontrol kartının blok şeması .....	50



Şekil 4.9.	Robotun söndürme kartının blok şeması .....	50
Şekil 4.10.	Robotun Çalışacağı Parkur .....	51

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Mekatronik Teknoloji Uygulama Örneklerinin Sınıflandırması .....	19
Tablo 3.1.	PORT A pin açıklamaları .....	24
Tablo 3.2.	Port B pin açıklamaları .....	25
Tablo 3.3.	Port C pin açıklamaları .....	25
Tablo 3.4.	Port D pin açıklamaları .....	26
Tablo 3.5.	Port E pin açıklamaları .....	26
Tablo 3.6.	L298 girişlerine göre çalışma durumları .....	30
Tablo 4.1.	Robotun sensör bilgilerine göre hareket durumları .....	44

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Mikrodenetleyici, DC motor, Mesafe sensörü, CNY 70, PIC 16F877

Robotlar çok geniş kullanım alanları ve her geçen gün gelişen yetenekleri ile günümüzde vazgeçilemez bir teknoloji ürünü haline gelmişlerdir. Endüstriyel uygulamalarda çok büyük kolaylıklar sağlayan robotlar, amatör kullanıcılar için de çok cazip hale gelmiştir. Sağlık, sanayi, askeri, güvenlik gibi hayatın her alanında kendine yer bulan robot teknolojisi ilerleyen yıllarda çok daha hızlı bir şekilde gelişecektir.

Bu tez çalışmasının amacı yangın söndüren bir labirent robotu tasarlamak ve gerçekleştirmektir. Tez sonucunda gerçekleştirilen robot, labirent içerisinde yolunu ortalayarak ilerlemekte, odalara girdiğinde mumları söndürmek için fanı devreye sokmaktadır. Hazırlanan robotun ileri gitme, sağa dönme, sola dönme, sağa çekme, sola çekme ve söndürme olmak üzere altı farklı yeteneği bulunmaktadır.

Robot, iki ayrı kontrol kartından oluşmakta ve ana kontrol elemanı olarak PIC 16F877 mikrodenetleyicisi kullanılmaktadır. İlk kart, tüm fonksiyonların gerçekleştirildiği “Ana Kontrol Kartı”, diğer kart ise, söndürme elemanlarının bulunduğu “Söndürme Kartı”dır. Robotun labirent içerisinde doğru bir şekilde ilerleyebilmesi ve yolunu bulabilmesi için, sürekli tarama yapan mesafe sensörleri kullanılmaktadır. Odalarda fanın devreye sokulabilmesi için ise, optik sensör kullanılmaktadır. Robot odalara girdiğinde sağ duvara yaklaştırılmakta ve yangın söndürmede etkinliği artırılmaktadır. Robot, odaların tüm köşelerini gezecek şekilde tasarlanmıştır. Oda çıkışlarında fan devreden çıkartılmıştır.

Tasarlanan robotun programlanmasında başlangıçta bulanık mantık algoritmaları kullanılmış, ancak yapılan denemelerde robot verimli bir şekilde çalışmamıştır. Bu sebeple program klasik mantık algoritmaları ile düzenlenmiş ve robotun çok verimli bir şekilde çalıştığı görülmüştür. Robotta kullanılan parçaların en uygun maliyet ile en verimli çalışma durumu elde edilmeye çalışılmıştır.

# **FIRE FIHGTING LABYRINTH ROBOT**

## **SUMMARY**

Keywords: Mikrocontroller, DC Motors, Sensor, CNY 70, PIC16F877

Robots have very extensive application fields and their capabilities are evolving day by day. So, robots are indispensable technology products today. Robots provide immense convenience in industrial applications and also become very attractive for amateur users. Robot technologies that being every life-periods like medicine, industry, military, security, etc. will develop very fastly in forthcoming years.

The aim of this thesis are designing and realizing of the fire extinguisher robot. The robot that realized by this thesis, set in the midst of the ways in labirent. Also, the robot puts in circuit the fan when it come into the rooms to extinguish the candles. The robot have six different capabilities as going toward the front, turning right, turning left, approaching right, approaching left and extinguishing.

The robot consist of two control card and PIC 16F877 microcontroller is used as main controller. First card is the "Main Control Card" where all functions are executed, and the other card is " Extinguish Card" where the extinguishing elements are being. The robot have "distance sensors" that scanning consistently for setting in the midst of the ways in labirent. On the other hand "optical sensors" are used to operate the fan in rooms. The robot get closes the walls in rooms for increasing the efficiency of extinguishing. Also, the robot designed as meet the all corners of walls in rooms.

Initially, fuzzy logic algorithms were used in the robot program. But, the robot didn't operate efficiently in tests. For this reason, program was arranged with classical logic algorithms and it's seen that the robot operate very efficiently. Most efficient operation performance against more suitable cost are considered for selecting the parts which used in the robots.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Robotlar çok geniş kullanım alanları ve her geçen gün gelişen yetenekleri ile günümüzde vazgeçilemez bir teknoloji haline gelmişlerdir. Sanayi ve endüstriyel uygulamalarda kolaylıklar sağlayan robotlar, amatör kullanıcılar içinde çok cazip bir alan haline gelmiştir. Tüm dünyada eğitim alanında ilgi odağı haline gelen robotlar, her geçen gün sayısı bir çığ gibi büyüyen robot yarışmalarında kendilerini göstermektedirler.

Dünyada robotlara karşı gösterilen bu ilgiden ülkemiz de bir hayli etkilenmiş, gerek üniversiteler gerekse de resmi eğitim kuruluşları tarafından amatörlere yönelik düzenlenen robot yarışmalarının sayısında çok büyük artış görülmüştür.

Robotlar ile ilgili yüksek öğrenim kuruluşlarında gerçekleştirilen ileri seviyede akademik çalışmalar arasında özellikle “insansı robotlar” ve robotlara bulanık mantık, genetik algoritmalar, yapay sinir ağları gibi Yapay Zeka Teknikleri ile karar verebilme yeteneği kazandırma çalışmaları özellikle ön plana çıkmaktadır. Şekil1.1.’de bir yapay zeka karar mekanizmasına sahip kaynak robot kolu görülmektedir.



Şekil 1.1. Kaynak Yapan Robot Kol (Fanuc Inc.)

Bu tez çalışmasının temasını yangın söndüren labirent robotu oluşturmaktadır. Yangın söndüren robotlar son yıllarda robot kategorileri içerisinde önem kazanmıştır. Bu alanda dünya çapında birçok akademik çalışma da bulunmaktadır.

Trinity College'de gerçekleştirilen çalışmada yangın söndüren robotların genel çalışma felsefeleri üzerinde durulmuş, kullanılacak donanım alternatiflerinin avantaj ve dezavantajlarına değinilmiş, hazırlanacak robotlarda kullanılacak karar mekanizmalarının karşılaştırması yapılmış ve elde edilen sonuçlar makale haline getirilerek yayınlanmıştır [1].

İnsansı robot hedefi gözetilerek, karar mekanizması bulanık mantık ile oluşturulan çalışmalardan biri İtalya Napoli Teknoloji Üniversitesinde gerçekleştirilen yangın söndüren robotu ile ilgili çalışmadır [2]. Bu robot tünellerde çalışabilecek şekilde tasarlanmış ve insansı yangın söndüren robotlara güzel bir örnek teşkil etmektedir.

Robotlarla ilgili gerçekleştirilen ilginç ve farklı çalışmalardan biri de Japonya Tokyo Institute of Technology'de, Kimura ve Hirose tarafından gerçekleştirilen mobil robot ile ilgili çalışmadır [3]. Bu çalışmanın konusunu çoklu eklemlerden oluşturulan robotların sadece tekerler ile gerçekleştirilmesi oluşturmaktadır.



Şekil 1.2. Bir yangın söndüren robot çalışması

Yangın söndüren robot çalışmalarına örnek gösterilebilecek bir akademik çalışma da A. Nishi tarafından gerçekleştirilen duvar tırmanan robottur [4]. Şekil 1.2'de görülen

robot önüne çıkan engellerden, etrafından geçerek değil de tırmanarak kurtulmaktadır. Bu robota ayrıca yangın söndürme özelliği de eklenmiştir.

Çin Wu-Feng teknoloji Enstitüsü öğrencileri tarafından hazırlanan yüksek lisans tezi makalesinde, insan yaşam alanlarında meydana gelebilecek yangınlarda, insan olmaksızın olaya müdahale edebilecek robotların tasarımı ile ilgili çalışma yapılmıştır [5].

Diğer bir akademik çalışma Pennsylvania State Üniversitesinde gerçekleştirilen mobil robot çalışmasıdır [6]. Yüksek lisans eğitim çalışmaları kapsamında yapılan robot ile ilgili çalışmalar daha sonra makale haline getirilmiştir [6]. Bu çalışma kapsamında robotların PDA, cep telefonu gibi cihazlarla kontrolü ve farklı programlama dillerine esnekliği hedeflenmiştir.

Yangın söndürme fonksiyonu içeren bir robot çalışması da Southern California Üniversitesinde gerçekleştirilen “Robot Modularity for Self-Reconfiguration” isimli çalışmadır [7]. Bu çalışmada gerçekleştirilen robotun aynı zamanda deprem ve acil durum müdahale yeteneği, karmaşık yapı ve binalardan çıkabilme gibi yeteneklerinin olması da öngörülmüştür.

Bu alanda karar verme mekanizmasının kaotik yöntemlerle gerçekleştirildiği çalışmalarda mevcuttur. Bunlara en güzel örneklerden biri Amerike New Mexico Üniversitesinde gerçekleştirilen Kaotik Duvar Takibi Yapan Robot çalışmasıdır [8].

Kaotik sistem destekli robot çalışmalarına bir diğer örnek Federal de Ouro Preto Üniversitesinde gerçekleştirilen “Commanding Mobile Robots With Chaos” isimli tez çalışmasıdır [9].

Yangın söndüren robot ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalardan biri de Florida Üniversitesinde hazırlanan yüksek lisans tezi ile ilgili makaledir [10]. Bu makale kapsamında yapılan çalışmada denetleyici olarak Atmel firmasının ürettiği ATmega mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bilgisayar kontrollü olarak gerçekleştirilen robotta haberleşme protokolü olarak RS232 kullanılmıştır.

Robot teknolojisi eğitimi üzerine yapılan çalışmalardan biri de Trinity College’de hazırlanan yüksek lisans tezi ile ilgili makaledir [11]. Bu makalede farklı ülkelerdeki robot çalışmaları ve gerçekleştirilen robot eğitimleri incelenmiş, başarılı olunan noktaların analizleri yapılmış ve sonuçta bir eğitim programı hazırlanmıştır.

Robot teknolojisi alanında bir çok proje tabanlı tez çalışması da mevcuttur. Bu çalışmalardan biri 2002 yılında İngiltere’de Lancaster üniversitesinde gerçekleştirilen yangın söndüren robottur [12]. Bu çalışmada robot, güvenlik amacı ile tasarlanmış ve ulusal güvenlik hedefi gözetilmiştir. Özellikle petrol kuyularında çıkan yangınların söndürülmesi amacı ile tasarlanmış “Saffar” isimli robotun ateşe dayanma özelliği de mevcuttur.

Yangın söndüren robot ile ilgili Amerikan hava kuvvetlerince gerçekleştirilen bir çalışmada, askeri hedefler gözetilerek açık alanda çalışan ve insansı düşünme yeteneği kazandırılan bir robot tasarlanmıştır [13]. 2004’te gerçekleştirilen bu çalışma Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri Akademisi, USAF Akademisi, Pennsylvania State Üniversitesi, Trinity College’ın ve İsrail The Technion Institute of Technology’nin ortak ürünüdür.

Florida International Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği bölümünde gerçekleştirilen tez çalışmasında bir yangın söndüren robot tasarlanmıştır. Bu çalışmada Motorola firması tarafından üretilen 68HC11 denetleyicisi ana kontroller olarak kullanılmış ve robotun karar verme mekanizması klasik mantığa göre tasarlanmıştır [14].

New Mexico Technology Üniversitesinde gerçekleştirilen bir diğer yangın söndüren robot konulu tez çalışmasında ana denetleyici olarak yine Motorola firmasının 68HC11 entegresi kullanılmıştır [15].

Başkent Üniversitesi, FBE Elektrik-Elektronik Mühendisliği ABD’da gerçekleştirilen bir yüksek lisans çalışmasında robotlar eşanlı haritalama ve konum belirleme mantığına göre tasarlanmıştır [16].



2008 yılında Başkent Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir başka lisansüstü çalışmada, yön bulan robot çalışmada, kısa yol bulma algoritmaları üzerinde çalışılmıştır [17].

Bu bilimsel çalışmaların yanı sıra Amerikan Trinity College'nin ev sahipliğinde her yıl düzenlenen yangın söndüren robot olimpiyatları da değinilmesi gereken bir noktadır. 2002 yılından beri her yıl düzenlenen bu yarışmaya sadece yangın söndüren robotlar katılmaktadır. Yarışma uluslar arası özelliği ile de dikkat çekmektedir.



Şekil 1.3. Trinity College'de gerçekleştirilen yangın söndüren robot yarışmaları

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının İkinci Bölümü'nde robotlar ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir. Robotun tanımı, robotik biliminin tarihçesi, tarihi süreçte gerçekleştirilen robot çalışmaları ile ilgili bilgiler, robot çeşitleri, robotları oluşturan ana elemanlar ve insansı robot teknolojisi ilk bölümün alt başlıklarını oluşturmaktadır.

Üçüncü Bölümde, gerçekleştirilen yangın söndüren labirent robotunda kullanılan donanımlar ile ilgili ayrıntılı teknik bilgiler verilmiştir. Kullanılan her parça ile ilgili üretici firmadan alınan karakteristik bilgilerin yanı sıra, parçaların uygulamaya dönük bilgileri, avantajları ve dezavantajları gibi özel bilgiler de üçüncü bölümünü içeriğini oluşturmaktadır.

Dördüncü Bölümde ise robotun gerçekleştirilme aşamaları ve robotun yazılım-donanım entegrasyonu hakkında bilgilere yer verilmiştir. Robotta kullanılan kontrol kartlarının çalışma yöntemleri, kartların açık devre ve baskı devre şemaları, yangın söndüren robotun her bir kartının ayrı ayrı ve tamamının resimleri de bu bölüme eklenmiştir. Ayrıca çalışmanın her aşaması hakkında ayrıntılı teknik bilgiler de bu bölümde yer almaktadır.

Tez çalışmasının son bölümünü oluşturan Beşinci Bölüm, Sonuçlar ve Öneriler bölümüdür. Bu bölümde çalışma boyunca karşılaşılan zorluklar ve bu zorlukların nasıl aşıldığına dair bilgiler, alternatif gerçekleştirme yöntemleri ve bu yöntemlerin karşılaştırılması, alternatif donanım bilgileri, sistem tasarımında göz önüne alınan öncelikler gibi bilgiler yer almaktadır. Ayrıca projede kullanılacak alternatif donanın parçaları ve yazılım çeşitleri ile ilgili bilgiler de bu bölümde bulunmaktadır.

## BÖLÜM 2. ROBOT TEKNOLOJİSİ

### 2.1. Giriş

Robot denildiği zaman, insan gibi yürüyen, insan davranışları sergileyen, daha da önemlisi insan gibi düşünen ve karar verebilen makineler akla gelmektedir. Bu düşüncede, seyredilen bilim kurgu filmlerin çok büyük etkisi bulunmaktadır. Yıllar önce yapılan ve hala yeni bölümleri zevkle takip edilen Yıldız Savaşları (Star Wars) filmi kahramanlarından C3P0, bu insansı robotlara örnek verilmektedir.

İnsanlar bu filmleri seyrederken, günlük hayatlarında olmasa da fabrikalarda robotlar kullanılmaya başlanmıştır. Bunlara en güzel örnek, fabrikalarda parça taşıyan, boya ya da kaynak yapan robot kollarıdır. İnsan görünümündeki robotlardan farklı olan ve insanın yalnızca koluyla benzerlik gösteren bu robotlar, günümüzde üretimin yoğun ve hassas olduğu birçok fabrikada kullanılmakta ve monoton işleri insanlara bırakmadan sabırla yapabilmektedir.

Gelişen teknolojiyle birlikte zaman içerisinde robotlar sadece robot kol olmaktan çıkıp etrafını algılayabilen, etrafına tepki verebilen ve bir noktadan başka bir noktaya gidebilen makineler haline gelmişlerdir. Bu tip robotlar, gezer robotlar diye adlandırılmaktadır. Gezer robotların en güzel örneklerinden biri NASA tarafından tasarlanan ve Mars'a araştırma yapmak için gönderilmiş olan Sojourner'dir.

Gezer robotlar, sadece uzay araştırmalarında değil, günlük hayatımızda birçok farklı uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Electrolux'ün "Trilobite" adlı gezer robotu buna bir örnektir. Trilobite, insansız elektrik süpürgesi olarak çalışmak için tasarlanmıştır ve amacı oda içerisinde dolaşarak, hiçbir yere çarpmadan, yerleri süpürmek ve enerjisi bittiği zaman pilini şarj etmektir. Trilobite, bu işleri yaparken insanlardan yardım almamaktadır.

Gezer robotlar, bilinen taşıtlara benzeyen tekerlekli araçlar olabildiği gibi, daha doğal hareket sağlayan iki veya daha çok bacaklı olabilir ya da yüzeyde yürümek yerine değişik ortamlarda hareket etme becerisi gösterebilirler. Bu kapsamda diğer örnekler; sualtı robotları, uçan robotlar, sürünen robotlar ve toprak altında hareket edebilen robotlardır.

Robotlar, genel amaçlı bir tanımlama yapılırsa, canlıların işlev ve yaşam biçimlerini taklit eden, programlanabilir yetenek ve zekaya sahip, gelişmiş ve çok disiplinli öğeler içeren makinalardır.

Bu tanımda kullanılan, “canlıların işlev ve davranış biçimleri” deyimini biraz açıklamak gerekmektedir. İnsanların işlevleri arasında; hareket etmek, iletişim kurmak, yararlı bir iş yapmak (çamaşır yıkamak, yemek yapmak, bitki dikmek, yangın söndürmek, vb.) ve profesyonel düzeyde fabrika ya da bir iş yerinde çalışmak düşünülebilir. İnsanlar dışındaki canlıları düşündüğümüzde hareket etme yöntemleri olarak; yürümek, sürünmek, uçmak, su üstünde ya da su altında yüzmek, toprak altında tünel açarak ilerlemek gibi hareket biçimleri anlaşılır. Canlıların davranış biçimleri ise, bireysel ve toplumsal etmenlerin etkileşimiyle gelişir.

Bu kavramların robotlar üzerinde uygulanmasıyla; hareket eden, iş yapan, iletişim yetenekleri olan, çeşitli davranış biçimleri sergileyebilen tüm makinaları “Robot” olarak tanımlamak mümkündür.

Robot teknolojisi, bilimsel ve teknolojik olarak kolektif bir çalışmanın ürünüdür. Bu teknolojinin üretilmesinde ve uygulamasında sayılamayacak kadar çok kişi ve kurum katkıda bulunmuş, yine çok geniş bir yelpaze içinde tanımlanan tüm bilim ve mühendislik kolları bu gelişim süreci içinde ve değişik düzeylerde rol almıştır.

İnsan yaşamına benzeterek; Robot teknolojisini (Robotları) emekleme çağını henüz yeni tamamlayarak, iki ayağı üzerinde sadece bir kaç adım atabilmiş küçük bir çocuk olarak düşünebiliriz. Böyle bir insan yavrusunun gelişerek erişkin bir insan olarak ulaşacağı düzeyi, günümüzde içinde yaşadığımız robot teknolojisi düzeyiyle

karşılaştırırsak, bundan sonraki nesilleri nasıl bir teknolojinin beklediğini açıkça görebiliriz.

Bu teknolojik gelişim sürecinin içinde yaşamak, bu süreci gözlemlemek, bu ilk adımlardan yararlanmak gerçekten heyecan verici bir olgudur. Bu heyecanı duyan ve yaşayan insanların robot teknolojisine gelecek yıllarda yapacakları daha yoğun ve verimli katkılar, önümüzdeki yıllarda tüm toplumların konfor ve güvenliğinde hissedilir önemli değişimlere neden olacaktır.

## 2.2. Robot Teknolojisinin Kilometre Taşları

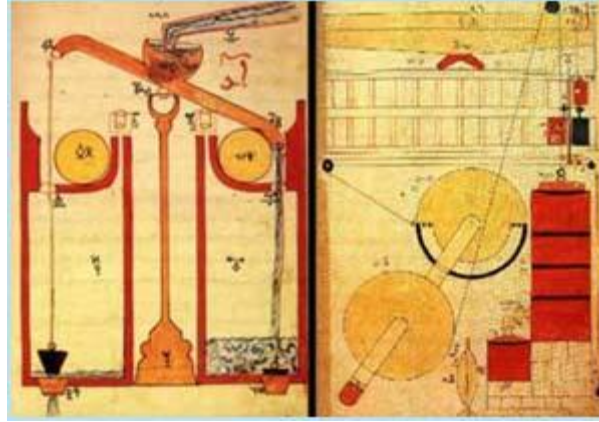
Robot kelimesi ilk olarak 1920 yılında kullanılmış olsa da, robotlara ait ilk kavramlar ve robot benzeri ilk makinelere ait bilgiler MÖ 3000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Eski Mısır, eski Yunan ve Anadolu medeniyetlerinde otomatik su saatleri benzeri makinelerin geliştirildiği bilinmektedir. Homerus'un İlyada eserinde insan yapımı kadın hizmetçiler anlatılmaktadır. MÖ 100 yıllarında yaşamış olan İskenderiye'li bir mühendisin otomatik açılan kapılar, fiskiyeler vb. düzenekleri su ve buhar gücü ile çalıştırdığı eski kitaplarda yazılmaktadır. Daha yeniçağlarda Leonardo da Vinci'nin yürüyen mekanik aslanı olduğu söylenmektedir.

Bu süreç içinde özellikle batı dünyasında iyi bilinmeyen El Cezeri'nin (MS 12 yy) robot teknolojisi konusunda çok sayıda ve zamanına göre çok ileri öneri ve uygulamaları bulunmaktadır.

## 2.3. Robotlar ve El-Cezeri

Artuklu Türklerinin Diyarbakır'da hüküm sürdüğü yıllarda yaşayan El-Cezeri'nin (Bediüzzaman Ebü'l İzz İbni İsmail İbni Rezzaz El Cezeri) 1136-1206 yılları arasında yaşadığı tahmin edilmektedir. El-Cezeri 32 yıl Artuklu sarayında mühendislik yapmış ve zamanına göre çok ileri düzeyde teknoloji içeren ve otomatik olarak çalışan çok sayıda düzenek kurmuştur. Cezeri'nin mühendislik açısından büyük önem taşıyan eserinin orijinal adı, Kitab-ül Cami Beyn-el -İlmi ve'l-Ameli en Nafi Fi

Sınaatil Hiyel (mekanik hareketlerden mühendislikte faydalanmayı içeren kitap) olarak bilinmektedir. Eserin başka isimleri de bulunmaktadır.



Şekil 2.1. El-Cezerinin Robotlarından İki Örnek

Robot teknolojisinin tarihsel gelişim süreci ise aşağıda belirtildiği gibidir;

- 1950'de Bristol Üniversitesi'nden psikolog William Gery Walter tarafından elektronik kaplumbağalar üretilmiştir. Kaplumbağalar birer fotoelektrik göze, ilerlemelerini sağlayan motorlara ve yükselticilere sahiptir. Bunlar, duyuşsal uyarımla hareket eden ilk robotlar olmuşlardır.

- 1968-72 yıllarında Stanford Araştırma Enstitüsü'nde geliştirilen Shakey, iki yönde hareket edebilen ve hareketlerini tasarlayabilen ilk örneklerdendir. Shakey hangi hareketi yapacağına karar verebilmek için, video görüntülerden yararlanmıştı. Robot görüntüdeki alanı parçalara ayırarak yolunun üzerindeki nesnelere algılamakta ve buna göre yapacağı hareketlere karar vermektedir. Shakey ile birlikte otonom robotlara doğru ilk adım atılmıştır.

- Hilare du Laas 1979'da, yer değiştirdikçe çevresini betimleyen bir sistem yapmayı başarmıştır. Sistem 16 ultrason yakalayıcı, lazer telemetre ve devir sayısını göstererek uzunluk ölçmeye yarayan gereçten oluşmaktaydı. Pilleri, alüminyum ve çelikten yapılmış gövdesiyle bu aygıt, tam 400 kg ağırlığındaydı.

- Ghenghis, 1990'da MIT'de Rodney Brooks tarafından üretilmiştir. Altı bacaklı, 35 cm boyunda ve böceğe benzeyen Ghenghis, engebeli zeminlerde ilerleyebiliyordu. Ghenghis, merkezi bir sistem yerine, algılayıcılar aracılığıyla birbirine bağlı modüllerin daha etkin biçimde çalışabileceğini göstermiştir.

- 1990 yılında Mars yüzeyinde hareket etmesi için, Ambler isimli robot hazırlanmıştır. Carnegie Mellon'da geliştirilen Ambler, 3 boyutlu olarak yön bulma becerisine sahipti ve engebeli yüzeylerde hareket edebilmekteydi. 5 m boyundaki bu robot, 6 bacağı sayesinde Mars'ın engebeli yüzeyinde, hendeklere düşmeden ilerleyebilmesi tasarlanmıştır.

- 1995'te Rodney Brooks tarafından MIT'de üretilen Cog, kafa, gövde ve iki koldan oluşan ilk toplumsal robotlardan biri. Cog, insanlarla etkileşime girebiliyor ve az da olsa öğrenme kapasitesine sahipti.

- 1996'da Honda, 1.82 m boyunda, 210 kg ağırlığında P2'yi üretmiştir. P2 insan yürüyüşüne benzer biçimde yürüeyebilen ilk robottur. P2'nin atası olan E0 yalnızca iki bacedan oluşurken, P2'nin torunu, günümüzün en popüler humanoid robotlardan biri sayılan Asimodur.



Şekil 2.2. Gelişmiş Robotlardan Asimo

- 1998'de yine Carnegie Mellon'da üretilen ve NASA'nın desteklediği Nomad'ın görevleri, Antarktika'da göktaşı avına çıkmak ve Kuzey Kutbu'ndaki kimi kraterlerin sorumlusu kabul edilen Ay'daki buzulla ilgili araştırmalar yapmaktır.

- Sony'nin 2000'de ürettiği 50 cm boyunda ve 5 kg ağırlığındaki Dream Robot, sinirsel ve bilişsel kapasiteye sahip ilk humanoid robottur. Yürümek, dans etmek, eğilip kalkmak, tek ayak üzerinde dengede durmak Dream Robot'un yeteneklerinden sadece birkaçını oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra günlük dilde ikili bir konuşma yapabilmek için sesleri tanıyabilen, tek renkli nesnelere alabilmesini ve gözleriyle izleyebilmesini sağlayan bir sisteme sahiptir.

## 2.4. Mekatronik Teknolojisi ve Robotlar

1990'lı yıllardaki hızlı gelişimi ile mekatronik teknolojisi güncel yaşamda önemli bir yer kazanmıştır. Mekatronik teknoloji ve bu teknoloji ürünü robot ve makineler özel yaşam ve iş yaşamında giderek çoğalmakta ve daha çok kullanılmaktadır. Kullanıcıların günlük yaşamda bu teknolojinin farkında olması beklenmemekte, belki de farkında olunmaması kullanıcı konforunu arttırmaktadır. Ancak insanların gelişen konfor düzeyini sağlayan birkaç temel öğeden birisinin mekatronik teknoloji uygulamaları olduğu açıktır.

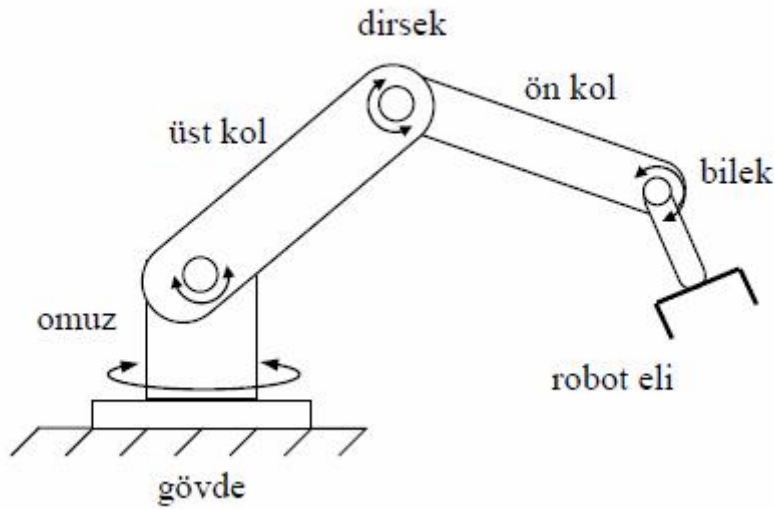
### 2.4.1. Mekatronik ve mekatronik mühendisliği

Mekatronik; makine mühendisliği, elektrik/elektronik mühendisliği ve bilgisayar teknolojisinin eşamaçlı olarak bir makine veya sistem üzerinde uygulanmasıdır. Mekatronik makineler, mekanik işlevsellik ile tümleşik algoritmik denetimi beraberce içeren ürün ve sistemlerdir. Mekatronik ürünler çevrelerini algırlar, algılanan çevre ile ilgili yorum yaparak karar alabilirler ve çevrelerini değiştirebilirler. Gelişmiş mekatronik ürünler basit makineler yerine çevrelerini değiştirebilen bilgisayar sistemlerine dönüşmüştür. Bu temel kavramlara göre mekatronik, çok disiplinli ve disiplinler arası konuları kapsayan bir mühendislik felsefesi ve mühendislik uygulamalarına tümleşik bir yaklaşımdır. Mekatronik kavramlar özellikle tasarım felsefesini ve mühendislik eğitimini etkileyerek temel



değişikliklere neden olmuştur. Mekatronik, çeşitli mühendislik disiplinleri arasında sistematik bir eşgüdüm sağlayarak amacına ulaşabilen bir mühendislik yaklaşımıdır.

Mekatronik mühendisliği kavramı ise değişik mühendislik teknolojilerinin aynı ürün üzerinde toplanması sonucu doğan bir kavramdır.



Şekil 2.3. Basit Bir Robot Kolu

#### 2.4.2. Mekatronik mühendisleri

Mekatronik mühendisleri bu tanımlara uygun olarak ilgili disiplinlerde uzmanlık kazanan, tüm tasarımı ve her düzeyde tasarım sürecini denetleyebilen, yönlendirebilen ve katkıda bulunan kişilerdir. Mekatronik mühendisleri ilgili disiplinlerdeki uzmanlarla iletişim kurabilen, bu uzmanlık konularındaki bilgilere erişebilen, bu bilgileri yorumlayabilen ve bu bilgileri ekonomik, yenilikçi ve müşteriyi üst düzeyde tatmin eden bir ürüne dönüştürmek amacı ile kullanabilen uzmanlardır.

Mekatronik mühendislerinin temel görevi, tasarım süreci içinde mühendislik yaratıcılığında disiplinler arası tümleşmenin sağlanmasıdır. Bu nedenle mekatronik mühendisinin her şeyden önce bir tasarım sürecini çok iyi bilmesi ve uygulaması

gerekir. Böyle bir kişi, değişik disiplinlerde gereksinim duyulan ayrıntı düzeydeki bilgiyi alıp harmanlayabilecek yetenekleri kazanmış olmalıdır.

### 2.4.3. Duyucular ve duyucu teknolojisi

Duyucular, sistem dışından gelen uyarılara tepki veren, bunları algılayan, ve önceden belirlenmiş bazı değişkenleri ölçebilen algılayıcı cihazlardır.

Çağdaş mekatronik teknoloji kapsamında bir duyucudan beklenen işlevler şunlardır:

Algılama; Dış olguların varlığını algılama,  
Seçme; Dış uyarılardan birisini süzme ve istenirse ölçme,  
Sinyal işleme; Girdi sinyalini çıktı sinyaline dönüştürme,  
İletişim; Denetim sistemi, kayıt sistemi veya insana bilgi aktarımı.

Duyucular algılama sistemlerinin bir parçası, biliş sistemlerinin ise önkoşuludur. Duyucu teknolojisi ölçüm teknolojisinden daha kapsamlı bir kavram olup, bir fiziksel olgunun varlığının algılanması duyucu teknolojisinin görev tanımı kapsamındadır. İnsan duyuları çevreden gelen uyarıları algılayabilirler, ancak ölçüm yoktur. İnsan fizyolojisi sıcaklık ve soğukluk derecelerini ayırt edebilir ama bir termometre gibi hassas bir ölçüm veremez. Bir imalat hattında kalite denetimi sisteminin bir parçası olarak ölçüm yapılabilir ama bu ürünün kalitesi hakkında da duyucular bilgi veremezler. İnsan duyucularının değişik kaynaklardan gelen uyarıları birleştirip bir sonuç bildirme özelliği vardır. Alışılmış duyucular da bu özellik yoktur. Mekatronik duyucu teknolojisinin gelişim eğilimi alışılmış gerekirci denetim sistemleri yerine daha gelişmiş insan duyucu-beyin sistemine benzer yöntemler geliştirmektir.

Birçok uygulamada duyucu çıktıları denetim sistemi için doğru karar verecek yeteri düzeyde sağlıklı bilgi veremez. Bu durumda ortaya çıkan belirsizliklerin doğru değerlendirilmesi gerekir. Bu ise Yapay Zeka yaklaşımlarının uygulanmasını gerektirmektedir. Bu durumlarda iki veya daha fazla duyucudan gelen bilgilerin kullanıldığı Duyucu Tümlleştirme işleminin yapılması gerekmektedir (Örnek; Ses, Koku, ve Kamera bilgilerinin beraberce kullanılması). Benzer şekilde bir mekatronik

robot uygulamasında bir gezer robotun şu değişkenleri algılaması beklenmektedir; Bir cismin varlığı, bir cismin uzaklığı, sıcaklık, kimyasal yapı, basınç, hava akımı, ivme, açısal hız. Karar verme aşamasında robotun, bu bilgilerin tümünü kullanarak karar vermesi (Örneğin yönünü belirlemesi) gerekmektedir.

Mekatronik duyucular, bir ölçülebilen değişken yerine birden çok sayıda fiziksel değişkeni birarada kullanan bir yapıda tasarlanmaktadır. Burada tutulmakta olan cismin kayması, bu kayan yüzeyin yarattığı çok hafif titreşimlerin mikrofon tarafından algılanması ile duyulmaktadır. Protez elin katı bir cismi sıkması ise esnek tüpün geometrik şekil değiştirmesi ile ışık iletiminde görülen değişimlerin algılanmasıdır. Bu iki fiziksel olgu sonuçta protez bir parmak için dokunma duyusu kazandırabilmektedir.

#### 2.4.4. Biliş sistemleri ve biliş sistemleri teknolojisi

Mekatronik sistemler duyuculardan gelen bilgileri, kullanıcılardan gelen istekleri, ve sistem tasarımcısının önceden yüklediği bilgileri değerlendirerek bir eylem oluşturan sistemlerdir. Biliş ve biliş sistemleri bu süreç içinde algılama ve eylem arasındaki tüm işlem ve işlevleri içeren, sistemin amaç, davranış, ve çevre arasında köprü kuran kavram ve uygulamalardır. Genel anlamda düşünüldüğünde biliş sistemleri aşağıdaki işlerden sorumludur:

Örüntü algılama; biliş sistemleri duyuculardan ve algılama sistemlerinden gelen bilgileri, gerekirse ve çoğunlukla işleyerek, çevre ile ilgili kalıplar arar. Bu kalıpları değerlendirerek önceden belirlenmiş bazı kalıplar ile uyumlu olup olmadığına bakar.

Çevre modelleme; mekatronik sistem tasarımcısının sisteme tasarım aşamasında yüklediği bilgileri de kullanarak, ilgi alanı dünya (çevre)nin modelini geliştirir. Bu model her zaman kesin bir model değildir, belirsizlikler içerir. Gerekirse bu belirsizliklerin ortadan kaldırılması için varsayımlar yapılabilir, veya yakıştırma yaklaşımları kullanılabilir. Kuramsal olarak mekatronik sistemin çevresini tam olarak modellemek mümkün görünse de, pratik olarak bu durum çok zor veya mümkün

değildir. Bu nedenle varsayım ve yakıştırmalar kaçınılmazdır. Belirsizlikler ve bunlarla ilgili düzenlemeler biliş sistemleri içinde önemli bir yer tutar.

Eylem geliştirme; algılama bilgileri ve çevre modeli ile beraber biliş sistemleri eylem türü, niteliği ve niceliği hakkında bir karar alabilirler. Bu eylem bir dizi planlama ve alt eylemler içerir. Bu eylemlerin belirlenmesi ve tanımı biliş sistemleri içinde önceden yüklenmiş olmalıdır. Örneğin bir robotun hareket eylemini biliş sisteminden doğrudan bir emir olarak çıkarmak mümkündür. Ancak bu hareket eyleminin engel atlama alt eylemini de içermesi gerekir. Bu nedenle planlama eylemleri üst düzeyde sistem amaçlarına daha yakın görünmektedir. Alt düzeylerde ise çevreye daha yakındır. Denklem tabanlı planlama ise robot kol v.b. uygulamalarda görülür.

Biliş sistemi için önceden yüklenmiş bir dizi denklemler, algılama sisteminden gelen bilgilere göre kullanılarak hesaplama yapılır. Bu hesaplama sonuçlarına göre eylem için veri üretilir ve bu verilere göre eylem yapılır.

Öğrenme; çevre hakkındaki belirsizlikler, fazla ve gereksiz bilgi ve eksiklikler sonucu tüm eylemlerin başarılı olması beklenmemelidir. Bazı eylemler istenen sonucu sağlamaz ve sistemin üst düzey amaçlarına ulaşamaz veya verimli ve tatmin edici sonuçlar alınmaz. Biliş sistemleri bu durumlarda deneyim birikimi sağlayarak daha sonraki davranışların yeniden düzenlenmesine olanak verir. Bu süreç öğrenme olarak bilinmektedir. Öğrenme olgusu biliş sistemleri için önemli ve mutlaka varolması istenen bir kavramdır

#### 2.4.5. Eyleyiciler ve eyleyici teknolojisi

Robot davranışının üçüncü aşaması çevreyi değiştiren bir eylem içerir. Eyleyiciler algılama ve biliş sistemlerinin görevlerini tamamlamasından sonra genellikle bir hareket başlatan, enerji aktarımı ve değişimi içeren, önceden belirlenmiş bir amaca yönelik olarak çevreyi değiştirebilen cihazlardır. Yapı olarak eyleyiciler de duyucular gibi transduser yapısında olup, kendilerine gelen bir enerjiyi başka bir enerji türüne dönüştürürler. Duyucu seçiminde olduğu gibi eyleyici seçiminde de göz önüne alınması gereken birçok etmen vardır:

İvme: Duran bir konumdan hareketli bir konuma geçişte, veya frenleme işlevinde geçen zaman önemlidir. İvmenin her durumda insan konforunu olumsuz yönde etkilememesi gerekir.

Hız: Çalışma koşullarına göre hızın denetimli olması gerekir.

Tepki süresi: Örneğin çarpışmaları önlemek için robotların kısa tepki süreleri olması gerekmektedir. Bu süre ivme ve hız ile yakından ilgilidir.

İşlem gücü: Bazı uygulamalar yüksek güç isteseler de, kamera merceklelerinin hareketi gibi uygulamalarda küçük elektrik motorları kullanılabilir.

## 2.5. Robot Teknolojisi ve Uygulamaları

Robot teknolojisi uygulamaları çağdaş teknoloji kapsamında kısa örneklemler yapamayacak kadar çoğalmıştır. Bu uygulama konularının sınıflandırmasına yönelik yapılabilecek her tür sınıflandırmanın bazı konuları sınıflandırma dışında bırakması da çok olasıdır. Yine de bu yazıda tamamen gözleme dayalı çeşitli sınıflandırmalar verilmiştir.

Uygulama konularına göre sınıflandırma;

- a- Üretim otomasyonuna yönelik uygulamalar
- b- Sağlık ve tıp ile ilgili uygulamalar,
- c- Silah ve savunma sistemleri,
- d- Güvenlik sistemleri,
- e- Çalışma koşullarının insan için uygun olmadığı çevrelerdeki
- f- Eğitim ve eğlence amaçlı uygulamalar.

Konumlarına göre sınıflandırma;

- a- Gezer (Hareketli) robotlar (Gövde hareketli),
- b- Robot Kollar (Gövde sabit, kollar ve alt sistemler hareketli),

Boyutlarına göre sınıflandırma;

- a- Normal boyuttaki uygulamalar; 25 mm'den büyük robot ve makineler,
- b- Mini (robot) uygulamaları; 10mm - 25 mm arasındaki boyutlardaki robot ve makineler,
- c- Mikro (robot) uygulamaları; 10 mm'den küçük robot ve makineler.

İşlevlerine göre sınıflandırma;

- a- Gözlem yapan robot ve cihazlar,
- b- İşlem yapan robot ve makineler,
- c- Gözlem ve İşlemi birlikte yapan robot ve makineler.

Yukarıda verilen sınıflandırmaları özetleyen ve yaygın uygulama konuları kümelendirerek verilen uygulama özellikleri Tablo 2. de verilmiştir. Bu tür sınıflandırmaların hiçbir zaman tüm uygulamaları kapsamadığını, eksik ve özel uygulamaların sınıflandırma dışı kalabildiği durumlar olabileceğini tekrar belirtmek gerekir.

Tablo 2.1. Mekatronik Teknoloji Uygulama Örneklerinin Sınıflandırması

Uygulama Grubu	Uygulama Örnekleri	Sabit konumlu	Gezer (Hareketli) Konumlu	Otomasyon Sistemleri	Gözlem ve Bilgilendirme	Eylem ve işlem	Normal Boyut	Mini Boyut	Mikro Boyut
Endüstriyel Robot ve cihazlar, Otomasyon Sistemleri	Otomatik üretim tezgahları ve hatları	●		●		●	●		
	Kaynak robotları		●			●	●		
	Boyama robotları		●			●	●		
	Montaj robotları	●		●		●	●		
	Makina sağlığı izleme	●			●		●		
	Çevre koşullarını izleme	●	●		●		●		
	Kalite kontrol robotları	●	●		●		●		
	Bakım robotları	●	●			●	●		
	Malzeme taşıma robotları	●	●		●		●		
Depolama robotları	●		●	●	●	●			
Tıp ve Sağlık Sistemleri	Teşhise yardımcı cihazlar	●	●		●		●	●	●
	Protezler				●		●	●	●
	Tedaviye yardımcı robotlar	●	●		●	●	●	●	●
Savunma Uygulamaları	Patlayıcı taşıyan robot ve ukm(*)		●			●	●		
	Silah nitelikli robotlar		●		●		●		
	Gözlem robotları	●	●		●		●	●	
	İmha robotları		●				●		
Tarım Endüstrisi	Hasat robotları		●			●	●		
	Tarım ürünlerini işleme robot ve makinaları	●		●		●	●		
	Ürün sınıflandırma sistemleri	●			●		●		
	Kalite denetleme sistemleri	●			●		●		
Eğitim ve Eğlence	Eğitim robotları ve ukm	●	●			●	●	●	
	Araştırma robotları ve ukm	●	●		●		●	●	
	Eğlence sistemleri ve ukm	●	●		●		●	●	
Diğer çeşitli uygulamalar	Kurtarma robotları ve ukm		●		●	●	●		
	Yangın söndürme robotları ve ukm		●		●	●	●		
	Duvar tırmanan robotlar ve ukm (Yangın, boyama, kaynak, gözlem vb. İşler için)		●		●	●	●		
	Su altı robotları ve ukm (Gözlem, arkeoloji, kurtarma, tamir, bakım, boyama vb. İşler)		●		●	●	●		
	Maden kazaları ve deprem sonrası kurtarma robotları ve ukm		●		●	●	●		
	Radyoaktif ve zehirli ortamlarda çalışan robot ve ukm		●		●	●	●		

## BÖLÜM 3. YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTUNUN DONANIM BİLEŞENLERİ

### 3.1. Mikrodenetleyici

PIC 16F87X ve 16F8X serisi öncelikle, PIC 16CXX ailesinin özelliklerini taşır. PIC 16CXX'de Harvard mimarisi kullanılmıştır. Von Neuman mimarisinde, veri ve program belleğine aynı yoldan erişilebilirken, bu mimaride program belleği ve veri belleğine erişim farklı yollarla yapılır. Veri yolu (databus) 8 bit genişliğindedir. Aynı anda, veri belleğine 8 bit genişliğindeki bu yolla erişilirken; program belleğine program yolu ya da adres yolu (program bus / adres bus) denilen 14 bit genişliğindeki diğer bir yolla erişilir. Bunun için PIC 16F87X ve PIC 16F84'de komut kodları (opcode), 14 bittir. 14 bitlik program belleğinin her bir adresi, bir komut koduna (Instruction Code / Instruction Word) karşılık gelir. Dolayısıyla her komuta bir çevrim süresinde (cycle) erişilir ve komut kaydedicisine yüklenir. Komut kaydedicisi, CPU tarafından kullanılan bir kaydedicidir ve dallanma komutları dışındaki bütün komutlar, aynı çevrim süresinde çalıştırılırlar. Bu sırada program sayacı, PC (Program Counter) bir artar. Dallanma ya da sapma komutları ise, iki ardışık periyotta çalıştırılır ve program sayacı PC, iki arttırılır.

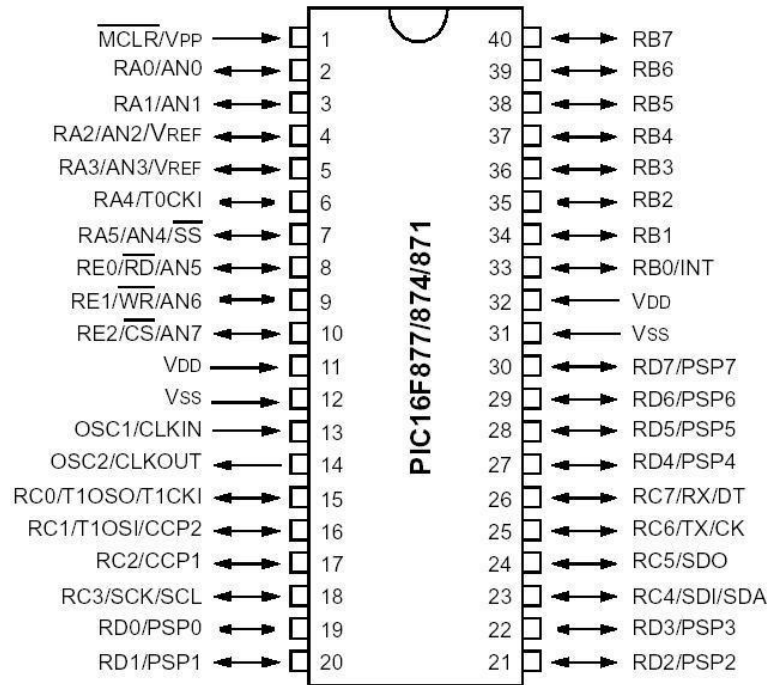


Şekil 3.1. PIC 16F877 dış görünümü



Merkezi işlem biriminin (CPU) en önemli alt birimlerinden biri, ALU (Aritmetik Logic Unit) olarak adlandırılan aritmetik mantık birimidir. ALU'nun görevi, kendisine yollanan veriler üzerinde, aritmetik ya da mantıksal işlemler yapmaktır. ALU'nun biri W (Working Register) ismi verilen kaydediciden olmak üzere, iki ana girişi vardır. ALU kendisine gelen iki veriyi (işlemler), toplayıp çıkarabilir. Çeşitli mantık işlemleri yapabilir (and, or, xor gibi).

Mikroişlemcilerde en çok kullanılan kaydedici, “working register”dır. Bu kısaca W olarak adlandırılır. W, aritmetik ve mantık işlemlerinde, iki işlevi bir arada yürütür. İşlemden önce, işlenenlerden birini barındırır. İşlemden sonra ise işlem sonucunu saklar, PIC 16F8X ve 16F87X serisi mikrodenetleyicilerde, komutun sonuna konan 1 veya 0 sayısı ile (d), sonucun W'de ya da başka bir kaydedicisinde tutulacağı mikroişlemciye bildirilir.



Şekil 3.2. PIC 16F877 bacak bağlantıları

PIC 16F877 ve 16F876, 8 Kword büyüklüğünde belleğe sahiptir. Program belleği yonganın içerisinde yer almaktadır. PIC 16F84'ün belleği ise 1Kword büyüklüğündedir. PIC 16F84 ve 16F87X serisi mikrodenetleyiciler, kendi kaydedicilerini ve veri belleğini, doğrudan, dolaylı ve göreceli olarak adresleyebilirler.

### 3.1.1. PIC 16F877 temel özellikleri

16F87X Mikrodenetleyici ailesi aşağıdaki temel özellikleri taşır.

- CPU azaltılmış komut seti
- RISC temeline dayanır.
- Öğrenilecek 35 komut vardır ve her biri 14 bit uzunluktadır.
- Dalların komutları iki çevrim sürede, diğerleri ise bir çevrimlik sürede uygulanır.
- İşlem hızı 16F877'de 1 usn'dir.
- Veri yolu (databus) 8 bittir.
- 32 adet SFR (Special Function Register) olarak adlandırılan özel işlem kaydedicisi vardır ve bunlar statik RAM üzerindedir.
- 8 Kword'e kadar artan flash belleği 1 milyon kez programlanabilir.
- 368 Byte'a kadar artan veri belleği (RAM) vardır,
- 256 Byte'a kadar artan EEPROM veri belleği vardır.
- Pin çıkışları PIC 16C73B/74B/76 ve 77 ile uyumludur.
- 14 kaynaktan kesme yapabilir.
- Yığın derinliği 8'dir.
- Doğrudan, dolaylı ve göreceli adresleme yapabilir.
- Poweron Reset (Enerji verildiğinde sistemi resetleme özelliği)
- Powerup Timer (Powerup zamanlayıcı)
- Osilatör Startup Timer (Osilatör başlatma zamanlayıcısı)
- Watchdog Timer (Özel tip zamanlayıcı), devre içi RC osilatör
- Programla kod güvenliğinin sağlanabilmesi özelliği
- Devre içi Debugger (Hata ayıklamakta kullanılacak modül)
- Düşük gerilimli programlama
- Flash ROM program belleği (EEPROM özellikli program belleği)
- Enerji tasarrufu sağlayan, uyku –Sleep Modu
- Seçimli osilatör özellikleri
- Düşük güçle, yüksek hızla erişilebilen, CMOS Flash EEPROM teknoloji
- Tümüyle statik tasarım
- 2 pinle programlanabilme özelliği
- 5V girişle, devre içi seri programlanabilme özelliği
- İşlemcinin program belleğine, okuma/yazma özelliği ile erişimi

- 2.0 V – 5.0 V arasında değişen geniş işletim aralığı
- 25 mA'lik kaynak akımı
- Devre içi, iki pin ile hata ayıklama özelliği
- Geniş sıcaklık aralığında çalışabilme özelliği
- Düşük güçle çalışabilme özelliği

### 3.1.2. Çevresel özellikler

Çevresel özellikleri ise şöyle sıralanabilir:

- TMR0: 8 bitlik zamanlayıcı, 8 bit önbölücülü
- TMR1: Önbölücülü, 16 bit zamanlayıcı, uyuma modunda iken dış kristal zamanlayıcıdan kontrolü arttırılabilir.
- TMR2: 8 bitlik zamanlayıcı, hem önbölücü hem de sonbölücü sabiti
- İki Capture / Compare / PWM modülü
- 10 bit çok kanallı A/D çevirici
- senkron seri port (SSP), SPI (Master mod) ve I 2 C (Master Slave) ile birlikte
- Paralel Slave Port, 8 bit genişlikte ve dış RD, WR, CS kontrolleri

### 3.1.3. Giriş/ıkış portları

PIC 16F877 mikrodenetleyicisinde A, B, C, D, E giriş-çıkış portları vardır. Bu portlar isteğe göre giriş yada çıkış olarak kullanılabilir. Hangi portun hangi bitlerinin giriş hangi bitlerinin çıkış olarak kullanılacağı programın başında belirtilmelidir. Giriş ve çıkış olarak belirtilen bu portların birden çok görevi vardır. Hangi amaçla kullanılmak isteniyorsa program ona göre yazılır. Portların sahip olduğu pinler birden fazla çeşit görevi yerine getirmek üzere tasarlanmıştır. Bu nedenle programlama aşamasında hangi pinin hangi görevde kullanılacağı bilinmeli ve işlemler ona göre yapılmalıdır.

#### 3.1.3.1. Port A

A portu hem giriş/çıkış hem de analog giriş uçları görevlerini yapan 6 bitlik bir porttur. Tablo3.1.'de A portunun pinlerinin görevleri verilmiştir. A portunda bulunan

RA4 pini diğer A portu pinlerinden farklıdır. RA4 pini açık kolektör özelliğine sahiptir. Bu nedenle bu pinin çıkış olarak kullanılabilmesi için mutlaka pull-up direnci ile pozitif beslemeye bağlanması gerekir.

Tablo 3.1. PORT A pin açıklamaları

Pin Adı	Pin No	Buffer Tipi	Pin Fonksiyonları
RA0/AN0	2	TTL	Dijital I/O veya analog giriş
RA1/AN1	3	TTL	Dijital I/O veya analog giriş
RA2/AN2	4	TTL	Dijital I/O veya analog giriş
RA3/AN3/Vref	5	TTL	Dijital I/O veya analog giriş veya Vref
RA4/TOCKI	6	ST	Dijital I/O veya Timer0 dış saat sinyal girişi
RA0/SS/AN0	7	TTL	Dijital I/O veya analog giriş veya senkron seri iletişim slave seçme girişi

### 3.1.3.2. Port B

Port B giriş/çıkış olarak kullanılabilen 8 bitlik bir porttur. Bu portu denetleyici içinde dahili olarak pull-up yapılmış gibidir. Port B bu özelliği ile giriş olarak kullanıldığında girişte sinyal yokken giriş lojik-1 olarak algılanır. Dahili pull-up özelliği programla aktif ya da pasif yapılabilir.

Tablo 3.2. Port B pin açıklamaları

Pin Adı	Pin No	Buffer Tipi	Pin Fonksiyonları
RB0/INT	33	TTL/ST	Dijital I/O veya harici kesme
RB1	34	TTL	Dijital I/O
RB2	35	TTL	Dijital I/O
RB3/PGM	36	TTL	Dijital I/O veya LVP modunda programlama girişi
RB4	37	ST	Dijital I/O
RB5	38	TTL	Dijital I/O
RB6/PGC	39	TTL/ST	Dijital I/O veya seri programlama clock pini
RB7/PGD	40	TTL/ST	Dijital I/O veya seri programlama data pini

### 3.1.3.3. Port C, Port D ve Port E

C portu da 8 bitlik dijital giriş/çıkış portudur. C portu diğer portlara nazaran fazla fonksiyonu içerisinde barındırır. Tablo 3.3'te C portu pinlerinin sahip olduğu tüm fonksiyonlar görülmektedir. D portunda C portu gibi 8 bitlik dijital giriş/çıkış portudur. E portu ise 3 bitlik dijital giriş/çıkış portudur.

Tablo 3.3. Port C pin açıklamaları

Pin Adı	Pin No	Buffer Tipi	Pin Fonksiyonları
RC0/T1OSO/T1CKI		ST	Dijital I/O veya TMR1 osilatör çıkışı veya TMR1 clock girişi
RC1/T1OSI/CCP2		ST	Dijital I/O veya TMR1 osilatör girişi CCP2 çıkışı
RC2/CCP1		ST	Dijital I/O veya CCP1 çıkışı
RC3/SCK/SCL		ST	Dijital I/O veya SPI ve I2C modunda senkron seri clock girişi
RC4/SDI/SDA		ST	Dijital I/O veya SPI ve I2C modunda data

			giriş veya I2C modunda I/O ucu
RC5/SDO		ST	Dijital I/O veya senkron seri iletişimde data çıkışı
RC6/TX/CK		ST	Dijital I/O veya USART asenkron seri iletişimde data gönderme pini veya clock pini
RC7/RX/DT		ST	Dijital I/O veya USART asenkron seri iletişimde data girişi pini veya data pini

Tablo 3.4. Port D pin açıklamaları

Pin Adı	Pin No	Buffer Tipi	Pin Fonksiyonları
RD0/PSP0		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD1/PSP1		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD2/PSP2		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD3/PSP3		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD4/PSP4		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD5/PSP5		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD6/PSP6		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu
RD7/PSP7		ST/TTL	Dijital I/O veya paralel slave portu

Tablo 3.5. Port E pin açıklamaları

Pin Adı	Pin No	Buffer Tipi	Pin Fonksiyonları
RE0/RD/AN5	8	ST/TTL	Dijital I/O veya RD kontrol biti veya analog giriş
RE1/WR/AN6	9	ST/TTL	Dijital I/O veya WR kontrol biti veya analog giriş
RE/CS/AN7	10	ST/TTL	Dijital I/O veya CS kontrol biti veya analog giriş

### 3.2. DC Motorlar

DC Motorlar robotik uygulamalarında ve endüstriyel alanda sıklıkla kullanılmaktadırlar. Ucuz ve küçüktürler. Genel olarak 1.5V ile 100V arasında

çalışabilirler. 6V, 12V ve 24V motorlar çok yaygın olarak bulunmaktadır. Birkaç bin RPM den on binlerce RPM e kadar çalıştırılabilirler. 12V ve daha küçük motorlar yapısına göre birkaç yüz mili amperden birkaç mili ampere kadar akım çekebilirler.

DC motorların genel özellikleri:

- Yüksek hız
- Düşük tork
- Ters yönde kullanım



Şekil 3.3. Sanyo 150:1 Mini Metal Gear Motor

3V besleme gerilimi ile çalışmada;

Yüksüz ç. RPM	Yüksüz ç. Akımı	Yükte Torque	Yüklü ç. akımı
58	32mA	18.7 in*oz	258mA

6V besleme gerilimi ile çalışmada:

Yüksüz ç. RPM	Yüksüz ç. Akımı	Yükte Torque	Yüklü ç. akımı
109	38mA	31.5 in*oz	480mA

### 3.2.1. Çalışma prensibi

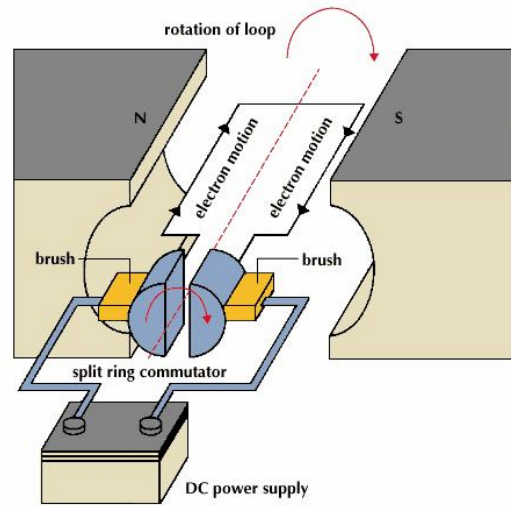
Mantık olarak bobin üzerinden geçen akımın sonucunda oluşturduğu manyetik alanlar sayesinde oluşturduğu kutuplaşmayı ileri ve geri yönlü olarak kullanarak yani zıt kutupların çekmesi ya da aynı kutupların birbirini itmesi prensibinin dairesel harekete dönüştürülmesini baz alınan en basit yapıdır.

Endüvi dönerken üzerindeki iletkenler de manyetik alan içerisinde döndüklerinden bu iletkenlerde bir endüksiyon elektromotor kuvveti indüklenir. Doğru akım

makinesi kullanım amacına göre dinamo ya da motor olarak çalıştırılabilir. Bu formlardan birisinde çalışma, makinede herhangi bir değişikliği gerektirmez. Eger makine dinamo olarak çalıştırılırsa tork yön değiştirir. Manyetik alan içinde etkin uzunluğu "L" ve içerisinde geçen akımı "i" olan bir iletken akı yoğunluğu B olan bir alan içerisinde kalırsa, iletken manyetik alan tarafından itilir. İletkenin alana dik olma durumunda meydana gelen itme kuvvetinin büyüklüğü "Newton" olarak

$$F = B.i.L \quad (3.1)$$

olur. Alan tarafından iletken üzerinde oluşturulan itme kuvvetinin yönü iletkenin taşıdığı akımın yönüne bağlıdır. İletkende itme kuvveti olduğu sürece iletkende bir hareket veya dönme olayı meydana gelir.

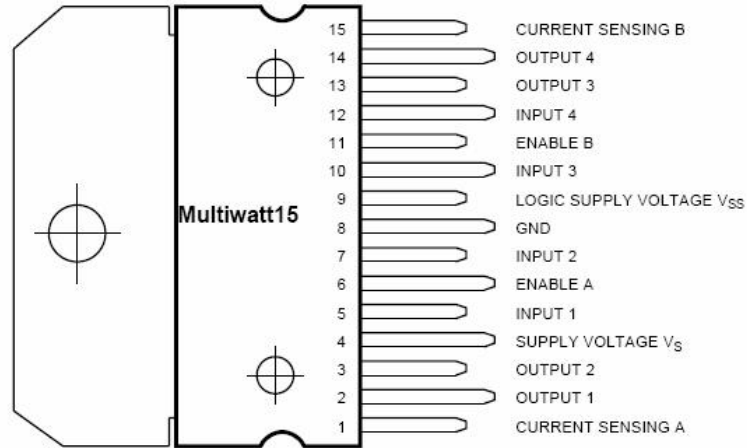


Şekil 3.4. DC Motor iç Yapısı

### 3.3. L298 DC Motor Sürücü

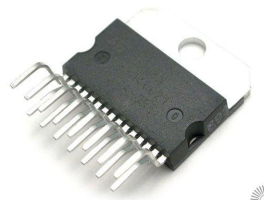
L298 Motor kontrolü için kullanılan bir motor sürücü entegresidir. Aynı anda iki motor kontrol edilebilir ve her kanal için 2,5 A'e kadar ki uygulamalarda kullanılabilir. Ayrıca ek bir özellik olarak L298 de akım kontrolü yapılabilir.





Şekil 3.5. L298 DC Motor Sürücüsü Bacak Bağlantıları

Şekil 3.5.'de L298 in bacak bağlantıları görülmektedir. EnableA ve EnableB uçları motor hız kontrolü yapılacaksa PWM girişi olarak kullanılmaktadır. Eğer hız kontrolü durumu yoksa bu ayaklar direkt olarak 5V'a bağlanmalıdır. Input bacakları ise motor yön kontrolleri için kullanılır. Input1 ve Input2 ilk motor için ve Input3 ve Input4 ikinci motor için kullanılır. Output bacakları ise motorların bağlanacağı çıkış uçlarıdır. GND,  $V_s$ , ve  $V_{ss}$  bacakları L298'in besleme uçları olarak kullanılmaktadır.  $V_{ss}$  motorların besleneceği kaynak için kullanılmalıdır. Current Sensing A ve B bacakları ise akım kontrolü için kullanılır(Sense A ve Sense B). Bu bacak ile toprak arasına konulacak bir direnç vasıtasıyla akım kontrolü yapılır. Bu bacaklara bağlanacak pot ile akım seviyesi değiştirilebilir. Uygulamada çok yüksek akımlar kullanılmayacaksa ya da sabit bir akım kullanılacaksa bu bacaklar toprağa çekilebilir.



Şekil 3.6. L298 DC Motor Sürücüsü

L298 entegresinden Input girişlerine verilen lojik değerler (0,1) ile motorun ileri, geri, stop veya boшта olma durumları belirlenir. Bu durumlar Tablo 3.x’de belirtilmiştir.

Tablo 3.6. L298 Girişlere Göre Çalışma Durumları

Köprü Devresi	Girişler	Durum	Köprü Devresi	Girişler	Durum
A Köprü Devresi	Enable A = High Enable B = Low Input A = High Input B = Low	İLERİ	B Köprü Devresi	Enable A = High Enable B = Low Input A = High Input B = Low	İLERİ
	Enable A = High Enable B = Low Input A = Low Input B = High	GERİ		Enable A = High Enable B = Low Input A = Low Input B = High	GERİ
	Enable A = High Enable B = Low Input A = High Input B = High	HIZLI STOP		Enable A = High Enable B = Low Input A = High Input B = High	HIZLI STOP
	Enable A = Low Enable B = Low Input A = X Input B = X	MOTOR BOŞTA		Enable A = Low Enable B = Low Input A = X Input B = X	MOTOR BOŞTA

### 3.4. Sharp GP2D12 Analog Mesafe Sensörü

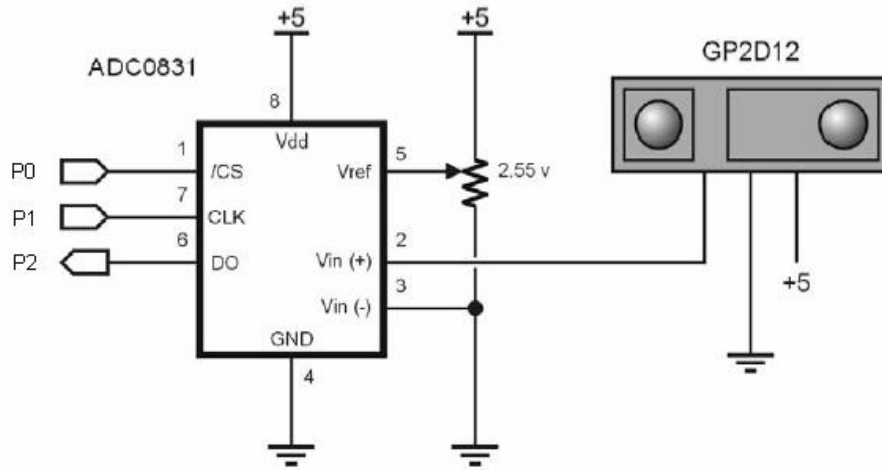
The Sharp GP2D12 kızılötesi ışınlar kullanarak 10cm ile 80cm arasında uzaklık ölçümü yapan bir mesafe sensörüdür. Uzaklığa ters orantılı olarak çıkışında analog 0.6V ile 2.5V arasında gerilim üretir. Çıkışından elde edilen lineer olmayan gerilim mikrodenetleyicinin ADC girişlerine verilerek rahatlıkla dijital forma dönüştürülebilir.



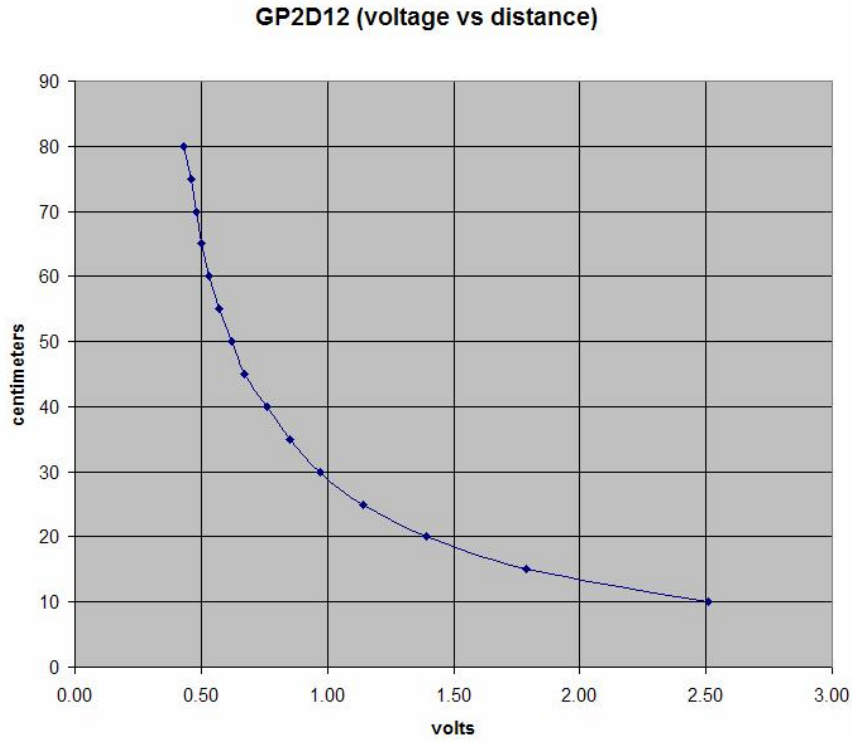
Şekil 3.7. Sharp GP2D12 Mesafe Sensörü

Özellikler;

- Ortam ışığı ve objenin rengine karşı yüksek hassasiyet.
- Harici kontrol devreleri gerektirmez.
- Sensor includes convenient mounting holes
- Tüm BASIC Stamp® ve SX mikrodenetleyiciler ile uyumluluk.



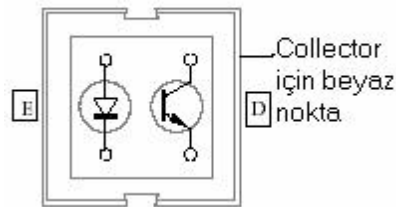
Şekil 3.8. Sharp GP2D12 Mesafe Sensörü Bacak Bağlantıları



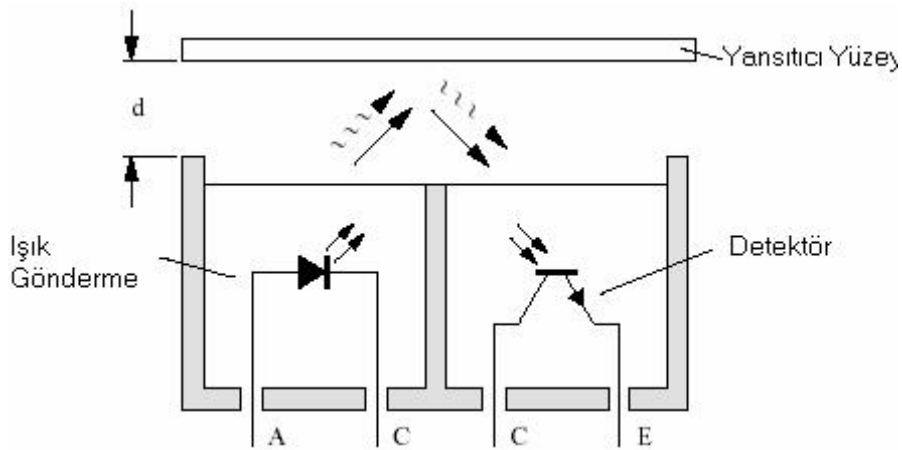
Şekil 3.9. Sharp GP2D12 Mesafe Sensörü Çalışma Karakteristik Eğrisi

### 3.5. CNY 70 Işık Sensörü

CNY70 basit anlamda, ışık yayan ve gönderdiği ışığın yansıyor yansımadağına bakarak, siyahla beyazı ayırt etmekte veya dar bir alanda cisim belirlemede kullanılan bir algılayıcıdır. Kullanılan ışığın dalga boyu 950 nm'dir.

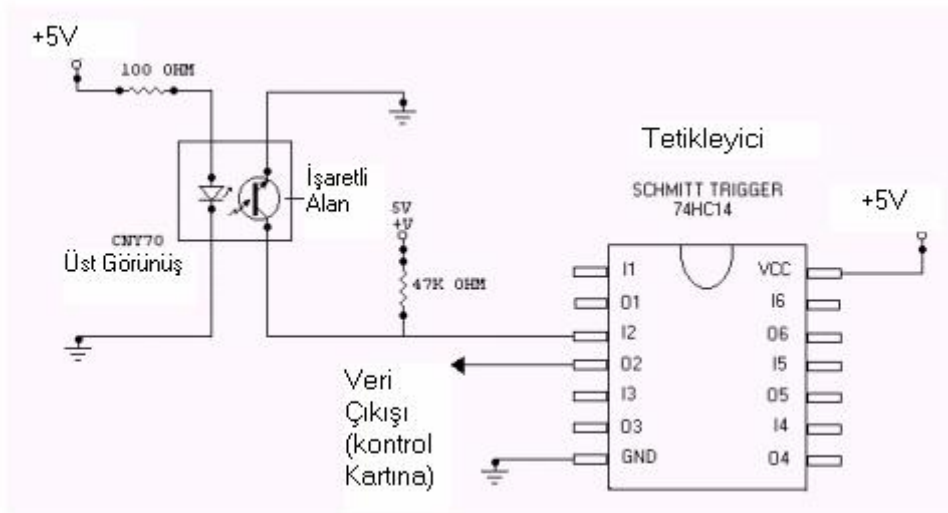


Şekil 3.10. CNY70 Optik Sensörü Bacak Bağlantısı



Şekil 3.11. CNY70 Optik Sensörü Çalışma Prensibi

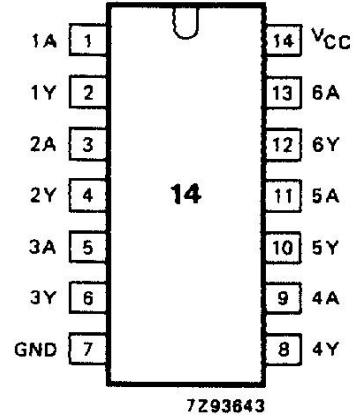
CNY70'den (A-C) gönderilen ışık, bir yüzeye çarparak geri yansır ve kendisi tarafından (C-E) algılanır. Eğer cisim siyah ya da koyu renkse ışık soğurulacağı için (ışık yansımazsa) algılayıcı tarafından algılanamaz, aynı şekilde eğer algılayıcının önünde bir cisim yoksa gönderilen ışık geri dönmeyeceği için siyah cisimdeki gibi ışığı algılayamaz. Eğer CNY70 gönderdiği ışığı algılayamazsa, tetikleyici devre çıkış olarak 1, algılayarsa 0 verir.



Şekil 3.12. CNY70 Optik Sensörü Uygulama Örneği

### 3.6. 74HC14 Schmitt Trigger Tersleyici

İçerisinde 6 tane tersleyici bulunduran schmitt trigger entegresidir. Girişlerine verilen 5V'luk gerilimi çıkışında 0V'a, girişindeki 0V'luk gerilimi çıkışında 5V'a çevirir. Şekil 3.13'te 74HC14'ün pin konfigürasyonu görülmektedir.



Şekil 3.13. 74HC14 Entegresi Pin Konfigürasyonu

## BÖLÜM 4. YANGIN SÖNDÜREN LABİRENT ROBOTUNUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

### 4.1. Sistemin Tanıtılması

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen Yangın Söndüren Labirent Robotu'nda ana kontrol işlemcisi olarak PIC 16f877 seçilmiştir. Dahili iki kanal PWM çıkışı, 10 kanal ADC'si ve uygun fiyatı bu işlemcinin seçilmesinde belirleyici kriterler olmuştur.

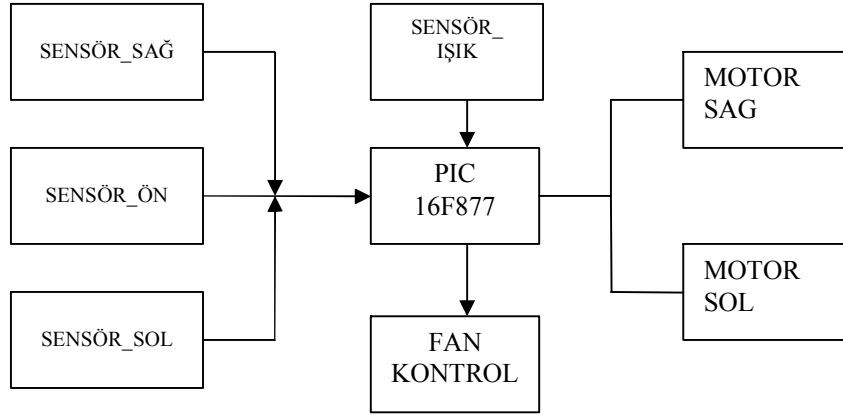
Çalışmada robotun dış dünya ile haberleşmesini sağlamak için iki ayrı sensör çeşidi kullanılmıştır. Bu sensör çeşitlerinden ilki robotun labirentte gezinirken yolunu bulmasını, duvarlara çarpmadan ilerlemesini ve önüne bir engel çıktığında durmasını sağlayacak mesafe sensörleridir. Mesafe sensörü olarak Sharp firmasının ürettiği analog çıkış veren GP2D12 sensörü kullanılmıştır. Uzaklıkla ters orantılı olarak gerilim çıkışı veren bu sensör labirent robotunun rahat ve doğru bir şekilde labirentte ilerlemesi için en uygun sensör olarak görülmüştür.

Robotta kullanılan ikinci tip sensör, oda girişlerindeki beyaz çizgiyi algılayacak olan ışık sensörüdür. Bu amaçla piyasada çok fazla kullanılan ve ucuz bir fiyatla rahatlıkla temin edilebilen CNY 70 sensörü kullanılmıştır.

Robotun hareket aksamı için redüktörlü DC motorlar kullanılmıştır. Bu motorlar SANYO firmasının piyasaya sürdüğü 150:1 redüktör oranlı 150 RPM 6V'luk motorlardır. Çalışmada kullanılan donanım ürünleri ile ilgili ayrıntılı bilgiye 4. bölümde ulaşabilirsiniz.

Robotun karar verme mekanizması klasik mantık kurallarına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple robotun karar mekanizması için mikrodenetleyici ile

bir denetim birimi oluşturulmuştur. Klasik mantık denetim biriminin amacı sensörlerden gelen duvar mesafe bilgilerine göre robotu labirent içerisinde hareket ettirmektir. Ayrıca robotun labirent içerisinde izlediği yol boyunca duvarlara hiçbir şekilde temas etmemesi, yolu tam ortalaması, odalara girişte yer alan beyaz çizgileri algılayarak söndürme fonksiyonunun devreye girmesi de klasik mantık denetim biriminin görevleri arasında yer almaktadır.



Şekil 4.1. Sistemin blok şeması

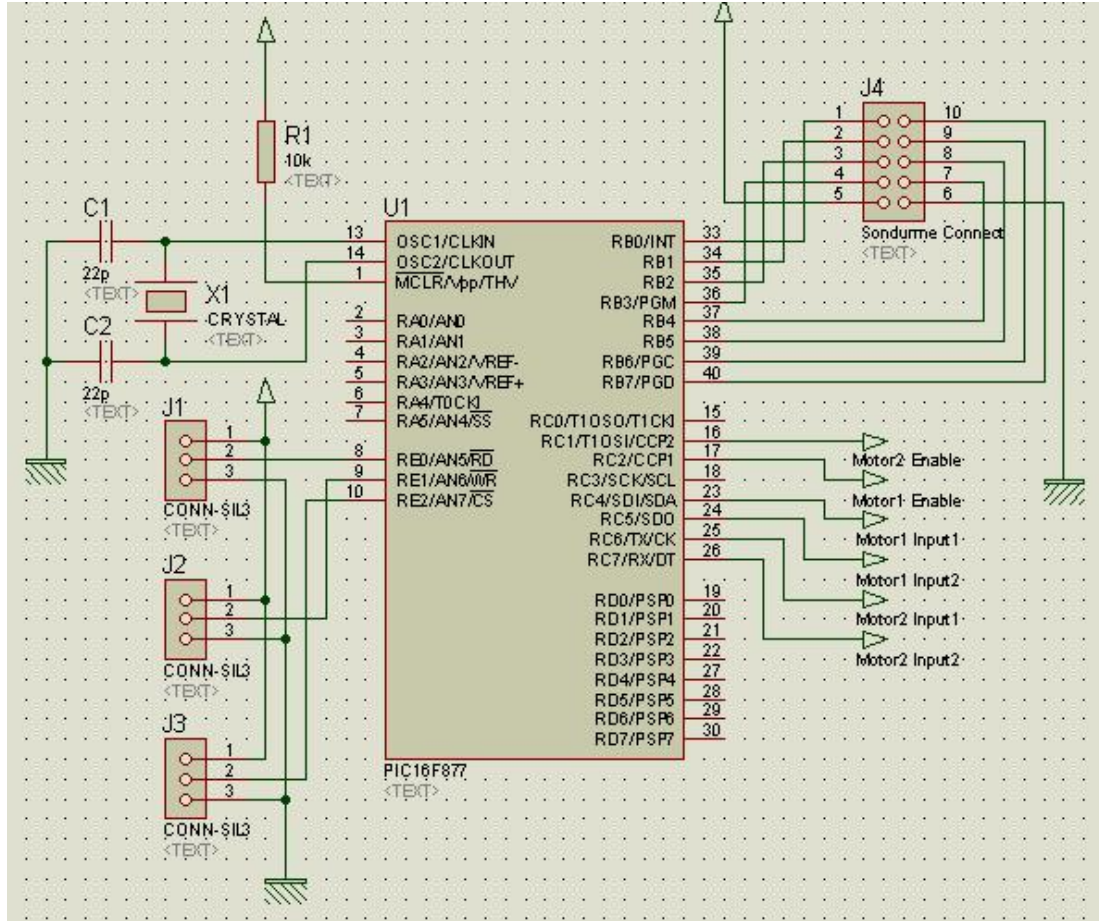
## 4.2. Sistemin Donanım Bilgileri

Robotta iki kontrol kartı bulunmaktadır. Bunlar ana kontrol kartı ve söndürme kontrol kartıdır.

### 4.2.1. Ana kontrol kartı

Robotun ana denetleyicisini bulunduğu, tüm verilerin toplanarak yorumlandığı ve sonuçta fonksiyonların icra edildiği kısımdır. Ana kontrol kartında bulunan Pic 16F877 mikrodenetleyicisi ile tüm donanımlar kontrol edilir ve gerekli işlemler yaptırılır. Robotta bulunan üç mesafe sensörü mikrodenetleyicinin E portu pinlerine bağlanmıştır. Sensörler uzaklık miktarına ters orantılı olacak şekilde çıkışlarında 0 ile 2,5V arasındaki değişen değerlerde gerilim üretirler. ADC pinlerinden oluşan E portu mesafe sensörlerinden gelen analog bilgiyi 10 bitlik dijital forma çevirmede kullanılır. Elde edilen 10 bitlik dijital bilginin hangi aralıklarda nasıl yorumlandığı yazılım bölümünde ele alınacaktır.





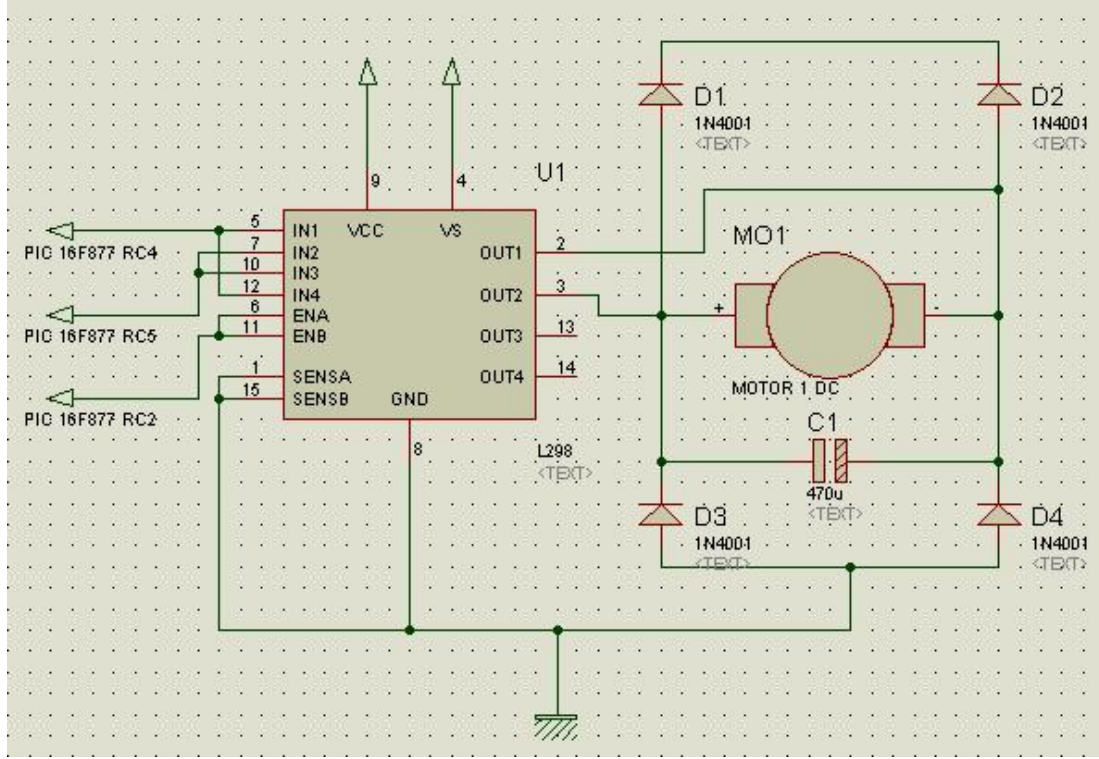
Şekil 4.2. Ana kontrol kartı sensör ve temel bileşenler

Mikrodenetleyicinin harici clock darbe ihtiyacı için 4MHz lik kristal osilatör kullanılmıştır. Ayrıca denetleyicinin MCLR ucu 10k'luk direnç üzerinden +5V'a bağlanmıştır. MCLR ucu lojik-0 mantığı ile çalıştığı için böyle bir bağlantıya ihtiyaç duyulmuştur.

Denetleyicinin B portu söndürme kartı ile bağlantı amacı ile kullanılmıştır. Burada kullanılan DIL-10 soketi ve data kablosu ile kontrol kartı ile söndürme kartının bağlantısı sağlamıştır.

Mikrodenetleyicinin C portu tamamen motor kontrolü için ayrılmıştır. Bunun sebebi motor hız kontrollerinin yapıldığı PWM çıkışlarının C portu içerisinde olmasıdır. Diğer pinler ise motorların yön kontrollerinin yapılması için kullanılmıştır. Robot motor sürücüsü olarak L298 sürücüsü her bir motor için bir tane olacak şekilde

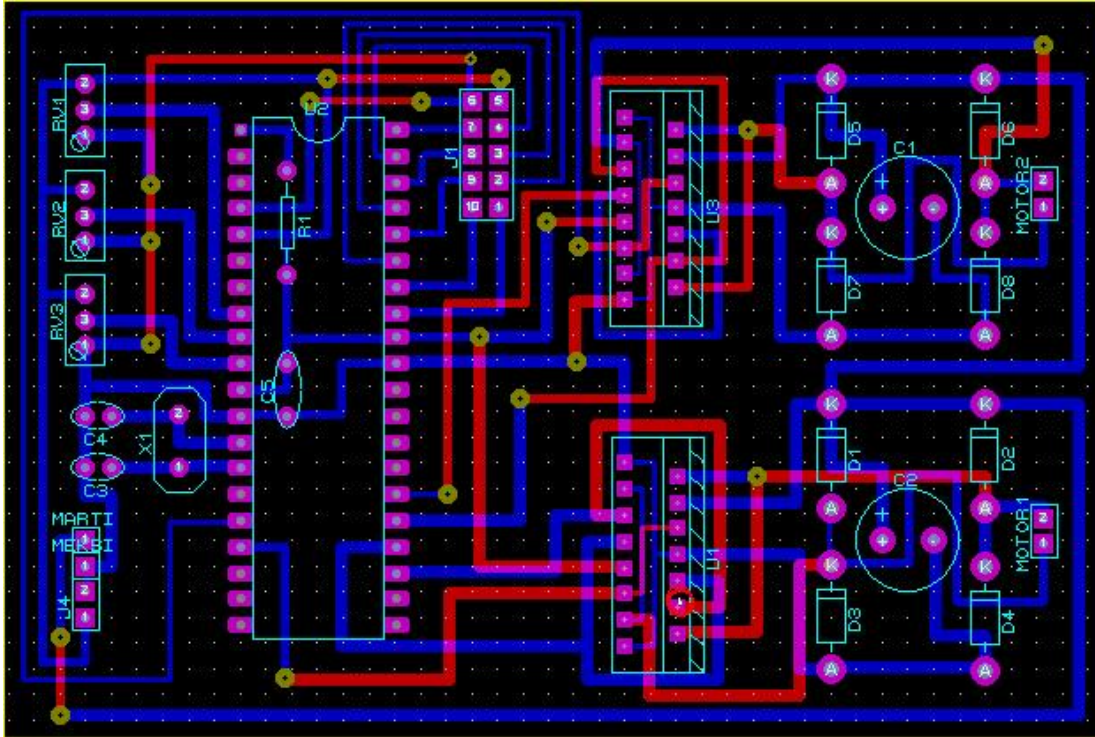
kullanılmıştır. L298 sürücü entegresi ile aynı anda iki DC motor sürülebilmesine rağmen her bir kanalın sağladığı akım miktarı yetersiz kalmış bu sebeple iki sürücü kullanılmıştır.



Şekil 4.3. Ana kontrol kartı motor ve sürücüler

L298'in her bir kanalı 2A'lık çıkış sağlamaktadır. Ancak yukarıda şekilde görülen paralel bağlantı ile iki kanal tek bir motor için hazırlanmış bu sayede her bir motor için 4A'lık bir çıkış elde edilmiştir.

Motorlar devre kaynağından farklı bir 6V'luk akümülatör ile beslenmiştir. Motorların ayrı bir kaynaktan beslenmesinin sebebi aynı kaynak kullanılması durumunda mikrodenetleyicinin kendisini sürekli resetlemesinin engellenmesi içindir. Ayrıca motorları ters gerilimlerden korumak için 4 adet diyot bağlanmıştır.

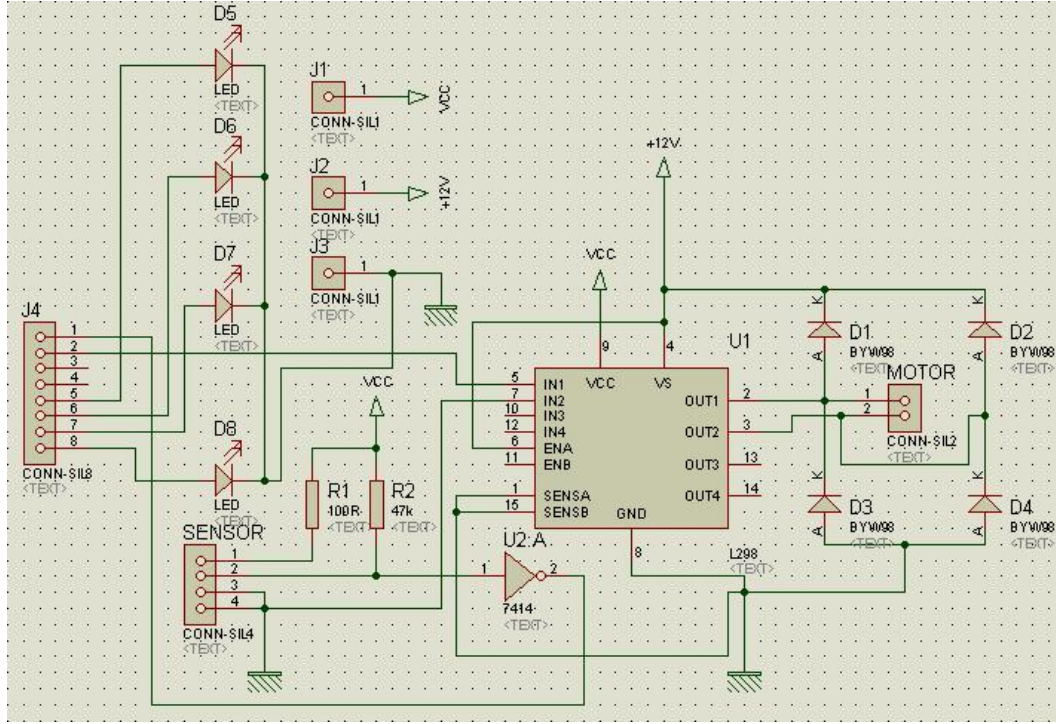


Şekil 4.4. Robot kontrol kartı baskı devre şeması

#### 4.2.2. Söndürme kontrol kartı

Robotun labirentteki oda girişlerindeki beyaz çizgiyi algılaması ve sonrasında fanı devreye sokması işlemlerini gerçekleştiren kontrol kartıdır. Ayrıca robotun çalışma durumunun izlenmesi için kullanılan ledler de bu kart üzerinde bulunmaktadır. Robotun beyaz çizgiyi algılaması için CNY 70 optik sensör kullanılmıştır. Optik sensör çıkışı terslenmesi için 74HC14 inverter entegresine bağlanmıştır. İnverter entegresinin çıkışı ise DIL-10 konnektörü ile B portunun 0. pinine bağlanmıştır. PIC16F877 entegresinin B0 pini aynı zamanda harici kesme ucudur. Bu sayede B0 pinine sinyal gelmesi durumunda robot kesme fonksiyonuna dalarak gerekli işlemleri yerine getirmekte ve fanı devreye sokmaktadır. Tekrar çizgi algılanması durumunda ise fan devreden çıkarılmaktadır.

Fan kontrolü için yine L298 entegresi kullanılmıştır. Fan için kullanılan motor robotun hareketi için kullanılan motorlardan farklı olarak 10:1 redüktörlü ve 750 RPM'lik bir DC motordur.



Şekil 4.5. Söndürme kontrol kartı açık devre şeması

Robotun çalışma durumlarının takip edilmesi için kullanılan ledlerin her bir fonksiyondaki çalışma şekilleri aşağıda belirtildiği gibidir;

İleri fonksiyonu

LED 1 Açık

LED 2 Kapalı

LED 3 Kapalı

LED 4 Kapalı

Sağa dönme fonksiyonu

LED 1 Kapalı

LED 2 Açık

LED 3 Kapalı

LED 4 Kapalı

Sola dönme fonksiyonu

LED 1 Kapalı

LED 2 Kapalı

LED 3 Açık

LED 4 Kapalı

Sağa çekme fonksiyonu

LED 1 Açık

LED 2 Açık

LED 3 Kapalı

LED 4 Kapalı

Sola çekme fonksiyonu

LED 1 Açık

LED 2 Kapalı

LED 3 Açık

LED 4 Kapalı

Söndürme fonksiyonu

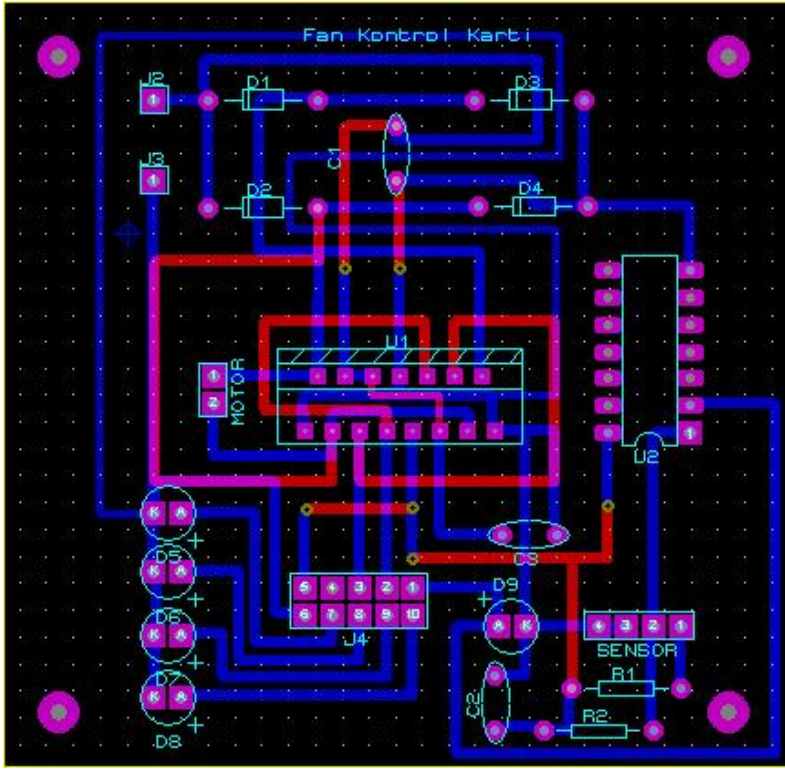
LED 1 Açık

LED 2 Açık

LED 3 Açık

LED 4 Açık





Şekil 4.6. Robot söndürme kartı baskı devre şeması

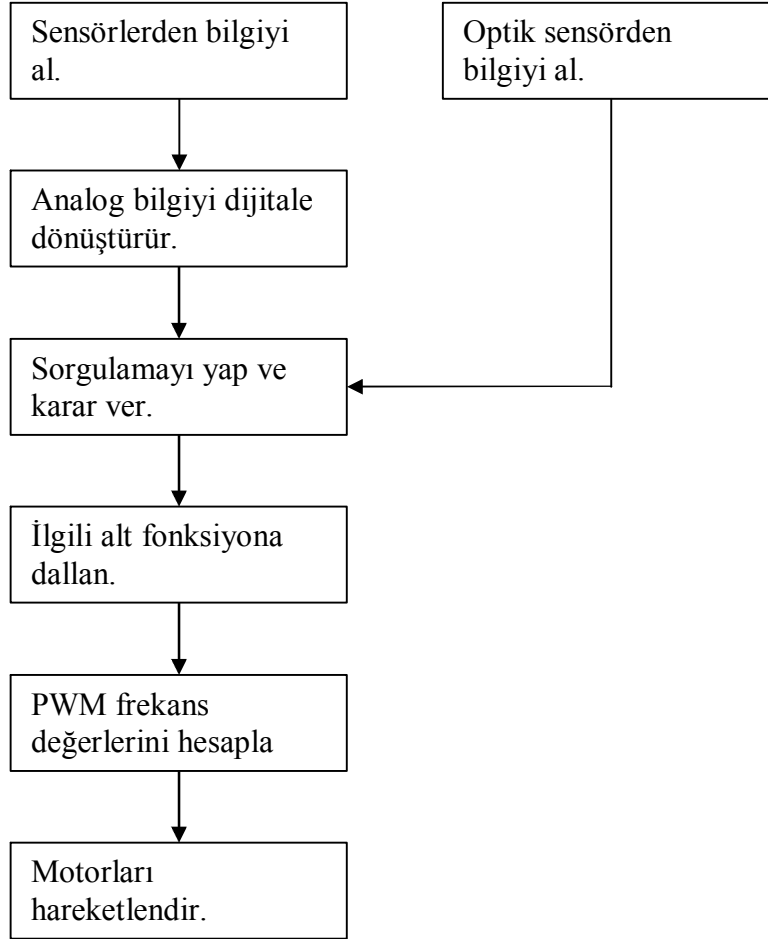
#### 4.3. Sistemin Yazılımı Bilgileri

Robotun yazılımı CCS C programlama dili ile hazırlanmıştır. Hazırlanan programın derlenmesi için de PIC C Compiler kullanılmıştır.

Robotun toplamda altı adet yeteneği bulunmaktadır. Bunlar ileri, sağadön, sağaçek, soladön, solaçek ve söndürme olarak belirlenmiştir. Robotun labirent içerisinde yolunu bulmasında ve labirenti tamamlayıp başladığı yere geri dönmesinde sağ duvarı takip etme mantığı uygulanmıştır. Bu mantığa göre robot iki ya da üç ayrı açıklık söz konusu olduğunda her zaman sağ tarafa dönmeyi tercih edecektir.

Robotun yönünü bulması, labirent içerisinde yolu ortalayarak ilerlemesi ve gerekli dönüşleri yapması için iki adet mesafe sensörü kullanılmıştır. Bu sensörlerden ilki önsensör olarak çalışmakta ve robotun yolunun kapalı mı yoksa açık mı olduğunu anlamasını sağlamak için kullanılmıştır. İkinci mesafe sensörü de sağ duvar takibi

mantığı kullanıldığı için robotun sağına bağlanmıştır. Bu sensör ile robotun dönüşlerinin belirlenmesi sağlamaktadır. Robotun program algoritması Şekil 4.7' de görülmektedir.



Şekil 4.7. Sistem yazılımının genel algoritması

Sensörlerden gelen analog bilgiler ADC ile 10 bitlik dijital bilgiye çevrilmektedir. Daha sonra yön ve hareket tespiti için de bu dijital bilgi ön sensörde 2, sağ sensörde 4 ayrı kademede değerlendirilmektedir. Bu kademeler aşağıda belirtildiği gibi sınıflandırılmıştır;

Ön sensör değeri  $\geq 375$  ise; robotun önü kapalı,

Ön sensör değeri  $< 375$  ise; robotun önü açık.

Sağ sensör değeri 0 ile 200 arasında ise; robotun sağında duvar yok,

Sağ sensör değeri 200 ile 300 arasında ise; robot sağ duvardan uzakta,  
 Sağ sensör değeri 300 ile 350 arasında ise; robot labirentin tam ortasında  
 Sağ sensör değeri  $\geq 350$  ise; robot sağ duvara çok yakın.

Belirlenen sensör değer aralıklarına göre robotun yapacağı hareketler Tablo 4.1'de belirtildiği gibidir;

Tablo 4.1. Robotun Sensör Bilgilerine Göre Hareket Durumları

Ö. Sensör	Sağ Sensör	Karar
Açık	Açık	Sağa Dön
Açık	Uzak	Sağa Çek
Açık	Normal	İleri
Açık	Yakın	Sola Çek
Kapalı	Açık	Sağa Dön
Kapalı	Uzak	Sola Dön
Kapalı	Normal	Sola Dön
Kapalı	Yakın	Sola Dön

Robotun sensörlerden gelen bilgilere göre yapacağı hareketleri belirleyen program bölümü aşağıda belirtildiği gibidir;

```
while(1)
{
  delay_ms(45);
  sensor_oku();
  if (on_deger <= 375)
  {
    if(sag_deger>350)
      solacak();
    else if(sag_deger<=350 && sag_deger>300)
      ileri();
    else if(sag_deger<=300 && sag_deger>150)
      sagacak();
    else if(sag_deger<=150 && sag_deger>0)
    {
      ileri();
      delay_ms(1300);
      sensor_oku();
    }
  }
}
```



```

        if(on_deger > 275)
            sagadon();
        else
            sagadon_2();
    }
}
if (on_deger > 375)
{
    if(sag_deger>150)
        soladon();
    else if(sag_deger<=150 && sag_deger>0)
        sagadon();
}

```

Robotun belirlenmiş altı yeteneği programda alt fonksiyonlar olarak hazırlanmıştır. Söndürme fonksiyonu CNY70 optik sensöründen gelen bilgi ile, diğer fonksiyonlar ise SHARP GP2D12 mesafe sensörlerinden gelen bilgiler ile değerlendirilmektedir.

#### 4.3.1. Sağa dönme fonksiyonu

Gerekli sensör değerleri sağlandığında sağ motorun geri sol motorun ileri döndürülmesi ile gerçekleştirilir. Her iki motorunda PWM değerleri birbirine eşit olarak belirlenmiştir. Sağa dönme fonksiyonu 750 msn'lik bir ezberletilmiş hareket olarak gerçekleştirilmektedir. Dönme işlemi tamamlandığında robota 700 ms süre ile ileri gitme hareketi yaptırılmaktadır. Bunun sebebi sağ sensörün robotun en uç noktasında olması ve bu sebeple sağa dönüş hareketi tamamlandığında robotun şaşırmasının engellenmesi içindir.

```

void sagadon()
{
    set_pwm1_duty(100);
    set_pwm2_duty(100);
    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_low(input3);
    output_high(input4);
    delay_ms(750);

    ileri();
    delay_ms(700);
}

```

#### 4.3.2. Sola dönme fonksiyonu

Gerekli sensör değerleri sağlandığında sağ motorun geri sol motorun ileri döndürülmesi ile gerçekleştirilir. Her iki motorunda PWM değerleri birbirine eşit olarak belirlenmiştir. Sağa dönme fonksiyonu 750 msn'lik bir ezberletilmiş hareket olarak gerçekleştirilmektedir.

```
void sagadon()
{
    set_pwm1_duty(100);
    set_pwm2_duty(100);
    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_low(input3);
    output_high(input4);
    delay_ms(750);
}
```

#### 4.3.3. Sağa çekme fonksiyonu

Robotun sağ duvardan uzaklaştığı durumlarda yolu ortalaması için kullanılan alt fonksiyondur. Sol motorun PWM frekansının sağ motordan daha fazla yapılması ile sağlanır.

```
void sagacek()
{
    set_pwm1_duty(140);
    set_pwm2_duty(70);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);

    delay_ms(50);
}
```

#### 4.3.4. Sola çekme fonksiyonu

Robotun sol duvardan uzaklaştığı durumlarda yolu ortalaması için kullanılan alt fonksiyondur. Sağ motorun PWM frekansının sol motordan daha fazla yapılması ile sağlanır.

```
void solacek()
{
    set_pwm1_duty(70);
    set_pwm2_duty(140);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);

    delay_ms(50);
}
```

#### 4.3.5. İleri gitme fonksiyonu

Robotun her iki duvara da eşit mesafede olması durumunda hareketine aynı şekilde devam etmesi için hazırlanan fonksiyondur.

```
void ileri()
{
    set_pwm1_duty(200);
    set_pwm2_duty(200);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);

    delay_ms(100);
}
```

#### 4.3.6. Söndürme fonksiyonu

Robotun oda girişlerindeki beyaz çizgiyi algılaması sonucunda fanın çalışmasını ya da kapanmasını sağlayan fonksiyondur. Harici kesme mantığına göre çalışır.

Fonksiyon dâhilinde bir sayma işlemi yapılır. Yapılan sayım işlemine göre her tek sayı durumunda fan devreye girerken, çift sayılarda ise fan devreden çıkmakta ve sayma değeri sıfırlanmaktadır. Ayrıca bu fonksiyon ile robotun mumları daha rahat söndürmesi için sağ sensör değer aralıkları yeniden düzenlenerek, robotun sağ duvara daha yakın gitmesi de sağlanmaktadır.

```
#int_ext
void sondurme()
{
    output_high(pin_b1);
    output_high(pin_b3);
    output_high(pin_b5);
    output_high(pin_b7);

    sondurme_sayisi++;
    if(sondurme_sayisi==1)
    {
        output_low(fan_0);
        output_high(fan_1);
        yakinlik=100;
    }
    if(sondurme_sayisi==2)
    {
        output_low(fan_0);
        output_low(fan_1);
        sondurme_sayisi=0;

        output_low(pin_b1);
        output_low(pin_b3);
        output_low(pin_b5);
        output_low(pin_b7);

        yakinlik=0;
    }
}
```

#### 4.3.7. Sensör değerleri okuma fonksiyonu

Robotun sürekli olarak doğru hareketleri yapabilmesi için her an sonsuz bir döngü içerisinde mesafe sensörlerinin değerlerinin okunması gerekmektedir.

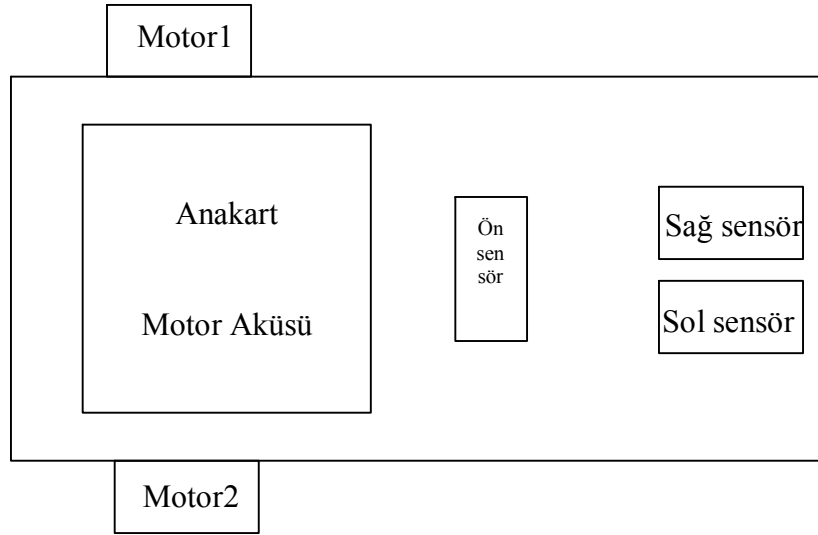
```
void sensor_oku()
{
    set_adc_channel(5);
    delay_us(20);
    on_deger=read_adc();

    set_adc_channel(6);
    delay_us(20);
    sag_deger=read_adc();
}
```

#### 4.4. Robotun Fiziksel Özellikleri

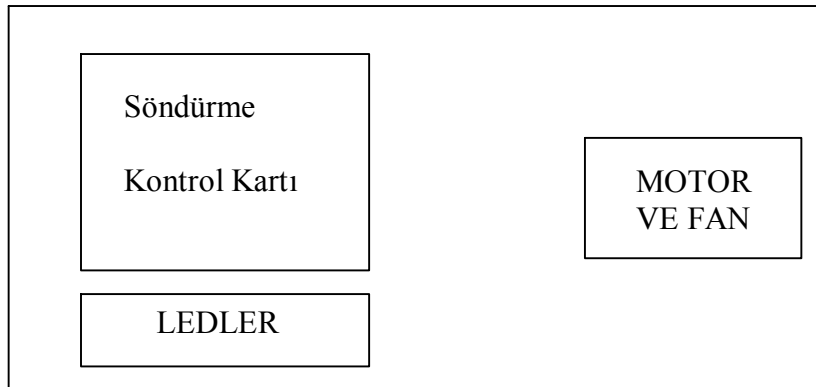
Robot fiziksel olarak iki ayrı kat şeklinde tasarlanmıştır. İlk kat robotun şasesini oluşturmakla birlikte alt ve üst yüzeylerine paça ve birim montajları yapılmıştır. Birinci katın üst yüzeyinde motorların beslemesi için kullanılan 6V'luk bir akü, akünün tam üzerine gelecek şekilde araya izolasyon maddesi konularak ana kart monte edilmiştir. Ayrıca sağ ve sol sensörler direkt şaseye, ön sensör ise ana kartın üstüne monte edilmiştir. Sensörlerin montajında ölçüm hassasiyet mesafesi dikkate alınmıştır. Sharp GP2D12 sensörleri 10-80cm aralığında ölçüm yapabildiğinden sağ ve sol sensörler şase bitiminin 5cm içerisinde, ön sensör ise yine şase bitiminin 10cm içerisinde olacak şekilde montajı yapılmıştır.

Birinci katın alt yüzeyinde ise ana kartın beslemesini sağlayan pil yuvası, robotun hareketini sağlayan motorlar ve oda girişlerindeki beyaz çizgiyi algılayacak CNY 70 optik sensörün montajı yapılmıştır. Ana kartın beslemesini sağlayan pil yuvasının gerilimi 5V'tur.



Şekil 4.8. Robotun kontrol kartının blok şeması

Robotun ikinci katı ise söndürme işlevinin gerçekleştirildiği kısımdır. Burada söndürme ile ilgili kontrol kartı ve bu kart üzerinde robotun çalışma durumunu gösteren ledler bulunmaktadır. Ayrıca bu katta söndürme amacıyla kullanılan motor ve bu motora bağlı fanda bulunmaktadır. İkinci bölümdeki söndürme kartı anakart tarafından kontrol edildiğinden, iki kart arasındaki haberleşme bir data kablosu ile sağlanmaktadır.

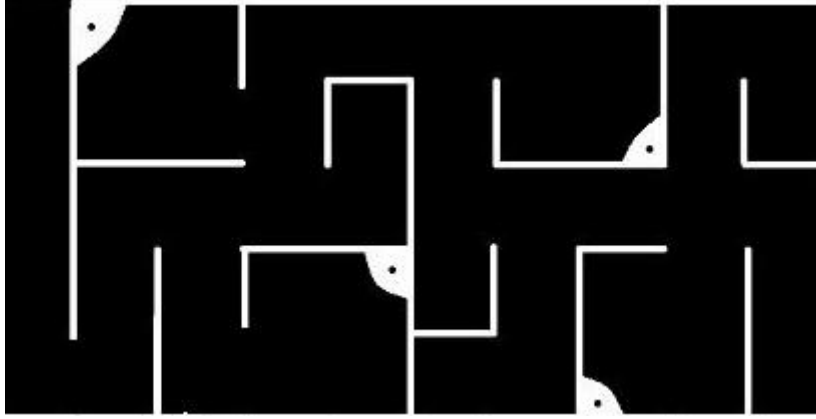


Şekil 4.9. Robotun söndürme kartının blok şeması

#### 4.5. Robot Çalışma Parkurunun Özellikleri

Hazırlanan robot, parkura özel olarak programlanmıştır. Bu nedenle herhangi bir alanda anlamlı bir çalışma yapamayacaktır. Parkurun tasarlanmasında 2009 İstanbul

Teknik Üniversitesi Robot Olimpiyatları Yangın Söndüren Robot Kategorisinde kullanılan parkur referans olarak alınmıştır.



Şekil 4.10. Robotun çalışacağı parkur

Parkur Özellikleri:

1. Parkur alanının boyutları  $4 \times 4 \text{ m}^2$
2. Labirentlerin yol genişliği 40 cm
3. Zemin siyah renk
4. Labirentin duvarları suntadan ve beyaz renkli olacaktır. Duvarların ısı yalıtımlı
5. Duvarların yüksekliği 30 cm
6. Labirentin içinde 4 tane oda ve her odanın içinde 1 tane yanan mum
7. Odaların girişleri zeminde beyaz şeritle belirtilmiş.

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzün en popüler teknolojilerinden biri olan robot teknolojisinin, insanoğluna sunduğu kolaylıklar ile daha uzun yıllar boyunca popülaritesinden bir şey kaybetmeyeceği açıkça anlaşılmaktadır. Bu teknolojinin ilk yıllarında ortaya koyulan çalışmalar daha çok şov ve gösteri amaçlı olmuştur. Ancak ilerleyen yıllarda robotlar daha çok fonksiyonel hale getirilmiş ve belirli bir amaca yönelik üretilmeye başlanmıştır. Bu değişimden en çok sanayi sektörü etkilenmiş ve üretim aşamalarında robotlar, hatırı sayılır bir derecede yer almaya başlamıştır. Makine ve bilgisayarlara insansı düşünme yeteneklerinin kazandırılması ile robot teknolojisinde yeni bir çığır açılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen Yangın Söndüren Labirent Robotu'nun iki ayrı görevi vardır. Bu görevlerden ilki labirentte yolunu bulmak ve ikincisi ise odalara girip fanı devreye sokarak mumları söndürmektir. Bu sebeple ilk olarak robotun görevlerini yerine getirebilmesi için yapması gereken yetenekler tespit edilmiş ve program algoritması oluşturulmuştur.

İkinci aşamada, robotu oluşturacak en uygun parçaların tespiti yapılmıştır. Uygun parçalar belirlendikten sonra robotun ana kartının tasarımı yapılmıştır. İlk olarak tek DC motor sürücüsü ile yapılan ana kartın ihtiyaçlara karşılık verememesi nedeniyle yeni ana kart tasarlanmış ve motorlar çift sürücü ile sürülmüştür.

Ana kart hazırlandıktan sonra, geçici bir şase ile tüm parçaların montajı yapılmış ve robot ilk denemeler için hazır hale getirilmiştir. Ayrıca yol genişliği 40 cm ve duvar uzunluğu 30 cm olan geçici bir labirent parkur da robotun denenmesi için hazırlanmıştır.



İlk denemedeki hedef, robotun düz bir yolda, yolu tam ortalayarak ilerlemesi idi. Burada yaşanan sorun DC motorların her ne kadar aynı olsa da üretim toleranslarından dolayı, çok az bir farkla da olsa birinin diğerinden daha hızlı olması ve robotun sürekli olarak bir yöne doğru meyilli hareket etmesidir. Bu sorun sağa ve sola çekme fonksiyonları ile çözülmüş ve robotun labirentte kendini yola göre ortalayarak ilerlemesi sağlanmıştır.

İkinci denemede ise robotun yol boyunca ilerledikten sonra, çıkmaz yola geldiğinde 180°'lik bir dönüş yapıp tekrar yoluna devam etmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, robota geri dönme fonksiyonu hazırlanmış ve olumlu sonuç alınmıştır. Ancak robotun ilerleyen aşamalarında hem programın azaltılması hem de bellek alanından kazanılması için geri dönme fonksiyonu iptal edilmiştir. Robotun geri dönmesi gerektiği yerlerde iki kez sola dönme fonksiyonu icra edilerek bu durum çözüme kavuşturulmuştur.

Üçüncü denemede, robotun sağa ve sola dönme fonksiyonları hazırlanmış ve robota bu yetenekler kazandırılmıştır. İlk denemelerde, robot döneceği taraftaki motorun etrafında döndürülmeye çalışılmıştır. Ancak bu dönüş robot için sorun teşkil ettiğinden, dönüşler, robotun merkezi eksenli hale getirilmiştir. Diğer bir ifade ile dönüşlerde, bir motor ileri diğer motor ters yöne döndürülmüştür.

Labirent içerisinde hareket etmesi için gerekli yeteneklerin kazandırılmasından sonra robota kalıcı bir şase hazırlanmıştır (Şekil 4.2., 4.3., 4.4.). Kalıcı şasenin tasarımında, geçici şase ile gerçekleştirilen deneme tecrübeleri de dikkate alınmıştır. Örneğin, dönüşlerde tekerlekler labirent köşelerine takıldığı için yeni şasede tekerlekler şaseye gömülü hale getirilmiştir. Yine takılmaların önlenmesi amacıyla şasenin tamamında dik açılı tüm noktalar yuvarlatılmıştır.

Robot denemelerinin yapılması için kalıcı bir parkur tasarlanmıştır (Şekil 10). Hazırlanan parkurun yol genişliği 40cm, duvar uzunluğu ise 30cm'dir. Ayrıca mumlar için parkura iki adet oda da yapılmıştır. Odalar 80cm x 80cm kare şeklindedir. Odaların bir köşesinde 40cm genişliğinde bir kapı bulunmaktadır ve kapı girişlerinde beyaz bant ile işaretlenmiştir.

Robot hazırlıklarının son aşaması ise, söndürme yeteneğinin kazandırılmasıdır. Bu amaçla robota optik sensör montajı yapılarak oda girişlerindeki beyaz bant algılamasının yapılması sağlanmıştır. Ayrıca mumların söndürülmesi amacıyla bir söndürme kartı tasarlanmış ve devre gerçekleştirilerek robota entegre edilmiştir(Şekil 4.5, 4.6).

İlk denemelerde beyaz çizginin algılanması işlevi normal giriş/çıkış fonksiyonları ile gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Ancak, robot herhangi bir fonksiyonu icra ederken beyaz çizgi üzerinden geçtiği durumlarda algılama hassasiyeti düşmüş ve beyaz çizgiye tepki vermemesine neden olmuştur. Beyaz çizgi algılama işleminin harici kesme fonksiyonu ile yapılmasından sonra bu sorun da çözüme kavuşturulmuştur.

Son olarak mumları söndürmede kullanılan fanın denemeleri yapılmıştır. Yeteri kadar şiddetli hava üfleyen fan bulunamaması nedeniyle yüksek devirli bir DC motor fan olarak kullanılmış ve olumlu sonuç alınmıştır.

Robotun parkurdaki son denemelerinden alınan olumlu sonuçlar sonrasında robotun hazırlanması aşamaları tamamlanmıştır.

Yapılan bu tez çalışması kapsamında hazırlanan robotun tasarlanması aşamalarında Bulanık Mantık tabanlı kontrol de ihtimaller arasında yer almaktaydı. Bu amaçla Bulanık Mantıkla kontrol çalışmaları yapılmış, sensör değerlerine göre üyelik fonksiyonları ve değer aralıkları belirlenmiş, kural tablosu hazırlanmıştır. Elde edilen çalışma sonuçlarına göre robotun programı Bulanık Mantığa göre de hazırlanmıştır. Ancak kullanılan sensörlerin her bir ölçüm için geçirmesi gereken 40ms'lik bekleme süresi, sistemin tepkime süresine olumsuz etkide bulunmuştur. Ayrıca hareket mekanizması için kullanılan 150:1 redüktör oranlı DC motorlarda gelen anlık değişim isteklerine cevap verememiş ve sistem olması gerektiği gibi hızlı, ivmeli ve hassas çalıştırılamamıştır. Bu sebeplerden dolayı robotun karar verme mekanizması bulanık mantıktan klasik mantığa çevrilmiştir. PIC 16F877'nin klasik kontrol algoritmaları ile daha kararlı çalıştığı sonucuna varılmıştır. Bunun sebebi mikrodenetleyicinin sahip olduğu 8 bitlik data yolunun Bulanık Mantık kontrol algoritmaları için yeterli olmamasıdır.

Robotun labirent ve odalarda nasıl hareket edeceğine karar vermede en önemli donanım parçası durumunda olan mesafe sensörleri ilk denemelerde ön, sağ ve sol tarafta birer tane olacak şekilde üç adet kullanılmış ve robotun hareketi herhangi bir doğrultuda sınırlandırılmamıştır.

Sensör değerleri programda 10 bitlik oldukları için programda “long” tipi değişkenler olarak kullanılmışlardır. Bu durumun sonucu olarak üç ayrı değişken PIC bellek alanında çok fazla yer kaplamıştır. Ayrıca hem sağ hem de sol sensörün aynı okunması ve işleme tabii tutulması karar süresini geciktirmiştir.

Robot aynı anda birden fazla yol açıklığına geldiğinde hangi yola gideceği konusunda da sorunlar yaşanmış, robot bu durumlarda malzeme toleranslarına göre karar vermiştir. Bu durum dengesiz bir çalışmaya neden olmuş ve robotun her odaya girememesi gibi bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Bu sorun robotun sürekli olarak sağ duvarı takip etmesi ve bu doğrultuda hareket etmesinin sağlanması ile çözülmüştür. Bu sayede robot labirent içerisinde her yolu atlamadan gezmiş ve odaların tamamına girmeyi başarmıştır. Bu düzenlemenin tek olumsuz tarafı robotun gerekli gereksiz labirentin her yerini dolaşması ve parkur tamamlama süresinin uzamasıdır.

Bu durumun sonucu olarak ayrıca sol mesafe sensörü gereksiz hale gelmiş ve robottan çıkarılmıştır. Paralel olarak program yeniden düzenlenmiş ve mikrodenetleyici belleğinde de yer açılmıştır. Ayrıca bir sensör azaltıldığı için robotun maliyeti de düşürülmüştür.

Robotun ilk hazırlanan ana kartı her iki motorda aynı sürücüye bağlanacak şekilde tasarlanmıştır. Bu durumda L298’in her bir kanalı için geçerli olan çıkış akımı motorlar için yeterli olmamıştır. Bu durum robotun akünün ağırlığını kaldıramaması ve bunun sonucu olarak da ya yavaş gitmesi ya da bir motorun hiç hareket edememesi gibi sonuçlarla anlaşılmıştır. İstenmeyen bu durum yeni ana kart tasarımı ile aşılmıştır. Yeni ana kartta her motor için bir L298 sürücüsü kullanılmış ve her sürücünün giriş ve çıkışları paralel bağlanarak akım kazancı iki katına çıkarılmıştır.

Hazırlanan yeni ana kartta B portu 10'luk konektör olarak kullanılmıştır. Bu uygulama ile robotun olabilecek ekstra bağlantılara esneklik sunması ve yeni uygulamalar için kullanılabilmesi sağlanmıştır.

Robot için hazırlanan program 216 satırdan oluşmaktadır. Bulanık mantık prensibine göre oluşturulmuş program ise yaklaşık 800 satırdan oluşmaktaydı. Bu durum programın hantal bir yapıda olmasına sebep olmuştur. Klasik mantıkta hazırlanan program her döngü için yaklaşık 2-3 saniyede arasında bir süreye ihtiyaç duymaktadır. Her bir döngü süresinin kısılması robotun hassasiyetinin artışına katkı sağlamaktadır.

Şimdiye dek yapılan değerlendirmelerin ışığında robotun gerçekleştirilmesinde dikkate alınan etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Maliyet
2. Karar verme hızı
3. Sistem karmaşıklığı
4. Sistem donanım parçalarını bulma zorluğu
5. Sistem hassasiyeti
6. Sistem yazılımı

Hazırlanan robot ile 16-18 Nisan tarihlerinde İstanbul Teknik Üniversitesinin düzenlediği 3. robot olimpiyatlarına yangın söndüren robot kategorisinde katılım sağlanmıştır. Tümü üniversitelerden oluşan 9 robotun yarıştığı bu kategoride robotumuz hatasız bir şekilde yarışmasını tamamlayarak birinci olmuştur.

## KAYNAKLAR

- [1] AHLGREN, J., D., VERNER, I., An International View Of Robotics As An Educational Medium, International Conference on Engineering Education Manchester, U.K., 2002
- [2] DE SANTIS, A., SİCİLİANO, B., VİLLANİ, L., Fuzzy Trajectory Planning and Redundancy Resolution for a Fire Fighting Robot Operating in Tunnels Robotics and Automation, 2005. ICRA 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on, On page(s): 472- 477, 2005
- [3] KIMURA, H., HİROSE, S., Active wheel passive joint articulated mobile robot. Intelligent Robots and System, 2002. IEEE/RSJ International Conference Dept. of Mechano-Aersp. Eng., Tokyo Inst. of Technol., Japan; 823- 828 vol.1, 2002
- [4] NİSHİ, A., Development of wall-climbing robots, Computers & Electrical Engineering. Vol. 22, no. 2, pp. 123-149., 1996,
- [5] CHİEN, T., L., GUO, H., SU, K.L., SHİAU, S.,V., Develop a Multiple Interface Based Fire Fighting Robot, Wu-Feng Inst. of Technol., Chia-Yi, Mechatronics, ICM2007 4th IEEE International Conference, 1-6, ISBN: 1-4244-1183-1, 2007
- [6] AVANZATO, R., Mobile robotics for freshman design, research, and high school outreach, Pennsylvania State Univ., Abington, PA, Systems, Man, and Cybernetics, 2000 IEEE International Conference on Volume: 1, On page(s): 736-738 vol.1, 2000
- [7] PETER, M., W., ANDRES, C., WEİ, M., S., Robot modularity for self-reconfiguration, Sensor Fusion and Decentralized Control in Robotic Systems II, Proc. SPIE, Vol. 3839, 236 (1999); DOI:10.1117/12.360344, 1999
- [8] MEİSBURGER, S., HUBLER, A., Chaos in Wall Following Robots, Santa Fe Institute, 1399 Hyde Park Road, New Mexico 87501, USA, PACS numbers: 05.45.Ac, 05.45.Gg, 05.45.Pq, 2005

- [9] MARTINS, L., MACHADO, R., F., Commanding Mobile Robots With Chaos, ABCM Symposium Series in Mechatronics – Vol 1. pp 40-46, 2004
- [10] MILLER, L., RODRIGUEZ, D., ALLEN, K., MAKEEV, M., Firebot: Design of an Autonomous Fire Fighting Robot, Department of Electrical and Computer Engineering University of Florida, 2008
- [11] AHLGREN, D., VERNER, M., An International View Of Robotics As An Educational Medium, Trinity College, 2002
- [12] BRADSHAW, A., The UK Security and Fire Fighting Advanced Robot Project, Advanced Robotic Initiatives in the UK, IEE Colloquium on, 1/11/4, 2002
- [13] PACK, D., J., AVANZATO, R., AHLGREN, D., J., VERNER, I.,M., Fire-fighting mobile robotics and interdisciplinary design-comparative perspectives, Education, IEEE Transactions on, page(s): 369- 376, 2004
- [14] DUBEL, W., GONGORA, H., BECHTOLD, K., DIAZ, D., An Autonomous Firefighting Robot, Department of Electrical and Computer Engineering Florida International University, Miami, FL 33199, 2003
- [15] WEED, G., SCHUMACHER, M., MCVAY, S., LANDES, J., Pokey the Fire Fighting Robot, A Logical Design Using Digital and Analog Circuitry Submitted by Group 7: Gerald Weed, 1999
- [16] ALP, O., Gezgin Robotlarda Eş Anlı Haritalama Ve Konum Belirleme, Baskent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı 2007
- [17] ARICI, V.,Engellerin Bulunduğu Ortamda Gezgin Robotun En İyi Yolu Bulması ve İzlemesi, Baskent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008
- [18] BOLTON, W., Mechatronics Electronic Control Systems in Mechanical Engineering, Longman Group Ltd., 2005
- [19] AUSLANDER, M., DAVID, C., KEMPF, J., Mechatronics Mechanical System Interfacing, Prentice-Hall International Ltd. 1996
- [20] BRADLEY, D., DAWSON, D., BURD, N., C., LOADER, A., J., Mechatronics Electronics in Products and Processes, Chapman and Hall, 2000

- [21] FRASER, C., MILNE, J., Integrated Electrical and Electronic Engineering for Mechanical Engineers McGraw-Hill International Ltd.,1994
- [22] HISTAND, M., Alciatore, Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, McGraw-Hill Book Co.,1998
- [23] JOHNSON, J., PHILIP, P., Mechatronics; Designing Intelligent Machines, Volume 2: Concepts in Artificial Intelligence, Butterworth-Heinemann Ltd., 1995
- [24] MACCONAILL, P., DREWS, P., ROBROCK, K, Mechatronics & Robotics, I, IOS Press., 1991
- [25] RZEVSKI, G., Mechatronics; Designing Intelligent Machines, Volume 1: Perception, Cognition and Execution, Butterworth-Heinemann Ltd. 1995
- [26] DEVDAS, S., KOLK, A., Mechatronics System Design, PWS Publishing Company, Inc, 1997
- [27] WOLFRAM, S., Analytical Robotics and Mechatronics, McGraw-Hill, Inc., 1995

## EKLER

### Ek A. Robot Yazılımı

```
#include<16F877A.h>
```

```
#device adc=10
```

```
#fuses XT, NOWDT, NOPROTECT, NOBROWNOUT, NOPUT
```

```
#use delay(clock=4000000)
```

```
#define input1 pin_c4
```

```
#define input2 pin_c5
```

```
#define input3 pin_c6
```

```
#define input4 pin_c7
```

```
#define fan_0 pin_b2
```

```
#define fan_1 pin_b4
```

```
unsigned long int on_deger, sag_deger;
```

```
int fan_degeri, sondurme_sayisi, yakinlik;
```

```
void sensor_oku()
```

```
{
```

```
    set_adc_channel(5);
```

```
    delay_us(20);
```

```
    on_deger=read_adc();
```

```
    set_adc_channel(6);
```

```
    delay_us(20);
```



```
    sag_deger=read_adc();
}
void solacek()
{
    set_pwm1_duty(70);
    set_pwm2_duty(140);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);

    delay_ms(50);
}
void sagacek()
{
    set_pwm1_duty(160);
    set_pwm2_duty(50);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);
    delay_ms(50);
}
void ileri()
{
    set_pwm1_duty(200);
    set_pwm2_duty(200);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_high(input3);
```

```
        output_low(input4);
        delay_ms(100);
    }
void sagadon_2()
{
    set_pwm1_duty(100);
    set_pwm2_duty(100);

    output_high(input1);
    output_low(input2);
    output_low(input3);
    output_high(input4);

    delay_ms(750);
    sagacek();
    delay_ms(100);
    ileri();
    delay_ms(500);
}
void soladon_2()
{
    set_pwm1_duty(100);
    set_pwm2_duty(100);

    output_low(input1);
    output_high(input2);
    output_high(input3);
    output_low(input4);
    delay_ms(750);
}

#int_ext
void sondurme()
```

```
{
    output_high(pin_b1);
    output_high(pin_b3);
    output_high(pin_b5);
    output_high(pin_b7);

    sondurme_sayisi++;
    if(sondurme_sayisi==1)
    {
        output_low(fan_0);
        output_high(fan_1);
        yakinlik=100;
    }
    if(sondurme_sayisi==2)
    {
        output_low(fan_0);
        output_low(fan_1);
        sondurme_sayisi=0;

        output_low(pin_b1);
        output_low(pin_b3);
        output_low(pin_b5);
        output_low(pin_b7);
        yakinlik=0;
    }
}

void main()
{
    set_tris_a(0x00);
    set_tris_b(0x01);
    set_tris_c(0x00);
    set_tris_d(0x00);
```

```
set_tris_e(0x0F);

setup_adc_ports(ALL_ANALOG);
setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_32);
setup_ccp1(CCP_PWM);
setup_ccp2(CCP_PWM);
setup_timer_2(T2_DIV_BY_16, 125, 1);
set_pwm1_duty(0);
set_pwm2_duty(0);

ext_int_edge(H_TO_L);
enable_interrupts(INT_EXT);
enable_interrupts(GLOBAL);

sondurme_sayisi=0;
yakinlik=0;

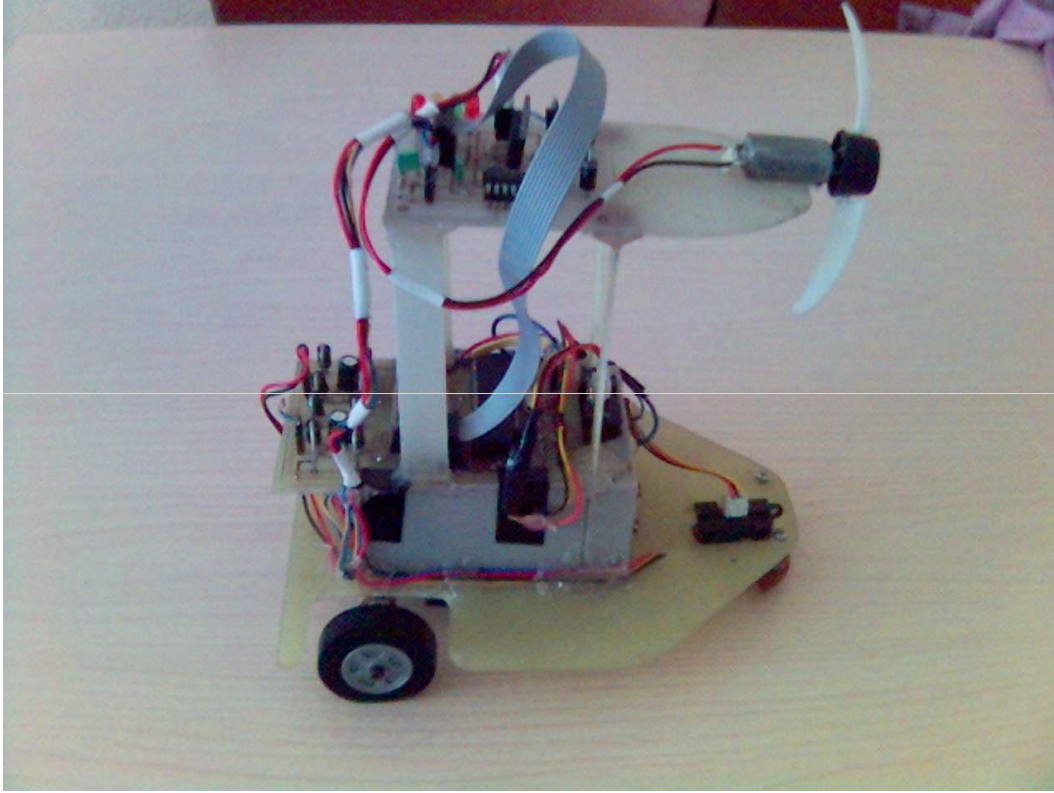
output_high(pin_b1);
delay_ms(500);
output_low(pin_b1);
output_high(pin_b3);
delay_ms(500);

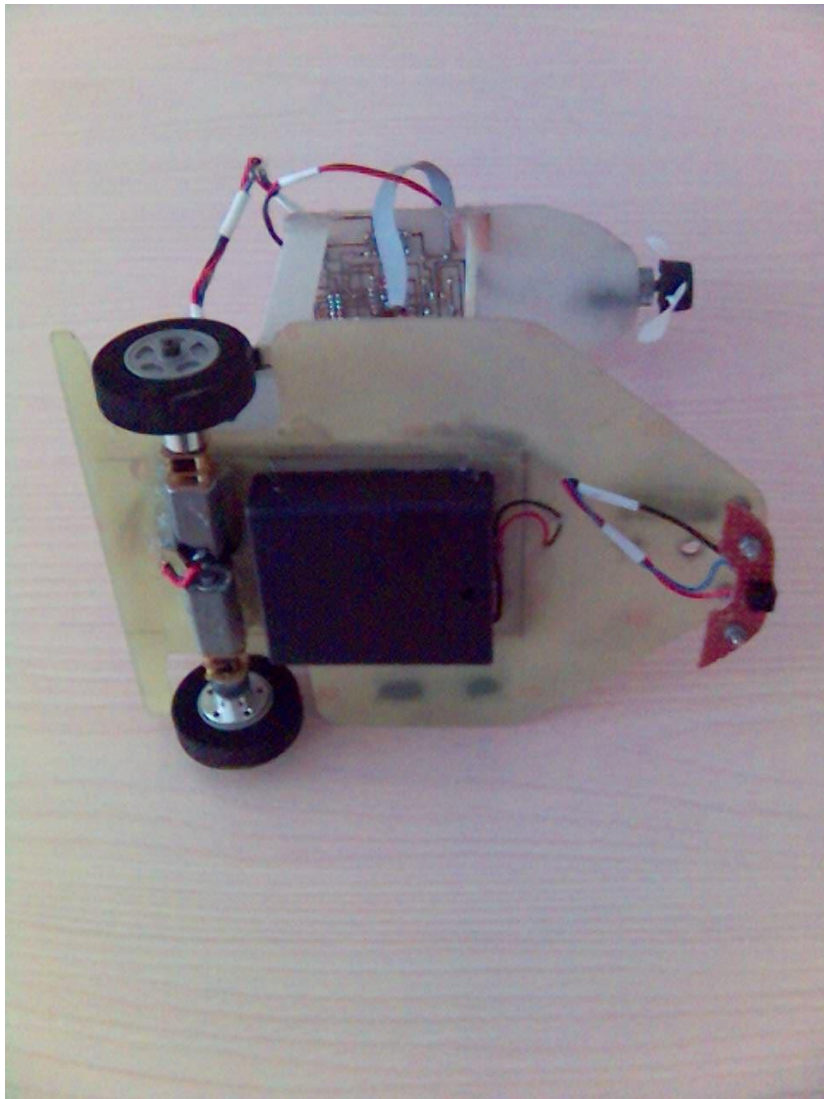
output_low(pin_b3);
output_high(pin_b5);
delay_ms(500);

output_low(pin_b5);
output_high(pin_b7);
delay_ms(500);
output_low(pin_b7);
while(1)
{
```

```
delay_ms(45);
sensor_oku();
if (on_deger <= 375)
{
    if(sag_deger>(350+yakinlik))
        solacek();
    else if(sag_deger<=(350+yakinlik) && sag_deger>(300+yakinlik))
        ileri();
    else if(sag_deger<=(300+yakinlik) && sag_deger>200)
        sagacek();
    else if(sag_deger<=200 && sag_deger>0)
    {
        ileri();
        output_high(pin_b7);
        delay_ms(1400);
        output_low(pin_b7);
        sagadon_2();
    }
}
if (on_deger > 375)
{
    if(sag_deger>150)
        soladon_2();
    else if(sag_deger<=150 && sag_deger>0)
    {
        ileri();
        output_high(pin_b1);
        delay_ms(1000);
        output_low(pin_b1);
        sagadon_2();
    }
}
}
```

## Ek B Yangın Söndüren Robot Görüntüleri





## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Adapazarında doğdu. İlköğretimini A. Akkoç İlköğretim okulu orta öğretimini Atatürk Lisesi Ortaokul bölümünde tamamladı. Fatih Endüstri Meslek Lisesi Elektronik bölümünden mezun olduktan sonra girdiği 1996 yılında üniversite giriş sınavında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Elektronik Öğretmenliği bölümünü kazandı. 2000 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra Sakarya Endüstri Meslek Lisesi Telekomünikasyon Bölümüne öğretmen olarak atandı. Halen aynı okulda görevine devam etmektedir.