

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MOBİL KEŞİF ROBOTU TASARIMI

Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Erkan YİĞİTER

**FBE Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı
Elektronik Programında Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Herman SEDEF

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	9
ABSTRACT	10
1. GİRİŞ.....	11
2. ROBOTLAR	18
2.1 Robotun Tanımı	18
2.2 Robotların Tarihi Gelişimi	18
2.3 Robotların Tercih Edilme Nedenleri	19
2.4 Mobil Robotlar	22
2.4.1 Mobil Robotların Kullanım Alanları	23
3. MOBİL KEŞİF ROBOTU	24
3.1 Robotun Tasarım Aşamaları	30
3.2 Robotun Maliyeti	32
4. MOBİL KEŞİF ROBOTUNUN DONANIMI	33
4.1 Anakart	34
4.2 Bellek.....	36
4.3 Güç Kaynakları	36
4.4 Adım Motorları	37
4.4.1 Adım Motorların Kullanım Alanları	38
4.4.2 Adım Motorların Avantajları	38
4.4.3 Adım Motorların Dezavantajları.....	39
4.4.4 Adım Motorlara Ait Bazı Önemli Kavramlar	39
4.4.5 Adım Motorlarda Açık Döngü Denetimi	40
4.4.6 Adım Motorlarda Kapalı Döngü Denetimi	41
4.5 Adım Motor Sürücü Kartı	42
4.6 Ultrasonik Mesafe Algılayıcı	44
4.6.1 SRF05 Ultrasonik Mesafe Algılayıcısının 1 Numaralı Çalışma Modu.....	45
4.6.2 SRF05 Ultrasonik Mesafe Algılayıcısının 2 Numaralı Çalışma Modu.....	46
4.7 USB Kamera	48
4.8 Elektronik Kontrol Kartı	48
5. MOBİL KEŞİF ROBOTUNUN YAZILIMI	53

5.1	Kullanıcı Kontrol Programı Yazılımı	54
5.2	Robot Kontrol Programı Yazılımı	55
5.3	Adım Motor Sürücü Kartı Yazılımı	56
5.4	Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Yazılımı	56
6.	MOBİL ROBOTUN KULLANIMI	57
6.1	Robot Kontrol Programı Kullanımı	57
6.2	Kullanıcı Kontrol Programı Kullanımı	59
6.2.1	Harita Modu	62
6.2.2	Klavye Modu	64
7.	SONUÇ	66
KAYNAKLAR.....		68
EKLER.....		69
Ek 1 Ultrasonik Mesafe Algılayıcıları		70
Ek 2 Adım Motor Sürücü Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı		75
Ek 3 Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı		80
ÖZGEÇMİŞ.....		83

KISALTIMA LİSTESİ

RF	Radio Frequency
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
Wi-Fi	Wireless Fidelity
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
CF	Compact Flash
USB	Universal Serial Bus
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
IDE	Integrated Drive Electronics
CNC	Computer Numerical Control
RTP	Real Time Protocol
JMF	Java Media Framework
JAR	Java Archive

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 RF üzerinden bilgisayar kontrollü forklift robot	12
Şekil 1.2 Seri port ile haberleşebilen uzaktan kumandalı kameralı araç	13
Şekil 1.3 Ultrasonik sensöre sahip gezgin robot uygulaması	14
Şekil 1.4 Bilgisayar aracılığı ile kontrol edilebilen mobil araştırma robotu projesi	15
Şekil 1.5 iRobot firması tarafından geliştirilen Pyramid Rover	15
Şekil 1.6 Nomad robot	16
Şekil 1.7 Packbot.....	16
Şekil 1.8 Talon robot.....	17
Şekil 3.1 Mobil keşif robotunun üç boyutlu dış görünümü	24
Şekil 3.2 Mobil keşif robotunun gerçek görüntüsü	25
Şekil 3.3 Mobil keşif robotunun üç boyutlu iç görünümü	26
Şekil 3.4 Mobil keşif robotunun yandan görünümü	27
Şekil 3.5 Mobil keşif robotunun önden görünümü	28
Şekil 3.6 Mobil keşif robotunun üstten görünümü.....	29
Şekil 4.1 Elektronik donanım blok şeması	33
Şekil 4.2 VIA EPIA V serisi mini-ITX anakart	34
Şekil 4.3 CF-IDE dönüştürücü kartı	36
Şekil 4.4 Aküler.....	37
Şekil 4.5 Mini-ITX DC-DC çevirici	37
Şekil 4.6 Adım motorlarda açık döngü denetim.....	41
Şekil 4.7 Adım motorlarda kapalı döngü denetim	42
Şekil 4.8 SLA7026 entegresi kullanılarak tasarlanan adım motor sürücü kartı	44
Şekil 4.9 SRF05 ultrasonik mesafe ölçme algılayıcısı.....	45
Şekil 4.10 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 1 bacak bağlantıları	46
Şekil 4.11 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 1 zamanlama diyagramı	46
Şekil 4.12 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 2 bacak bağlantıları.....	47
Şekil 4.13 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 2 zamanlama diyagramı	47
Şekil 4.14 Elektronik kontrol kartı devre şeması	49
Şekil 4.15 Motor sürücü kartındaki mikrodenetleyici programının akış diyagramı	50
Şekil 4.16 Motor sürücü kartındaki mikrodenetleyici kesme alt programının akış diyagramı	51
Şekil 4.17 Ultrasonik ölçüm kartındaki mikrodenetleyici programının akış diyagramı.....	52
Şekil 5.1 Mobil keşif robotunun yazılımı – Blok Diyagram I.....	53
Şekil 5.2 Mobil keşif robotunun yazılımı – Blok Diyagram II	54
Şekil 6.1 Robot kontrol programı.....	57
Şekil 6.2 Şifre değiştirme ekranı	58
Şekil 6.3 IP numarası giriş ekranı	59
Şekil 6.4 Parola sorgulama ekranı.....	59
Şekil 6.5 Kontrol ekranı	60
Şekil 6.6 Ses ekranı	61
Şekil 6.7 Kamera ekranı.....	61
Şekil 6.8 Harita modu	63
Şekil 6.9 Klavye modu.....	65
Şekil 8.1 Ultrasonik ses dalgalarının yayılımı.....	70
Şekil 8.2 Ultrasonik algılayıcının tipik ışınma paterni	71
Şekil 8.3 Yaklaşım uygulaması.....	72
Şekil 8.4 Boyutlandırma uygulaması	72
Şekil 8.5 Seviye ölçme uygulaması	72
Şekil 8.6 Rulo çapı ölçme uygulaması.....	73

Şekil 8.7 Sınıflandırma/seçme uygulaması	73
Şekil 8.8 Bağlantı kopma belirlenmesi	74

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Robot yaklaşık maliyet çizelgesi	32
Çizelge 4.1 VIA EPIA V serisi Mini-ITX anakart özellikleri	35

ÖNSÖZ

Gerek tez çalışmam sırasında gerekse lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca göstermiş olduğu ilgi, alaka ve hoşgöründen dolayı Sayın Prof. Dr. Herman SEDEF'e, proje boyunca birlikte çalıştığım ve çalışmalar sırasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Onur ÇELİK'e, projenin mekanik tasarımını gerçekleştirmelerinin yanı sıra çalışmalarımız boyunca tecrübe ve fikirlerini paylaşarak projenin gelişimine büyük katkı sağlayan Hasan ŞEREF ile Aykut ŞEREF'e ve beni bugünlere getiren sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Erkan YİĞİTER

14/02/2009

ÖZET

Bu çalışmada üzerine kamera ve ultrasonik algılayıcı monte edilmiş paletli bir mobil robotun donanım tasarımı gerçekleştirilmiştir. Kablosuz olarak kontrol edilebilen mobil keşif robotunun kullanıcı kontrol programından gelen verilere uygun olarak hareket ettirilmesi sağlanmıştır. Bu mobil robotun tasarlanmasındaki amaç, daha karmaşık görevleri yerine getirebilecek uygulamalar için geliştirmeye açık bir platform oluşturmaktır. Mobil robot platformu, sahip olduğu IP arayüzü sayesinde java uyumlu cihazlar üzerinde geliştirilen kullanıcı kontrol programları yardımıyla internet üzerinden veya yerel bir ağdan kontrol edilebilmektedir. Üzerine monte edilen ultrasonik mesafe algılayıcı sayesinde hedef noktaya ilerlerken önüne çıkan engelleri algılayabilmekte ve engellere çarpmamak için hareketini durdurmaktadır. Sahip olduğu kamera yardımıyla bulunduğu ortamdan aldığı görüntü ve sesi kullanıcı kontrol programına iletmekte, böylece kullanıcının robotun bulunduğu ortam hakkında daha ayrıntılı bilgiye sahip olmasına olanak sağlamaktadır. Robotun donanımı bloklar halinde tasarlanmış olduğundan platform üzerinde yapılmak istenecek değişiklikler sisteme kolayca entegre edilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mobil keşif robotu, konum kontrol, Wi-Fi, kamera, ultrasonik algılayıcı.

ABSTRACT

In this study, an ultrasonic sensor and camera mounted mobile robot hardware has been developed. The mobile robot, which is controlled over wireless network, moves according to the data sent from user control interface. The design aim of this mobile robot is to create a platform which can be used to develop more sophisticated and application oriented robots. The mobile robot can be controlled through a local network or internet by user control interfaces developed for java compatible devices. The barriers are detected by using an ultrasonic sensor and the mobil robot suspends the movement accordingly. The video and sound of the environment are captured and transferred to the user control interface and this allows the operator to have detailed information about the robot location. The hardware of the mobil robot has been designed block by block and this feature adds flexibility to make partial changes on the hardware according to further requirements.

Keywords: Mobile exploration robot, remote control, Wi-Fi, camera, ultrasonic sensor.

1. GİRİŞ

Sanayinin değişik kollarında ve özel amaçlı uygulamalarda giderek daha da yaygın şekilde kullanılan mobil robotlar, kullanıldıkları uygulamanın içeriğine göre farklı mekanik tasarım ve aksamlara sahip olabilmektedir.

Farklı amaçlara yönelik olarak değişik algılayıcılarla donatılan ve farklı algoritmalar ile kontrol edilen mobil robotlar çizgi, ışık ve ses gibi fiziksel girdileri kendi kendine algılayıp otomatik olarak hareket edebildikleri gibi bir operatör yardımıyla manuel olarak da kontrol edilebilmektedirler.

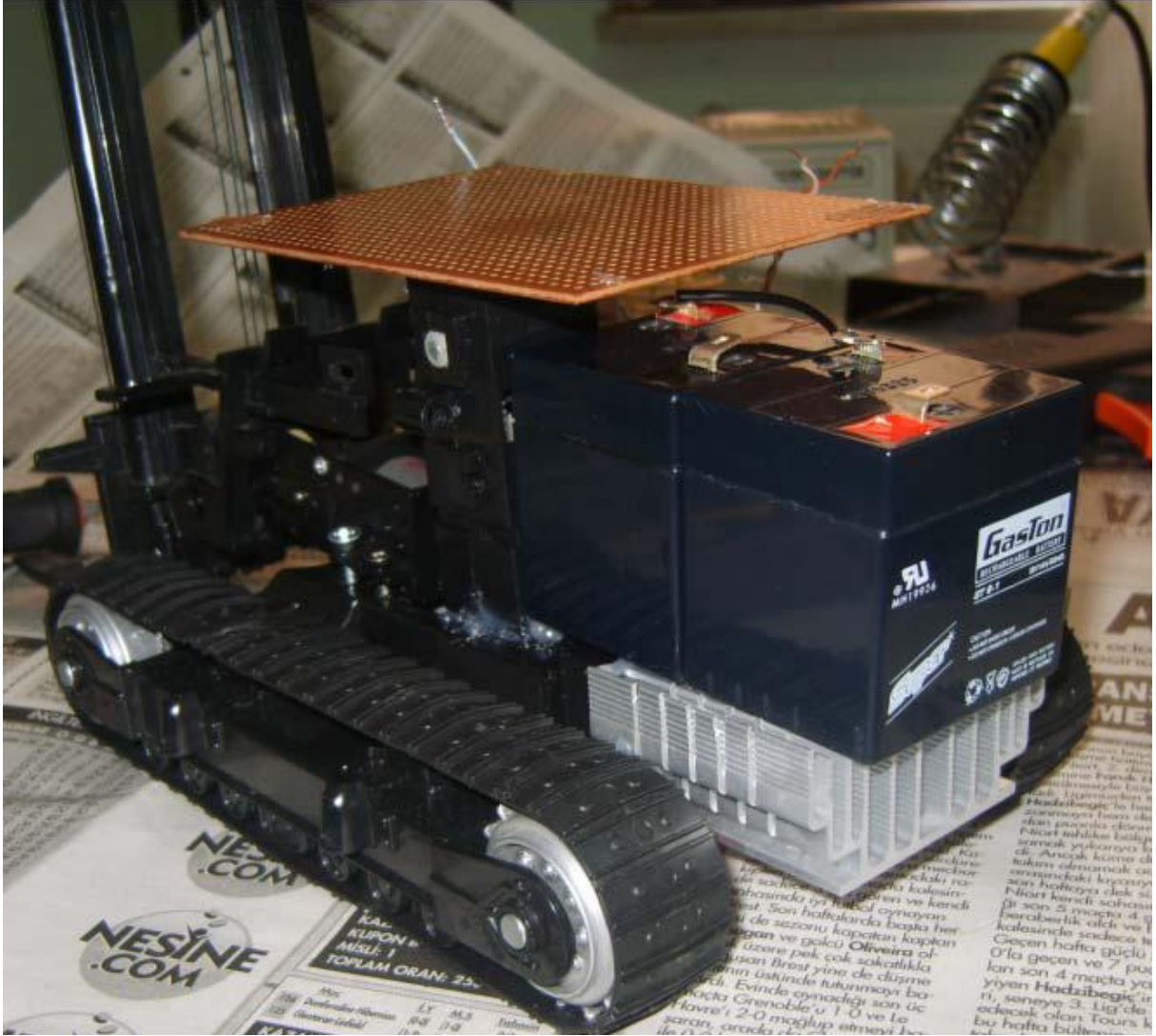
Günümüzde robotların en büyük kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Özellikle otomotiv endüstrisinde çok sayıda robot kullanılmaktadır. Bunların çoğu parçaları monte eden, birleştiren, kaynak ve boya yapan kol şeklindeki robotlardır. Bunun yanı sıra, robotların bir alt türü olan mobil robotlar kısıtlı kullanım alanına sahip olsalar da serbest taban hareketine ihtiyaç duyulduğu halde insan sağlığına zararlı ortamlarda veya insanların kolay çalışamayacağı ölçüde küçük alanlarda kullanımları yaygınlaşmaktadır.

Mobil robotlar, robotik alanında disiplinler arası yapısı ile hızlı gelişen bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Son yıllarda mobil robotlar, eğitim kurumlarından araştırma merkezlerine, devlet kurumlarından güvenlik şirketlerine kadar geniş bir kesimin ilgisini çekmiş ve popüler bir robotik çalışma alanı haline gelmeye başlamıştır. Her geçen gün hareketli robotların kullanım alanı genişlemekte olup yakın gelecekte bu alana olan ilgi daha da artacak ve bu robotlar hayatımızda önemli görevler üstlenecektir.

Mobil robot tasarımı, disiplinler arası çalışma gerektiren en kapsamlı çalışma alanlarından birisidir. Mobil robotlar, sabit bir noktada çalışmanın aksine, sürekli yer değiştiren ve bu sırada kontrol edilmesi gereken mekanik bir ana yapıyı içerir. Robotun sürekli hareket etmesi, değişen ve birçok belirsizlikle dolu bir ortamda bulunması ve dolayısı ile denetlenebilmesinin zorlaşması anlamına gelmektedir. Ayrıca, mobil robotlarda, sabit bir noktada çalışan bir robot kol ve kullanıcısı arasındaki etkileşime göre çok daha gelişmiş bir ara yüze ve haberleşme teknolojisine ihtiyaç duyulmaktadır.

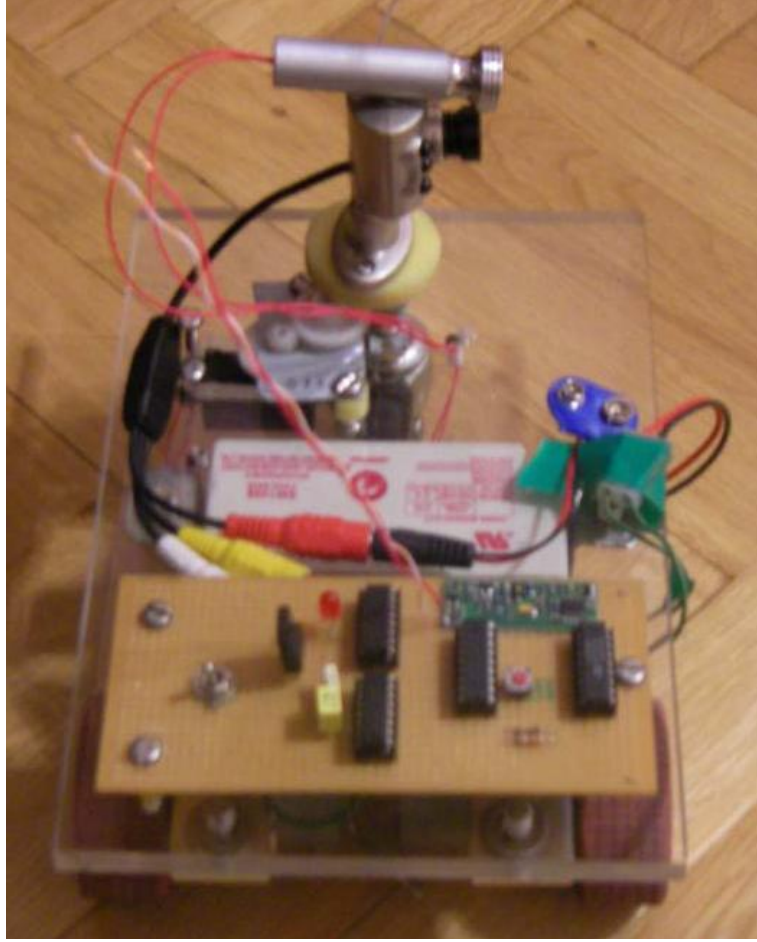
Sır ve Umar (2007), RF üzerinden bilgisayar ile kontrol edilebilen bir forklift robot tasarlamışlardır. Şekil 1.1'de görülen paletli forklift robotun amacı çeşitli endüstriyel sektörlerde insan sağlığı açısından olumsuz durumlar ve tehlikeler içeren ve mutlaka gerçekleştirilmesi gereken proseslerde iş ve can güvenliğini sağlamaktır. Robot çalışma sahası

dışındaki bir operatör tarafından bilgisayar ve uzaktan kumanda vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Robotun hareketi dört adet DC motor ile sağlanmakta, bu motorların kontrolü ve bilgisayar ile haberleşme işlemleri ise Microchip firmasının ürettiği PIC serisi mikrodenetleyiciler yardımıyla gerçekleştirilmektedir.



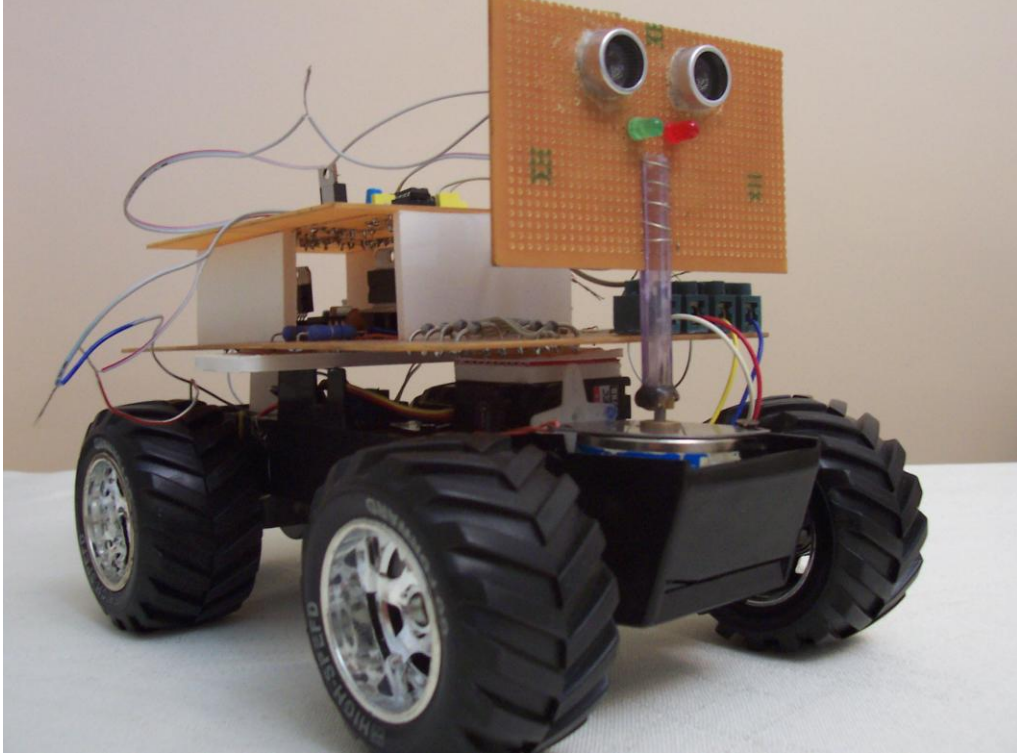
Şekil 1.1 RF üzerinden bilgisayar kontrollü forklift robot

Çavuşoğlu ve Kırmızı (2007), seri port ile haberleşebilen uzaktan kumandalı kameralı bir araç projesi gerçekleştirmişlerdir. Projenin konusu, DC motorlu bir mobil araç tasarımının RF aracılığıyla bir bilgisayar tarafından eş zamanlı kontrolüdür. Şekil 1.2’de görülen tekerlekli araç üzerinde bulunan kamera yardımıyla bilgisayar başındaki kullanıcı kumanda ettiği aracın hangi yöne gittiğini rahatlıkla görebilmektedir. Ayrıca aracın karanlık ortamlara da girebileceği düşünülerek araca güçlü bir lazer LED monte edilmiştir. Kontrol devrelerinde Microchip firmasının ürettiği PIC serisi mikrodenetleyiciler kullanılmıştır.



Şekil 1.2 Seri port ile haberleşebilen uzaktan kumandalı kameralı araç

Yurttakal (2007), ultrasonik algılayıcıya sahip mobil bir robot tasarlamıştır. Bu çalışma kapsamında engelden kaçarak yolunu bulan türde tekerlekli bir mobil robot tasarımı amaçlanmıştır. Şekil 1.3'te görülen mobil robot, DC motor sürücü devresi, mikrodenetleyici yazılımı, servo motor kontrolü, adım motor kontrolü, ultrasonik algılama devresi gibi Microchip firmasının ürettiği PIC serisi mikrodenetleyiciler kullanılarak tasarlanan alt sistemlerden oluşmaktadır. Tasarlanan robotun ana işlevi sahip olduğu ultrasonik algılayıcı ile çevresindeki cisimleri algılayıp hareketini bu cisimlerin konumuna göre düzenlemektir.

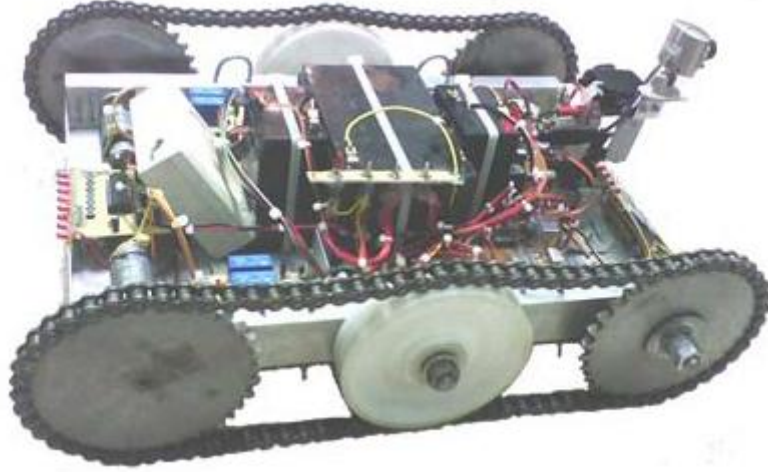


Şekil 1.3 Ultrasonik sensöre sahip gezgin robot uygulaması

Ünlü (2007), bilgisayarla RF aracılığıyla haberleşen DC motorlu mobil bir robotun, internet üzerinden kontrolünü gerçekleştirmiştir. Bilgisayara yüklü kontrol programı ile robotun hareketleri kontrol edilmiştir. Tasarımı gerçekleştirilen mobil robot altı değişik hareket kabiliyetine sahiptir. Sistem üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar, internet üzerinden haberleşmeyi sağlayan kontrol programı, bilgisayar tarafı haberleşme kartı ve mobil robot tarafı haberleşme ve kontrol kartıdır.

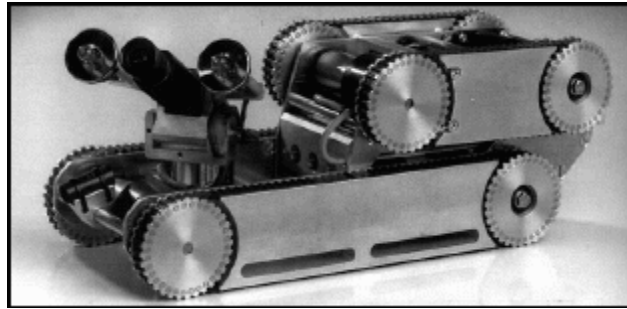
Yaşar, Çulum ve Çiçek (2007), labirentten çıkış yolunu bulan gezgin bir robot tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Robot üzerine konumlandırılan ultrasonik mesafe algılayıcısından alınan çevre bilgileri mikrodenetleyici ile değerlendirilerek açık ve kapalı yollar belirlenmekte, yolların durumuna göre adım motorlara yön verilerek robotun labirentten çıkması sağlanmaktadır.

Yalvaç (2008), bilgisayar aracılığı ile kontrol edilebilen mobil bir robot projesi gerçekleştirmiştir. Bu projede, bilgisayarla RF aracılığı ile haberleşen DC ve servo motorlara sahip mobil bir robotun kontrolü amaçlanmıştır. Şekil 1.4'te görülen paletli araç, motorların kontrolü için Microchip firmasının ürettiği PIC serisi mikrodenetleyicileri, RF haberleşme için ise UDEA firmasının ürettiği ATX-34S ve ARX-34S alıcı-verici ikilisini kullanmaktadır.



Şekil 1.4 Bilgisayar aracılığı ile kontrol edilebilen mobil araştırma robotu projesi

Bahsedilen bu çalışmaların yanı sıra ticari amaçlarla üretilen ve farklı uygulamalar için kullanılan birçok mobil robot örneği de bulunmaktadır. iRobot firmasının mühendisleri tarafından geliştirilen ve Şekil 1.5'te görülen Pyramid Rover adlı robot, 4500 yıl önce inşa edilen eski Mısır piramitlerinden Giza Büyük Piramidi içinde ulaşılamayan bölgelerin keşfi amacıyla kullanılmıştır. Bu robot sayesinde piramidin keşfi başarıyla tamamlanmış ve 4500 yıllık gizem ortaya çıkarılmıştır. Maksimum hızı 4.5 m/dk olan Pyramid Rover 12 cm genişliğinde, 28 cm yüksekliğinde, 30 cm uzunluğunda ve piramidin içerisindeki havalandırma kanallarında rahatça hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır.



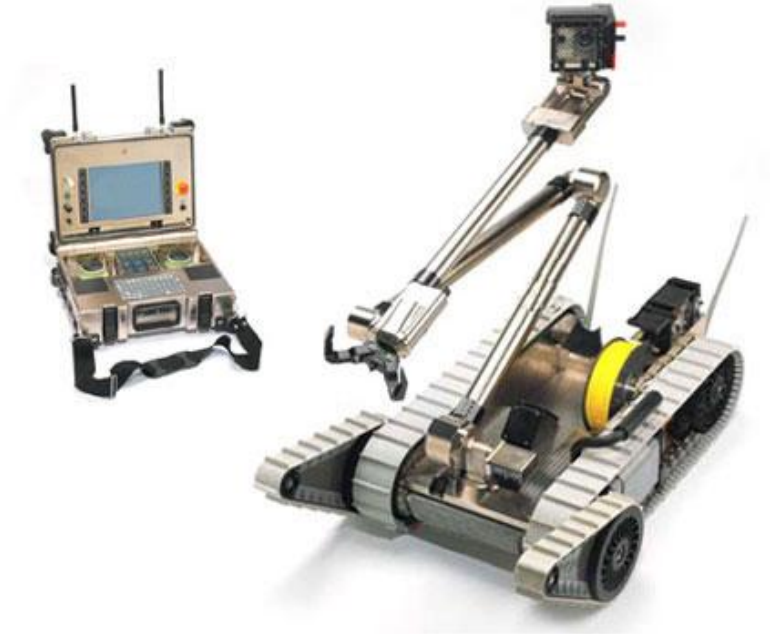
Şekil 1.5 iRobot firması tarafından geliştirilen Pyramid Rover

NASA için üretilen Nomad adlı robot önemli hareketli robot platformlarından birisidir. Şekil 1.6'da görülen bu robot 1997'de Antarktika'da meteor araştırmaları için kullanılmıştır. 4 adet tekerlek kullanan Nomad, otomobil sürüş sistemini kullanmaktadır. Nomad'ı diğerlerinden üstün kılan özellik ise tekerleklerinin her durumda yerle temas etmesidir.



Şekil 1.6 Nomad robot

Şekil 1.7’de görülen Packbot hareketli robot platformu kimyasal atık arama, bulma ve taşıma görevi için tasarlanmıştır. Askeri uygulamaların yanı sıra bomba imha görevinde de emniyet güçleri tarafından kullanılmaktadır. Palet kullanan bu robot platformu değişik arazi koşullarında hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1.7 Packbot

Günümüzdeki en popüler mobil robotlardan bir tanesi de Foster-Miller firması tarafından üretilen Talon askeri robotlarıdır. Şekil 1.8’de görülen ve paletli bir araç olarak tasarlanan bu robot, üzerine takılan modüller sayesinde keşif, iletişim, algılama, güvenlik, savunma ve kurtarma gibi farklı görevlerde kullanılabilir. Oldukça hafif olan bu robot soğuk-sıcak, gece-gündüz, su-kara gibi farklı ortam ve zeminlerde ilerleyebilir.



Şekil 1.8 Talon robot

Bu çalışmanın amacı, üzerine monte edilen bir kamera ile ortamdan aldığı görüntü ve sesi kullanıcıya aktaran paletli bir aracın tasarlanmasıdır. Ayrıca robot üzerinde bulunan bir ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı yardımıyla robotun engellere çarpmadan hareket etmesi, robot ile engel arasındaki mesafenin kullanıcıya bildirilmesi ve robotun istenilen hedef noktaya hatasız olarak gitmesi için adım motor kullanılarak hassas konum kontrolü gerektiren gelecek uygulamalar için bir platform sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca kullanıcı ile robot arasındaki haberleşme Wi-Fi üzerinden sağlandığından ve robota erişim IP tabanlı olarak gerçekleştirildiğinden, mobil robotun internet üzerinden kontrolü de mümkün olabilmektedir. Tasarlanan platform, mekanik yapısı, donanımı ve yazılım mantığı göz önüne alındığında, bu konuda yapılmış olan çalışmalardan farklı olarak, yazılımsal ya da donanımsal olarak yapılacak değişikliklere açık olup, istenildiği takdirde farklı uygulamaların da kolaylıkla gerçekleştirilip adapte edilebileceği temel bir yapı sağlamaktadır.

2. ROBOTLAR

Bu bölümde, robotlar, robotların tarihsel gelişimi, tercih edilme nedenleri ve mobil robotlar hakkında genel bir bilgi verilmektedir.

2.1 Robotun Tanımı

Robot, bu konuda çalışmalarıyla tanınan Maja Mataric'in yaptığı tanıma göre, ortamdan topladığı verileri sahip olduğu bilgiyle sentezleyerek, anlamlı ve amaçlarına yönelik bir şekilde hareket edebilen ve bunu güvenli bir biçimde yapabilen bir makinedir. Amerikan Robot Enstitüsü tarafından ise robot şu şekilde tanımlanmaktadır: "Robot, yeniden programlanabilen, maddeleri, parçaları, aletleri, özel cihazları yerinden oynatabilen çok fonksiyonlu bir makinedir." Sanayi robotunun en kapsamlı tanımı ve robot tiplerinin sınıflandırılması ise ISO 8373 standardında belirlenmiştir. Bu standarda göre bir robot şöyle tanımlanır: "Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan, otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareket edebilen manipülatördür."

Bir makinenin robot olarak tanımlanabilmesi için bulunduğu ortamı denetleyecek algılayıcılara, bu algılayıcılardan gelen bilgiyi işleyip sonuç çıkaracak işlem birimlerine ve işlem sonuçlarını çıkışa aktarabilecek hareket mekanizmalarına sahip olması gerekir.

Robotlar doğrudan bir operatörün kontrolünde çalışabildikleri gibi bağımsız olarak bir bilgisayar programının kontrolünde de çalışabilirler. Robot denilince insan benzeri makineler akla gelse de robotların çok azı insana benzer.

Günümüzde robotların en büyük kullanım alanı endüstriyel üretimdir. Özellikle otomotiv endüstrisinde çok sayıda robot kullanılmaktadır. Bunların çoğu kol şeklindeki robotlardır. Bunlar parçaları monte eden, birleştiren, kaynak ve boya yapan robotlardır.

Evlerde de robot kullanımı giderek artmaktadır. Başta ABD'de olmak üzere ev işlerine yardımcı olan robotların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yerleri kendi kendine süpüren robot elektrik süpürgeleri büyük talep görmektedir.

2.2 Robotların Tarihi Gelişimi

Robot kelimesi, ilk defa, Karel Capek isimli bir Çek yazarın 1920 yılında yazdığı "Rossum'un Evrensel Robotları" isimli oyununda kullanılmıştır. Yazarın ana dilinde bu kelime, köle anlamına gelmektedir. Oyunda robotlar Rossum ve oğlu tarafından insanlara hizmet etmek

için yaratılmıştır. Daha sonra 1940'larda Isaac Asimov robotlarla ilgili roman ve hikayeleriyle teknolojiye ışık tutmuş, hatta robotların davranışları ile ilgili aşağıdaki kanunları önermiştir.

- 1) Robot, hiçbir zaman insana zarar verecek hareketler yapmamalı, ancak, insanın zarar görebileceği durumlarda hareketsiz kalmamalıdır.
- 2) Birinci kanunu çiğnememek şartı ile robot her zaman insana itaat etmelidir.
- 3) Birinci veya ikinci kanunları çiğnememek şartı ile robot kendini korumalıdır.

Robotların gelişmesindeki dönüm noktalarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- 1801: Programlanabilir dokuma tezgahı
- 1830: Otomatik çıkırık
- 1893: Ayakları ile yürüyen araç
- 1945: Radyoaktif malzemeyi tutmak için tele operatör
- 1953: Servo denetimli freze tezgahı
- 1954: İlk programlanabilir endüstriyel robot
- 1959: İlk ticari robot
- 1974: Mini bilgisayar kullanan ilk ticari endüstriyel robot

Son onbeş yılda verimliliği arttırmak için yoğun çalışmalar yapılmış ve değişik otomasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi de programlanabilir otomasyon yöntemidir. Günümüzde robotlar bu tip uygulamalar için kullanılmaktadır. Örnek olarak kaynak, boyama veya döküm işleri verilebilir. Bu tür bir otomasyonda robotların bilgisayar programları değiştirilerek, değişik işleri yapabilmeleri sağlanabilmektedir.

2.3 Robotların Tercih Edilme Nedenleri

Günümüzde endüstriyel alandaki robotlar, insan işçilerin sıkıcı, kötü, tehlikeli veya çok ince görülmesi gereken işlerde yerini almak üzere tasarlanmaktadır. Yaptıkları hareketlerde insan hareketlerini taklit etmektedirler, fakat insanın düşünce ve hareket tarzını kopyalayamazlar. Bazen insanların sahip olmadıkları metotlar ve özellikler yardımıyla bir insanın gösterebileceği performansın üzerine çıkarlar. Örneğin bir robot kızılötesi ve ultrasonik algılayıcılar kullanabilir ve görüşü insandan daha iyi düzeyde olabilir. Göz olarak

kullandığı algılayıcıları insandakinden farklı yerlerde, örneğin parmağında olabilir, böylelikle insanın göremediği şeyleri görebilir ve daha titiz bir çalışma yapabilir. İnsanların çalışmadıkları koşullar altında, elektromanyetik özelliklere, özel tutma-kavrama cihazlarına ve değinilen tüm diğer özelliklere sahip bir robot rahatlıkla çalışabilir, çoğu zaman da daha ucuza daha iyi performans gösterebilir.

Aşağıda verilenler robotun insan yerine tercih edilme sebeplerinden bazılarını gösterge olmaktadır.

- Emek maliyetlerinin yüksek olduğu ülkelerde robot sayısının artmasındaki en önemli unsurlardan biri üretim maliyetlerinin robot kullanımıyla düşürülmesidir. Sosyal, sağlık ve emeklilik gibi yardımların da göz önüne alınmasıyla ortaya çıkan maliyet robot için harcanan paranın üç-dört katını bulabilmektedir. Ancak, emeğin ucuz olduğu ülkelerde tam tersi bir durum ortaya çıkmaktadır.
- İşçilerin görevde olduğu sürecin % 15-20'lik bir bölümü ortaya çıkan yorgunluğun giderilmesi ve diğer ihtiyaçların karşılanması için geçer. Bu süre robotlarda %2'yi geçmemektedir.
- Robotlarda yorgunluk ve dikkat kaybı söz konusu olmadığından hatalı imalat sayısı insanın neden olduğu hatalı imalat sayısına göre neredeyse sıfırdır. Böylece hatalı imalatın üretim maliyetindeki payı çok düşük kalır.
- Robotların insanlar gibi haftalık 40 saat çalışma süresi kısıtı yoktur. Tüm hafta gece gündüz çalışabilirler. Dolayısıyla insanlar bir işte vardiyalar halinde çalışıp sürekli değişim olurken o işte aynı robot devamlı çalışmaktadır. Bu yönüyle de birim üretim maliyeti çok düşmektedir.
- Robotlar bazı işlerde insanlara kıyasla çok daha hızlı çalışırlar. Örneğin bir ark kaynağı robotu dakikada 75 cm kaynak yapabilirken ortalama bir kaynak ustası dakikada ancak 25 cm kaynak yapabilir. Hacımlerin ve ekipmanların daha etkin kullanımı ile belirli bir program dahilinde üretkenlik artmaktadır.
- Robotların pozisyonlama yeteneği insana göre daha yüksektir. Robot ile gerçekleştirilen bir kaynak dikişi genellikle taşlanmaya ihtiyaç duymaz ve robot ile üretilen parçalar insanın ürettiklerinden daha iyi toleranslara sahiptirler. Bazen operasyon hızının yüksek olması kaliteyi arttırabilir. Örneğin ince parçaların kaynağının hızlı yapılması ısı yayılımını önleyerek parçalardaki çarpılmaların

azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca hızın kontrol edilmesiyle homojen bir kaynak dikişi elde edilecektir.

- Sıcak dövme preslerinde tezgah yüklenmesi ve boşaltılması robotların ilk uygulama alanlarından biri olmuştur. Yüksek sıcaklıktaki dövme esnasında parça belirli bir konumda tutulmalıdır. Önceleri bu işi, iki kişi uzun maşalar vasıtasıyla yaparken robot uygulamasıyla tutma işi tutucu yardımıyla robot tarafından yapılmaya başlanmıştır. Böylece daha büyük hızlara ulaşılırken çalışanlar da sıcak parça ve kıvılcım sıçrama tehlikesinden uzaklaştırılmış olurlar. Daha iyi bir konumlamayla da ürün kalitesi artırılmış olur.
- Bazı boyama işlerinde asit boyalar kullanılır ve bu boyalar da boyama görevlisinin sağlığı açısından çok tehlikelidir. Personelin sızdırmaz giysiler ve başlıklarla çalışmaları ve takılan başlıklara sürekli hava beslemesi yapılması gerekir. Bu koşullar altında çalışmak verimsiz ve yorucudur. Oysa aynı iş, daha önceden programlanmış hareketleri yapan bir robot vasıtasıyla daha hızlı olarak daha yüksek kalitede gerçekleştirilebilir.
- Her idarecinin birbirleriyle sürekli rekabet eden ve her söyleneni yapan çalışanları tercih edeceği aşikardır. Aslında böyle bir durum her idarecinin hayalidir. Bazıları bir robot sistemi oluşturarak ve diğer ekipmanları da bu sisteme uydurarak bu hayali gerçekleştirmeye başlamışlardır. Yapılacak işlemler çok hassas biçimde programlanabilir ve malzemeler robot iş hücrelerine bilgisayar kontrolü altında ulaştırılabilir.
- Robotlar, önceden programlanmış hareketleri büyük bir doğrulukla gerçekleştirdikleri gibi ne yapıldığını da büyük bir doğrulukla kaydedebilirler. Bu kayıtlar programlama, planlama ve kontrol işlemlerinin iyileştirilmesinde önemli bilgileri teşkil eder.
- Robotlar, yeniden programlanma hatalarının düzeltilmesi işleminin basitliği dolayısıyla değişik işlere adaptasyonda önemli güçlük doğurmazlar ve işlemler uzun süreli üretim durmasına neden olmaz. Oysa sabit otomasyonda değişiklik yapmak, uzun süreli üretim aksamalarına neden olmaktadır.
- Çeşitli uygulama durumlarında yeniden programlanabilme yeteneği, tutucunun değiştirilebilme özelliği, sistem ömrünü uzatır. Sabit otomasyon sistemlerinde değişiklik yapmak önemli bir harcamayı gerektirir ki bu harcama zaman zaman

sistemin yeniden oluşturulma maliyetine yakın olabilir.

Robot işgücü ve insan arasında tercih yapılırken maliyetler de mutlak olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuçta robotların da makineden bir farkı yoktur. Çalışma alanının maksimum kullanımı, robot parkını kurmak için gerekli yatırım ve diğer maliyetler işletme açısından hayati önem taşırlar. Yatırımın geri dönüş süresi de göz ardı edilmemesi gereken bir konudur.

2.4 Mobil Robotlar

Robotları, mobil ve mobil olmayan robotlar şeklinde iki kısımda incelemek gerekirse şu tanımlamaları yapmak uygun olacaktır. Bir robotun ulaşabileceği maksimum noktalar kümesinden oluşan yüzeyin hacmine çalışma hacmi denir. Eğer bir robotun çalışma hacmi bir referans koordinat sistemine göre yer değiştirmiyorsa bu robota mobil olmayan robot, yer değiştiriyorsa bu robota mobil robot denilebilir.

Mobil robotlar engellere çarpmadan kendi başına hareket edebilen verilen göreve uygun davranışlara karar verebilen hareketli robot sistemleridir (Yazıcı vd., 2006).

Mobil robotlar hiyerarşik, tepkin ve melez olarak hareketlerini kontrol edebilirler. Hiyerarşik olarak; önceden çevre algılanır, sonra robot planlama yapar ve en son olarak harekete geçer. Tepkin olarak ise robot çevreden aldığı bilgiye göre hareket eder veya tepki verir. Melez kontrolde ise hiyerarşik ve tepkin hareketlerin bileşimine göre davranış gösterir (Murphy, 2000).

Günümüzde, kablosuz haberleşme cihazlarının büyük bir hızla artmasıyla mobil cihazların otomatik kontrolü buna bağlı olarak da geniş uygulama alanlarına sahip olmaları nedeniyle, mobil robotlar üzerine yapılan çalışmalar artarak yaygınlaşmaktadır.

Önceleri mobil robotların tüm aktiviteleri, bir insan operatör yardımıyla uzaktan gerçekleştirilse de, telerobot olarak adlandırılan mobil robotlar, halen bomba imha robotu olarak ve insan sağlığına tehlikeli ortamlarda taşıma işlerinde kullanılmaktadır. Kullanılan mobil robotun işlevleri arttıkça, tasarımı ve kullanımı da zorlaşmaktadır. Bu amaçla, bazı robotik aktivitelerin (örneğin, sabit mesafeden takip, engel algılama, hız ve pozisyon denetimleri vs.) bilgisayar yardımıyla gerçekleştirilmesi bir zorunluluk olmaktadır. Yarı-otonom robot olarak adlandırılan bu tip robotlar, tehlike arz etmeyen bazı işlemleri kendi başlarına yapmakta veya birden çok alt seviye hareketten oluşan hareket serilerini başarı ile gerçekleştirmektedirler. Bu sayede operatörün yükü azalmaktadır.

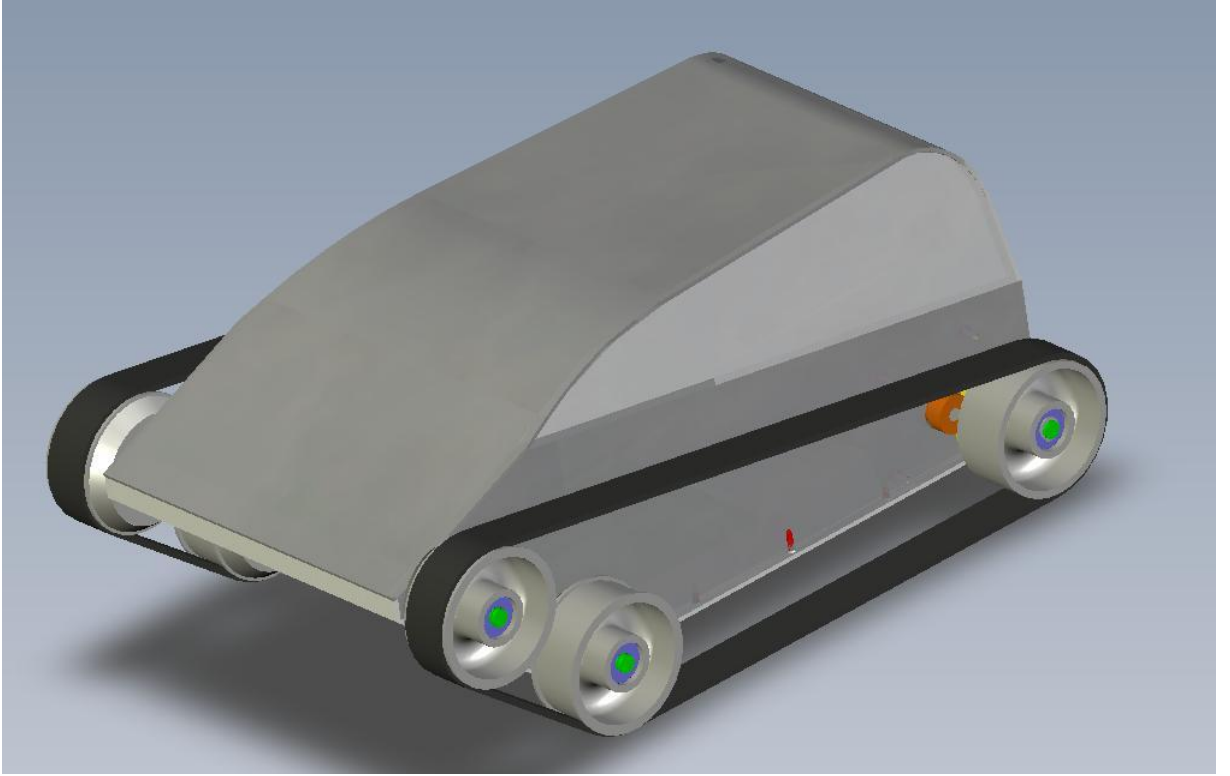
2.4.1 Mobil Robotların Kullanım Alanları

Robotların bir alt türü olan “Mobil Robotlar” kısıtlı kullanım alanına sahip olsalar da serbest taban hareketine ihtiyaç duyulduğu halde insan sağlığına zararlı ortamlarda veya insanların kolay çalışamayacağı ölçüde küçük alanlarda kullanımları yaygınlaşmaktadır. Bu amaçla geliştirilen mobil robotlar, fabrika otomasyonlarında, uzay araştırmalarında, nükleer atık toplama gibi insanlar için zararlı olan ya da gezegenlerin keşfi gibi kabiliyetlerini aşan işlerde ve de engellilere refakat etme gibi destek amaçlı olarak çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

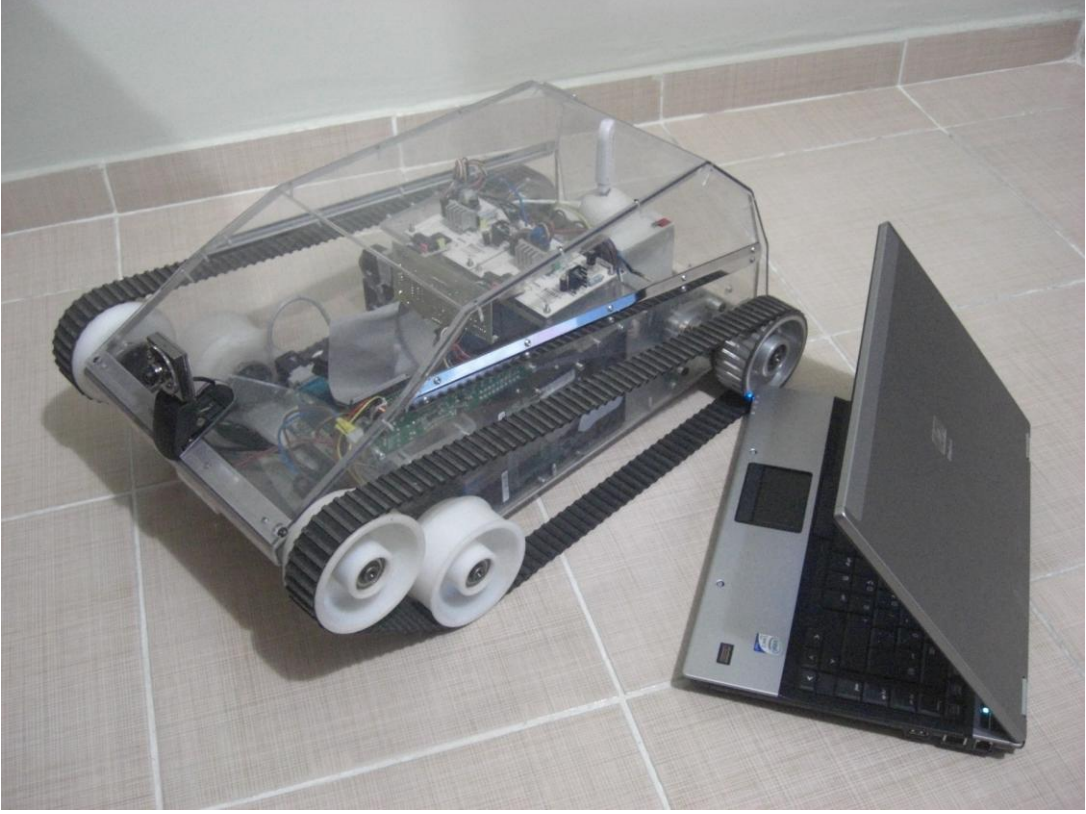
Mobil robotların diğerk kullanım alanlarına örnek olarak, toksit atıkların temizlenmesi, nükleer atıkların temizlenmesi, patlayıcıların imhası, biyolojik atıkların taşınması, karantina altındaki ortamlarda servis robotu olarak, yüksek binaların dış camlarının temizliği, madenin yerinin tespit edilip çıkartılması ve taşınması, gezegenlerin keşif incelemesi, uzay istasyonlarının yapımı, deniz altında batık arama ve kurtarma, engelli insanlar için refakatçi olarak, depremlerde insan kurtarma görevleri, fabrika üretim bantlarında parça taşıma verilebilir.

3. MOBİL KEŞİF ROBOTU

Bu çalışmada kablosuz ağlar üzerinden kontrol edilebilen, insanların girmesinin tehlikeli olabileceği veya mümkün olmadığı alanlarda gözlem ve inceleme yapma amaçlı olarak kullanılacak Şekil 3.1’de üç boyutlu görüntüsü verilen bir mobil keşif robotu tasarlanmıştır. Bu robot, kablosuz bir ağ üzerinden kontrol edilebildiği için, kablosuz ağın internet çıkışının olması durumunda internet üzerinden de kontrol edilebilmektedir.



Şekil 3.1 Mobil keşif robotunun üç boyutlu dış görünümü



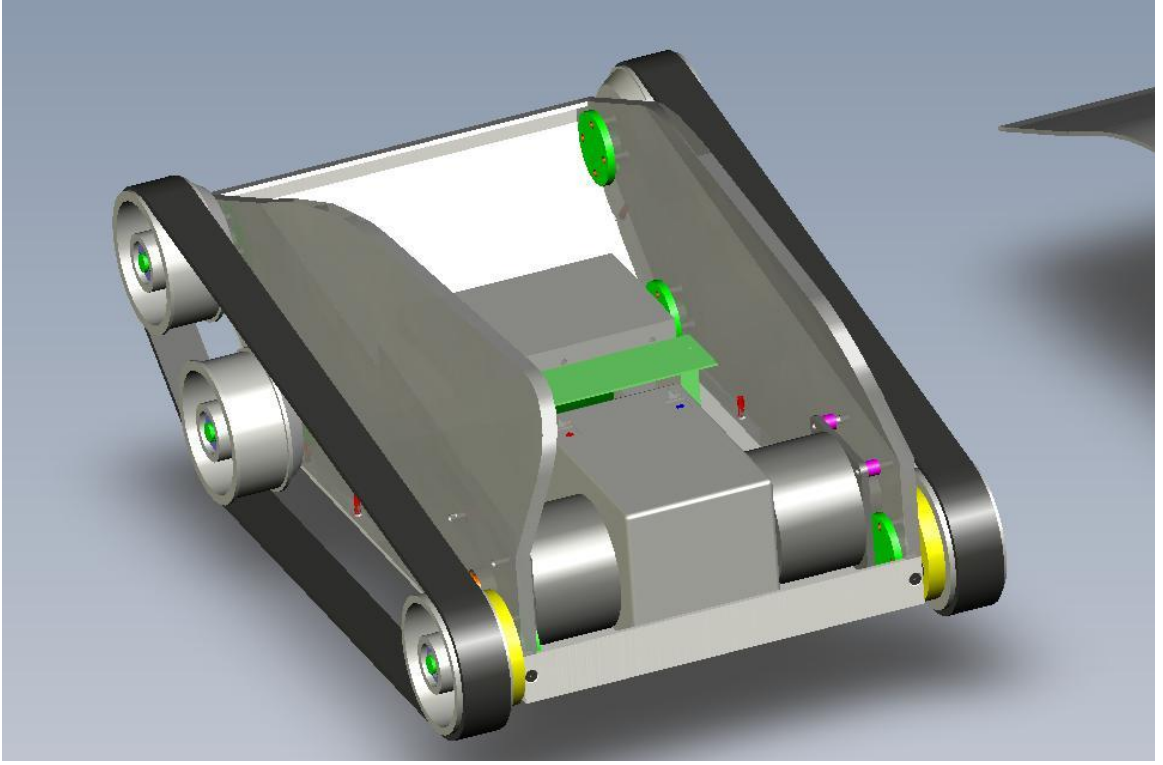
Şekil 3.2 Mobil keşif robotunun gerçek görüntüsü

Robotun manevra kabiliyetinin artırılması ve engebeli arazilerde de hareket edebilmesinin sağlanması amacıyla, günümüzde kullanımı gittikçe yaygınlaşmakta olan bomba imha robotlarının mekanik yapıları da göz önünde bulundurularak, Şekil 3.2'deki tank benzeri paletli bir araç tasarımı tercih edilmiş ve araç kontrolü bu mekanik yapıya uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu yapı geliştirilmeye açık olup, yapılacak mekanik ve elektronik değişiklikler ile birçok farklı alanda kullanılmaya hazır hale getirilebilir. Buna örnek olarak bomba imha robotları, yangın söndürme robotları, depo otomasyonlarında kullanılacak taşıyıcı robotlar, askeri amaçlı gözlem ve taarruz robotları gösterilebilir.

Robotun kontrolü yalnızca manuel olarak değil aynı zamanda sanal bir harita üzerinde çizilen bir yol üzerinde otomatik olarak gidecek şekilde de yapılabilmektedir. Bu sayede koordinatları hakkında önceden bilgi sahibi olunan alanlardaki hareketler otomatize edilebileceği gibi, bilgi sahibi olmadığımız alanlardaki hareketler manuel olarak yapılabilmektedir.

Robot üzerinde konumlandırılan ultrasonik mesafe algılayıcısı yardımıyla robotun içinde bulunduğu alan hakkında ek bilgilere sahip olması sağlanmıştır. Bu projenin konusuna dahil

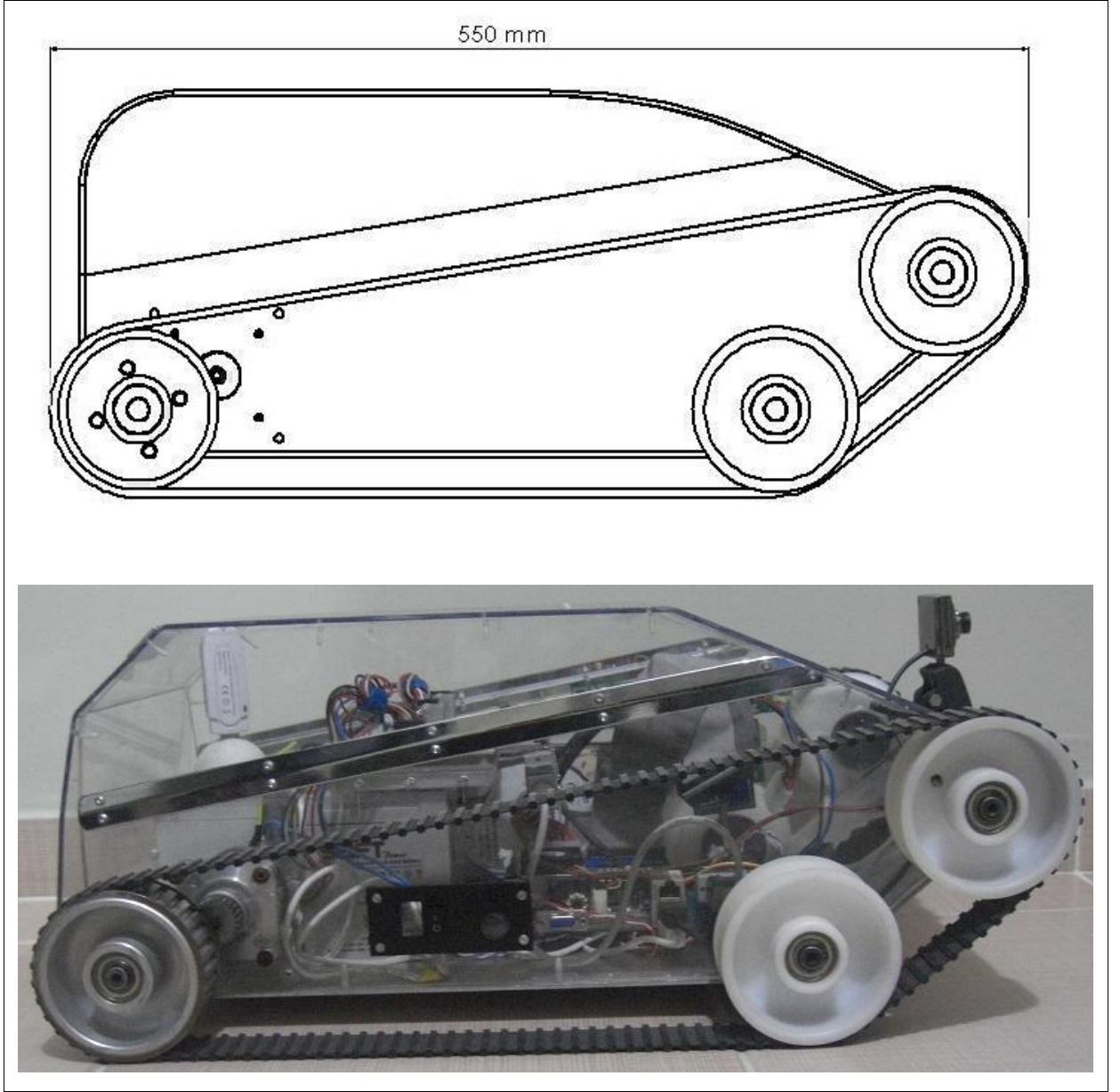
olmamakla birlikte, yazılım da yapılacak değişiklikler ve geliştirilecek algoritmalar sayesinde içinde bulunduğu ortamın krokisini çıkartarak kullanıcıya iletebilecek bir yapı tasarlamak da mümkündür. Şekil 3.3'te mobil keşif robotunun üç boyutlu iç görünümü verilmektedir.



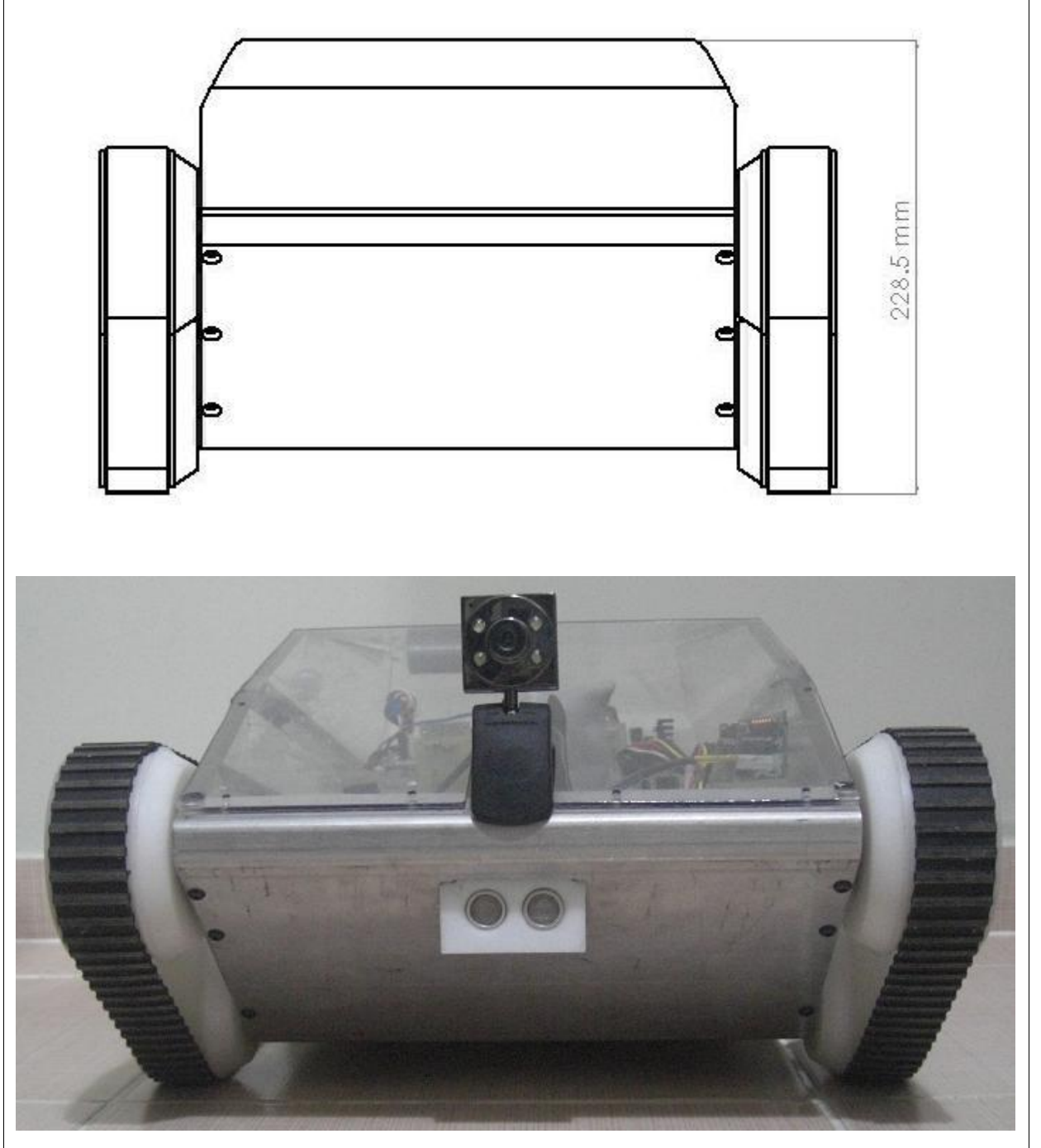
Şekil 3.3 Mobil keşif robotunun üç boyutlu iç görünümü

Yandan görünümü Şekil 3.4'te, önden görünümü Şekil 3.5'te ve üstten görünümü Şekil 3.6'da verilmekte olan mobil keşif robotu 550 mm uzunluğa, 372 mm genişliğe ve 228 mm yüksekliğe sahiptir.

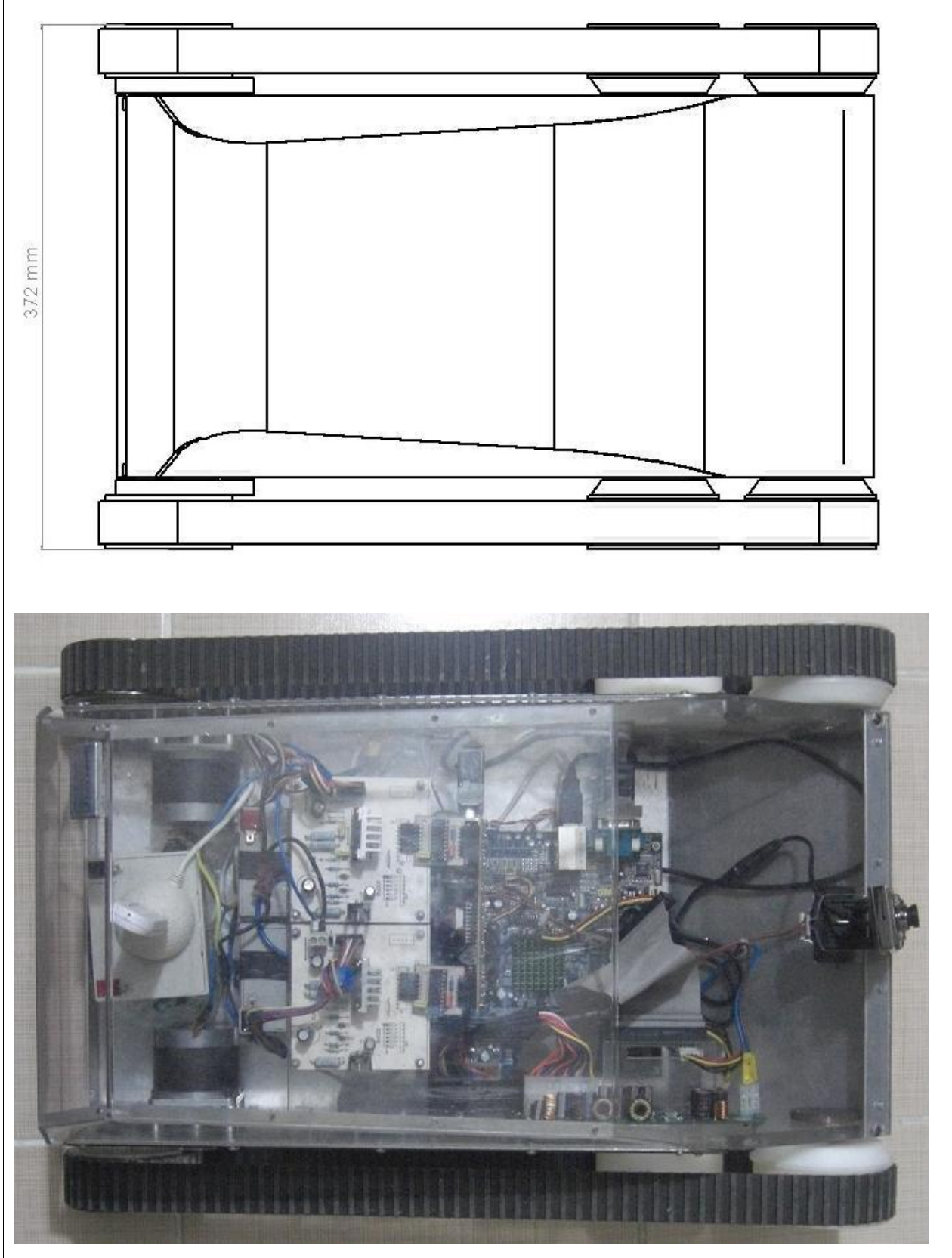
Mobil keşif robotu maksimum hızda hareket ederken dakikada 12 metre yol alabilmektedir. Buna göre mobil robotun maksimum hızı 720 m/sn olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.4 Mobil keşif robotunun yandan görünümü



Şekil 3.5 Mobil keşif robotunun önden görünümü



Şekil 3.6 Mobil keşif robotunun üstten görünümü

3.1 Robotun Tasarım Aşamaları

Mobil robot tasarımının ilk aşamasında robotun sahip olması istenilen özelliklerin neler olduğu belirlenmiş ve bu özelliklerin gerçekleştirilebilmesi için kullanılacak malzeme ve yöntemler araştırılmıştır. Proje başlangıcında öngörülen bazı yöntemler, projenin ilerleyen safhalarında karşılaşılan donanımsal ve yazılımsal birtakım problemler nedeniyle değiştirilmek durumunda kalmış ve çözüme yönelik farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Projenin en önemli amaçlarından bir tanesi insanların girmesinin tehlikeli olabileceği ortamlarda keşif yapmaya olanak sağlamak olduğundan tasarlanan robotun belirlenen ortamda rahatça hareket edebiliyor olması ve istenilen hedefe kesin bir doğrulukla ulaşması gerekmektedir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için, robotun tekerlekli, paletli veya bacaklı bir yürüyen sisteme sahip olması gerektiği düşünülmüştür. Bacaklı robotlar, tasarlanması ve geliştirilmesi oldukça karmaşık sistemler oldukları için tekerlekli veya paletli bir sistemin kullanılması gerektiği düşünülmüş, bu iki sistem arasında tercih yapılırken ise elverişsiz arazi şartlarında paletli araçların tekerlekli araçlara göre daha performanslı olacağını varsayımından hareketle paletli bir sistem tasarlanmasına karar verilmiştir.

Paletli bir sistemin tasarlanmasına karar verildikten sonra projede hangi tip motorların kullanılacağı seçiminin yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Adım motorları, DC motorlar ve AC motorlar projede kullanılabilecek motor çeşitleri olarak belirlenmiş ve bunlar arasında seçim yapılırken ön plana çıkan en önemli husus motorlardan hangisinin pozisyon kontrolü için daha uygun olduğunun belirlenmesi olmuştur. Buna göre pozisyon kontrolü gerektiren uygulamalarda adım motorları kendi başlarına kullanılabildikleri halde, AC ve DC motorların enkoderler ile birlikte kullanılmaları gerektiğinden, sistemin mümkün oldukça basit bir yapıya sahip olmasını sağlamak amacıyla adım motorların kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Bir sonraki aşamada mobil robotun kontrolünün sağlanması için kullanılacak haberleşme yönteminin hangisi olacağı belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında bu tip uygulamalarda kullanılan en yaygın haberleşmenin RF haberleşmesi olduğu görülmüştür. Fakat projenin başlangıcında belirlenen sahip olunması gereken özelliklerden birisi de robotun kontrolünün sadece keşif yapılacak alanın yakınında bulunan bir kullanıcı tarafından değil de ilgili alanın çok uzağında, internet bağlantısının olduğu herhangi bir noktada bulunan bir kullanıcı tarafından da kontrol edilebilmesine olanak sağlamak olarak belirlenmiştir. Bu noktada günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan Wi-Fi haberleşmesinin projenin amaçlarına en uygun haberleşme yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Wi-Fi, IEEE 802.11

standardına dayanan kablosuz bir haberleşme teknolojisidir.

Mobil robot ile kullanıcı arasındaki Wi-Fi haberleşmenin sağlanması için kullanıcı tarafındaki kontrol programı bir bilgisayar üzerinde çalıştırıldığı gibi, robotun bulunduğu sistemin de bir bilgisayar olarak tasarlanmasına ve kullanıcı ile robot programlarının sunucu-istemci mimarisiyle çalıştırılmasına karar verilmiştir.

Sunucu-istemci mimarisiyle çalışacak olan kullanıcı-robot ikilisinin her biri birer bilgisayar olduklarından, robotun üzerinde bulunan bilgisayarın standart bilgisayarlardan bir takım farklı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Buna göre robot üzerinde çalışacak bilgisayar, robotun hareketini zorlaştırmaması için daha hafif ve az yer kaplayan bir yapıya sahip olmalıdır. Bunun için standart bilgisayarlarda kullanılan anakartlar yerine taşınabilir sistemlerde daha yaygın olarak kullanılan mini anakartların kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Robot üzerinde kullanılacak bilgisayar sisteminin standart bilgisayarlardan bir diğer farkı da hareketli bir yapıya sahip olmasıdır. Bu nedenle standart bilgisayarlarda kullanılan harddiskler ilgili sistem için kullanışlı değildir. Zira hareket ettirilmeleri halinde döner disk üzerinde atlamalara neden olabilmekte ve bu da işletim sisteminin çalışamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Projenin ilerleyen safhalarında karşılaşılan bu problemi ortadan kaldırabilmek için sistemde değişiklik yapılarak, harddisk yerine hareketli bir aksama sahip olmayan CF (Compact Flash) kartların kullanılmasına karar verilmiştir.

Kullanılacak olan mini anakart temin edildikten sonra üzerinde dahili olarak bulunmayan bir takım kartların harici olarak bağlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Buna göre ilk olarak Wi-Fi haberleşmesinin yapılabilmesi için bir USB Wi-Fi adaptör temin edilmiş ve sisteme kablosuz bağlantı özelliği eklenmiştir. Ayrıca normalde 220V AC elektrik ile çalışan bu anakartın mobil robot üzerinde konumlandırılacak akü grupları ile beslenebilmesi için 12V DC - 220V AC çevirici kullanılmıştır.

Sistemin gücünün karşılanması amacıyla kullanılacak akü grupları mini bilgisayar ile motor sürücü kartlarının birbirinden etkilenmesini engellemek amacıyla ikiye ayrılmıştır. Buna göre bir adet 12V – 4A akü bilgisayarın beslemesinde, iki adet 12V – 4A akü ise seri bağlanarak motorların sürülmesinde kullanılmıştır.

Tasarlanan mobil keşif robotu konum kontrolü gerektirdiğinden ve hareket esnasında karşılaştığı engellerin algılanması ihtiyacı söz konusu olduğundan mesafe ölçümü yapılması gerekmektedir. Literatürde mesafe kontrolü amacıyla çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılan ve daha önceki projelerde de tarafımızdan

kullanıldığı için tercih edilen yöntem ultrasonik algılayıcı ile mesafe ölçme yöntemi olmuştur.

Hem motor kontrolü hem de ultrasonik mesafe ölçümü için tasarlanacak elektronik kartları üzerinde kullanılacak mikrodenetleyici olarak daha önceki çalışmalarda tarafımızdan sıklıkla kullanılan ve gerek maliyetinin düşük olması, gerek kolay temin edilebilmesi ve gerekse farklı derleyiciler yardımıyla kolay programlanabilmesi nedeniyle Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyicilerden biri tercih edilmiştir.

3.2 Robotun Maliyeti

Projenin geliştirme safhasında yapılan denemeler sırasında kullanılan malzemeler için yapılan harcamalar göz ardı edilerek çıkarılmış yaklaşık maliyet listesi Çizelge 3.1’de verilmiştir.

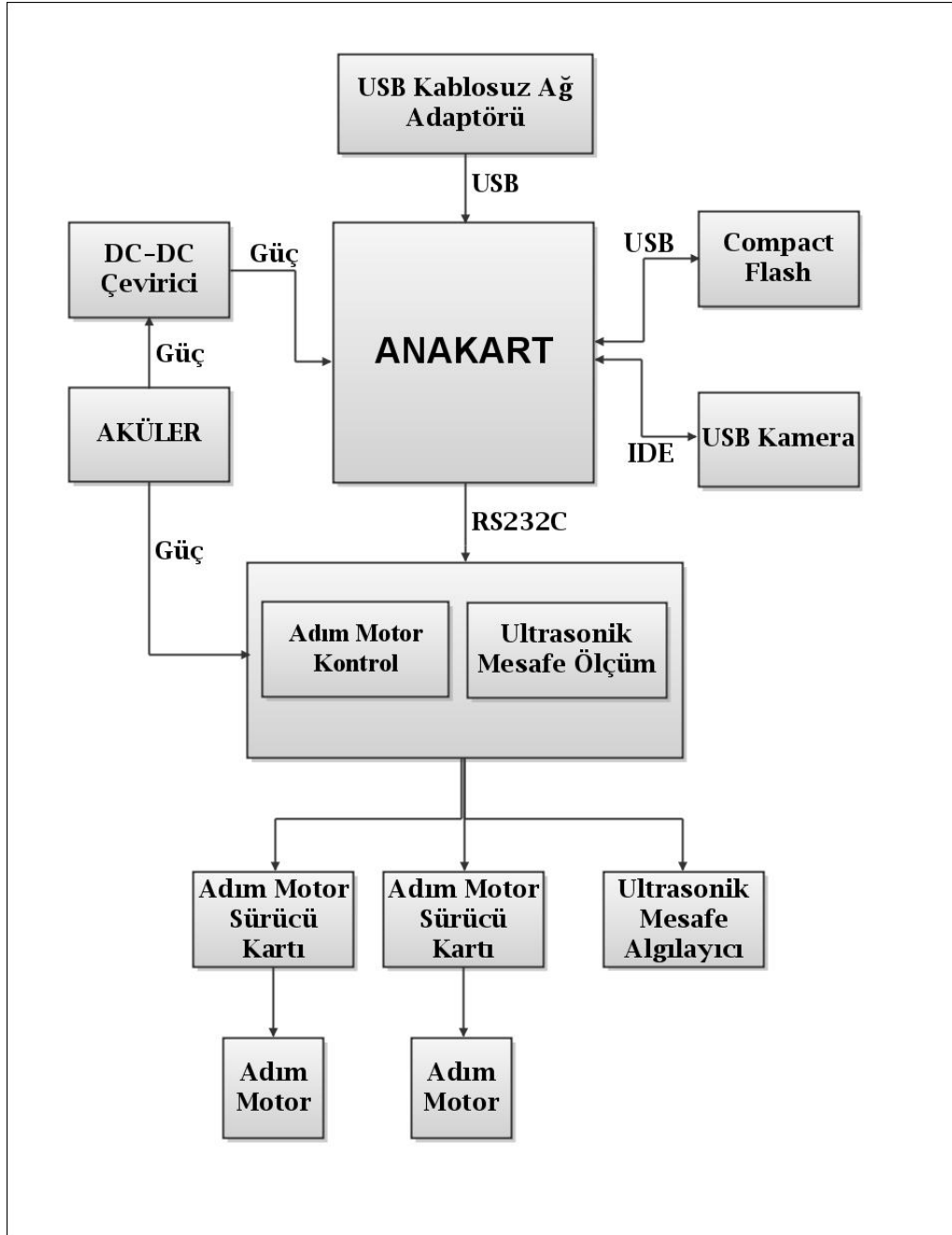
Çizelge 3.1 Robot yaklaşık maliyet çizelgesi

Malzeme	Fiyat
Şase için alüminyum ve pleksi malzeme	300 TL
2 adet alüminyum kasnak	50 TL
2 adet palet	70 TL
1 adet anakart	200 TL
3 adet 12V 4A akü	60 TL
1 adet 2 GB CF kart	20 TL
1 adet CF-IDE dönüştürücü	20 TL
1 adet USB kablosuz ağ adaptörü	70 TL
1 adet USB kamera	20 TL
1 adet DC-DC çevirici	60 TL
1 adet SRF05 ultrasonik algılayıcı modül	50 TL
2 adet adım motor	50 TL
2 adet adım motor sürücü kartı	45 TL
1 adet elektronik kontrol kartı	20 TL
2 adet 128MB SD RAM	50 TL
TOPLAM	1.085 TL

Bu maliyetler araştırma ve geliştirme faaliyetlerini de içermektedir ve ürünlerin perakende fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır. Seri üretime geçilmesi durumunda malzemelerin fiyatları daha uygun olacak ve dolayısıyla maliyetin de daha düşük olması beklenmektedir.

4. MOBİL KEŞİF ROBOTUNUN DONANIMI

Mobil keşif robotunun elektronik donanımı Şekil 4.1’de de gösterildiği gibi farklı işlevleri gerçekleştiren bloklara sahip bir sistem şeklinde tasarlanmıştır. Bu tasarım şekli ileride yapılması muhtemel geliştirmeler için uygun bir zemin hazırlamaktadır. Örneğin, yapılması planlanan bir projede adım motor yerine DC motor kullanılması ihtiyacı doğacak olursa, sistemin tamamını değiştirmek yerine ilgili bloklar değiştirilerek ve yazılımda ufak düzenlemeler yapılarak istenilen yapıya geçişin sağlanması mümkündür.



Şekil 4.1 Elektronik donanım blok şeması

Sistemdeki blokların her birisi farklı işlevsel özellikleri yerine getirmekte ve gerekli durumlarda bu bloklar birbirleri ile veri alışverişi yapmaktadır.

4.1 Anakart

Tasarlanan elektronik sistemin kontrol merkezi, robot üzerinde bulunan mini bir bilgisayardır. Kullanıcı tarafından robota gönderilen kontrol bilgileri, bu mini bilgisayar üzerinde çalışan ve tarafımızdan java programlama dili kullanılarak geliştirilen kontrol yazılımı ile işlenmekte ve işlenen bu bilgiler, uygun şekilde düzenlenerek seri haberleşme arabirim kartına gönderilmektedir. Aynı zamanda seri haberleşme kartından gelen bilgiler ve kamera ile mikrofondan alınan görüntü ve ses bilgileri kullanıcıya yine bu mini bilgisayar üzerinden gönderilmektedir.



Şekil 4.2 VIA EPIA V serisi mini-ITX anakart

Projede kullanılan anakart, boyutlarının küçüklüğü ve tümleşik bir yapıya sahip olması nedeniyle Şekil 4.2’de görülen EPIA firmasının üretmiş olduğu V-Serisi Mini-ITX seçilmiştir. Bu anakartın özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 VIA EPIA V serisi Mini-ITX anakart özellikleri

İşlemci	VIA C3® / VIA Eden™ EPGA
Chipset	<ul style="list-style-type: none"> • VIA PLE133 North Bridge • VT8231 South Bridge
Sistem Belleği	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x PC 133 DIMM socket • 1GB'a kadar arttırılabilir hafıza
VGA	Tümleşik AGP 4X Ekran Kartı
Ek Slot	1 PCI
Tümleşik IDE	1 x UltraDMA 100/66 Connector
Tümleşik Floppy	1 x FDD Connector
Tümleşik LAN	VIA VT6103 PHY 10/100 Ethernet
Tümleşik Ses Kartı	VIA VT1612A 2 channel AC'97 Codec
Giriş/Çıkış	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PS2 Mouse • 1 PS2 Klavye • 1 VGA Portu • 1 Paralel Port • 1 RJ-45 Ethernet Portu • 2 USB 1.1 Portu • 1 Seri Port • 3 Ses Çıkışı: (line-out, line-in, mic-in)
BIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Award BIOS • 2/4Mbit Flash Bellek
Çalışma Sıcaklığı	0~50°C
Boyut	17 cm x 17 cm

Anakart üzerindeki USB portlarından biri kamera bağlantısı, diğeri ise anakartın tümleşik bir kablosuz ethernet bağdaştırıcısı olmadığından harici kablosuz USB adaptör bağlantısı için kullanılmıştır. Anakart üzerindeki seri port, tasarlanan elektronik kartlar ile veri alışverişini sağlamak için seri arabirim kartı ile bağlantı için kullanılmıştır.

Fare, klavye, görüntü ve ethernet portları ise herhangi bir bağlantı sorunuyla karşılaşıldığında doğrudan robota bağlanmak amacıyla boş bırakılmıştır. Bu portlara bağlanacak klavye, fare ve monitör yardımıyla doğrudan robot üzerinde bakım yapılabileceği gibi ethernet portu üzerinden başka bir bilgisayar ile kablolu bağlantı sağlanarak da bakım çalışmaları yapılabilmektedir.

4.2 Bellek

Projenin tasarlanması aşamasında bellek olarak harddisk kullanımı öngörölmüş olup, projenin ilerleyen safhalarında harddisk kullanımından kaynaklanan bir takım problemler ile karşılaşmıştır. Harddisklerin içinde bulunan ve devamlı dönmekte olan mekanizma, sistemin hareketli bir yapıya sahip olmasından kaynaklanan titreşimlerden etkilenmekte ve sorunlara yol açabilmektedir. Bu sorunları ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalar neticesinde, hareketli sistemler için en uygun sabit disk yapısının CF kartlar olduğuna karar verilerek, harddisk kullanımı yerine CF kart kullanımına geçilmiştir. CF kartlar doğrudan IDE portuna bağlanamadıklarından dolayı bu çevrimi yapmak amacıyla Şekil 4.3'te görölen CF-IDE dönüştürücü kart kullanılmıştır. CF kart kullanımı ile hem titreşimden kaynaklanan sorunlar ortadan kaldırılmış hem de daha hızlı bir bellek kullanımına geçilmiştir.



Şekil 4.3 CF-IDE dönüştürücü kartı

4.3 Güç Kaynakları

Sistem gezgin bir yapıya sahip olduğundan dolayı güç kaynağı olarak akü tercih edilmiştir. Sistem gereksinimleri dikkate alındığında, motorlar ve kontrol kartları ile anakartın birbirinden bağımsız iki güç kaynağından beslenmesinin daha uygun olacağı düşünölüp güç kaynakları ikiye ayrılmıştır. Şekil 4.4'te kullanılan aküler görölmektedir.

Motorlar ve kontrol kartlarının beslenmesi için iki adet 12V-4A akü kullanılmış ve bu aküler birbirine seri şekilde bağlanarak 24V-4A'lık bir güç kaynağı temin edilmiştir. Bu güç kaynağı herhangi bir dönüştürücü kullanılmaksızın doğrudan motor sürücü kartlarına bağlanmaktadır.



Şekil 4.4 Aküler

Anakartın beslenmesi için ise bir adet 12V-4A akü kullanılmış ve bu akü ile anakartın bağlantısı bir DC-DC dönüştürücü üzerinden yapılmıştır. Bu dönüştürücü Şekil 4.5'te gösterilmiş olup, 9-16V arasında giriş uygulanabilmekte ve 60W güç verebilmektedir.



Şekil 4.5 Mini-ITX DC-DC çevirici

4.4 Adım Motorları

Adım motorları, girişlerine uygulanan darbe dizilerine karşılık analog dönme hareketi yapabilen elektromagnetik elemanlardır. Bu özellikleri nedeniyle “dijital makine” olarak da tanınan adım motorları, dijital sistemlerde kullanılırken büyük kolaylıklar sağlarlar.

Adım motorları, adından da anlaşılacağı gibi belirli adımlarla hareket ederek rotorun açısal konumunu değiştirirler. Bu adımlar, motor sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyarımda, rotorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı motorun adım

açısına bağlıdır. Adım açısı, motorun yapısına bağlı olarak 90, 45, 18, 7,5, 1,8... derece veya çok daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı da kontrol edilebilir. Adım motorlarının dönüş yönü ise, uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek, saat ibresi yönünde veya saat ibresinin tersi yönünde olabilir.

Adım motorlarının hangi yöne doğru döneceği, devir sayısı, dönüş hızı gibi değerler mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilir. Sonuç olarak adım motorlarının hızı, dönüş yönü ve konumu her zaman bilinmektedir. Bu özelliklerinden dolayı adım motorları çok hassas konum kontrolü istenen yerlerde çok kullanılırlar.

4.4.1 Adım Motorların Kullanım Alanları

Adım motorlar uzun yıllardır var olmalarına rağmen ticari olarak kullanılmaları ancak 1960'lı yıllarda yüksek seviyeli doğru akımları anahtarlayabilen transistörlerin üretimine başlanmasıyla yaygınlaşmıştır. 1970'li yıllardan beri dijital elektronik ve mikroişlemci teknolojisindeki gelişmelerle birlikte adım motorlarının kullanımı giderek cazipleşmekte ve tüm dünyada bu motorların üretim ve uygulamalarıyla ilgili geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Günümüzde adım motorları endüstride birçok kontrol sistemlerinde hassas konum kontrolü yapmak amacıyla kullanılmaktadır. En çok yazıcılar, çiziciler, disket sürücüler, harddisk sürücüler, kart okuyucular... vb gibi bilgisayar çevre cihazlarında bu elemanlardan yararlanılmaktadır. Ayrıca sayısal kontrol sistemlerinde, CNC tezgahlarda, robot teknolojisinde (milimetrik hareketlerin kontrolünde) ve uzay endüstrisine ait birçok sistemde adım motorları tahrik elemanı olarak yer almaktadır.

4.4.2 Adım Motorların Avantajları

- Adım motorlar dijital giriş işaretlerine cevap verirler, bu nedenle mikroişlemci veya bilgisayarlarla kontrol için ideal elemanlardır.
- Adım motorların hangi yöne döneceği, devir sayısı, dönüş hızı gibi değerlerin mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilmesi, her an bu motorların dönüş yönü, hızı ve konumunun bilinebilmesini sağlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı adım motorlar ile çok hassas konum kontrolü yapılabilir.
- Adım motorların dijital girişlere cevap vermesi, geri beslemeye ihtiyaç duyulmaksızın açık çevrim çalıştırılabilmesini sağlamaktadır. Yani açık çevrim çalıştırılan bir adım motoru ile hız, ivme ve konum kontrolü daha basit ve daha az maliyetle

gerçekleştirilebilir. Böylece alışılmış kararsızlık problemlerinin de önüne geçilmiş olur.

- Adım motorlar, giriş işaretlerinin frekansına bağlı olarak çok geniş bir hız aralığında sürülebilirler.
- Adım motorlar, herhangi bir hasara yol açmadan defalarca durdurulup çalıştırılabilirler. Sürerken aniden durdurma ya da aniden ters yönde sürme isteğine karşı mükemmel cevap verebilirler.
- Aşırı yüklenmeden hasar görmezler, oldukça dayanıklıdırlar.
- Her yeni adımla artan kümülatif konum hataları yoktur.
- Mekanik yapısı basit olduğundan bakım gerektirmezler.
- Yağlanma ve kirlenme problemleri yoktur.

4.4.3 Adım Motorların Dezavantajları

- Adım açıları sabit olduğundan rotordan alınan hareket sürekli değil darbelidir.
- Klasik sürücülerle kullanıldıklarında verimleri düşüktür.
- Adım cevapları nispeten büyük aşım ve salınımlıdır.
- Yüksek eylemsizlikli yüklerde yetenekleri sınırlıdır.
- Sürtünme kaynaklı yükler, hata kümülatif olmasa dahi açık çevrim çalışmada konum hatası meydana getirebilirler.
- Elde edilebilecek çıkış gücü ve momenti sınırlıdır.
- İyi kontrol edilmezse rezonans meydana gelebilir.
- Oldukça yüksek hızlarda çalıştırmak pek kolay değildir.

4.4.4 Adım Motorlara Ait Bazı Önemli Kavramlar

Adım Tepkisi: Motor fazlarından biri uyarılmış durumdaysa, motor kararlı bir adım konumundadır. Bu fazın uyarımı kesilip yeni bir faz uyarılırsa rotor bir adım atacaktır. Rotor konumunun zamana göre değişimi “tek adım tepkisi” olarak tanımlanır. Bir başka deyişle motorun girişine bir komut sinyali uygulandıktan sonra motorun adıma cevap vermesi için geçen zamana adım tepkisi denir. Bu süre hem motor parametrelerine hem de motorun sürücü devresine bağlıdır ve yaklaşık olarak milisaniye civarlarındadır.

Adım motorlarından maksimum performans elde edebilmek için adım tepkisindeki aşım ve salınımların azaltılması ve yerleşme zamanının kısaltılması gerekmektedir. Bu nedenle tek adım tepkisinin iyileştirilmesi adım motorlarının kontrolünde çok büyük öneme sahiptir.

Motora uygulanan giriş darbeleri ile çıkış hareketi arasındaki senkronizasyonu bozmamak için, sürme esnasında iki darbe arasındaki süre, cevap süresinden daha kısa olmamalıdır. Dolayısıyla adım motorunun cevap süresinin kısaltılabilmesi, motorun daha hızlı adım atabilmesini sağlayacaktır.

Adım Oranı: Bir saniyede rotorun yapabildiği adım sayısıdır. Bu adım sayıları, tipik olarak saniyede 300 ila 800 arasındadır.

Adım Açısı: Motora bir tek sinyal uygulandığında rotorun döndüğü açıdır. Üretici firmalar, değişen sayılarda rotor ve stator sargıları ile çeşitli açılarda adım motorları yapmaktadırlar.

Adım Açısı Doğruluğu: Rotorun yaptığı her bir adımdaki hata miktarını gösterir. Bu parametre genellikle bir yüzde ile verilir. Rotor bir adım döndüğünde meydana gelen toplam hata oranını gösteren bu parametrenin yazılması önemlidir. Bu hata değeri kümülatif değildir. Yani rotorun yaptığı her adım ile bu hata miktarı toplanarak gitmez. Rotorun gerçek hızı adım açısı ve adım hızına bağlıdır.

Çözünürlük: Çözünürlük, dönen motorlar için adım açısı, lineer motorlar için ise adım uzunluğu olarak tanımlanır. Bu sabit değer, üretim sırasında tespit edilen bir büyüklüktür. Bir adım motorunun adım büyüklüğü, çeşitli uyartım metotları ile değiştirilebilir. Mesela yarım adım çalışmada adım büyüklüğü normal değerinin yarısına indirilir.

Tork: Dönme momentine ‘Tork’ denir. Tork, elektrik devrelerindeki elektrik potansiyeline, milin açısal hızı da elektrik akımına benzetilebilir. Nasıl elektrik devrelerindeki direnç potansiyel etkisinde akımı sınırlarsa, mekanik devrelerde de sürtünme kuvvetleri milin tork etkisinde açısal hızına sınır getirir. Bir elektrik devresinde akü, potansiyel kaynağıdır. Aynı şekilde mekanik sistemlerde de motor, tork kaynağıdır. Motor mili, tork etkisinde dönmeye zorlanır. Adım motor kataloglarında dört çeşit tork parametresine rastlanır.

- Detent Torque: Yüksüz ve Enerjisiz Tutma Torku
- Holding Torque: Yüksüz ve Enerjili Tutma Torku
- Pull in Torque: Kalkıştaki Maksimum Yük Momenti
- Pull Out Torque: Sürekli Rejimdeki Maksimum Yük Momenti

4.4.5 Adım Motorlarda Açık Döngü Denetimi

Şekil 4.6’da açık döngü denetimin blok diyagramı görülmektedir. Sayısal kontrol sinyalleri

denetleyici tarafından üretilir ve sürücü devre tarafından yükseltip adım motorunun sargılarına uygulanır. Eğer denetleyici olarak mikroişlemci veya bilgisayar kullanılırsa bu elemanların getirdiği esnekliklerden dolayı aynı denetleyici ile farklı adım motorları kontrol edilebilir. Kontrol edilecek adım motorları üç, dört veya daha farklı faz sayısına sahip olabilir. Ayrıca kullanılacak uyarım metodu için tek-fazlı, iki-fazlı veya yarım adım uyarımlarından herhangi biri seçilebilir. Bu uyarım metotlarından hangisinin kullanılacağı daha önce de açıklandığı gibi motorun kullanılacağı sisteme bağlıdır.

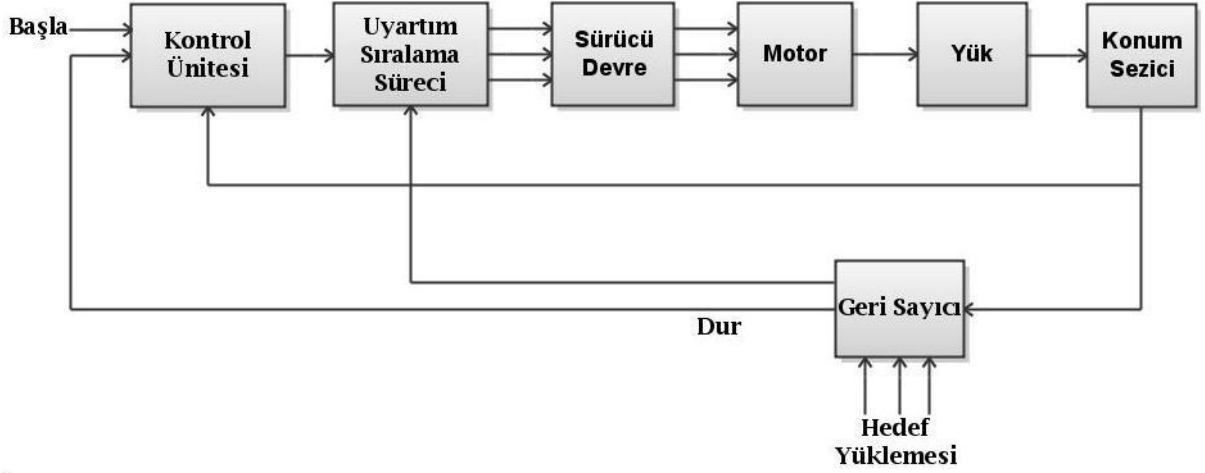


Şekil 4.6 Adım motorlarda açık döngü denetim

Denetleyici tasarlanırken motorun cinsi ve yükün durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sırada meydana gelen sınırlamalar kalıcı veya geçici durum sınırlamaları olabilir. Açık döngülü denetimde motorun konumu bilinmediğinden dolayı motorun gönderilen bütün adım komutlarını yerine getirdiği varsayılmaktadır. Eğer uyarım hızı çok yüksek ise, motor adım komutlarından bir kısmını yerine getiremeyebilir. Bu durumda kalıcı bir hata meydana gelir. Bu tür hataların meydana gelmemesi için motor yükünün en büyük olduğu durum göz önüne alınarak hata yapılmayan en yüksek hız belirlenip, bu hızın üzerindeki hızlarda uyarım yapılmamalıdır.

4.4.6 Adım Motorlarda Kapalı Döngü Denetimi

Kapalı döngü sistemlerde ani rotor konumu sezilerek denetim birimine iletilir. Her adım komutu için bir önceki komutun gerçekleştirildiği adım bilgisi alınarak uygulanır. Bu nedenle motor ile denetleyici arasında herhangi bir adım kaybı olmaz. Kapalı döngü denetime bir örnek Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Adım motorlarda kapalı döngü denetim

İlk olarak geri sayıcıya hedef konum yüklenir. Daha sonra başla komutu verilerek adım komutlarının sıralayıcıya uygulanması sağlanır. Adım komutlarına bağlı olarak motor adım hareketi yapmaya başlar. İlk adım tamamlandıca, konum sezici geri sayıcıyı ve denetim birimlerini uyarır ve geri sayıcı değeri bir azalır. Eğer bu denetim açık döngülü yapılırsa, geri sayıcı adım komutlarının sayısını yine saklar fakat komutun uygulanıp uygulanmadığı bilinmez. Konum sezici, denetim birimine yeni adım komutu üretimi için sinyal gönderir. Ağır yükler için adım komutları arası sürenin daha büyük olması nedeniyle adım komutlarının ardarda gelmesi istenmez. Yüke göre hız ayarlaması yapılır ve motor hedef konuma gelene kadar bu olaylar tekrarlanır. Adım motoru hedef konuma gelince denetim birimi dur komutu ile uyarılarak yeni adım komutu üretilmesi engellenir. Kapalı döngü sistemi, adım motorunu yük durumunu da göz önüne alarak uyarım sürelerini ayarlar ve en uygun hız profilinde çalıştırır.

4.5 Adım Motor Sürücü Kartı

Adım motorlar yukarıda belirtilen bu özelliklerinden dolayı hassas pozisyon kontrolü gerektiren uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan projede de hassas konum kontrolü gerektiren durumlar söz konusu olduğundan adım motor kullanımı tercih edilmiş ve bu nedenle farklı adım motor sürücü devreleri denenmiştir.

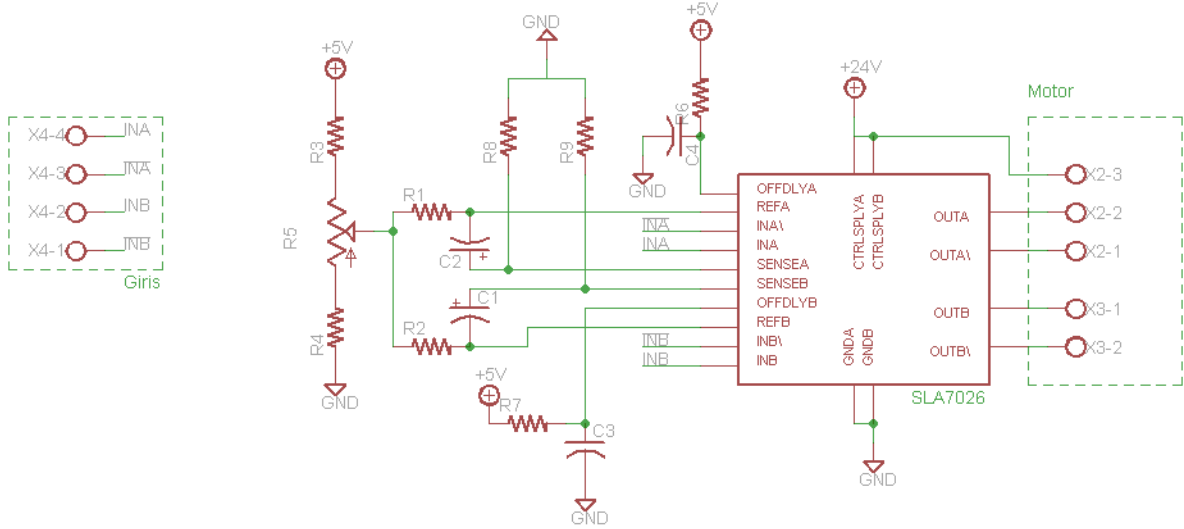
Adım motor kontrolü için ilk olarak güç transistörleri ile yapılmış basit bir sürücü devre tasarlanmış ve ilk denemeler bu devre ile yapılmıştır. Tasarlanan bu devrede amaç motorun her bir sarımına güç transistörleri üzerinden sıra ile işaret göndererek adım motorun kontrolünün sağlanması olmuştur. Yapılan denemeler sırasında henüz robotun mekanik

aksamı hazır olmadığından testler yük altında gerçekleştirilmemiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak robotun mekanik aksamının da hazır olması ve testlerin bu mekanik aksam üzerinden yapılmaya başlamasıyla birlikte bu devrenin yük altında oldukça verimsiz bir yapıya sahip olduğu ve istenilen tork-hız seviyelerine çıkamadığı gözlemlenmiştir.

Adım motor sürücü devresindeki bu eksikliğin fark edilmesinin ardından yapılan araştırmalar sonucunda, tork-hız açısından en verimli sürücü devrelerinin chopper mantığıyla kontrol edilen akım sınırlamalı sürücü devreleri olduğu öğrenilmiştir. Bu devreler motorların çalışma gerilimlerini daha yüksek seviyelere çekmekte, buna karşılık motorun çektiği akımı belirli bir seviyede sınırlayarak motorun zarar görmesini engellemektedir. Çalışma geriliminin oldukça yukarı düzeylere çekilmesinden dolayı motor tork ve hız açısından gayet verimli çalışmaktadır.

Bu nedenle ikinci devre piyasada sıklıkla kullanılan L297-L298 entegreleri ile tasarlanmış ve testlerin devamı bu sürücü devre ile yapılmıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda devrenin çalışmasında bir takım aksaklıklarla karşılaşmış ve bu aksaklıkların nedeninin ilgili entegrelerin zarar görmesi olduğu fark edilmiştir. Devrede karşılaşılan problemlerin oldukça sık bir şekilde tekrarlanması sonucu yapılan araştırmalar sonucunda L298 entegresinin oldukça hassas bir yapıya sahip olduğu ve yüksek torklar altında çalışması durumunda çok kolay zarar görebileceği öğrenilmiştir.

Bütün bu nedenlerden dolayı daha kararlı ve verimli bir sürücü devresinin kullanımı gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu duruma bir çözüm olarak piyasada sıklıkla CNC tezgahlarda kullanılan, güvenilir ve kararlı bir yapıya sahip olan adım motor sürücü kartlarından iki adet temin edilmiştir. SLA7026 entegresi kullanılarak tasarlanan bu kartların üzerinde bulunan ve CNC tezgahların kontrolü için kullanılan kısımlar bu projede gerekli olmadığından iptal edilmiştir. Buna ek olarak robotta kullanılacak kontrol kartı ile uygun şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla üzerinde gerekli uyarlamalar yapılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Daha sonraki testler bu kartlar ile sürdürülmüş ve bu sürücünün proje için uygun olduğuna kanaat getirilmiştir. Adım motor sürücü kartına ait devre şeması Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 SLA7026 entegresi kullanılarak tasarlanan adım motor sürücü kartı

4.6 Ultrasonik Mesafe Algılayıcı

Algılayıcılar robotların dış dünya ile aralarındaki köprünün kurulması için vazgeçilmez unsurlardır. Gerçekleştirilen projenin kapsam ve amacına bağlı olarak çeşitli algılayıcılar kullanılabilir.

Ultrasonik mesafe ölçme tekniği basit olarak, insan kulağının duyamayacağı kadar yüksek frekanslı bir ses dalgasının iletilmesi ve bu dalganın geri dönüş süresinin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Ölçülen süre ve ses dalgasının hızı bilindiğinden dolayı basit bir formül ile mesafe hesabı yapılabilir.

Ultrasonik algılayıcılar genellikle robotlarda engellerden kaçmak, navigasyon ve bulunan yerin haritasını çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır. Robotlarda kullanılan ultrasonik algılayıcıların çoğunda 40kHz frekanslı bir ses atım sinyali özel olarak imal edilmiş bir ultrasonik hoparlör aracılığıyla gönderilir. Ultrasonik ses dalgası önündeki bir nesneye, bir engele çarpıp, geri yankılandığında yine özel olarak imal edilmiş bir ultrasonik mikروفon tarafından algılanır. Bir elektronik devre aracılığıyla, gönderilen ses atımının çıkışından, engele çarpıp, geri gelen yankı sesin alınması arasındaki zaman hesaplanarak arada geçen zaman ölçülür. Bu zaman ikiye bölünür ve ses hızı ile çarpılarak uzaklık ölçümü yapılır. Mesafe ölçümü için kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$x = (v \cdot t) / 2 \quad (4.1)$$

x: uzaklık, v: ses hızı, t: ses atımının çıkması ile geri dönüşü arasındaki süre

Ultrasonik mesafe ölçüm devreleri birçok uygulamada sıklıkla kullanıldığından dolayı bu devrelerde bulunan ultrasonik algılayıcılar piyasada modüler olarak da bulunabilmektedir. Ultrasonik mesafe algılayıcılar hakkında daha detaylı bilgi Ek-1’de verilmiştir.



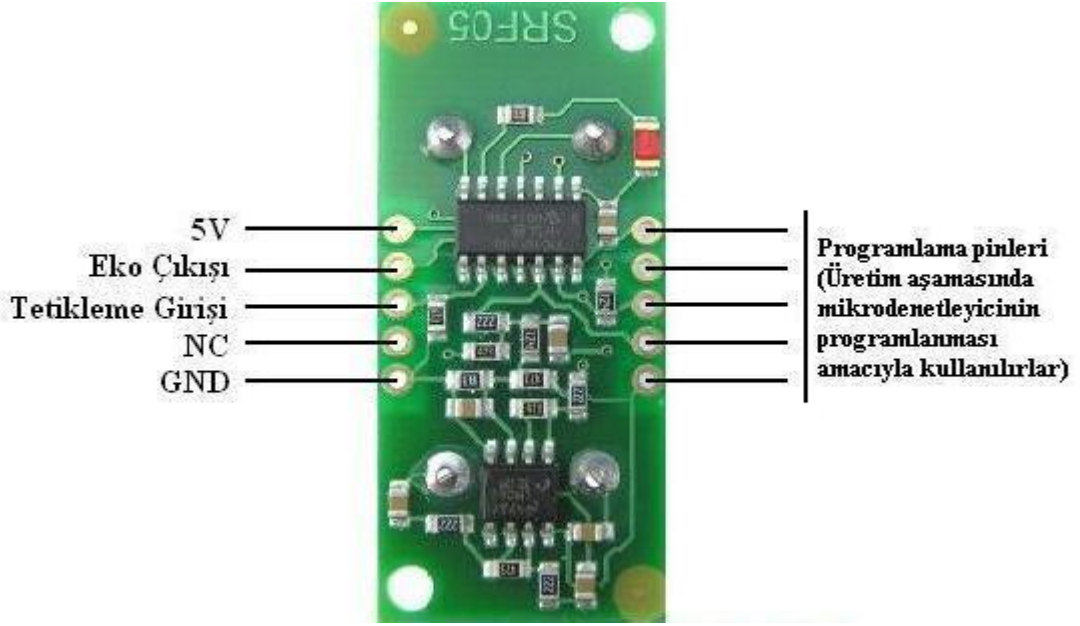
Şekil 4.9 SRF05 ultrasonik mesafe ölçme algılayıcısı

Projede kullanılan ultrasonik mesafe ölçüm devresi için yurtiçinde kolaylıkla bulunamayan fakat yurtdışında oldukça büyük bir rağbet gören ve üzerindeki mikrodenetleyici sayesinde oldukça kolay bir kullanım sağlayan SRF05 modülü tercih edilmiştir. Şekil 4.9’da görülen bu modülün kontrol edilmesi, modülden gelen işaretler yardımıyla ses dalgasının gidip-gelme süresinin ölçülmesi ve bu bilginin ilgili formülde kullanılarak mesafe ölçümünün yapılması için gereken kontrol kartı tarafımızdan tasarlanmıştır.

SRF05 modülü kullanılarak üç santimetre ile üç metre arasındaki mesafeler ölçülebilmektedir. İki besleme girişi, biri data girişi, biri de data çıkışı olmak üzere dört adet bacağı sahiptir. SRF05 ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı iki farklı çalışma moduna sahiptir.

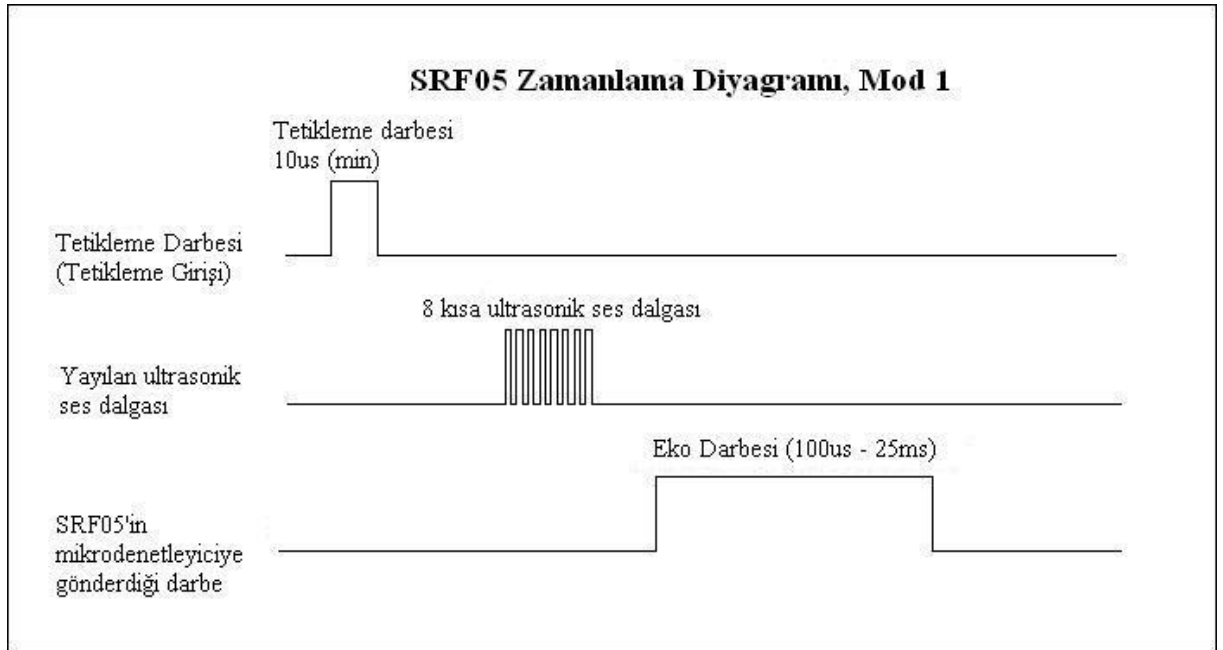
4.6.1 SRF05 Ultrasonik Mesafe Algılayıcısının 1 Numaralı Çalışma Modu

Bu çalışma modunda tetikleme ve çıkış bilgisini okuma işlemleri için ayrı pinler kullanılmaktadır. En kolay çalışma yöntemidir. SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısını bu moda kullanmak için “Mode” bacağı boşta bırakmak yeterlidir. Bu bacak dahili bir pull-up direncine sahiptir.



Şekil 4.10 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 1 bacak bağlantıları

Şekil 4.10'da SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısının Mod 1 bacak bağlantıları ve Şekil 4.11'de algılayıcının bu moddaki zaman diyagramı görülmektedir.

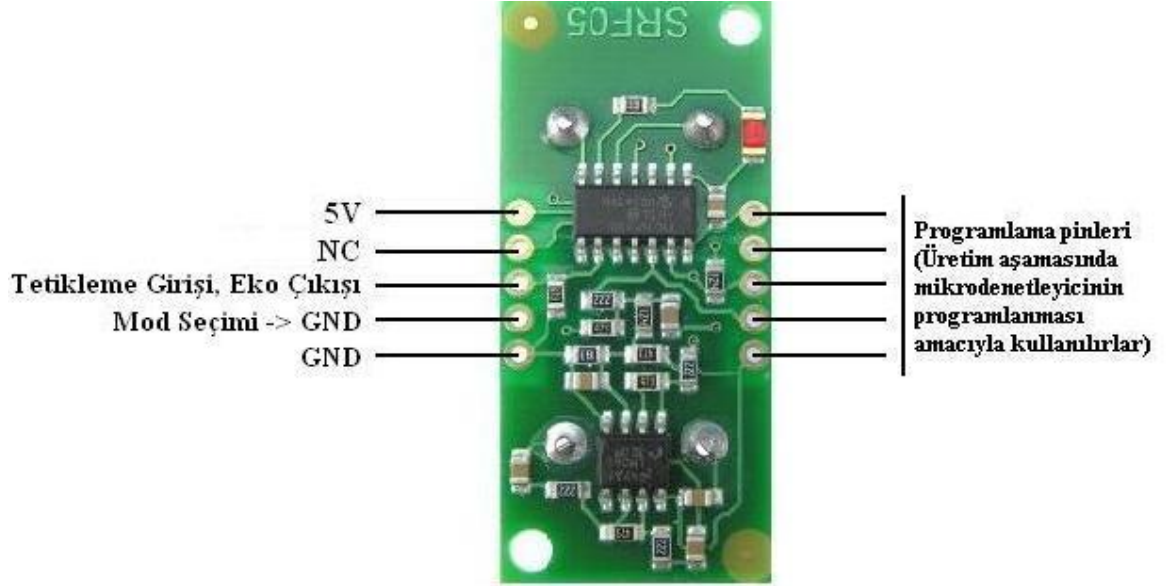


Şekil 4.11 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 1 zamanlama diyagramı

4.6.2 SRF05 Ultrasonik Mesafe Algılayıcısının 2 Numaralı Çalışma Modu

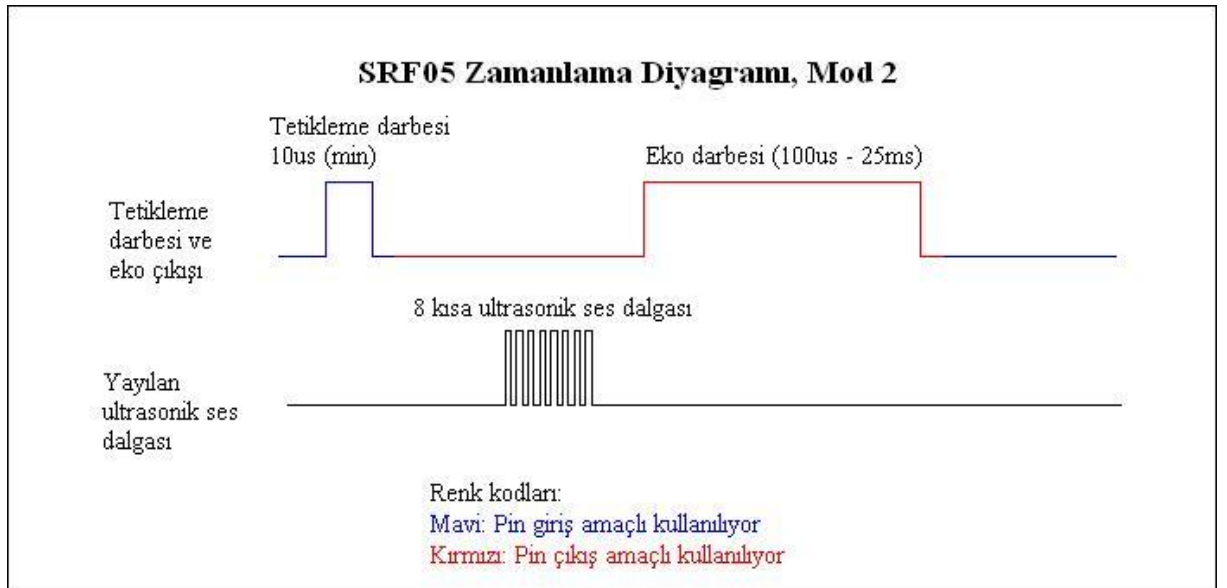
Bu çalışma modunda tetikleme ve çıkış bilgisini okuma işlemleri için ortak bir pin

kullanılmaktadır. Kullanımı Mod 1'e göre daha zor olmakla beraber bacak sayısında tasarruf sağlamaktadır. Bu çalışma modu kısıtlı bacak kullanımı gerektiren durumlar için idealdir. SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısını bu modda kullanmak için "Mode" bacağına 0V'a (GND) bağlamak gerekmektedir.



Şekil 4.12 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 2 bacak bağlantıları

Şekil 4.12'de SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısının Mod 2 bacak bağlantıları ve Şekil 4.13'te algılayıcının bu moddaki zaman diyagramı görülmektedir.



Şekil 4.13 SRF05 Ultrasonik mesafe algılayıcısı Mod 2 zamanlama diyagramı

4.7 USB Kamera

Mobil keşif robotunun en önemli özelliklerinden birisi de hakkında bilgi sahibi olunmayan ortamlarda keşif yapılmasına olanak sağlanmasıdır. Bulunulan ortam hakkında edinilebilecek en önemli bilgilerden bir tanesi de ortamın görüntüsü ve ortamdaki sestir. Bu amaçla robot üzerine bir adet USB kamera monte edilmiş ve bu kameranın üzerinde bulunan dahili mikrofon da ses toplama amaçlı olarak kullanılmıştır.

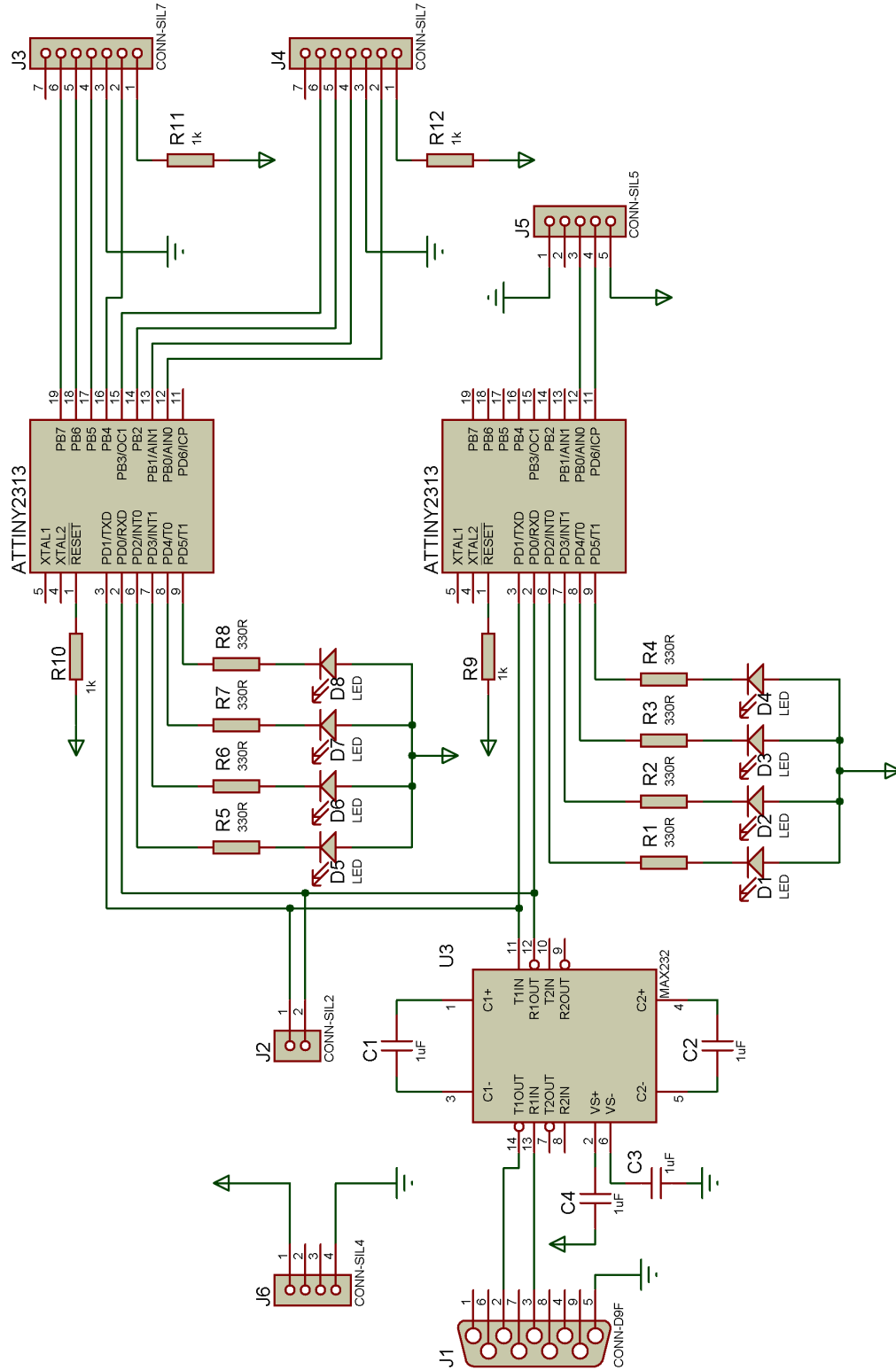
Mevcut sistemde, kamera sabit bir eksen üzerine monte edildiğinden, kullanıcı kontrol programı ile kamera hareket ettirilememektedir. Ancak ileride yapılacak mekanik ve yazılımsal geliştirmeler ile kameranın aşağı-yukarı ve sağa-sola dönme hareketlerini kontrol etmek mümkün olabilmektedir.

Kameradan alınan ses ve görüntü bilgileri robot üzerindeki mini bilgisayar tarafından alınmakta ve kablosuz ağ üzerinden canlı olarak kullanıcı programına aktarılmaktadır. Bu sayede kullanıcı robotun bulunduğu ortamı canlı olarak izleyip dinleyebildiği için ortam hakkında görsel bir bilgiye sahip olabilmektedir.

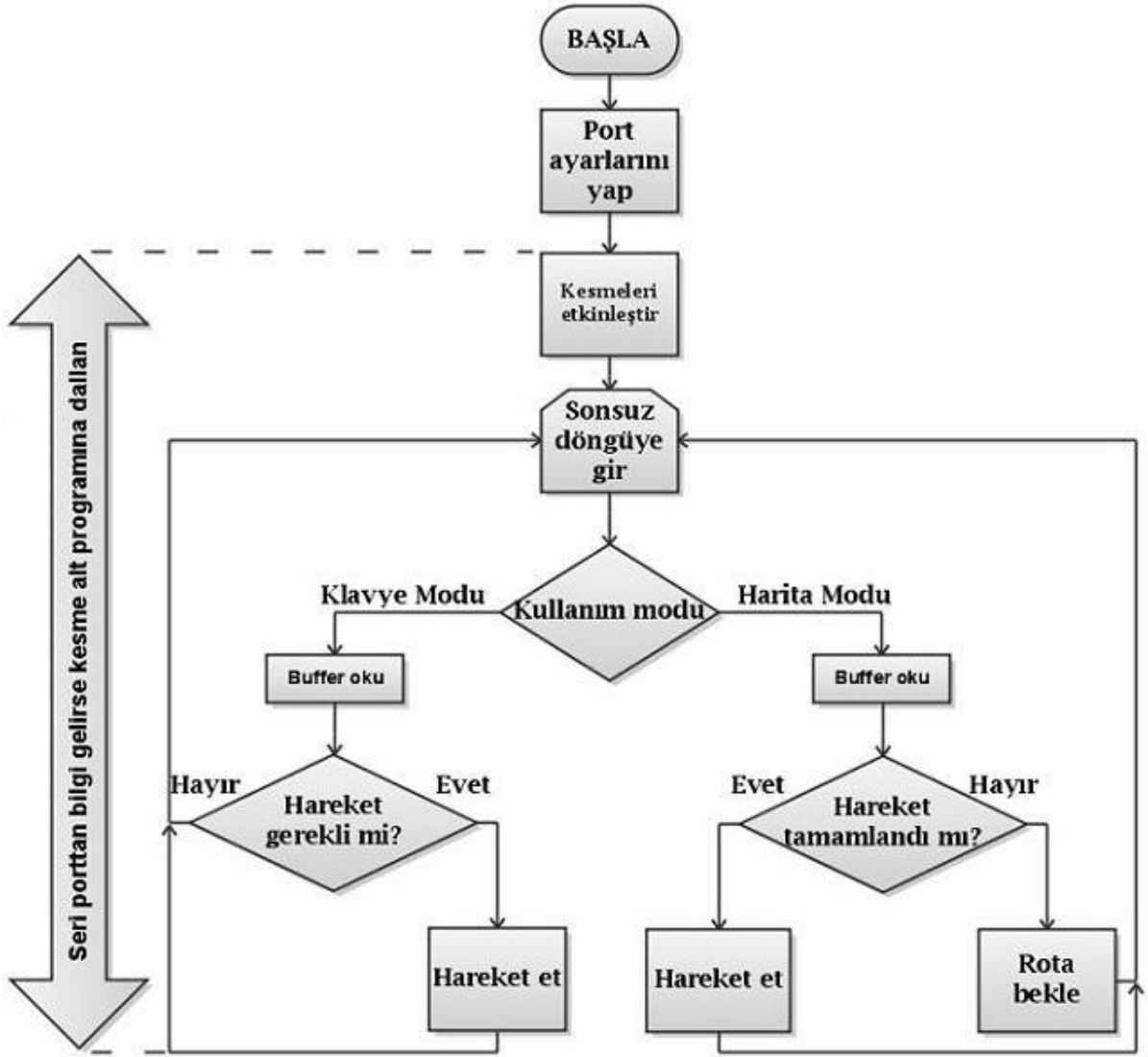
4.8 Elektronik Kontrol Kartı

Bilgisayardan gelen hareket bilgilerine uygun olarak motorların sürülmesini sağlayan ve ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısından elde ettiği mesafe bilgisini robot bilgisayarına aktaran elektronik kontrol kartının devre şeması Şekil 4.14'te verilmiştir. Kartta iki adet Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyici kullanılmıştır. Mikrodenetleyicilerden bir tanesi bilgisayardan gelen hareket bilgisinin işlenmesi ve bu bilgiye uygun olarak motorların sürülmesi işlemini yerine getirmektedir. Diğer mikrodenetleyici ise ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısının tetiklenmesi için gerekli işaretlerin üretilmesi ve algılayıcıdan gelen işaretlere göre gerekli hesaplamaların yapılarak elde edilen mesafe bilgisinin bilgisayara gönderilmesinden sorumludur. Bu iki mikrodenetleyici arasında doğrudan bir bağlantı da mevcuttur. Bu bağlantı sayesinde, ultrasonik mesafe ölçüm kartı tarafından hesaplanan mesafe bilgisi belirlenen bir eşik değerinin altına indiğinde bu durumun motor kontrol kartına bildirilmesi ve böylece robotun durması sağlanmaktadır. Yapılan projede eşik değeri olarak 20 cm belirlenmiştir. Engele olan mesafe 20 cm'nin altına indiği durumlarda robotun önüne engel çıktığı algılanmakta ve harekete ara verilmektedir. Şekil 4.15'te motorların sürülmesi işlemini gerçekleştiren ve mikrodenetleyici üzerinde koşan programa ait akış diyagramı, Şekil 4.16'da anakarttan gelen mesajları alıp yorumlayan ve yine aynı mikrodenetleyici üzerinde koşan kesme alt programına ait akış diyagramı ve Şekil 4.17'de ise ultrasonik mesafe ölçüm

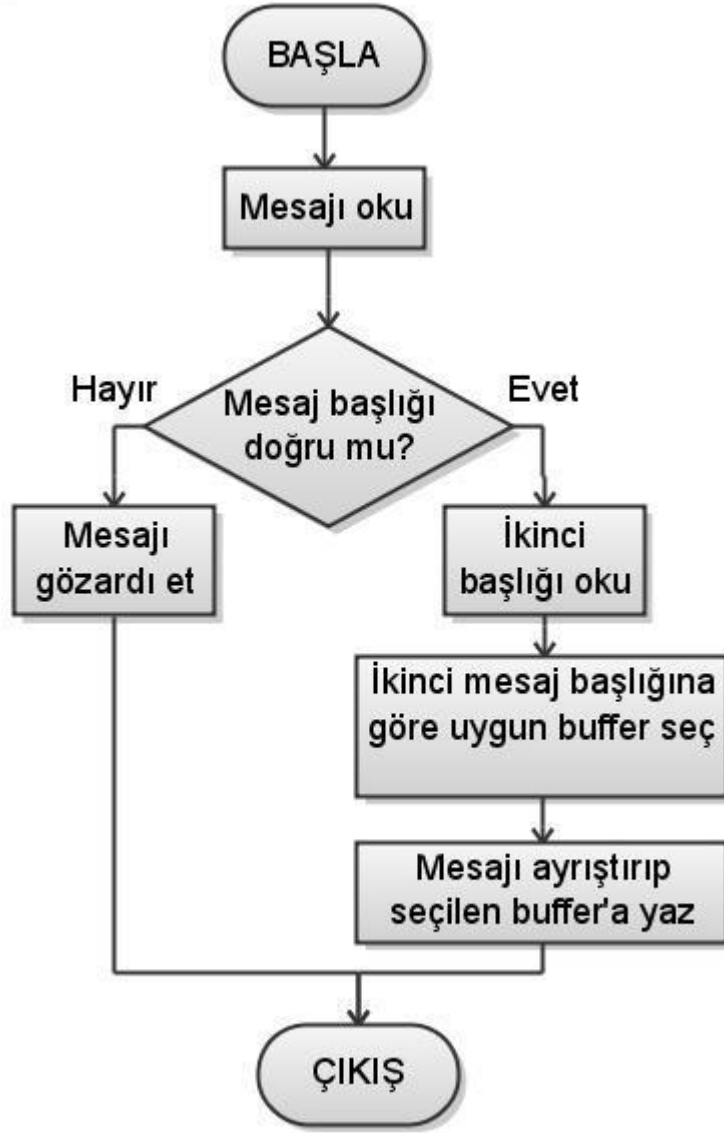
kartı üzerinde bulunan ve mesafe ölçüm işlemini gerçekleştiren mikrodenetleyici programına ait akış diyagramı görülmektedir. Ayrıca adım motor sürücü kartı mikrodenetleyici yazılımı Ek-2’de, ultrasonik mesafe ölçüm kartı mikrodenetleyici yazılımı ise Ek-3’te verilmiştir.



Şekil 4.14 Elektronik kontrol kartı devre şeması



Şekil 4.15 Motor sürücü kartındaki mikrodenetleyici programının akış diyagramı



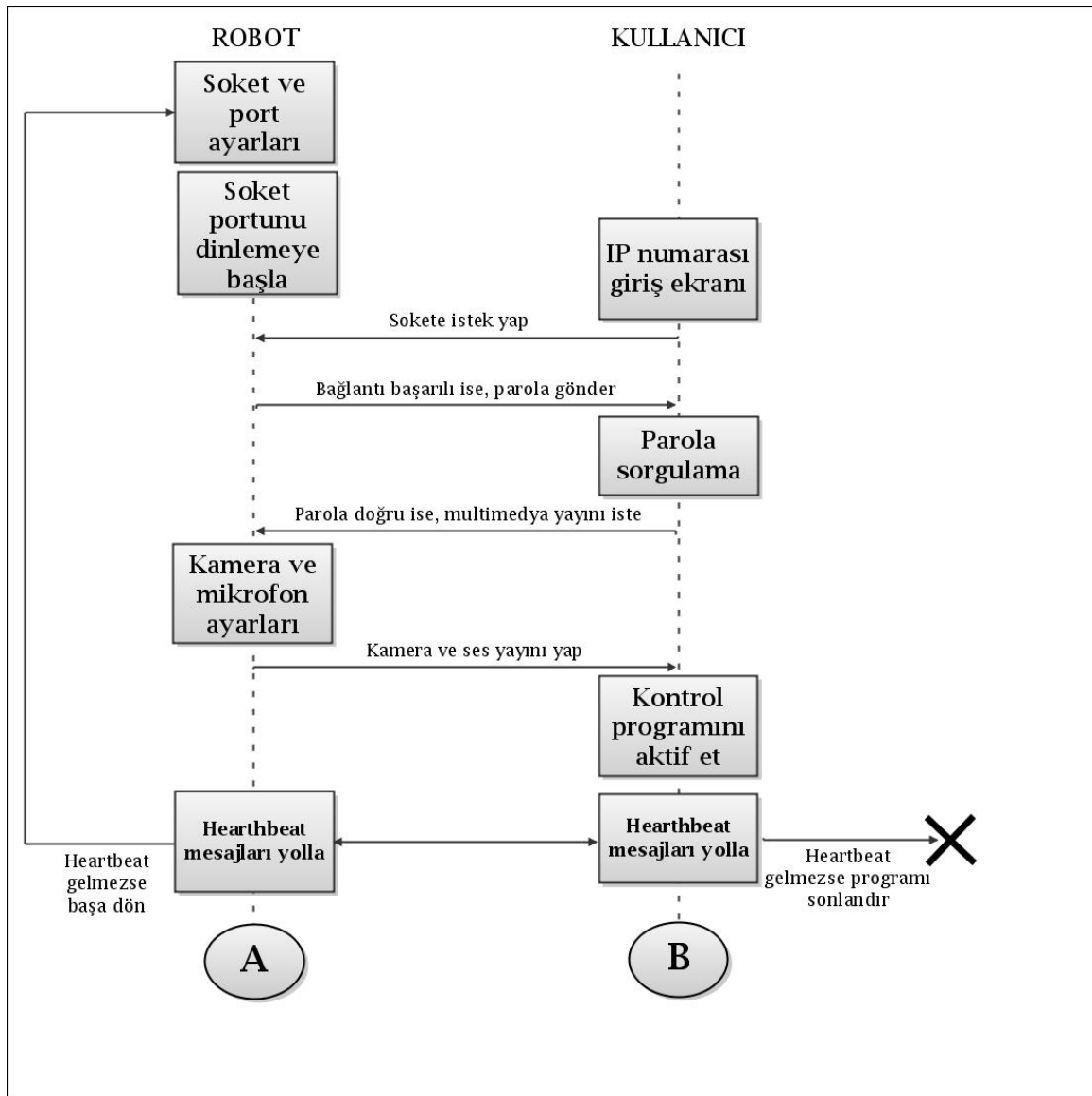
Şekil 4.16 Motor sürücü kartındaki mikrodenetleyici kesme alt programının akış diyagramı



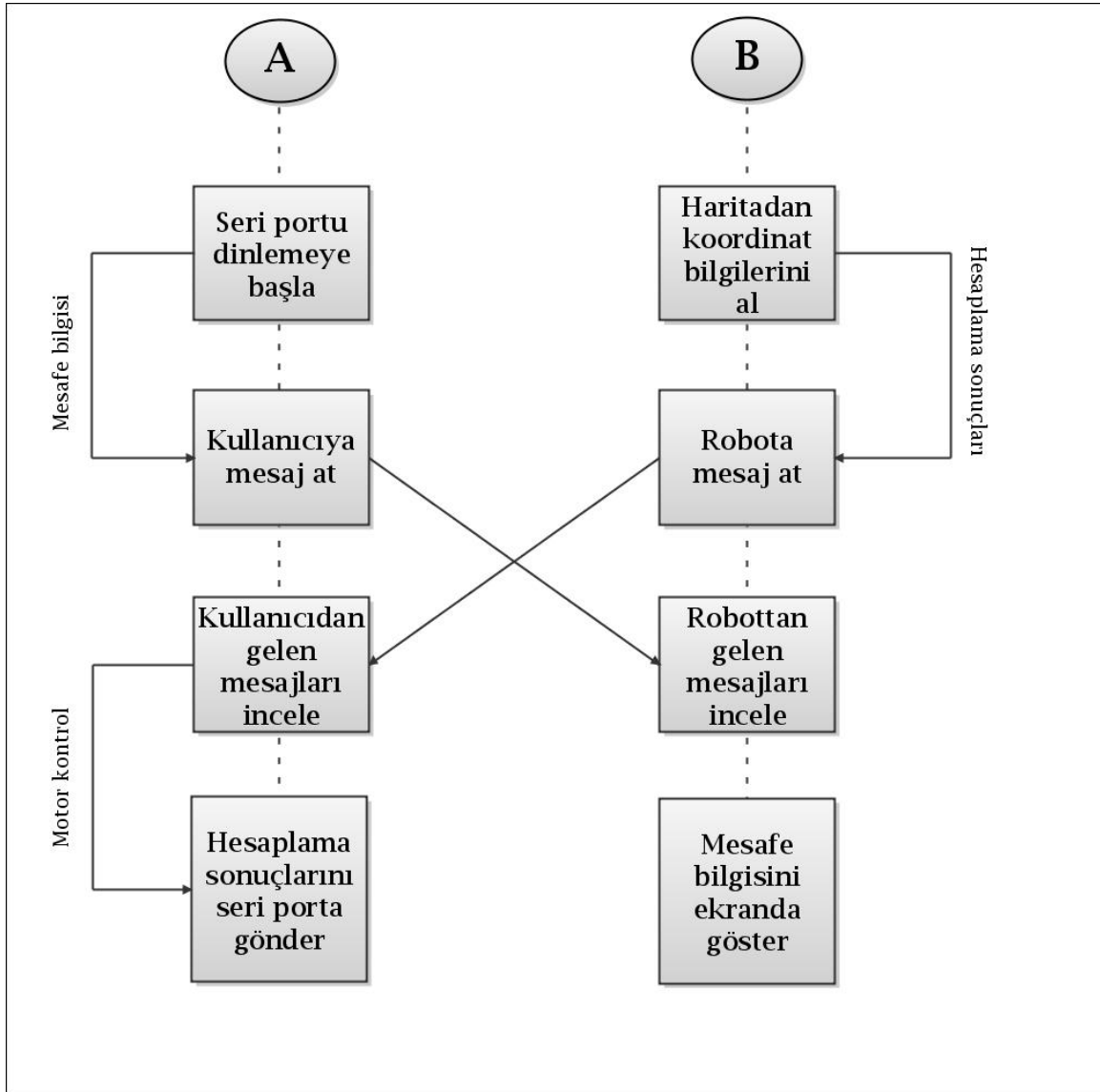
Şekil 4.17 Ultrasonik ölçüm kartındaki mikrodenetleyici programının akış diyagramı

5. MOBİL KEŞİF ROBOTUNUN YAZILIMI

Mobil keşif robotu, yazılım aracılığıyla kontrol edilen elektronik bir donanım olacak şekilde tasarlanmıştır. Projenin önemli bir bölümünü de yazılım oluşturmaktadır. Mobil keşif robotunun donanımı Çelik'in (2010) "Mobil Keşif Robotunun Bilgisayar ile Kontrolü" isimli yüksek lisans tez çalışmasında detaylı olarak anlatılmış olmakla beraber bu bölümde robot bilgisayar üzerinde çalışan java tabanlı robot kontrol programı, kullanıcının robotu kontrol etmesi için geliştirilen kullanıcı kontrol programı ve elektronik kontrol kartları üzerinde çalışan programlar hakkında özet bilgi verilmiştir. Şekil 5.1 ve 5.2'de ise mobil keşif robotunun yazılımı blok diyagram şeklinde görülmektedir.



Şekil 5.1 Mobil keşif robotunun yazılımı – Blok Diyagram I



Şekil 5.2 Mobil keşif robotunun yazılımı – Blok Diyagram II

5.1 Kullanıcı Kontrol Programı Yazılımı

Kullanıcı kontrol programı çalıştırdıktan sonra gelen IP numarası giriş ekranı vasıtası ile kullanıcıdan alınan IP numarası kullanılarak robot ile önceden belirlenmiş sabit bir port üzerinden bir sunucu-istemci bağlantısı kurulmaya çalışılır. Girilen IP numarası üzerinde kurulu bir socket var ise kullanıcı programı bu sokete bağlanır. Verilen IP numarası ile bir bağlantı kurulamaması durumunda “Bağlantı kurulamadı!” şeklinde bir hata mesajı verilmekte ve kullanıcıdan doğru IP numarasını girmesi beklenmektedir.

Robot ile bağlantı kurulduktan sonra parola ekranı vasıtası ile kullanıcıdan parola girilmesi beklenir. Kullanıcının girdiği parola robot üzerinde belirlenen parola ile karşılaştırılır.

Parolanın yanlış olması durumunda “Yanlış parola girdiniz!” şeklinde bir hata mesajı verilmekte ve kullanıcının doğru parolayı girmesi beklenmektedir. Ancak doğru parola girilmesi durumunda kontrol programına erişim mümkün olacaktır.

Parola girildikten sonra açılan kontrol programı robot tarafında çalışan program ile devamlı bir veri alışverişi sağlamaktadır. Bu alışveriş periyodik olarak gönderilen hearthbeat mesajlarından oluşmaktadır. Bu sayede programlar karşılıklı olarak birbirlerinin durumu hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve herhangi bir bağlantı problemi ile karşılaşılması durumunda gerekli aksiyonları alabilmektedir. Bu aksiyonlar kontrol programı için kullanıcıya bilgi verilmesinin ardından programın kapatılması, robot tarafında koşan program için ise programın yeniden başlatılarak yeni bir soket bağlantısı kurulmasını beklemek şeklindedir.

Kontrol programı çalıştırıldığı zaman ses ve kamera butonları inaktif olarak gelmektedir. Bu butonların aktif olabilmesi için robot ile RTP protokolü üzerinden medya transfer bağlantısının kurulması gerekmektedir. Kimi durumlarda meydana gelen problemlerden ötürü bu bağlantı kurulamamakta ve bu nedenle ses ve kamera açma butonları aktif hale gelememektedir. RTP bağlantısının kurulması durumunda aktif hale gelen butonlara basılarak ses ve görüntü ekranlarını açmak mümkün olabilmektedir.

5.2 Robot Kontrol Programı Yazılımı

Robot tarafında çalışan ve java programlama dili kullanılarak yazılan program, kullanıcı kontrol programı ile bilgi alışverişinin sağlanmasının yanı sıra, işlenen bilgilerin elektronik kartlara gönderilmesi ve kartlardan gelen bilgilerin alınması gibi işlemleri de gerçekleştirmektedir.

Robot kontrol programının görevlerinden biri kullanıcı programından gelen hareket bilgilerinin işlenmesi ve bu bilgilere göre gerekli hesaplamaların yapılarak sonuçların uygun biçimde elektronik kontrol kartlarına gönderilmesinin sağlanmasıdır. Ayrıca kamera ve mikrofondan alınan görüntü ve ses bu program vasıtası ile işlenerek kullanıcı kontrol programına gönderilmekte, böylece kullanıcının ortam hakkında görsel bilgilere sahip olması sağlanmaktadır.

Robot kontrol programının bir diğer görevi ise ultrasonik mesafe ölçüm algılayıcısı yardımıyla ölçülen mesafe bilgisinin elektronik kontrol kartlarından alınmasını ve bu bilginin kullanıcı kontrol programına iletilmesini sağlamaktır.

5.3 Adım Motor Sürücü Kartı Yazılımı

Adım motor sürücü kartı Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyici üzerinde C programlama dili kullanılarak yazılan bir programdır. Bu programın görevi robot bilgisayarın seri portu üzerinden gelen bilgilerin mesaj gönderme biçimine uygun olup olmadığının kontrolü ve uygun olması durumunda alınan bilgilerin anlamlı olacak şekilde derlenmesiyle motorların doğru hareketleri yapmasının sağlanmasıdır. Program bir taraftan motoru kontrol ederken diğer taraftan gelen mesajları toplayıp doğru biçimde işleyecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca ultrasonik mesafe ölçüm kartından gelen işaretler vasıtasıyla bilgisayardan gelen mesajlardan bağımsız olarak da motor hareketini duraklatabilmektedir.

5.4 Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Yazılımı

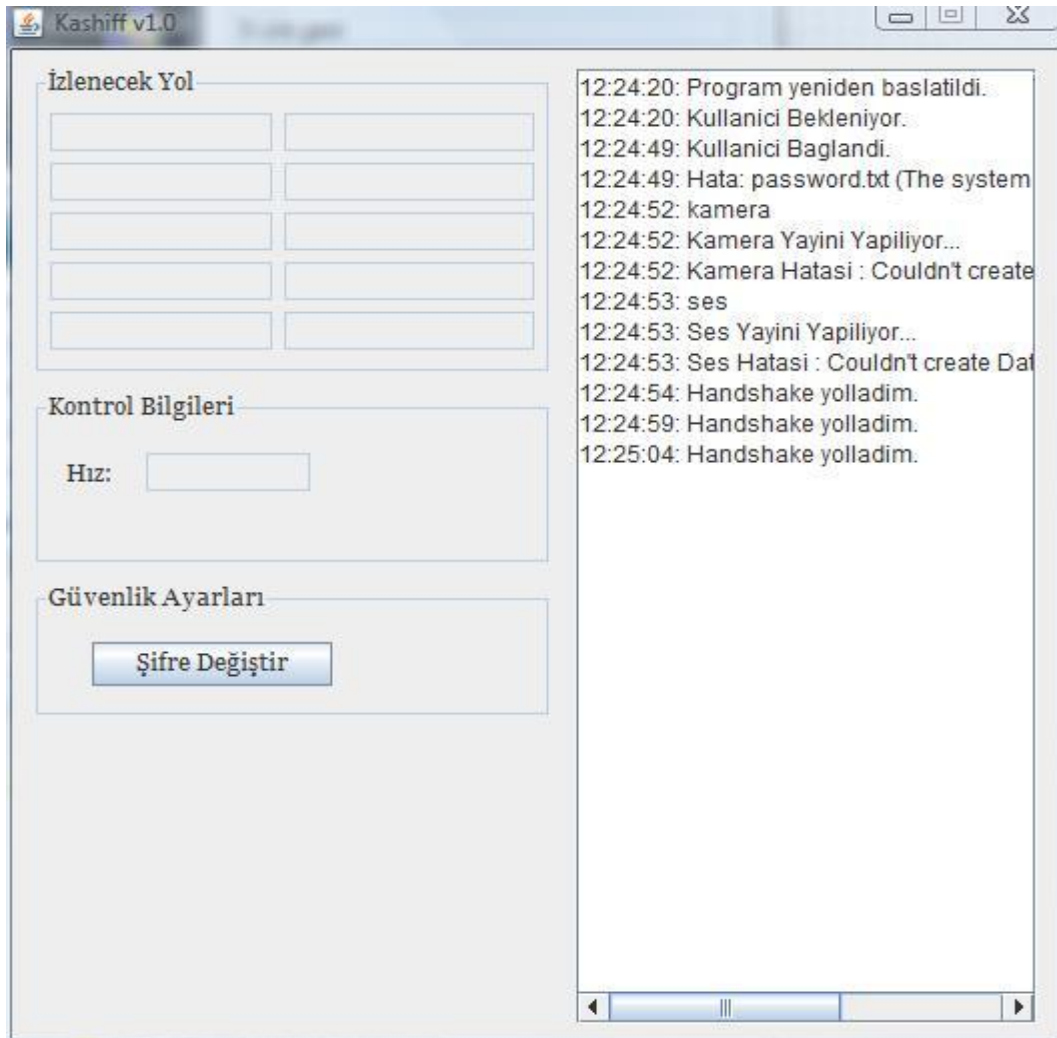
Ultrasonik mesafe ölçüm kartı yine Atmel firmasına ait AVR serisi mikrodenetleyici üzerinde C programlama dili kullanılarak yazılan bir programdır. Bu programın görevi SRF05 ultrasonik mesafe algılayıcısının çalışması için gereken uygun işaretlerin üretilmesi, algılayıcının ürettiği işaretleri inceleyerek mesafe hesabının yapılması ve hesaplanan mesafe bilgisinin RS232C protokolü ile uygun biçimde robot bilgisayara gönderilmesinin sağlanmasıdır.

6. MOBİL ROBOTUN KULLANIMI

Mobil robot, kullanıcı ve robot bilgisayarları üzerinde çalışan, java programlama dili kullanılarak geliştirilmiş iki farklı uygulamadan oluşmaktadır. Bu bölümde bu programların kullanımını hakkında bilgi verilmektedir.

6.1 Robot Kontrol Programı Kullanımı

Robot programı robota güç verilerek mini bilgisayarın çalıştırılmasının ardından otomatik olarak çalışmakta ve önceden belirlenen sabit port üzerinden bir soket açmaktadır. Bu aşamadan sonra kullanıcı programından bir bağlantı yapılınca kadar beklenmektedir. Kullanıcı programından bir bağlantı yapılması ve doğru parolanın girilmesinin hemen ardından karşılıklı olarak düzenli veri alışverişi başlamaktadır. Şekil 6.1’de programın açılış anındaki ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 6.1 Robot kontrol programı

Kullanıcı tarafından gelen bilgi “Harita Modu” ile çizilen yola ait bir bilgi ise, sağa-sola ve ileri-geri gidiş mesafe bilgileri içeren veri adım motorların atması gereken adım değerlerine çevrilerek elektronik kartların anlayabileceği bir formata dönüştürülmekte ve seri port üzerinden elektronik kartlara gönderilmektedir. Ayrıca bu bilgiler hata ayıklama amaçlı olarak program üzerindeki “İzlenecek Yol” alanında da gösterilmektedir.

Robot kontrol programı tarafından gönderilen hız bilgileri de benzer şekilde işlenerek elektronik kartların anlayabileceği formata dönüştürülmekte ve seri port üzerinden kartlara gönderilmektedir. Hız bilgisi ekrandaki “Hız” alanında da gösterilmektedir.

Robot programı üzerinde bulunan “Şifre Değiştir” butonu kullanıcı tarafından girilmesi gereken şifrenin değiştirilmesi işlemi gerçekleştirmektedir. Butona basıldığı zaman Şekil 6.2’de görülen ekran açılmaktadır. Açılan bu ekranda değiştirilmek istenen şifrenin iki kere yazılması istenmekte ve bu iki şifrenin de aynı olması durumunda şifre değiştirilmektedir.

Şekil 6.2 Şifre değiştirme ekranı

Robot kontrol programı tarafından alınan bilgiler herhangi bir problem olması halinde incelenmesi için programın bilgi ekranında gösterilmektedir. Robot programının yaptığı temel işlerden bir diğeri ise JMF modeli ile ortamdaki alınan ses ve görüntü bilgilerinin RTP protokolü üzerinden kontrol programına gönderilmesidir. Kullanıcı ve robot programları arasındaki RTP üzerinden bilgi alışverişinin başladığına dair mesajlar ve hata durumundaki mesajlar da bilgi ekranında gösterilmektedir.

Kontrol programı tarafından gönderilen komut bilgileri belli bir formata sahiptir. Robot programı alınan bilgilerin bu formata sahip olmaması durumunda gelen bilgileri dikkate almamakta ve bununla ilgili hata mesajlarını bilgi ekranına basmaktadır. Doğru formata sahip bilgilerin gelmesi durumunda ise bu bilgiler içeriklerine göre farklı şekillerde işlenerek gerekli aksiyonlar alınmaktadır.

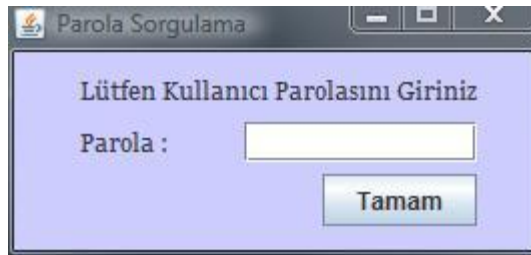
6.2 Kullanıcı Kontrol Programı Kullanımı

Kontrol programını çalıştırmak için gerekli olan JAR dosyasını çalıştırmak suretiyle gelen ilk ekran Şekil 6.3'te görülen IP numarası giriş ekranıdır. Bu ekrandaki alana robotun IP numarası girildikten sonra “Tamam” tuşuna basılarak robot ile bağlantı kurulması sağlanır. Robot üzerindeki mini bilgisayar üzerinde yapılan ayarlara bağlı olarak, robota bağlanmak için kullanılan IP numarası sabit olabileceği gibi dinamik de olabilmektedir.



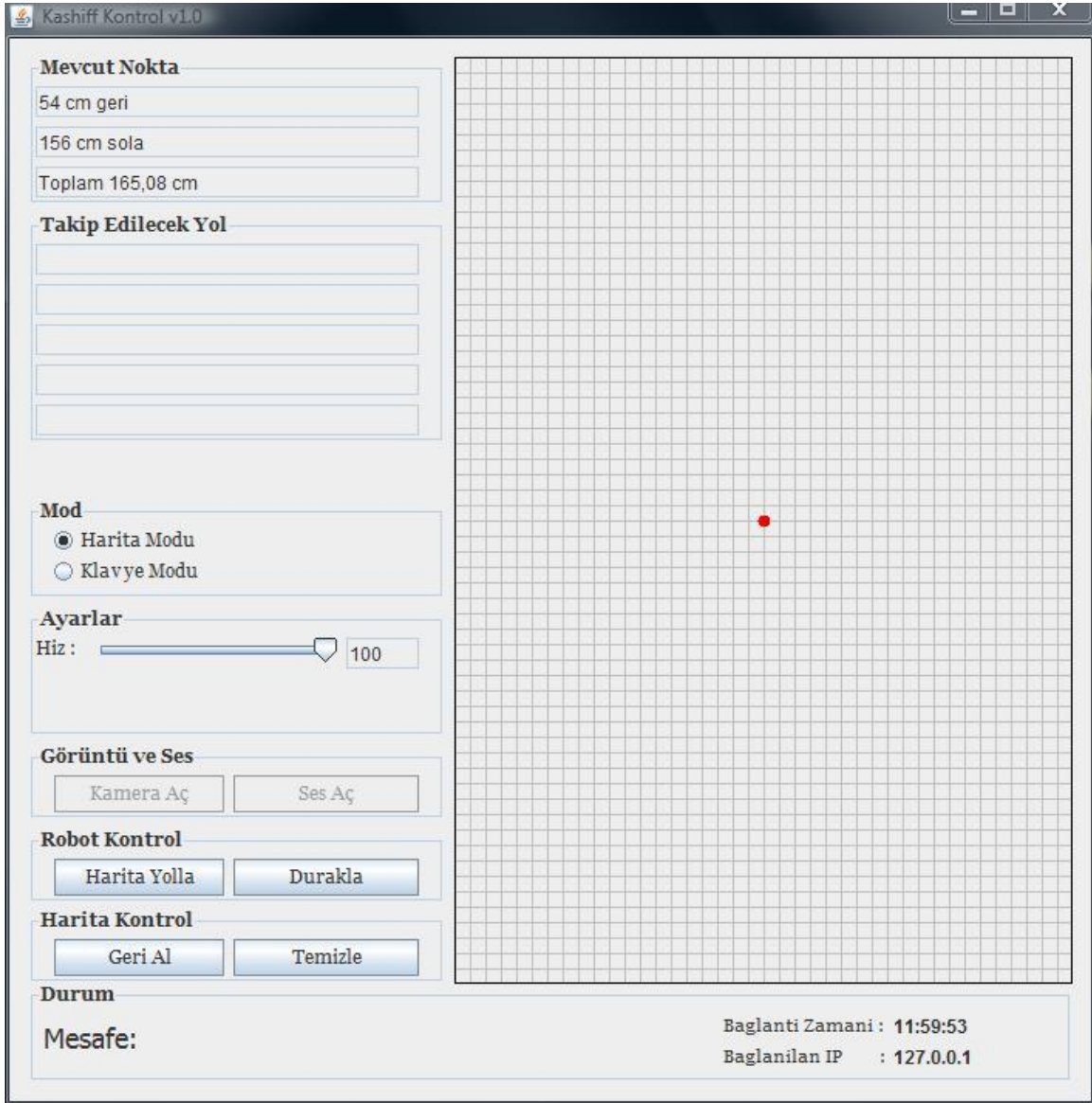
Şekil 6.3 IP numarası giriş ekranı

Robot ile bağlantı kurulması halinde karşımıza çıkacak olan ekran Şekil 6.4'te görülen parola sorgulama ekranıdır. Bu ekrana parolayı girdikten sonra “Tamam” tuşuna basarak şifrenin doğru olması halinde kontrol programının çalışmasını sağlamış oluruz.



Şekil 6.4 Parola sorgulama ekranı

Doğru parola girildikten sonra açılan ekran Şekil 6.5'te görülen robot kontrol ekranıdır. Bu ekran vasıtası ile robotun kontrolü için gerekli bütün komutlar verilebildiği gibi robot tarafından gönderilen ses, görüntü ve mesafe bilgileri de bu ekran aracılığı ile gözlemlenmektedir.



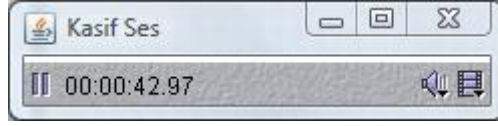
Şekil 6.5 Kontrol ekranı

Kontrol ekranının sağ alt köşesinde bağlantı kurulan robotun IP numarası ve bağlantının yapıldığı zaman bilgileri görülebilmektedir. Sol alt köşesinde ise robotun önündeki engele olan mesafesinin ne kadar olduğu bilgisi santimetre cinsinden verilmektedir.

Kontrol ekranının sol alt bölümünde bulunan “Kamera Aç” ve “Ses Aç” butonları kullanılarak kamera ve ses ekranlarının açılması sağlanabilir. Kontrol programı açıldığında kamera ve ses ekranları kapalı olarak gelmektedir.

“Ses Aç” butonuna basıldığında Şekil 6.6’da görülen ses ekranı aktif hale gelmektedir. Bu ekran, robot tarafında kullanılan JMF yapısı ile ortamdaki seslerin RTP protokolü ile kullanıcı tarafına aktarılmasını ve bu seslerin kullanıcıya dinletilmesini sağlamaktadır. Ses

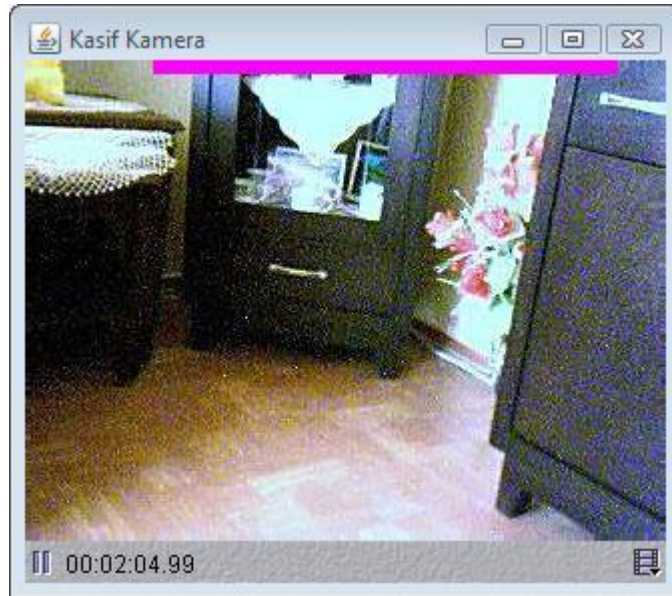
ekranı üzerinde bulunan ayarlar sayesinde gelen sesin kısılması veya arttırılması gibi işlemler yapılabilmektedir. Ses ekranı açık olduğu sürece ses butonu inaktif durumdadır. Ekran kapatıldığında ise buton tekrar aktif hale gelmektedir.



Şekil 6.6 Ses ekranı

“Kamera Aç” butonuna basıldığında Şekil 6.7’de görülen kamera ekranı aktif hale gelmektedir. Bu ekran, robot tarafında kullanılan JMF yapısı ile ortamdan alınan görüntünün RTP protokolü ile kullanıcı tarafına aktarılmasını ve bu görüntünün kullanıcı tarafında izlenilmesini sağlamaktadır. Kamera ekranı açıldığında gelen görüntü tam ekran görüntüsü değildir. Kontrol programının görünür halde olması için küçük bir ekran şeklinde ayarlanmıştır. Fakat bu ekran tam ekran da dahil olmak üzere farklı büyüklüklere ayarlanabilmektedir.

Kamera ekranı açık olduğu sürece kamera butonu inaktif durumdadır. Ekran kapatıldığında ise buton tekrar aktif hale gelmektedir.



Şekil 6.7 Kamera ekranı

Kontrol ekranının sağ tarafında görülen ızgara Şeklindeki alan ‘‘Harita Modu’’ kullanılırken robotun takip etmesini istediğimiz yolu çizeceğimiz sanal haritadır. Bu alan ‘‘Klavye Modu’’ kullanılırken ise klavyenin hangi tuŐlarına bastığımızı göstermek için kullanılır.

Ekranın sol tarafında bulunan alanlar ‘‘Harita Modu’’ kullanılırken yardımcı olacak konum ve yol bilgilerini yazılı olarak göstermek için kullanılmaktadır. Ayrıca mod seçimi yapmak için kullanılan alan da bu kısımda bulunmaktadır. Robot kontrolündeki önemli parametrelerden biri olan hız değeri de bu kısımdaki ayarlar alanından deđiŐtirilebilmektedir.

Kontrol programı ile robot üzerinde çalışan program arasında devamlı surette bir veri alışverişi olmaktadır. Bu veri alışverişi sayesinde programlar arasında oluŐabilecek kopuklukların fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi sağlanabilmektedir. İki program arasında oluŐacak herhangi bir kopukluk neticesinde kontrol programı kullanıcıya bilgi verdikten sonra kapatılmakta, robot üzerinde çalışan program ise kendi kendine yeniden başlamaktadır.

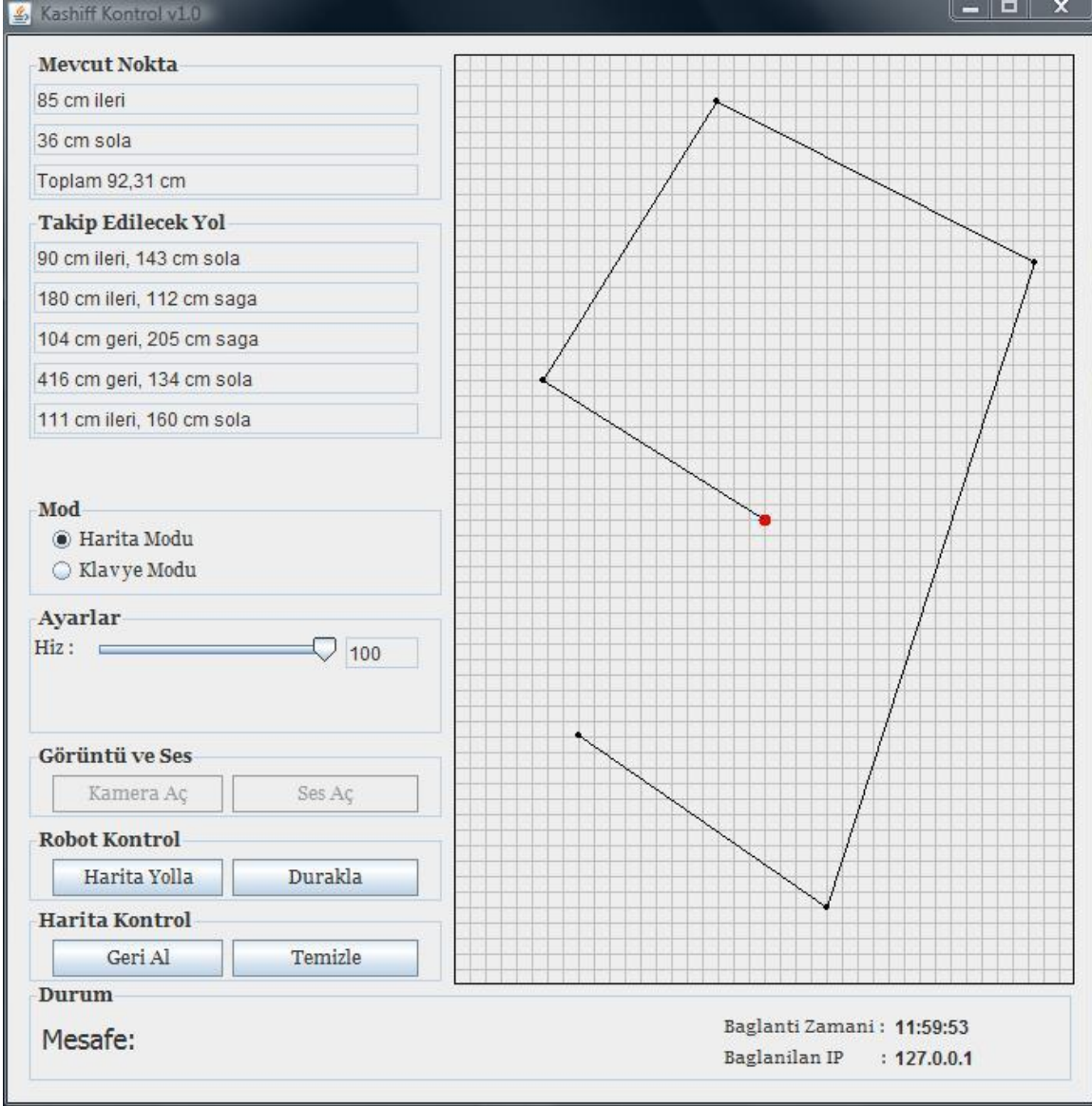
Kullanıcı kontrol programında robotun kontrolü iki farklı yöntemle sağlanabilmektedir. Bunlardan birincisi, kullanıcının sanal bir ekran üzerinde çizmiŐ olduğu yol üzerinde hareket etmesini sağlayan harita modudur. Diğeri ise, kullanıcının bilgisayar klavyesinde bulunan yn tuşlarını kullanarak robotu hareket ettirmesini sağlayan klavye modudur.

6.2.1 Harita Modu

Robot kontrolü için kullanılabilecek modlardan bir tanesi ‘‘Harita Modu’’ dur ve bu mod kontrol programı çalıştırıldığı zaman seçili olarak gelen moddur.

Bu mod seçili olduğun zaman, kontrol programının sağ tarafında bulunan ızgaralı alan sanal harita olarak kullanılmaktadır. Sanal harita dört metre enine ve altı metre boyuna sahip engelsiz ve düz bir alanı temsil etmektedir. Robotun bulunduğu yerin bu alanın tam ortasında bulunan kırmızı nokta olduğu ve yönünün de yukarı doğru olduğu kabul edilir.

Sanal harita üzerinde çizilecek olan sanal yol için en fazla beŐ varış noktası belirlenebilmektedir. Bu noktaların sayısını arttırmak teknik olarak mümkün olabilmekle beraber program yazılırken beŐ ile sınırlandırılmıŐtır. Şekil 6.8’de beŐ varış noktası da seçilmiŐ bir sanal yol rneği gösterilmektedir.



Şekil 6.8 Harita modu

Ekranın sol tarafında bulunan “Mevcut Nokta” alanında, fare sanal harita üzerinde gezdirilirken bulunulan noktanın en son işaretlenen varış noktasına göre konumu verilmektedir. Bu bilgi sayesinde, son işaretlenen varış noktası ile bu noktanın işaretlenmesi durumunda sağa-sola ve ileri-geri gidilecek mesafe bilgisi ile toplam da alınacak mesafe bilgisi gösterilmektedir.

Sol tarafta bulunan bilgi alanlarından bir diğeri ise “Takip Edilecek Yol” alanıdır. Bu alanda gösterilen bilgiler ise izlenecek olan sanal yol ile ilgili yazılı bilgilerdir. Bir önceki varış noktası ile işaretlenen varış noktası arasındaki sağa-sola ve ileri-geri gidilecek mesafe bilgilerini vermektedir.

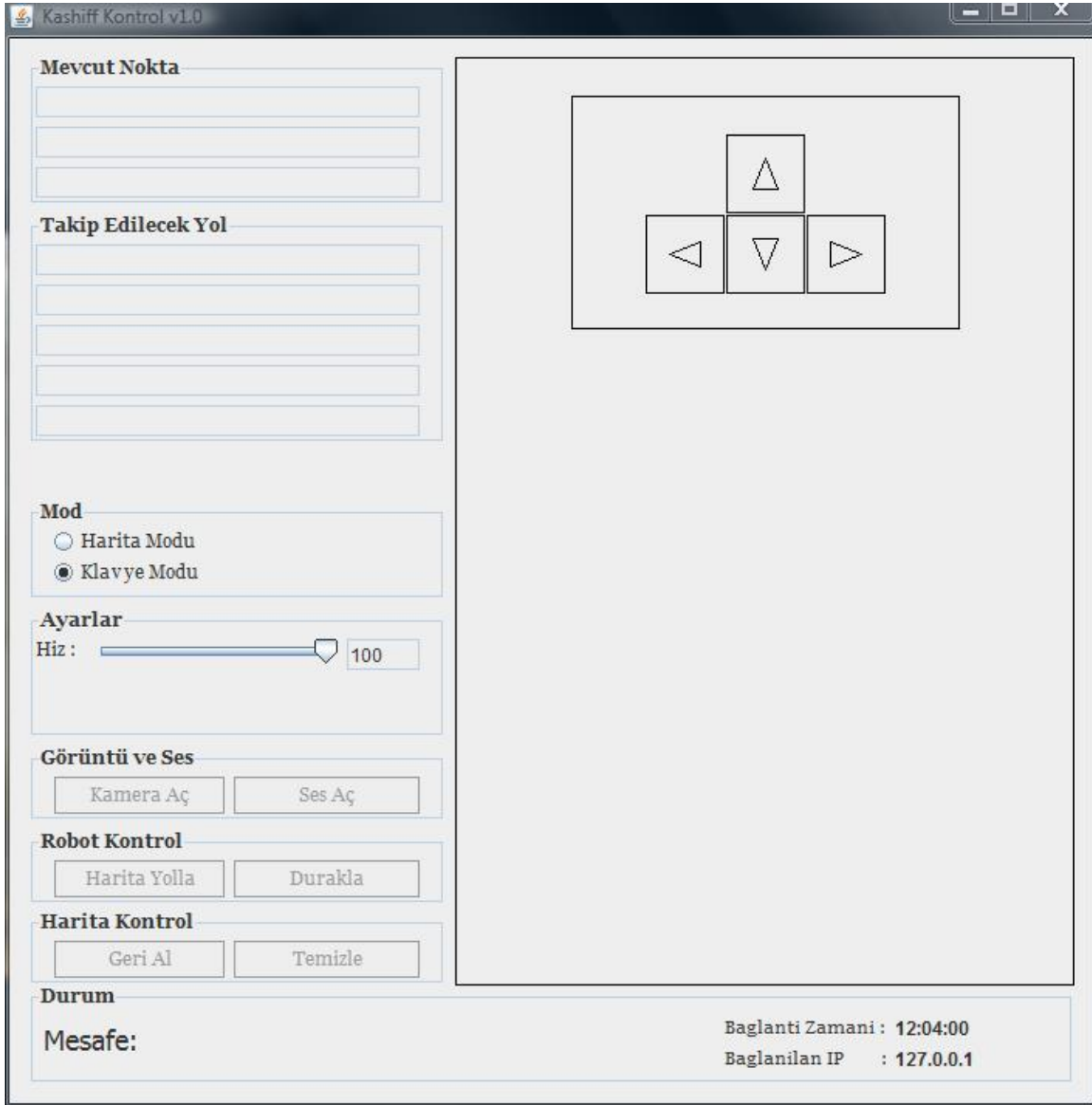
Sanal yol çizilirken yapılabilecek yanlış bir varış noktasını silmek için “Geri Al” butonu sanal harita üzerindeki yolun tamamının silinmesi için ise “Temizle” butonu kullanılmaktadır. Sanal yol istenilen şekilde çizildikten sonra “Harita Yolla” butonuna basılarak robotun bu yola uygun şekilde hareketine başlaması sağlanır. Robot bu yolu karşısına herhangi bir engel çıkmaması durumunda tamamlayıncaya kadar ilerleyecektir. Robotun karşısına herhangi bir engel çıkması durumunda robot hareketine son verecek ve hareketine devam etmek için başka bir kontrol komutu bekleyecektir. Bu durumda yapılması gereken, sanal harita üzerindeki yolun silinip yeni bir sanal yol çizilmesi ve robotun bu yola uygun olarak ilerlemesinin sağlanmasıdır. Robotun karşısına engel çıktığı durumlarda “Klavye Modu” kullanılarak robotun engeli aşmasını sağlamak da kullanılması muhtemel yöntemlerden biridir. Robot hareket ederken herhangi bir nedenden dolayı hareketini duraklatması istenirse “Durakla” butonu kullanılmalıdır. “Durakla” butonuna basıldığında bu buton “Devam Et” butonuna dönüşmekte ve robot bir dahaki komuta kadar beklemektedir. Bu aşamada “Devam Et” butonuna basarak robotun yolun kalanını tamamlaması sağlanabileceği gibi yeni bir sanal yolu kullanarak ilerlemesi veya “Klavye Modu” kullanılarak manual olarak kontrol edilmesi de sağlanabilir.

“Harita Modu” kullanılırken “Ayarlar” alanında bulunan bar sağa-sola hareket ettirilerek robotun hızı yüzde cinsinden istenilen değere getirilebilir.

Ayrıca “Kamera Aç” ve “Ses Aç” butonları kullanılarak kamera ve ses ekranlarının açılması sağlanabilir. Kontrol programı açıldığında kamera ve ses ekranları kapalı olarak gelmektedir.

6.2.2 Klavye Modu

Bu mod, hakkında çok fazla bilgi sahibi olunmayan veya çok fazla engel olan alanlarda kullanmak için tasarlanmış bir moddur. Şekil 6.9’da “Klavye Modu” kullanılırken açılan ekran görüntüsü verilmektedir.



Şekil 6.9 Klavye modu

“Klavye Modu” kullanılırken kontrol tamamen kullanıcıya ait olmakla beraber “Harita Modu” kontrolünde olduğu gibi robotun önüne herhangi bir engel çıkması durumunda robotun ileri yönlü hareket etmesi mümkün olmayacaktır. “Klavye Modu” seçildiğinde sağda bulunan ızgaralı alan yerine klavyenin ileri-geri-sağ-sol tuşlarını temsil eden sanal bir klavye görüntüsü gelmektedir. Klavyenin hangi tuşuna basıldığı bu sanal klavye üzerindeki tuşların renklendirilmesi ile anlaşılabilir. “Klavye Modu” kullanılırken sol tarafta bulunan “Mevcut Nokta” ve “Takip Edilecek Yol” alanları herhangi bir bilgi göstermemektedir. “Robot Kontrol” ve “Harita Kontrol” alanları da pasif durumda bulunmaktadır.

“Klavye Modu” kullanılırken de “Ayarlar” alanında bulunan bar sağa-sola hareket ettirilerek robotun hızı yüzde cinsinden istenilen değere getirilebilir.

7. SONUÇ

Proje çalışmasının bitiminde, kullanıcı kontrol programından alınan verilere uygun olarak hareket eden, önüne çıkan engelleri algılayarak hareketini duraklatan, engellere olan mesafe bilgisi ile ortamdaki aldığı görüntü ile ses bilgilerini kullanıcı kontrol programına doğru şekilde aktaran mobil bir robot tasarımı başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Tasarımı gerçekleştirilen mobil keşif robotu paletli bir mekanik yapıya sahiptir. Bu sayede zorlu koşullarda ilerlemesi ve eğimli yüzeylere tırmanması tekerlekli araçlara göre daha rahat olmaktadır. Buna ek olarak robota yön verme işlemi tekerlekli sisteme göre daha zahmetsiz yapılabilmektedir. Ancak kullanılan palet türü ve robotun üzerindeki aküler ve mekanik aksamında kullanılan malzemeler nedeniyle artan ağırlığı, bazı zemin şartlarında robotun dönüşünü etkilemektedir. Kauçuk malzemeden üretilmiş olan palet bazı zeminlerde tutunmayı arttırmakta ve robotun dönüş hareketini zorlaştırmaktadır.

Robotun güç kaynağı olarak üç adet akü kullanılmıştır. Bu sayede robotun mobil olarak akü enerjisi yeterli olduğu sürece hareket edebilmesine olanak sağlanmıştır. Robot üzerinde kullanılan akülerin kalitesi arttıkça, enerji verme süreleri de artacaktır. Bu projede maliyetler de göz önünde bulundurularak kullanım ömrü çok uzun olmayan ucuz aküler tercih edilmiştir.

Mobil keşif robotu tasarlanırken konum kontrolü gerektiren uygulamalar için bir temel teşkil etmesi hedeflenmiş ve bu tip uygulamalarda kullanım kolaylıkları sağlayan adım motorları tercih edilmiştir. Bu sayede robotun istenilen adımda ilerlemesi sağlanarak konum kontrolü gerçekleştirilmiştir. Ancak adım motorlar ile çok yüksek hızlar elde edilememektedir. Yüksek hızlara çıkıldıkça motorun torku düşmekte, hız daha da arttırıldığında ise motorlar rezonansa girmektedir. Hız gerektiren uygulamalar için adım motorları yerine servo motorlar tercih edilebilmektedir. Servo motorlarda bir enkoder yardımıyla yapılacak geri besleme ile robotun ne kadar ilerlediği belirlenebilmekte ve adım motorlardaki gibi hassas konum kontrolü sağlanabilmektedir. Ancak bu projede hem sürücü tasarımının karmaşıklığı hem de servo motorların maliyetleri göz önüne alınarak adım motor kullanımının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Robotun mekanik ve elektronik tasarımı yapılırken oldukça esnek bir yapı kullanılmıştır. Bu sayede, ileride robot üzerinde eklenti ya da değişiklik yapmak oldukça basit hale gelmiştir. Robotun yazılımında yapılacak değişikliklerle ya da eklenecek yeni donanımlarla robotun farklı amaçlara da hizmet edebilecek bir yapıda olması sağlanmıştır. Örnek olarak kullanılan adım motorları ve adım motor sürücüleri, servo motor sürücüleri ve servo motorlar ile

değiştirildikten sonra yazılımda yapılacak birkaç basit değişiklik ile robotun daha hızlı hareket etmesi sağlanabilir. Ya da robota eklenecek mekanik bir kol ve yazılımda yapılacak değişikliklerle bu kolun kontrolü kolayca sağlanabilir.

Projenin geliştirilmesi sırasında, malzemelerin seçimini belirleyen en önemli faktörlerden biri de projenin maliyeti olmuştur. Kullanılabilecek malzeme ve yöntemlerin çeşitliliği ve bunlar arasından yapılan seçimler projenin gelişimini oldukça etkilemiştir. Örnek olarak, robot üzerinde çalışan mini bilgisayarda kullanılmak üzere istenilen şartlara uygun yeni ve performansı yüksek parçalar alınması yerine kullanılmayan bilgisayarlardan sökülen, çalışır haldeki fakat düşük performanslı parçaların kullanılması nedeniyle birçok standart bilgisayarın sahip olduğu özelliklerden çok daha az özelliklere sahip bir bilgisayar ile çalışılmıştır. Yapılabilecek ek harcamalar sayesinde bu parçaların yenileri ile değiştirilmesi sağlanarak daha performanslı bir sisteme sahip olunabilir.

Sonuç olarak, uzaktan kablosuz ağ aracılığıyla kontrol edilebilen gezgin bir keşif robotu tasarlanmış ve pratik olarak gerçekleştirilmiştir. Robot, kullanıcı kontrol programlarından alınan veriler ile test edilmiş ve istenilen hedef noktaya başarılı şekilde ulaştığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda robot tasarımı yapılırken kullanılan esnek yapının, ileride robot üzerinde yapılabilecek eklenti veya değişikliklere açık olup robotun farklı amaç ve uygulamalar için temel bir yapı olarak kullanılmasına olanak sağladığı görülmüştür.

Ayrıca 23-26 Aralık 2009 tarihleri arasında ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi'nde gerçekleştirilen Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi'nde mobil keşif robotunun sunumu yapılmış ve "Kablosuz Ağ Tabanlı Gezgin Keşif Robotu: Kaşif" isimli bildiri yayımlanmıştır.

KAYNAKLAR

Aslan, K., (2002), A dan Z ye C Kılavuzu, Pusula Yayıncılık, İstanbul.

Bayar, G., Koku, A. B. ve Konukseven, İ., (2006), “Araştırma Amaçlı Modüler Bir Hareketli Robot Platformu Tasarımı”, TİMAK-Tasarım İmalat Analiz Kongresi, Balıkesir.

Çavuşoğlu, İ. ve Kırmızı, F., (2007), “Seri Port ile Haberleşebilen Uzaktan Kumandalı Kameralı Araç”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği.

Gümüşkaya, H., (1999), Mikroişlemciler ve 8051 Ailesi, Alfa Yayıncılık, İstanbul.

Murphy, R., (2000), Introduction to AI Robotics, MIT Press, London.

Önal, A. ve Çelik, T., (2005), “Adım Motorlu Bir Mobil Robot Tasarımının RF Aracılığıyla Bir Bilgisayar Tarafından Kontrolü”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği.

Pekgöz, N., (2005), JAVA, Pusula Yayıncılık, İstanbul.

Sır, M. ve Umar M., (2007), “RF Üzerinden Bilgisayar Kontrollü Forklift Robot”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği.

Ünlü, B., (2007), “İnternet Üzerinden Mobil Bir Robotun Kontrolü”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği.

Yalvaç, M., (2008), “Bilgisayar Aracılığı ile Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Araştırma Robotu Projesi”, Bitirme Tezi, Düzce Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi.

Yazıcı, A., Parlaktuna, O. ve Özkan, M., “Mobile Robot Applications in Agriculture”, Proceedings of the Fifth GAP Engineering Congress, 26-28 Nisan 2006, Şanlıurfa, 497-503.

Yıldız, N., (2004), “Araba Benzeri Bir Gezgin Robotun Donanımı ile Yazılımının Tasarlanması ve Gerçekleştirilmesi”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği.

Yılmaz, N., Sağiroğlu Ş. ve Bayrak M., (2006), “Genel Amaçlı Web Tabanlı Mobil Robot: SUNAR”, Bitirme Tezi, Selçuk Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği.

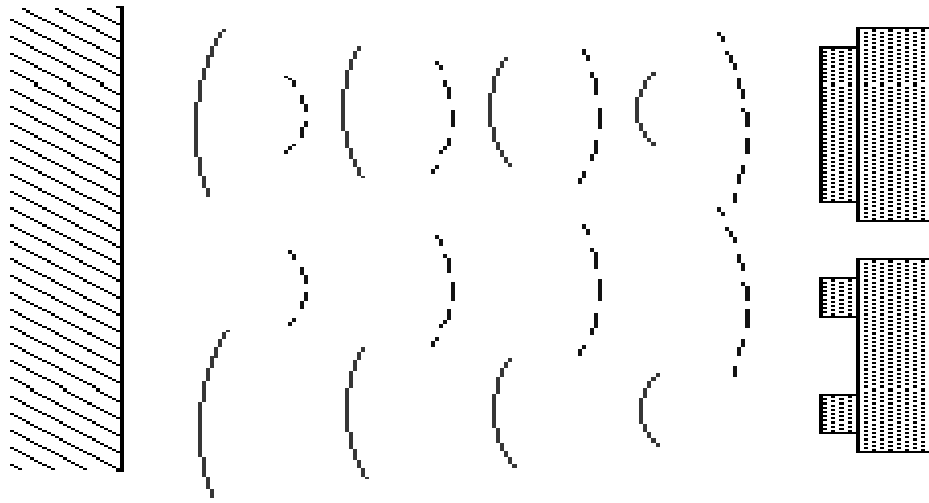
Yurttakal, O., (2007), “Ultrasonik Sensöre Sahip Gezgin Robot Uygulaması”, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği.

EKLER

- Ek 1 Ultrasonik Mesafe Algılayıcıları
Ek 2 Adım Motor Sürücü Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı
Ek 3 Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı

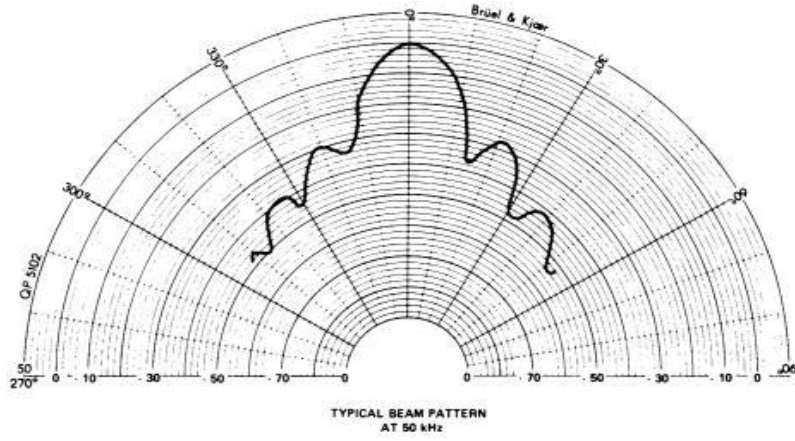
Ek 1 Ultrasonik Mesafe Algılayıcıları

Ultrasonik algılayıcılar genellikle robotlarda engellerden kaçmak, navigasyon ve bulunan yerin haritasını çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır. Ultrasonik mesafe algılayıcıları, piezoelektrik transducerden 40khz ultrasonik ses darbeleri yayarak çalışmaktadır. Ses darbelerinin bir kısmı Şekil 8.1’de görüldüğü gibi algılayıcının önündeki cisimlerden yansıyarak farklı bir piezoelektrik transducere ulaşır. Alıcı yükselteci yansıyan işareti sinyal dedeksiyon sistemine veya mikrodenetleyiciye gönderir. Mikrodenetleyici sinyalin havadaki hızına bağlı olarak hesaplamalar yaparak cisimlerin ne kadar uzakta olduklarını belirler.



Şekil 8.1 Ultrasonik ses dalgalarının yayılımı

Ultrasonik algılayıcılarda yansıyan işaretin dönüş süresine göre işlem yapıldığında bazı anlaşılmazlıklardan kaynaklanan yorum hataları yapılabilmektedir. Örneğin algılayıcının yüzü kendine daha yakın düz bir cisim ve bu cismin arkasında yansıtıcı yüzeyi olan çok geniş bir duvara paralel olduğunda, algılayıcı tarafından algılanan bilgi algılayıcının önünde bulunan yakın cisme göre yorumlanır. Ultrasonik mesafe algılayıcıların tipik ışınma paterni Şekil 8.2’de görülmektedir.



Şekil 8.2 Ultrasonik algılayıcının tipik ışımama paterni

Ultrasonik Sensörlerin Çalışma Prensibi

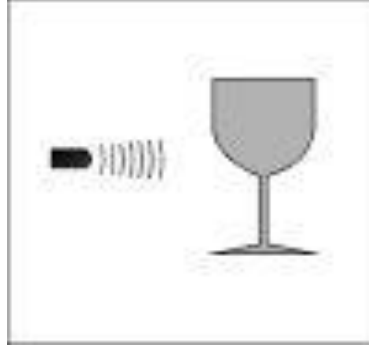
Ultrasonik ses insan kulağının algılayamadığı yüksek frekanslı seslerdir. 20kHz ila 500kHz frekans arası ses dalgaları bu sınıfa girmektedir. Ultrasonik sesler doğrusal yayılım özelliğine sahiptir. Sesin frekansı yükseldikçe, doğrusal yayılım özelliği de artar. Bu özellik sayesinde, bir kaç santimetreden otuz metreye kadar olan mesafeler ultrasonik aygıtlarla ölçülebilir. Sesin deniz seviyesindeki yayılma hızı 346 m/s'dir. Bu yayılma hızı yükseklik, ısı, nem oranı ve atmosfer basıncına göre değişebilir. Örneğin ses hızları 0 'C'de 330 m/s, 18 'C 'de 341 m/s, 20 'C oda sıcaklığında ve kuru havada ise 343 m/s'dir.

Robotlarda kullanılan ultrasonik algılayıcıların çoğunda 40kHz frekanslı bir ses atım sinyali bir transducer aracılığıyla gönderilir. Ultrasonik ses dalgası önündeki bir nesneye, bir engele çarpıp, geri yankılandığında diğer bir transducer tarafından algılanır. Bir elektronik devre aracılığıyla, gönderilen ses atımının çıkışından, engele çarpıp, geri gelen sesin alınması arasındaki zaman süresini sayarak arada geçen zaman ölçülür. Bu zaman ikiye bölünür ve ses hızı ile çarpılarak mesafe ölçümü yapılır.

Ultrasonik Algılayıcıların Tipik Bazı Uygulama Alanları

a) Yaklaşım Uygulaması:

Cisimlerin belirli bir yerde bulunmalarını algılayıp sayma işlemi yapmak veya hareketlerini kontrol etmek amacıyla endüstride kullanılırlar. Şekil 8.3'te örnek bir yaklaşım uygulaması görülmektedir.



Şekil 8.3 Yaklaşım uygulaması

b) Boyutlandırma:

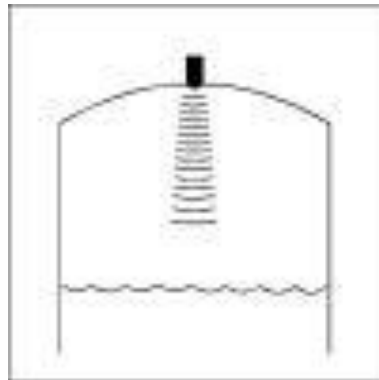
Cisimlerin ölçü bilgilerini, cisimlerin genişliklerine veya hacimlerine göre belirlemede kullanılırlar. Şekil 8.4'te örnek bir boyutlandırma uygulaması görülmektedir.



Şekil 8.4 Boyutlandırma uygulaması

c) Seviye Ölçümü:

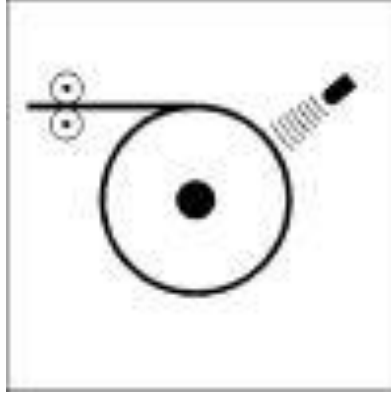
Endüstride tankların veya kutuların içerisindeki sıvıların seviyesini ölçmek için kullanılmaktadırlar. Şekil 8.5'te örnek bir seviye ölçme uygulaması görülmektedir.



Şekil 8.5 Seviye ölçme uygulaması

d) Rulo apı lümü:

Endüstride ruloların gerginliğini veya hızını, dolu ya da boş olma durumunu ölçmek için kullanılırlar. Şekil 8.6’da örnek bir rulo çapı ölçme uygulaması görölmektedir.



Şekil 8.6 Rulo apı ölçme uygulaması

e) Sınıflandırma / Seçme :

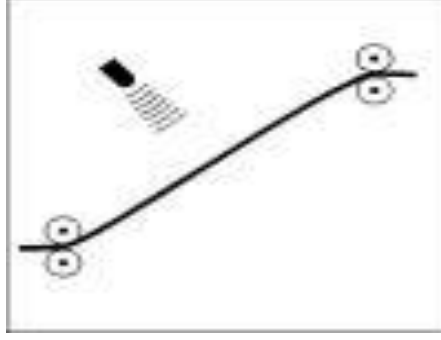
Cisimlerin sınıflandırılması veya seçimi işlemi cisimlerin fiziksel ölçülerine veya farklılıklarına bağılı olarak ölçölmektedir. Şekil 8.7’de örnek bir sınıflandırma/seçme uygulaması görölmektedir.



Şekil 8.7 Sınıflandırma/seçme uygulaması

f) Bağlantı Kopma Belirlenmesi / Döngü Kontrolü :

Matbaacılıkta, kağıt makinelerinin kopan ağı bağlantılarının hızlıca algılanmasında kullanılmaktadır. Şekil 8.8’de örnek bir döngü kontrolü uygulaması görölmektedir.



Şekil 8.8 Bağlantı kopma belirlenmesi

Bu uygulamalara ek olarak ultrasonik algılayıcılar;

- Araç alarm sistemleri
- Işıklandırma kontrolü
- Park destek sistemleri
- Otomatik kapı kontrolü

gibi endüstriyel uygulamalarda da sıkça kullanılmaktadır.

Ek 2 Adım Motor Sürücü Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı

```

#define cbi(port, bitnum) port &= ~(1 << bitnum)
#define sbi(port, bitnum) port |= (1 << bitnum)
#include <avr/io.h>
#include <stdbool.h>
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <util/delay.h>

#ifndef F_CPU
#define F_CPU 4000000 // 4MHz
#endif

// UART
#define UART_BAUD_RATE 9600
#define UART_BAUD_CALC(UART_BAUD_RATE,F_OSC) ((F_CPU)/((UART_BAUD_RATE)*16L)-1)

#include <yeni.h> // Fonksiyonlar

int mod, bilgi[30], sayac, durakla, updated, aci[5], yon[5], mesafe[5], hiz,
sabit_hiz, vites_sayaci, min_hiz;
int ind=0, bypass=0;
int kullanim_modu=0; // 0 -> Harita | 1 -> Klavye
int gidis_yonu=0; // 0 -> Dur | 1 -> Ileri | 2 -> Geri | 3 -> Sola | 4 -> Saga
uint8_t uzunluk=0;

SIGNAL(SIG_USART0_RECV) { // USART RX interrupt
  uint8_t get; // Seri haberlesme cebi
  get = UDR; // Seri porttan veriyi aliyoruz

  if (mod==1) //mod1, ozel karakter bekle
  {
    if (get == 'B'){
      mod =2;
    }
  } else if (mod == 2){//mod2, uzunluk bilgisini al
    uzunluk=get;
    sayac=0;
    mod=3;
  } else if (mod == 3){//mod3, bilgileri diziye yaz
    uzunluk=uzunluk-1;
    bilgi[sayac]=get;
    sayac++;
    if (uzunluk == 0){
      mod = 1;
      updated=1;
    }
  }

}

}

void update(void) {

  updated=0;

  if (bilgi[0]=='M') // Motor datasý
  {
    if (bilgi[1]=='H') // Hareket et
    {
      durakla=0;
      ind=0;
      bypass=1;

      for (int i=0;i<5;i++)

```

```

{
    int k = (5*i);
    yon[i]=bilgi[2+k];
    aci[i]=( (bilgi[3+k]*255) + bilgi[4+k] );
    mesafe[i]=( (bilgi[5+k]*255) + bilgi[6+k] );
}

}
else if (bilgi[1]=='D') // Durakla
{
    durakla=1;
}
else if (bilgi[1]=='G') // Devam et
{
    durakla=0;
    vites_sifirla(99);
}
else if (bilgi[1]=='Z') // Hiz
{
    hiz = bilgi[2];
}
else if (bilgi[1]=='S') // Sorgulama
{
    //transmit enable
}
else if (bilgi[1]=='K') // Klavye bilgisi
{
    if (bilgi[2]=='U') //Ileri
    {
        gidis_yonu=1;
        bypass=1;
    }
    else if (bilgi[2]=='D') //Geri
    {
        gidis_yonu=2;
        bypass=1;
    }
    else if (bilgi[2]=='L') //Sola
    {
        gidis_yonu=3;
        bypass=1;
    }
    else if (bilgi[2]=='R') //Saga
    {
        gidis_yonu=4;
        bypass=1;
    }
    else if (bilgi[2]=='S') //Dur
    {
        gidis_yonu=0;
        bypass=1;
    }
}

    kullanim_modu=1;
    durakla = 0;

}
else if (bilgi[1]=='X') // Harita moduna gec
{
    bypass=1;
    kullanim_modu=0;

    yon[0]='-';
    aci[0]=0;
    mesafe[0]=0;
    yon[1]='+';
    aci[1]=0;
    mesafe[1]=0;
    yon[2]='-';
}

```

```

        aci[2]=0;
        mesafe[2]=0;
        yon[3]='+';
        aci[3]=0;
        mesafe[3]=0;
        yon[4]='-';
        aci[4]=0;
        mesafe[4]=0;
    }
}

void vites_sifirla(int gecikme){

    if (gecikme == 99){
        min_hiz=40;
        vites_sayaci=0;
        for(int i=0;i<20;i++)
            _delay_us(100);
    }
}

void pulse(void){

    sbi(PORTB,7);
    sbi(PORTB,3);
    for(int i=0;i<min_hiz;i++)
        _delay_us(10);

    cbi(PORTB,7);
    cbi(PORTB,3);
    for(int i=0;i<min_hiz;i++)
        _delay_us(10);

}

void hareket_et(int yon){

    if (yon =='+'){
        if (bit_is_set(PIND, 2)){
            sbi(PORTB,6); //Yon ileri
            cbi(PORTB,2); //Yon ileri
            mesafe[ind]--;
        }else{
            vites_sifirla(99);
            return; //Onunde engel var!!
        }
    } else {
        cbi(PORTB,6); //Yon ileri
        sbi(PORTB,2); //Yon ileri
    }

    pulse();

    vites_sayaci++;

    if ( (vites_sayaci == 5) & (min_hiz > hiz ) ){
        min_hiz--;
        vites_sayaci=0;
    }
}

void donus_yap(int yon){

    if (yon =='+'){
        cbi(PORTB,6); //Yon
        cbi(PORTB,2); //Yon
    } else {
        sbi(PORTB,6); //Yon
    }
}

```

```

    sbi(PORTB,2); //Yon
}

pulse();

vites_sayaci++;

if ( (vites_sayaci == 15) & (min_hiz > sabit_hiz ) ){
    min_hiz--;
    vites_sayaci=0;
}

}

void update_kontrol(void){

    if (updated==1){ // Update olduysa basa don
        update();
    }

}

int main (void)
{
    // Port ayarları
    DDRB = 0xFF; // Giris-cikis ayarlari
    DDRD = 0xFA; // Giris-cikis ayarlari

    sei();

    USART_Init(12); //Seri haberlesme icin baslangic ayarlari

    mod=1;
    hiz=7;
    min_hiz=40;
    sabit_hiz=60;
    vites_sayaci=0;
    updated=0;
    durakla=0;

    sbi(PORTD,3); // LED 2
    sbi(PORTD,4); // LED 3
    sbi(PORTD,5); // LED 4

    sbi(PORTB,6); //Yon ileri
    sbi(PORTB,5); //Reset 5V
    sbi(PORTB,4); //Enable

    cbi(PORTB,2); //Yon ileri
    sbi(PORTB,1); //Reset 5V
    sbi(PORTB,0); //Enable

    yon[0]='-';
    aci[0]=0;
    mesafe[0]=0;
    yon[1]='+';
    aci[1]=0;
    mesafe[1]=0;
    yon[2]='-';
    aci[2]=0;
    mesafe[2]=0;
    yon[3]='+';
    aci[3]=0;
    mesafe[3]=0;
    yon[4]='-';
    aci[4]=0;
    mesafe[4]=0;

```

```

for (;;)
{
    int gecikme = 0;
    bypass=0;
    update_kontrol();

    if (kullanim_modu==0) // Harita modu
    {
        while ((aci[ind]>0) & (bypass==0)){

            donus_yap(yon[ind]);
            aci[ind]--;

            while (durakla ==1) // Durakla datasi gelirse bekle
            {
                update_kontrol();
            }

            update_kontrol();

            gecikme = 99 ;
        }

        vites_sifirla(gecikme);
        gecikme=0;

        while ( (mesafe[ind]>0) & (bypass==0)){
            hareket_et('+');

            while (durakla ==1) // Durakla datasi gelirse bekle
            {
                update_kontrol();
            }
            update_kontrol();
            gecikme = 99;
        }

        vites_sifirla(gecikme);
        gecikme=0;

        if (bypass == 0)
            ind++;

        if(ind==5)
            ind=0;

    } else { // Klavye modu
        while ((bypass==0) & (gidis_yonu!=0))
        {
            switch (gidis_yonu){
                case 1: hareket_et('+'); break;
                case 2: hareket_et('-'); break;
                case 3: donus_yap('-'); break;
                case 4: donus_yap('+'); break;
            }
            update_kontrol();
            gecikme = 99 ;
        }

        vites_sifirla(gecikme);
        gecikme=0;
    }

}

return 1;

}

```

Ek 3 Ultrasonik Mesafe Ölçüm Kartı Mikrodenetleyici Yazılımı

```

//PORTB,5 trigger icin kullanıldı
//PORTD,6 capture icin kullanıldı

#define cbi(port, bitnum) port &= ~(1 << bitnum)
#define sbi(port, bitnum) port |= (1 << bitnum)
#include <avr/io.h>
#include <stdbool.h>
#include <stdio.h>
#include <stdint.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <util/delay.h>
#define SOLMOTOR PORTB
#define SAGMOTOR PORTC

// UART
#define UART_BAUD_RATE 9600
#define UART_BAUD_CALC(UART_BAUD_RATE,F_OSC) ((F_CPU)/((UART_BAUD_RATE)*16L)-1)

#include <ayar.h>

int mod, bilgi[30], updated, sayac;
uint8_t uzunluk=0;

//define times for start and end of signal
uint16_t rising, falling;

SIGNAL(SIG_USART0_RECV) { // USART RX interrupt

    uint8_t get; // Seri haberlesmede cep olarak kullanıyoruz
    get = UDR; // Seri porttan veriyi aldık

}

//Timer1 capture interrupt service subroutine
ISR(TIMER1_CAPT_vect)
{
    /*This subroutine checks to see if it was start of pulse (rising edge)
    or was it end (falling edge) and performs required operations*/

    //if high level detected
    if ((bit_is_set(PIND, 6))){

        //save start time
        rising=ICR1;
    }
}

```



```

//set to trigger next on falling edge
TCCR1B = _BV(CS10);
}else{

//save falling time
falling=ICR1;

//rising edge triggers next
TCCR1B = _BV(CS10)|_BV(ICES1);

//variable to display values on LED
int led;

//calculate the pulse width
led = falling - rising;

//convert to centimeters (cm)
led /=60;
UDR = (uint8_t)led;

if (led>50) {
    sbi(PORTD,2); sbi(PORTD,3); sbi(PORTD,4); cbi(PORTD,5); }
else if (led>20) {
    sbi(PORTD,2); sbi(PORTD,3); cbi(PORTD,4); sbi(PORTD,5); }
else {
    cbi(PORTD,2); cbi(PORTD,3); sbi(PORTD,4); sbi(PORTD,5); }
}
}

void pulse(void){

//send pulse through PORTB,0
sbi(PORTB,0);

_delay_us(30);

//Set PORTB,0 to LOW and end pulse
cbi(PORTB,0);

}

int main (void)
{

```

```
DDRD=0x3F;
DDRB=0xFF;
USART_Init(12); //Seri haberlesme için baslangic ayarlari

sbi(PORTD,2);
sbi(PORTD,3);
sbi(PORTD,4);
sbi(PORTD,5);

mod=1;
updated=0;

//Input Capture Interrupt Enable
TIMSK = _BV(ICIE1);

for (int i = 0; i < 10; i++) _delay_ms(10);

//Enable Global interrupt
sei();

//Start timer counter and enable input capture on rising edge
TCCR1B = _BV(CS10) | _BV(ICES1);

while(1){
    for(int i=0;i<2;i++)
        _delay_ms(100);
    ICR1=0;
    pulse();
}

return 1;

}
```

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 31.12.1982

Doğum yeri İstanbul

Lise 1996-2000 Pertevniyal Lisesi

Lisans 2000-2004 Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak.
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Tecrübeler

2005- Netaş Telekomünikasyon A.Ş.