Bölüm 1 : ALGILAYICILAR (SENSÖRLER)

1.1 GİRİŞ

Algılayıcılar ("duyarga" da denmektedir) fiziksel ortam ile endüstriyel amaçlı elektrik- elektronik cihazları birbirine bağlayan bir köprü görevi görürler. Bu cihazlar endüstriyel proses sürecinde kontrol, koruma ve görüntüleme gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

Günümüzde üretilmiş yüzlerce tip algılayıcıdan söz edilebilir. Mikro elektronik teknolojisindeki inanılmaz hızlı gelişmeler bu konuda her gün yeni bir buluş yada yeni bir uygulama tipi geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Teknik terminolojide sensör ve Transducer terimleri birbirlerinin yerine sık sık kullanılan terimlerdir. Transducer genel olarak enerji dönüştürücü olarak tanımlanır. Sensör ise çeşitli enerji biçimlerini elektriksel enerjiye dönüştüren cihazlardır. Ancak 1969 yılında ISA (Instrument Society of America) bu iki terimi eş anlamlı olarak kabul etmiş ve "ölçülen fiziksel özellik, miktar ve koşulların kullanılabilir elektriksel miktara dönüştüren bir araç" olarak tanımlanmıştır.

1.2. Algılayıcıların Sınıflandırılması

Algılayıcıları birbirinden farklı birçok sınıfa ayırmak mümkün. Ölçülen büyüklüğe göre, çıkış büyüklüğüne göre, besleme ihtiyacına göre vb. Aşağıda bu sınıflardan bazılarına değinilecektir.

1.2.1 Giriş Büyüklüklerine Göre

Algılayıcılarla ölçülen büyüklükler 6 gruba ayrılabilir. Bunlar;

1. Mekanik : Uzunluk, alan, miktar, kütlesel akış, kuvvet, tork (moment), basınç, hız
ivme, pozisyon, ses dalga boyu ve yoğunluğu.

2. Termal : Sıcaklık, ısı akışı.

3. Elektriksel : Voltaj, akım, şarj, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı,
polarizasyon, elektrik alanı ve frekans.

4. Manyetik : Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik.

5. Işıma : Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme.

6. Kimyasal : Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı.

1.2.2 Çıkış Büyüklüklerine Göre

Öte yandan analog çıkışlara alternatif olan dijital çıkışlar ise bilgisayarlarla doğrudan
iletişim kurabilirler. Bu iletişimler kurulurken belli bazı protokoller kullanılır. Bunlardan seri
iletişim protokollerine, aşağıda kısaca değinilmiştir.

RS232C: Bu protokol başlangıçta telefon veri iletişimi için tasarlanmıştır . Daha sonra
birçok bilgisayar sistemi bunu sıkça kullanmaya başlamış ve sonuçta RS232 standart bir iletişim protokolü haline gelmiştir. RS232C'nin çalışması tek sonlamalıdır(single ended).

Lojik 1 = -15,-3 arasında ve lojik 0 = +3,+15 arasındadır. Algılayıcılar verileri bitler halinde
ve seri iletişim protokoluna uygun olarak bilgisayara gönderir. RS232C bir single ended ara yüze olduğundan alıcı ve gönderici arasındaki uzaklık dış çevreden gelen olumsuz faktörlerin azaltılması açısından kısa tutulmalıdır.

RS422A : Bu protokol differantial ended bir ara yüze sahiptir. Alıcı verici arasındaki
uzaklık yeterince en uzak seviyededir. Hatlarda bu mesafe sebebiyle olabilecek zayıflama 200mV seviyesine kadar azalsa da sistem iletişime devam eder . Diferansiyel ara birim sayesinde
sinyaldeki zayıflama ihmal edilebilir düzeye çekilir ve oldukça yüksek veri hızıyla haberleşme sağlanabilir. Algılayıcı ve bilgisayar arasındaki iletişimde Twisted Pair (Bükülmüş kablo) kullanıldığından dış etkilerden etkileşim azdır.

RS485 : Standart 422A protokolu genişletilerek oluşturulmuş bir protokoldür. Bu protokol ile birlikte çalışabilen 32 adet alıcı vericinin tek bir kabloyla veri iletişimi sağlanabilir. RS485 protokolü kablodaki iletişim problemlerini ortadan kaldırmaktadır.

Seri iletişim protokollerinin karşılaştırılması:

Çıkış Ara Birim Tipi	Max .Kablo Uzunluğu	Max. veri hızı
İletişim tipi		
RS232C Single Ended Voltage	15 mt	20Kbps
Point to point		
RS422A Differantial Voltage	1,2 km	10Mbps
Point to point		

RS485A Differantial Voltage 1,2 km 10Mbps MultiDrop (32 Node)

1.2.3 Besleme İhtiyacına Göre

Algılayıcılar besleme ihtiyacına göre iki sınıfa ayrılabilir. Bunlar ; Pasif Algılayıcılar ve
Aktif algılayıcılardır.

1.2.3.1 Pasif Algılayıcılar

Hiçbir şekilde dışardan harici enerji almadan (besleme gerilimine ihtiyaç duymadan)
fiziksel yada kimyasal değerleri bir başka büyüklüğe çevirirler. Bu algılayıcı tipine örnek olarak Termocouple (T/C) yada anahtar gösterilebilir. T/C aşağıda etraflıca anlatılacaktır. Anahtar ise bilindiği gibi mekanik bir hareketi elektriksel bir kontağa dönüştürmektedir.

1.2.3.2 Aktif Algılayıcılar

Çalışmaları için harici bir enerji beslenmesine ihtiyaç duyarlar. Bu algılayıcılar tipik olarak zayıf sinyalleri ölçmek için kullanılırlar. Aktif algılayıcılarda dikkat edilmesi gereken nokta giriş ve çıkışlardır. Bu tip algılayıcılar dijital yada analog formatta elektriksel çıkış sinyali üretirler. Analog çıkışlılarda, çıkış büyüklüğü gerilim ya da akımdır. Gerilim çıkışı genellikle 0-5 V aralığında oldukça yaygın kullanılmaktadır. Ancak 4-20 mA akım çıkışı da artık endüstride standart haline gelmiştir. Bazı durumlarda 0-20 mA akım çevrimi kullanılmaktadır . Ancak endüstride çoğu zaman hatlarda meydana gelen bozulma kopma gibi durumlarda sistemin bu durumu kolay algılaması ve veri iletişiminin sağlıklı yapılabilmesi için 4-20mA daha yaygın kullanılır. Çok eski algılayıcılar 10-50 mA akım çıkışlarına sahiptirler. Endüstride en yaygın kullanılan 4-20

mA çevrim tipinin kullanımı bazı özel durumlar gerektirmektedir. Bu noktalar;

▶ Algılayıcıların yerleştirildiği uzak noktalarda elektrik besleme geriliminin olmaması
gereklidir.

▶ Algılayıcılar gerilim sinyalinin sınırlı olabileceği durumlarda tehlikeli uygulamalarda
kullanılmalıdır.

▶ Algılayıcıya giden kablolar iki ile sınırlanmalıdır.

▶ Akım çevrim sinyali göreceli olarak gürültü geriliminin ani sıçramalarına karşı
korumalıdır. Ancak bunu uzun mesafe veri aktarımında yapamaz.

▶ Algılayıcılar, ölçüm sisteminden elektriksel olarak izole edilmelidir.

1.3. YER DEĞİŞİMİ VE HAREKET ALGILAYICILARI

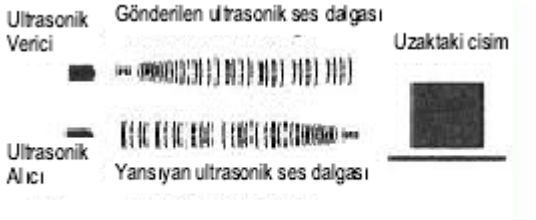
Mekanikteki en temel ölçü uzunluk ölçüsüdür. Konum, hareket, yer değişimi terimleri
birbirine çok yakın durmaktadır. Konum algılayıcı (Position Sensor) yada hareket transdüseri
(Motion Transducer) terimlerine sık sık rastlanmaktadır. Yer değişimi transdüseri (Displacement Transducer), teknik olarak en doğru ifade sayılabilir. Temel olarak lineer ve açısal yer değişimi algılayıcı olarak ikiye ayrılırlar.

Yer değişim algılayıcıları ölçme teknikleri açısından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Kapasitif
2. Endüktif
3. Relüktans
4. Potansiyometrik
5. Strain-Gage
6. Elektro-Optik
7. Açısal ve Dogrusal Enkoderler
8. Ultrasonik
9. Konum Şalterleri

BÖLÜM 2 : ULTRASONİK SENSÖRLER

2.1 Giriş :



Şekil 1 Ultrasonik ses dalgasının gönderilmesi ve alınması

Ultrasonik kelime anlamı olarak insan kulağının duyabildiği frekansta yer alan sesin hemen üstünde bulunan yüksek frekanslardaki sese verilen isimdir. Bu frekans aralığı 20 - 500 kHz arasındaki bir başka deyişle genlik modülasyon bandının hemen altındaki frekanslarda yer almaktadır. Ultrasonik algılayıcıların temel çalışma mantığı bu frekans aralığında bulunan bir ses dalgasının, ultrasonik verici tarafından üretilerek gönderilmesi ve uzaktaki bir nesneden yansıyan ses dalgasının alıcı tarafından alınarak tekrar elektriksel işarete çevrilmesi esasına dayanır.

Sadece varlık algılaması bu şekilde yapılabileceği gibi ultrasonik algılayıcılar yardımıyla uzaklık ölçümleri de yapılabilmektedir.

Uzaklık ölçümü için gönderilen ve alınan ses dalgası arasında geçen zaman ölçülürse, bu süre sesin aradaki mesafeyi bir gidiş ve bir geliş için geçirdiği süreye eşittir. Sesin hızı sabit olduğundan (25 ºC 'de 340m/s) hedefin uzaklığı basit bir çarpma sonucunda bulunabilir. Sesin gidiş ve geliş süresi $\triangle t$ ile ifade edilsin. Bu durumda hedef ile ses dalgasının çıkış noktası
arasındaki mesafe $\triangle x$ ile ifade edilecek olursa :

$$\Delta X = \frac{\Delta t}{2} \cdot V_{SES} = \frac{\Delta t}{2} m/sn$$

olarak hesaplanabilmektedir. Süre ikiye bölünmelidir çünkü arada geçen süre bir gidiş ve bir geliş zamanı için geçen süredir.

Ultrasonik sensörler genellikle robotlarda engellerden kaçmak, navigasyon ve bulunan yerin haritasını çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır . Bu türden çalışmaları ilk olarak,Polaroid firması ultrasonik sensörü kullanarak ve bunu bir aletin içine koyup kamera uzaklığını anlayan sistem geliştirmiştir.

2.2 Çalışma Prensibi:

Ultrasonik uzaklık sensörü, piezoelektrik transducerden gelen 40 KHz ultrasonik sesin kısa darbelerini yayarak çalışmaktadır. Ses enerjisinin küçük bir kısmı sensörün önündeki cisimlerden yansıyarak dedektöre yani farklı bir piezoelektrik transducere gelir.

Alıcı yükselteci yansıyan işareti (ekoları) sinyal dedeksiyon sistemine veya mikro denetleyiciye gönderir. Sinyalin havadaki hızına bağlı olarak mikro denetleyici cisimlerin ne kadar uzakta olduklarını zamanlama prosessi koşarak belirler.

Ultrasonik uzaklık sensörleri fiziksel olarak iki çeşitte piyasada bulunmaktadır.Buna rağmen temel işlevleri aynıdır.

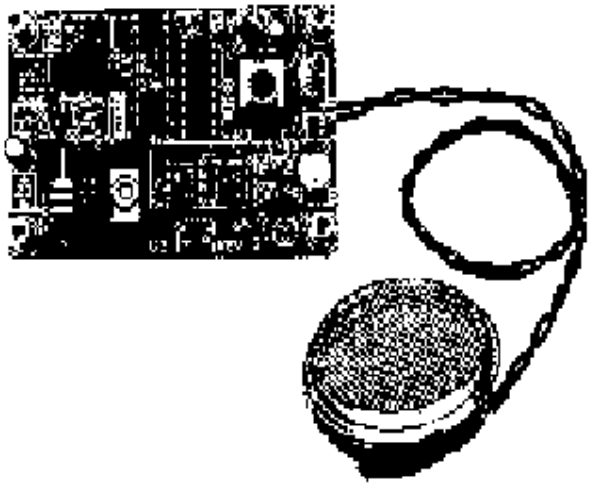
▶ *Polaroid sensör tip i* : Ultrasonik ses dalgalarının yayılması ve algılanması tek bir

piezoelektrik transducer tarafından yapılır.

▶ *Hitechnic sensör tipi:* Ultrasonik ses dalgalarının yayılması verici transducer, dalgaların algılanması ise alıcı transducer tarafından yapılır.Bu tipteki uzaklık dedeksiyon işleminde 2 tane transducer kullanılır.

Ultrasonik sensörlerde yansıyan işaretin dönme süre bilgisine göre işlem yapıldığında bazı anlaşılmazlıktan kaynaklanan yorum hatası yapılabilmektedir . Örneğin sensörün yüzü kendine daha yakın düz bir cisim ile paralel olsun.Bu cismin arkasında ise yansıtıcı yüzeyi olan çok geniş bir duvar olduğunda, sensör tarafından algılanan bilgi sensörün önünde bulunan yakın cisme göre yorumlanır.Buna rağmen bazen yansıyan işaretin dönme süre bilgisi anlamlı cismi algılamamızda bizi yanıltabilir.Eğer cismin bulunduğu yüzey, sensörün gerçek yüzeyi ile açısal olarak ölçeklendirilirse, informasyon bilgisi 30 derece konisi içinde bulunan en yakın noktaya göre kaydedilir.



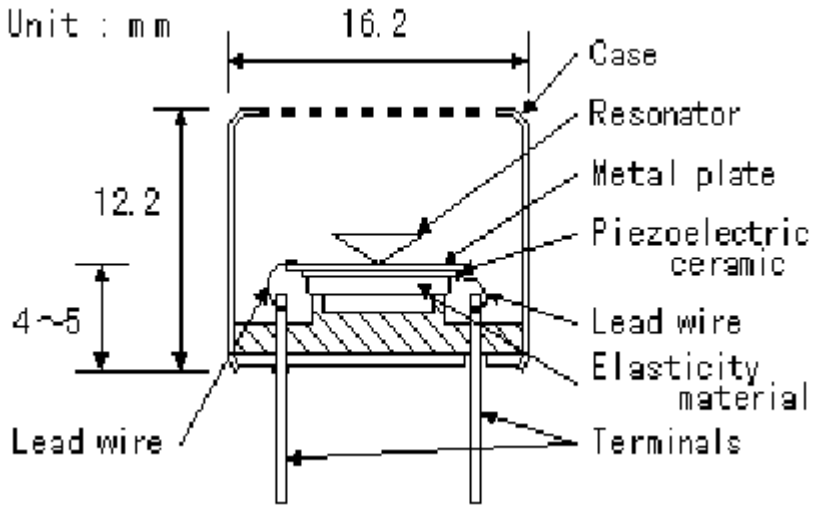


Şekil:2 Hiteknik sensör tipi

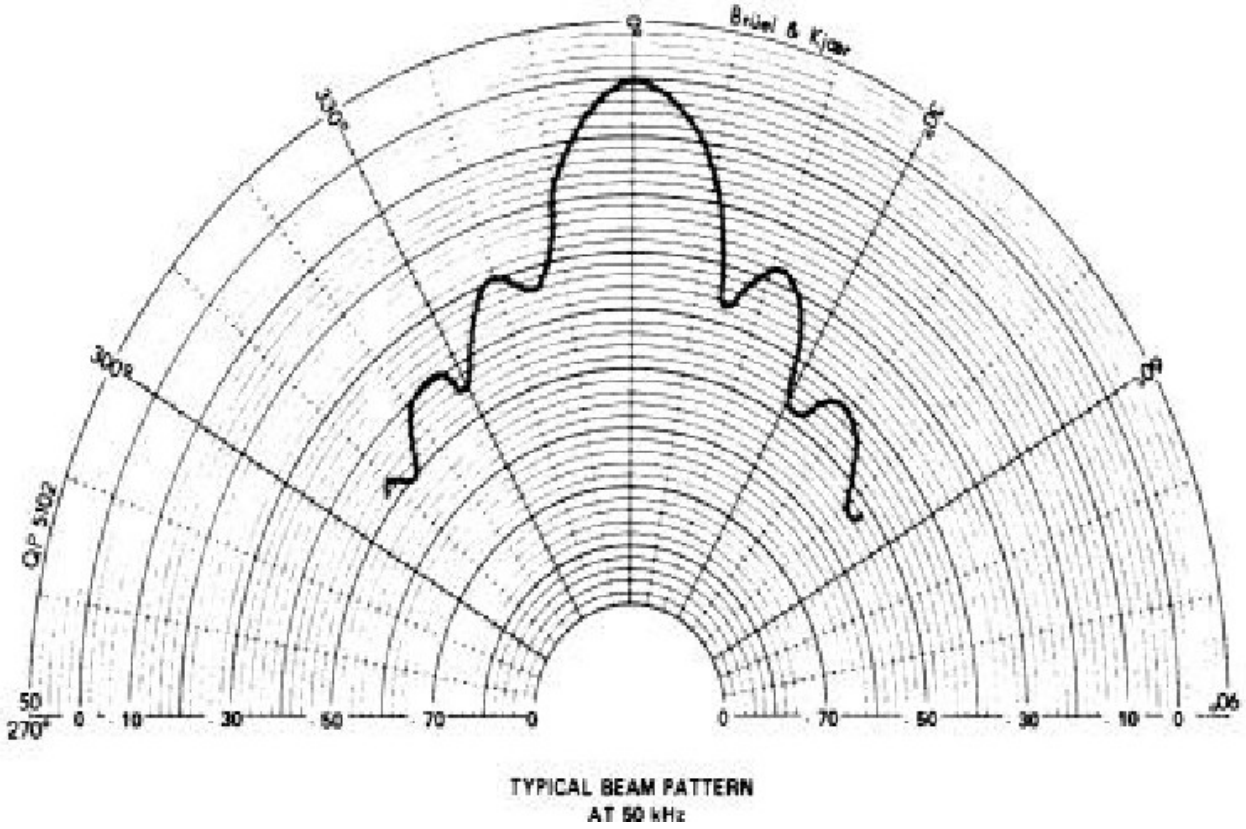
Şekil:3 Polaroid sensör tipi

2.3 Teknik ve Fiziksel Bilgiler:

Teknik Bilgiler		
Rezonans Frekansı (KHz)		40
Ses Basınç Düzeyi (dB)		115 <
Hassasiyet(dB)		-64 <
Ölçüler (mm)	Yarıçap	16,2
	Yükseklik	12,2
	Terminal Aralığı	10,0



Şekil: 4 Ultrasonik sensörün iç yapısı



Şekil:5 Ultrasonik sensörün tipik ışıma paterni

2.4 Ultrasonik Uzaklık Sensörünün Kullanım Avantajları:

- **Kontaksız Ölçüm**

Hedef cismi dokunmadan havayı kullanarak nispeden geniş mesafelerden ölçer.

- **Cisim Menzilleme**

Cisim mesafesini çoğunlukla görünüş veya yakınlık analizine göre ölçebilir.

- **Uzaklıkla Orantılı Çıkış**

Sensörün elektriksel çıkışları ölçülen hedef uzaklığıyla orantılı veya bu uzaklığa bağımlıdır.

- **Yüksek Çözünürlük**

Ultrasonik sensörler hedef cisimle ilgili informasyonu doğru ve ince farkları gösterebilme yeteneğine sahiptir.

- **Hedefin Optik Karakteristiklerinden Etkilenmeme**

Ultrasonik sensörler algılaması ortamın ışık seviyesinden, hedefin renginden veya hedefin optik geçirgenlik/yansıtıcılık özelliklerinden etkilenmez.

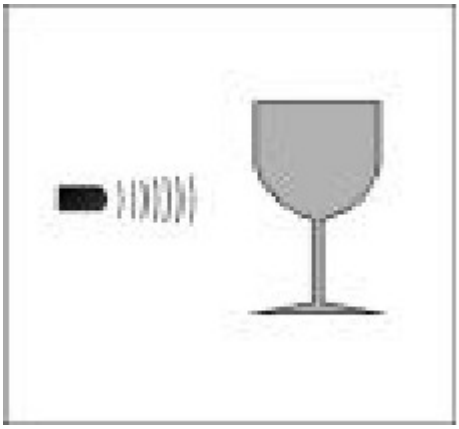
- **Hassasiyet**

Büyük veya küçük cisimleri algılayabilir.

2.5 Tipik Bazı Uygulama Alanları:

2.5.a Yaklaşım Uygulaması:

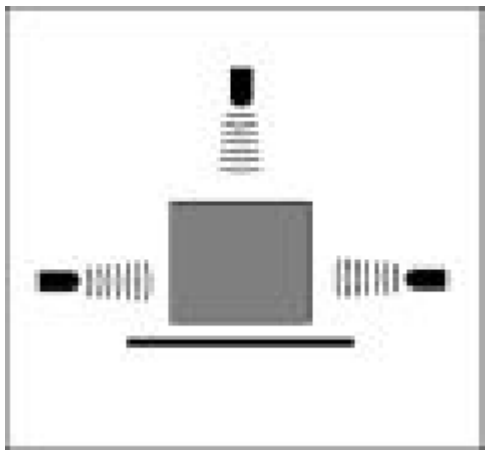
Cisimlerin belirli bir yerde bulunmalarını algılayıp, sayma işlemi yapılarak veya
hareketlerini kontrol etmek amacıyla endüstride kullanılırlar.



Şekil:6

2.5.b Boyutlandırma:

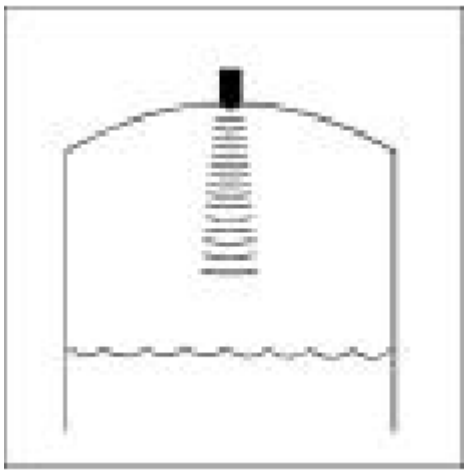
Cisimlerin ölçü bilgilerini, cisimlerin genişliklerine veya hacimlerine göre belirmekte kullanılırlar.



Şekil:7

2.5.c Seviye ölçümü:

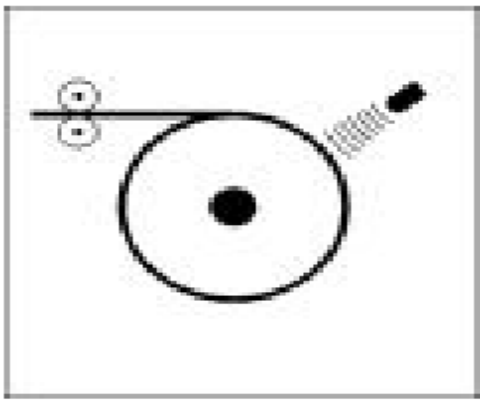
Enventör ve diziler için tankların veya kutuların içerisindeki sıvıların veya sıvı halde
bulunan malzemelerin seviyesini ölçmek için endüstride kullanılmaktadır.



Şekil:8

2.5.d Rulo Çapı Ölçümü:

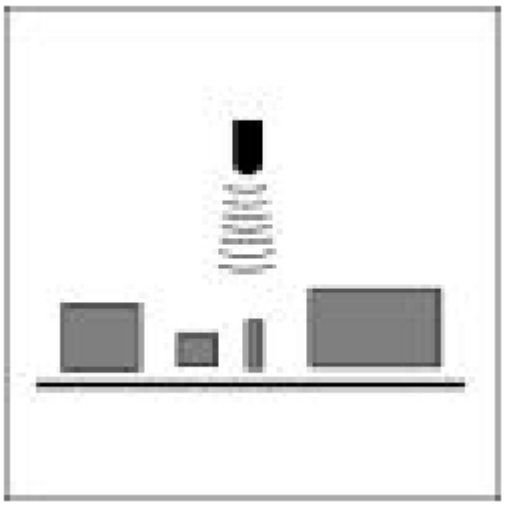
Endüstride ruloların kontrol gerginliğini veya hızını, veya dolu - boş durumunu ölçmek için kullanılırlar.



Şekil:9

2.5.e Sınıflandırma / Seçme :

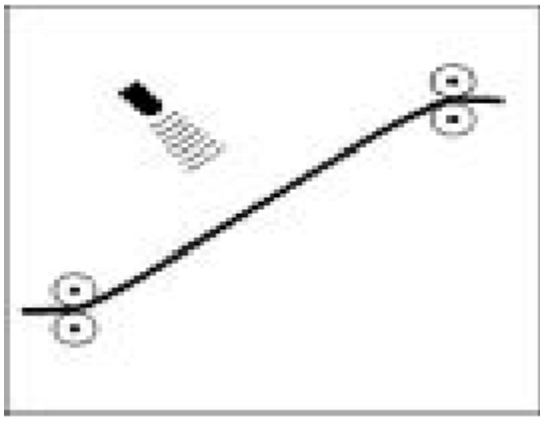
Cisimlerin sınıflandırılması veya seçimi işlemi cisimlerin fiziksel ölçülerine farklılıklarına bağlı olarak ölçülmektedir.



Şekil:10

2.5.f Bağlantı Kopma Belirlenmesi / Döngü Kontrolü :

Matbaacılıkta, kağıt makinelerinin kopan ağ bağlantılarının prosesin hızlıca devam etmesi için hızlıca ve algılanmasında kullanılmaktadır.



Şekil:11

Bu uygulamalara ek olarak ultrasonik sensörler;

- Araç alarm sistemleri
- Işıklandırma kontrolü
- Park destek sistemleri
- Otomatik kapı kontrolü gibi endüstriyel uygulamalarda da sıkça kullanılmaktadır.

2.5.g Ultrasonik Algılayıcıların Farklı Uygulama Alanları :

1- Herhangi bir nesnenin varlığının tespit işlemi. Örneğin bir üretim bandındaki eşit aralıklı geçen malların tespiti.

2- Farklı nesneleri birbirinden ayırma işlemi

3- Şerit şeklinde yapılan üretimlerde boşluk denetimi. Örneğin bir gazete baskı işlemi sırasında rulonun sürekliliğinin kontrolü.

4- Yine şerit şeklinde üretilen işlemlerde eğim kontrolü.

5- Kalınlık ölçümü. Örneğin bir rulo için kalınlık ölçme işlemi.

6- Fotoğraf makinelerinde otomatik odaklama işlemi.

Bunun yanında otomatik kapı sistemleri, alarm sistemleri ve robot uygulamalarında da sıkça kullanılmaktadırlar.

Bu kadar geniş kullanım alanına sahip olmalarının nedenleri aşağıda belirtilen özellikleridir.

1- Temassız ölçüm : Uzak sayılabilecek mesafelerde bile cisme temas etmeden ölçüm yapabilmektedirler.

2- Oran yapabilme özelliği : Bir cismin sadece varlığını tespit edebilmesinin yanında ses hızının bilinmesi dolayısıyla nesnenin uzaklığı da hesaplanabilmektedir.

3- Yüksek çözünürlük : Ölçülen uzaklıkla ilgili yüksek çözünürlük verebilmektedir.

4- Duyarlılık : Nesne büyük de olsa küçük de olsa algılama yeteneklerinin olması .

5- Optik karakterlerden etkilenmeme : Optik algılayıcılar kontrolü yapılan nesnenin renginden,optik yansıtma özelliklerinden ve ortamdaki ışıktan etkilenebilmektedirler. Fakat ultrasonik algılayıcılar bu optik özelliklerden etkilenmezler.

6- Geniş frekans bandında kullanılabilme özelliği. (20 kHz ile 500 kHz arasında).

BÖLÜM 3 :
ULTRASONİK SENSÖRLERİN ROBOT UYGULAMALARI

3.1 Giriş :

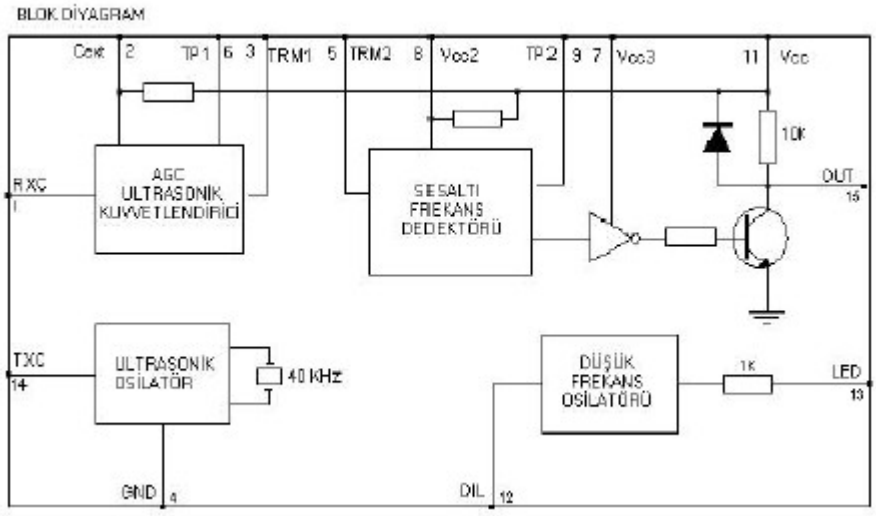
Bu bölümde ultrasonik sensörlerin takip ve robotlarda ki kullanımını ve bu robotların mekanik yapısını açıklayacağız. Bunu yaparken gerçekleştirilmiş olan robot projelerini dikkate alacak ve teorik olarak bu robotların çalışma prensiplerini mekanik ve elektronik temelleriyle aktaracağız. Ultrasonik sensörlerin çalışma prensiplerinden yukarıda bahsetmiştik. Şimdi bu sensörlerin kullanılarak yapıldığı birkaç robot projesini ele alalım.

3.2 Ultrasonik Algılayıcı Devresi Projesi

Bu projede ilk olarak, ticari bir firmanın ürettiği modül incelenmiş ve bu modül kullanılarak bir ultrasonik ölçüm devresi,tasarımı yapılarak gerçekleştirilmiştir. Gerilim karşılaştırıcı işlemsel kuvvetlendirici ve zamanlayıcı tümleşik devreleri kullanılarak diğer bir ultrasonik uzaklık ölçüm devresi gerçekleştirilmiştir. Her iki tasarım daha sonra mikrodenetleyici temelli sistem ile desteklenerek geliştirilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Modül İle Gerçekleştirilen Devre

Herhangi bir cismin hareketine göre genliği değişen 40 kHz ultrasonik işaret yardımıyla
hareket işlemini algılamakta kullanılan bu mobil ince film teknolojisiyle yapılmış ve bu özelliği sebebiyle kararlı elektriksel karakteristikler göstermektedir. Esas kullanım alanı hareket işlemini algılamaktır. Blok diagramda görüldüğü gibi bu devre ultrasonik osilatör bloğu iç yapısındaki kristal yardımıyla frekansı sabit 40 kHz , genliği 0 V ile kullanılan besleme gerilimi arasında değişmekte olan düzgün kare dalgalar üretmektedir. Bu kare dalgalar devrenin 14 numaralı bacağına bağlanan ultrasonik vericiye gönderiliyor. Böylece ultrasonik verici gelen kare dalganın genliği ile orantılı kuvvette bir ses dalgası üretiyor ve bu ses işaretleri boşluğa gönderiliyor.



Şekil 3.2.1 Modülün blok diyagramı ve bağlantı uçları

1 RXC Ultrasonic alıcı ucu

2 Cext Besleme gerilimi dış kapasitesi

3 TRM1 Dış tetikleme ucu

4 OND Toprak

5 TRM2 Dış tetikleme ucu

6 TP1 Test noktası

7 VCC3 Dış besleme

8 VCC2 İç besleme

9 TP2 Test noktası

10 INS Kullanılmıyor

11 VCC Ana besleme

12 DIL Led kapatma

13 LED Led

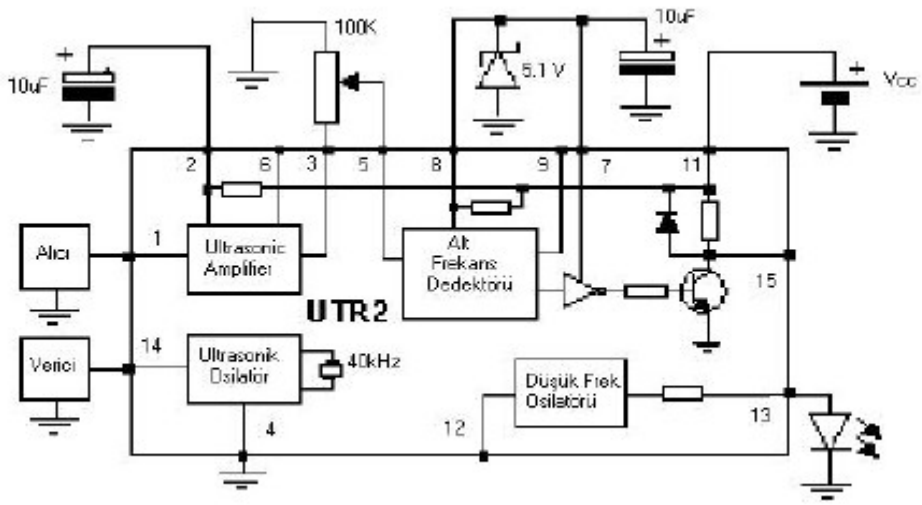
14 TXC Ultrasonik verici ucu

15 OUT Çıkış nesne hareketli ise ‘U’ a düser

Gönderilen bu işaretler uzaktaki bu cisimden yansıyıp geri geldiği zaman 1 numaralı bacağa bağlanmış olan ultrasonik alıcı geri yansıyan ses dalgasını alıyor ve geri gelen sesin genliğiyle orantılı olan bir elektriksel işarete dönüştürüyor. Elde edilen bu işaret blok diyagramda görülen kuvvetlendirici katına aktarılıyor . Kuvvetlendirici katında kuvvetlendirilen bu işaret 3 numaralı bacaktan dışarıya veriliyor. Çıkış olarak kullanılacak işaret de bu aşamada elde edilmiş oluyor. Çünkü burada elde edilen işaret uzaktaki cismin uzaklığıyla doğru orantılı olarak elde edilmiş olan bir örneksel gerilim işaretidir. Modülün esas çıkışı olan ve herhangi bir cismin hareket etmesiyle birlikte 0 V. seviyesine düşen 15 numaralı bacaktan baskılı devre üzerinde çıkış alınıyor böylece eğer hareket algılama işlemi yapılmak istenirse bunun içinde uygun bir çıkış bulunmaktadır. Bu şekilde bağlantıları yapılan ve baskılı devre üzerinde yeri bulunan modülün 3. bacağından alınan işaret elektronik denetim kartına, oradan da seri olarak kişisel bilgisayara aktarılmaktadır. Böylece bilgisayarda cismin uzaklığı belirlenebilmekte ve elektronik denetim yazılımına gösterilebilmektedir.

Mikrodenetleyici Temelli Sistem İle Gerçekleştirilen Devre

Birinci devrede kullanılan modül ve bir mikroişlemci eğitim seti olan DIGIAC2000
sisteminin uygulama modülünde bulunan ultrasonik uzaklık ölçme donanımı, yazılımın yapısı, çalışma şekli baz alınmış ve buradan elde edilen bilgiler kullanılarak mikrodenetleyici PIC16F84 temelli sistem destekli gerilim karşılaştırıcı kullanılarak ikinci ve daha gelişmiş bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bu sistem 80 cm ‘ ye kadar ölçüm yapabilmektedir.



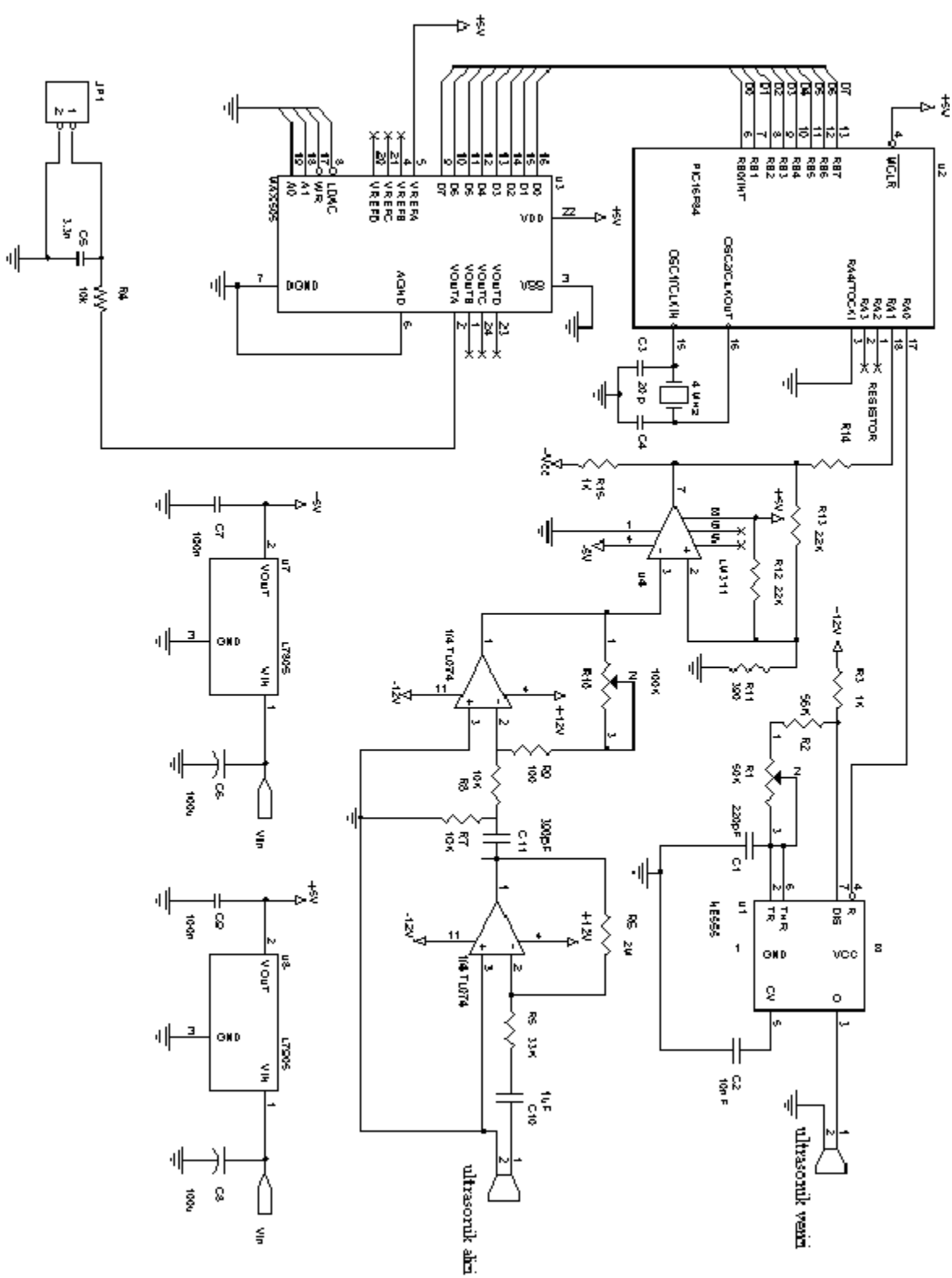
Şekil 3.2.2.1 Modül ile gerçekleştirilen devrenin bağlantı şeması

Bu sistemde ultrasonik verici kısmı + 12 V ile beslenen ve yaklaşık 40 kHz frekansa sahip kare dalga üreten bir zamanlayıcı tümleşik devresi (555) ile gerçekleştirilmiştir. Tümleşik devrenin çıkışında elde edilen 40 kHz frekansındaki kare dalga vericiye gönderilmiştir. Bu işlem sırasında 555 ‘ in sıfırlama girişinin kontrolü de PIC16F84 vasıtası ile yapılmaktadır. Böylece 16 tane darbeden oluşan kare dalga dizisi gönderildiği anda PIC16F84’ ün TMR0 zamanlayıcısı da çalışmaya başlatılmaktadır.Alıcı katta ise vericiye gelen yansıyan dalga sebebiyle oluşan çok
küçük genlikteki işaret önce iki adımdan oluşan bir kuvvetlendirici katından geçirilmektedir. Kuvvetlendirme katlarının ikisi de TL074 tümleşik devresi içinde yer alan 4 adet işlemsel yükselteç ile gerçekleştirilmiştir. Birinci kat normal bir eviren kuvvetlendirirci katı şeklinde ve kazancı 60 civarındadır. İkinci katta yine eviren kuvvetlendirici şeklinde fakat bu sefer kazancın

değiştirilmesine imkan tanımak amacıyla işle direncin değeri sabit 10 K iken çıkış ile 1. işlemsel yükseltgecin negatif ucu arasında 100 K değerinde bir ayarlanabilir direnç bulunmaktadır.

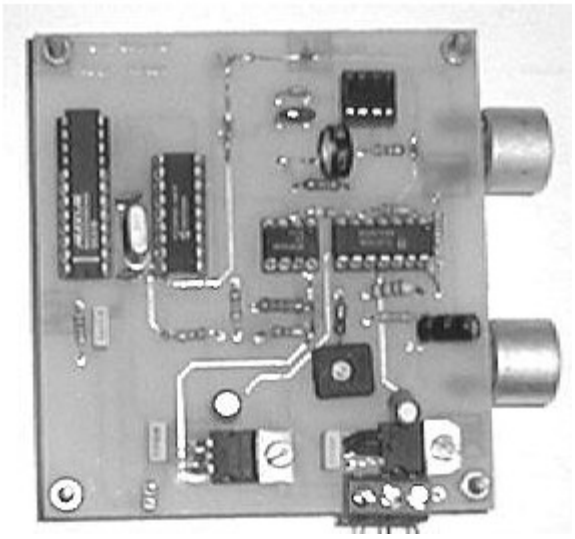
Böylece kazanç 60 ile 600 arasında ayarlanabilir. Daha sonra bu kuvvetlendirilen işaret gerilim karşılaştırıcı LM311' e aktarılıp istenilen eşik değerini aşan işaretler için çıkışta TTL lojik " 1 " seviyesinde bir işaret elde edilmektedir. Bu işaret de PIC16F84' e aktarılmaktadır.

Mikrodenetleyicinin zamanlayıcısı darbe dizisinin gönderildiği anda başlatılıyor ve yansımanın alındığında değişecek olan LM311' in çıkış bacağı taranmaya başlanmaktadır. Yansıma alındığı anda zamanlayıcı durdurulmakta, böylece ses dalgasının uzaktaki cisme gidip gelmesi arasında geçen süre ölçülmüş olmaktadır. Ölçülen bu süre değeri sayısal olarak PortB' den çıkış olarak verilmektedir. PortB ye aktarılan bu işaret MAX505 DAC ' ı ile sayısaldan örneksele çevrilmekte,RC yapısı şeklinde oluşturulmuş bir filitre ile süzülerek elektronik denetim kartına aktarılmaktadır.



PIC16F84
MCLR
RESISTOR
LM311
1/4 TL074
1/4 TL074
LT905
LT905
ultrasonik alici
ultrasonik verici

Şekil 3.2.2.2 Ultrasonik uzaklık algılama devresinin açık devre şeması

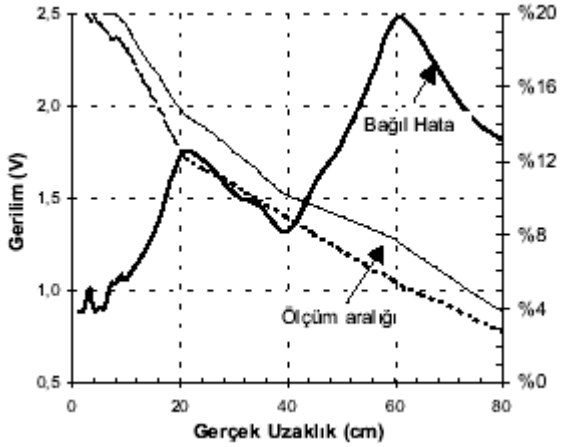


Şekil 3.2.2.3 Gerçekleştirilen devrenin resmi

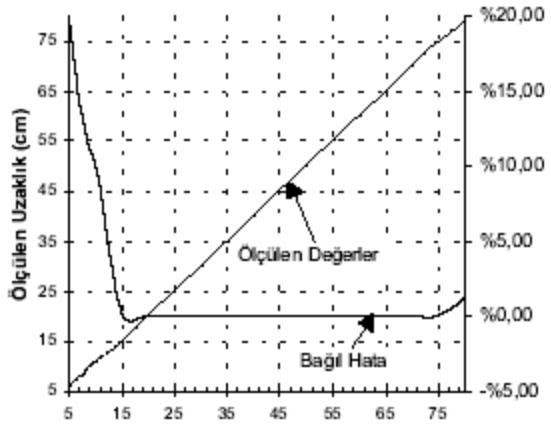
3.2.2 SONUÇ

Modül ile yapılan ölçümlerde elde edilmiş olan sonuçlar aşağıdaki grafiklerde görülmektedir. Elde edilen bu grafikte ölçülen gerilim değerlerinin bir aralık içinde değiştiği görülmektedir. Bu aralığın ortalamasına göre bağıl hatanın, 0 ile 80 cm arasındaki eksenden % 4 ile % 20 arasında değiştiği görülebilir. Uzaklık arttıkça hata artmaktadır. 60 cm uzaklık % 20 bağıl hata sonucunda 54 cm ile 66 cm arasında bir değer olarak ölçülecektir. Ölçülecek mesafe kullanılan ultrasonik alıcı vericinin kalitesi ve besleme gerilimi ile doğrudan orantılıdır. Mikrodenetleyici

temelli sistem ile 5 cm ile 75cm arasında hatasız ölçüm yapan ikinci devrenin sonuçları ise ikinci grafikte görülmektedir.



Şekil 3.2.2.4 Modül ile ölçülen değerler



Şekil 3.2.2.5 Mikrodenetleyici sistem ile ölçülen değerler

Ultrasonik vericinin kullanım alanı robot elektroniği olduğundan ve beslenme, büyüklük, ağırlık gibi bazı konularda kısıtlı kalmak gerektiğinden gerçekleştirilen devreler alternatifleri arasında kayda değer bir yere sahiptir.

3.3 MOBİL ARAÇ PROJESİ

3.3.1 Giriş

Bu proje iki kısımdan oluşmaktadır :

I. Mobil aracın uzaktan kumanda ile kontrolü

II. Mobil aracın denetleyici ile otomatik kontrolü

Aracın uzaktan kumanda ile kontrolü kısmı, mobil araca 27 Mhz 4 kanallı R/C uzaktan kumanda kontrol devresinin uyarlanmasını kapsamaktadır.Bu kısımda elle kumanda edilen R/C verici sayesinde aracın hareket etmesi ve yönlendirilmesi sağlanmaktadır.

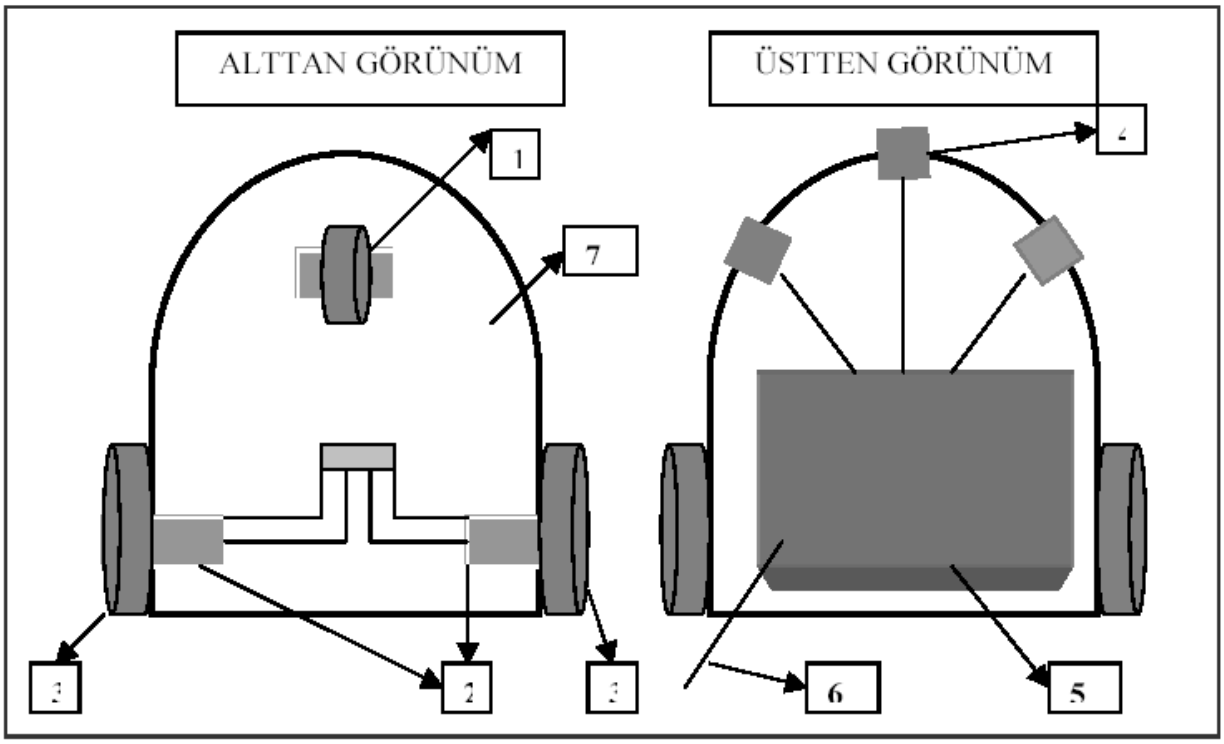
Aracın otomatik kontrol kısmı ise mikrodenetleyici (PIC16F877) ile ultrasonik sensörlerden alınan sinyallere göre aracın çevresinde bulunan cisimlere çarpmadan istenilen program doğrultusunda otomatik hareket etmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

3.3.2 MOBİL ARACIN MEKANİK YAPISI

Araç, şekilden de görüldüğü gibi 3 tekerlekli bir sistemdir. Araca hareket veren ve aracın yönlendirilmesini sağlayan motorlar birbirinden bağımsız kontrol edilmektedir .Önde bulunan teker ise aracın

dinamik dengesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır ve bu tekere motor bağlıdeğildir.

Bu mimarinin en büyük avantajı araca dar alanlarda üstün hareket ve manevra kabiliyeti sağlamasıdır. Örneğin sol tarafa dönülmek istendiğinde, sol tekerin geri yönde,sağ tekerinde ileri yönde tahriki ile kendi ekseninde sol yöne dönme işlemi gerçekleşir. İleri yönde hareket etmesi istendiğinde ise iki teker ileri yönde tahriklenerek aracın ileri istikamette gitmesi sağlanır.



Şekil 3.3.2.1 Aracın şematik gösterimi

1- Kendi ekseninde 360 derece dönebilen bağımsız tekerlek

2- İçten tahrikli redüktörlü silecek motoru

3- 14cm çapında tekerlek

4- Ultrasonik sensörler

5- Elektrik ve kontrol kutusu (Akü, kontrol kartları vs)

6- Anten

7- MDF plaka

3.3.3 İÇTEN TAHRİKLİ REDÜKTÖRLÜ MOTOR

3.3.3.1 Genel özellikler

I. Arka cam sileceği koluna ve süpürgeye direkt hareket verir.

II. Fırçalı tipli, daimi mıknatıslı DC motor.

III. Redüktörü, tek dişli invoulit vida ve helisel dişli.

IV. Tahrik: braketle uyumlu dahili biyel

V. Çıkış mili : sağ – sol hareketli mil doğrudan gövdeden çıkışlı.

VI. Aşırı yükte koruma ile donatılabilir.

3.3.3.2 Teknik değerler

***Nominal voltaj*:** 12V

***Motor* :** 12 oluklu endüvi;2 kutuplu self bobinli, sinter ferrit mıknatıslı, endüvi

mili 2 küresel yataklı,eksenel boşluk vida ile ayarlı.

***Redüktör* :** zamak braket, plastik dişli, tek ağızlı sonsuz vida, redüktör oranı 1/85.

***Tahrik* :** sinter sektör dişlileri ile 115°'den175°'ye kadar silme açıları,mekanizma sistemi ile 115 ° 'ye kadar silme açıları.

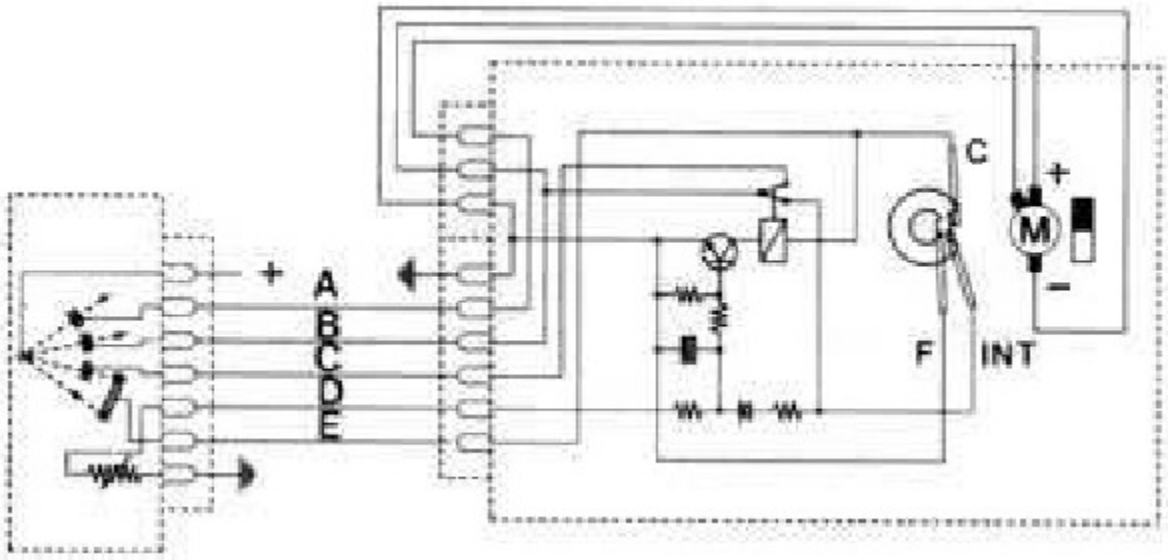
***Ağırlık* :** 1,1 kg.

3.3.3.3 Performans tablosu

	TGE 422 (int.35)		TGE 423 (int.31)		TGE 424 (int.31)	
	Birimler	Y.devir	A.devir	Y.devir	A.devir	Tek hız
1 Nm tork ile hız	(dv/dk)	75 ±5	55±5	75±5	55±5	68±5
1 Nm tork ile çekilen akım	(A)	<=3,2	<=2,2	<=3,5	<=2,5	<=2,5
4 Nm tork ile hız	(dv/dk)	60±5	45±5	70±5	45±5	65±5
4 Nm tork ile akım	(A)	<=6,5	<=4,5	<=6,5	<=4,7	<=5,5
İlk hareket torku	(Nm)	>=26	>=30	<=22	>=24	>=20
Fasıla frekansı	(dv/dk)		min 10±2 max 30±2		10/18	10/18

Şekil 3.3.3.1 : Fren testi : Test voltajı :13,5 V Test sıcaklığı : 20/25 º C

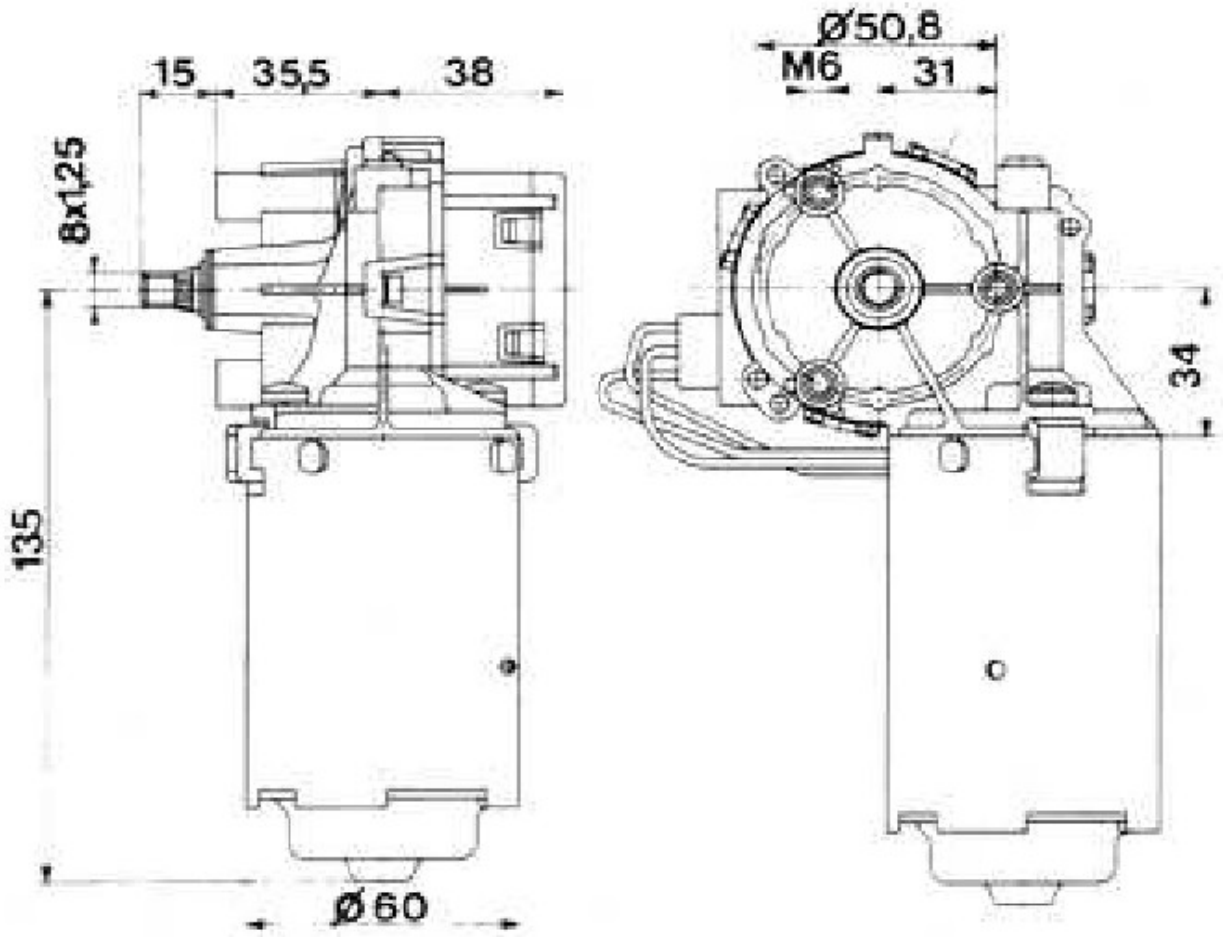
3.3.3.4 Elektrik şeması :



Şekil 3.3.3.2 Silecek motorunun elektrik şeması

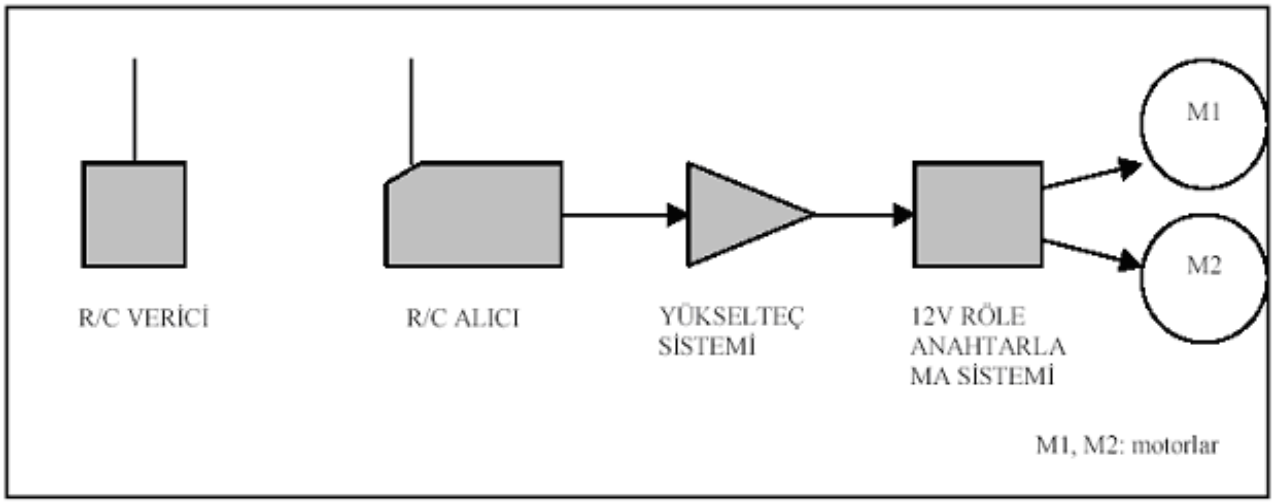
Elektrik şemasında **A**: 2. hız **B:** 1. hız **C:** Fasıla **D:** Reosta **E:** Kapalı olarak ifade edilmektedirler.

3.3.3.5Ölçüler



Şekil 3.3.3.3 İçten tahrikli redüktörlü motor

3.3.4 UZAKTAN KUMANDA KONTROL SİSTEMİ

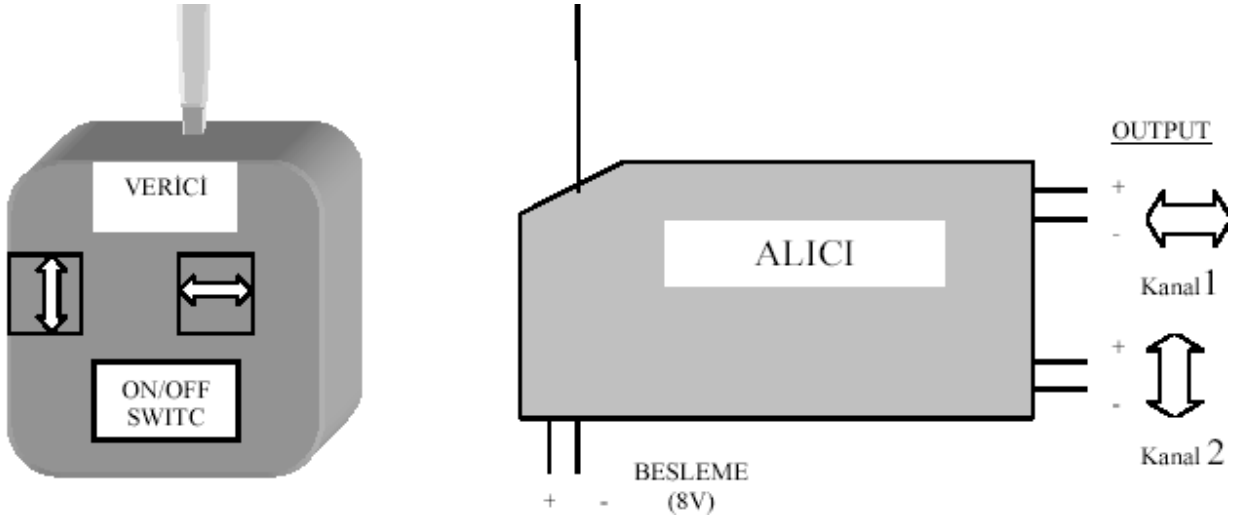


Şekil 3.3.3.4 Uzaktan kumanda kontrol sistemi blok şeması

Radyo kontrol (R/C) vericisindeki yönlendirme çubukları sayesinde aracın hangi motorları çalıştırılmak isteniyorsa o motorlara ilişkin yönlendirme yapılır. R/C alıcı vericinin gönderdiği 27 Mhz' li FM işareti demodüle ederek 5V çıkışlı 4 tane terminalden uygun olanları
yetkilendirmektedir

Yükselteç sisteminde R / C alıcının her bir çıkışı işlemsel yükselteçler tarafından kuvvetlenerek 12 V röle anahtarlama sisteminin çalışması sağlanmaktadır.Motorların 12Vluk
aküler tarafından sürülmesi 12V röle anahtarlama sistemi tarafından yapılmaktadır.

3.3.5 RADYO KONTROL SİSTEMİ



Radyo kontrollü (R/C) araçlar veya cihazlar; uzun mesafeden kontrol sağlamak için radyo frekansı kullanılarak kablosuz, verici vasıtasıyla aracın kumandası sağlanır. Radyo kontrollü araçlar, araca monte edilmemiş elde taşınabilir verici vasıtasıyla kontrol edilir.R/C kontrolü diğer uzaktan kontrol sistemlerinden ayıran fark budur . Radyo kontrol cihazları , radyo frekansı
kullanarak ve taşınabilir verici ile araçla haberleşirler.Bu yüzden radyo kontrol cihazlarının diğer uzaktan kumanda cihazlarına nazaran daha geniş yayın menzili ve esnekliği mevcuttur.

Radyo kontrollü kumanda sisteminin kullanımı için önemli parametreler:

I. Frekans
II. İşlev
III. Menzil
IV. Yönlendirme(manevra)
V. Batarya gereksinimi
VI. Kullanım süresi

I. Frekans:

Klasik radyo sistemine benzer bir teknikle, oyuncaklar için üretilen tipik R/C kumanda
sistemin de de radyo istasyonu uygun ve belirli bir radyo frekansında yayın yapar. R/C verici,
alıcının kontrol ettiği aracın ne şekilde hareket edeceği konusunda radyo sinyalleri yollar.Bu
sinyaller, oyuncak kullanım amaçlı araçlarda kullanımı uygun görülmüş R/C kumanda sistemleri için belirlenen frekansların birisi olmak zorundadır. R / C kumanda sistemlerinin çalışma frekansları 27Mhz ve 49Mhzdir.

İki veya daha fazla R/C kontrollü aracın aynı anda ve aynı alanda çalıştırılması gerekiyorsa, araçlar farklı frekanslarda çalıştırılması gereklidir.Bu yüzden oyuncak araçlar için kullanılan bu tür R / C kumanda sistemlerinde portatif (değiştirilebilir) frekans bandı kristali mevcuttur.Bu
sayede araçlar 27Mhz band sınırları içinde 6 farklı frekans bandında çalışabilmektedir.

II. İşlev:

R/C kumanda sistemleri genellikle ya tam fonksiyonlu yada multi-fonksiyonlu olmak üzere iki farlı işlevli olarak üretilmektedirler. Tam fonksiyonlu yer veya deniz araçlarında ileri, geri verme durma işlevlerinin yanı sıra sağ ve sol dönüşlerle aynı anda geri veya ileri yönde hareket edebilmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra, Multi-fonksiyonlu R/C araçlarında iyi çekiş için diferansiyel vites, uygun yöneltim için düzen ayarı, siren veya far açma, kapama gibi ekstra özellikler mevcuttur.

III. Menzil:

Bir R / C kontrollü cihazın menzili, vericinin yolladığı radyo frekansı sinyalinin alıcının alabileceği alanla sınırlıdır.Genellikle oyuncaklar için kulanım amaçlı R/C sistemlerin menzili kullanılan sisteme göre 50 ile 1500 feet arasında degişir. Uçakların müthiş kontrol menzili vardır.

R/C deniz araçlarının menzili genellikle R/C kara araçlarınkinden daha büyüktür.

Zayıf verici bataryası kullanımı, aynı frekansı kullanan diğer R/C cihazlarından,CB radyoları, telsiz telefonlar, yüksek gerilim trafoları gibi diğer cihazlardan oluşan girişim ,menzili etkileyebilmektedir. En iyi menzil performansını alabilmek için ve oluşan girişim olayını azaltmak için, verici dikey konumda ve olabildiğince araçtaki alıcı antene doğru yönlendirilerek çalışılmalıdır.

IV. Yönlendirme (Manevra):

R/C kontrollü araçlar düzgün yönlendirmeye sahiptir.Bir pozisyon sağ dönüşler için ve bir pozisyon da sol dönüşler içindir.Dönme yarıçapı her zaman aynıdır.Bazı yeni nesil araçlar dijital orantılı yönlendirmeye sahiptir ki bu gerçek arabalara çok benzer. Dijital yönlendirmenin doğruluğu daha iyidir ve keskin ve geniş açılarda dönüşlere imkan verir.

Bu hassas manevra sistemi, geniş ve yüksek performanslı araçlarda kontrol kaybını önlemek için gereklidir.

V. Batarya Gereksinimi:

R/C kontrollü araçlar ve cihazlar ölçülerine, işlevine ve performansına göre farklı batarya gereksinimleri mevcuttur . Genellikle küçük boyutlardaki R / C araçlarda AA kalem pil kullanılmaktadır. Daha kompleks ve işlevsel araçlarda şarj edilebilir. Ni-Cd (nickel cadminyum) batarya paketleri kullanılır. R / C kontrol sisteminin verici kısmında ise genellikle 9V'luk pil
kullanılır.

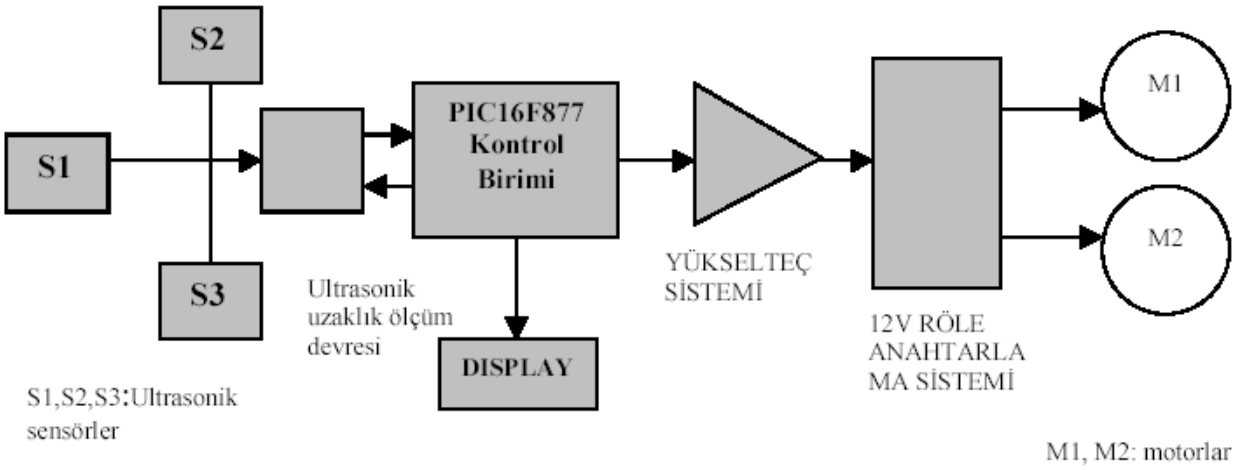
VI. Kullanım Süresi

Kullanım süresi; bataryaların tipine, bataryaların yaşına,aracın boyutlarına,aracın performans seviyesine ve kullanım durumlarına bağlı olarak değişmektedir.Araç ne kadar büyük ölçekli ise kullanım süresi de o kadar kısalmaktadır.

R/C kontrollü araçların ortalama kullanım süreleri aşağıda verilmiştir :

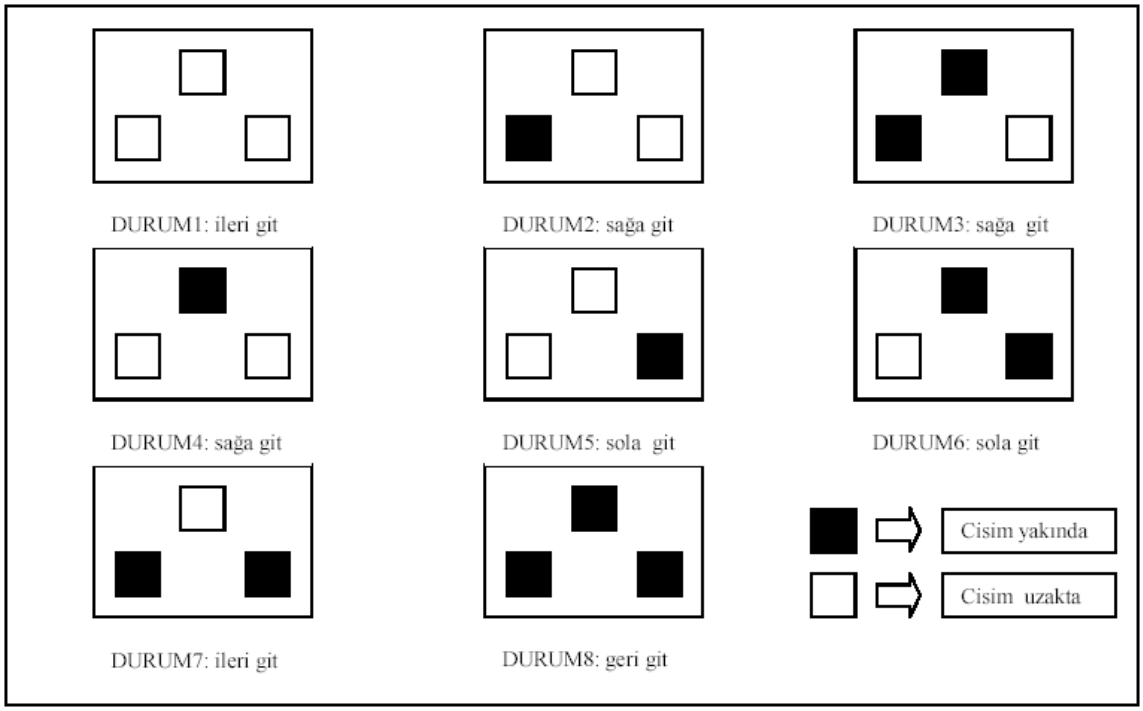
4.8Vluk araçlar: 30 ile 45 dakika
6.0Vluk araçlar: 20 ile 25 dakika
9.6Vluk araçlar: 15 ile 20 dakika
7.2Vluk araçlar: 10 ile 15 dakika

3.3.6 OTOMATİK KONTROL SİSTEMİ



Şekil 3.3.3.6 Otomatik kontrol sistemi blok şeması

PIC sürekli olarak sensörleri kontrol eder.Sensörlerden alınan uzaklık bilgisi belli bir referans değerin altındaysa (Örneğin 10 cm) PIC, sensör yazılımı sayesinde motorların hangi yönde döneceklerini yani mobil aracın hangi istikamete gideceğini belirler ve bu duruma ilişkin motorların kontrolünden sorumlu porta çıkış üretir. Bunun yanında PIC sensörlerden okunan mesafe bilgisi eş zamanlı olarak displayde gösterimini de sağlar.



Şekil 3.3.3.7 Otomatik kontrol sistemi durum göstergesi

3.4 BİLGİSAYAR KONTROLLÜ GEZGİN ROBOT UYGULAMASI

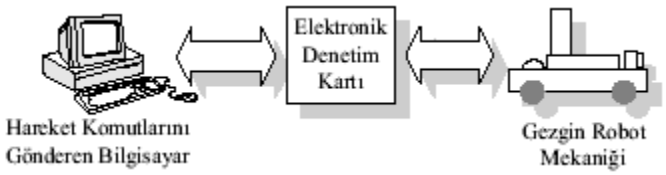
3.4.1 Giriş

Gezgin robot; verilen bir yön ve konum boyunca otomatik olarak hareket edebilen , serbest programlanabilir, özerk veya uzaktan işletilen bir araçtır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen gezgin robot bir ‘ teleoperated ’ (uzaktan işletilen) robottur.

Bu robot, operayör tarafından uzaktan gönderilen komutları yerine getirir. Kullanıcının kişisel bilgisayar (PC) yardımıyla girdiği karmaşık komutlar temel hareket komutlarına dönüştürülür

ve elektronik denetim kartına iletilir. PC ile mekanik sistem arasında bir arayüz işlevi gören
elektronik denetim kartı, PC' den aldığı verileri mekanik sistem için gerekli elektriksel işaretlere
dönüştürür. Denetim kartı, komut biçimini ve daha sonra da komutları ayırt ederek, hareket
organlarını komutların gerektirdiği şekilde hareket ettirir.



Şekil 3.1 : Tasarlanan gezgin robot sistemi

Gezgin robot sistemi dört ana bölümden oluşmaktadır :

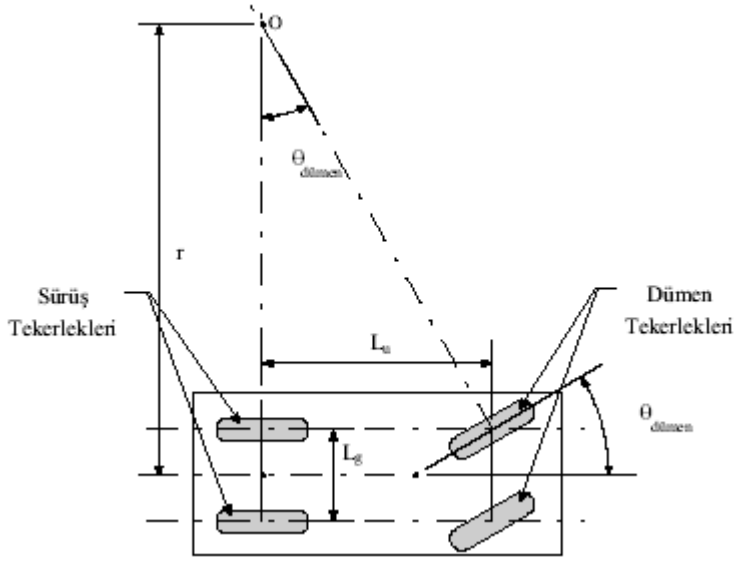
1. Gezgin taban
2. Operatör (komuta) birimi
3. İşletim ve denetim donanımı
4. Haberleşme birimi

3.4.2 ROBOT MEKANİĞİ

Robotun mekaniğini, gezgin taban ve hareket aksamları oluşturmaktadır. Robotun hareketini
sağlayan birim, sürüş mekanizması, güç ünitesi, haberleşme ünitesi ve denetim birimini taşıyabilecek kadar güçlü olmalıdır. Gezgin taban,

manevra kabiliyeti ve hız bakımından çalışma ortamına uygunluk göstermelidir.

Bu çalışmada kullanılan gezgin mekanik sistem dört tekerlek üzerinde hareket etmektedir.Bir
DC motor yardımıyla arka iki tekerlekten sürülen bu sistemde robotun yön değiştirmesi ön tekerleklere bağlı dümen mekanizması sayesinde sağlanmıştır. Dümen mekanizmasının hareketini ise bir servo motor sağlar.



Şekil 3.2 : Gerçekleştirilen gezgin robot için dönüş yarıçapı

Robotun dönüş hareketi sırasında tekerlekler birbirinden farklı uzunluklarda yaylar çizer. Ancak, sürüş ve dümen tekerlekleri aksları üzerinde birer diferansiyel dişli sistemi taşımaktadır ki, bu şekilde aynı aksa bağlı tekerlekler birbirinden farklı hız ve yönlerde hareket etme serbestliğine sahip olurlar. Bu nedenle hesapların yalnız bir tekerlek için yapılmasında bir sakınca yoktur.

Robot PC' den komutları sıra ile almakta ve bir sonraki komutu alıncaya kadar eski komutu işlemektedir. Bu nedenle komutların gönderilmeleri arasında geçen süre uygun mesafe ve yönlenmenin sağlanabilmesi için önemlidir.Dönüş komutları için bu süre robotun yönlenme açısı
Dönüş yarıçapı ve çizgisel hızı cinsinden hesaplanabilir. Yönlenme açısı ve yarıçap ile robotun
üzerinde hareket edeceği yayın uzunluğu belirlenecek ve belirlenen hızda bu yayın ne kadar sürede çizileceği de bize komutun işlenme süresini saniye cinsinden verecektir.

$$\text{komutun işlenme süresi}=\text{yuvarla}\left(\frac{\pi \cdot r \cdot \theta_{dönen}}{180 \cdot v_{süreç}}\right) \ldots.(1)$$

Robot farklı yarıçaplarda yaylar çizerek aynı yönlenme açısını sağlayabilmektedir. Farklı yarıçaplar çizebilmek için ise tekerleklerinin farklı açılarda yönlenmesi gerekmektedir. Bu açı $\theta_{dümen}$ olarak adlandırılmıştır. $\theta_{dümen}$ derece cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\theta_{dönen}=\left[Arctan\left(\frac{L_g}{r}\right)\right]\left(\frac{180}{\pi}\right) \quad \ldots\ldots(2)$$

Dümen tekerlekleri bir servo motor yardımıyla hareket ettirilir. Gerekli dümen açısını ($\theta_{dümen}$) sağlamak amacıyla servo motorun hangi konuma geleceğini saptamak için bir dönüşüm yapılır. Bu dönüşüm dümen mekanizmasının yapısına bağlıdır. Kullandığımız yapı için
θ_{servo} derece cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\theta_{servo}=3 \cdot \text{yuvarla}(\theta_{dönen}) \ldots.(3)$$

Denetim kartı servo motoru uygun konuma getirebilmek için PWM modülasyonlu bir işaret kullanmaktadır. Bu nedenle, servo açısı PC ’ den denetim kartına açı olarak değil, darbe boşluk oranı olarak gönderilir. Servo kontrol işaretinin periyodu 20 ms dir. Ancak darbenin uzunluğu 0.75 ile 2.25 ms arasında doğrusal bir şekilde değişmektedir. Bu aralıkta bir darbe uzunluğu servo açısından ± 90 º lik bir aralıkta değişime denk düşer. Buradan hareketle, servo açısının darbe boşluk oranı karşılığı PC tarafından aşğıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Komut kelimesi} = 64 \cdot \text{yuvarla}\left[\frac{750 + (90 - \theta_{servo})\left(\frac{1625}{180}\right)}{4}\right] \quad \text{.....(4)}$$

Robot dümen mekanizmalı olduğundan belli bir yarıçap ile dönecektir. Bu nedenle, kullanıcının ayrıca yarıçap bilgisini girmesi gerekmektedir. Bu bilgi PC’nin servo açısını ve komut işleme süresini hesaplamasında kullanılacaktır. Fakat robotun boyutlarından dolayı, kullanıcının girebileceği bir minimum değeri vardır. L_u robotun sürüş ve dümen tekerlekleri arası uzunlukları olmak üzere (r_{min}), çalışmada kullanılan mekanik yapı için aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r_{min} = \frac{L_g}{\tan(\theta_{dönem\max})} \quad \text{.....(5)}$$

$\theta_{dümen}$ en fazla $\pm 30^0$ lik konum alabilmektedir. Robotun sürüş ve dümen tekerlekleri arası uzunluğu (L_u), 26 cm olduğundan, dönme yarıçapı (r_{min}) denkleminden en az yaklaşık 46 cm olmaktadır.

Gezgin robotun aldığı doğrusal yol ‘mesafe’ olarak alınırsa, robotun ileri veya geri hareket ettiği durumlarda komutun işlenme süresi saniye cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Komut İşlenme süresi} = \frac{mesaf}{v_{sürş}} \quad \text{.....(6)}$$

3.4.3 İLETİM VE DENETİM DONANIMI

Gezgin robot işletim ve denetim donanımı, robot mekaniğinin operatör bakımından verilen komutları gerçekleştirmesini sağlar. Operatör birimi ve mekanik sistem arasında bir arayüz oluşturur ve komutların doğru bir şekilde gerçekleştirilmesinden sorumludur. Operatörün, robotun durumundan haberdar olmasını da bu birim sağlar. Operatöre iletilmesi gereken verileri, haberleşme birimi yardımıyla gönderir.

Geliştirilen gezgin robot donanımı, bir gezgin robotun gezinim için gerekli temel ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu donanımın şu özellikleri taşıması gerekmektedir.

- Kişisel bilgisayarla haberleşmeyi sağlamak,
- Gezgin robot mekaniğinin hareketliliği için gerekli elektriksel işaretleri üretmek,
- Algılayıcılardan gelen bilgileri derlemek.

Bu özellikleri taşıması amaçlanan donanımda bir Mıcrochıp PIC 16F877 mikrodenetleyici kullanılmıştır.Denetim kartı, bir DC motor ve iki servo motoru sürecek şekilde tasarlanmıştır. Beş örneksel ve sekiz sayısal girişin

yanısıra DC motora bağlı dört durumlu mil kodlayıcı bilgisini kontrol girişi olarak alır. Mikrodenetleyici örneksel/sayısal dönüştürücü girişlerinden biri ile pilin gerilimini kontrol ederek yetersiz gerilim değerlerine düşülmesi halinde kullanıcıyı uyarır.

Örneksel/sayısal dönüşüm için kullanılan dönüştürücü, kullanılan mikrodenetleyicinin bir çevre birimidir. Program ve veri belleği olarak mikrodenetleyicinin tümleşik RAM ve Flash ROM'u seri haberleşme için mikrodenetliyicinin USART çevre birimi k ulanılmaktadır.

Gezgin robot mekaniğinin hareketini sağlayan iki güncelleyici sürüş için kullanılan DC motor ve dümen mekanizmasını hareket ettiren servo motordur. DC motor iki yönde ve on ayrı hızda çalışabilmektedir. Motorun farklı hızlarda çalışması darbe genişlik modülasyonlu (PWM) işaretle sürülmesiyle sağlanmıştır. Ancak bu işaret yön bilgisi taşımaz. Hızın sıfır olması da gezgin robotun durgun olduğunu garanti edememektedir. Bu nedenle DC motor sürücü katına PWM işaretiyle birlikte gönderilecek olan yön ve fren bilgisi taşıya iki işaret daha üretilmektedir. Servo motorun farklı açılarda konum alması da PWM işaretiyle sağlanır. 50 Hz' de % 3,75 - 11.25 arsında değişen darbe boşluk oranına sahip bir kontrol işaretiyle servo motor -90^{0} -- + 90^{0} arasında istenen konuma getirilebilmektedir. Bu işaretin üretimi için mikrodenetleyicinin kendi PWM üreteci kullanılmıştır. Bu şekilde servo motor 10 bitlik bir çözünürlükte istenen konuma getirilebilmektedir. Gezgin robotun geliştirilebileceği düşünülerek donanım ikinci bir servo motorun bağlanabileceği şekilde tasarlanmıştır.

Donanım çalışması sırasında, sahip olduğu sekiz sayısal girişi sürekli kontrol ederek durumlarında herhangi bir değişim olması halinde PC ' yi yeni durumdan haberdar etmektedir. Yapılan uygulamada bu girişlerden altısına , robot üzerine çeşitli yönlerde yerleştirilmiş olan dokunma

algılayıcıları bağlanarak robotun herhangi bir engele çarpıp çarpmadığı kontrol edlmiştir.

Ayrıca donanım, sahip olduğu beş örneksel girişi de sıra ile 10 bit çözünürlükte sayısal değere çevirerek saklamaktadır. Böylece donanıma örneksel çıkışlı algılayıcıların da bağlanması mümkün kılınmıştır. Bu girişlerden biri pil gerilim seviyesinin kontrolü için kullanılmaktadır.

Denetim kartının yazılımı makine dilinde yazılmıştır. Program, donanımın gerekli ön şartlamalarını yapmak, PC ile haberleşmeyi sağlamak, hareket için gerekli elektriksel işaretleri üretmek ve algılayıcılardan alınan bilgileri işlemek gibi görevlerin yanı sıra PC' den alınan komutları da çözümleyerek hareket bilgisine dönüştürür. Çok görevli anlayışla oluşturulan yazılım, tüm donanımın gerçek zamanda çalışabilmesine olanak sağlar.

3.4.4 OPERATÖR BİRİMİ

Operatör birimi, mimari hiyerarşinin en üstünde yer almaktadır. Robotun kumandası bu birimden yapılır. Operatör, robotun gerçekleştirmesini istediği komutları bu birimden girer. Birim, kullanıcı dostu görsel bir arayüze sahiptir ve karmaşık olmayan anlaşılır komutlarla çalıştırılabilmektedir.

Program Borland Delphi 3' de geliştirilmiş olup Windows işletim sistemi altında çalışmaktadır. Seri haberleşme için, MS Visual Basic kontrolü olan Microsoft Comm Control 6.0 (Sürüm 1.1) TMSC omm Activex kontrolü kullanılmıştır.

Yazılım, robotu iki ayrı moda çalıştırabilecek şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcı bu modları çalıştır menüsünden seçerek çalıştırabilmektedir. Bunlar doğrudan çalışma modu ve kayıttan çalışma modudur.

Doğrudan çalışma modunda komutlar robota direkt olarak verilmektedir. Robot, kullanıcının görsel ara birimdeki kontroller üzerinde yaptığı her değişikliğe hemen cevap verebilmektedir. Fakat bu modda komutların herhangi bir yere yazılması, kaydedilmesi veya saklanması söz konusu değildir. Komutlar anlık olarak işlenir ve cevap alınır. Bu mod denetim kolu (joystick) Kontrolüne benzemektedir.

Kayıttan çalışma modunda ise komutlar, robota kayıttan verilmektedir. Bunun için programda bir görev listesi mevcuttur. Kullanıcı, önce görev listesine, kaydedilmiş bir komut dizisi yükleyeceğine yoksa yeni bir komut dizisi mi gireceğine karar verecektir. Sonuçta görev listesine girilen veya yüklenen komutlar sırayla çalıştırılıp robota gönderilir. Kullanıcı programdan çıkmak istediğinde ise program , yaratılan komut dizisinin kaydetme sorgusunu yapar.

Genel olarak yazılım “ileri git”, “geri git”, “sağa dön”, “sola dön” gibi temel basit ve kullanıcının kolay anlayabileceği komutlardan oluşmuştur. Program bu temel komutların görüntülenebileceği bir editöre sahiptir.

3.4.5 HABERLEŞME BİRİMİ

Haberleşme birimi, komuta birimi ile denetim birimi arasında bilgi alış-verişini sağlar. Robotun çalışacağı ortama ve komuta biriminin robottan uzaklığına uygun sistemler seçilir.

Bu çalışmada operatör komuta birimi ile iletişim ve denetim birimi arasındaki haberleşme, RS232 portu üzerinden kablo bağlantısıyla yapılmaktadır. Haberleşme seçimini dört ayrı hızda 1 başla 1 dur biti ile eşliksiz 8 bit veri biçiminde yapılmaktadır.

PC ve denetim kartı asenkron seri veri biçiminde haberleşmektedir. Her temel komut ve denetim kartından PC’ ye gönderilen algılayıcı durum bilgisi 1 byte veri şeklindedir. Komutlar ve algılayıcı durum bilgileri, gönderilen birim tarafından düzenlendikten sonra alıcı birim tarafından çözümlenerek değerlendirilir.

3.4.6 KOMUT YAPISI

Gezgin robotun istenilen şekilde hareket etmesi, sürüş motorunun hız ve dönüş yönüyle dümen mekanizmasını hareket ettiren servo motor açısının kontrol edilmesi ile sağlanır. Bu nedenle operatörün verdiği komutların; DC motor hızı ve yönü, dönüşün olup olmadığı, dönüş varsa servo açısı bilgilerini taşıması gerekmektedir. Dönüş yönü servo açı bilgisinin içine gömülmüştür.

Servo açısı, komut uzunluğunu etkileyen bir faktördür. Bu durumda oluşturulan komut dizgesine, gezgin robot uzunlukları; dönüş yoksa 1 byte, yoksa 3 byte olmaktadır.

bit 7	bit6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
hız 3	hız 2	hız 1	hız 0	D	Y	0	0

Bit 0 :Kullanılmıyor,0 okunur .
Bit1 :Kullanılmıyor,0 okunur.
Bit2 :Yön göstergesi(1 ise ileri, 0 ise geri yönde hareket var)
Bit3 : Dönüş göstergesi(1 ise dönüş var, 0 ise dönüş yok)
Bit4-7: DC motor için hız kademesi

Robot, on ayrı hız kademesinde hareket edebilmektedir. Komutlarda bu hız değerleri, kademe numaralarıyla belirtildiğinden 4bitlik bir bölge yeterli olmuştur. Kontrol kartı motora göndereceği

hız bilgisini, aldığı hız kademe verisinden hesaplayacaktır.

bit 7 bit6 bit 5 bit 4 bit 3 bit 2 bit 1 bit 0

Açı 9	Açı 8	Açı 7	Açı 6	Açı 5	Açı 4	Açı 3	Açı 2

bit 7 bit6 bit 5 bit 4 bit 3 bit 2 bit 1 bit 0

0	0	Açı 1	Açı 0	0	0	0	0

Denetleyici kart; işleyeceği komutu alınca ilk olarak bit 3’ ü kontrol ederek bunun bir dönüş komutu olup olmadığını belirler. Eğer işlenecek komut dönüş komutu değilse (bit:3:0) ; PC, yön şartlaması ve hız ayarlamasını içeren 1 byte’ lık temel komut kelimesini gönderir. Sevo açı verisi daha hassas bir dönüş sağlamak amacıyla 10 bit olarak belirlenmiştir. Bu 10 bitin, en ağırlıklı 8 biti ikinci boyutta, ağırlıksız 2 biti ise üçüncü byte’ın 4 ve 5. bitlerine yerleştirilir. Bunun nedeni denetim kartında bu bitlerin bir kontrol yazmacının aynı numaralı bitlerine yazılmasıdır.

3.4.7 SONUÇ

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen donanım ile farklı elektriksel çıkışlara sahip algılayıcıların bağlanabileceği bir ara yüz oluşturulmuştur. Bu donanım, yazılımda yapılacak geliştirmelere, optik, kızıl ötesi ve ses üstü algılayıcılardan gelecek bilgileri değerlendirebilecek yapıya sahiptir. Gerçekleştirilen gezgin robot elektronik denetim donanımı, çevrimiçi olarak gerçek zamanda çalışmaktadır. Algı komutları anında işleyebilmekte ve planlama birimine hareket ortamında oluşan değişikliklerden anında haberdar edebilmektedir. Elektronik denetim donanımının bu özellikleri

gezgin robot için belirsizliklere uyum gösterecek planlama ve denetim yazılımının geliştirilebilmesine olanak sağlar.

Geliştirilen elektronik denetim donanımı, üç seviyeli planlama birimine bağlanmaktadır. Bu planlama biriminin varlığı sisteme serbest programlanabilirlik özelliği,esneklik kazandırmaktadır.
Bu esneklik gezgin robotun farklı uygulamalarda kullanılabilmesini sağlar.

Bu çalışmada planlama birimi olarak PC seçilmiştir. Bunun sebebi, PC nin robot kontrol algoritmalarının geliştirilmesinde yazılım desteği sağlaması kullanıcı için monitör, klavye ve mouse gibi birimlerle kullanılması kolay ve bilindik bir ortam sunmasıdır. Hızlı işleyen potansiyeliyle algoritmaların uygulanmasına da imkan sağlamaktadır. Görüntü işleme gibi yoğun işlem gerektiren uygulamalarda da PC kullanılması kaçınılmazdır. Ayrıca PC, robot-kullanıcı ilişkisini sağlayacak görsel bir ara birim oluşturulmasına izin verir. Kontrol edilebilmesi için robotun hemen her yerde bulunabilen bir PC'ye bağlanabilmesi sistemin maliyetini düşürmektedir.

Çalışmada, kullanıcı hatalarına izin vermeyen yapısıyla kullanması kolay bir robot yazılımı gerçekleştirilmiştir. İncelenen çalışmalarla, geliştirilen gezgin robot programı karşılaştırıldığında; programın diğerleri gibi kullanıcı – robot ilişkisini sağlayan bir görsel kullanıcı ara birimine sahip olduğu görülür. Ayrıca program, gezgin tabanın sırayla komutları alıp işleyebileceği ve kullanıcının robotun o an hangi komutu işlediğini görüp, gerektiğinde müdahale edebileceği bir komut listesine sahiptir. Gezgin robotlarda kontrol algoritmalarının üretilebilmesi için algılayıcılardan gelen geri besleme verilerine ihtiyaç vardır. Dokunma algılayıcıları da basit kullanımları nedeniyle daha önce yapılan gezgin robot çalışmalarının hemen hepsinde yer almıştır. Gösterilen yazılımda diğer çalışmalarda olduğu gibi dokunma algılayıcıları için algılayıcı kontrolü yapmaktadır.



3.5. BİR GEZGİN ROBOT İÇİN YAZILIMIN TASARIMI VE UYGULAMASI

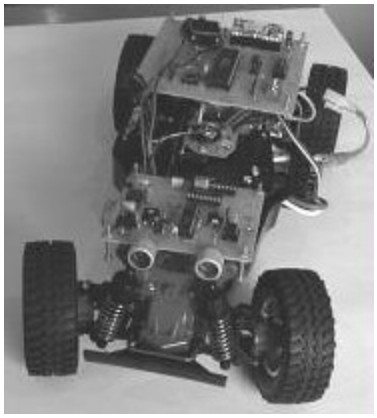
3.5.1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla ilerlediği çağımızda tasarlanan ve üretilen sistemlerdeki yazılımın oranı donanımın oranından daha fazladır. Bunun sonucunda yapay zeka olarak adlandırılan yazılımlar, önceleri yalnız insanların, sonraları insan ve makinenin beraber yaptığı işleri yapan sistemlerin beyninde yer almıştır. Günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, veya değişik amaçlar için gezgin robot sistemleri tasarlanmaktadır. Kara, deniz, hava ve uzay gibi değişik ortamlarda hareket etmek üzere tasarlanmış gezgin robot sistemleri vardır. Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımını içermektedir. Bu çalışmada bir gezgin robot için elektronik denetim sistemi donanımının tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarlanan gezgin robotun mekanik sistemi, diferansiyel sisteme sahip dört tekerlek üzerine bulunan gezgin taban ve bu taban üzerine yerleştirilmiş beş veya altı

eksenli robot kolundan meydana gelmektedir. Robot kolu, kol hareketi dışında basit toplama veya yerleştirme uygulamalarını da yerine getirmek için kullanılabilir. Mekanik sistem, elektronik denetim sistemiyle denetlenir. Elektronik denetim sisteminin donanımı, sırasıyla algılayıcıların bağlanabilmesi için sayısal ve örneksel giriş ve mekanik sistemdeki motorları denetlemek için servo motor sürücü çıkış arabirimlerine sahip bir mikrodenetleyici temelli sistemden meydana gelir. RS-232 radyo-modem, robot ile bilgisayar arasındaki uzaktan iletişimi sağlar. Oransal hız denetleyici gezgin tabanın hareket etmesini sağlar. Robotun önündeki nesnelerin algılanması için ultrasonik algılayıcı kullanılır. Batarya, bütün bu birimlerin gerek duyduğu gücü sağlar. Gezgin robot sisteminin yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde çalışır ve robot programlama dili (RPL) olarak adlandırılır. Ayrıca gezgin robot üzerindeki elektronik denetim donanımını oluşturan mikrodenetleyici temelli sistem içindeki yazılım, bilgisayardan gelen komutları alan gezgin robotun fiziksel hareketini sağlayan makine dili yazılımdır.

3.5.2. Gezgin Robot Sistemi

Tasarlanarak gerçekleştirilen elektronik denetim donanımının uygulaması hazır olarak alınmış profesyonel ölçekli model mekaniği kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen radyo kontrollü model taşıt; 4 lastik tekerlekli, süspansiyonlu, minyatür doğru akım motoru ile sürüş sağlayan arka ve ön diferansiyel dişli sistemine sahip ve konum kontrollü motor ile dümen kontrolünü sağlayan bir elektro mekanik sistemden oluşmaktadır. Ayrıca aracın hızını ve yönünü denetlemek için motor hız ve yön kontrol devreleri, uzaktan kumandayı sağlamak ve birden çok aracın kontrolünü aynı ortamda birbirine karıştırmadan yapmayı ve 3 tane servo kontrollü birimi sürmeyi sağlamak üzere frekansı ayarlanabilir alıcı devresi ve buna 3 değişik kontrol bilgisini göndermek üzere verici devresi bulunmaktadır.



Şekil 3.5.1. Uygulamada kullanılan gezgin taban ve elektronik devreler

Böyle bir elektro mekanik sistemi temel alarak bir gezgin robot denetim sistemini tasarlamak için 5 ana konu oluşturulmuştur. Bunlar:

1. Gezgin robotun sürüş ve Servo motorlarını denetleyen, algılayıcılardan gelen bilgileri derleyen, robotun güç yönetim devresi ile haberleşen ve uzaktaki bilgisayar ile iletişim kurmayı sağlayan genel amaçlı elektronik denetirn devresi.
2. Gezgin robotu, elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı.
3. Gezgin robotun yapacağı hareketten önce hareket alanındaki nesnelerin yerini belirlemek için algılayıcı olarak ultrasonik uzaklık algılayıcı devresi.
4. Telsiz uzaktan kumanda için gezgin robotun uzaktaki ana bilgisayar ile sayısal veri iletişimini sağlayan RF Radyo MODEM devresi.
5. Gezgin robot sistemini hareket ettirmek için ihtiyaç duyduğu gücü sağlayan batarya bloklarının denetimi ve izlenmesi için güç yönetim devresi. Yukarıda sıralanan konuların her biri başlı başına bir inceleme, araştırma, tasarım, uygulama ve uzmanlık gerektiren konulardır. Bu yazıda, konulardan

ikincisi, bir gezgin robot için elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı tasarımı ve uygulaması anlatılacaktır. Diğer konular ayrı yazılar şeklinde anlatılmıştır. Bu genel amaçlı olarak tasarlanması düşünülmüş olan bir gezgin robotun modüler yapısını sağlamak açısından önemli bir özelliktir ve gereklidir. Tasarlanarak gerçekleştirilen donanımın daha güçlü bir bilgisayar sistemine kontrol amaçlı bir yazılım ile bağlanması, gezgin robot sistemine görev, hareket, denetim ve yeniden programlanma gibi ek ve üstün yetenekler kazandırmıştır.

3.5.3. Gerçekleştirilen Gezgin Robot Denetim Yazılımı

Gezgin Robot Denetim Yazılımı Microsoft Visual Basic programlama dilinde yazılmıştır. Bilgisayarın istenen herhangi bir seri veri yolunu kullanarak robotu denetlemek üzere tasarlanmıştır. Kullanıcı istediği veri akış hızında, veri biti, eşlik, dur biti, yankı ve akış denetim ayarlarını değiştirebilir. Bu da kullanıcıya kullanımda geniş bir serbestlik getirir. Denetim işlemi, yazılımla otomatik veya kullanıcının program ekranındaki sanal düğme, kaydırma çubukları, giriş listeleri, açılan menüleri klavye veya fareyi kullanmasıyla el ile yapılabilir.

Programda robotu kendi tasarladığınız programlama dilinde programlayabileceğiniz bir editör bulunmaktadır. Robot programlama dili, diğer robot programlama dilleri baz alınarak, basit yapısı ve kolay kullanımlı, kullanıcı dostu fakat bir o kadar da efektif ve güçlü olacak şekilde tasarlanmıştır.

3.5.3.1. Program Fonksiyonları

Editör penceresinde yazılan kodu derleyen, güçlü bir derleyicisi olan gezgin kontrol yazılımı, kullanıcıya adım adım program takibi (dcbugging) olanağı da sunar. Kullanıcı programı istediği yerde durdurarak kalan kodu adım adım çalıştırabilir. Programdan aynı anda dört tane farklı robot

kontrol edilebilir. Gezgin robot denetim yazılımı kullanıcıya dört tane farklı robota isim (label) verebilme serbestliği de tanımıştır.

Programda iki tane Çalışma Biçimi vardır. Bunlar "Normal şekil (Normal Mode)" ve "Sürekli şekil (Continuous Mode)" dır. Programda iki tane denetim biçimi bulunmakladır. Bunlar "Tasarım (Design Mode)" ve "Kayıt (Record Mode)" dır.

Program içinden herhangi bir anda robota veya doğrudan giriş/çıkış uçlarına komut veya veri yollama imkanı vardır. Programda bulunan bir "Batarya Seviye Göstergesi" sayesinde kullanıcı sürekli olarak robotun batarya durumunu kontrol altında tutabilir. Şarj belli bir seviyenin altına düşerse program uyarı verir.

Robot bilgisayara bağlanacak herhangi bir Joystick ile de kontrol edilebilir. Bu özellik ise kullanıcıya robota anında, rahat ve esnek bir müdahale imkanı sağlar. Robotun tekerlek açısı, dümen ve hız kontrolü ayarlan ana kontrol ekranındaki kaydırma çubukları aracılığı ile yapılır. Robot üzerindeki sekiz konum denetimli motor "Servos" menüsünden açılan pencereden ayrı ayrı kontrol edilebilir.

Program 4 sayısal giriş, 4 sayısal çıkış ve 6 tane örneksel girişi kontrol edebilmektedir. Ultrasonik uzaklık algılayıcısı tarafından algılanan mesafeyi kullanıcıya ana ekranda gösterir. Kullanıcı robotun ultrasonik algılayıcısının görüş menzilindeki isimlere en fazla ne kadar yaklaşılacağını belirtebilir ve kullanıcıya sesli uyarı verilmesini sağlayabilir.

Programda bulunan "Keşif Biçimi (Wonder Mode")programcıya robotu kendi kendine dolaşması, keşif yapması için bırakma imkanı verir. Bu çalışma şeklinde robot kendi kendine dolaşır ve bilgi toplar ve topladığı bilgileri anında uzaktaki ana bilgisayara gönderir.

Gezgin robotun motorlarında çıkan sorunlar yazılım tarafından algılanıp nedeni kullanıcıya bildirilir.

3.5.3.2. Menülerin Tanıtılması

Program bir kere çalıştırdıktan sonra pencere pozisyonu, port ve çalışma ayarları gibi verileri kendi içerisinde saklayarak bir dahaki çalıştırmada bu ayarları kullanır. Programın ana menüsünde,

1. Editör
2. El ile denetim birimi
3. Dümen denetimi .
4. Hız denetimi
5. Çalışma biçimi seçim bölümü
6. Kontrol biçimi seçim bölümü
7. Uzaklık göstergesi
8. Işık kontrol bölümü
9. Oyun çubuğu (Joystick) izin düğmesi
10. Aktif robot seçme kutusu
11. Batarya seviye göstergesi
12. Komut ve argüman tablosu

Dümen kontrolü tekerlekleri sağa ve sola döndürmeye yarar. Hız kontrolü ise aracın hareket yönünü ve hızını ayarlar.

Çalışma biçimi, editör penceresine yazılan program çalıştırılırken programın sürekli olarak başa dönüp dönmeyeceğini belirler. Çalışma biçimi, normal şekilde ise o zaman program bir kere baştan sona çalıştıktan sonra durur. Eğer sürekli şekilde ise o zaman program sürekli olarak kullanıcı programı kesene kadar sondan başa dönerek çalışır.

Kontrol Biçimi bölümünde ise kullanıcıya iki seçenek sunulmuştur. Bunlar: Tasarım (Design Mode) ve kayıt (Record Mode) seçenekleridir. Program kayıt seçeneğinde çalıştığı sürece robota yaptırılan her türlü hareket editör penceresine yansıtılarak kaydedilir.

Tasarım seçeneğinde ise yapılan işlemler gerçekleştirilir fakat kaydedilmez. Uzaklık göstergesi robot üzerindeki ultrasonik uzaklık algılayıcısından gelen verileri değerlendirerek kullanıcıya robotun önünde menzili içinde cisim olup olmadığını varsa ne kadar yakında olduğu bilgisini gösterir.

Işık kontrol bölümü'nde kullanıcıya robot üzerinde bulunan ışıkları açıp kapama tercihi sunulmuştur. Oyun çubuğu (joystick) düğmesi kullanıcıya gezgin robotu oyun çubuğu ile kontrol etme olanağı verir. Eğer oyun çubuğu seçeneği seçili ise robot dümen ve hız kontrolleri oyun çubuğu ile yapılabilir.

Aktif Robot Seçme Kutusu, kullanıcıya kontrol etmek istediği robotu seçme şansı verir. komutlar o sırada aktif olan robota gönderilmek üzere kodlanırlar. Batarya seviye göstergesi sayesinde kullanıcı robot üzerinde bulunan akülerin, bataryaların durumunu sürekli olarak gözlem altında tutabilir. Ayrıca program, batarya seviyesi belli bir seviyenin altına düştüğü zaman otomatik olarak sesli uyan verir.

Komut ve argüman Tablosu'nda, kullanıcı editörde yazdığı programı çalıştırdığı zaman program tarafından algılanan komut ve argümanlar ayrı ayrı görülebilir. Program kullanıcıya özel olarak, programın istenmeyen bir kullanıcı tarafından kullanılmasını engellemek için şifre konmasına izin verir. Programın manuel kontrol panelinde yapacağınız değişiklikler hemen aktif olan robota gönderilir. Joystick kontrolünün aktif olması manuel kontrolü kapatmaz.

"Seçenekler (Options)" bölümünde, seri veri iletişim ayarlan bulunmaktadır. Ayarlanabilir özellikler :

1. Seri veri iletişim portu
2. Veri transfer hızı
3. Akış kontrolü
4. Yankı
5. Veri Biti, Eşlik ve Dur Biti Bu menüde yapılan değişiklikler Uygula yada Tamam tuşuna basıldığında anında programa yansır. Servo Kontrol Menusu, robotun üzerinde bulunan 7 tane servo motoru kontrol etmek amacı ile kullanılır. Kullanıcı bu denetim işlemini isterse fare ile kontrol çubuklarını ayarlayarak veya oyun çubuğu ile kontrol edebilir.

Programda Kontrol menusu, servolar, I/O portları, ses üstü (ultrasonik) uzaklık algılayıcı, kamera ve çıkışa gönder (Send output) seçeneklerini içerir. Programdaki l/O Ports menüsünde analog girişlerin değerleri sayısal ve grafiksel olarak görülebilir. Ayrıca 8 tane sayısal giriş/çıkıştan istenilenler giriş ve istenilenlerde çıkış olarak ayarlanabilir. Sayısal çıkışlar bu menüden rahatlıkla değiştirilebilir. "Write Output Data" komut penceresi, kullanıcıya seri veri iletişim portunu serbest kullanımına olanak sağlar. Kullanıcı isterse doğrudan seri veri portuna bir veri yazabileceği gibi isterse gezgin robota robot programlama dilini kullanarak tek satırlık bir komut gönderebilir. Kullanıcı eğer doğrudan porta bir veri yazmak istiyorsa komutun başına ">" işaretini koymalıdır. Bu sayede kullanıcının büyüktür işaretinden sonra yazdığı veri olduğu gibi seri veri portuna aktarılır. Aksi halde, kullanıcının yazdığı bir satırlık bilgi programın derleyicisinden geçirilerek bir komutmuş gibi işlem görür ve o komuta ait işlem kodu (opkod) gezgin robota gönderilir. Gezgin robotun "Keşif şekli (Wonder Modc)" en gelişmiş ve önemli özelliklerden biridir. Geliştirilmiş yorumlama algoritması sayesinde Gezgin Robotu her hangi bir alana bırakıp keşif şeklinde çalıştırdığınız zaman robot kendi kendine bütün alanı dolaşacaktır. Bu sayede kontrolün zor olduğu ve gezgin robotun

gözle görülemeyeceği durumlarda robot kendi kendisinin başının çaresine bakabilir.

Programın "Çalıştır (Run)" menüsünden editörde yazılan program kodunun derlenmesi ve çalıştırılması sağlanabilir. Ayrıca "Bekle (Pause)" ve "Adım (Step) komutları kullanıcıya programı istenilen bir noktada durdurma ve adım adım çalıştırma olanağını sunar. Bu sayede tasarım aşamasında program kodunun çalışması kullanıcı tarafından rahatlıkla denetlenip kontrol altında tutulabilir.

"Ultrasonik uzaklık algılayıcı (Ultrasonic Distance sensor) kontrol penceresi, kullanıcı tarafından bu algılayıcıya ait ayarların yazılmasını sağlar. "Uzaklık sınırı (Distance Limit)" bir uyarının oluşması için minimum uzaklık sınırını belirler. "Sesli uyarı (Beep Warning On)" seçeneği uzaklık sınırına 3 santim kala kullanıcıya sesli uyarı verilip verilmeyeceğini belirler. Eğer uyarı açık ise, uzaklık sınırına 3 santim kala kullanıcıya sürekli tekrarlanan bir ses sinyali verilmeye başlar ve bu sesin tekrarlanma hızı, yakınlık arttıkça giderek sıklaşır ve uzaklık sınırı geçildiğinde artık düz bir sinyal olur. "İleri hareket kesildi (Block Forward Movement)" ayrı uzaklık sınırının aşılması halinde robotun otomatik olarak program tarafından durdurulmasını sağlar. Kullanıcı robota ileriye doğru bir hareket yaptıramaz robotun sadece geriye doğru ilerlemesine izin verilir.

3.5.3.3. Robot Programlama Dili (RPL)

Tasarlanan yazılımda kullanılan komutlar ve kısa açıklamaları aşağıda verilen şekildedir.

HOME

Robotu başlangıç pozisyonuna döndürür.

STOP

Robotun yapmakta olduğu bütün işleri iptal eder ve durdurur.

SPEED

Robotun gezinti hızını ayarlar.

FORWARDD

İleriye doğru uzaklık kontrollü ilerleme.

FORWARDS

İleriye doğru hız kontrollü ilerleme.

BACKWARDD

Geriye doğru uzaklık kontrollü ilerleme.

BACKWARDS

Geriye doğru hız kontrollü ilerleme.

TRIGHT

Lastiği sağa doğru istenen açıda döndürme.

TLEFT

Lastiği sola doğru istenen açıda döndürme.

TANGLE

Lastiği istenen açıya getirir.

DELAY

Gecikme sağlar.

Delay komutu robotun durumunu ne kadar süreyle koruyacağını belirler.

SMOVE

Servo motorları hareket ettirir.

COMPORT

İstenen seri iletişim portunu açıp kapatır.

DSTWARN

Uzaklık uyarısının açıp kapatır,

DSTLIMIT

Uzaklık uyarısı sınırlarını belirler.

OUTPUT

Sayısal çıkışların ayarlanmasını sağlar.

BEEP

Buzzer tarafından ses üretilmesini sağlar.

3.5.3.4. Sonuç

Günümüzde kullanılan eğitim, ticari, endüstriyel vb. gibi değişik amaçlar için tasarlanmış ve üretilmiş gezgin robot, robot kol denetim yazılımları araştırılması ve incelenmesi sonucunda, bu programlarda bulunan ve gezgin robot denetimi için gerekli görülen temel işlevler yapısal olarak korunmakla birlikte tasarlanarak gerçekleştirilen Gezgin robot sistemi için yeniden tasarlanarak geliştirildikten sonra gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu programlarda görülmeyen yeni ve özgün tasarımları eklenmiş ve gereken özellikleri yeterli düzeyde sağlayan bir gezgin kontrol yazılımı oluşturulmayı çalışılmıştır. Gezgin robot için elektronik sistem donanımı ve yazılımı konusunda bilimsel ve teknolojik bilgi birikiminin oluşturulması amacına yaklaşılmıştır Bu konuda yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında kısa sürede amaçlanan donanım ve yazılım alt yapış hedefine ulaşılmış, problemin çözümüne karşı geliştirilen özgün düşünce ve çalışma yöntem açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sonucunda genel amaçlı modüler yapıda bir gezgin robot denetim yazılımı tasarımı başarılmış gerçekleştirilmiştir. İnsan zekasının yaratıcılığı ve icat etme duygusu ve mükemmele erişme isteği nedeniyle yazılımın tasarımı ve gelişimi devan edecektir.

3.6. BİR GEZGİN ROBOT İÇİN ELEKTRONİK DENETİM TASARIMI VE

UYGULAMASI

3.6.1. Giriş

Günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, veya değişik amaçlar için gezgin robot sistemleri tasarlanmaktadır. Kara, deniz, hava ve uzay gibi değişik ortamlarda hareket etmek üzere tasarlanmış gezgin robot sistemleri vardır. Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımını içermektedir. Bu çalışmada bir gezgin robot için elektronik denetim sistemi donanımının tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarlanan gezgin robotun mekanik sistemi, diferansiyel sisteme sahip dört tekerlek üzerine bulunan gezgin taban ve bu taban üzerine yerleştirilmiş beş veya altı eksenli robot kolundan meydana gelmektedir. Robot kolu, kol hareketi dışında basit toplama veya yerleştirme uygulamalarını da yerine getirmek için kullanılabilir. Mekanik sistem, elektronik denetim sistemiyle denetlenir. Elektronik denetim sisteminin donanımı, sırasıyla algılayıcıların bağlanabilmesi için sayısal ve örneksel giriş ve mekanik sistemdeki motorları denetlemek için servo motor sürücü çıkış arabirimlerine sahip bir mikrodenetleyici temelli sistemden meydana gelir. RS-232 radyo-modem, robot ile bilgisayar arasındaki uzaktan iletişimi sağlar. Oransal hız denetleyici gezgin tabanın hareket etmesini sağlar. Robotun önündeki nesnelerin algılanması için ultrasonik algılayıcı kullanılır. Batarya, bütün bu birimlerin gerek duyduğu gücü sağlar. Gezgin robot sisteminin yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde çalışır ve robot programlama dili (RPL) olarak adlandırılır. Ayrıca gezgin robot üzerindeki elektronik denetim donanımını oluşturan mikrodenetleyici temelli sistem içindeki yazılım, bilgisayardan gelen komutları alan gezgin robotun fiziksel hareketini sağlayan makine dili yazılımdır.

3.6.2 GEZGİN ROBOT SİSTEMİ

Tasarlanarak gerçekleştirilen elektronik denetim donanımının

uygulaması hazır olarak alınmış profesyonel ölçekli model mekaniği kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen radyo kontrollü model taşıt; 4 lastik tekerlekli, süspansiyonlu, minyatür doğru akım " motoru ile sürüş sağlayan arka ve ön diferansiyel
dişli sistemine sahip ve konum kontrollü motor ile dümen kontrolünü sağlayan bir elektro mekanik
sistemden oluşmaktadır.

Ayrıca aracın hızını ve yönünü denetlemek için motor hız ve yön kontrol devreleri, uzaktan kumandayı sağlamak ve birden çok aracın kontrolünü aynı ortamda birbirine karıştırmadan yapmayı ve 3 tane servo kontrollü birimi sürmeyi sağlamak üzere frekansı ayarlanabilir alıcı devresi ve buna 3 değişik kontrol bilgisini göndermek üzere verici devresi bulunmaktadır.

Böyle bir elektro mekanik sistemi temel alarak bir gezgin robot denetim sistemini tasarlamak için 5 ana konu oluşturulmuştur. Bunlar:

1. Gezgin robotun sürüş ve Servo motorlarını denetleyen, algılayıcılardan gelen bilgileri derleyen, robotun güç yönetim devresi ile haberleşen ve uzaktaki bilgisayar ile iletişim kurmayı sağlayan genel amaçlı elektronik denetim devresi.
2. Gezgin robotu, elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı.
3. Gezgin robotun yapacağı hareketten önce hareket alanındaki nesnelerin yerini belirlemek için algılayıcı olarak ultrasonik uzaklık algılayıcı devresi.
4. Telsiz uzaktan kumanda için gezgin robotun uzaktaki ana bilgisayar ile sayısal veri iletişimini sağlayan RF Radyo MODEM devresi.
5. Gezgin robot sistemini hareket ettirmek için ihtiyaç duyduğu gücü sağlayan batarya bloklarının denetimi ve izlenmesi için güç yönetim devresi.

Yukarıda sıralanan konuların nen biri başlı başına bir inceleme, araştırma,

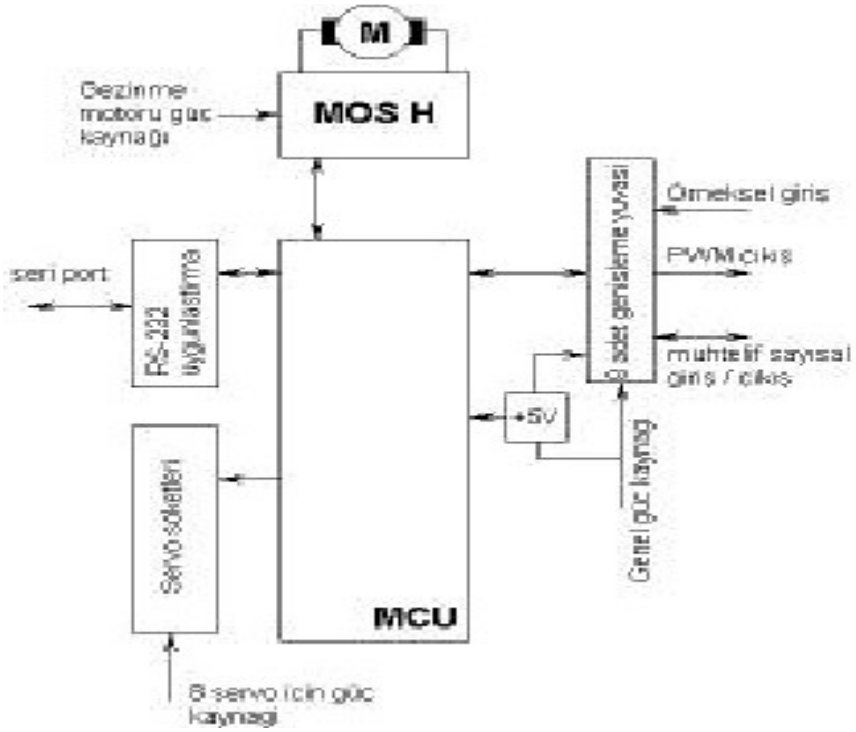
tasarım, uygulama ve uzmanlık gerektiren konulardır. Bu yazıda, konulardan birincisi, sürüş ve servo motor denetim donanımının tasarımı ve uygulaması anlatılacaktır. Diğer konular ayrı yazılar şeklinde anlatılmıştır. Bu genel amaçlı olarak tasarlanması düşünülmüş olan bir gezgin robotun modüler yapısını sağlamak açısından önemli bir özelliktir ve gereklidir. Tasarlanarak gerçekleştirilen donanımın daha güçlü bir bilgisayar sistemine kontrol amaçlı bir yazılım ile bağlanması, gezgin robot sistemine görev, hareket, denetim ve yeniden programlanma gibi ek ve üstün yetenekler kazandırmıştır.

3.6.3 Elektronik Denetim Donanımı

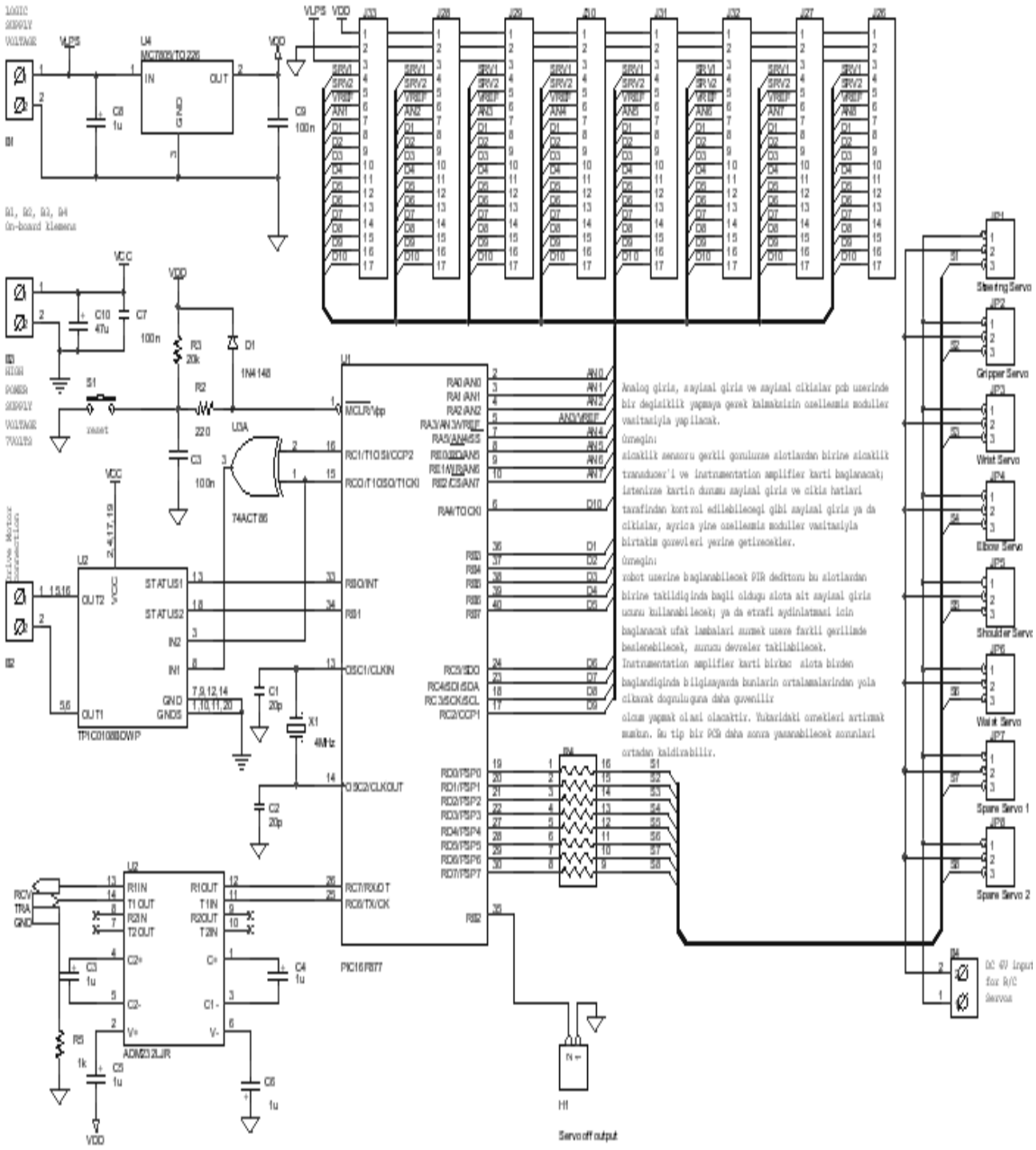
Tasarlanan elektronik denetim donanımı 8 adet servo denetim olanağı, 8 adet örneksel ölçüm olanağı ve serbest seçimli sayısal giriş/çıkış ucu sağlamaktadır. Ayrıca gezinme motorunu sürmek için tümleşik H-köprüsü denetleyici ile birlikte çalışarak hız kontrolünü sağlamaktadır, l adet E1A RS-232 asenkron seri veri iletişim pottu bilgisayar ile veya platform üzerine monte edilerek, RF radyo MODEM ile haberleşebilir. Mikrodcnctlcyici, Microchip firmasının 14 bit RISC temelli mimariye sahip 16F877 PIC mikrodenetleyicisidir.

Geliştirme devresi modüler yapıda ve mümkün olduğunca az eleman kullanılarak yapılmıştır. Devrenin geliştirilmesi ve devreye seçimlik özellikler kazandırması için hazırlanacak küçük kartlar ana devrenin 8 adet genişleme yuvasına yerleştirilerek kullanıcıya seçim olanağı sağlar ve bunun yanı sıra gelişmeye açık olmasını da sağlar. Bu genişleme yuvalarına muhtelif sayısal ve örneksel bağlantılar ve bir de ikinci bir darbe genişliği modülasyonlu (PWM) işaret ulaştırılmıştır. Bu yuvalara takılacak kartlar muhtelif sürme

devreleri yada örneksel işaretler için pencere tipi karşılaştırma devreleri olarak da çalışabilir.



Şekil 3.6.3.1. Gezgin robot elektronik denetim sisteminin blok diyagram



Şekil 3.6.3.2. Gezgin robot elektronik denetim donanımının açık devre şeması

3.6.4 *Gezinme Motoru ve Kontrol Devresi*

Gezinme motoru sabit mıknatıslı (Permanent Magnet) minyatür bir DC motordur. Motor bir dişli sistemine bağlanarak devir kazancı sağlanmıştır ayrıca hareketin arka dingilden alınıp ön dingile ulaştırılması da bu dişli sistemine bağlanan şaft yardımıyla yapılmaktadır. Motorun gücü minyatür bir MOS H köprüsüyle sağlanmıştır, sabit frekans ve kuantize edilmiş gerilim seviyeleriyle PWM motor denetimi uygulanmıştır; H köprüsü motorun hızının yanı sıra dönüş yönünü değiştirme ve ani durdurma imkanı sağlamaktadır. Gezinme motoru bir H-köprüsü tümleşik devresiyle sürülmektedir, mikrodenetleyicinin PWM çıkış ucu ve bir de sayısal çıkış olarak atanmış uçlarından birisi sırasıyla hız ve yön denetimi sağlamaktadır, ayrıca bu tümleşik devrenin durum gösteren uçları mikrodenetleyicinin harici kesme ucuna ve diğer bir sayısal giriş ise diğer durum göstergesi olarak mikrodenetleyiciye bağlanmıştır, mikrodenetleyici harici kesme aldığında bütün sayısal giriş değerlerini güncelleyip ana bilgisayara aktarmaktadır. H-köprüsünün atanmış bir PWM ucu yoktu ancak bir ayrıcalı veya kapısıyla böylesi bir uç yaratılmıştır. Aynı özelliklere sahip diğer bir tümleşik devrenin PWM ucu bulunmasına karşın dolaşım akımlarını harcayacak özel yapıya sahip olmayışı, sükunet akımının göreceli olarak çok oluşu, kullanılan sürücü devresinin seçilmesine neden olmuştur. Ayrıca emsallerine oranla çok daha hafif ve küçük hacimli olması nedeniyle tercih edilmiştir.

3.6.5 Servo Motor Kontrol Devresi

Devrede 8 adet üçlü uçlu bağlayıcı servoları devreye bağlanmaktadır. Ayrıca, değişik tip ve özellikte servo motorların beslenebilmesi için ayrı bir besleme girişi sağlanmıştır. Üç uçlu bağlantıların bir ucu işaret çıkışı olup birer direnç üzerinden mikrodenetleyiciye ulaştırılmaktadır; diğer iki ucu ise motor ve içindeki denetim devrelerini çalıştırmak amacıyla besleme uçları olarak

kullanılır. Bağlantı noktalarının işlevleri sabit tutulmamıştır. İstenen eklem motoru herhangi birinden kontrol edilebileceği gibi gezinme motorunun denetimini sağlamak üzere de atanmış bir elektronik yada elektro mekanik sistem kullanılarak hız denetimi de sağlanabilir. Bu sadece bir programlama meselesidir ve sanal hareket girişlerinin işlev atamaları değiştirilebilir.

Servoların ihtiyaç duyduğu işaretler paralel işleme ve sırayla azaltma mantığı ile gerçekleştirilmektedir, bu sayede programın başka işler gerçekleştirilmesine imkan sağlanmaktadır. Denetim devresi ve bilgisayar arasında bir protokol geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu protokol uyarınca temel fonksiyonlara hem insan algısına hitap edecek hem de iletişimde sorun yaratmayacak komut kodlan (OP-CODK) verilmiştir. Servolar açılışta bilgisayar tarafından enerjisiz kılınabilir bu esnada bulunmaları istenen açı değerleri gönderilip hepsinin birden aynı anda ayarlanmış konumlarına gitmeleri sağlanabilir. Bunun için SERVO-OFF çıkışı bir röleyi kontrol ederek servoların enerjisini keser yada açar.

3.6.6 Seri Veri İletişim Devresi ve Protokolü

Devre bilgisayar yada modemle RS-232 standardında haberleşme yapmaktadır, iletişim hızı deneme amaçlı mümkün olduğunca yüksek seçilmiştir modem bu hızı destekleyemezse hız azaltılabilir ve bu yavaşlamadan doğabilecek sorunlar belirlenen mantık çerçevesinde giderilebilmektedir. Devre şu anda 38400 baud hızında, eşliksiz, 8-bit, l dur biti kullanarak null-modem bağlantısıyla doğrudan bilgisayara bağlanarak çalıştırılmaktadır. Gelecekte yapılması düşünülen çok işlemcili robot için devrede Robot Programlama Dili çevirici (RPL interpreter) ile çalışması da bu bağlantı noktasıyla mümkündür. Bilgisayar her komut gönderişinde komut işlem kodlarından önce gönderme isteğinde bulunmakta ve robot denetleyicisinden onay beklemektedir bunun için, veri den önce "ACK" ASCII karakterini göndermekte ve onay beklemektedir yani robota ulaştırılan her bir komut ve

ona ait parametre bu karakter ile başlar. Robot denetleyici,
onay verdikten sonra protokol uyarınca her biri iki byte uzunluğunda olan komutu yollar. Komutlar bir işlem kodu ve ona ait parametreden oluşmaktadır. Anlamsız, hatalı komutlar işlenmeyecektir. Robot denetleyicisi elenıater 15 farklı komut işleyebilmededir. Fakat bilgisayar programında komut sayısı çok daha fazladır ve seviyesi yükseltilmiş olarak bakabileceğimiz programlama dili, denetim elenıanter komutlarından ve aldığı sayısal ya da örneksel girişlerden yararlanıp yüksek seviyeli komutlar biçiminde tasarlanmıştır.

3.6.7. Yazılım

Robot işletim sistemi "ACK" karakterinin daha önce alınıp alınmadığını bir bayrak vasıtasıyla denetleyip ona göre alınacak veriyi bir gönderim isteği yada bir veri diye ayırt etmektedir. Hiç bir gönderim isteği almaması durumunda ACK dışında bir veri gelirse, veriyi anlamsız diye niteleyip çöpe atar. Zaman açısından önemli olan işleri yürüten devreyi kötü durumda bırakmamak için veriler arasında boşluk bulunmalıdır. Örnek olarak, 1ms'lik servo darbeleri, alınan uzun veriler nedeniyle bir miktar uzayıp servonun titreşmesine neden olabilir. Bu soruna diğer bir çözüm ise bazı kesmeleri bu durumda yetkisiz kılmaktır. Bu yüzden de böyle bir gönderme isteği ile çalışılıyor ve gönderme isteğine karşılık devre uygun olduğunda ACK ile yanıt verip, verinin tamamını almaktadır. Servolar yenileme darbelerine ve özel yenileme aralıklarına ihtiyaç duymaktadır. Servo sayısının fazlalığı nedeniyle bu işlem uzun zaman almaktaydı ama yazılımla sağlanan paralel yükleme ve sırayla süre tutma prosedürü ile programa yeterli zaman sağlanmıştır.

3.6.8 Sonuç

Yukarıda özellikleri ve yapısı açıklanan gezgin robotun elektronik denetim sisteminin donanımı ve yazılımı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gezgin robot sisteminin diğer kısımları ise elektronik denetim sistemi ile

uyumlu olarak kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda geliştirmeye açık, yazılımı ve donanımı özgün olarak tasarlanmış eğitim amaçlı bir gezgin robot için elektronik denetim donanımı gerçekleştirilmiştir. Bu gezgin robot denetleyicisine seçimlik özellikler kazandıran bu sistem küçük ve orta ölçekli robotlarda kullanılabilir, Kişisel bilgisayar (PC) ile uzaktan çalıştırma, kullanıcıya yüksek seviyeli görev programlama ve denetim imkanı sağlamıştır. Bu alanda geliştirilen gezgin robotların tasarımı ve gerçekleştirilmesinde kullanılabilecek temel kavram ve yöntemler elde edilmiştir. Bu konudaki diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında özgün ve yeterli görülebilecek seviyede bir çalışma ortaya çıkarılmıştır.

KAYNAKÇA

Arrick Robotics – Mobile Robot FAQ (www. Robotics.com)

Arthur Ed Bouthiller, (1998) “Structured Light Vision”,
Robot Bulider Magazine , Febuary 1998

Balikesir Üniversitesi Fen-Ed. Fak. Fizik Bölümü Araştırma-Geliştirme Laboratuvarı

(Yrd. Doç.Dr. Mustafa GÖKTEPE)

Elektronik Denetim Yazılımının Tasarımı ve Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E
Elektronik ve Haberleşme Müh. Yüksek Lisans Tezi , Temmuz 2000
(Seçil ÖZEN)

Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E Elektronik Anabilim Dalı
80750 Beşiktaş / İstanbul (Yrd. Doç. Dr. Tuncay UZUN)

Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E Devreler ve Sistemler
Anabilim Dalı 80750 Beşiktaş / İstanbul (Yrd. Doç. Dr. Tuncay UZUN)

Digital Control Applications with the TMS320 Family Selected Application Notes 1991

Elektrik-Elektronik Mühendisliğinin Temelleri (Prof. Dr. Ergun BAYRAKÇI)

Intelligent Power ICS Data Book Harris Semiconductor

Micrrochip Technology Inc.(1999), 28/ 40-pin CMOS FLASH Microchip PIC 16F87x

Microntеller CDROM Data book , Microchiop Theknology Inc. 2000

MPLAP , MPASM and MPLINK usess Guide , Microchip Technology ınc. 2000

Modern Control Engineering , Katsuhiko Ogata Prentice-Hall Int. 1990

MPSAM and MPLINK Users Guide , Microchip Technology Inc. 1999

MSDN Libary October 1998 , “Visual Basic Documentadion” , MSComm Component

PIC 16F877 Micro Controoler Data Book CDROM , Microchip Technology Inc. 2000

POWER MOSFET Haris Semiconductor 1994

Rankin Art,(1998)“Autonomous Vechile Path Following”,Robot Builder Magazine,Junuary
1998

Robot Links & Answers (www.icenter.net)

Ultrasonik Park Etme Sonar Devresi Elektor Nisan 1998

Ultrasonik Uzaklık Ölçme-Elektor , Ekim 1982

UTR-2 Ultrasonik Alıcı / Verici Modül Devresi (Tuncay UZUN)