



**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ
2006-2007 ÖĞRETİM YILI PROJE YARIŞMASI**

Ultrasonik Sensöre Sahip Gezgin Robot Uygulaması

03014008 OKTAY YURTTAKAL

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. LALE ÖZYILMAZ

İSTANBUL,2007

ÖNSÖZ

Bu çalışma; günümüzün en popüler teknolojileri arasında yer alan robotik dalında, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi 2006–2007 Öğretim Yılı 3. Proje Yarışması tarafından desteklenen, “Ultrasonik Sensöre Sahip Gezgin Robot Uygulaması” isimli bitirme tezi olarak gerçekleştirilmiştir. Proje çalışmalarım süresince gerek pratik, gerek araştırma konusunda yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Lale ÖZYILMAZ’a ve Arş. Gör. Oğuzhan YAVUZ’a çok teşekkür ederim. Ayrıca bu projeyi hazırlamamda ve her konuda, her zaman beni destekleyen aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Saygılarımla

1.GİRİŞ

Robotik sistemler gün geçtikçe daha yaygın bir şekilde günlük yaşamda ve endüstriyel otomasyon uygulamalarında yer almaya başlamıştır. Bu sistemler doğruluk, tekrarlanabilirlik ve hız açısından önemli avantajlar getirdiği gibi ekonomik olarak da büyük fayda sağlamaktadır. Bu sistemlerin çoğu sabit bir tabana monte edilmiştir, kendi kendine yer değiştiremezler ve işin sisteme getirilmesi gerekir. Yapılacak işin alanda dağılık olduğu ya da taşıma amaçlı robotik sistemlerde ise gezginlik kabiliyeti önem kazanır. Bizlerin bugün bile basit olarak tanımlayabileceğimiz gezgin robotları önemli kılan şey, şu an yaptıkları ve insanoğlunun yaratıcılığını kullanarak ilerde yapabilecekleri işlerdir.

Bu tez kapsamında ise engelden kaçarak yolunu bulan türde bir gezgin robot tasarlamak amaçlanmıştır. Gezgin robot; DC motor sürücü devresi, mikrodenetleyici yazılımı, servo motor kontrolü, step motor kontrolü, ultrasonik algılama devresi gibi alt sistemlerden oluşmaktadır. Bu alt sistemler önce ayrı ayrı incelenip daha sonra tek bir sistem elde edilmesi amaçlanmıştır.

Tasarlanan robotun ana işlevi şöyle açıklanabilir: Gezgin robot sahip olduğu ultrasonik algılayıcı ile çevresindeki cisimleri algılayıp hareketini bu cisimlerin konumuna göre düzenleyecektir.

Projeye eklenilmesi düşünülen özellikler şöyledir:

- Kişisel bilgisayar ile RS232 protokolü üzerinden haberleşmesi;
- Kişisel bilgisayar üzerinde çalışacak bir arayüz programı
- RF kanal üzerinden veri iletimi yapılması

2.PROJEDE KULLANILAN MALZEMELER HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

2.1.PIC16F877A Mikrodenetleyicisi

PIC 16F877A yüksek performanslı, CMOS, full-statik, 8 bit mikrodenetleyicidir. Tüm PIC 16/17 mikrodenetleyicileri gibi PIC 16F877A de RISC mimarisini kullanmaktadır.PIC16F87X mikroları birçok esas özelliklere sahiptir. 14 seviyeli, derin küme ve çoklu iç ve dış kesme kaynaklarına sahiptir. 2 aşamalı komut hattı tüm komutların tek bir çevrimle işlenmesini sağlamaktadır. Yalnızca bazı özel komutlar 2 çevrim sürer. Bu komutlar dallanma komutlarıdır. PIC16F87X ailesi dış elemanları azaltacak spesifik özelliklere sahiptir ve böylece maliyet minimuma inmekte, sistemin güvenilirliği artmakta, enerji sarfiyatı azalmaktadır. Bunun yanı sıra tüm PIC'lerde 4 adet osilatör seçeneği mevcuttur. Bunlarda tek pinli RC osilatör, düşük maliyet (4 MHz) , LP osilatör (Kristal veya seramik rezonatör) , enerji sarfiyatını minimize etmekte (asgari akım) (40 KHz), XT kristal veya seramik rezonatör osilatörü standart hızlı ve HS kristal veya seramik rezonatörlü osilatör çok yüksek hıza sahiptir (20 MHz). PIC mikrodenetleyicilerinin en büyük özelliği sleep modu özelliğidir. Bu mod sayesinde işlem yapılmadığı durumlarda PIC uyuma moduna geçerek çok düşük akım çeker. Kullanıcı bir kaç iç ve dış kesmelerle PIC' i uyuma modundan çıkarabilmektedir. Yüksek güvenilirlikli Watchdog Timer kendi bünyesindeki çip üstü RC osilatörü ile yazılımı kilitlemeye karşı korumaktadır. PIC16F877A EEPROM program belleği, aynı aygıt paketinin orijinali ve üretimi için kullanılmasına olanak vermektedir. Yeniden programlanabilirliği mikroyu uygulamanın sonundan kaldırmadan kodu güncelleştirmeye izin vermektedir. Bu aygıtın kolayca erişilemediği, fakat prototipinin kod güncelleştirmesi gerekli olduğu durumlarda, birçok uygulamanın geliştirilmesinde yararlıdır. Bunun yanı sıra bu kodun güncelleştirilmesi diğer ayrı uygulamalarda da yararlıdır. Genel Özellikleri :

- Yüksek hızlı RISC işlemciye sahiptir.
- 35 adet komut mevcuttur.
- 20 MHz'ye kadar işlem hızına sahiptir.
- 8Kx14 Word'lük flash program belleği mevcuttur.
- 368x8 bayt'lık data belleği vardır.
- 256x8 byte'lık EEPROM data belleği vardır.
- Doğrudan ve dolaylı adresleme modu mevcuttur.
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) , üzerinde bulunan RC osilatör ile çalışan Watchdog Timer (WDT) mevcuttur.
- Programlanabilen kod koruma özelliği vardır.
- Enerji tasarrufu için uyku (SLEEP) modu vardır.
- Düşük güçlü yüksek hızlı CMOSFLASH/EEPROM teknolojisiyle üretilmiştir.
- Devre üzerinde seri programlama özelliği vardır.
- 2 V ile 5,5 V arasında işlem yapabilme özelliği;
- Düşük güç harcaması;
- Timer0: 8 bit prescaler'e sahip 8bit zamanlayıcı/sayıcı,
- Timer1:Sleep modunda artış gösterebilen ve harici saat darbesiyle artırılabilen Prescaler' li 16 bit zamanlayıcı/sayıcı,
- Timer2:8bit periyot kaydedicili, prescaler ve postscalerli 16bit zamanlayıcı/sayıcı,
- İki adet tutma, karşılaştırma, PWM modülü

- 200ns çözünürlükte 16 bitlik karşılaştırma
- 10 bit çözünürlükte PWM
- 10 bit çok kanallı Analog-Dijital çevirici
- 2 adet karşılaştırıcı
- Seri port ve I2C modülleri
- 9 bit adres saptamaya sahip USART/SCI
- 8 bit genişliğinde paralel slave port

Bu mikrodenetleyici, yüksek hızlarda iyi bir çalışma yapısına sahip olması, ADC modülüne sahip olması ve C programlama diliyle çok esnek programlanabildiği için seçilmiştir.

2.2. SERVO MOTORLAR

Servo motorlar, verilen girişe göre istenen açısal konuma gelen motorlardır. Servo motorların çok çeşitli uygulamalarda kullanılmasının, güvenilir olmasının yanında diğer nedenleri ise;

- Yüksek tork
- Doğru konumlama
- Kolay kurulum
- Kontrol kolaylığı
- Ekonomik oluşu

özelliklerine sahip olmasıdır.

Bir servo motor, yapı olarak dört kısımdan oluşmaktadır. Bunlar dc elektrik motoru, planetar dişli sistemi, geri besleme potansiyometresi ve dc motor pozisyon kumanda elektroniğidir.



Şekil 2.1 Servo Motor

Dc motor herhangi bir dc oyuncak motorundan farklı olmayan çift mıknatıslı bir statora ve fırçalı bobin rotora sahiptir. Motor mili 1:200 ile 1:300 arası dönme oranına sahip bir dişli sistemine bağlanır, bu sayede oldukça yüksek bir tork değerine ulaşılır.

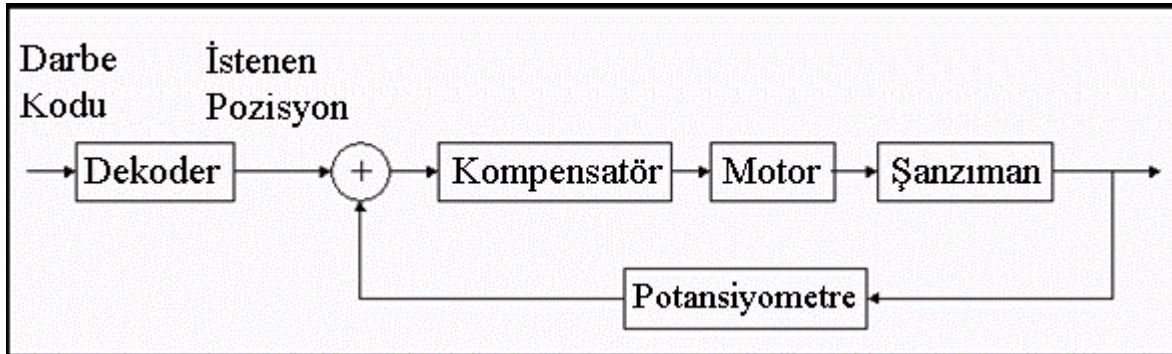
Dişli sisteminin çıkışında 5k'lık bir potansiyometre, mil konumunu elektronik kumanda devresine iletir. Elektronik devrenin görevi mil konumunu gelen veri konumuna gelinceye kadar motoru iletimde tutup tam yerinde durdurmaktadır.

Elektronik devre bu konumu algılamak için PWM (pulse width modulation) tekniğinden yararlanılmaktadır. Kumanda devresi kumanda çubuğunun konumuyla doğru orantılı olarak 1 ile 2 milisaniye arasında dalga genişliği değişen bir sinyali her 20 milisaniyede bir servoya gönderir. 1 milisaniye tam sol, 2 milisaniyede tam sağ pozisyonu ifade eder. Servo içindeki elektronik devre ilk önce gelen darbelerin darbe genişliğini ölçer, daha sonra potansiyometre konumuna bakar ve kendi darbe osilatörünün darbe genişliği gelen darbelerle eşitlenene kadar

motoru hareket ettirir. Motorun durduğu konum kontrol çubuğunun tutulduğu konumla birebir aynıdır. Servolarda üç adet kablo dışarı çıkar. Bunlardan kırmızı olan +4.8V/5.0V arası besleme, siyah olan şase yani Ground, diğer kablo ise (turuncu yeşil veya beyaz olabilir) data girişidir.

2.2.1. Servo Motor Temel Fonksiyonları

Servo motorun çalışma prensibi, gelen darbe koduna göre konum değiştirmektir. Aşağıda verilen blok diyagramı, servo motorun gerçekleştirdiği temel fonksiyonu çok iyi açıklamaktadır. İstenen konum ile servonun şaftının pozisyonu karşılaştırılır. Kompensatör ise gelen bu bilgiyi düzenler ve servo motora giriş işareti olarak ayarlar. Motorun şanzımana bağlı olmasından dolayı çıkışta düşük hızda bile yüksek tork gücü elde edilir. Şafta bağlı olan potansiyometrenin görevi ise geri besleme sinyalini sağlamaktır.



Şekil 2.2 Servo motorun çalışma şeması

2.3. STEP(ADIM) MOTOR

Açısal konumu adımlar halinde değiştiren, çok hassas sinyallerle sürülen motorlara adım motorları denir. Adından da anlaşılacağı gibi adım motorları belirli adımlarla hareket ederler. Bu adımlar, motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyarımda, motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı, motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı motorun yapısına bağlı olarak 90°, 45°, 18°, 7,5°, 1,8° veya daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir. Adım motorlarının dönüş yönü uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek saat ibresi yönü (CW) veya saat ibresinin tersi yönünde (CCW) 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. Adım motorlarının kullanıldıkları yerlere örnek olarak, endüstriyel kontrol teknolojisi içerisinde bulunan bazı sistemler, robot sistemleri, takım tezgahlarının ayarlama ve ölçmeleri verilebilir. Ayrıca, adım motorları konumlandırma sistemlerinde ve büro makineleri ile teknolojisi alanında da kullanma alanı bulmaktadır. Adım motorlarının bu kadar çok kullanılma alanı bulmasının nedeni bu motorların bazı avantajlara sahip olmasıdır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

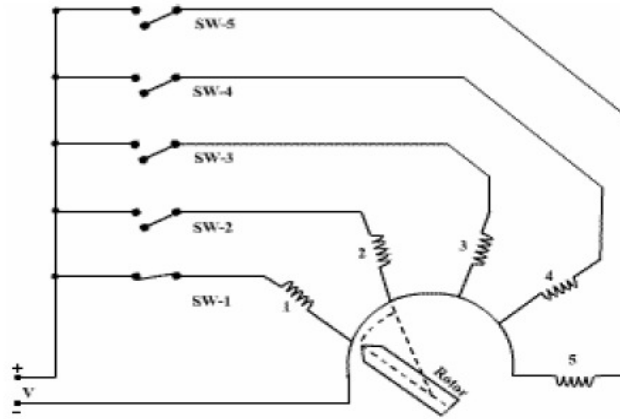
- Geri beslemeye ihtiyaç göstermezler. Açık döngülü olarak kontrol edilebilirler.
- Motorun hareketlerinde konum hatası yoktur.
- Sayısal olarak kontrol edilebildiklerinden bilgisayar veya mikroişlemci gibi elemanlarla kontrol edilebilirler.
- Mekanik yapısı basit olduğundan bakım gerektirmezler.
- Herhangi bir hasara yol açmadan defalarca çalıştırılabilirler.

Adım motorlarının bu avantajları yanında bazı dezavantajları da aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Adım açıları sabit olduğundan hareketleri sürekli değil darbelidir.
- Sürtünme kaynaklı yükler, açık döngülü kontrolde konum hatası meydana getirirler.
- Elde edilebilecek güç ve moment sınırlıdır. Step motorlar, sabit mıknatıslı (PM Permanent Magnet), değişken relüktanslı (VR – Variable Reluctance), hybrid ve lineer olmak üzere temel dört sınıfa ayrılır. Bunların dışında da değişik yapı ve özelliğe sahip step motorlar bulunur.

Proje kapsamında ise robot sahip olduğu ultrasonik algılayıcıyı istenilen yöne istenilen açı ile çevirmek için step motor kullanılmıştır.

2.3.1. Step Motor Çalışma Prensibi



Şekil 2.3 Step motor çalışma yapısı

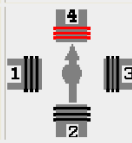
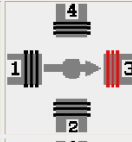
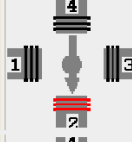
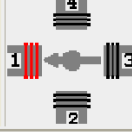
Step motorlar bir dizi kısa elektrik akımıyla hareket ederler. Stator (hareketsiz kısım) birbirine dik manyetik alan üreten iki ayrı bobinden oluşur. Bu bobinlere sırayla elektrik akımı verilerek statorun içerisinde döndürme etkisine sahip bir manyetik alan oluşması sağlanır. Statorun içindeki rotor (hareketli kısım) bobinler tarafından sırayla oluşturulan manyetik alanla polarize olarak döner. Her bir elektrik akım vurgusu (pulse) rotorun belli bir açı kadar (bir adım) dönmesine neden olur. Eğer güç sadece bir bobine verilirse manyetik alanın etkisiyle rotor sabitlenecektir, bu da motorun durdurulmasında kullanılır. Step motor bir daire içinde elektromagnetik alanların dönüşü ile ifade edilebilir. Şekilde görüldüğü gibi 1 nolu anahtar kapandığında (SW-1) rotor kendiliğinden 1. elektromanyetik alan ile aynı hizaya gelecektir. Bundan sonra 1 nolu anahtar açılıp 2 nolu anahtar kapatılırsa sabit mıknatıs 2. elektromagnetik alanın karşısına gelecektir. Bu olaylar sırayla tekrarlanırsa rotor bir daire içinde düzgün şekilde döner. Bu şekilde verilen elektrik akım vurgularının frekansı motorun dönme hızını belirler. Hızlı ivmelenme sonucunda step motorda kayma meydana gelebilir bunun önlenmesi için ivmelenme sırasında vurgu sıklığı ayarlanmalıdır.

2.3.2. Step Motorlarının Uyarımı

- **Tek-faz uyarım (1 Fazlı Tam Adımlı Sürüş)**

Motor sargılarının sadece birinin uyarıldığı uyarım cinsine tek-faz uyarımı adı verilir. Şekilde 4-fazlı adım motoru için tek-faz uyarım sırasındaki fazların durumu görülmektedir.





Bu uyartım metodunda rotor her bir uyartım sinyali için tam adımlık bir hareket yapmaktadır. Uyartım dönüş yönüne bağlı olarak sıra ile yapılır.

Step	Bobin 4	Bobin 3	Bobin 2	Bobin 1	
a.1	on	off	off	off	
a.2	off	on	off	off	
a.3	off	off	on	off	
a.4	off	off	off	on	

Şekil 2.4 Tek faz uyartım modeli

- **İki-faz uyartım (2 Fazlı Tam Adımlı Sürüş)**

Motor sargılarının ikisinin sıra ile aynı anda uyarıldığı uyartım cinsine iki-faz uyartımı adı verilir. Şekilde 4-fazlı adım motoru için iki-faz uyartım sırasındaki fazların durumu görülmektedir. İki faz uyartımında rotorun geçici durum tepkisi tek-faz uyartımlıya göre daha hızlıdır. Fakat burada güç kaynağından çekilen güç iki katına çıkmaktadır.

Step	Bobin 4	Bobin 3	Bobin 2	Bobin 1	
b.1	on	on	off	off	
b.2	off	on	on	off	
b.3	off	off	on	on	
b.4	on	off	off	on	

Şekil 2.5 İki faz uyartım modeli

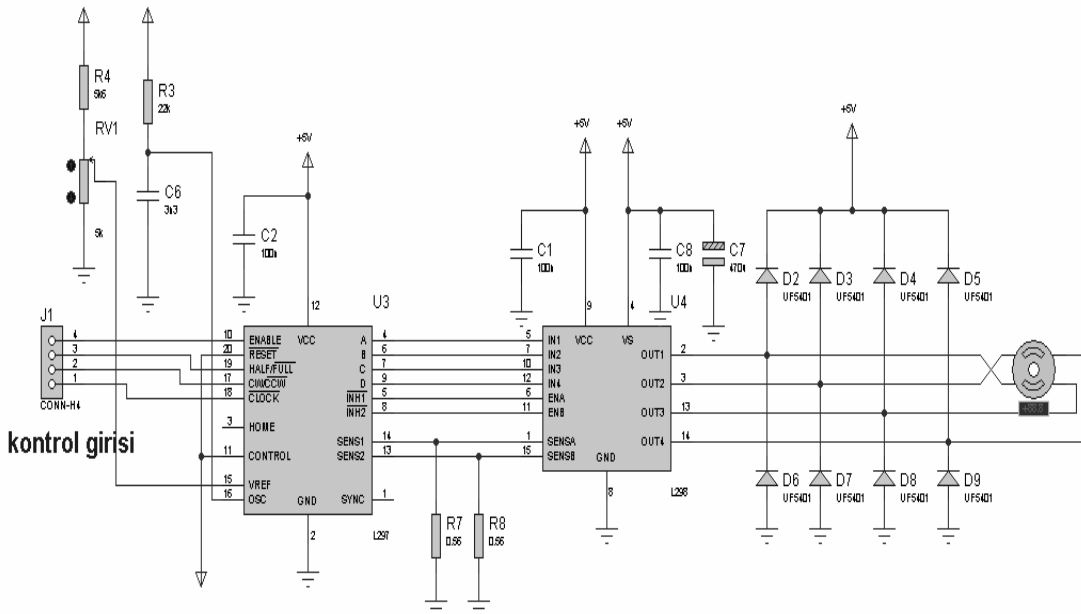
- **Karma uyartım (2 Fazlı Yarım Adımlı Sürüş)**

Bu uyarım yönteminde tek-faz uyarımı ile iki-faz uyarımı ard arda uygulanır. Burada rotor her bir uyarım sinyali için yarım adımlık bir hareket yapmaktadır. Şekilde fazların uyarım sırası görülmektedir. Bu uyarım metodunda adım açısı yarıya düştüğünden adım sayısı iki katına çıkmaktadır.

Step	Bobin 4	Bobin 3	Bobin 2	Bobin 1	
a.1	on	off	off	off	
b.1	on	on	off	off	
a.2	off	on	off	off	
b.2	off	on	on	off	
a.3	off	off	on	off	
b.3	off	off	on	on	
a.4	off	off	off	on	
b.4	on	off	off	on	

Şekil 2.6 Karma faz uyarım modeli

L297 ve L298 ile gerçekleştirilen sürücü devre:



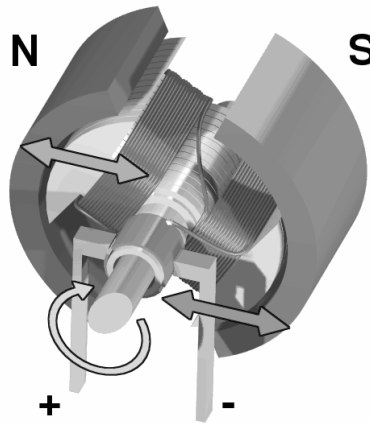
2.4. DOĞRU AKIM(DC)MOTORLAR

Robot davranışının üçüncü aşaması çevreyi değiştiren bir eylem içerir. Eyleyiciler algılayıcı sistemlerinin görevlerini tamamlamasından sonra genellikle bir hareket başlatan enerji aktarımı ve değişimi içeren önceden belirlenmiş bir amaca yönelik çevreyi değiştirebilen cihazlardır.

DC motor doğru gerilim kaynağı ile çalışmaya tasarlanmış dönen bir elektrik makinesidir. Daha çok endüstride kullanılmaktadır. Motorun dairesel hızı uygulanan gerilimle, çıkış momenti ise bobin akımı ile orantılıdır. Hareket hassas biçimde kontrol edilmek istendiğinde de geri besleme kullanılmaktadır. Büyük motorlarda bobinli statorlar bulunurken, küçük olanlarda sabit mıknatıs statorlar (hareketsiz kısım) bulunur. Sabit mıknatıs motorlarda çoklu bobinli rotor (dönen kısım) bulunur ve bu bobinler komütatör sayesinde güç kaynağına bağlanır. Komütatör etrafında bakır teller olan bir silindirdir. Karbon fırçalar, bir zamanda bir zamanda bir bobine elektrik vermesi için güç kaynağını komütatöre bağlar. Rotorun ürettiği manyetik alan statorun ürettiği manyetik alanla çakışır ve bunun sonucunda oluşan moment motoru döndürür. Rotor dönerken komütatörde döner ve karbon fırçaların başka bir bobini beslemesine neden olur. Bu sayede sürekli dönme hareketi sağlanmış olur. DC motorlar yapılarına göre ve bağlantı türlerine göre sınıflandırılabilirler.

- Sabit mıknatıslı
 - Klasik
 - Döner bobinli
 - Sepet sargılı
 - Baskı devreli
- Alan sargılı
 - Seri
 - Şönt
 - Kompaund

Farklı DC motorların hız-tork eğrileri de birbirinden farklıdır. Bu yüzden yapılan uygulamaya uygun motor seçilmelidir..



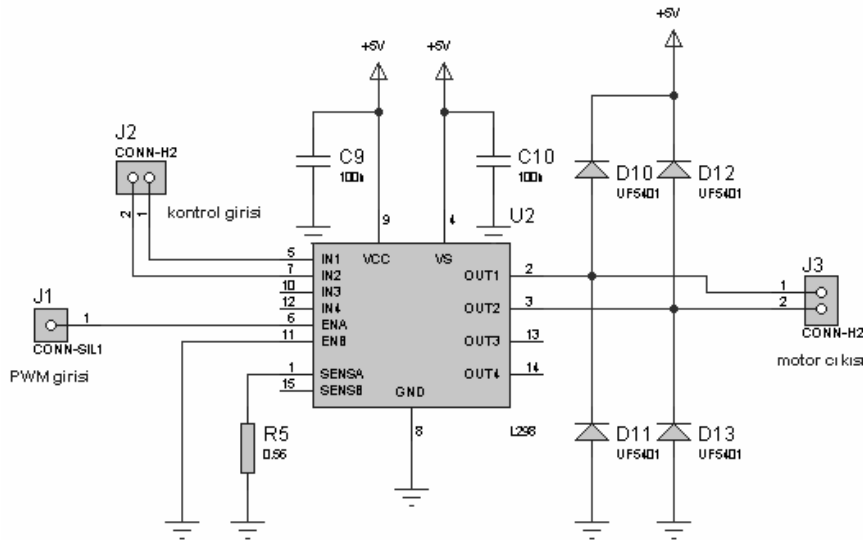
Şekil 2.7 DC motor iç yapısı

Sabit mıknatıslı motorlar ucuz ve küçük boyutları nedeni ile en yaygın motor çeşididir. Bu motorun dönem yönü uygulanan dc gerilimin kutupları değiştirilerek değiştirilebilir. Standart sabit mıknatıslı bir motorun tork çıkışı armatür sargılarının yanmadan çekebileceği maksimum akımla sınırlıdır.

Alan sargılı motorlarda benzer bir fırça ve komütatöre sahiptir. Farklı olarak stator sabit miktans yerine sarımlardan oluşur. Seri bağlı motorda stator sarımları rotor sarımları ile seri bağlıdır. Şönt motorda ise bu sarımlar paralel bağlıdır. Seri bağlı olanlar daha yaygındır ve universal adı da verilir. Bu isim AC ya da DC gerilim kaynaklarından beslendiklerinde aynı çalışmayı göstermesinden ileri gelir. Bu motorlar verilen gerilim polaritesinden bağımsız olarak hep aynı yöne dönerler. Rotorun ve statorun kutuplarını değiştirmek motoru durdurur. Proje ise robotun ileri geri gitmesini sağlamak amacıyla DC motor kullanılmıştır.

2.4.1. DC Motor Kontrol Devresi

Transistorlu yapıyı içinde bir bütün olarak bulunduran ve motor sürmede ek özellikleri olan bir entegredir. 2A kadar akım sağlayabilmektedir. Enable 1 ve Enable 2 bacakları hangi giriş ve çıkışın kullanılacağını belirleyen bacaklardır. Sadece 1 motor kullanılacaksa Enable 1, 5Volt a bağlanır ve Enable 2, 0Volta çekilir. 2 motor kullanılacaksa bu 2 giriş de 5 Volta bağlanır. Ayrıca motorun hız kontrolü de yapılmak isteniyorsa Enable bacaklarına PWM sinyali uygulanır ve bu sinyalin değiştirilmesiyle motorun hız kontrolü yapılır. Input 1ve Input2 bacakları 1. motorun yön kontrolü için kullanılır. Input 1=5V, Input 2=0V yapıldığında motor ileri, ters durumda geri doğru döner. Aynı durum Input 3 ve 4 için de geçerlidir. Output bacakları motorlara bağlanır. Output 1 ve 2 birinci motora 3 ve 4 ikinci motora bağlanır. Vss bacağı entegrenin besleme bacağıdır ve 5 V a bağlanır. GND bacakları toprağa çekilir. Vs bacağı ise motorların beslemesidir. Motor hangi gerilimde çalıştırılacaksa o gerilim Vs bacağına uygulanır. Bu değer entegrenin yapısından dolayı 5V ile 46V arasında olmalıdır. Ayrıca L298 akım kontrolü yapılabilmektedir. Current Sensing A ve B bacakları ise akım kontrolü için kullanılır(Sense A ve Sense B). Bu bacak ile toprak arasına konulacak bir direnç vasıtasıyla akım kontrolü yapılır. Bu bacaklara bağlanacak pot ile akım seviyesi değiştirilebilir. Uygulamada çok yüksek akımlar kullanılmayacaksa ya da sabit bir akım kullanılacaksa bu bacaklar toprağa çekilebilir.

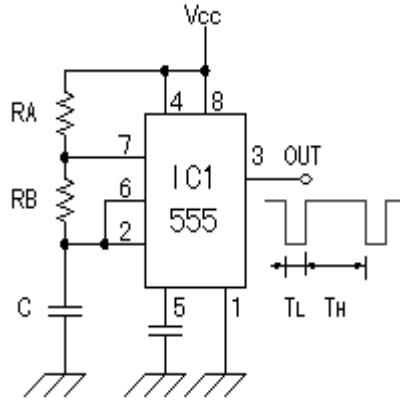


Şekil 2.8 L298 entegresi ile gerçekleştirilen sürücü

2.6. Ultrasonik Algılayıcı Devresi

2.6.1. Verici Devre

- Ultrasonik Osilatör



Şekil 2.9 Ultrasonik osilatör

IC1 555 entegre devresi ultrasonik verici devresi için 40KHz frekansında kare dalga üretmek için kullanılmıştır. $RB > RA$ seçildiğinde osilasyon doluluk boşluk oranı %50 ye yakın olmaktadır. Çıkış tam olarak istenilen frekansa ayarlanmak istenirse RB yerine değişken direnç kullanılabilir. Devrede kullandığımız direnç ve kapasite değerleri ise şöyle hesaplanmıştır:

$$TL = 0.695 * RB * C$$

$$TL = 0.695 * 17K * 1n$$

$$TL = 11.815us$$

$$TH = 0.695 * (RB + RA) * C$$

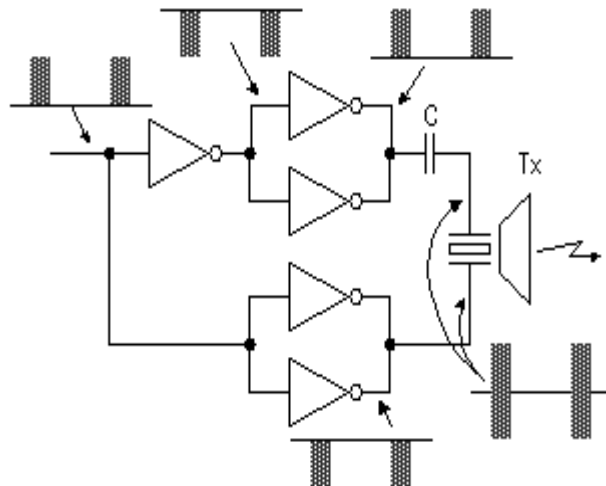
$$TH = 0.695 * (17K + 1.5K) * 1n$$

$$TH = 12.8575us$$

$$f = 1 / (TH + TL)$$

$$f = 40KHz$$

- Verici Devrenin Sürülmesi



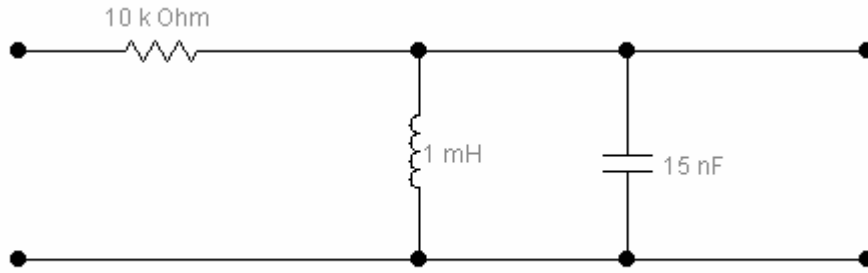
Şekil 2.10 Verici devrenin sürülmesi

Buradaki evirici devre algılayıcının sürülmesi için kullanılmıştır. İletim esnasındaki güç artışı nedeniyle iki evirici birbirine paralel olarak bağlanmıştır. Algılayıcının pozitif ve negatif terminalleri arasında 180 derece faz farkı vardır. Çünkü evirici çıkışında uygulanan bu gerilim kapasite yardımıyla direkt akımı engellemektedir.

2.6.2. Alıcı Devresi

- **Filtre devresi**

Ultrasonik sensör çıkışından direkt alınan işaret osiloskop ekranında incelendiğinde içinde bir çok parazit işaret barındırmaktadır. Alınan bu işareti direkt kuvvetlendirme katına verdiğimizde bu parazit işaretlerde kuvvetlenecektir ve bu durum sonucunda ultrasonik sensör istenilen şekilde çalışmayacaktır. Bu durumu engellemek için butterworth tipi pasif elemanlardan oluşan 40 KHz frekansında maksimum olarak çalışan bir band geçiren filtre tasarlanmıştır. Şekilde bu filtre şeması görülmektedir.



Şekil 2.11 Band geçiren filtre şeması

Tablo 3.1 de ise filtreye ait bazı karakteristik özellikler görülmektedir.

Tablo 2.2 Filtre karakteristikleri

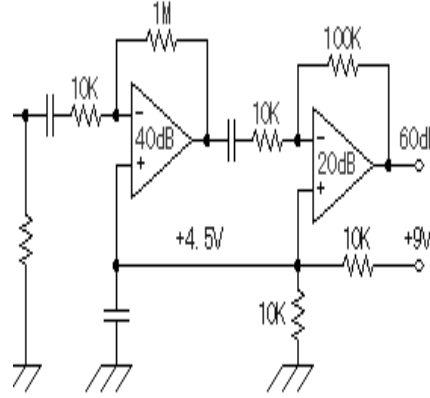
Parametre	Durum	Min.	Typ.	Max.
Merkez frekansı		38236 Hz	41093 Hz	44442 Hz
Zayıflatma faktörü	Rezonans		2	
Zayıflatma faktörü	55 Hz		1667	
Zayıflatma faktörü			1059	
Giriş empedansı		10K		
Çıkış empedansı				10K

Bu fitreye ait transfer fonksiyonu ise;

$$Hv(s) = \frac{S}{CR} \frac{1}{S^2 + \frac{S}{CR} + \frac{1}{LC}} \quad (3.3)$$

şeklinde olup butterworth band geçiren filtredir. Filtre 38 KHz ile 44 KHz arasında çalışmaktadır. Maksimum geçirdiği genlik frekansı ise yaklaşık olarak 41 KHz dir. Devrenin spice programı yardımıyla elde edilen ait bode eğrisi ise şekilde görülmektedir.

- **Sinyal Kuvvetlendirme Devresi**

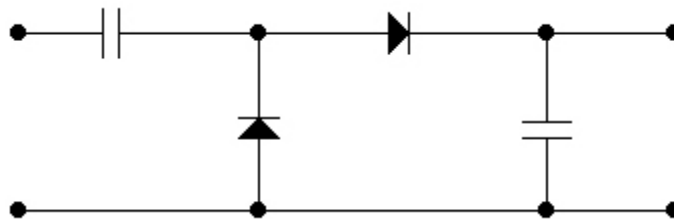


Şekil 2.12Kuvvetlendirici devre şeması

Filtreden geçen sinyal işlemsel kuvvetlendirici yardımıyla iki adımda yaklaşık 1000 kat kuvvetlendirilmiştir. İlk adımda 100 ve diğer adımda 10 kat kuvvetlendirilmiştir. Genel olarak işlemsel kuvvetlendiricilerde pozitif ve negatif besleme gerilimi birlikte uygulanır. Buradaki devrede sadece pozitif 9V besleme gerilimi ile çalışmaktadır. Bu nedenle işlemsel kuvvetlendiricinin pozitif girişi için besleme geriliminin yarısı bias gerilimi uygulanır., ve kuvvetlendirilmiş değişken akım sinyalinin merkezi geriliminde 4,5V olarak ayarlanır. İşlemsel kuvvetlendiriciyi negatif geri besleme ile kullandığımızda pozitif ve negatif giriş terminallerinin gerilimleri yaklaşık olarak birbirine eşit olur. Bu yüzden bias gerilimi yardımıyla değişken akım sinyalinin pozitif ve negatif tarafları eşit olarak kuvvetlendirilir. Bu bias gerilimini kullandığımızda değişken akım sinyalinde distorsiyon meydana gelir. Değişken akım sinyali kuvvetlendirildiğinde, bu yöntem işlemsel kuvvetlendirici tek besleme gerilimiyle iki besleme gerilimi için çalışırken uygulanır.

- **Sinyal Doğrultma Kısım**

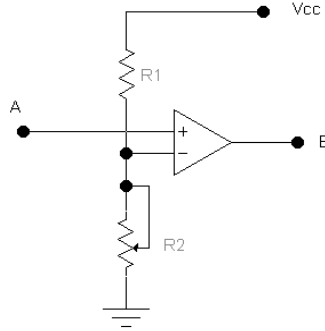
Bu kısım yükselteç çıkışında alınana sinyali doğrultmak için kullanılmıştır. Burada kullanılan diyotlar yüksek frekans karakteristikleri iyi olan shottky diyotlarıdır. Bu devredeki kapasite üzerindeki gerilim çok iyi ayarlanmalıdır. Seçilecek kapasite değeri bu konuda çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu doğrultma işleminde kapasite değeri 10nF olarak seçilmiştir. Devremizin bu çıkışı ultrasonik algılama yokken 5V, algılama varken 7V civarındadır.



Şekil 2.13 Doğrultucu devre şeması

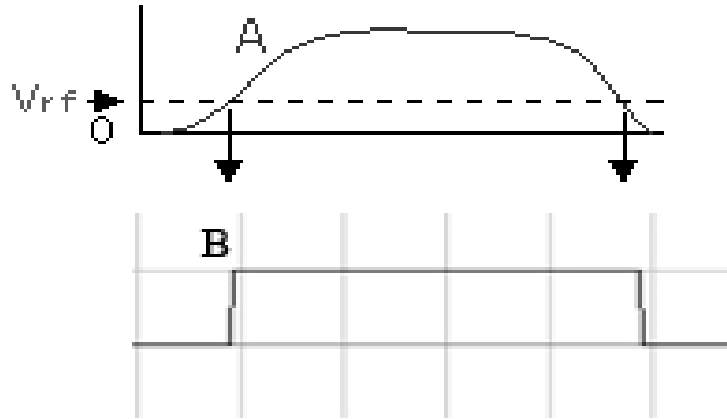
- **Karşılaştırıcı Devresi**

Doğrultucu çıkışından alınan sinyal şekil 3.18'deki devrenin A ucuna gelir ve burada belirlenen bir V_{ref} gerilimi ile karşılaştırılır. Algılayıcı devremiz bir cisimle karşılaşmadığı zaman doğrultucu çıkışında 4,8V bir engelle karşılaştığında ise 7,8V DC bir işaret üretmektedir. Bu alınan sinyal karşılaştırıcı devresinde belirlenen V_{ref} gerilimiyle karşılaştırılarak B ucundan çıkış alınır. V_{ref} gerilimi ise R1 direnci ve R2 potu yardımıyla oluşturulur ve işlemsel yükseltecin eviren bacağına gelir.



Şekil 2.14 Karşılaştırıcı devre şeması

Bu işlemi yapılırken işlemsel yükseltecin negatif besleme gerilimini toprağa çekilmiştir. Böylece A noktasına V_{ref} gerilimi altındaki gerilim geldiğinde devremiz sıfır çıkışı üretmektedir. Devremizin bu kısmının çalışma mantığı şekilde görülmektedir.

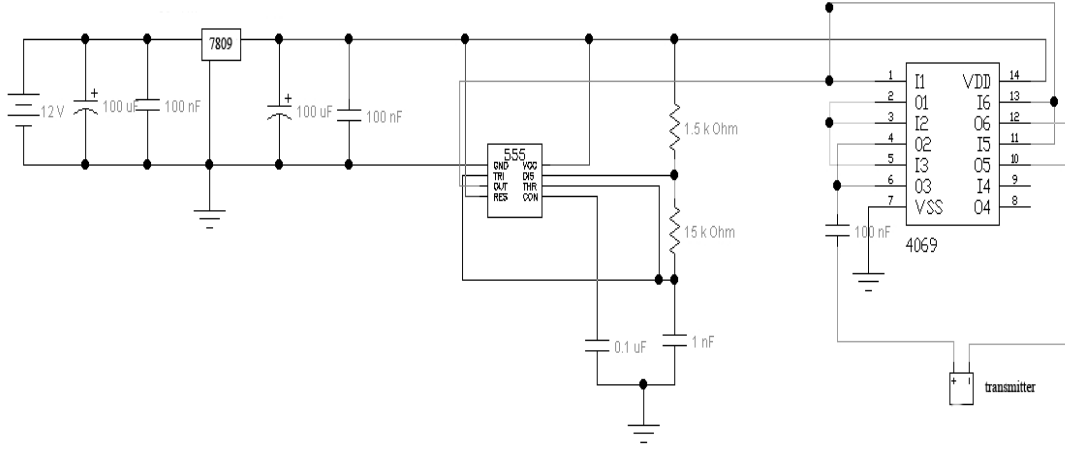


Şekil 2.15 Karşılaştırıcı çıktısı

2.6.3. Birleştirilmiş Devrenin Özellikleri Şeması

- **Verici Kısımın Tüm Devre Özellikleri ve Devre Şeması**

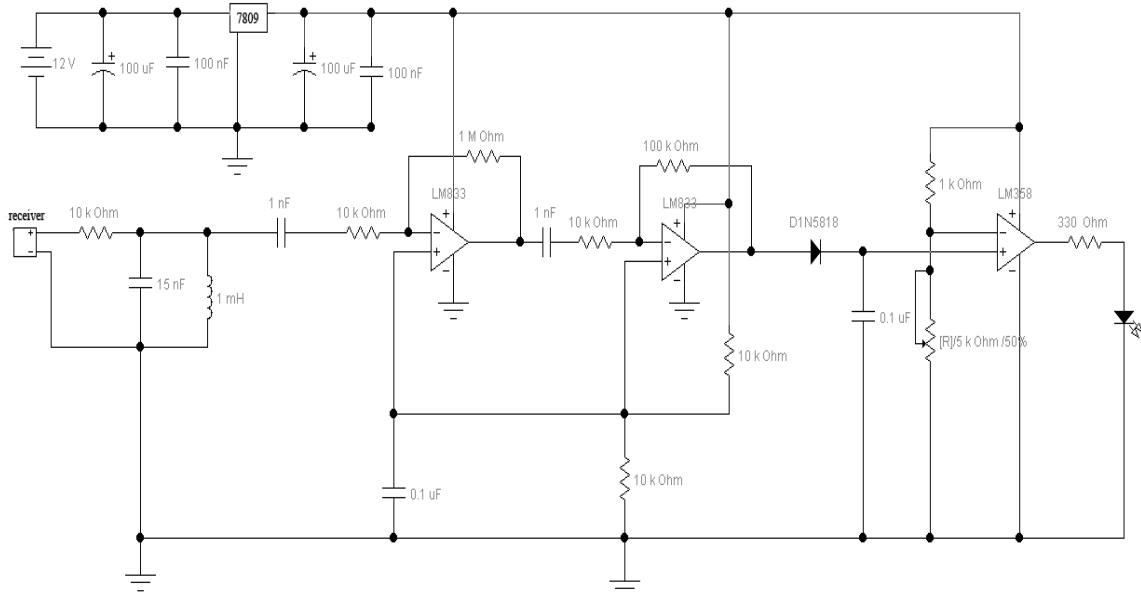
555 devresiyle elde edilen 40 Khz frekansındaki kare dalga çift yönlü olarak evirilerek sensör girişine uygulanmaktadır. Böylece ASK(amplitude shift keying-genlik kaydırmalı anahtarlama) modülasyonu ile dalga gönderilmiş olur. Şekilde verici kısmın devre şemasını gözükmemektedir.



Şekil 2.16 Verici kısım tüm devre şeması

- **Alıcı Kısımın Tüm Devre Şeması**

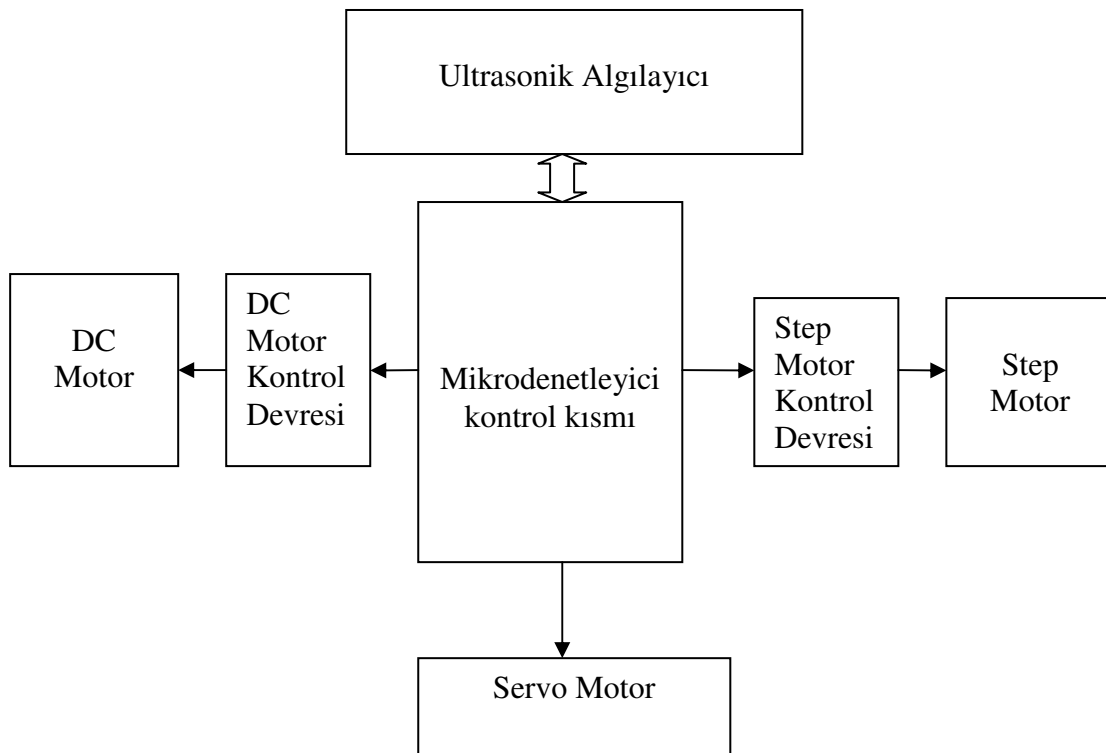
Alıcı sensörün aldığı işaret çok parazit içerdiğinden dolayı bu alıcı kısım devresinde önce filtreden geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen işaret kuvvetlendiride yaklaşık olarak 1000 kat kuvvetlendirilmiştir. Kuvvetlendirici çıkışında ise verici kısmın gönderdiği kare dalga alınmıştır. Daha sonra bu kare dalga doğrultulmuştur. Doğrultma sonunda elde edilen dc işaret belli bir referans gerilim ile karşılaştırılarak sonuca aktarılmıştır. Şekilde bu devre şeması görülmektedir. Ayrıca bu ultrasonik sensor kısmının PROTEUS ARES programı yardımıyla çizilen baskılı devre şeması ise ekler kısmındadır.



Şekil 2.17 Alıcı kısım tüm devre şeması

2.7 Genel Blok Yapı

Gezgin robotun ön kısmında bulunan ultrasonik sensör, hareket doğrultusundaki cisimi algılayacak ve robot bu anda duracaktır. Bu andan itibaren robotun karar verme mekanizması devreye girecektir. Sensörlerin oturduğu step motor dönecek ve ultrasonik sensörler robotun etrafındaki cisimlerin konumları tarayacak ve alınan veriler mikrodenetleyici içerisinde işlendikten sonra gezgin robotun hareket yönüne karar verecektir. Gezgin robotun sağa ve sola hareket ettiren kısım ise servo motordur. İleriye gitmesini sağlayan arka kısımda bulunan DC motordur.



2.8. Gezgin Robot Yazılımı

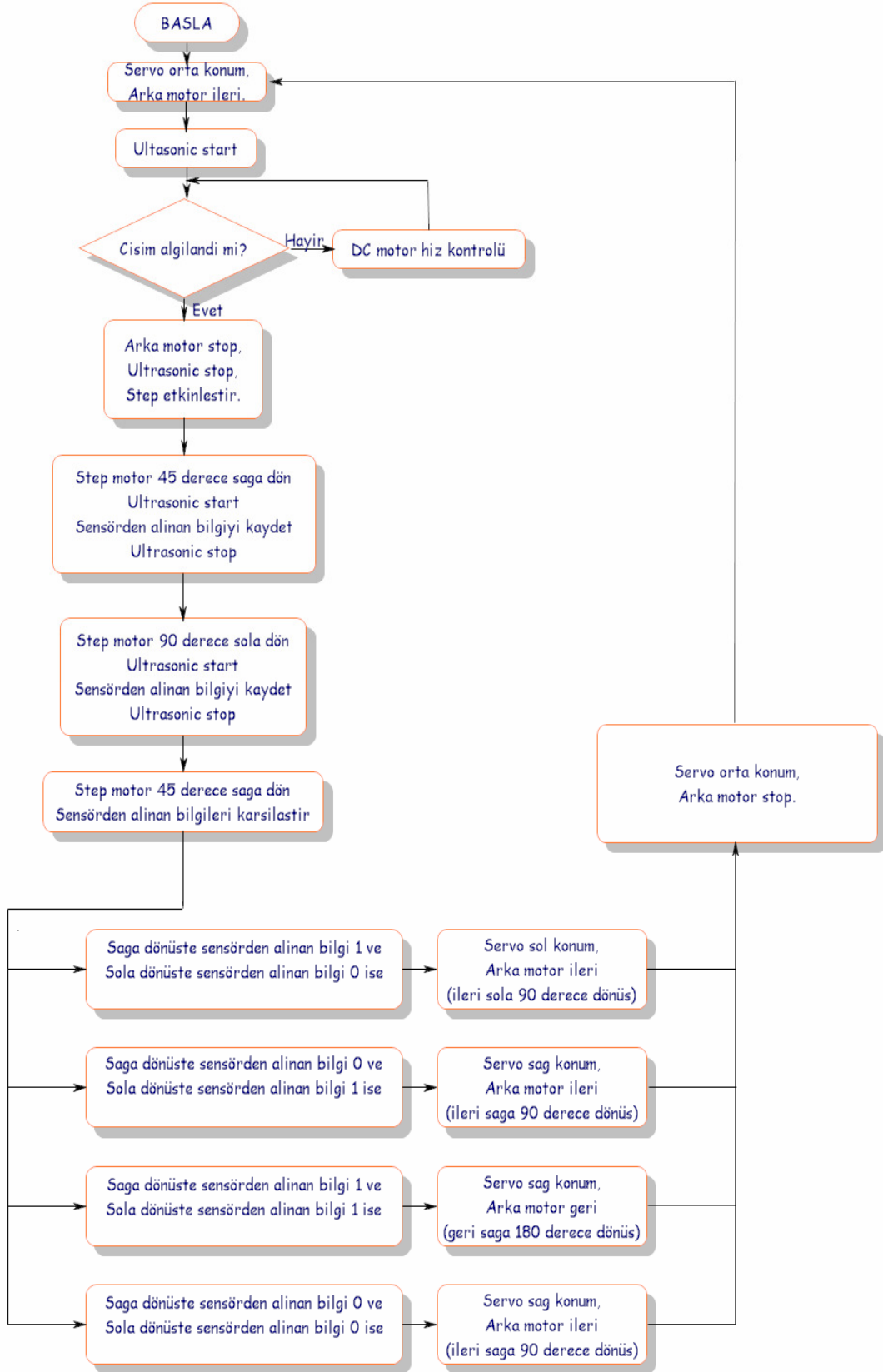
Gezgin robot yazılımı CCS C programında, PICF877A mikrodenetleyicisi için farklı bloklar birleştirilerek oluşturulmuştur. Bu bloklar DC motor kontrol yazılımı, servo motor kontrol yazılımı, step motor kontrol yazılımı, ultrasonik algılama sonucunda elde edilen bilgilere göre yönü belirleyen yazılım, DC motor hız kontrolü için ADC ve CCP ara birimlerini kullanılarak oluşturulmuş yazılımdan oluşmaktadır.

2.8.1. Yazılım Algoritması

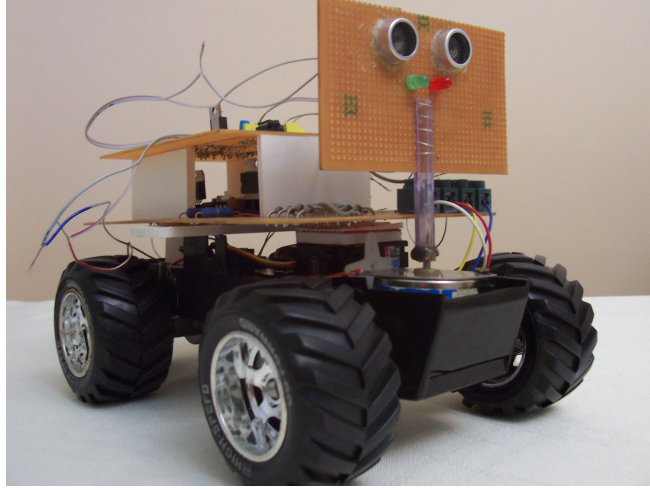
CCS programında yazılan programın algoritması şöyledir:

- Robot kararlı bir hala gelmesi için belli bir süre beklenilir.

- Gezin robot bulunduğu noktadan ileriye doğru gitmektedir.
- Bu yer değiştirme anı başladıktan sonra ultrasonik sensörler aktif konuma geçmekte ve önündeki cisimleri taramaktadır.
- Cisim algılama işlemi devam edene kadar RA0 pininden alınan analog bilgiye göre ADC ve CCP PWM modülleri çalışarak dc motor hız kontrolü sağlanmaktadır.
- Eğer gezin robot önünde bir cisim algılarsa bu anda ADC ve CCP modülleri durmakta ve araba da olduğu yerde kalmaktadır.
- Ultrasonik sensör pasif konuma geçmekte ve sensörün üzerinde oturduğu step motor çalışmaktadır.
- Step motor önce sağa doğru 90 derece dönmektedir ve ultrasonik sensör aktif konuma getirilmiştir. Bu kısımda alınan bilgi geçici bir değişkende saklanmıştır.
- Sensor step motor yardımıyla sola doğru 180 derece dönmektedir ve algılama işlemi yapılmaktadır. Bu kısımdan da alınan bilgi belli bir değişkende saklanmaktadır.
- Sensör step motor yardımıyla orta konuma gelmektedir.
- En son olarak en önemli işlem olan karar verme mekanizması gerçekleşmektedir. Eğer sağa dönüşte algılama var ve sola dönüşte algılama yoksa robot sola dönecektir
- Sağda algılama yok solda algılama varsa sağa dönecektir.
- Her iki tarafta algılama varsa robot sağdan geri dönmektedir.
- Eğer her iki tarafta da algılama yoksa robot sağa dönmektedir.
- Robot, önündeki servo motorun ve arkadaki dc motorların beraber çalışması sonucunda belirli bir yöne dönmektedir. Şekilde algoritma görülmektedir.



Şekil 2.18 Yazılım algoritması



Şekil 2.19 Robotun bir fotoğrafı

3. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında robotik kavramı, robot uygulamaları, robot teknolojisi robot mekanizmaları hakkında geniş bir araştırma yapılmış ve bu araştırmalara göre bir gezgin robot gerçekleştirilmiştir.

Bu projedeki amaç, gezgin robotun labirent tarzındaki bir bölgeden çıkması sağlamaktır. Gezgin robot, sahip olduğu ultrasonik algılayıcılar ile hareket esnasında kendi çevresindeki cisimleri algılayacak ve bu cisimlerin konumuna göre hareketine yön verecektir.

Robot ön kısmında bulunan ultrasonik sensör hareket doğrultusundaki cismi algılayacak ve robot bu anda duracaktır. Bu andan itibaren robotun karar verme mekanizmasını oluşturan devreye girecektir. Sensörlerin oturduğu hareketli kısmı oluşturan step motor dönerek robotun etrafındaki cisimleri buldukları konumları tarayacak ve alınan veriler mikrodenetleyici içerisinde işlendikten sonra gezgin robotun hareket yönüne karar verecektir. Şöyle ki; eğer algılama sonucunda sağ tarafta bir cisim olduğu kanısına varılırsa robot belli bir açıyla sola dönecek ve daha sonra hareketine düz olarak devam edecektir. Yada tam tersi şekilde solda bir cisim varsa sağa dönüp hareketine devam edecektir. Bu özelliklere ek olarak her iki tarafta cisim olması veya olmaması durumlarına da çözüm geliştirebilir.

Gezgin robot, sensörü sayesinde belli mesafedeki cisimleri algılayıp hareketini etrafındaki cisimlere göre yönlendirerek labirent tarzındaki bir bölgeden rahatlıkla çıkabilmektedir. Bu uygulama sonucunda tatmin edici sonuçlar alınmasına rağmen özellikle mekanik sistemle ilgili sorunların çalışmayı yavaşlattığı ve sınırlandırdığı gözlemlenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda mekanik sistemin çok dikkatli seçilmesi eğer şartlar uygunsa tasarıma uygun mekanik sistem ürettirilmesi ortaya çıkan bir sonuçtur.

Proje hazırlanırken karşılaşılan diğer problem ise ultrasonik algılayıcının tasarımında karşılaşılmıştır. Ultrasonik algılayıcı çevre şartlarından olumsuz etkilenmektedir. Çevredeki herhangi bir frekandaki gürültü devrenin düzgün çalışmamasına yol açmaktadır. Bu durumu engellemek için keskin filtreler tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu yöntemle az da olsa sorun çözümlenmesine ve ultrasonikle algılama yapılmasına rağmen algılama mesafesi kataloglarda yazılan mesafeye ulaşmamıştır.

Bu sistem gelişmeye açık bir sistemdir. Kişisel bilgisayarla veri iletişimi kurulabilir. Ayrıca bu sistem kablosuz haberleşme birimleri (RF) üzerinde yapılırsa donanımın esnekliği daha da artacaktır. Kat edilen mesafe, motor geri beslemeleri ile hesaplanarak haritalama işlemi gerçekleştirilebilir. Ayrıca çoklu algılayıcı kullanımı ve bazı yapay zeka yöntemlerinin desteğiyle öğrenilebilen ve sınırlı da olsa otonom hareket edebilen çalışmalar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

[1] ÜN, E. ve GERENLİ, F. vd (2004), “Gezgin Robot Uygulaması”, Bitirme Tezi, YTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[2] USLU, R. (2005), “Mikrodenetleyicili Mesafe Ölçer”, Bitirme Tezi, YTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[3] <http://robot.uludag.edu.tr/>

[4] Yıldız, F. (2004), “Gezgin Robot Uygulaması”, Bitirme Tezi, YTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[5] MERT, O. (2006), “Gezgin Robot”, Bitirme Tezi, YTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[6] http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_cktsmpl.htm

[7] ÖZPINAR, A. (2000), “Gezgin Robot İçin Ultrasonik Uzaklık Algılayıcı Devresi”, Bitirme Tezi, YTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü, İstanbul