

**T.C.**  
**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ**  
**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**OTOMATİK KONTROLLÜ BİR MOBİL ARAÇ PROJESİ**

**BİTİRME ÇALIŞMASI**

**HAZIRLAYAN**  
**UTKU YILMAZ**

**YÖNETEN**  
**Yrd.Doç.Dr. İSMAİL KAYA**

**TRABZON-2003**

## **ÖNSÖZ**

İlk başta beni bugünlerime getirmek için büyük bir çaba ve emek sarf eden anneme ve babama,yoğun çalışma içerisinde olmasına rağmen bana yardımını esirgemeyen ve projemi geliştirme aşamasında araştırmalarımnda ve fikir üretmemde her zaman destek olan hocam Yrd.Doç.Dr. İsmail KAYA'ya , yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Arş.Gör.Birol SOYSAL'a ve Arş.Gör. Ali ÖZEN'e, PIC programlama konusunda yardımlarından ötürü Arş. Gör. Oğuzhan ÇAKIR'a, eğitim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

UTKU YILMAZ

Mayıs 2003

TRABZON

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	4
2. MOBİL ARACIN MEKANİK YAPISI.....	5
3. İÇTEN TAHRİKLİ REDÜKTÖRLÜ MOTOR.....	6
4. UZAKTAN KUMANDA KONTROL SİSTEMİ.....	8
4.1. RAYO KONTROL SİSTEMİ.....	9
5. OTOMATİK KONTROL SİSTEMİ.....	12
5.1. ALGILAYICILAR.....	13
5.2. ULTRASONİK SENSÖRLER.....	17
5.3. MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇÜMÜ.....	24
5.3.1. ULTRASONİK MESAFE ÖLÇERİN AÇIK DEVRE ŞEMASI.....	24
5.3.2. DEVRE AÇIKLAMASI.....	25
5.3.3. PIC16F877 KONTROLLÜ ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇÜMÜNÜN PROSES AÇIKLAMASI.....	31
6. SONUÇ.....	38
 EKLER.....	 39
 EK-1 ULTRASONİK MESAFE ÖLÇÜM DEVRESİNDE KULLANILAN ENTE GRELERİN AÇIKLAMASI.....	 40
EK-2 ÜÇGEN DALGA OSİLATÖRÜ.....	43
EK-3 SHOTTKY BARIYER DİYODU.....	44
EK-4 S-R FLIP-FLOBUNUN ÇALIŞMA İLKESİ.....	45
EK-5 SES DALGASININ HAVADAKİ PROPAGASYON HIZI.....	46
EK-6 PIC 16F877.....	47
EK-7 ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇER-KAYNAK KODU.....	65
 KAYNAKLAR.....	 77

# GİRİŞ

Dört yıllık mühendislik eğitimim sonucunda, robotlara olan ilgimden dolayı, bitirme çalışması olarak özel olarak geliştirdiğim mobil aracın kontrolü üzerinde çalıştım.

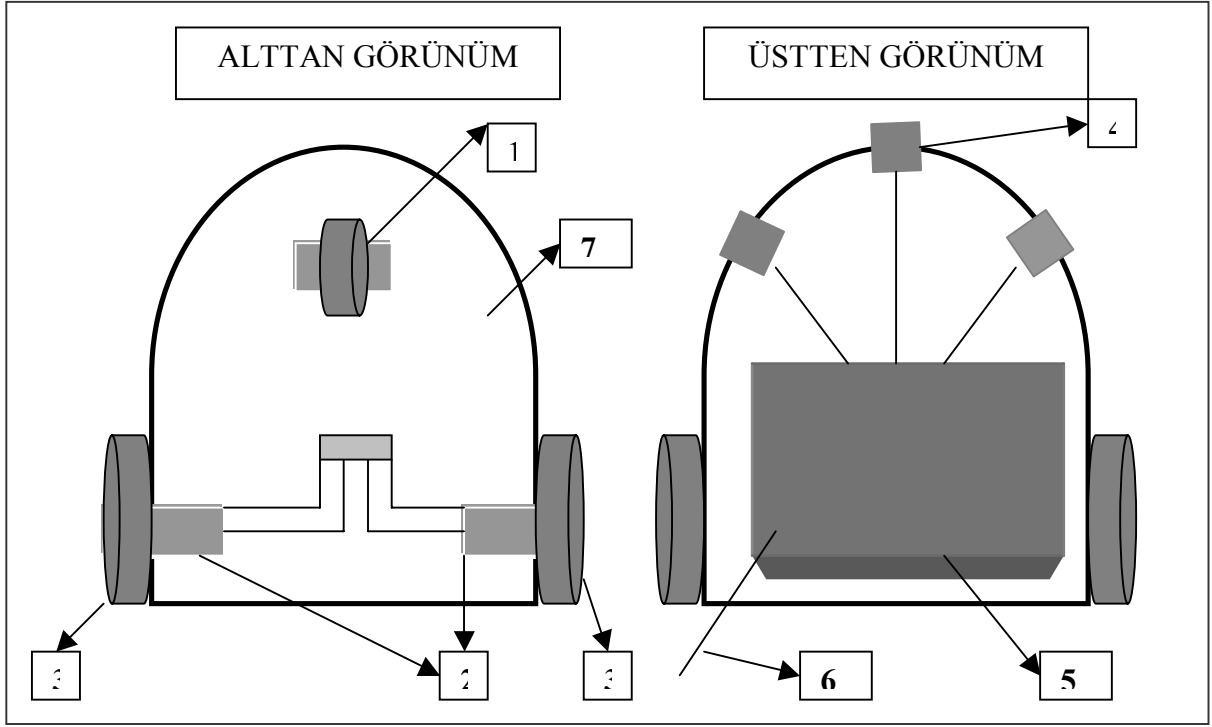
Bu bitirme çalışması iki kısımdan oluşmaktadır:

- I. Mobil aracın uzaktan kumanda ile kontrolü
- II. Mobil aracın mikrodenetleyici ile otomatik kontrolü

Aracın uzaktan kumanda ile kontrolü kısmı, mobil araca 27Mhz 4 kanallı R/C uzaktan kumanda kontrol devresinin uyarlanması 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.

## 2. MOBİL ARACIN MEKANİK YAPISI



Şekil-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

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 bağlı değildir.

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.

### 3. İÇTEN TAHRİKLİ REDÜKTÖRLÜ MOTOR [5]

#### 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 involit 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.

#### 3.2. 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.

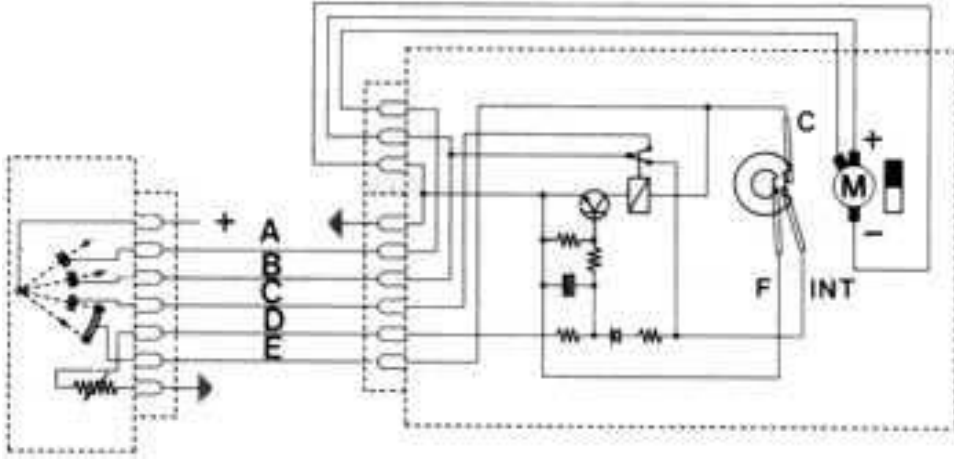
**Ağırlık** : 1,1 kg.

#### 3.3. 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
1Nm 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

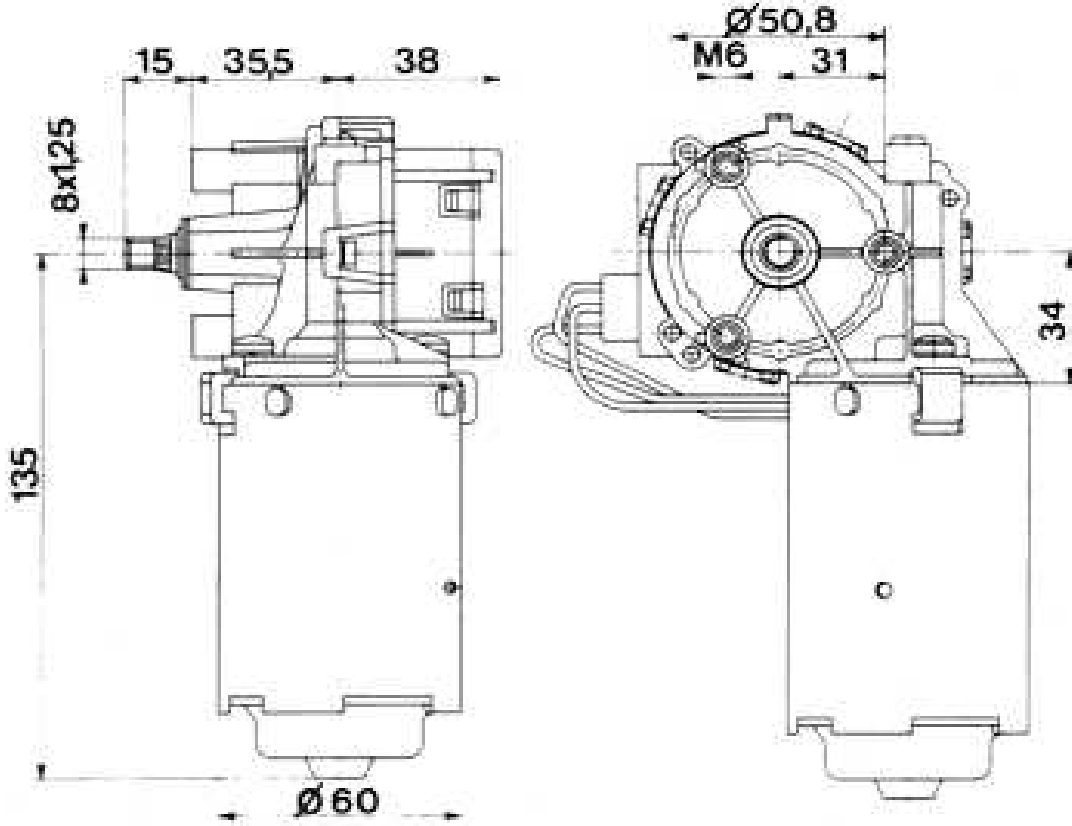
Fren testi : Test voltajı:13,5V Test sıcaklığı : 20/25°C

### 3.4. Elektrik Şeması



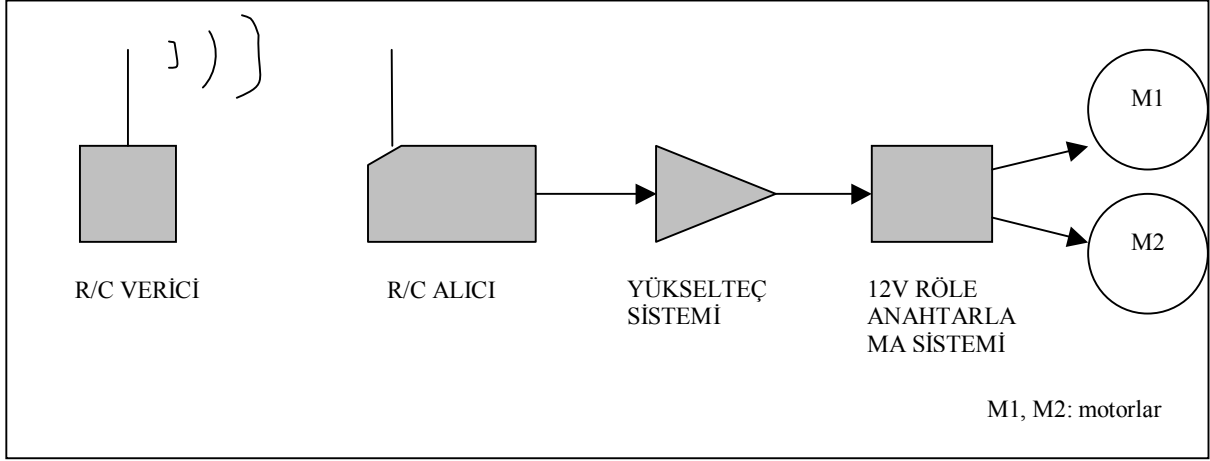
A: 2. hız B: 1. hız C: Fasıla D: Reosta E: Kapalı  
Şekil-2:Silecek moturunun elektrik şeması (ref. MAKO)

### 3.5. Ölçüler



Şekil-3: İçten tahrikli redüktörlü motor (ref MAKO)

## 4.UZAKTAN KUMANDA KONTROL SİSTEMİ



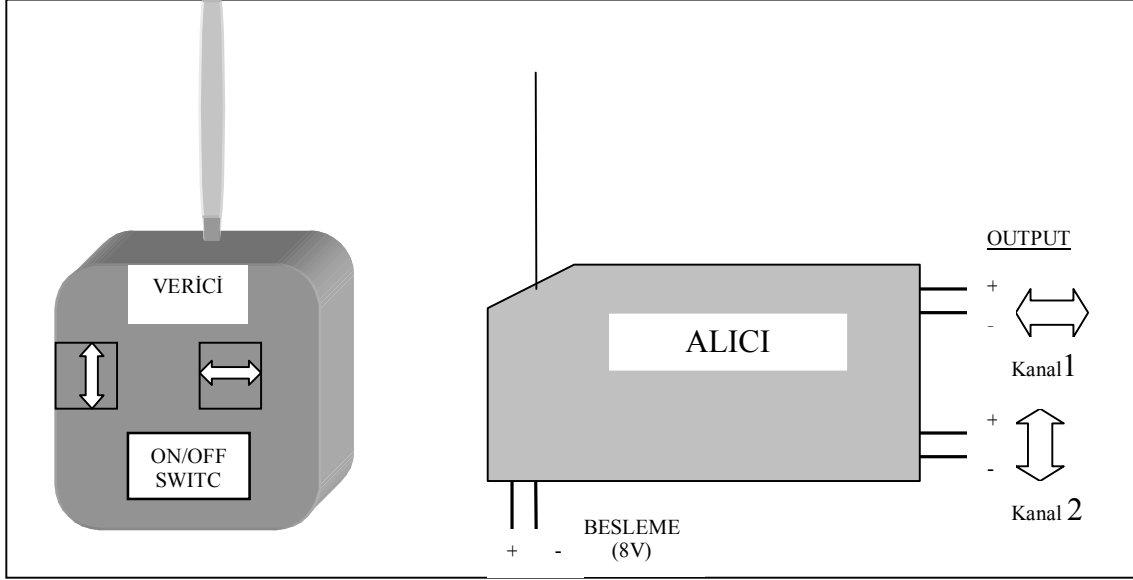
Şekil-4: Uzaktan kumanda kontrol sistemi blok şeması

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

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



## 4.1. RADYO KONTROL SİSTEMİ



Şekil-5: R/C 27MHz radyo kontrol sistemi

Radyo kontrollü (R/C) araçlar veya cihazlar; uzun mesafeden kontrol sağlamak için radyo frekansı kullanılarak kablosuz, verici vasıtasıyla aracın kumandası sağlanır. [2]

Radyo kontrollü araçlar, araca monte edilmemiş elde taşınabilir verici vasıtasıyla kontrol edilir.R/C kontrollü 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 yayım menzili ve esnekliği mevcuttur.[3],[4]

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 sisteminde 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 farklı 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 kullanım amaçlı R/C sistemlerin menzili kullanılan sisteme göre 50 ile 1500 feet arasında değişir. Uçakların müthiş kontrol menzili vardır. R/C deniz araçlarının menzili genellikle R/C kara araçlarından 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 cadmiyum) batarya paketleri kullanılır. R/C kontrol sisteminin verici kısmında ise genellikle 9Vluk pil kullanılır.

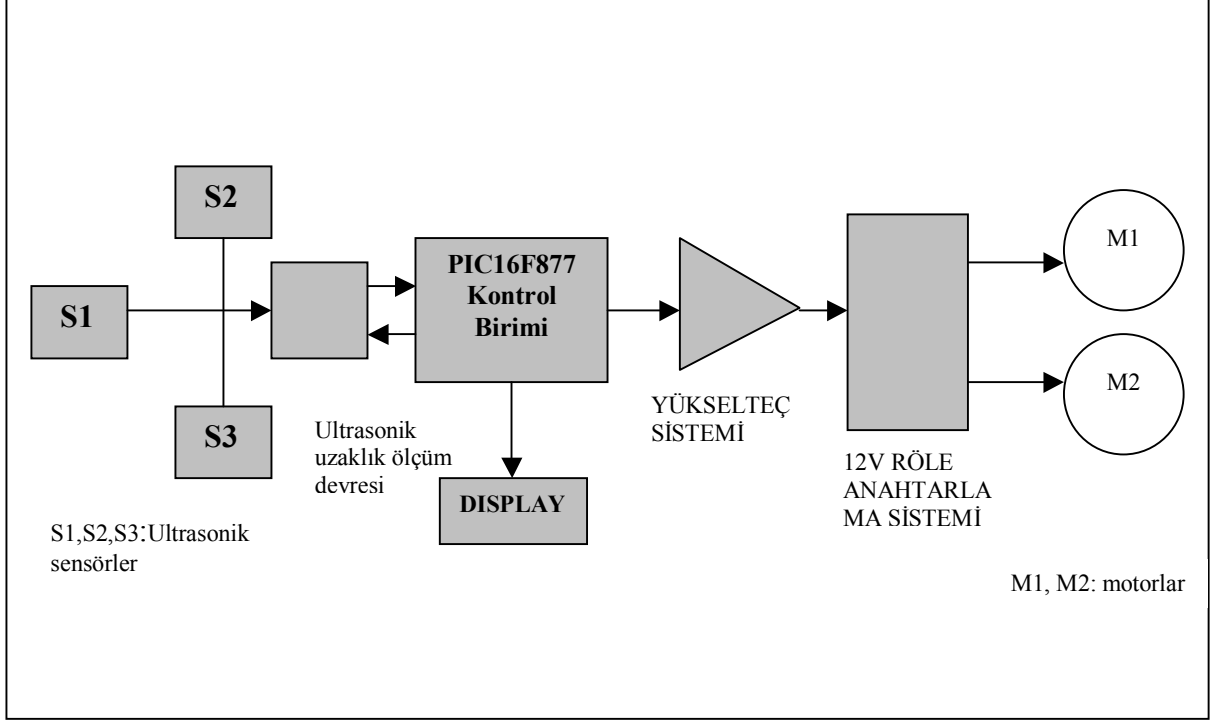
#### **VI. Kullanım Süresi:**

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

## 5. OTOMATİK KONTROL SİSTEMİ

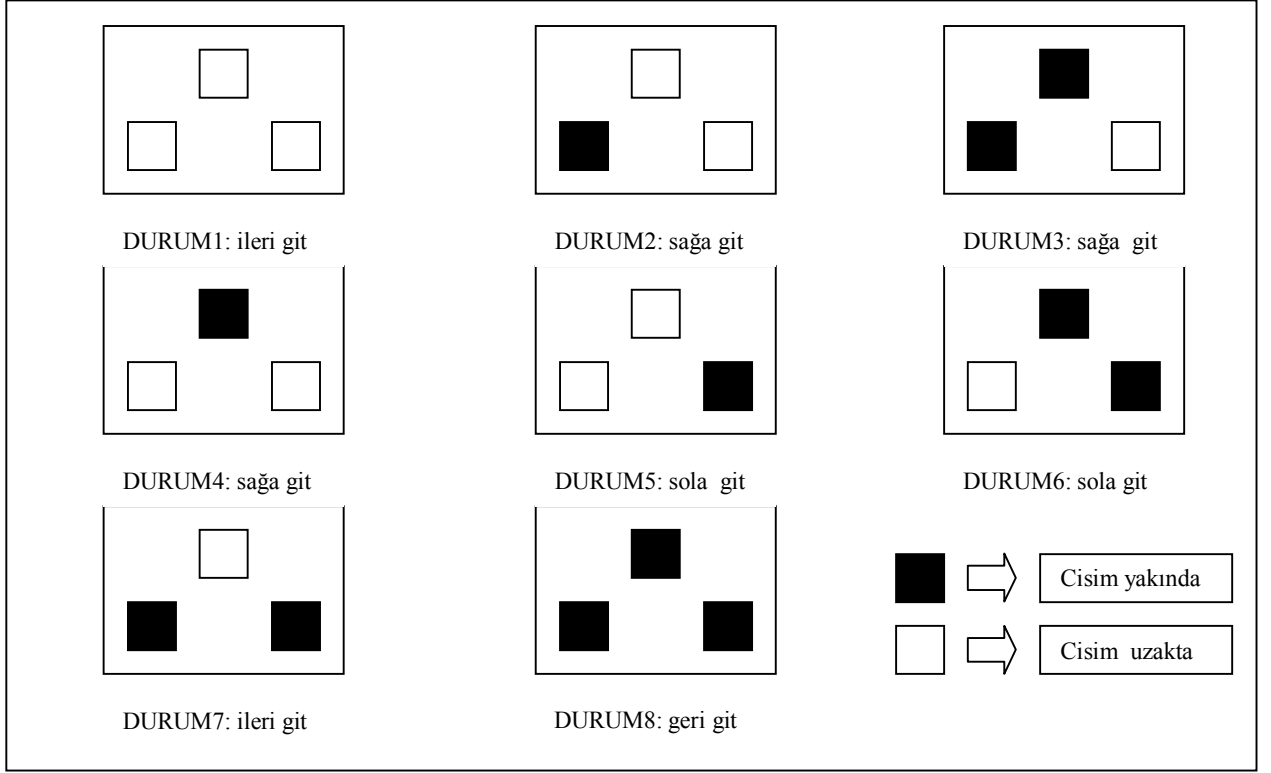


Şekil-6: Otomatik kontrol sistemi

Şekil-4 den de görüldüğü üzere ultrasonik sensörlerin kontrolü ve sensörlerden alınan mesafe bilgisi PIC (\*) ile kontrol edilmektedir.

PIC sürekli olarak sensörleri kontrol eder. Sensörlerden alınan uzaklık bilgisi belli bir referans değerinin altındaysa (Örneğin 10cm) 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.

(\*) PIC16F877 (Peripheral Interface Controller) hakkında detaylı teknik bilgi EK-6 de verilmiştir.



Şekil-7: Sensörlerin cisim mesafesi algılama durumlarına göre aracın hareketi

## 5.1. ALGILAYICILAR (SENSÖRLER) [6]

### 5.1.1 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 ya da yeni bir uygulama tipi geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Teknik terminolojide Sensor ve Transducer terimleri birbirlerinin yerine sık sık kullanılan terimlerdir. Transducer genel olarak enerji dönüştürücü olarak tanımlanır. Sensor 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.

## 5.1.2. ALGILAYICILARIN SINIFLANDIRILMASI

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

### 5.1.2.1 Giriş Büyüklüklerine Göre

Algılayıcılarla ölçülen büyüklükler 6 gruba ayrılabilir. Bunlar;

1. **Mekanik** : Uzunluk, alan, miktar, kütleli akış, kuvvet, tork (moment), Basınç, Hız, İvme, Pozisyon, Ses dalgaboyu ve yoğunluğu
2. **Termal** : Sıcaklık, ısı akışı
3. **Elektriksel** : Voltaj, akım, çarç, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı ve frekans
4. **Manyetik** : Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik
5. **Işıma** : Yoğunluk, dalgaboyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme
6. **Kimyasal** : Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı

### 5.1.2.2 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 protokolüne uygun olarak bilgisayara gönderir. RS232C bir single ended arayüze olduğundan alıcı ve gönderici arasındaki uzaklık dış çevreden gelen olumsuz faktörlerin (EMI,RFI enterferanslar) azaltılması açısından kısa tutulmalıdır.

RS422A : Bu protokol differential ended bir arayüze 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 bir 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 AraBirim Tipi Max Kablo Uzunluğu Max Veri hızı İletişim Tipi  
RS232C Single Ended Voltage 15 mt 20Kbps Point to point  
RS422A Differential Voltage 1,2 Km 10Mbps Point to point  
RS485A Differential Voltage 1,2 Km 10Mbps MultiDrop (32 Node)

### **5.1.2.3 Besleme İhtiyacına Göre**

Algılayıcılar besleme ihtiyacına göre iki sınıfa ayrılabilir. Bunlar ;

#### **5.1.2.3.1 Pasif Algılayıcılar**

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

#### **5.1.2.3.2 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 ya da analog formatta elektriksel çıkış sinyali üretirler. Analog çıkışlılarda, çıkış büyüklüğü gerilim ya da akımdır. Gerilim çıkışı genellikle 0-5V aralığında oldukça yaygın kullanılmaktadır. Ancak 4-20mA akım çıkışı da artık endüstride standart haline gelmiştir. Bazı durumlarda 0-20mA 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.

### **5.1.3. YER DEĞİŞİMİ VE HAREKET ALGILAYICILARI**

Mekanikteki en temel ölçü uzunluk ölçüsüdür. Konum, hareket, yerdeğişimi terimleri birbirine çok yakın durmaktadır. Konum algılayıcı (Position Sensor) yada hareket transdüseri (Motion Transducer) terimlerine sık sık rastlanmaktadır. Yer değışimi transdüseri (Displacement Transducer), teknik olarak en doğru ifade sayılabilir. Temel olarak lineer ve açısai yerdeğişimi algılayıcı olarak ikiye ayrılırlar. Yerdeğişim algılayıcıları ölçme teknikleri açısından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

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

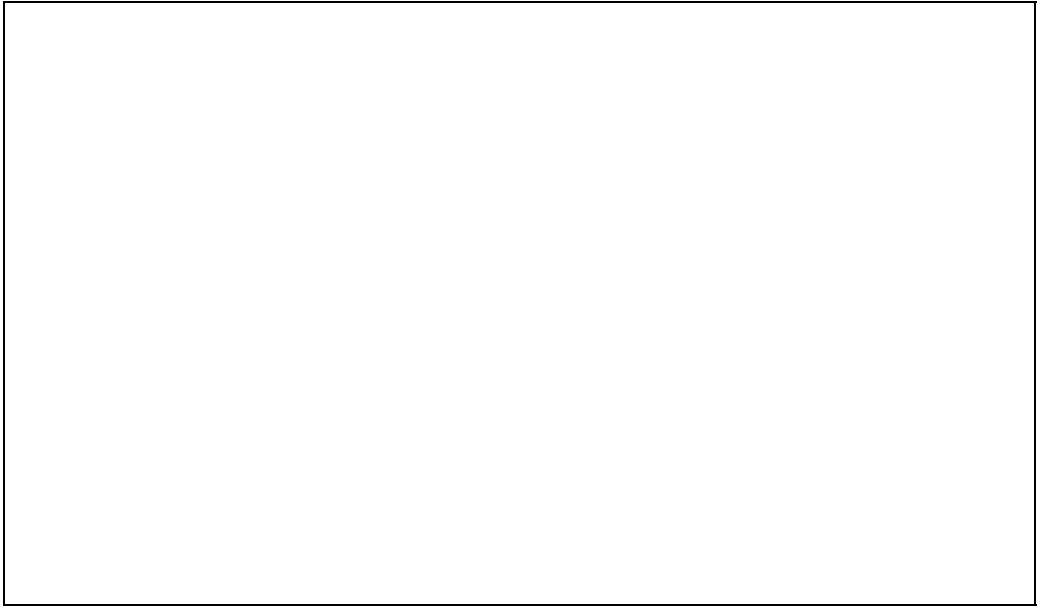


## 5.2. ULTRASONİK SENSÖRLER [7]

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.

### 5.2.1. Çalışma Prensipleri:

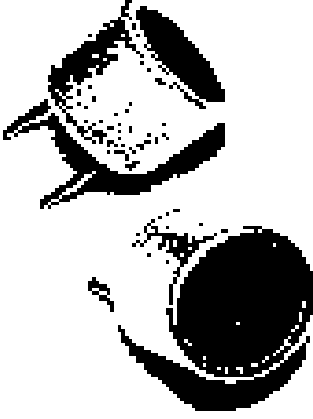
Ultrasonik uzaklık sensörü, piezoelektrik transducerden gelen 40KHz ultrasonik sesin kısa darbelerini yayarak çalışmaktadır. Ses enerjisinin küçük bir kısmı sensörün önündeki cisimlerden yansıtılarak dedektöre yani farklı bir piezoelektrik transducere gelir. (Bkz. Şekil-6) Alıcı yükselteci yansıyan işareti (ekoları) sinyal dedeksiyon sistemine veya mikrodenetleyiciye gönderir. Sinyalin havadaki hızına bağlı olarak mikrodenetleyici cisimlerin ne kadar uzakta olduklarını zamanlama prosesi koşarak belirler.



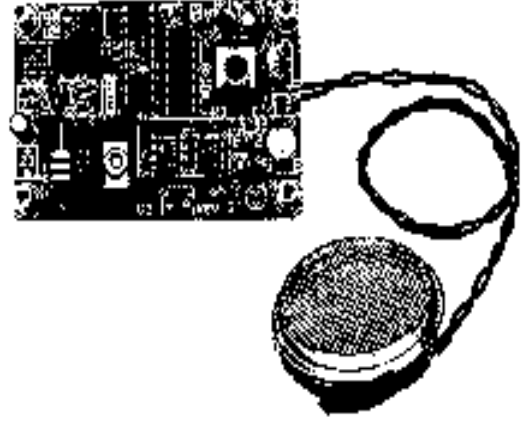
Şekil-8: Ultrasonik ses dalgalarının yayılımı

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

- *Polaroid sensör tipi*: Ultrasonik ses dalgalarının yayılması ve algılanması tek bir piezoelektrik transducer tarafından yapılır.(bkz. Şekil-7b)
- *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. (bkz. Şekil-7a)

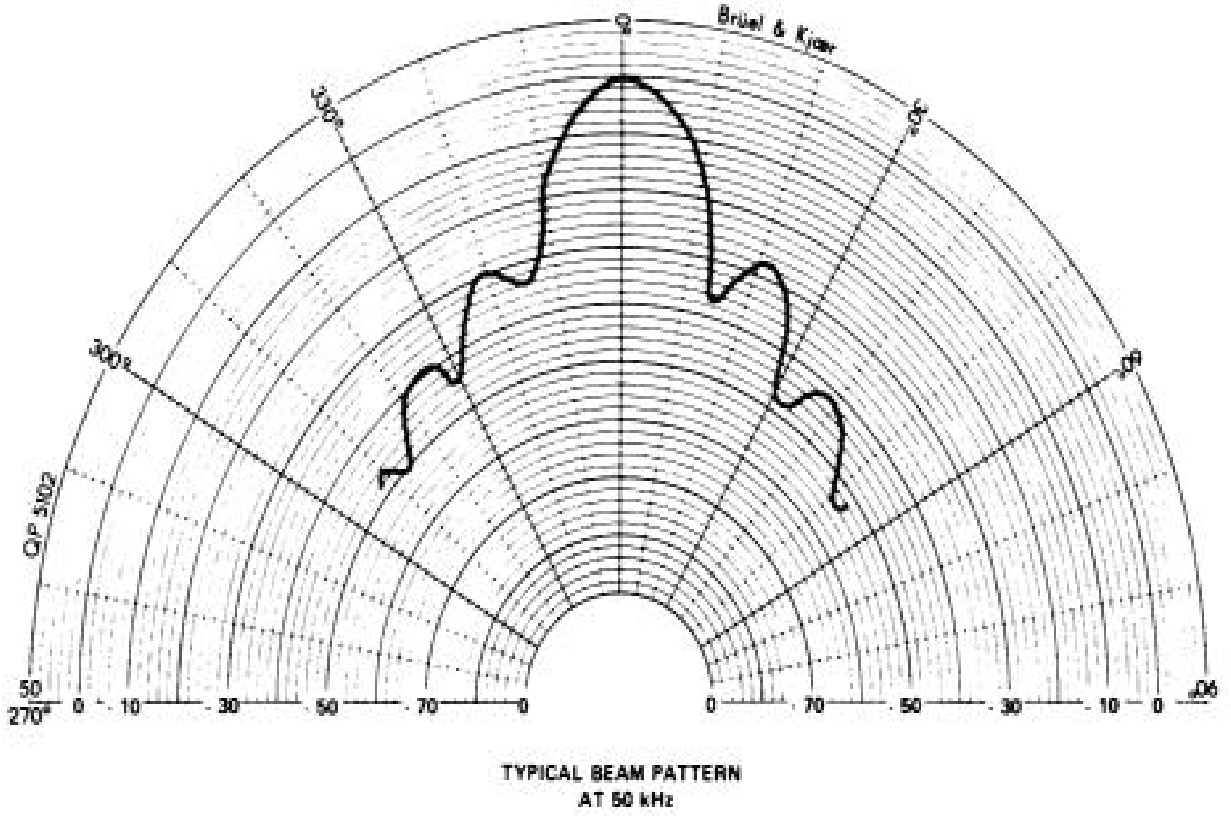


Şekil-9a: Hitechnic sensör tipi



Şekil-9b: Polaroid sensör tipi

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 açısız olarak ölçeklendirilirse, informasyon bilgisi 30 derece konisi ( bkz. Şekil-8) içinde bulunan en yakın noktaya göre kaydedilir.

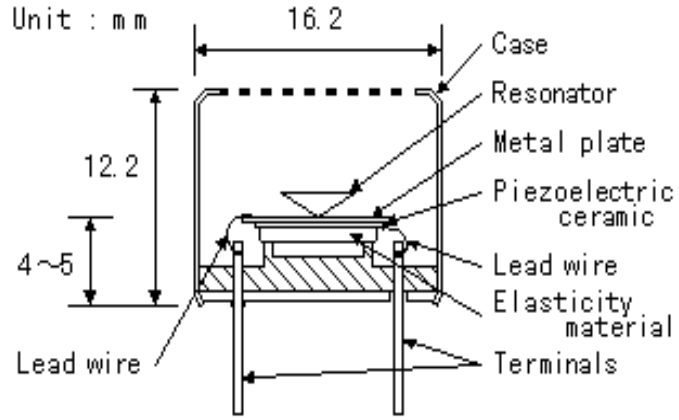


Şekil-10 : Ultrasonik sensörün tipik ışıma paterni

### 5.2.2. Teknik ve Fiziksel Bilgiler:

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

Tablo-2



Şekil-11: Ultrasonik sensörün iç yapısı

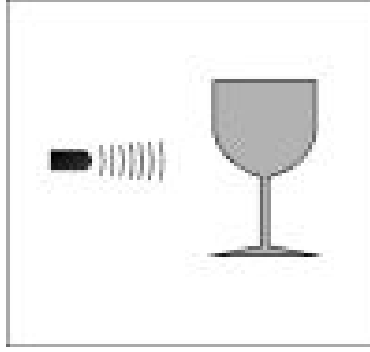
### 5.2.3. Ultrasonik Uzaklık Sensörünün Kullanım Avantajları:

- **Kontaksız Ölçüm**  
Hedef cismi dokunmadan havayı kullanarak nispeden geniş mesafelerden ölçer.
- **Cisim Menzilemle**  
Cisim mesafesini çoğunlukla görünüş veya yakınlık analizine göre ölçebilir.
- **Uzaklıkla Orantılı Çıkış**  
Sensörün elektriksel çıkışları ölçülen hedef uzaklığıyla orantılı veya bu uzaklığa bağlıdır.
- **Yüksek Çözünürlük**  
Ultrasonik sensörler hedef cisimle ilgili bilgiyi 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

#### 5.2.4. Tipik Bazı Uygulama Alanları:

##### a) Yaklaşım Uygulaması:

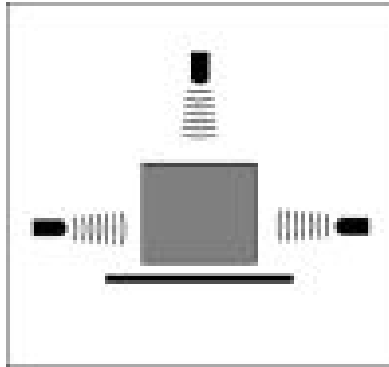
Cisimlerin belirli bir yerde bulunmalarını algılayıp, sayma işlemi yapılarak veya hareketlerini kontrol etmek amacıyla endüstride kullanılırlar.



Şekil-12

##### b) Boyutlandırma:

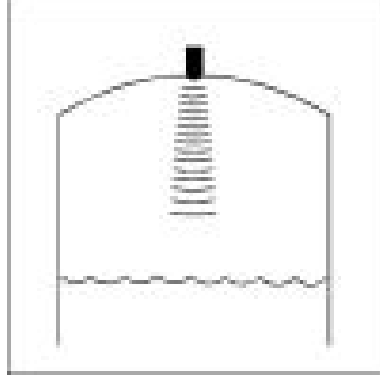
Cisimlerin ölçü bilgilerini, cisimlerin genişliklerine veya hacimlerine göre belirlemede kullanılırlar.



Şekil-13

##### c) Seviye ölçümü:

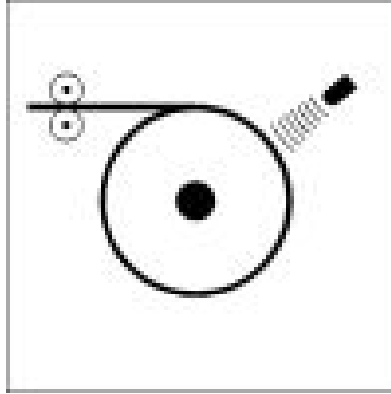
Enventör ve diziler için tankların veya kutuların içerisindeki sıvıların veya sıvı halde bulunan malzemelerin seviyesini ölçmek için endüstride kullanılmaktadır.



Şekil-14

**c) Rulo Çapı Ölçümü:**

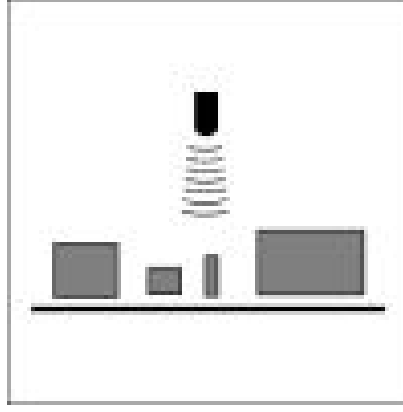
Endüstride ruloların kontrol gerginliğini veya hızını , veya dolu/boş durumunu ölçmek için kullanılırlar



Şekil-15

**e) Sınıflandırma / Seçme :**

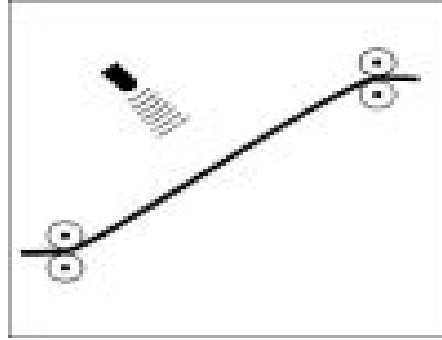
Cisimlerin sınıflandırılması veya seçimi işlemi cisimlerin fiziksel ölçülerine farklılıklarına bağlı olarak ölçülmektedir.



Şekil-16

**f) Bağlantı Kopma Belirlenmesi / Döngü Kontrolü :**

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



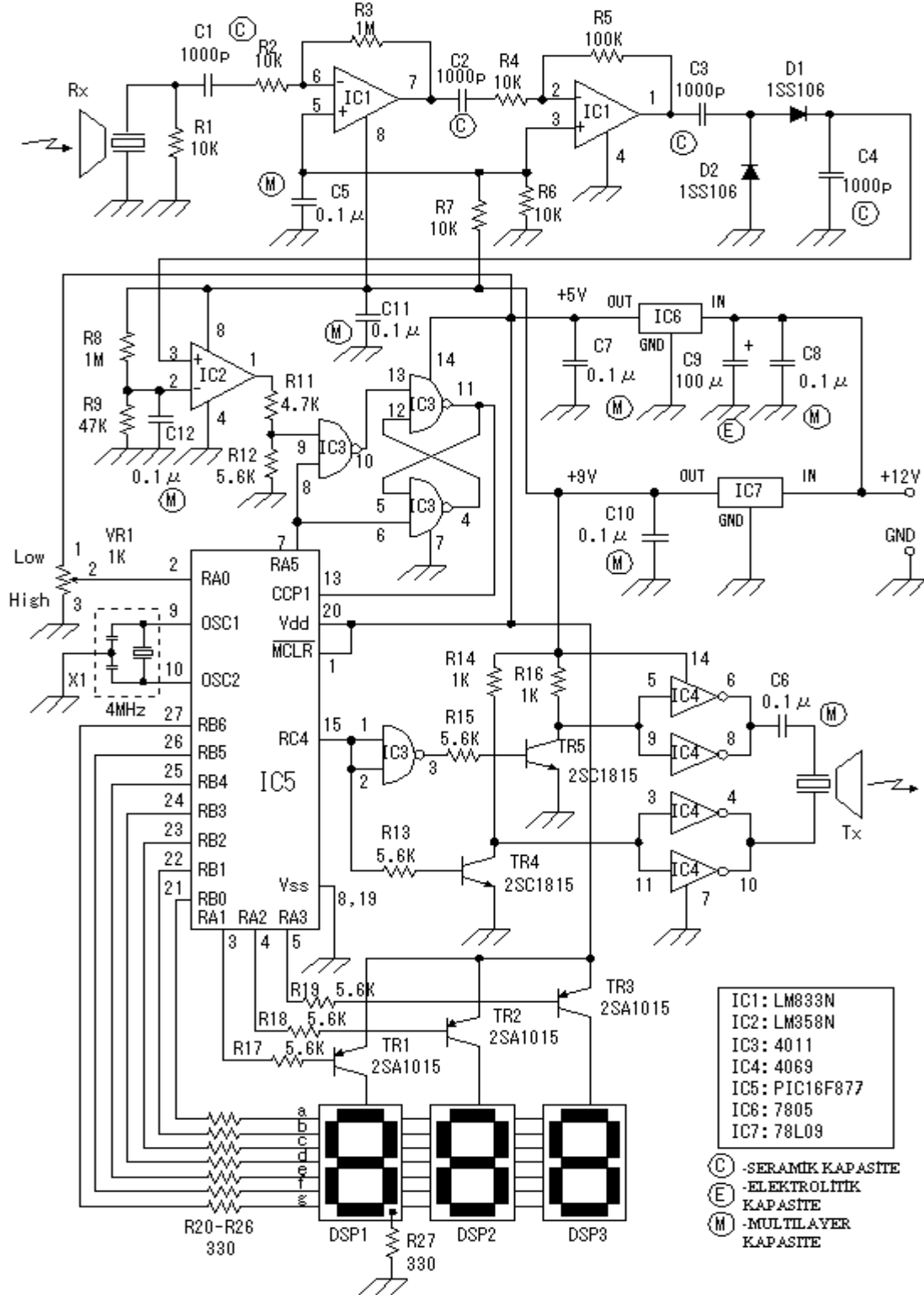
Şekil-17

Bu uygulamalara ek olarak ultrasonik sensörler;

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

## 5.3. MİKRODENETLEYİCİ DENETİMLİ ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇÜMÜ [1]

### 5.3.1. ULTRASONİK MESAFE ÖLÇERİN AÇIK DEVRE ŞEMASI



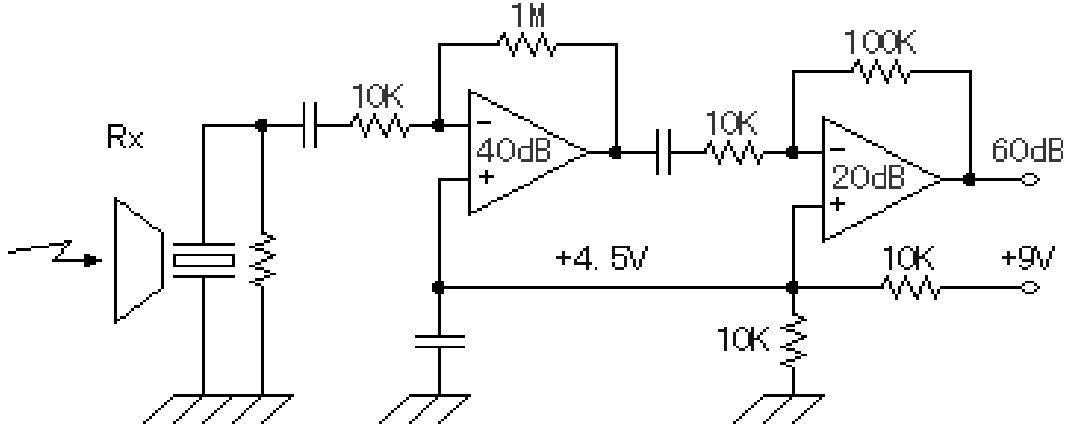
Şekil-18: Ultrasonik mesafe ölçerin açık devre şeması



## 5.3.2. DEVRE AÇIKLAMASI

### 5.3.2.1. ALICI DEVRE

#### 5.3.2.1.1. Sinyal Yükselteç Devresi:



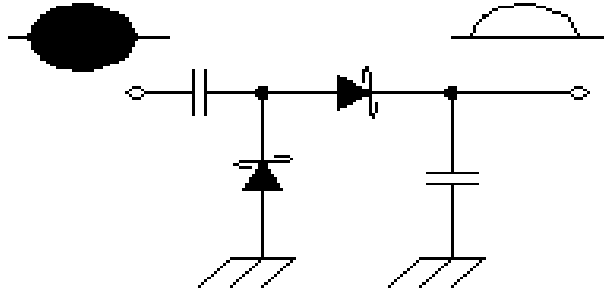
Şekil-19:Sinyal yükselteç devresi

Alıcı sensöre yansiyarak gelen ultrasonik sinyalin gerilimi yükselteçler tarafından 1000 kat (60dB) kuvvetlendirilir.Bu kuvvetlendirme işlemi iki aşamada gerçekleşir.100 kat kuvvetlendirme (60dB) ilk katta ve 10 kat kuvvetlendirme (20db) ise 2.katta gerçekleşir.

Genellikle işlemsel yükselteçler için pozitif ve negatif güç kaynağı kullanılmaktadır.Bu devrede ise sadece +9V luk besleme kullanılmıştır.Bu yüzden işlemsel yükseltecin pozitif beslemesi için kutuplama gerilimi olarak güç kaynağının yarısı gerilim uygulanmıştır. İşlemsel yükselteçleri negatif geribesleme ile kullanırken pozitif giriş terminalinin geriliminin genliği ile negatif gerilim terminalinin geriliminin genliği birbirine yaklaşık olarak eşitlenmelidir.Bu işlem sanal topraklama olarak isimlendirilir.Böylece kutuplama gerilimi sayesinde alternatif akım işaretinin her iki alternansı da eşit bir şekilde kuvvetlendirilmiş olur. Eğer kutuplama gerilim kullanılmazsa, alternatif akım işaretinde bozulmalar oluşur. Bu teknik iki tür kaynak gerektiren fakat bunun yerine tek kaynağın kullanılan işlemsel yükselteçlerle çalışırken sıkça kullanılır.

*Yukarıdaki devredeki üçgen dalga osilatörünün çalışma ilkesi EK-2 de verilmiştir.*

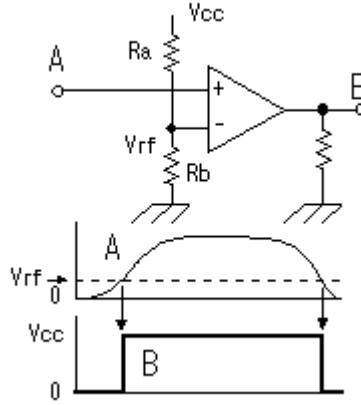
#### 5.3.2.1.2. Deteksiyon Devresi:



Şekil-20: Deteksiyon devresi

Deteksiyon alınan ultrasonik işaretin algılanması için kullanılmıştır. Bu devre Shottky bariyer diyotlarıyla gerçekleştirilmiş yarım-dalga doğrultma devresidir. Algılan işaretin gerilim seviyesine göre DC gerilim, diyodun arkasındaki kapasiteye sonlandırılmıştır. Shottky bariyer diyotlarının (\*) yüksek frekans cevabı iyi olduğundan dolayı tercih edilmiştir.

### 5.3.2.1.3. İşaret Dedektörü:



Şekil-21: İşaret dedektörü

Bu devre uzaklığı ölçülmek istenen cisimden geri dönen ultrasonik sesi algılar. Dedeksiyon devresinin çıkışı bir karşılaştırıcı kullanılarak belirlenir. Devrede karşılaştırıcı yerine tek kaynaktan beslemeli işlemsel yükselteç kullanılmıştır. İşlemsel yükselteçler ve çıkışlar pozitif ve negatif girişlerin farkıdır.

(\*) Shottky bariyer diyotların karakteristikleri ve teknik bilgiler EK-3 de verilmiştir.

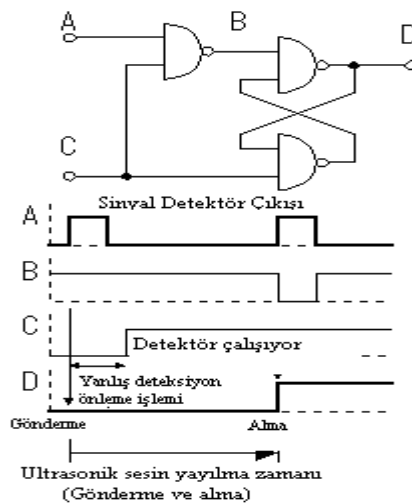
Eğer işlemsel yükselteçte negatif geribesleme kullanılmaması durumunda, çıkış işareti ufak bir giriş geriliminde sature olabilir. Genellikle işlemsel yükselteçler 10000 den büyük bir  $\mu$  faktörüne sahiptir. Bu yüzden eğer pozitif giriş negatif girişten ufak bir farkla büyük olursa, bu fark 10 milyon kez yükseltilir ve çıkış beslemeyle neredeyse aynı olacak seviyeye gelir. Bu olay “sature olma durumu”dur. Bunun tam tersi olayda, eğer pozitif giriş negatif girişten ufak bir farkla küçük olursa, bu sefer fark 10 milyon kez yükseltilir ve çıkış neredeyse 0V olur. Bu durum OFF durumu olarak isimlendirilir. Bu işlem karşılaştırıcının çalışma ilkesiyle aynıdır. Fakat karşılaştırıcının iç yapısı işlemsel yükselteçinkinden farklıdır. Karşılaştırıcı işlemsel yükselteç yerine kullanılamaz .

Bu devrede dedeksiyon devresinin çıkışı sinyal dedektörünün pozitif girişine bağlanmıştır ve negatif girişin gerilimi kararlı kılınmıştır

$$\begin{aligned} V_{rf} &= (R_b \times V_{cc}) / (R_a + R_b) \\ &= (47^{K\text{-ohm}} \times 9^V) / (1^{M\text{-ohm}} + 47^{K\text{-ohm}}) \\ &= \mathbf{0.4V} \end{aligned}$$

Böylece düzeltilmiş ultrasonik işaret 0.4V dan daha büyük olursa sinyal dedektörünün çıkışı yüksek seviye konumuna gelir. (ortalama 9V) Bu çıkış gerilimi işaret tutucu devre girişiyle uyumlu hale getirebilmek için direçler tarafından bu gerilim seviyesi düşürülür. (TTL:0-5V arası)

#### 5.3.2.1.4. İşaret Tutucu Devre:

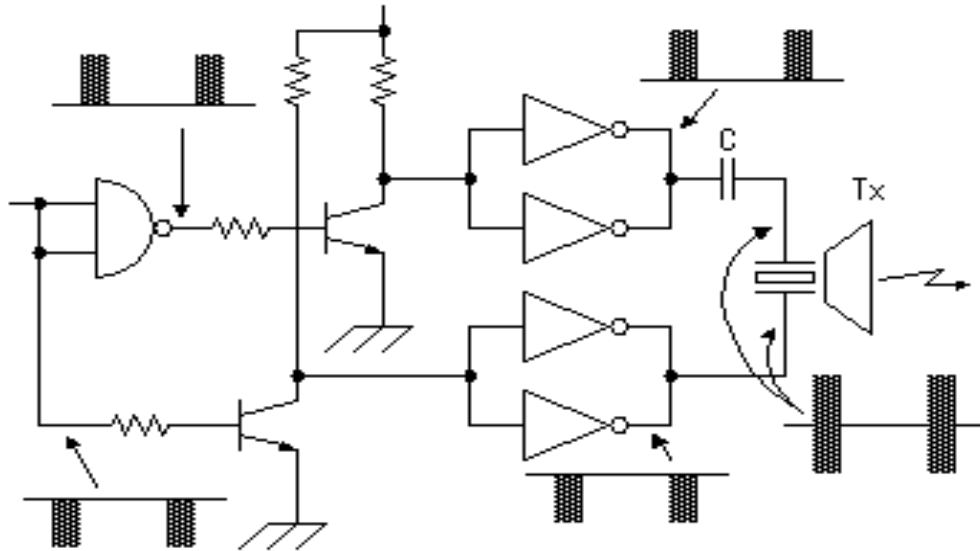


Şekil-22:İşaret tutucu devre

Algılanan işaretin tutma devresi SR flip-flop (\*) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İletim darbesinin etkisine bağlı olan yanlış algılamayı önlemek için transmisyon darbesi gönderildikten sonra detektörün belli bir süre çalışmaması sağlanmalıdır. Bu ortalama 1.5 milisaniyedir. Bu işlem PIC yazılımı tarafından kontrol edilir.

PIC'in tutma özelliği kullanılırken, bu devre zorunlu değildir. Tutma işlemi tutma girişinin bir kez değişmesi durumunda yapılmaktadır. Bu devrenin kullanılmasının esas nedeni, yansıyan sinyal dedeksiyon zamanı içerisindeki doğruluğudur. (ortalama 65msn) Bir sonraki ultrasonik darbeyi gönderirken, bu devrenin çıkışı kontrol edilmelidir. Eğer çıkış alçak seviyedeysse bir hata mesajı bildirilmelidir. Çünkü yansıyan işaret algılanamamıştır.

### 5.3.2.2. VERİCİ DEVRE



Şekil-23: İşaret tutucu devre

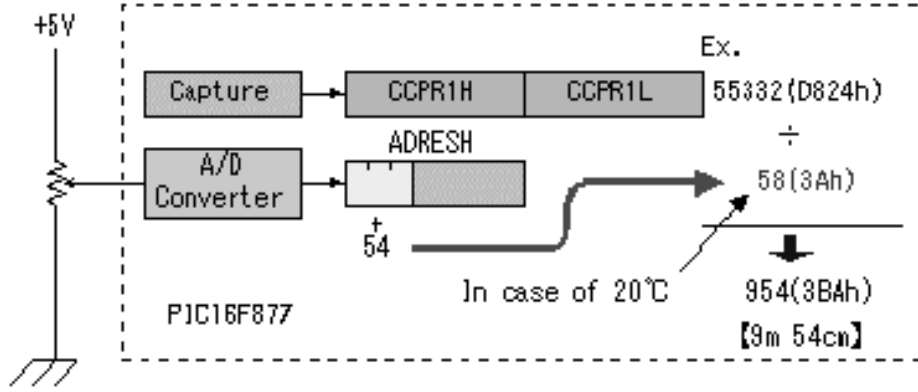
Bu devrede inverter, ultrasonik sensörün sürülmesi için kullanılmıştır. İki adet inverter iletim elektrik gücünü arttırmak için paralel olarak bağlanmışlardır.

Pozitif terminale uygulanacak faz ile voltaj ve sensörün negatif terminali 180 derece fazı döndürülmüştür. Çünkü doğru akım kapasiteler tarafından kırılmaktadır, hemen hemen inverter çıkışının gerilimi iki kere sensöre uygulanmıştır.

(\*) SR flip-floplarıyla ilgili detaylar EK-4 de verilmiştir.

Sürücü devrenin beslemesi +9V tur.Bu gerilim transistörler sayesinde PIC'in çalışabileceği gerilim seviyesi olan +5V'a indirilmektedir.Çünkü devremizde C-MOS inverterler kullanılmıştır.

### 5.3.2.2.1. Sıcaklık düzeltimli gerilim üreten devre:



Şekil-24:PIC'in sıcaklık düzeltim işlemi

Sesin havada yayılma hızı sıcaklığa göre değişim göstermektedir. 0°C için  $331.5^{m/sec}$  , 40°C için  $355.5^{m/sec}$  dir.

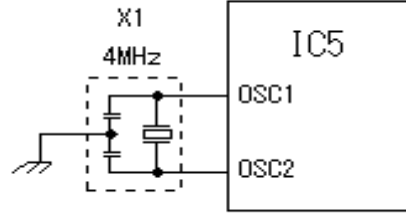
*Propagasyon hızı için detaylı bilgi EK-5 de verilmiştir.*

Uzaklık ölçer, tutma özelliğinden ölçülen mesafeyi yayılım zamanını bölerek hesaplamaktadır.Bir ses dalgasının 0°C de ve 1m lik mesafe ölçümü için gidiş-dönüş süresi  $2^m/331.5^{m/sec} = 0.006033$  saniye = 6.033 millisaniyedir. Sayıcının içeriği, tutma özelliği sayesinde 1mikrosaniye içinde 6033 değerindedir.Mesafenin cm cinsinden dönüşüm işlemi 60 sayısına bölünmesiyle elde edilir.Bu değer  $6033/60=100.55$  dir. Bu değer aynı zamanda onluk tabanda kesim noktasıdır.Bu aynı zamanda ölçüm hata noktasıdır.

Bu dönüştürme değeri (60) sıcaklığa bağlıdır.Ölçülecek mesafeyle bir ilgisi yoktur. Örneğin, 9m için bu değer  $54298/60=904,9$  dur.Dönüşüm hatası,mesafe arttıkça büyür. Dönüşüm değeri ortam sıcaklığına bağlı olarak ta değişmektedir.Örneğin, 40°C için  $2m/355.5m/sec = 5625$  mikrosaniye ve dönüşüm değeri ise 56dır.

Bu mesafe ölçüm tekniğinde dönüşüm değeri, A/D dönüştürücü arabirimi tarafından gerçekleştirilir.A/D dönüştürücü giriş gerilimini 10 bitlik dijital data şekline dönüştürür. Burada en anlamlı 3 bit kullanılmıştır.Böylece 0 ile 5V arası giriş, 0 dan 7'ye kadar ölçeklendirilir ve 54 değeri bu dijital değere eklenir.Yani dönüşüm değeri 54 den 61'e kadar ayarlanabilmektedir.

### 5.3.2.3. REZONATÖR

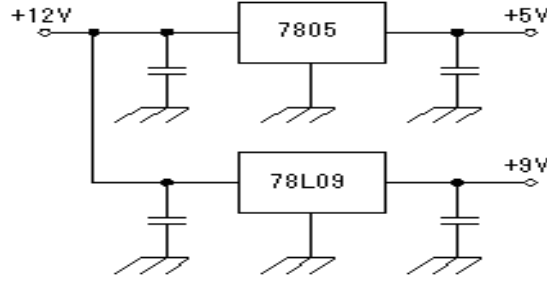


Şekil-25: Rezanatör

PIC mikrodenetleyici için 4-Mhz rezonatör kullanılmıştır.Sayıcının sayma süresi 4-Mhz saat kullanıldığında 1 µs'dir. Timer1 65535 sayımı (16 bit) yakalamak için kullanılmaktadır. Böylece maksimum 65,535 ms'de sayma işlemi tamamlar.

Sesin havada yayılım hızı 20°C için 343 m/s'dir.10m mesafe ölçülecekse,sinyalin gidiş dönüş süresi  $20m/343m/sec = 0.0583$  s'dir.Bu ölçüm süresi bir mesafe ölçer için gayet iyi bir değerdir.

### 5.3.2.4. GÜÇ KAYNAĞI DEVRESİ



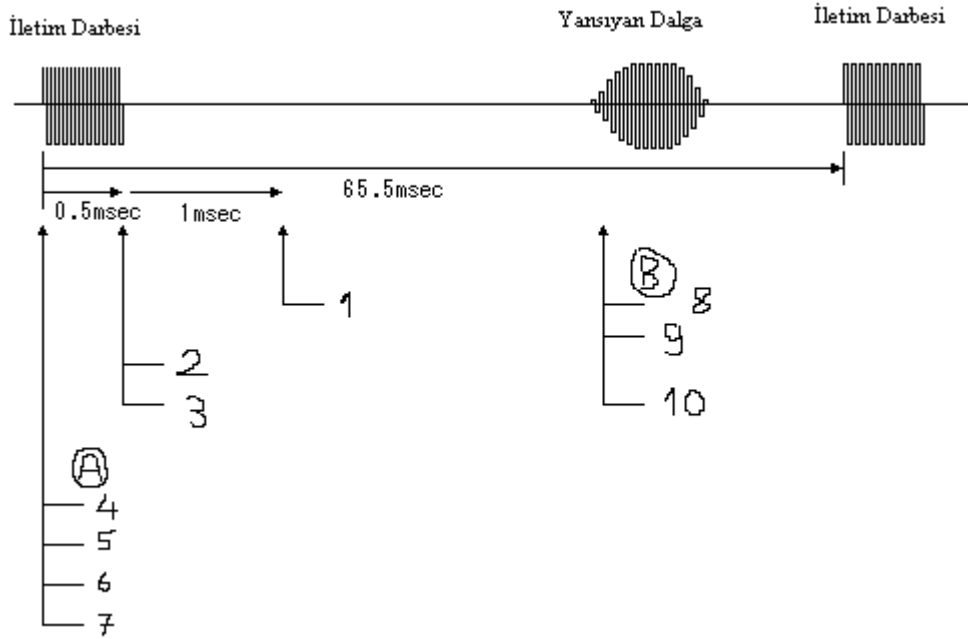
Şekil-26: Güç kaynağı devresi

Devre için gerekli olan +5V ve +9V gerilimler 3 bacaklı regülatörler tarafından 12V'luk beslemeden sağlanmaktadır.+9V Ultrasonik verici ve alıcı devrelerini beslemektedir.Az akım gerekli olacağından 100mA'lık regülatör tipi seçilmiştir.

Diğer devre için ise +5V PIC'in çalışması için gerekli gerilimdir.PIC'in çıkışına ledler bağlı olacağı için 100mA'lık seçim yeterli olur.Fakat güvenlik için 1A regülatör tipi seçilmiştir.

### 5.3.3. PIC16F877 KONTROLLÜ ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇÜMÜNÜN PROSES AÇIKLAMASI

Ultrasonik uzaklık ölçer, ultrasonik işaret darbesinin gönderildikten sonra hedef cisme yansıyıp tekrar geri döndüğü zamanı ölçerek hedef cismin uzaklığı algılar. Şekil-1 deki süreç defalarca tekrarlanmaktadır ve LED gösterge işlemi bu algılanma işlemiyle paralel yürütülür.



Şekil-27: Ultrasonik işaretin yayılımı ve deteksiyonu işlemi

Açıklama: 1) Deteksiyon başlangıcı

2) Gösterim düzeltme datasının alınması (A/D)

3) Hata algılama önleme zamanlayıcısı (1 msec)

(A)[Darbe iletim periyodu kesilme zamanlayıcısı (TMR0)=65.5 msec]

4) Yansıyan işaretin alınma kontrolü

5) Algılamayı durdurma

6) Tutma başlangıcı

7) 40kHzlik ses dalgası iletimi (0.5 msec)

(B)[ Tutma (capture) kesilmesi ]

8) Tutma sonu

9) Tutulan datanın uzaklığa dönüşümü

10) LED displayinde uzaklığın gösterimi

## I. Etiket Belirleme

```
;***** Etiket Belirleme *****  
cblock h'20'  
s_count          ; Adr sayarak darbe yolla  
:  
:  
:  
:  
:  
endc
```

Bu blok ( CBLOK...ENDC ) içerisindeki değişkenleri, sırasıyla RAM alanının EQU denliğiyle belirlenen adreslerine otomatik olarak atamada kullanılmaktadır Bu kullanım gayet elverişlidir çünkü farklı değişkenlere aynı bellek adresi atanması hatasını ortadan kaldırmaktadır.

7 segmentli LED'in yakılmasıyla ilgili tanımlamalar ise EQU komutuyla belirlenmiştir. 0 dan 9'a kadar data dijital gösterge için kullanılmıştır.Bununla beraber 10. data hata deteksiyon gösterimi için kullanılmıştır.11.data ise kesilme hata gösterimi için kullanılmıştır.Bu data sistemi hatasızlaştırmak içindir.

## II- Konfigürasyon bitlerinin ayarlanması

```
Oscillator          : HS  
Watchdog Timer     : OFF  
Power-up Timer     : Enabled  
Low Voltage ICSP   : OFF
```

(Bu seçim OFF olduğunda RB3 giriş/çıkış olarak kullanılamaz).

Tablo:2

## III- Baslangic İşlemleri

```
;***** Initial Process *****
```

### 1. Port ayarlama

RA0/AN0 portu A/D dönüştürücü için giriş olarak seçilmiştir.Giriş olarak ayarlanmıştır.Bütün B portları LEDleri kontrol edebilmek için çıkış olarak seçilmiştir.



C portunun RC2/CCP1 pini giriş tutmasını algılamak için giriş olarak seçilmiştir.

## 2. Ultrasonik itelim peryot zamanlayıcısının ayarlanması (TMR0)

Ultrasonik dalgaının iletim peryodu 'timer0'ı kullanarak kontrol edilir.Çünkü timer0 bir baytlık sayma yapabilmektedir.(256'ya kadar)Bununla beraber 256'ya kadar ön ölçeklendirme yaparak, timer0'ın 65535'e kadar sayması sağlanır.(256x256=65535).Böylece 4Mhzlik osilatör sayesinde 1 sayma işlemi 1µsnye denk gelir.Sonuç olarak, timer0'ın zaman döngüsü 65 msnye denk getirilmiş olur.

## 3. Tutma(capture) modunun başlatılması

Timer1 işareti tutmak (algılamak) için kullanılmıştır.Timer1 başlangıç durumuna getirilmiştir.Program başladığında timer1, algılama aksaklıkları önlemek için CCP1'i OFF konumuna getirir.

## 4. A/D dönüştürücünün ayarlanması

Öncelikle Channel0 konvertör girişi olarak ayarlanır.Clock girişimizin 4Mhz olması nedeniyle,Fosc/8 zamanlaması bizim A/D dönüşümün saati olarak ayarlanmıştır.ADC çıkışının en anlamlı registerını kullanmak istediğmden dolayı,Sonuç belleğine dijital bilgi sağa yanaşık yazılmalıdır.(ADFM=0)

*PIC16F877'in A/D dönüşümü hakkında detaylı bilgi EK-6 de verilmiştir.*

## 5. LED gösterge peryot zamanlayıcısının ayarlanması (TMR2)

7 bölmeli LED için dataların gösterimi çalışma alanına göre ayarlanabilir. Göstergenin ilk değeri "hata kodudur".Timer2'nin zaman aşımı süresi yaklaşık 10 milisaniyedir.Tutma (capture) modunun ve timer2'nin başlangıç yetkilendirme bitleri ayarlanır.

## 6. Kesme yordamının başlatılması

Kesme yordamı timer0 kesmesini,harici kesmeleri,global kesmeleri etkin kılar. Tutma ve timer2 kesmesi, çevresel (harici) cihaz kesmesi etkin yapılmazsa ortaya çıkmaz.Bu işlem sayesinde kesme işlemi başlar.

Başlangıç işlemleri bittiğinde, kesme beklemede kalır.Aynı adresleri tekrarlayarak uygular.

## IV- Kesme (interrupt) işlemleri:

;\*\*\*\*\* Interruption Process \*\*\*\*\*

Tutma (Capture) kesmesi,Timer2 kesmesi, Timer0 kesmesi kontrol edilir. Her bir kesme türü farklı bir kesme bayrağıyla temsil edilir.Bundan sonra, işlem uygun kesme programını koşar.

Eğer kesmenin türü kararsız ise, program durur.Global kesme yetki biti (GIE biti) kesme meydana geldiği zaman otomatik olarak resetlenir.Böylece kesme alt programı işlem görürken, farklı bir kesme oluşmaz.

## V- Belli olmayan kesme işlemi:

;\*\*\*\*\* Illegal interruption \*\*\*\*\*

Bu kesme işlemi belli olmayan (illegal) kesme meydana geldiği zaman LED'e hata datasını yollar.

## VI- Kesme sonlandırma işlemi:

;\*\*\*\*\* END of Interruption Process \*\*\*\*\*

Bu ultrasonik sensör algılama programda başlangıç işlemleri hariç bütün işlemler kesme programları tarafından yapılmaktadır.W ve Status registerları kesme

programlarında kullanılmamaktadır.Bu yüzden kaydetme ve tekrar kaydetme işlemlerine gerek yoktur.

Kesme bitirme işleminde ise GIE biti,RETFIE yönergesiyle setlenmektedir.

## **VII- Ultrasonik darbe yollama işlemi**

;\*\*\*\*\* Pulse send-out Process \*\*\*\*\*

Ultrasonik işaretin gönderilmesi işlemi aşağıda sıralanan işlemlerle yapılmaktadır.

### **1- Kesme göstergesinin silinmesi**

TMR0 ın kesme bayrağı silinir.Eğer bayrak silinmezse bir defa kesme oluşursa, kesme işlemi istenen zamanda tamamlanmadan biter.Ayrıca Timer0'ın sayma alanı da işlemden emin olmak için silinir.

### **2- Deteksiyon hatasının kontrol edilmesi**

Yeni darbe gönderilmeden son darbenin yansıyan işaretinin algılanmaması, bu ölçümün imkansız olduğunu bildirir.Display (gösterge) kapanır.Bu tür imkansız bir durumda bu işlemi yapmadan bir önceki data displayde gösterilir.

### **3- Yansıyan dalga detektörünün durdurulması**

Transmisyon darbesi gönderilir gönderilmez,Alıcı devre etkilenir ve muhtemelen yanlış algılama meydana gelir.Bunu önlemek için , yansıyan dalga ölçüm detektörü durdurulur.RA5 portu kullanılmıştır.

### **4- Tutma işleminin başlaması**

Timer1'in sayma alanı ve tutma registerının içeriği silinir.Deteksiyon modu tutması yükselen kenar tetiklemesi setlenerek yetkilendirilir.Emin olmak için kesme bayrağı yetkilendirilir.

## **5- 40KHz iletim darbesinin gönderilmesi**

40 KHz darbe, bir peryodunda 12.5 µsn ON süresi ve 12.5µsn OFF süresi olan bir darbedir.PIC 4-Mhz saat darbesi kullandığından, işlem yapma süresi 1 mikrosaniyedir. Bu yüzden temiz bir 40KHz işaret elde edilemez. Darbe iletimi süresinde kullandığımız adımların sayısına bağlı olarak bu frekans 38.5Khz ile 41.7KHz arasında değişir.20 darbe 0.5 msn ye denk gelmektedir.

## **6- Gösterge düzeltim bilgisinin işleme konulması**

A/D dönüşüm yapabilmek için ADCON0 registerının GO biti setlenmelidir. A/D dönüştürücü giriş kanalını anahtarlama yaparken, girişi anahtarladıktan sonra, 20µsn beklemeye ihtiyacı vardır.GO biti silindiğinde dönüştürme tamamlanır.En anlamlı 3 bit alınır ve 54le toplanır.Bu dönüştürme değeridir.

## **7- Hata deteksiyonunun önlenmesi**

Ultrasonik darbenin gönderilmesinden sonra darbenin alıcıdaki etkisi sonlanana kadar detektör algılama yapmaz.Bu süre ortalama 1msn olarak ayarlanmıştır.

## **8- Yansıyan dalganın algılanmasının başlatılması**

Yanlış işaret algılama önlenme zamanı geçtikten sonra, yansıyan işareti algılamak için gerekli şartlar sağlanmış olur.

## **VIII- Tutma (capture) modu kesme işlemi**

;\*\*\*\*\* Capture Process \*\*\*\*\*

Tutma (capture) modu kesme işleminde aşağıdaki işlemler yapılmaktadır.

### **1- Kesme göstergesinin silinmesi**

Capture kesme bayrağı resetlenir.

## 2- Uzaklık dönüştürme işlemi

Tutma işlemiyle durdurulan Timer0'ın içindeki sayım değeri, ses dalgasının propagasyon zamanıyla orantılıdır. Bu değeri direk olarak bir displayde göstermek mümkün değildir. Bu işlem sürecinde, bizim değerimiz belli bir değere bölünerek uzaklık sayısal değere çevrilir.

Örneğin; 1m mesafe için ölçüm yapılmak istensin. Bu durumda ses işareti 1m mesafede gider ve gelir. Bu süre  $20^{\circ}\text{C}$  için  $2^m/343^{\text{m/sec}}=5831$  mikrosaniyedir. Çünkü Timer0'ın saati  $1\mu\text{-sn/sayım}$  olması nedeniyle tutulan değer 5831dir. Eğer 58lik bir bölücü kullanırsak bu değeri 100 (1m) 'e eşitleyebiliriz. A/D dönüştürücüden alınan değer bölücü olarak kullanılır. Bu yüzden eğer ortamın sıcaklığı değişirse, A/D dönüştürücü girişi değiştirilerek ince ayar yapılır.

## 3- Display ayarlama işlemi

Bu işlemde, binary numaralar her bir çalışma döngüsünde onluk değerlere dönüştürülür. (100üncü, 10uncu, 1inci) 100. basamak 9u aştığında, hata mesajı displayde gösterilir.

## IX- LED display işlemi

;\*\*\*\*\* LED display control \*\*\*\*\*

Bu işlem, LEDlere gönderilmek için alınan sayısal mesafe değerinin gösterilmesi işlemidir. Her periyotta bir LED kullanılır. Bu yüzden, aynı zamanda sadece bir digit gösterilir. Display timer2yi kullanarak her 10msnde gösterir. Bu yüzden timer2 nin değeri çok kısa olmalı, periyodu çok hızlı olmalıdır.

## 6. SONUÇ

Sonuç olarak, bu bitirme çalışmasında mobil bir aracın uzaktan kumanda ile konum kontrolü ve PIC mikrodenetleyici denetimli otomatik olarak kontrolü üzerine pratik uygulamalı olarak çalıştım.

Bu çalışmamda bir mobil aracın otomatik kontrolü için gerekli olan mikrodenetleyici kontrol birimi, PIC programlama konusunda, ultrasonik algılama arabirimi, araçta kullanılan DC motor hakkında ve ultrasonik sensörlerin algılama mantığı konusundaki araştırmalarımın ve pratik uygulamamdan ayrıntılı olarak bahsettim.

Bununla birlikte çok amaçlı bu mobil aracın uzaktan konum kontrolünde kullandığım radyo kontrol alıcı verici sisteminden ve bu sistemin pratik devreye nasıl uyarlandığı konusunda kısaca bilgiler vererek bahsettim.

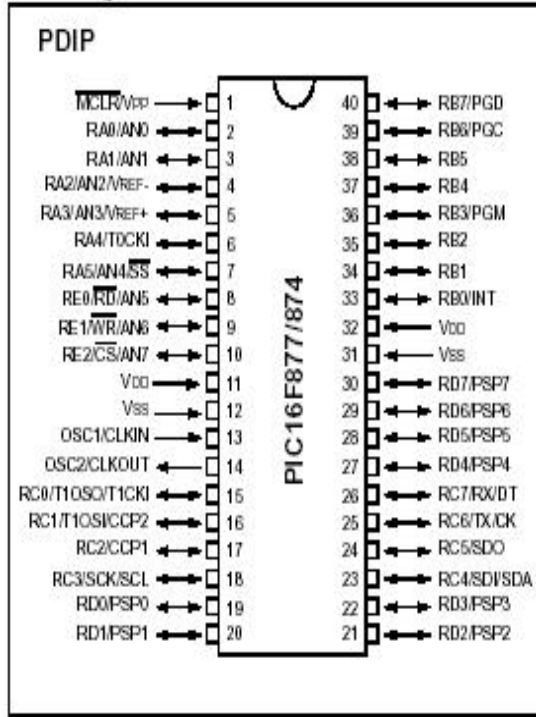
**-EKLER-**

## EK-1

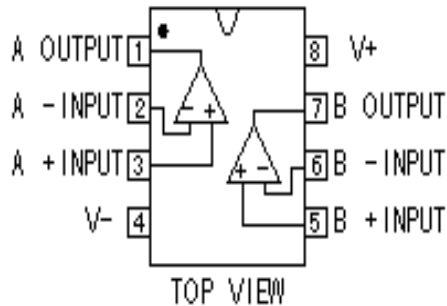
### ULTRASONİK MESAFE ÖLÇÜM DEVRESİNDE KULLANILAN ENTEGRELERİN AÇIKLAMASI

- **PIC16F877**

Devrede PIC16F877'nin capture ve A/D dönüşüm özelliklerinden faydalanılmıştır.



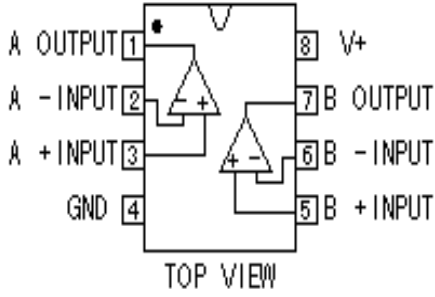
- **Alçak gürültü seviyeli işlemsel yükselteçler (LM833N)**



Bu yükselteç gelen ultrasonik işareti kuvvetlendirmekte kullanılmıştır. 60dB'lik yükseltme işlemi yaptığı için alçak gürültü seviyeli olan tipi kullanılmıştır..



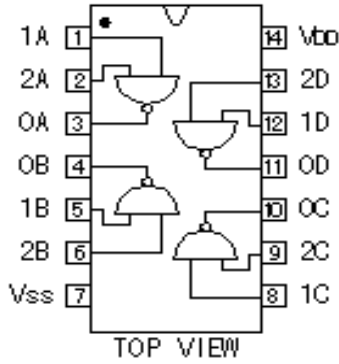
- **Düşük güçlü işlemsel yükselteçler (LM358)**



Bu yükselteç tek kaynak beslemeli işlemsel yükselteçtir. Gelen işaretin algılanmasında kullanılır.

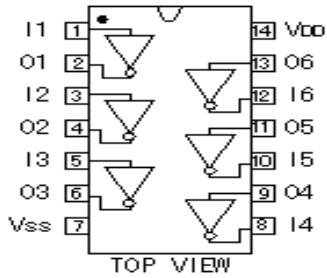
- **NAND Kapıları ( 4011B )**

Bu nand kapıları SR-FFu oluşturmak için ve ultrasonik sesin algılama düzeyini belirlemek için kullanılmıştır.



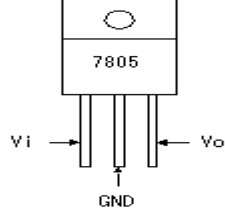
- **Inverterler ( 4069UB )**

Bu inverter entegresi CMOS yapıdadır. Verici kısımda ultrasonik sensörü sürmek için kullanılmıştır.



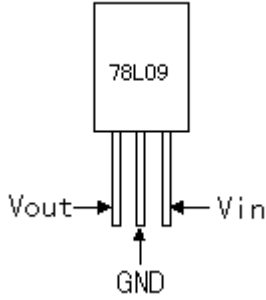
- **3 terminalli +5V için voltaj regülatörü (7805)**

Maksimum çıkış akımı 1A olan +12Vluk beslemeden, sabit +5V çıkış vermek için kullanılmıştır.



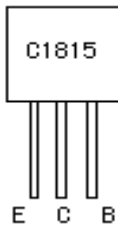
- **3 terminalli +9V için voltaj regülatörü (78L09)**

Maksimum çıkış akımı 100mA olan +12V girişten ,sabit +9V çıkış vermek için kullanılmıştır.



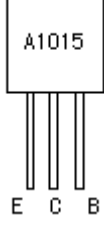
- **Verici sürücü transistörü (2SC1815)**

Bu transistör PICin çıkışlarına bağlı olan ve +9V ile çalışan CMOS inverteri sürmek için kullanılır.



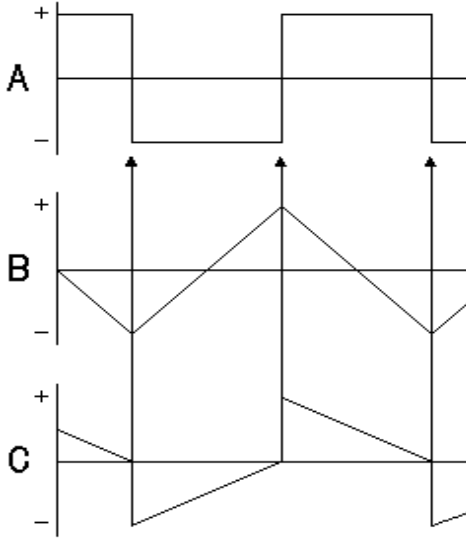
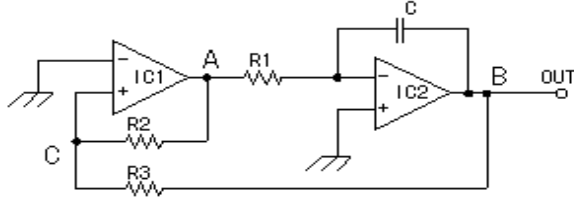
- **LED kontrol transistorü (2SA1015)**

Bu transistor / segmentli LEDi kontrol etmek için kullanılmaktadır. LEDin anodunu kontrol edebilmek için PNP tipi kullanılmıştır.



## EK-2

### ÜÇGEN DALGA OSİLATÖRÜ



## EK-3

### SHOTTKY BARIYER DIYODU

Diyotlar alternatif akımı doğru akıma çevirmek için kullanılırlar. Ama alternatif akım frekansı çok yüksek ise doğrultma işlemi yapılamaz. Bilindiği gibi bu işlem diyodun "ters yön düzeltme karakteristiği" ile ilgilidir.

Eğer zıt gerilim, aniden ileri yönde kutuplanmış diyoda aniden uygulanırsa, akım kısa bir süre yine ileri yönde akmaya devam eder. Bu akımın kesilmesine kadar geçen süre "ters yön düzeltme zamanı" olarak isimlendirilir. Bu akım; ters yön akımının tepe değerinin %10 una düştüğü anda durduğu kabul edilir.

Shottky bariyer diyotlarının kısa ters yön düzeltme zamanı vardır. Bu özelliğinden dolayı bu tür diyodların yüksek frekans cevabı iyidir.

#### Shottky bariyer diyotlarının karakteristikleri:

- İleri yön gerilim düşümü azdır.
- Ters yön düzeltme zamanı kısadır.



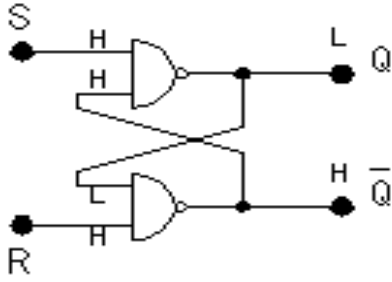
#### Shottky bariyer diyotlarının dezavantajları:

- Bu diyodun nispeten sızıntı akımı fazladır.
- Alternatif dalgalanma direnci küçüktür.

## EK-4

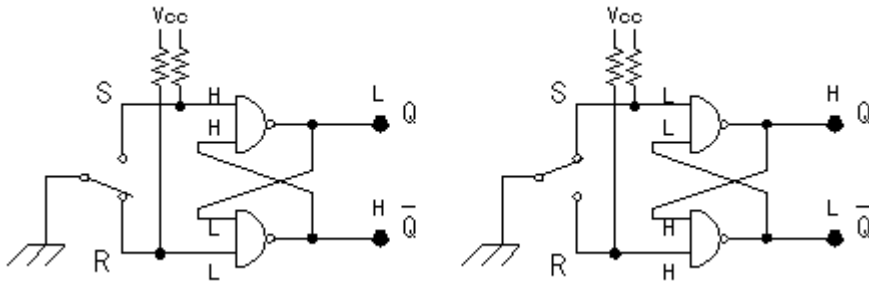
### S-R FLIP-FLOBUNUN ÇALIŞMA İLKESİ

SR-Flip flobunda SET=H olursa Q=H konumuna gelir ve RESET=L iken Q=H konumundadır.



Eğer S ve R aynı anda L den H'ya çıkarsa Q değişmez. Eğer S ve R aynı anda L'ye gelirse Q ve  $\bar{Q}$  H konumunu alır.

Karışım Önleme Devresi



## EK-5

### SES DALGASININ HAVADAKİ PROPAGASYON HIZI

Ses dalgasının havadaki yayılım hızı sıcaklığa bağlıdır. Bu yüzden Bu yüzden uzaklığı daha doğru ölçmek için, ortamın sıcaklığını da göz önünde bulundurmalıyız

Ses dalgasının propagasyon hızı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$v = 331.5 + 0.6 * t \text{ [ m/sn ]}$$

**t : Sıcaklık (°C)**

Sıcaklık ile ses dalgasının hızının değişimi:.

Sıcaklık (°C)	Sesin Hızı (m/sec)
-10	325.5
0	331.5
10	337.5
20	343.5
30	349.5
40	355.5
50	361.5

## **EK-6**

### **- PIC 16F877 – [9],[10]**

#### **1.1. PIC16F877'nin Özellikleri**

PIC16F877, belki en popüler PIC işlemcisi olan PIC16F84'ten sonra kullanıcılarına yeni ve gelişmiş olanaklar sunmasıyla hemen göze çarpmaktadır. Program belleği FLASH ROM olan PIC16F877'de, yüklenen program PIC16F84'te olduğu gibi elektriksel olarak silinip yeniden yüklenebilmektedir. Çizelge 1'de PIC16F877 ve PIC16F84 işlemcileri arasında özellik karşılaştırması yapılmıştır.

Özellikle PIC16C6X ve PIC16C7X ailesinin tüm özelliklerini barındırması, PIC16F877'yi kod geliştirmede de ideal bir çözüm olarak gündeme getirmektedir. Konfigürasyon bitlerine dikkat etmek şartıyla C6X veya C7X ailesinden herhangi bir işlemci için geliştirilen kod hemen hiçbir değişikliğe tabi tutmadan F877'e yüklenebilir ve çalışmalarda denenebilir. Bunun yanı sıra PIC16F877, PIC16C74 ve PIC16C77 işlemcileriyle de bire bir bacak uyumludur.

#### **1.2. PIC16F877 Portlarının Fonksiyonları**

##### **1.2.1. Port A :**

Her bir bitibağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 6 bit genişliğindedir (PICF84'de 5 bittir). RA0, RA1, RA2, RA3, RA4 ve RA5 bitleri analog / sayısal çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Buna ek olarak RA2 ve RA3 gerilim referansı olarak da konfigüre edilebilmektedir. (bu durumda bu bitler aynı anda A / D çevirici olarak kullanılamamaktadır) . İlgili registerlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTA 0x05

TRISA 0x85 ; giriş / çıkış belirleme registeri

ADCON1 0x9F ; RA portlarının A / D, referans gerilimi veya sayısal giriş /çıkış olarak seçiminde kullanılmaktadır.

Çizelge 1. PIC16F877 ile PIC16F84'ün karşılaştırılması

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma hızı	DC-20Mhz	DC-10Mhz
Program belleği	8K×14 word Flash ROM	1K×14 word Flash ROM
EEPROM Veri belleği	256 byte	64 byte
Kullanıcı RAM	368×8 byte	68×8 byte
Giriş / Çıkış port sayısı	33	13
Timer	Timer0, Timer1, Timer2	Timer0
A/D çevirici	8 kanal 10 bit	YOK
Capture / Comp./ PWM	16 bit Capture 16 bit Compare 10 bit PWM çözünürlük	YOK
Seri çevresel arayüz	SPI(Master) ve 12C(Master/Slave) modunda SPI portu (senkron seri port)	YOK
Paralel slave port	8 bit, harici RD,WR ve CS kontrollü	YOK
USART/SCI	9 bit adresli	YOK

İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında RA4 hariç diğer beş PORTA biti A / D çeviricidir. Eğer RA portunun bazı bitlerini sayısal giriş / çıkış olarak kullanmak istersek ADCON1 registerında değişiklik yapmamız gerekmektedir.

### 1.2.2. Port B:

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. B portunun her bacağı dahili bir dirençle VDD'ye bağlıdır. ( weak pull-up). Bu özellik varsayılan olarak etkin değildir. Ancak OPTION registerının 7.bitini 0 yaparak B portunun bu özelliğini etkinleştirilebilir.



RB4-RB7 bacakları aynı zamanda bacakların sayısal durumlarında bir değişiklik olduğunda INTCON registerının 0. biti olan RBIF bayrağını 1 yaparak kesme oluşturmaktadır. Bu özelliği, işlemci SLEEP konumundayken, devreye bağlı tuş takımının her hangi bir tuşa basıldığında işlemcinin yeniden etkinleşmesi için kullanabilir. Bütün bunların yanı sıra RB6 ve RB7 yüksek gerilim programlama, RB3 ise düşük gerilim programlama modlarında da kullanılmaktadır. İlgili registerlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTA 0x06

TRISB 0x86 ; giriş / çıkış belirleme registeri

OPTION\_REG 0x81 , 0x181

### **1.2.3. Port C :**

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE registerının 4. biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak “parallel slave mode” da kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki her hangi bir mikroişlemci bus’na bağlanabilir. İlgili registerlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTC 0x07

TRISC 0x087 ; giriş / çıkış belirleme registeri

### **1.2.4. Port D :**

Her bir biti bağımsız olarak sayısal giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 8 bit genişliğindedir. Tüm port bacakları Schmitt Trigger girişlidir. TRISE registerının 4.biti olan PSPMODE bitini 1 yaparak “parallel slave mode”da kullanılabilir. Bu fonksiyon aracılığıyla 8 bit genişliğindeki herhangi bir mikroişlemci bus’na bağlanabilir.

PORTD 0x08

TRISD 0x88

TRISE 0x89

### **1.2.5. Port E :**

Her bir biti bağımsız olarak giriş veya çıkış olarak tanımlanabilmektedir. 3 bit genişliğindedir. RE0, RE1 ve RE2 bacaklarında Schmitt Trigger giriş tamponları vardır. Her bir bacak analog / sayısal çevirici olarak konfigüre edilebilmektedir. Eğer PORTD paralel slave port olarak konfigüre edilirse, RE0, RE1 ve RE2 bacakları PORTD'nin bağlandığı mikroişlemci bus'ına sırasıyla READ, WRITE ve CHIP SELECT kontrol girişleri olarak kullanılabilir. Bunun için TRISE uygun biçimde ayarlanmalıdır. İlgili registerlar ve adresleri aşağıdaki gibidir.

PORTE 0x09

TRISE 0x89 ; giriş / çıkış belirleme registerı

ADCON1 0x9F ; RE portlarının A / D veya sayısal giriş / çıkış olarak

seçiminde kullanılmaktadır.

İşlemciye ilk defa gerilim uygulandığında üç PORTE biti de A / D çeviricidir. Eğer RE portunun bazı bitlerini sayısal giriş / çıkış olarak kullanmak istenirse ADCON1 registerında değişiklik yapılması gerekecektir.

### **1.3. Program ve Kullanıcı RAM Bellek Organizasyonu**

PIC16F877'de üç bellek bloğu bulunmaktadır. Program ve kullanıcı veri belleği ayrı bus yapısına sahiptir ve aynı anda erişilebilmektedir. F877'de 13 bitlik bir program sayacı vardır ve 8Kx14 word adreslemeye yeterlidir. Reset vektörü 0x00'da kesme vektörü ise 0x04'de yer almaktadır.

Kullanıcı veri belleği birden fazla register bankasına bölünmüştür. Bu register bankalarında hemgenel amaçlı registerlar hem de özel fonksiyon registerları (SFR) bulunmaktadır. Register bankasını seçmek için STATUS registerındaki RP1 ve RP0 bitleri kullanılmaktadır. F84’de iki register bankası olduğunu ve yalnızca RP0 bitini ayarlamak suretiyle ilgili register bankasının seçildiğine dikkat edilmelidir. ( Çizelge 2 ).

Çizelge 2. Status registerı

IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
Bit7					bit0		

< RP1, RP0 > bitleri aşağıdaki gibi ayarlanarak istenilen register bankasına erişebilmektedir. Her register bankası 128 byte genişliğindedir. ( 7Fh ).

Çizelge 1. Status Register Bank Seçme Bitleri

00	Bank 0
01	Bank 1
10	Bank 2
11	Bank 3

## 1.4. Özel Fonksiyonlar

### 1.4.1 Paralel slave port:

TRISE registerının PSPMODE biti 1 yapıldığında PORTD 8 bit genişliğinde mikroişlemci portu olarak kullanılabilir. Bu arada RE0, RE1 ve RE2’yi, TRISE ve ADCON1 registerlarında ilgili ayarları yaparak sayısal giriş olarak da tanımlamak gerekmektedir. Böylece harici bir mikroişlemci, RE0, RE1 ve RE2’yi kontrol olarak kullanarak 8 bitlik veri bus’na bağlı PIC16F877’nin PORTD’sine hem veri yazabilmekte, hem de okuyabilmektedir.

### 1.4.2. Usart :

USART , yani senkron / asenkron alıcı verici PICF877’deki iki seri giriş / çıkış modülünden biridir. Seri iletişim arayüzü ( SCI:serial comm.interface ) olarak da bilinen

USART, monitör veya PC gibi aygıtlara tam çift yönlü asenkron bağlantıda kullanılmak üzere konfigüre edilmiştir. A / D veya D / A arayüzlerine, seri kullanılmak üzere konfigüre edilebilmektedir. USART aşağıdaki gibi konfigüre edilebilmektedir.

- Asenkron : Tam çift yönlü ( full duplex )
- Senkron : Master, yarım çift yönlü ( half duplex )
- Senkron : Slave, yarım çift yönlü RC6 verici, RC7 ise alıcı port olarak kullanılmaktadır. RCSTA ( 0x18 ) ve TXSTA ( 0x98) registerları da konfigürasyonda kullanılmaktadır.

#### **1.4.3. Master synchronous serial port (MSSP)**

MSSP modülü, diğer çevre birimleri veya mikroişlemcilerle seri iletişimde kullanılmaktadır. Bu çevre birimleri seri EEPROM, kaydırmalı registerlar ( shift register ), gösterge sürücüler, A / D çeviriciler vb. olabilir. MSSP modülü aynı anda aşağıdaki iki moddan birine konfigüre edilebilir.

RC5: Seri veri çıkışı(SDO:Serial data out)

RC4: Seri veri girişi (SDI: Serial data in)

RC3: Seri saat(SCK:Serial clock)

Bu modlardan birine göre konfigüre etmek içinse SSPSTAT (senkron seri port durum registerı, 0x94), SSPCON (senkron seri port kontrol registerı, 0x14) ve SSPCON2 (senkron seri port kontrol registerı 2,0x91) registerları ayarlanmalıdır.

#### **1.4.4. Analog / sayısal çevirici modülü:**

A / D modülü 16C7X ailesinden farklı olarak 10 bittir. Toplam 8 A / D kanal bulunmaktadır. F877'nin güzel bir özelliğide işlemci SLEEP modundayken bile A / D çeviricinin geri planda çalışmasıdır. A / D kanalları için RA4 hariç diğer RA portları ve RE portları kullanılabilir. Aşağıda ilgili registerlar ve adresleri gösterilmiştir.

ADRESH 0x1E ; A / D sonuç registerı (high register)

ADRESL 0x9E ; A / D sonuç registerı (low register)

ADCON0 0x1F ; A / D kontrol registerı 0

ADON1 0x9F ; A / D kontrol registerı 1

#### **1.4.5. Capture / compare ve pwm modülü:**

Her capture /compare ve pwm modülü 16 bitlik yakalama (capture registerı, 16 bitlik karşılaştırma ( compare ) registerı veya 16 bitlik PWM (darbe genişlik modülayonu) registerı olarak kullanılmaktadır.

Yakalama (capture) modunda, TMR1 registerının değeri, RC2 / CCP1 bacağıının durumunda bir gelişme olduğunda CCPR1H:CCPR1L registerlarına yazılmakta ve PIR1 registerının 2. biti olan CCP1IF kesme bayrağı 1 olmaktadır. RC2 bacağıının durumu, her düşen kenarda, her yükselen kenarda, her yükselen 4. veya 16. kenarda kontrol edilecek şekilde CCP1CON registerı aracılığıyla ayarlanarak konfigüre edilebilir.

Karşılaştırma (compare) moduysa CCPR1 registerındaki 16 bitlik değer düzenli olarak TMR1 register değeriyle karşılaştır ve bir eşitlik olduğunda RC2 / CCP1 bacağı CCP1CON registerında yaptığımız ayara göre 1, 0 olur veya durumunu korur. PWM modundaysa RC2 / CCP1 bacağı 10 bit çözünürlükte darbe genişlik modülasyonlu bir sinyal üretecek şekilde konfigüre edilebilir. PR2 registerı darbe genişlik periyodunun tayininde kullanılmaktadır. Aşağıda ilgili registerlar ve adresleri gösterilmiştir.

CCPR1H 0x16 ; Yakalama / karşılaştırma registerı ( High register )

CCPR1L 0x15 ; Yakalama / karşılaştırma registerı ( Low register )

CCP1CON 0x17 ; Kontrol registerı

PR2 0x92 ; PWM çıkış registerı

TMR1L 0x0E ; TMR1 registerı ( High register )

TMR1H 0x0F ; TMR1 registerı ( Low register )

#### **1.5. RAM Bellek**

PIC16F877'nin 0x00~7Fh adres aralığına ayrılmış olan RAM belleği vardır. Bu bellek içerisindeki file registerleri içerisine yerleştirilen veriler PIC CPU'sunun çalışmasını kontrol etmektedir. File register adı verilen özel veri alanlarının dışında kalan diğer bellek alanları, normal RAM bellek olarak kullanılmaktadırlar. Şekil 1.1'de PIC16F877'nin kullanıcı RAM bellek haritası görülmektedir.

File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr. <sup>(*)</sup> 00h	Indirect addr. <sup>(*)</sup> 80h	Indirect addr. <sup>(*)</sup> 100h	Indirect addr. <sup>(*)</sup> 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h		
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h		
PORTD <sup>(1)</sup> 08h	TRISD <sup>(1)</sup> 88h		
PORTE <sup>(1)</sup> 09h	TRISE <sup>(1)</sup> 89h		
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	EECON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	EECON2 18Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh	EEDATH 10Eh	Reserved <sup>(2)</sup> 18Eh
TMR1H 0Fh		EEADRH 10Fh	Reserved <sup>(2)</sup> 18Fh
T1CON 10h			
TMR2 11h	SSPCON2 91h		
T2CON 12h	PR2 92h		
SSPBUF 13h	SSPADD 93h		
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h		
CCPR1L 15h			
CCPR1H 16h			
CCP1CON 17h		General Purpose Register 16 Bytes	General Purpose Register 16 Bytes
RCSTA 18h	TXSTA 98h		
TXREG 19h	SPBRG 99h		
RCREG 1Ah			
CCPR2L 1Bh			
CCPR2H 1Ch			
CCP2CON 1Dh			
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh		
ADCON0 1Fh	ADCON1 9Fh		
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes
	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh
Bank 0 7Fh	Bank 1 FFh	Bank 2 17Fh	Bank 3 1FFh

■ Unimplemented data memory locations, read as '0'.  
 \* Not a physical register.  
 Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.  
 Note 2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

Şekil: PIC16F877'nin RAM Bellek Haritası

## 1.6.PIC16F877'nin Besleme Uçları ve Beslenmesi

PIC16F877'nin besleme gerilimi 11, 12 ve 31, 32 numaralı pinlerden uygulanmaktadır. 11 ve 32 numaralı Vdducu +5 V'a ve 12, 31 numaralı Vss ucu toprağa bağlanır. PIC'e ilk defa enerji verildiği anda meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları nedeniyle, oluşabilecek istenmeyen arızaları önlemek amacıyla 100nF'lık dekuplaj kondansatörünün devreye bağlanması gerekmektedir. PIC'ler CMOS teknolojisi ile üretildiklerinden 2 ila 6 volt arasında çalışabilmektedirler. +5 V'luk bir gerilim ise ideal bir değer olmaktadır.

### 1.7. PIC16F877'nin Reset Uçları

Kullanıcının programı kasti olarak kesip başlangıca döndürebilmesi için PIC'in 1 numaralı ucu MCLR olarak kullanılmaktadır. MCLR ucuna 0 Volt uygulandığında programın çalışması başlangıç adresine döner. Programın ilk başlangıç adresinden itibaren tekrar çalışabilmesi için, aynı uca +5 v gerilim uygulanmalıdır.

### 1.8. PIC16F877'nin Clock Uçları ve Osilatör Tipleri

PIC16CXX mikrodenetleyicilerinde 4 çeşit osilatör bulunmaktadır. Kullanıcı bu 4 çeşitten birini seçerek iki konfigürasyon bitini (FOSC1 ve FOSC2) programlayabilir. Bu osilatör çeşitleri çizelgede verilmiştir. PIC16F877'de clock uçları 13 ve 14 nolu pinlerdir. Hazırlanacak olan PIC programlarında kullanılan osilatör tipi PIC programının çalışma hızını ve hassasiyetini etkileyeceğinden dolayı amaca uygun bir osilatör devresi kullanılmalıdır. Çizelge 4'de farklı osilatör çeşitleri ve özellikleri görülmektedir. Osilatör tipinin seçiminde dikkat edilecek bir başka nokta ise, seçilecek olan osilatörün kullanılan PIC'in özelliğine uygun olarak seçilmesidir. Örnek verecek olursak 10MHz çalışma frekansına sahip bir PIC16F877 için 20MHz'lik bir osilatör kullanmak doğru olmaz. Fakat daha düşük bir frekans değeri ile çalışan bir osilatör devresi kullanılabilir.

Çizelge 4. Osilatör çeşitleri

Osilatör Tipi	Tanımı	Özelliği	Frekansı
LP	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Asgari akım	40KHz
XT	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Genel amaçlı	4MHz
HS	Kristal osilatör veya seramik rezonatör	Yüksek hız	20MHz
RC	Direnç / Kapasitör zaman sabitli	Düşük maliyet	4MHz

### 1.8.1.Kristalositatör / seramik rezonatör

XT, LP ve HS modları, RC osilatörlere nazaran çok daha hassastırlar. Bu modlar, kristal osilatör veya rezonatörlerin, OSC1 / CLKIN ve OSC2 / CLKOUT uçlarına bağlanmalarıyla kurulmaktadır. Çizelge 4'te hangi frekansta kaç pF'lık kondansatör kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Çizelge 5. Frekansa Göre Kondansatör Seçimi

OSİLATÖR TİPİ	FREKANS	KONDANSATÖR
LP	32KHz	33-68pF
	200 KHz	15-47pF
	100KHz	47-100pF
XT	500KHz	20-68pF
	1MHz	15-68 pF
	2MHz	15-47 pF
	4MHz	15-33 pF
HS	8MHz	15-47 pF
	20MHz	15-47 pF

### 1.8.2. RC osilatör

Zamanlamanın çok hassas olmadığı durumlarda RC ikilisi osilatör kaynağı olarak kullanılmaktadır. RC osilatör, maliyetin azaltılmasını sağlamaktadır. Kullanıcı dış R ve C elemanlarının toleransı nedeniyle meydana gelen değişiklikleri de dikkate almalıdır. Direncin değeri 3 ila 100Kohm arasında seçilmelidir. 1Mohm gibi yüksek direnç değerleri osilatörü gürültü ve nem gibi çevresel etkilere karşı duyarlı hale getirir. 2, 2 Kohm değerinin altında ise, osilatör kararsız hale gelebilmekte, hatta tamamıyla durabilmektedir.

## 1.9 Kesmeler ( Interrupts )

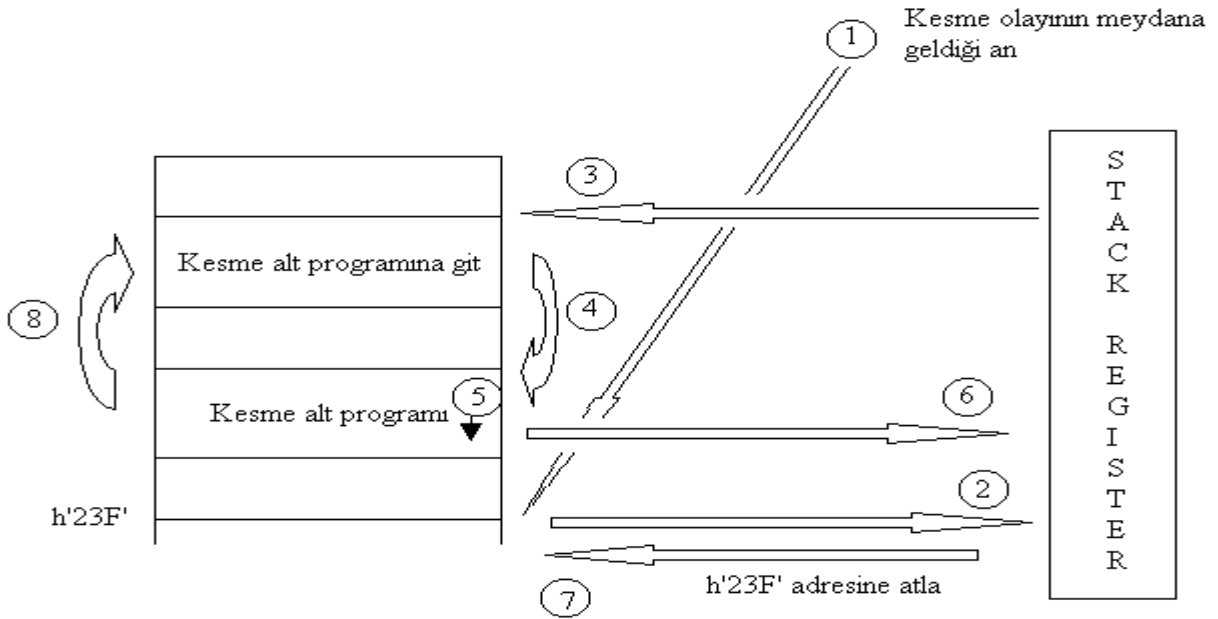
PIC'in port girişlerinden veya donanım içerisindeki bir sayıcıdan gelen sinyal nedeniyle belleğinde çalışmakta olan programın kesilmesi olayına kesme denir. Programın kesildiği andan itibaren önceden hazırlanan bir alt program çalışır. Alt program işlevini bitirdikten sonra ana program kaldığı yerden itibaren çalışmasına devam etmektedir. Netice olarak bir



kesme, ana program çalışmasını sadece duraklatır ama hiçbir zaman işlevini devam ettirmesini engellemez. Interrupt alt programları kullanarak, program içerisinde kullanılacak komut sayısı azaltılır ve bir sürü mantıksal karışıklıklar önlenir. Kesme olayı sırasında meydana gelecek olan olayları sıralayacak olursak;

1. Kesme olayı meydana geldiğinde STACK registerin olduğu adrese (h'23F') atlanır.
2. Ana programın kaldığı adresi stack registere yazılır.
3. Kesme alt programı çağrılır.
4. Kesme alt programının olduğu adrese atlanır.
5. Kesme alt programı çalıştırılır.
6. STACK (Yığın) registerin bulunduğu adrese gidilir.
7. Ana programa dönüş adresini alınır.
8. Ana programın kesildiği yerdeki adresten bir sonraki adrese gidilir ve devam edilir.

Bunu şematik olarak ifade etmek gerekirse aşağıdaki gibi olur.



Şekil 1.2. Kesme olayı

### 1.9.1.INTCON register

INTCON (Interrupt Control) registeri RAM bellekte h'18B' adresinde bulunan özel bir registerdir. Bu register içerisinde her bir kesme kaynağı için bir flag ve bir de global kesme flagi bayrağı bulunmaktadır.

7	6	5	4	3	2	1	0
GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF

#### Çizelge 6

GIE : Tüm kesme işlemlerini iptal etme bayrağı

0: Tüm kesmeler geçersiz

1: Aktif yapılmış olan tüm kesmeler geçerli

EEIE : EEPROM belleğe yazma işlemi tamamlama kesmesi

0: Geçersiz

1: Geçerli

TOIE : TMR0 sayıcı kesmesini aktif yapma bayrağı

0: Geçersiz

1: Geçerli

INTE : Harici kesmeyi aktif yapma bayrağı

0: Geçersiz

1: Geçerli

RBIE : PORTB(4, 5, 6, 7.bitleri) değişiklik kesmesini aktif yapma bayrağı

0: Geçersiz

1: Geçerli

TOIF : TMR0 sayıcısı zaman aşımı bayrağı

0: Zaman aşımı yok

1: Zaman aşımı var

INTF : Harici kesme bayrağı

0: Harici kesme oluşmadığında

RBIF : PORTB değişiklik bayrağı

0: RB4~RB7 uçlarında değişiklik yok

1: RB4~RB7 uçlarından en az birisinde değişiklik var.

Tüm kesme işlemlerinin kontrolü bu register aracılığı ile yapılır. Çizelge 6'da intcon registerin her bir bitinin ne işe yaradığı gösterilmiştir.

## 1.9.2. Kesme kaynakları

Kesme birkaç yoldan yapılabilmektedir. Bunlardan bazıları:

- Harici(external) kesmeler.
- TMR0 sayıcısında oluşan zaman aşımı kesmesi.
- PORTB(4, 5, 6, 7 bitler)'deki lojik seviye değişikliğinden kaynaklanan kesmeler.
- EEPROM belleğe yazma işleminin tamamlanmasında meydana gelen kesmeler. Bu çalışmada kullanılan kesme portb.0'da oluşan kesmedir.

## 1.9.1. TMR0 sayıcısı / zamanlayıcısı

PIC16F877'nin RAM belleğinin h'101'adresinde TMR0 adı verilen özel bir register bulunmaktadır.(TMR0) TMR0 programlanabilen bir sayıcıdır. Yani saymaya istenilen bir değerden veya baştan başlatılabilir. Herhangi bir anda içeriği sıfırlanabilir. Belli başlı özellikleri şunlardır.

- 8-bit bir sayıcıdır.
- Yazılabilir / okunabilir.
- Programlanabilen frekans bölme değeri ( prescaler value ) vardır.
- Sayı artışı harici veya dahili clock saykılı ile yapılabilir.
- Düşen ve yükselen kenar tetiklemesi ( harici olarak )
- Sayıcı değeri artan yöndedir.
- TMR0'ın değeri h'FF'den h'00'a gelince ilgili flag'i "1" yaparak kesme oluşturur.

TMR0 sayıcısının önemli özelliklerinden biri de ana program veya kesme alt programları çalışırken sayma işlemini durdurmamasıdır.

#### 1.9.4. OPTION register

OPTION register, RAM belleğin h'81'adresinde bulunan özel bir registerdir. TMR0 sayıcısının kontrolünde kullanılmaktadır. Çizelge 6'de bu registerin her bir bitinin ne görevler yaptığı açıklanmıştır.

Çizelge 7. Option register

RBP	U	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PS0
7	6	5	4	3	2	1	0	

PS0, PS1, PS2 :Frekans bölme sayısı

PSA :Frekans bölücü seçme biti

0:Frekans bölme sayısı TMR0 için geçerli

1:Frekans bölme sayısı WDT için geçerli

TOSE :TMR0 sinyal kaynağı kenar seçme biti

0:RA4/TOCKI ucundan düşen kenar tetiklemesi

1: RA4/TOCKI ucundan yükselen kenar tetiklemesi

TOCS :TMR0 sinyal kaynağı seçme biti

0:Dahili komut saykılı seçilir

1:Harici dijital sinyal(RA4/TOCKI ucu)

INTEDG :Harici kesme sinyali kenar seçme biti

0:RB0/INT ucundan düşen kenarda tetikleme

1: RB0/INT ucundan yükselen kenarda tetikleme

RBPU :PORTB pull up geçerli yapma biti

0:PORTB uçlarındaki pull-up'lar iptal edilir.

1: PORTB uçlarındaki pull-up'lar geçerli yapılır

### **1.9.5 Prescaler kullanımı**

Option registerin 0, 1, 2. bitleri (PS0~PS2) içerisine yerleştirilen sayılar, TMR0 veya WDT'ye uygulanan sinyali bölmektedir. Böylece sayma hızları değiştirilebilir. Üç bitlik bu sayı TMR0 veya WDT'de birbirinden farklı 8 farklı oran seçme olanağı oluşturmaktadır. Çizelge 8'de prescaler değerleri görülmektedir.

Çizelge 8. Prescaler Değerleri

Frekans bölme sayısı	TMR0 oranı	WDT oranı
	000	1/2
001	1/4	1/2
010	1/8	1/4
011	1/16	1/8
100	1/32	1/16
101	1/64	1/32
110	1/128	1/64
111	1/256	1/128

TMR0 veya WDT sayıcılarının kaç dahili komut saykılında bir defa bir üst sayıya geçişini belirleyen orandır. Örneğin;

TMR0 oranı 1/2 ise, 2 komut saykılında bir defa üst sayıya geçiş olmaktadır.

TMR0 oranı 1/8 ise, 8 komut saykılında bir defa üst sayıya geçiş olmaktadır.

Program belleğine yerleştirilen komutların çalışabilmesi için harici bir osilatörden clock sinyali ( $f_{osc}$ ) uygulanması gerekmektedir. Bu frekans PIC tarafından 4'e bölünerek OSC2 ucundan dışarıya verilir. İşte 4'e bölünen bu frekansın bir saykılı bir komutun icrası için geçen süredir. Bu çalışmamızda 4 MHz'lik bir kristal osilatör kullanılmıştır. Bu frekanstaki dahili komut saykılı 1MHz'dir. Peryodu ise  $1\mu s$ 'dir. Yani dahili komut saykılı  $1\mu s$ 'dir. Bir komut  $1\mu s$ 'lik bir sürede icra edilmektedir. Prescaler değeri ile TMR0 sayıcısının kaç  $\mu s$  aralıklarla saydığı veya kaç  $\mu s$  aralıklarla kesme verdiğini belirlenmektedir.

Örneğin, bu çalışmada prescaler değeri b'111' seçilmiştir. Prescaler b'111' olduğunda TMR0 oranı 1/256 olmaktadır.  $f_{osc}$  değeri 4MHz olduğundan, komut saykılı  $1\mu s$  olur. Buradan TMR0 sayıcısının 256 dahili komut saykılında 1 defa arttığı anlaşılır. TIMER0

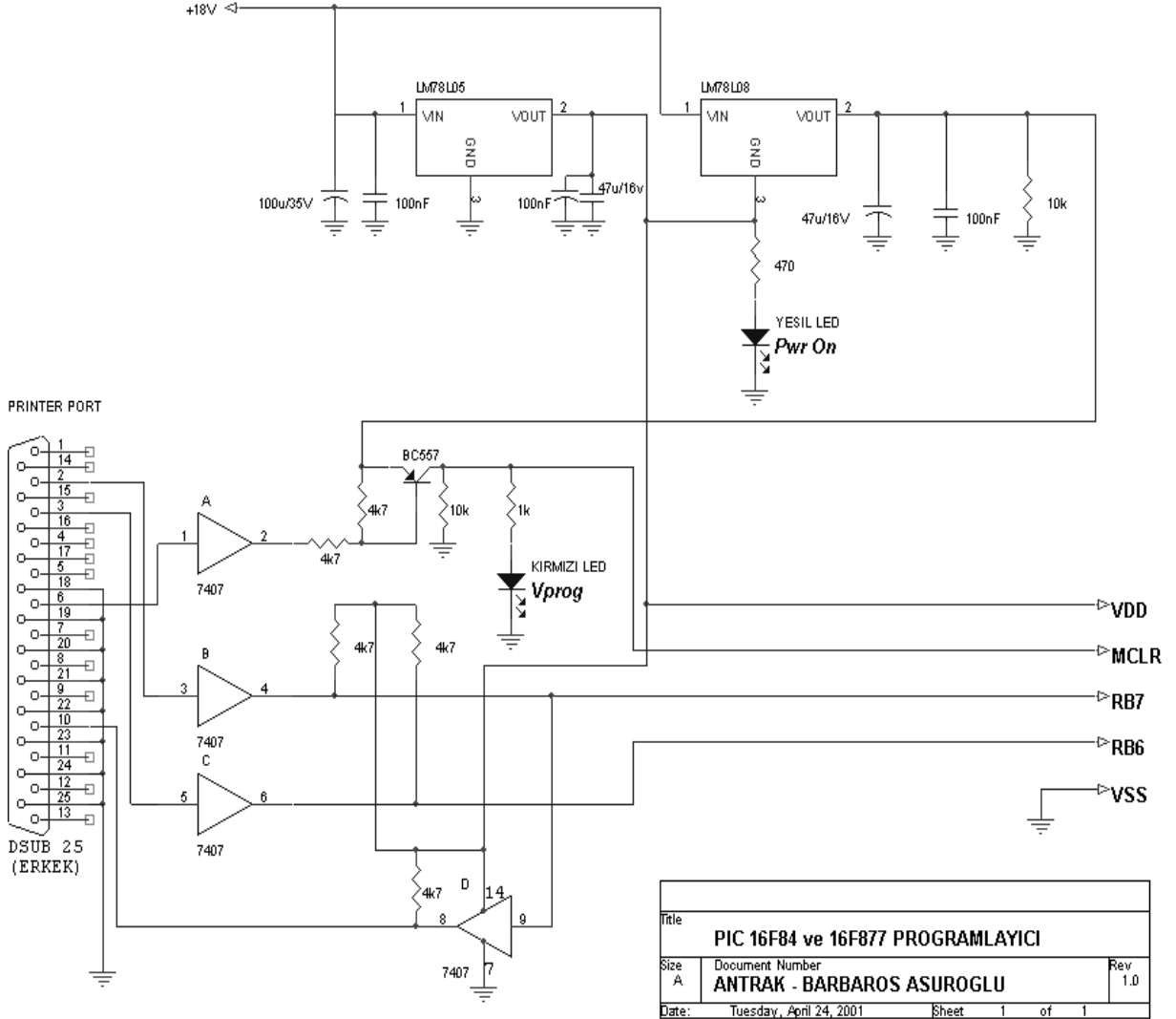
sayma aralığı bu çalışma için 256  $\mu$ s'dir. TMR0 saymaya başladığında ilk sayı h'00' olduğundan TIMERO

$256 \mu\text{s} \times 256 = 65536 \mu\text{s}(65.5\text{ms})$  aralıklarla kesme sinyali verecektir.

Örneğin, bu çalışmada prescaler değerı b'111' seçilmiştir. Prescaler b'111' olduğunda TMR0 oranı 1/256 olmaktadır. fosc değerı 4MHz olduğundan, komut saykılı 1 $\mu$ s olur. Buradan TMR0 sayıcısının 256 dahili komut saykılında 1 defa arttığı anlaşılır. TIMERO sayma aralığı bu çalışma için 256  $\mu$ s'dir.TMR0 saymaya başladığında ilk sayı h'00' olduğundan TIMERO  $256\mu\text{s}\times 256=65536\mu\text{s}(65.5\text{ms})$  aralıklarla kesme sinyali verecektir.

# EK-7

## PIC16F877 PROGRAMLAYICI DEVRESİ [8]





## EK-8

### ULTRASONİK UZAKLIK ÖLÇER-KAYNAK KODU

```
001 ;*****
002 ;
003 ;           Ultrasonik Range Meter
004 ;
005 ;           Device : PIC16F877
006 ;
007 ;*****
008
009     list           p=pic16f877
010     include        pl6f877.inc
011     __config _hs_osc & _wdt_off & _pwrtc_on & _lvp_off
012
013 ;***** Label Definition *****
014     cblock h'20'
015 s_count           ;Send-out pulse count adr
016 s_adj             ;Adjustment data address
017 s_adj_count       ;Rotate value save adr
018 s_digit          ;Digit cont work address
019 g_time1           ;Guard timer address 1
020 g_time2           ;Guard timer address 2
021 p_countl         ;Propagation L cnt adr
022 p_counth         ;Propagation H cnt adr
023 digit_cnt        ;Digit counter head adr
024 disp_ha          ;Digit head address
025 disp_u           ;1st digit address
026 disp_t           ;10th digit address
027 disp_h           ;100th digit address
028 seg7_ha          ;7 segLED table head adr
029 seg70            ;Pattern 0 set adr
030 seg71            ;Pattern 1 set adr
031 seg72            ;Pattern 2 set adr
032 seg73            ;Pattern 3 set adr
033 seg74            ;Pattern 4 set adr
034 seg75            ;Pattern 5 set adr
035 seg76            ;Pattern 6 set adr
036 seg77            ;Pattern 7 set adr
037 seg78            ;Pattern 8 set adr
```

```

038 seg79                                ;Pattern 9 set adr
039 seg7a                                ;Pattern A set adr
040 seg7b                                ;Pattern B set adr
041          endc
042
043 ra1      equ      h'01'              ;RA1 port designation
044 ra2      equ      h'02'              ;RA2 port designation
045 ra3      equ      h'03'              ;RA3 port designation
046 ra5      equ      h'05'              ;RA5 port designation
047
048 ccp1     equ      h'02'              ;CCP1(RC2) designation
049
050 seg7_0   equ      b'01000000'       ;-gfedcba Pattern 0
051 seg7_1   equ      b'01111001'       ;          Pattern 1
052 seg7_2   equ      b'00100100'       ;          Pattern 2
053 seg7_3   equ      b'00110000'       ;          Pattern 3
054 seg7_4   equ      b'00011001'       ;          Pattern 4
055 seg7_5   equ      b'00010010'       ;          Pattern 5
056 seg7_6   equ      b'00000010'       ;          Pattern 6
057 seg7_7   equ      b'01111000'       ;          Pattern 7
058 seg7_8   equ      b'00000000'       ;          Pattern 8
059 seg7_9   equ      b'00010000'       ;          Pattern 9
060 seg7_a   equ      b'01111111'       ;          Detect error
061 seg7_b   equ      b'00100011'       ;          Illegal int
062
063 ;*****          Program Start          *****
064          org      0                    ;Reset Vector
065          goto    init
066          org      4                    ;Interrupt Vector
067          goto    int
068
069 ;*****          Initial Process          *****
070 init
071
072 ;** Port initialization
073          bsf      status,rp0           ;Change to Bank1
074          movlw   b'00000001'         ;AN0 to input mode
075          movwf   trisa                 ;Set TRISA register
076          clrf   trisb                 ;RB port to output mode
077          movlw   b'00000100'         ;RC2/CCP1 to input mode

```

```

078         movwf   trisc           ;Set TRISC register
079
080 ;*** Ultrasonic sending period initialization (Timer0)
081         movlw   b'11010111'     ;T0CS=0,PSA=0,PS=1:256
082         movwf   option_reg       ;Set OPTION_REG register
083         bcf     status,rp0       ;Change to Bank0
084         clrf    tmr0             ;Clear TMR0 register
085
086 ;*** Capture mode initialization (Timer1)
087         movlw   b'00000001'     ;Pre=1:1 TMR1=Int TMR1=ON
088         movwf   tlcon            ;Set T1CON register
089         clrf    ccplcon          ;CCP1 off
090
091 ;*** A/D converter initialization
092         movlw   b'01000001'     ;ADCS=01 CHS=AN0 ADON=ON
093         movwf   adcon0           ;Set ADCON0 register
094         bsf     status,rp0       ;Change to Bank1
095         movlw   b'00001110'     ;ADFM=0 PCFG=1110
096         movwf   adcon1           ;Set ADCON1 register
097         bcf     status,rp0       ;Change to Bank0
098
099 ;*** Display initialization (Timer2)
100        movlw   disp_u           ;Set digit head address
101        movwf   disp_ha          ;Save digit head sddress
102        movlw   h'0a'           ;"Detect error" data
103        movwf   disp_u           ;Set 1st digit
104        movwf   disp_t           ;Set 10th digit
105        movwf   disp_h           ;Set 100th digit
106        movlw   d'3'            ;Digit counter
107        movwf   digit_cnt        ;Set digit counter
108        movlw   seg70            ;Set 7seg head address
109        movwf   seg7_ha          ;Save 7seg head address
110        movlw   seg7_0           ;Set 7segment pattern 0
111        movwf   seg70            ;Save pattern 0
112        movlw   seg7_1           ;Set 7segment pattern 1
113        movwf   seg71            ;Save pattern 1
114        movlw   seg7_2           ;Set 7segment pattern 2
115        movwf   seg72            ;Save pattern 2
116        movlw   seg7_3           ;Set 7segment pattern 3
117        movwf   seg73            ;Save pattern 3

```

```

118      movlw   seg7_4           ;Set 7segment pattern 4
119      movwf   seg74           ;Save pattern 4
120      movlw   seg7_5           ;Set 7segment pattern 5
121      movwf   seg75           ;Save pattern 5
122      movlw   seg7_6           ;Set 7segment pattern 6
123      movwf   seg76           ;Save pattern 6
124      movlw   seg7_7           ;Set 7segment pattern 7
125      movwf   seg77           ;Save pattern 7
126      movlw   seg7_8           ;Set 7segment pattern 8
127      movwf   seg78           ;Save pattern 8
128      movlw   seg7_9           ;Set 7segment pattern 9
129      movwf   seg79           ;Save pattern 9
130      movlw   seg7_a           ;Set 7segment pattern A
131      movwf   seg7a           ;Save pattern A
132      movlw   seg7_b           ;Set 7segment pattern B
133      movwf   seg7b           ;Save pattern B
134      movlw   b'00011110'     ;OPS=1:4,T2=ON,EPS=1:16
135      movwf   t2con           ;Set T2CON register
136      bsf     status,rp0       ;Change to Bank1
137      movlw   d'157'          ;157x64=10048usec
138      movwf   pr2             ;Set PR2 register
139      bsf     piel,tmr2ie     ;TMR2IE=ON
140      bcf     status,rp0       ;Change to Bank0
141
142
143 ;*** Interruption control
144      movlw   b'11100000'     ;GIE=ON,PEIE=ON,T0IE=ON
145      movwf   intcon          ;Set INTCON register
146
147 wait
148      goto    $                ;Interruption wait
149
150 ;***** Interruption Process *****
151 int
152      movfw   pirl             ;Read PIR1 register
153      btfsc   pirl,ccplif     ;Capture occurred ?
154      goto    capture         ;Yes. "Capture"
155      btfsc   pirl,tmr2if     ;TMR2 time out ?
156      goto    led_cont        ;Yes. "LED display"
157      movfw   intcon          ;Read INTCON register

```

```

158      btfsc  intcon,t0if      ;TMR0 time out ?
159      goto   send            ;Yes. "Pulse send"
160
161 ;***** Illegal interruption *****
162 illegal
163      movlw  h'0b'           ;Set Illegal disp digit
164      addwf  seg7_ha,w       ;Seg7 H.Adr + digit
165      movwf  fsr             ;Set FSR register
166      movfw  indf            ;Read seg7 data
167      movwf  portb          ;Write LED data
168      bcf   porta,ra1       ;RA1=ON
169      bcf   porta,ra2       ;RA2=ON
170      bcf   porta,ra3       ;RA3=ON
171      goto  $               ;Stop
172
173 ;***** END of Interruption Process *****
174 int_end
175      retfie
176
177 ;***** Pulse send-out Process *****
178 send
179      bcf   intcon,t0if     ;Clear TMR0 int flag
180      clrf  tmr0            ;Timer0 clear
181
182 ;*** Received Pulse detection check
183      movfw  portc          ;Read PORTC register
184      btfsc  portc,ccpl     ;Detected ?
185      goto  detect_off     ;Yes. Detected
186      movlw  h'0a'         ;"Detect error" data
187      movwf  disp_u        ;Set 1st digit
188      movwf  disp_t        ;Set 10th digit
189      movwf  disp_h        ;Set 100th digit
190
191 ;*** Receive pulse detector off
192 detect_off
193      bcf   porta,ra5       ;Set detector OFF
194
195 ;*** Capture start
196      clrf  tmrlh          ;Clear TMR1H register
197      clrf  tmrll          ;Clear TMR1L register

```

```

198      clrf    ccprlh      ;Clear CCPR1H register
199      clrf    ccprll      ;Clear CCPR1L register
200      movlw   b'00000101' ;CCP1M=0101(Capture)
201      movwf   ccplcon     ;Set CCP1CON register
202      bsf     status,rp0  ;Change to Bank1
203      bsf     piel,ccplie ;CCP1 interruptin enable
204      bcf     status,rp0  ;Change to Bank0
205      bcf     pirl,ccplif ;Clear CCP1 int flag
206
207 ;*** 40KHz pulse send ( 0.5 msec )
208      movlw   d'20'       ;Send-out pulse count
209      movwf   s_count     ;Set count
210 s_loop
211      call    pulse       ;Call pulse send sub
212      decfsz  s_count,f   ;End ?
213      goto    s_loop      ;No. Continue
214
215 ;*** Get adjustment data
216      bsf     adcon0,go   ;Start A/D convert
217 ad_check
218      btfsz   adcon0,go   ;A/D convert end ?
219      goto    ad_check    ;No. Again
220      movfw   adresh      ;Read ADRESH register
221      movwf   s_adj       ;Save converted data
222
223      movlw   d'5'        ;Set rotate value
224      movwf   s_adj_count ;Save rotate value
225 ad_rotate
226      rrf     s_adj,f     ;Rotate right 1 bit
227      decfsz  s_adj_count,f ;End ?
228      goto    ad_rotate   ;No. Continue
229      movfw   s_adj       ;Read rotated value
230      andlw   b'00000111' ;Pick-up 3 bits
231      addlw   d'54'       ;(0 to 7) + 54 = 54 to 61
232      movwf   s_adj       ;Save adjustment data
233
234 ;*** Capture guard timer ( 1 milisecond )
235      movlw   d'2'        ;Set loop counter1
236      movwf   g_time1     ;Save loop counter1
237 g_loop1 movlw   d'124'   ;Set loop counter2

```

```

238      movwf   g_time2      ;Save loop counter2
239 g_loop2 nop              ;Time adjust
240      decfsz  g_time2,f    ;g_time2 - 1 = 0 ?
241      goto    g_loop2     ;No. Continue
242      decfsz  g_time1,f    ;g_time1 - 1 = 0 ?
243      goto    g_loop1     ;No. Continue
244
245 ;*** Receive pulse detector on
246      bsf     porta,ra5    ;Set detector ON
247
248      goto    int_end
249
250 ;***** Pulse send-out Process *****
251 pulse
252      movlw   b'00010000'  ;RC4=ON
253      movwf   portc        ;Set PORTC register
254      call    t12us        ;Call 12usec timer
255      clrf   portc        ;RC4=OFF
256      goto   $+1
257      goto   $+1
258      nop
259      return
260
261 ;***** 12 microseconds timer *****
262 t12us
263      goto   $+1
264      goto   $+1
265      goto   $+1
266      goto   $+1
267      nop
268      return
269
270 ;***** Capture Process *****
271 capture
272      bcf     p1rl,ccplif   ;Clear CCP1 int flag
273
274      clrf   p_countl      ;Clear L count
275      clrf   p_counth      ;Clear H count
276      clrf   ccplcon      ;CCP1 off
277

```

```

278 division
279     movfw    s_adj           ;Read adjustment data
280     subwf    ccpr1l,f        ;Capture - adjust
281     btfsc    status,z        ;Result = 0 ?
282     goto     division2       ;Yes. "R = 0"
283     btfsc    status,c        ;Result < 0 ?
284     goto     division1       ;No. "R > 0"
285     goto     division3       ;Yes."R < 0"
286
287 division1                     ;( R > 0 )
288     movlw    d'1'           ;Set increment value
289     addwf    p_countl,f      ;Increment L count
290     btfss    status,c        ;Overflow ?
291     goto     division        ;No. Continue
292     incf     p_counth,f      ;Increment H count
293     goto     division        ;Jump next
294
295 division2                     ;( R = 0 )
296     movfw    ccprlh          ;Read CCPR1H
297     btfss    status,z        ;CCPR1H = 0 ?
298     goto     division1       ;No. Next
299     movlw    d'1'           ;Set increment value
300     addwf    p_countl,f      ;Increment L count
301     btfss    status,c        ;Overflow ?
302     goto     digit_set       ;Jump to digit set
303     incf     p_counth,f      ;Increment H count
304     goto     digit_set       ;Jump to digit set
305
306 division3                     ;( R < 0 )
307     movfw    ccprlh          ;Read CCPR1H
308     btfss    status,z        ;CCPR1H = 0 ?
309     goto     division4       ;No. Borrow process
310     goto     digit_set       ;Jump to digit set
311
312 division4
313     decf     ccprlh,f        ;CCPR1H - 1
314     movlw    d'255'         ;Borrow value
315     addwf    ccpr1l,f        ;CCPR1L + 255
316     incf     ccpr1l,f        ;CCPR1L + 1
317     goto     division1       ;Next

```



```

318
319 ;***** Digit Set Process *****
320 digit_set
321     clrf    disp_u        ;Clear 1st digit
322     clrf    disp_t        ;Clear 10th digit
323     clrf    disp_h        ;Clear 100th digit
324
325 ;** 100th digit
326 digit_h
327     movlw   d'100'        ;Divide value
328     subwf   p_countl,f    ;Digit - divide
329     btfsc   status,z      ;Result = 0 ?
330     goto    digit_h2      ;Yes. "R = 0"
331     btfsc   status,c      ;Result < 0 ?
332     goto    digit_h1      ;No. "R > 0"
333     goto    digit_h3      ;Yes."R < 0"
334
335 digit_h1                    ;( R > 0 )
336     incf    disp_h,f      ;Increment 100th count
337     goto    digit_h       ;Jump next
338
339 digit_h2                    ;( R = 0 )
340     movfw   p_counth      ;Read H counter
341     btfss   status,z      ;H counter = 0 ?
342     goto    digit_h1      ;No. Next
343     incf    disp_h,f      ;Increment 100th count
344     goto    digit_t       ;Jump to 10th digit pro
345
346 digit_h3                    ;( R < 0 )
347     movfw   p_counth      ;Read H counter
348     btfss   status,z      ;H counter = 0 ?
349     goto    digit_h4      ;No. Borrow process
350     movlw   d'100'        ;Divide value
351     addwf   p_countl,f    ;Return over sub value
352     goto    digit_t       ;Jump to 10th digit pro
353
354 digit_h4
355     decf    p_counth,f    ;H counter - 1
356     movlw   d'255'        ;Borrow value
357     addwf   p_countl,f    ;L counter + 255

```

```

358         incf    p_countl,f        ;L counter + 1
359         goto   digit_h1          ;Next
360
361 ;*** 10th digit
362 digit_t
363
364 ;*** Range over check
365         movfw  disp_h            ;Read 100th digit
366         sublw  d'9'              ;9 - (100th digit)
367         btfsc  status,z          ;Result = 0 ?
368         goto   digit_t0          ;Yes. "R = 0"
369         btfsc  status,c          ;Result < 0 ?
370         goto   digit_t0          ;No. "R > 0"
371         movlw  h'0a'             ;"Detect error" data
372         movwf  disp_u            ;Set 1st digit
373         movwf  disp_t            ;Set 10th digit
374         movwf  disp_h            ;Set 100th digit
375         goto   int_end
376
377 digit_t0
378         movlw  d'10'             ;Divide value
379         subwf  p_countl,f        ;Digit - divide
380         btfsc  status,z          ;Result = 0 ?
381         goto   digit_t1          ;Yes. "R = 0"
382         btfsc  status,c          ;Result < 0 ?
383         goto   digit_t1          ;No. "R > 0"
384         goto   digit_t2          ;Yes."R < 0"
385
386 digit_t1                                ;( R >= 0 )
387         incf  disp_t,f          ;Increment 10th count
388         goto  digit_t           ;Jump next
389
390 digit_t2                                ;( R < 0 )
391         movlw  d'10'             ;Divide value
392         addwf  p_countl,f        ;Return over sub value
393         goto  digit_u           ;Jump to 1st digit pro
394
395 ;*** 1st digit
396 digit_u
397         movfw  p_countl          ;Read propagation counter

```

```

398         movwf  disp_u           ;Save 1st count
399
400         goto   int_end
401
402 ;***** LED display control *****
403 led_cont
404         bcf    pir1,tmr2if       ;Clear TMR2 int flag
405
406         movfw  digit_cnt         ;Read digit counter
407         movwf  s_digit          ;Save digit counter
408         decfsz s_digit,f         ;1st digit ?
409         goto   d_check1         ;No. Next
410         bsf    porta,ra1        ;RA1=OFF
411         bsf    porta,ra2        ;RA2=OFF
412         bcf    porta,ra3        ;RA3=ON
413         goto   c_digit          ;Jump to digit cont
414 d_check1
415         decfsz s_digit,f         ;10th digit ?
416         goto   d_check2         ;No. 100th digit
417         bsf    porta,ra1        ;RA1=OFF
418         bcf    porta,ra2        ;RA2=ON
419         bsf    porta,ra3        ;RA3=OFF
420         goto   c_digit          ;Jump to digit cont
421 d_check2
422         bcf    porta,ra1        ;RA1=ON
423         bsf    porta,ra2        ;RA2=OFF
424         bsf    porta,ra3        ;RA3=OFF
425
426 c_digit
427         decf   digit_cnt,w       ;Digit count - 1
428         addwf  disp_ha,w         ;Digit H.Adr + count
429         movwf  fsr               ;Set FSR register
430         movfw  indf              ;Read digit
431         addwf  seg7_ha,w         ;Seg7 H.Adr + digit
432         movwf  fsr               ;Set FSR register
433         movfw  indf              ;Read seg7 data
434         movwf  portb            ;Write LED data
435
436         decfsz digit_cnt,f       ;Digit count - 1
437         goto   int_end          ;Jump to interrupt end

```

```
438      movlw   d'3'           ;Initial value
439      movwf   digit_cnt      ;Set initial value
440      goto    int_end        ;Jump to interrupt end
441
442 ;*****
443 ;           END of Ultrasonic Range Meter
444 ;*****
445
446      end
```

## KAYNAKLAR

1. *PIC Circuits Gallery,Ultrasonic Range Meter*  
[http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e\\_pic6\\_6.htm](http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_pic6_6.htm)
2. *Radio Control Info, Kaboom Fireworks*  
<http://www.kaboomfireworks.com/radiocontrol.html>
3. *Building an RF Remote Control System For Robotics Control,RENTRON*  
<http://www.rentron.com/remote.htm>
4. *Radio Control vs. Remote Control, Radio Control Toys*  
<http://www.radiocontroltoystore.com/>
5. *Mako Elektrik Sanayi ve Ticaret A.Ş. 1997*  
<http://www.mako.com.tr/turkish/products/wiper-motor.htm>
6. *Algılayıcılar (Sensors-Transducers), Endüstriyel ve Bilimsel Test Teknolojileri Tasarımı,ARGE Mühendisliği*  
<http://www.e3tam.com/destek/destek.htm>
7. *Ultrasonic Sensor Technical Information, Robotica*  
[http://www.robotica.co.uk/robotica/ramc/products/sens/sensors\\_idx.htm](http://www.robotica.co.uk/robotica/ramc/products/sens/sensors_idx.htm)
8. *Barbaros ASUROĞLU, Antrak Gazetesi, PIC16F84 ve PIC16F877 programlayıcı*  
<http://www.antrak.org.tr/>
9. *Gökhan DİNÇER,Aydın BODUR,Cihan GERÇEK, Adım Adım PICmicro PROGRAMLAMA,ISBN:975-6897-22-8*
10. *Microchip,PICmicro,PIC16F87X Data Sheet 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers,Microchip Technology Inc.,2001*