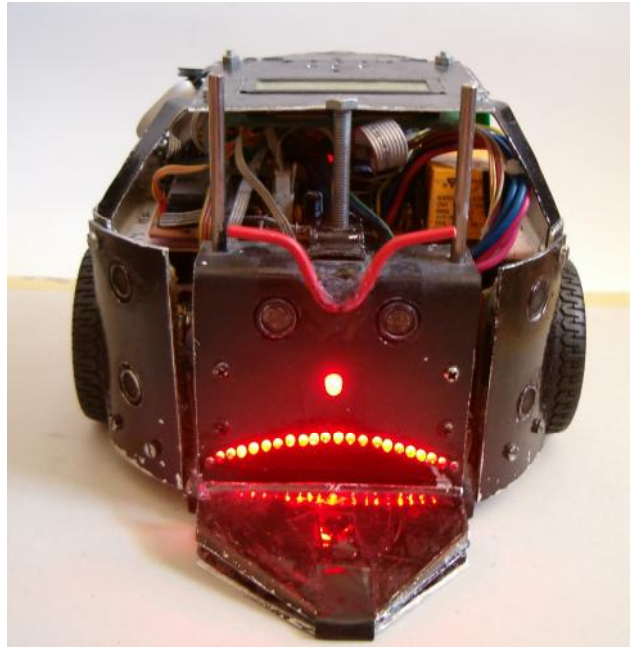


## KONU AN ROBOT YAPIYORUZ

Son zamanlarda popülarlık kazanmaya ba layan elektronik uygulamalarından birisi de elektronik ses kayıt ve sesli yanıt sistemleridir. Kullanıcıların sesli olarak bilgilendirilmesini amaçlayan birçok uygulamada bu tür elektronik sistemler kullanılmaktadır. Uygulama alanını biraz daha da geni letirsek bu tür bir elektronik uygulamayla konu abilen bir robot bile tasarlayabiliriz. Robotumuz sensörleri ile çevresinden aldı ı tepkiler do rultusunda daha önceden kaydedilmi çe itli ses örneklerini dinleterek çevresiyle etkile imde bulunabilir. Örnek olarak sumo robotlarımızdan gönüllerin fatihi “Kara Murat” ( ekil-1) konu abilen bir sumo robot ve rakibinin pozisyonu, yakınlı ı gibi bilgileri kullanarak içine yüklü olan ses parçalarından birisini seçiyor ve konu maya ba lıyor. Tabi ki kayıtlı sesler de robotumuzun karakteriyle uyumlu olursa ortaya oldukça etkileyici ve ho bir robot çıkabiliyor. Biz bu amaçla “Kara Murat” ismine de uyumlu olarak robotumuza Türk filmlerinden çe itli ünlü replikler yükledik. Bununla da yetinmeyip robotumuza mimik katabilmesi için çıkan sese göre yanıp sönen a ız eklinde ı ıklı bir Vu-metre de ekledik. Ortaya gayet hırslı ve mücadeleci görünen bir sumo robot çıktı. Robotumuz sanki Bizans ordusuna kar ı sava ıyormu çasına, rakibiyle mücadele ediyor, nidalar atabiliyor bazen espri bile yapabiliyor. Kula a gayet ho geliyor de il mi? Artık sizi fazla meraklandırmadan nasıl konu an bir robot üretebiliriz imdi ona bakalım istesenez.

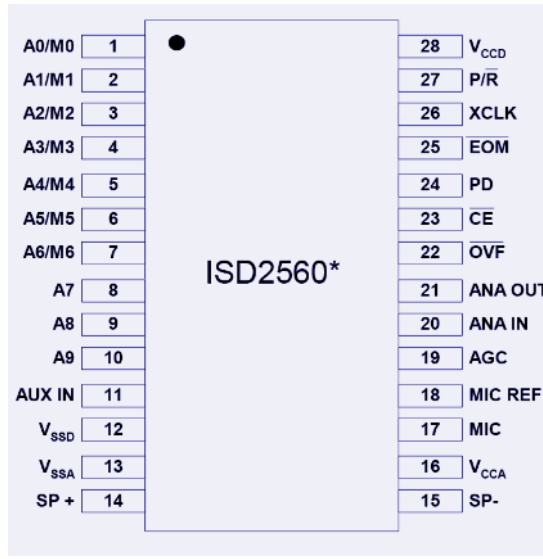


ekil-1

Bu konuda sorulması gereken ilk soru ve en önemli nokta ses gibi analog bir bilginin nasıl dijitale çevrilece i ve 1 ve 0 lar halinde temsil edilip elektronik olarak nasıl saklanacağı olmalıdır. Bilindi i gibi ses dalgaları sürekli de i en frekanslardaki titre imlerin bir ortamın içinde yayılması ile oluşur. Sesi kaydedebilmek için bu de i ken titre imleri uygun bir ortamda depolamak gerekir. Kaset, plak gibi klasik ses depolama yöntemlerinde ses herhangi bir dijital çevrime u ramaz ve analog olarak saklanır. Plakta ses dalgaları sert plak yüzeyi üzerine titre im izleri halinde, kasetlerde ise manyetik bir bant üzerine manyetik alan yardımıyla oluşturulmuş izler halinde kaydedilir. Bu i için robotumuz üzerine bir kasetçalar ya da ta plak eklememiz oldukça gülünç olurdu herhalde. Bu yüzden daha pratik ve gelişmiş bir yöntem olan sesin dijitalleştirilerek depolanması yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem kullanılarak çok küçük bir alanda ses kayıtları gerçekleştirilebilir. Sesin dijitalleştirilerek saklanması şu şekilde çalışır. Öncelikle ses dalgaları bir mikrofon yardımıyla elektriksel sinyallere dönüştürülür. Fakat bu sinyaller hala analog formattadır. Bunu dijitale çevirebilmek için bir ADC (Analogtan Dijitale Çevirici) gereklidir. ADC girişine uygulanan analog sinyalleri sayısal dönüştürme işlemi yapar ve çıkışında girişindeki de i ken gerilim değerlerine uygun sayısal değerler üretir. Bir saniyede gerçekleştirilen analogtan sayısal çevrim sayısı ve ADC nin sayısal çözünürlüğü kaydedilen sesin kalitesini belirleyen unsurlardır. Son olarak üretilen sayısal değerler bir depolama ünitesinde ardışık olarak saklanırsa ses kaydedilmiş olur. Sesin kayıttan alınması ise yapılan işlemlerin tam tersi yönde tekrarlanmasıyla sağlanır. Yani kaydedilen sayısal değerler kaydedildiği sıra ile bir DAC (Dijitalden Analoga Çevirici) yardımıyla analoga dönüştürülür ve yeterince kuvvetlendirildikten sonra bir hoparlöre iletilirse kaydedilen ses dinlenmiş olur.



ekil-2



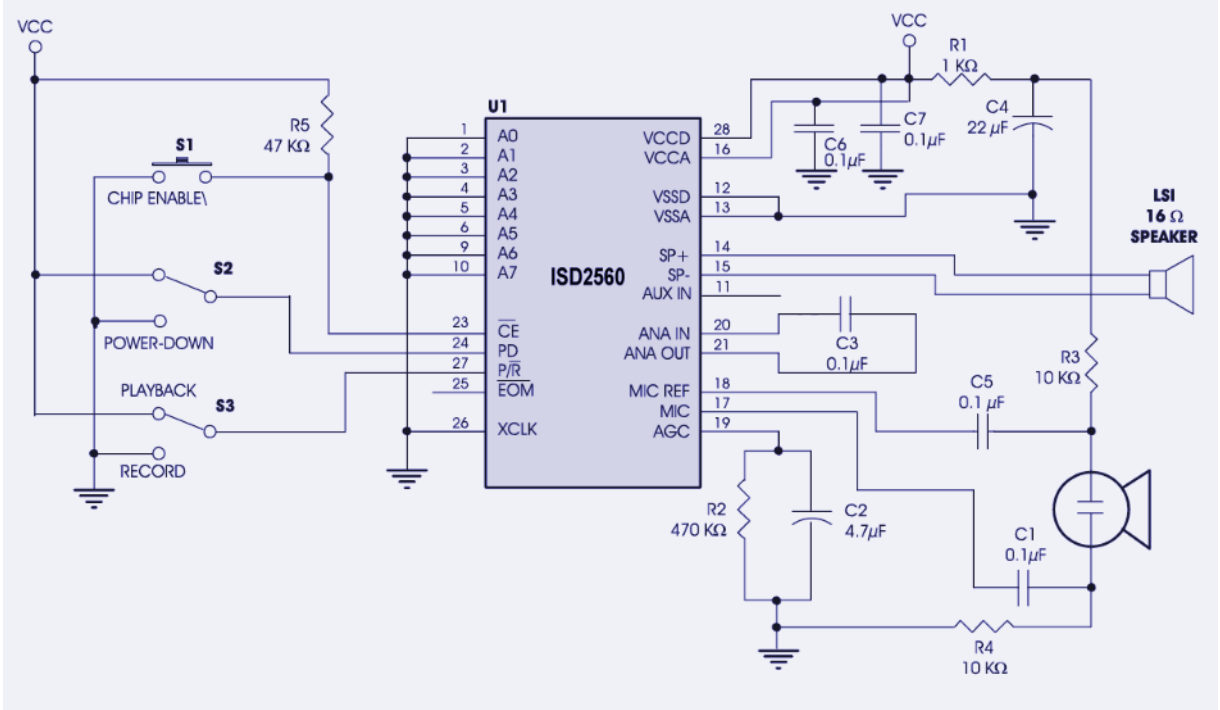
ekil-3

Sesi dijital olarak depolayabilen ve ses kayıt ve geri oynatımı için geli tirilmi özel elektronik devre elemanları bulunmaktadır. Bu elemanlar sayesinde ses kaydetme ve kayıttan oynatma i lemleri oldukça basitle mi tir. Bu elemanlar içlerinde statik EPROM hafıza, DAC ve ADC çevirici, mikrofon ön yükselteci, çe itli ses filtreleri gibi birimleri hâlihazırda bulundurdu u için bizim bu tür detaylarla u ra mamıza gerek kalmaz ve uygulama geli tirmek oldukça kolayla ır. Biz bu yazımızda popüler ses kayıt çözümlerinden olan ISD serisi entegreleri kullanaca ız. Bu entegreleri seçmemizin en önemli nedenleri yüksek kalite sunması, kullanımının kolay olması, üzerinde birden fazla ses kaydı saklanabilmesi, kayıtların adreslenebilmesi ve en önemlisi ülkemizde bulunabilmesidir. ISD serisi ses kayıt entegreleri “ISD10XXA” “ISD25XX” ekinde kodlanırlar. Buradaki “XX” de eri o entegrenin saniye cinsinden ses kaydı yapabilece i süre miktarıdır. Piyasada ISD1016A(16 sn), ISD2560(60 sn) ve ISD2590(90 sn) modelleri bulunabilir. Bu entegrelerin tamamının kullanımı ve bacak ba lantıları aynı ekildedir. Biz bu yazımızda 60 saniyelik ses kayıt alanına sahip ISD2560 modelini kullanmayı tercih ettik. E er isterseniz di er modelleri de kullanabilirsiniz.

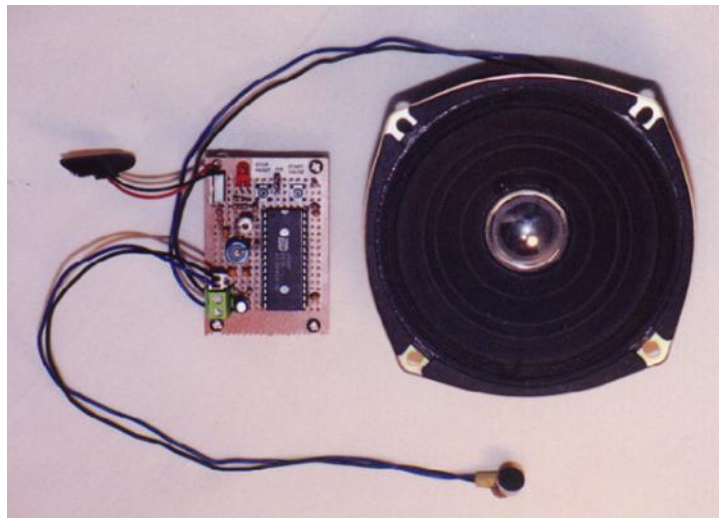
## BAS T KAYIT VE D NLET M UYGULAMASI

ekil1 deki devre emasında ISD2560 ile yapılmı basit bir kayıt uygulaması gösterilmektedir. Bu uygulamada adresleme kullanılmamı ve 60 saniyelik tek bir kayıt ortamı sa lanmı tır. ISD serisi devreler 5V'luk bir besleme gerilimi ile beslenmelidir. Devreye enerji verildikten sonra S3 anahtarı kayıt için RECORD

konumuna getirilir, S2 anahtarı toprağa çekilir. S1 butonuna basıldığında devre ses kaydına başlar ve buton basılı tutulduğu süre boyunca devam eder. Kaydedilen sesi dinlemek için ise S3 PLAYBACK konumuna getirilir, S2 kapatılıp açılarak devrenin resetlenmesi sağlanır. S1 butonuna basıldığında da kaydedilen ses hoparlörden dinletilmeye başlar. Ekil-5 te devrenin yapılmış hali görülmektedir.



ekil-4



ekil-5

## ADRESLEMELİ KAYIT

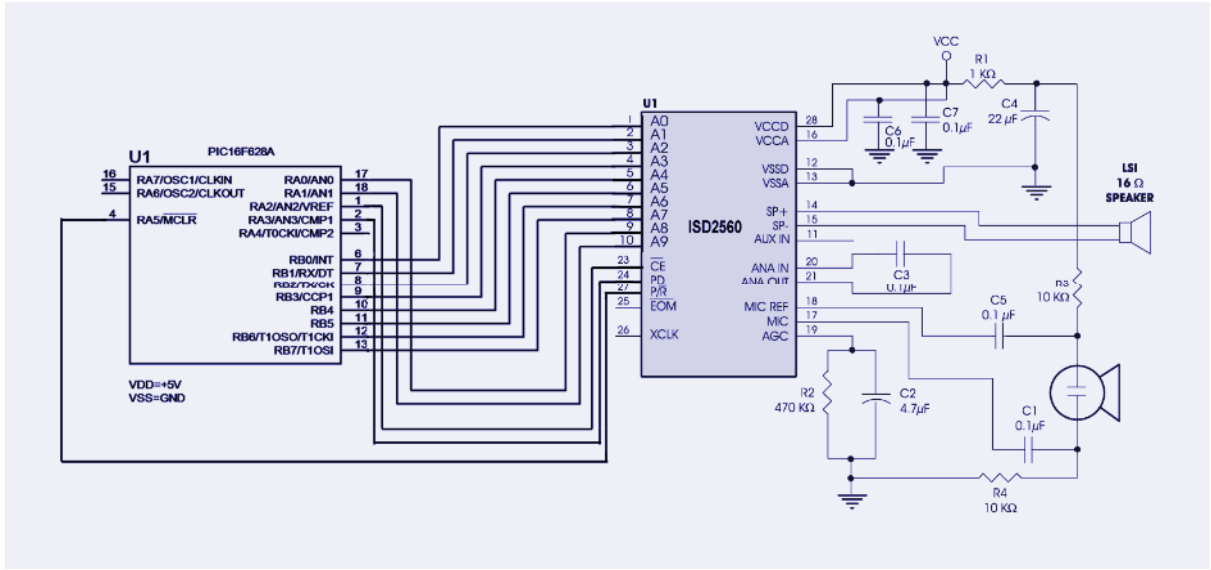
ISD serisi entegreler birçok farklı çalışma moduna sahiptirler. Bu modlardan en önemlilerinden birisi adreslemeli erişim modudur. Bu modda ISD entegremiz minyatür bir kasetçalara benzetilebilir. Kayıt ve dinleme için kasetçalarda bulunan kafa gibi entegremiz yazma/okuma kafasını istenilen konuma getirilebilir ve istenirse yeni bir kayda başlayabilir istenirse de var olan bir kaydı çalabilir. Konumlandırma işlemi ise entegrenin adresleme pinlerine gidilecek olan adres bilgisinin yazılması ile olur. ISD 25XX serisi entegrelerde A0-A9 arası 10 adet adres pini bulunmaktadır. Biraz açıklamak gerekirse örnek olarak ISD2560 maksimum 600'e kadar adresleme yapabilmektedir. Bu değer 60 saniyelik kayıt süresi için  $60\text{sn}/600=0,1\text{sn}$  lik bir çözünürlüğe sahiptir. Başka bir deyişle, bu entegre üzerinde minimum 0,1 saniyelik çözünürlükle ses kayıtları depolanabilir. Mesela 10. saniyeden başlayması gereken bir kayıt için  $10/0,1=100$  degerini dijital olarak A0-A9 arasına yazmamız gerekir. Yani, 100 degeri binary olarak 01100100 şeklindedir. Ve bu değer A0 dan başlayarak adres pinlerine, 1 olan pinlere +5V, 0 olanlarda 0V uygulanarak yazılmalıdır. P/R pinine playback için +5V kayıt içinse 0V uygulandıktan sonra CE (chip enable) pini üzerindeki gerilim pozitiften 0 volta düşürülürse kayıt ya da kayıttan çalışma işlemi başlatılmı olur.

## MİKROİLEMCI KONTROLLÜ KAYIT UYGULAMASI

ISD serisi ses kayıt entegreleri ile çoklu kayıt ve adreslemeli erişim uygulaması yapmanın en kolay yolu girişte bir mikroi lemci kullanmak ve çalışması istenilen parçaları mikroi lemciye seçtirmek olacaktır. Robot üzerinde bulunan mikroi lemci bu işi yapabilir. Bu şekilde bu devreyi bir robota eklemek ve robotu konumlandırmak oldukça kolaylaşır. Şekil-4 te bulunan devre şeması bir mikroi lemci ile ISD2560 entegresinin nasıl kontrol edilebileceğini göstermektedir. Bu devrede mikroi lemci olarak kullanması en kolay olanlardan PIC16F628 kullanmayı tercih ettik. Ve hatırlarsanız 16F628 de yerleşik bir osilatör bulunduğundan için ayrıca bir kristal osilatör kullanmamıza da gerek kalmadı.

Mikroi lemci içerisine yüklenmiş olan yazılım kodu ile istediği sesi seçip dinletilmesini bu şekilde sağlayabilir. Önce mikroi lemci A0-A9 arasındaki adres pinlerine kaydedilmek ya da kayıttan çalıştırılmak istenen pozisyon bilgisini yazdıktan

sonra P/R pinine playback için +5V kayıt içinse 0V uygular. Son olarak CE pini tetiklendi inde kayıt ya da kayıttan çalma i lemne ba lanır.



ekil-6

Örnek olması amacıyla biz bir geri sayım uygulaması yaptık. Bu uygulamada mikro lemcimiz üçten geriye do ru sayım yapmakta ve bir saniye aralıklarla ISD2560 içine önceden yüklenmi olan ses kayıtlarını çaldırmaktadır. PICBASIC dilinde yazılmı kod a a ıda görülüyor. Burada dikkat edilmesi gereken nokta bir ses dosyası çalındı ı süre boyunca farklı bir ses dosyasının seçilmemesi gerekti idir. Bu sebeple farklı kayıttan çalınan sesler arasında yeterli bekleme süreleri bulundurmak gerekir.

MIKRO LEMC YE YÜKLENECEK PICBASIC KODU:

```
*****GER SAYIM UYGULAMASI*****
```

```
CMCON = 07 ;PORTA D J TAL
```

```
TRISB = %00000000
```

```
TRISA = %00000000
```

```
PORTB = %00010001
```

```
PORTA = %00000000
```

```
CE VAR PORTA.2
```

```
PR VAR PORTA.5
```

```
RESET VAR PORTA.3
```

```
LOW RESET
```

```
HIGH PR ;PLAYBACK MODU SEÇ M
```

```
PAUSE 10
```

```
PORTB = %00010000 ;ÜÇ (1,6. saniyede kayıtlı)
```

LOW CE  
PAUSE 1  
HIGH CE  
PAUSE 990

```
PORTB = %00001000 ; K (0,8. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
PAUSE 1000
```

```
PORTB = %00000000 ;B R (0. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
PAUSE 1000
```

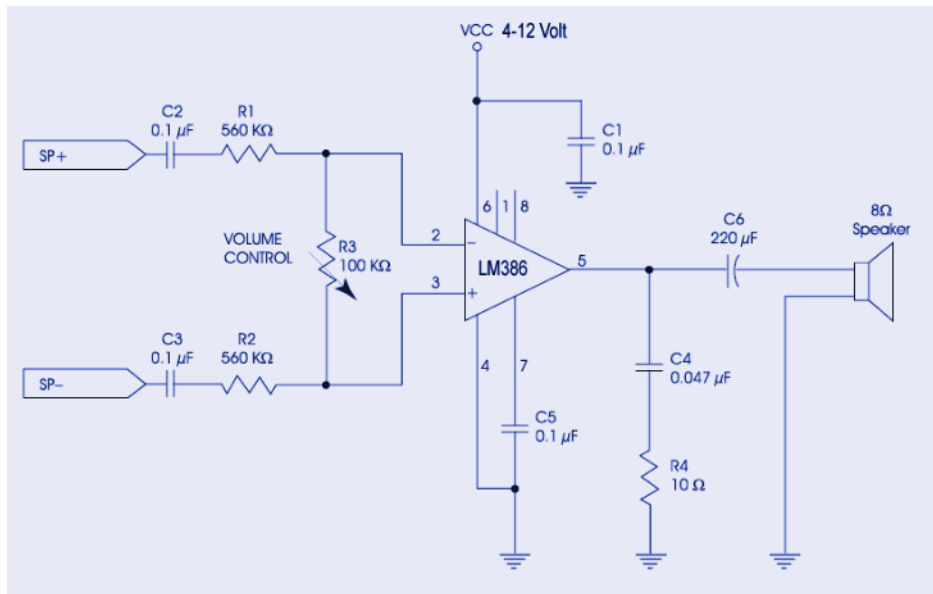
```
PORTB = %00011000 ;SIFIR (2,4. saniyede kayıtlı)
LOW CE
PAUSE 1
HIGH CE
```

END:

\*\*\*\*\*

## SES ÇIKI ININ GÜÇLEND R LMES

E er uygulamalarda daha yüksek güçte bir ses çıkı ına ihtiyaç duyulursa ekil-5 te bulunan devre kullanılabilir. Bu devrede LM386 basit kuvvetlendirici entegresi kullanılmı tır. Devre 4-12 V besleme aralı ında çalı abilir. E er 12 voltta 8 luk bir hoparlör ile sürülürse 1 Watt kadar bir çıkı gücü üretebilir. Bu devreyi kullanabilmek için SP+ ve SP- giri lerini ISD25XX in ilgili pinlerine ba lamamız yeterli olacaktır. Tabî ki bu durumda ISD gerilim besleme katı ile LM386 besleme katı birbirinden ayrı tutulmalıdır. R3 potansiyometresi ile ses çıkı seviyesi ayarlanabilir.



Yardığ ve destek için <http://robot.metu.edu.tr/forum> adresi altındaki foruma ileti yazabilirsiniz.

---

**Kaynaklar:**

Odtü Robot Toplulu u sitesi :<http://www.robot.metu.edu.tr>  
Microchip, 16F628A Data Sheet :<http://www.microchip.com>  
ISD 2560 Datasheet :[http://www.winbond-sa.com/products/isd\\_products/chipcorder/datasheets/2560/ISD2560.pdf](http://www.winbond-sa.com/products/isd_products/chipcorder/datasheets/2560/ISD2560.pdf)

**Hazırlayan:**

**Ömer AYIRPUNAR – ODTÜ Robot Toplulu u**