

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON
TEKNOLOJİLERİ

MİKRODENETLEYİCİ-4

Ankara 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. D/A ÇEVİRİCİLER	3
1.1. Sinyal Çeşitleri	3
1.1.1. Analog Sinyal	3
1.1.2. Dijital Sinyal	4
1.2. R/2R Merdiven Devresi ile D/A Çevirici	5
1.3. Entegreli D/A Çevirici	9
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	16
2. A/D ÇEVİRİCİLER	16
2.1. A/D Çevirici Prensibi	16
2.2. Entegreli A/D Çevirici	23
2.3. Sıcaklık Sensörü	24
UYGULAMA FAALİYETİ	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
MODÜL DEĞERLENDİRME	31
CEVAP ANAHTARLARI	32
KAYNAKÇA	33

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0368
ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Mikrodenetleyici – 4
MODÜLÜN TANIMI	Mikrodenetleyici ile analog işlemler yapma becerisinin kazanıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Mikrodenetleyici – 3 modülünü almış olmak
YETERLİK	Mikrodenetleyici ile analog işlemler yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Mikrodenetleyici ile analog işlemleri doğru olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Mikrodenetleyici ile A/D, D/A çevrim kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz. 2. Mikrodenetleyici ile sıcaklık kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Mikrodenetleyici Laboratuvarı Donanım: Elektronik devre elemanları, elektronik malzeme katalogları, multimetre, baskı devre ve lehimleme araç gereçleri, işlemsel yükselteç deney seti, mikrodenetleyici programlama kartı, osilaskop, ısı sensörleri, A/D çevirici entegresi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyetin sonunda ölçme soruları ile öğrenme düzeyinizi ölçeceksiniz. Araştırmalarla, grup çalışmaları ve bireysel çalışmalarla öğretmen rehberliğinde ölçme ve değerlendirmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Mikrodenetleyici uygulamaları dersinde şimdiye kadar tamamlamış olduğunuz modüllerde assembly dilinde programlama kurallarına uygun programlar yazarak temel seviyede mikrodenetleyici ile kontrol uygulamaları yaptınız. Şimdiye kadar yapılan uygulamalarda dijital (lojik 1 ya da 0) devre çalışma mantığına bağlı kalındı. Yalnızca “1” ya da “0” mantık değerleriyle ifade edilebilen durumlar dijital sinyal yapısıyla açıklanabilir.

Isı, ışık, gerilim gibi bazı fiziksel değerlerin belirli bir zaman diliminde farklı değerler olarak değişimini ifade etmek için analog sinyal yapısını bilmek gerekir.

Bu modülde analog sinyal ile dijital sinyal yapısı, analog sinyalin dijital sinyale ve dijital sinyalin, analog sinyale nasıl dönüştürülebileceği açıklanacak, sonra da PIC mikrodenetleyici ile analog ve dijital sinyaller kullanılarak kontrol uygulamaları yapılacaktır.

Bu modül tamamlandığında PIC mikrodenetleyici ve A/D, D/A çevirici entegreleri kullanarak analog ve dijital sinyal içeren sistemlerin kontrolünün yapılmasına yönelik yeterliliklere sahip olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Mikrodenetleyici ile A/D, D/A çevrim kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Sevgili öğrenci, bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki hazırlıkları yapmalısınız.

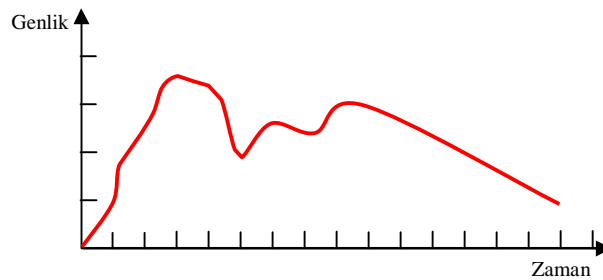
- Ø Analog sinyal nedir?
- Ø Dijital sinyal nedir?
- Ø DA çeviricilerin kullanım alanları nelerdir?
- Ø Operasyonel amplifikatörlerin (OPAMP) özellikleri ve kullanım alanları nelerdir?

1. D/A ÇEVİRİCİLER

1.1. Sinyal Çeşitleri

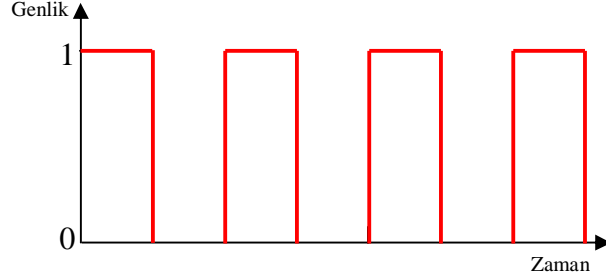
1.1.1. Analog Sinyal

Ses, ışık, ısı, basınç gibi fiziksel büyüklükler analog değişim gösterirler. Analog değişim gösteren büyüklükler belirli bir zaman diliminde sonsuz farklı değer alırlar. Lamba karartma devresi ile ışık şiddetinin ayarlanması, bir ısıtıcı ile belirli bir süre ortamın ısıtılması, bir potansiyometre ile direncin değiştirilmesi analog değişime örnek olarak verilebilir. Bu değerlerin değişimi, analog sinyal ile ifade edilir.



Şekil 1.1 : Analog sinyal

1.1.2. Dijital Sinyal



Şekil 1.2 : Dijital sinyal

Boolean matematiği ile açıklanan sistemlerde büyüklükler yalnızca iki farklı değer alabilirler. Pozitif mantığa göre bir büyüklüğün yeterli seviyede olması “1” ile ifade edilir. Büyüklüğün yeterli seviyede olmaması ya da hiç olmaması durumu da “0” ile ifade edilir. Dijital değişim şekil 1.2’de gösterilmiştir. Dikkat edilirse belirli bir zaman aralığında büyüklük ya “1” ya da “0” değer almaktadır.

Çeşitli durumlarda analog sinyalin dijital sinyale çevrilmesi ya da dijital sinyalin analog sinyale çevrilmesi gerekebilir. Örneğin ölçülen sıcaklığın displayde görüntülenebilmesi için analog sinyalin dijital sinyale dönüştürülmesi gerekir veya bir mikrodenetleyici ile motor hızını kontrol etmek için dijital sinyalin analog sinyale dönüştürülmesi gerekir. Bu tür sistemlerin daha iyi anlaşılabilmesi için A/D çevirici ya da D/A çeviricilerin incelenmesi gerekir.

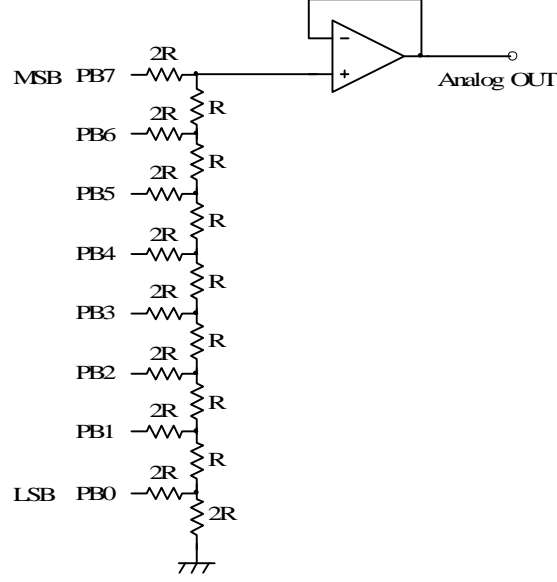


Şekil 1.3 : D/A çevrimi

Dijital sinyalin analog sinyale çevrilmesi işlemi D/A çevirici entegrelerle yapılabileceği gibi R/2R merdiven (ladder) direnç devresi kullanılabilir.

1.2. R/2R Merdiven Devresi ile D/A Çevirici

Şekil 1.4'te 8 bitlik dijital verinin analog karşılığını veren R/2R devre bağlantısı görülmektedir. Çıkışa bağlanan operasyonel yükseltecin kazancı $A=1$ 'dir.



Şekil 1.4: 8 bitlik R/2R bağlantısı ile D/A çevirici

R/2R merdiven devresi ile D/A çevirici uygulamasında çıkış gerilimi aşağıdaki bağıntı ile bulunur. V_0 = Lojik 1 değerine karşılık olan gerilim değeridir. Bizim uygulamamızda $V_0= 5V$ olacaktır.

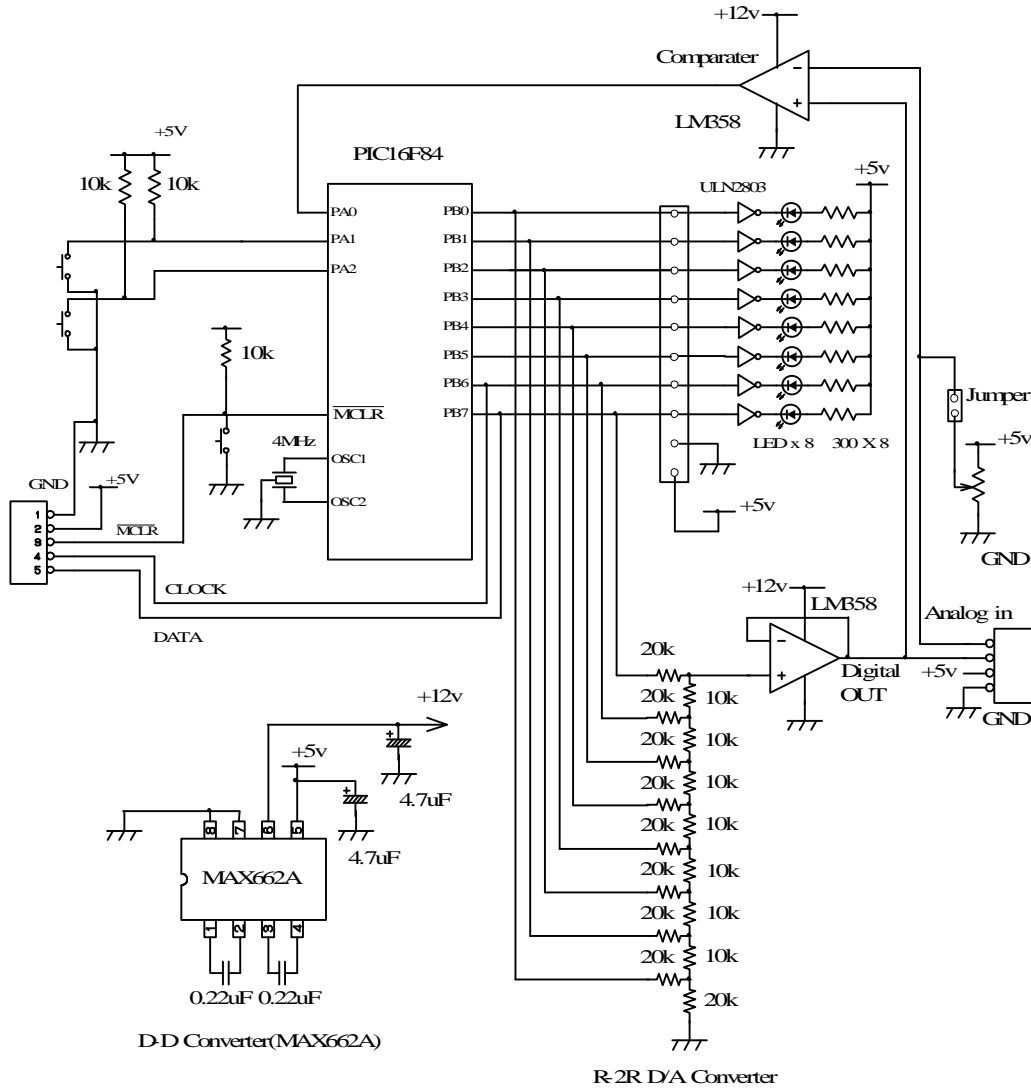
$$V_{out} = \frac{V_0}{2} \times \left(\frac{PB7}{1} + \frac{PB6}{2} + \frac{PB5}{4} + \frac{PB4}{8} + \frac{PB3}{16} + \frac{PB2}{32} + \frac{PB1}{64} + \frac{PB0}{128} \right)$$

Örnek:

8 bitlik verinin 10.000.000 olması durumunda bu değere karşılık olacak analog değeri hesaplayınız.

$$V_{out} = \frac{5}{2} \times \left(\frac{1}{1} + \frac{0}{2} + \frac{0}{4} + \frac{0}{8} + \frac{0}{16} + \frac{0}{32} + \frac{0}{64} + \frac{0}{128} \right) = 2,5V$$

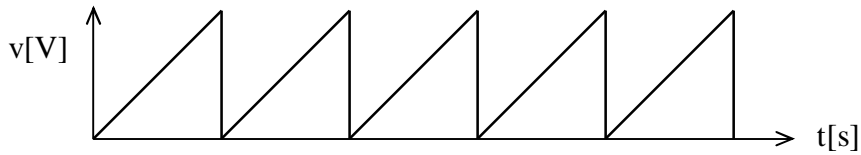
D/A, A/D çevirici uygulamalarında kullanılacak devre şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.5: Devre şeması

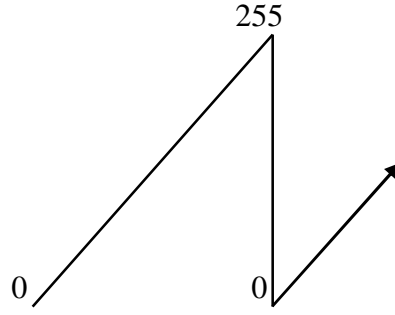
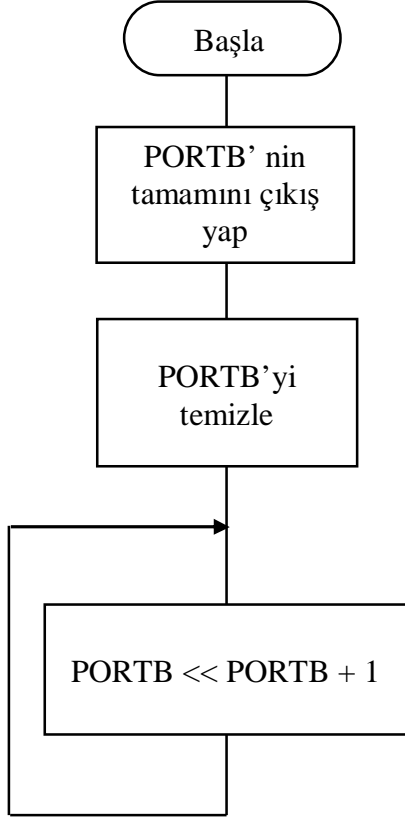
Örnek uygulama :

Uygulama devresinde D/A çevirici çıkışında testere dişli dalga şeklini veren PIC16F84 için uygun program yazınız.



Şekil 1.6: Testere dişli sinyal

Programın akış diyagramı



Program:

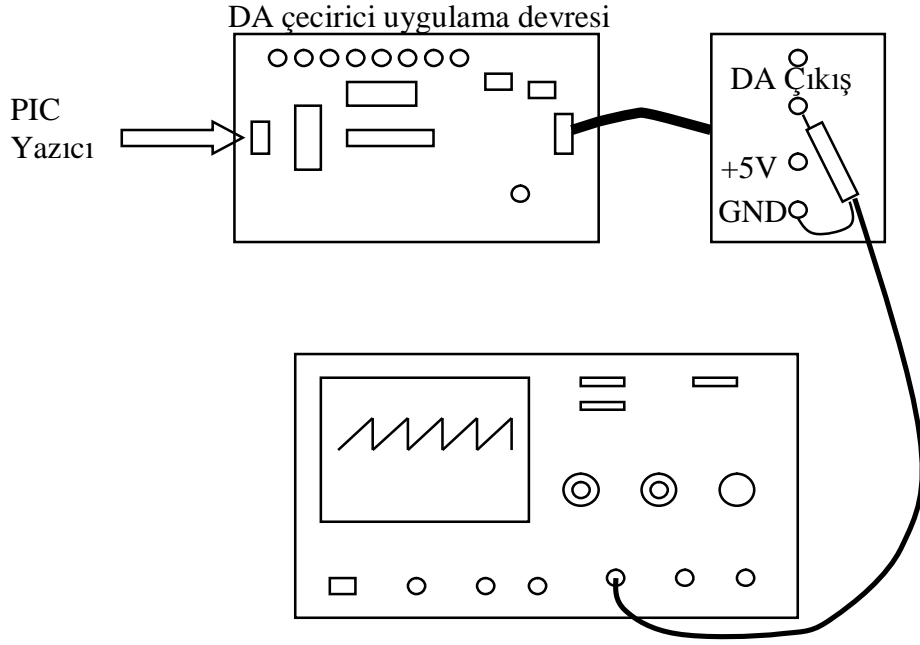
```
LIST      P=16F84,R=DEC
INCLUDE   "P16F84.INC"
```

```
BSF  STATUS,RP0
CLRF TRISB
BCF  STATUS,RP0
CLRF PORTB
```

```
LOOP INCF PORTB,F
      GOTO  LOOP
```

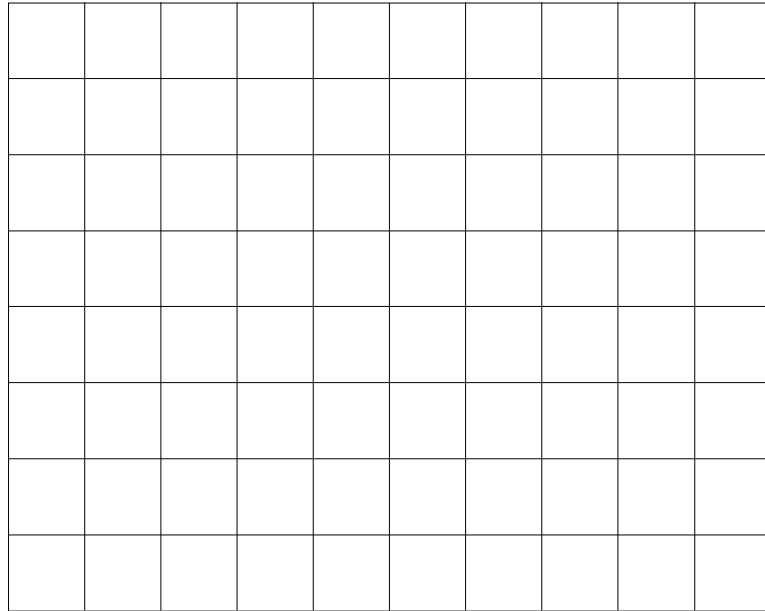
```
END
```

Şekil 1.7: Örnek akış diyagramı ve program



şekil 1.8: Uygulama bağlantısı

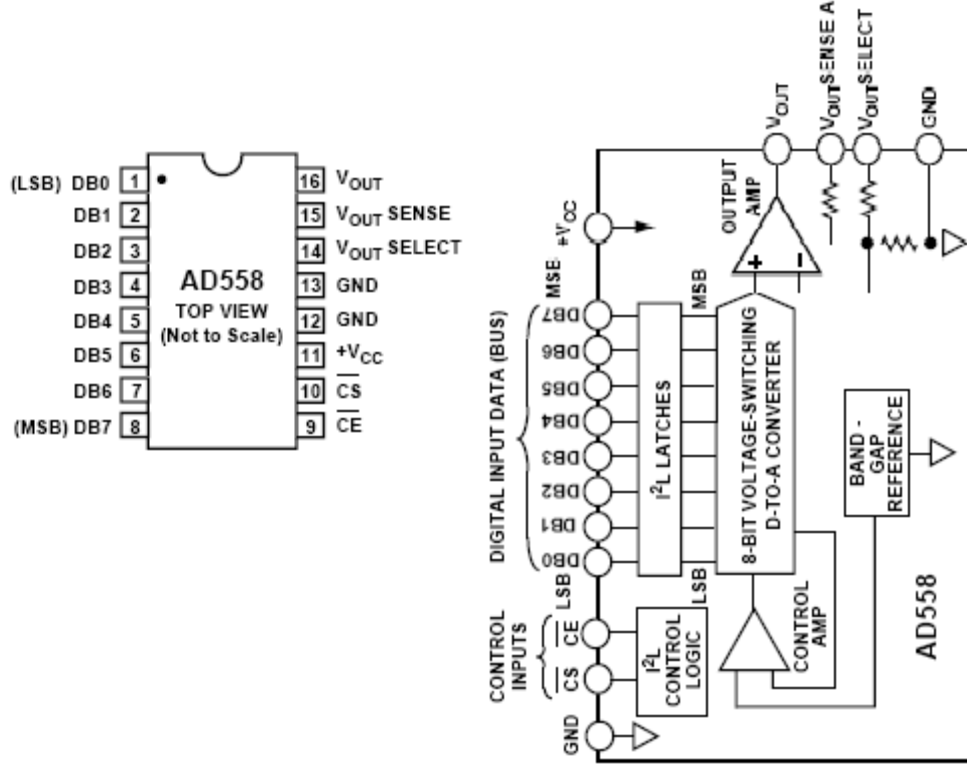
Uygulama sonucunda osiloskop ekran görüntüsünü ařaęıya çiziniz.



Volt () V/div
Zaman () s/div

1.3. Entegreli D/A Çevirici

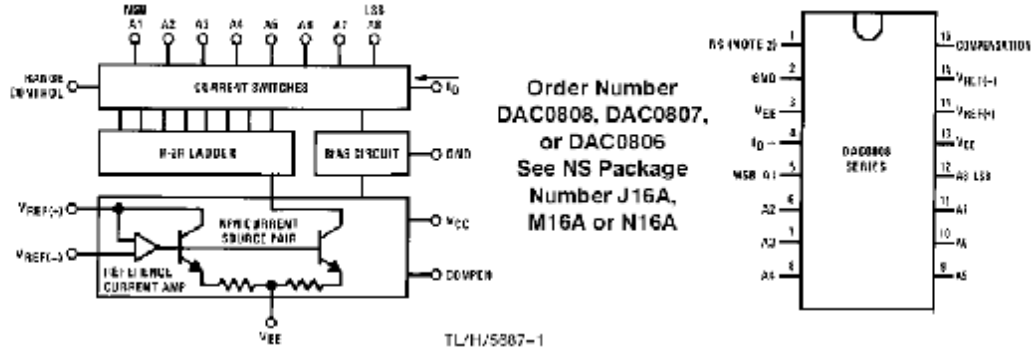
Ladder direnç bağlantısı ve OPAMP kullanmak yerine dijital veriyi analog veriye dönüştürmek için hazır D/A çevirici entegreler kullanılabilir. Örnek olarak AD558 entegresi verilebilir. Besleme gerilimi 5V olduğunda girişine uygulanan dijital veri 00000000 ile 11111111 arasında değiştirildiğinde çıkış gerilimi 0-2,55V arasında değişir.



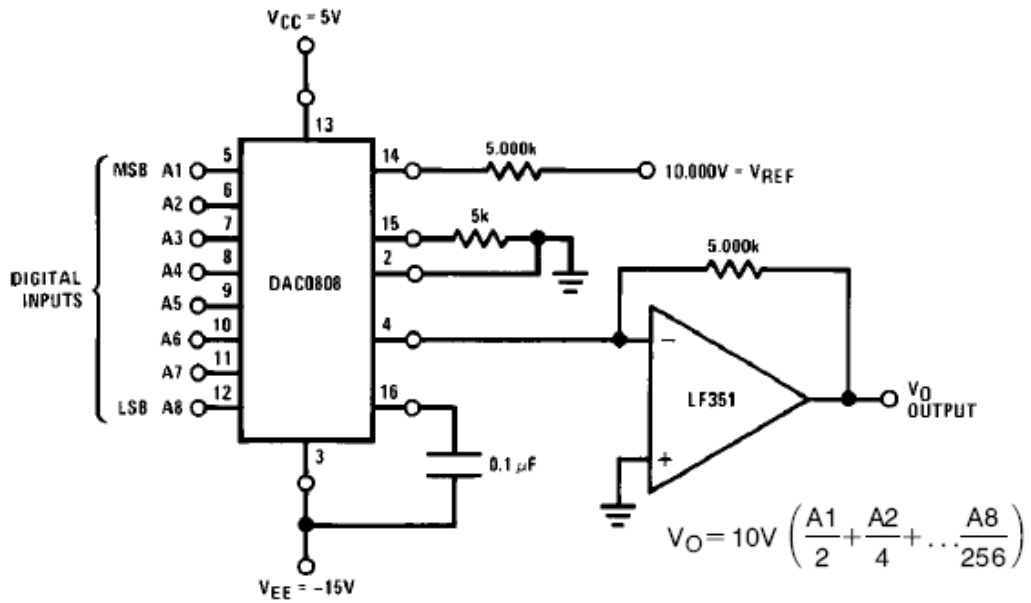
Digital Input Code			Output Voltage	
Binary	Hexadecimal	Decimal	2.56 V Range	10.000 V Range
0000 0000	00	0	0	0
0000 0001	01	1	0.010 V	0.039 V
0000 0010	02	2	0.020 V	0.078 V
0000 1111	0F	15	0.150 V	0.586 V
0001 0000	10	16	0.160 V	0.625 V
0111 1111	7F	127	1.270 V	4.961 V
1000 0000	80	128	1.280 V	5.000 V
1100 0000	C0	192	1.920 V	7.500 V
1111 1111	FF	255	2.55 V	9.961 V

Şekil 1.10: AD558 giriş-çıkış değerleri

Block and Connection Diagrams



Şekil 1.11: DAC0808 blok diyagramı ve bacak yapısı



Şekil 1.12: DAC0808 Uygulama bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

Kullanılan Araç ve Gereçler

1. PIC programlayıcı devresi
2. DA Çevirici Uygulama Kartı
3. 5V DC gerilim kaynağı

Uygulama 1, 2 ve 3'ü aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Öncelikle verilen problemde sizden istenenleri kavrayınız.	Ø Çalışma şartlarını kafanızda canlandırabilmeniz gerekir.
Ø Çalışma şartlarını sağlayan akış diyagramını bir kâğıt üzerine çiziniz.	Ø Size özel bir çözüm yolu geliştirebilirsiniz. Önce kâğıt üzerinde çalışmak problem çözme yeteneğinizi geliştirecektir. Enerji verildiği anda ne olması isteniyor, sorusundan başlayın.
Ø Akış diyagramına uygun olarak programınızı asm formatında yazınız.	Ø Hangi komutu kullanmanız gerektiğini belirlemeniz gerekiyor. Komutları formatına uygun kullanınız.
Ø Yazdığınız programı derleyerek hex uzantılı dosyayı elde ediniz.	Ø Programınızı kaydetmeyi unutmayınız.
Ø Uygulama devresindeki PIC'e programınızı kaydediniz.	Ø Kaydetme işlem sonucunda hata vermemelidir.
Ø Uygulama devresinde çalışma şartlarının gerçekleştiğini gözlemleyiniz.	Ø Çalışma şartlarını sağlıyor mu? Kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Ses, ısı gibi fiziksel değerler analog değişim gösterir.

() DOĞRU () YANLIŞ

2. Dijital sinyal, belirli bir zaman aralığında sonsuz değer alır.

() DOĞRU () YANLIŞ

3. DAC0808 D/A çevirici olarak kullanılan bir entegredir.

() DOĞRU () YANLIŞ

4. DA motor hız kontrolü için D/A çevirici kullanılabilir.

() DOĞRU () YANLIŞ

5. R/2R merdiven devresi uygulamasında “1111111” sayısal değeri girildiğinde $V_{OUT}=V_0$ olur.

() DOĞRU () YANLIŞ

6. V/div değeri osiloskop ekranındaki gerilim ölçek değerini gösterir.

() DOĞRU () YANLIŞ

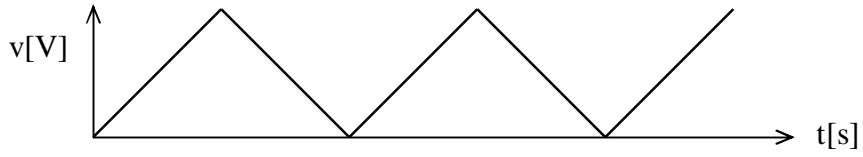
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

B. UYGULAMALI TEST

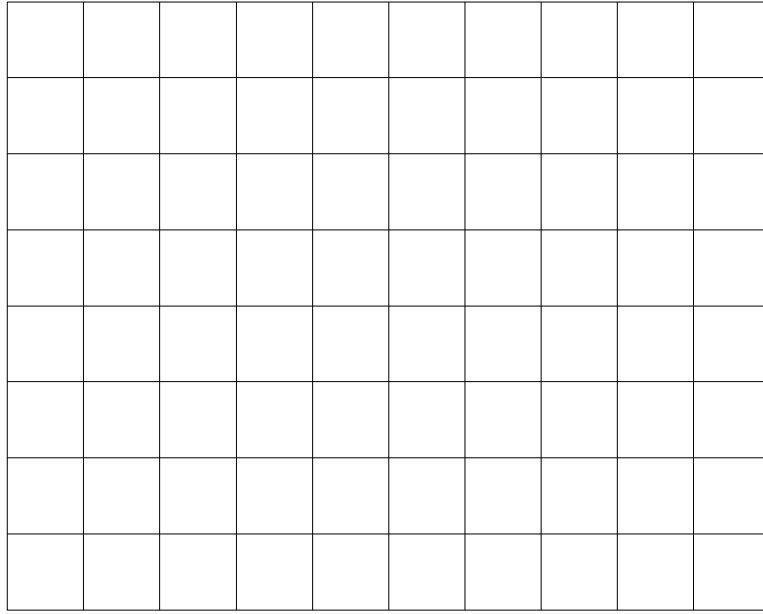
Uygulama 1

D/A uygulama devresi çıkışında aşağıdaki dalga şeklinin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Uygun PIC programını yazarak osiloskop ekranında çalışmanın sonucunu gözlemleyiniz.



Şekil 1.13: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -1 Sinyal Şekli

Osiloskop ekran görüntüsü

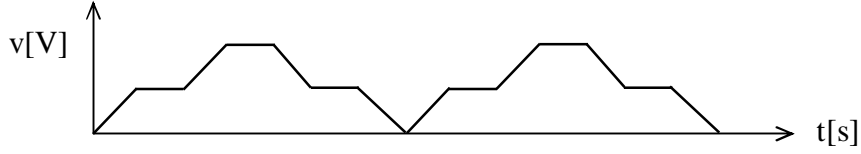


Şekil 1.14: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -1 Osiloskop Çıktısı

Volt () V/div
Zaman () s/div

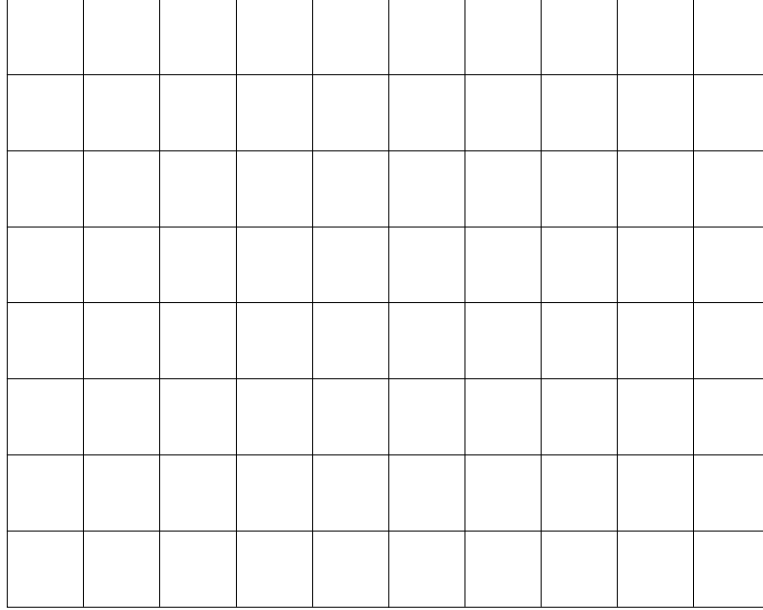
Uygulama 2

D/A uygulama devresi çıkışında aşağıdaki dalga şeklinin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Uygun PIC programını yazarak osiloskop ekranında çalışmanın sonucunu gözlemleyiniz.



Şekil 1.15: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -2 Sinyal Şekli

Osiloskop ekran görüntüsü

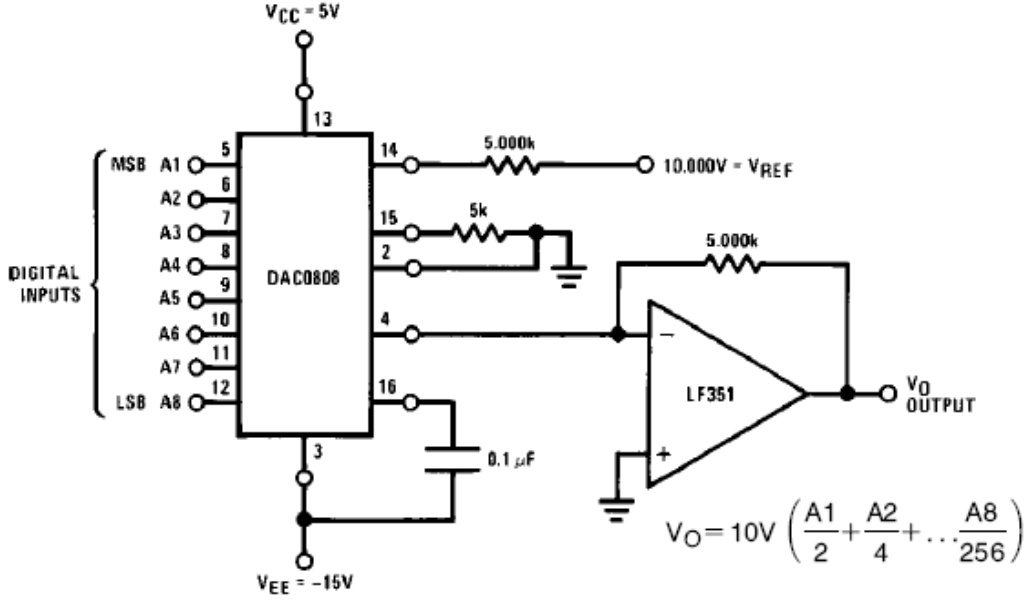


Şekil 1.16: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -2 Osiloskop Çıktısı

Volt () V/div
Zaman () s/div

Uygulama 3

DAC0804 entegre bağlantısını bord üzerine kurarak aşağıdaki tabloda verilen sayısal değerleri giriniz. Karşılık gelen analog çıkış değerlerini ölçerek tabloya kaydediniz.



Şekil 1.17: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -3 Devresi

Girilen sayısal değer	Çıkışta okunan analog değer (Volt)
00000000	
00001000	
00010000	
00100000	
01000000	
10000000	
10101010	
11111111	

Şekil 1.18: Öğrenme Faaliyeti -1 Uygulama -3 Sonuç Tablosu

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Mikrodenetleyici ile sıcaklık kontrolünü doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu öğrenme faaliyetinden önce aşağıdaki sorulara yönelik hazırlıkları yapmalısınız.

- Ø D/A çevirici çeşitleri nelerdir?
- Ø D/A çeviricilerde örnekleme frekansının önemi nedir?
- Ø D/A çevirici entegre çeşitleri nelerdir?

2. A/D ÇEVİRİCİLER

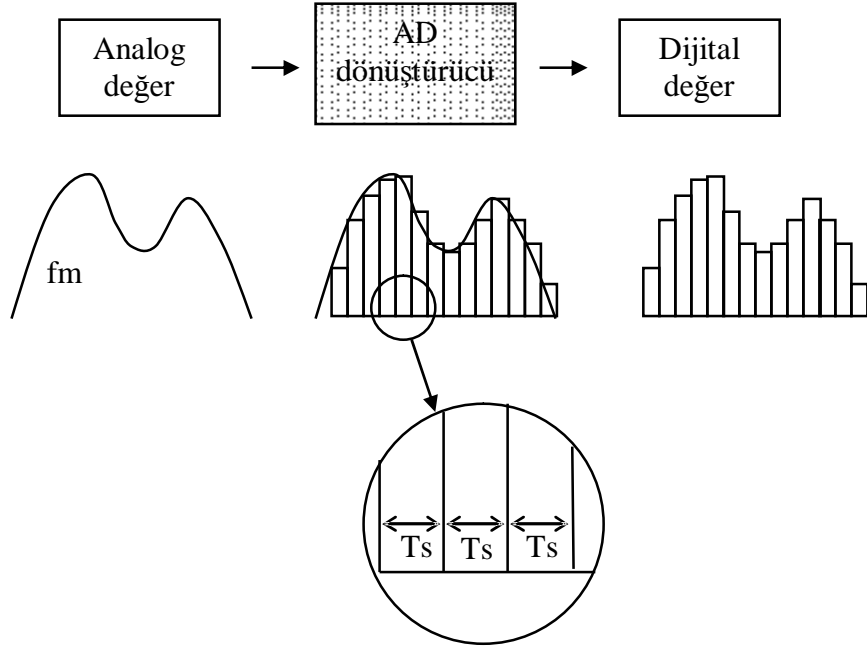
Önceki bölümde dijital sinyal ve analog sinyal yapısı incelenerek D/A çeviriciler ile ilgili uygulamalar yapılmıştı. Bu bölümde ise A/D çevirici mantığı açıklandıktan sonra uygulama devresi üzerinde çeşitli çalışmalar yapılacaktır.

Gerçekte A/D çevrimi için hazır entegreler kullanılmaktadır. Bu entegrelerin çeşitli kullanım alanlarında birbirlerine göre bazı avantajları vardır. Bazı mikrodenetleyicilerin iç yapısında hazır A/D çeviricisi vardır. Bu tür mikrodenetleyici kullanılması durumunda harici olarak A/D çevirici entegreye gerek kalmaz. A/D çeviricisi olan mikrodenetleyicilerin kullanılması durumunda analog sinyal, doğrudan analog sinyal giriş ucuna uygulanarak, mikrodenetleyici içerisinde dijital bilgiye çevrilir.

2.1. A/D Çevirici Prensibi

Ses, ışık, ısı, basınç gibi analog değişim gösteren fiziksel büyüklüklerin sayısal devrelerde işlenebilmesi için A/D çevriminin yapılması gerekir. A/D çevrimi için OPAMP'ın karşılaştırıcı olarak kullanıldığı devreler ya da hazır A/D çevirici entegreler kullanılabilirdiği gibi A/D çeviricisi içinde bulunan bazı mikrodenetleyiciler de kullanılabilir. Bizim uygulamamızda kullanacağımız PIC16F84 mikrodenetleyici içinde A/D çevirici olmadığından harici A/D çeviriciye ihtiyaç vardır.

Analog sinyal dijital sinyale dönüştürülürken yapılması gereken, analog sinyalin belirli aralıklarla örneklenecek sayısal karşılığının belirlenmesidir.



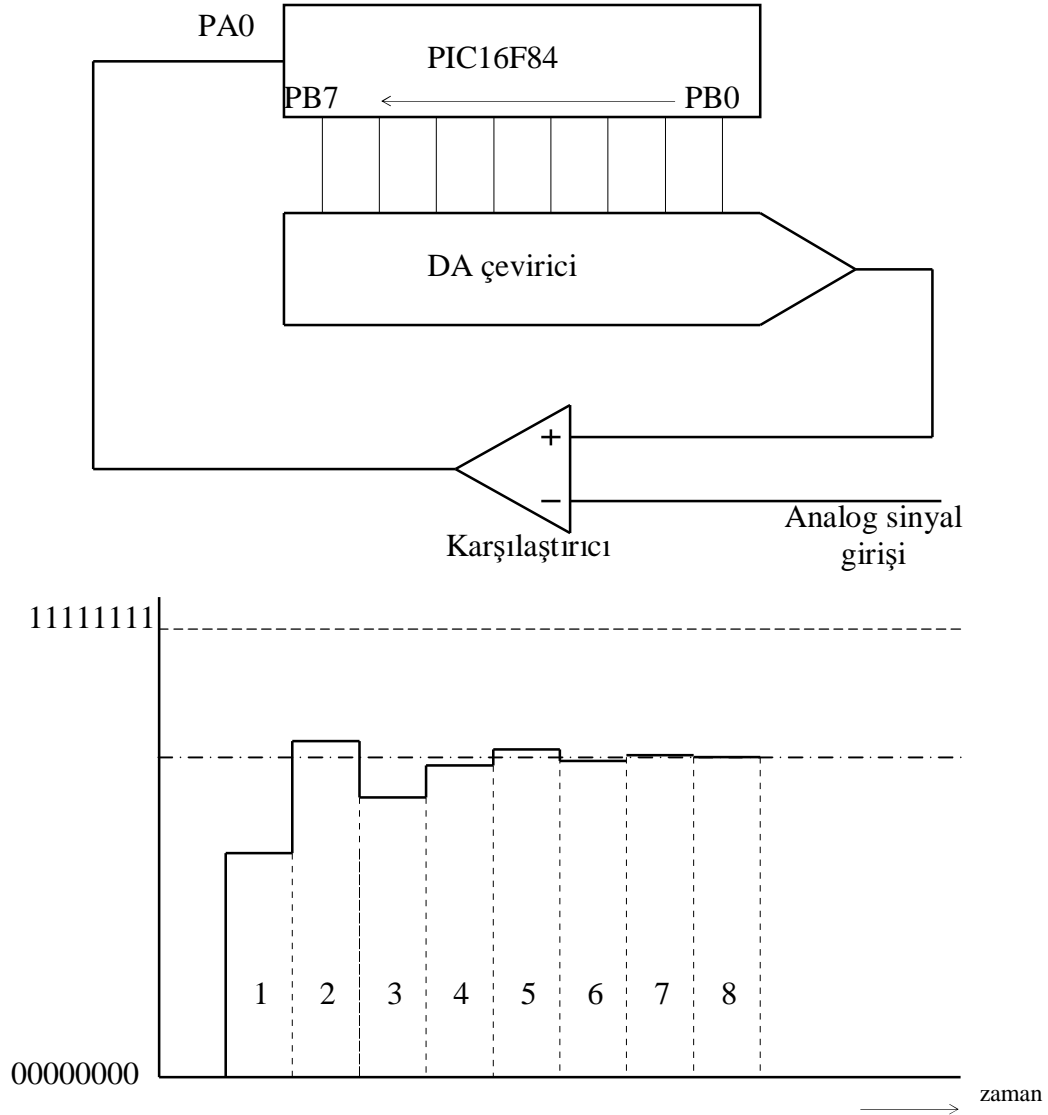
Şekil 2.1: A/D Çevrimi

Analog sinyalin frekansı f_m ve örnekleme frekansı da f_s ile gösterilir. Kaliteli bir A/D çevrimi için $f_s \geq 2f_m$ olması yeterlidir. Bu oranın yüksek olması A/D çevriminin doğruluğunu artıracaktır.

Örnek

Bu uygulamada A/D, D/A çevirici uygulama devresi kullanılacaktır. Bu nedenle öncelikle devrenin yeterince anlaşılması gerekmektedir. Devrede OPAMP karşılaştırıcı olarak kullanılmaktadır.

PIC16F84 için yazılacak program ile analog sinyal girişinden uygulanan 0-5 V arasında değişen gerilim değerlerine karşılık olan 8 bit genişliğindeki değer PA1 butonuna basıldığında PORTB'ye bağlı ledler üzerinde görüntülenmesi amaçlanmaktadır.

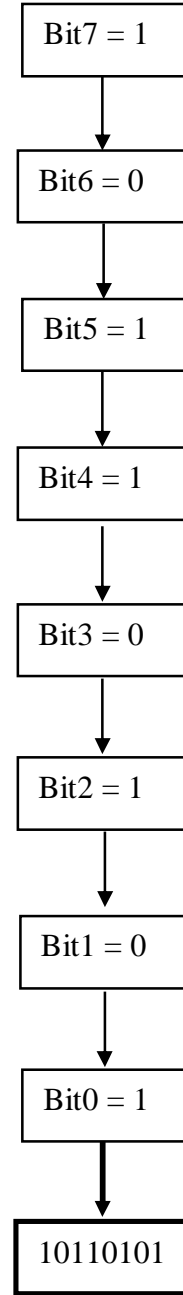


Şekil 2.2: A/D Çevirici Blok Şeması ve Dijital Seviyeler

Programda öncelikle MSB değeri "1" yapılır. Bunun için PORTB'ye 10000000 değeri verilmiştir. Bu anda PA0 girişinde "0" varsa analog sinyal o anda PORTB'de bulunan "10000000" değerinden daha büyük demektir. Analog sinyal karşılaştırıcının negatif girişine uygulandığı için bu sinyalin büyük olduğu durumlarda karşılaştırıcı çıkışı lojik-0'dır. PA0 girişi "1" ise, analog değer daha küçük ve analog girişin MSB değeri "0" demektir. Programda bu yöntemle tüm bitler kısa sürede sırasıyla belirlenir. PA0 lojik-0 olduğunda karşılaştırma işlemi PB6 lojik-1 yapılarak devam eder. Aşağıda bu çalışmayla ilgili örnek verilmiştir.

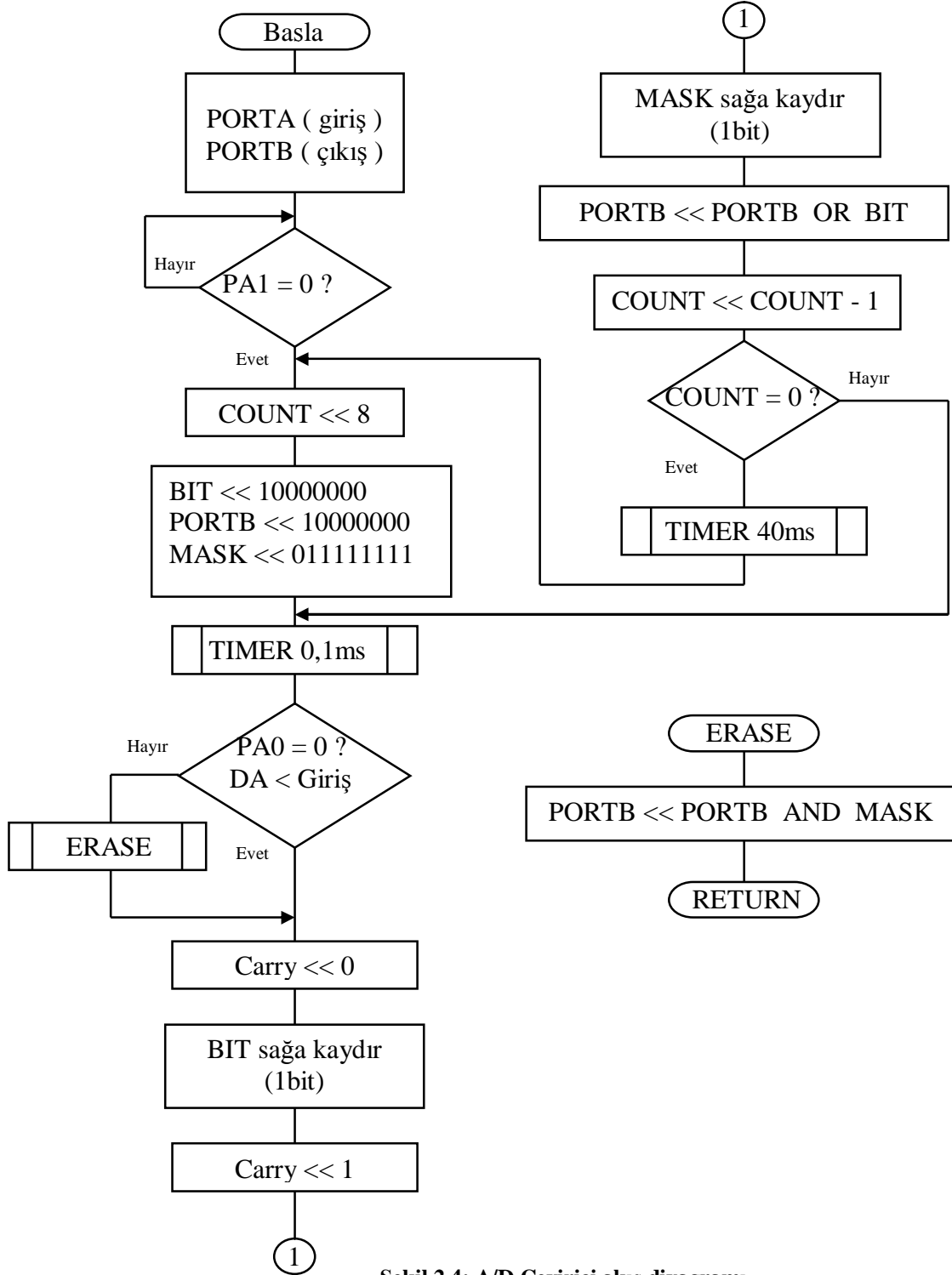
- 1) PORTB >> 10000000
DA çevirici gerilimi < Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=0(PA0)
- 2) PORTB >> 11000000
DA çevirici gerilimi > Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=1
- 3) PORTB >> 10100000
DA çevirici gerilimi < Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=0
- 4) PORTB >> 10110000
DA çevirici gerilimi < Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=0
- 5) PORTB >> 10111000
DA çevirici gerilimi > Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=1
- 6) PORTB >> 10110100
DA çevirici gerilimi < Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=0
- 7) PORTB >> 10110110
DA çevirici gerilimi > Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=1
- 8) PORTB >> 10110100
DA çevirici gerilimi < Analog giriş
Karşılaştırıcı Çıkışı=0

Dijital değer = **10110101**



Şekil 2.3: A/D Çevrim İşleminde Bit Durumları

Programın akış diyagramı aşağıdaki gibi olabilir.



Şekil 2.4: A/D Çevirici akış diyagramı

Programın asm. formatında yazımı aşağıda verilmiştir.

```
LIST          P=16F84,R=DEC
INCLUDE      "P16F84.INC"
COUNT      EQU   H'10'
COUNT1 EQU  H'11'
COUNT2     EQU   H'12'
BIT         EQU   H'13'
MASK        EQU   H'14'
AD          EQU   H'15'

CLRF        PORTB
BSF         STATUS,RP0 ; Bank1 seç
MOVLW B'11111'      ; PORTA giriş
MOVWF TRISA
CLRF        TRISB      ; PORTB çıkış
BCF         STATUS,RP0 ; Bank0 seç
MAIN
  BTFSC     PORTA,1      ; PA1 switch basılı mı?
  GOTO      MAIN
START
  MOVLW D '8'
  MOVWF COUNT          ; COUNT << 8
  MOVLW B'10000000'    ; PORTB << 10000000
  MOVWF PORTB
  MOVWF BIT            ; BIT << 10000000
  MOVLW B'01111111'
  MOVWF MASK          ; MASK << 01111111
LOOP
  CALL      TIMER ; 0,1 ms bekle
  BTFSC     PORTA,0    ; PORTA,0 girişi sıfır mı?
  CALL      ERASE ; ERASE alt programını çalıştır.
  BCF       STATUS,C   ; Carry << 0
  RRF       BIT,F      ; BIT yazmacını sağa kaydır.
  BSF       STATUS,C   ; Carry << 1
  RRF       MASK,F     ; MASK yazmacını sağa kaydır.
  MOVF      PORTB,W    ; Wreg << PORTB
  IORWF     BIT,W      ; Wreg << Wreg OR BIT
  MOVWF PORTB; PORTB << Wreg
  DECFSZ   COUNT,F    ; COUNT << COUNT - 1 = 0 ?
  GOTO      LOOP      ; COUNT sıfır değilse
  CALL      LTIME ; Ledlerde değerin iyi görünmesi için.
  GOTO      START ; Yeni A/D çevrimi için START'a git.

ERASE
  MOVF      PORTB,W    ; bit sıfırlama işlemi
```

```
ANDWF MASK,W
MOVWF PORTB
RETURN
```

TIMER

```
      MOVLW D '10'      ;1CLOCK
      MOVWF COUNT2     ;1CLOCK
DLY11 GOTO      $+1      ;2CLOCK
      GOTO      $+1      ;2CLOCK
      DECFSZ    COUNT2,1 ;1CLOCK
      GOTO      DLY11 ;2CLOCK
      RETURN
```

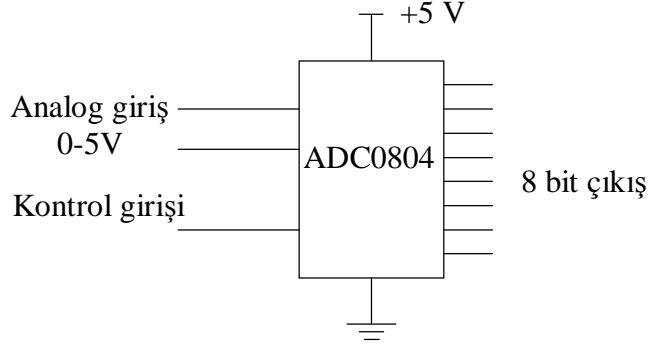
LTIME

```
      MOVLW D '20'
      MOVWF COUNT1
DLY1  MOVLW D '200'     ;1CLOCK
      MOVWF COUNT2     ;1CLOCK
DLY2  GOTO      $+1      ;2CLOCK
      GOTO      $+1      ;2CLOCK
      DECFSZ    COUNT2,1 ;1CLOCK
      GOTO      DLY2     ;2CLOCK
      DECFSZ    COUNT1,1
      GOTO      DLY1
      RETURN
```

END

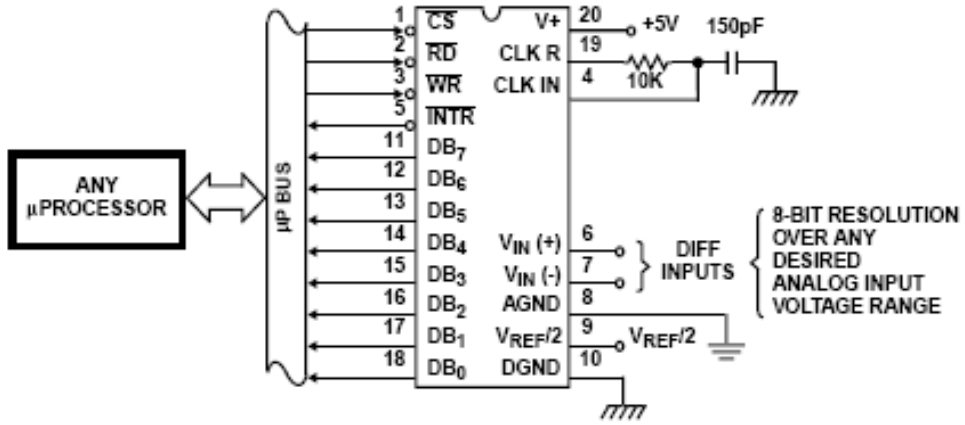
2.2. Entegreli A/D Çevirici

Şekil 2.5'te ADC0804 entegresinin blok diyagramı görülmektedir. Piyasada çok yaygın olarak kullanılan bir entegredir. Analog sinyal girişine 0-5V arasında değişen değerler girildiğinde o değere karşılık sayısal değer çıkışlarda 8 bit genişliğinde elde edilir.



Şekil 2.5: ADC0804 entegresi blok diyagramı

A/D çevirici olarak ADC 0804 entegresi kullanılabilir. Analog sinyal girişine 0 V uygulandığında sayısal çıkış uçlarında "00000000" değeri görülür. Analog sinyal girişine +5V uygulandığında ise çıkış uçlarında "11111111" değeri görülür. Başka bir ifadeyle girişteki 0,02 Voltluk değer çıkışta "00000001" olarak okunur. Entegrenin herhangi bir mikroşlemciyle doğrudan bağlanabildiğine dikkat ediniz.

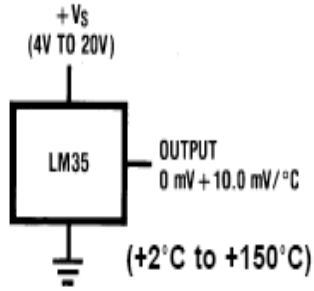


Şekil 2.6: ADC0804 Bağlantı şekli

2.3. Sıcaklık Sensörü

Analog değişim gösteren sıcaklık değerini elektriksel değere dönüştürmek için sıcaklığa duyarlı özel bazı devre elemanları vardır. Termistör, LDR ya da özel sıcaklık sensörleri bu amaçla kullanılabilir.

Burada LM35 sıcaklık sensörü örnek olarak ele alınacaktır. LM35'in bazı özellikleri aşağıda verilmiştir. Daha geniş bilgi için internetten ya da kataloglardan bilgi sayfasına bakmalısınız.



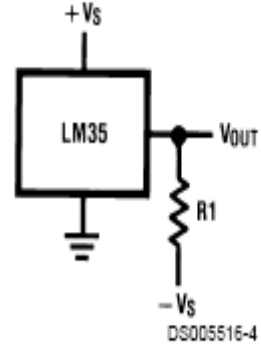
Şekil 2.7: Sensör uç fonksiyonları



Şekil 2.9: LM35DZ Gövde görünümü

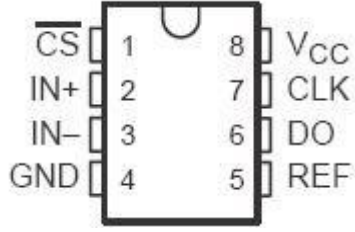
PIC16F84'ün analog giriş ucu yoktur. Bu durumda PIC16F84 kullanarak ısı ölçme uygulaması yapmak için LM35 çıkışındaki analog değişimi sayısal değere dönüştürmek gerekir. Burada A/D çeviriciye ihtiyaç vardır.

Eğer ADC0804 A/D çevirici kullanılırsa PIC16F84'ün 8 bacağı 8 bitlik sayısal değeri almak için meşgul edilmek zorundadır. Bunun yerine seri iletişim özelliği bulunan ADC0831 kullanılabilir. Senkron iletişim özelliği sayesinde 3 adet uç kullanılarak bilgi okunabilir. ADC0831, 8 bit hassasiyeti olan bir A/D çeviricidir. Bir adet voltaj girişi bulunur.



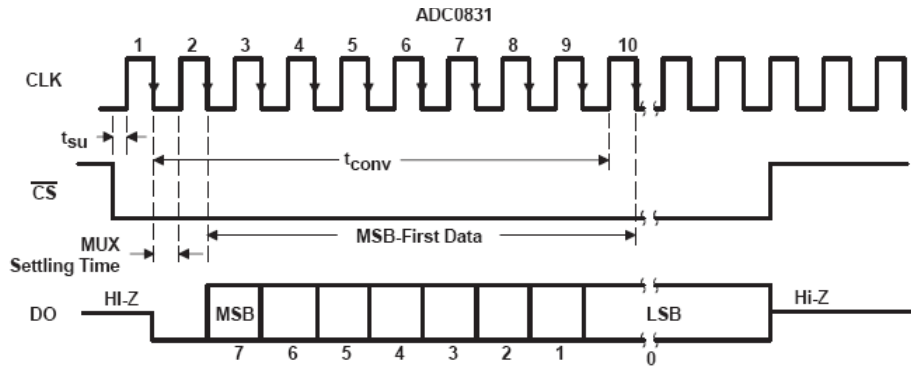
Choose $R_1 = -V_S/50 \mu A$
 $V_{OUT} = +1,500 \text{ mV at } +150^\circ C$
 $= +250 \text{ mV at } +25^\circ C$
 $= -550 \text{ mV at } -55^\circ C$

Şekil 2.8: Negatif ve pozitif sıcaklık algılama bağlantısı

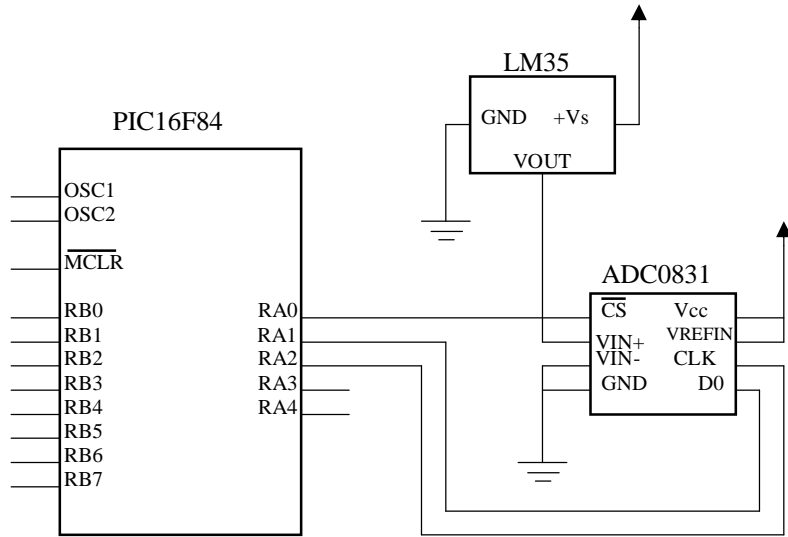


Şekil 2.10: ADC0831 Görünümü

ADC0831'in veri çıkış ucu DO ucudur. Bilgiyi okumak için CS ucu ile önce entegre aktif hale getirilir. Daha sonra her CLK darbesinde DO veri çıkış bacağına bir bit bilgi okunur. ADC0831, 8 bit hassasiyete sahip olduğundan 8 adet saat darbesi (CLK) ile 8 bitlik bilgi okunup PIC16F84'te bir değişkene kaydedilerek istenilen işleme tabi tutulur.



Şekil 2.11: ADC0831 işlem sıralaması



Şekil 2.12: PIC16f84 ile ısı kontrol devresi

UYGULAMA FAALİYETİ

Kullanılan Araç ve Gereçler

1. PIC programlayıcı kartı
2. A/D çevirici uygulama devresi (Şekil 1.5)
3. ADC0804 Entegresi
4. ADC0831 Entegresi
5. LM35DZ Sıcaklık Sensörü
6. 8x470 Ohm, 10 KOhm dirençler, 10 KOhm trimpot
7. 8 adet led diyot
8. 100 nF kondansatör
9. 1 adet buton

Aşağıdaki işlem basamaklarına göre uygulama faaliyetlerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Öncelikle verilen problemde sizden istenenleri kavrayınız.	Ø Çalışma şartlarını kafanızda canlandırabilmeniz gerekir.
Ø Çalışma şartlarını sağlayan akış diyagramını bir kâğıt üzerine çiziniz.	Ø Size özel bir çözüm yolu geliştirebilirsiniz. Önce kâğıt üzerinde çalışmak problem çözme yeteneğinizi geliştirecektir. Enerji verildiği anda ne olması isteniyor, sorusundan başlayın.
Ø Akış diyagramına uygun olarak programınızı asm formatında yazınız.	Ø Hangi komutu kullanmanız gerektiğini belirlemeniz gerekiyor. Komutları formatına uygun kullanınız.
Ø Yazdığımız programı derleyerek hex uzantılı dosyayı elde ediniz.	Ø Programınızı kaydetmeyi unutmayınız.
Ø Uygulama devrenizdeki PIC'e programınızı kaydediniz.	Ø Kaydetme işlem sonucunda hata vermemelidir.
Ø Uygulama devresinde çalışma şartlarının gerçekleştiğini gözlemleyiniz.	Ø Çalışma şartlarını sağlıyor mu? Kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. A/D çeviricilerde örnekleme sayısının fazla olması çevirici doğruluğunu artırır.
 DOĞRU YANLIŞ
2. PIC16F84 analog girişi olan bir mikrogenetleyicidir.
 DOĞRU YANLIŞ
3. LM35DZ 10mV/°C hassasiyet ile sıcaklık değişimini elektrik sinyaline dönüştürür.
 DOĞRU YANLIŞ
4. ADC0804 D/A çevirici olarak kullanılır.
 DOĞRU YANLIŞ
5. ADC0831 seri iletişim özellikli bir A/D çeviricidir.
 DOĞRU YANLIŞ
6. 5 Voltluk bir sistemde 2,5V analog değer karşılığı sayısal değer "11110000" dir.
 DOĞRU YANLIŞ

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

B. UYGULAMALI TEST

Uygulama 1

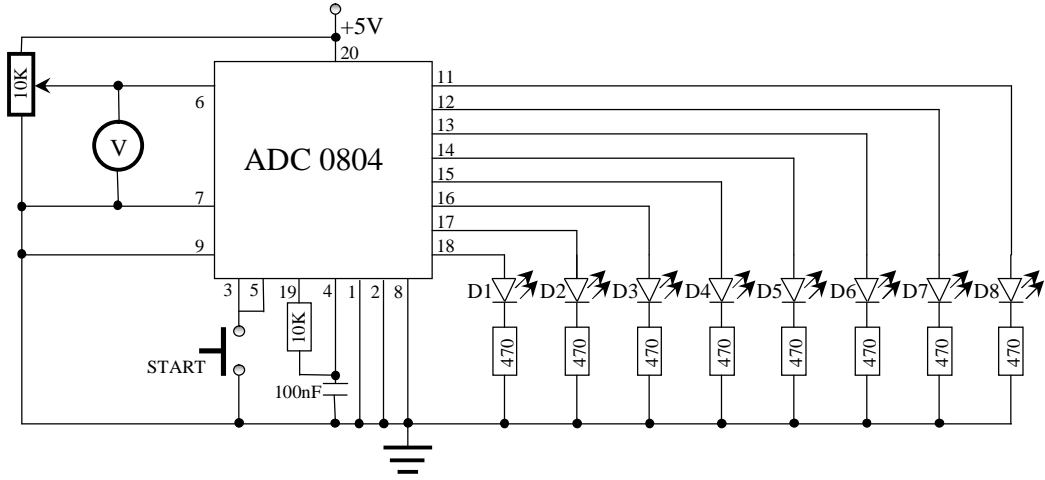
A/D çevirici uygulama devresinde analog sinyal girişine aşağıdaki değerleri veriniz. Analog değeri potansiyometre ile ayarlayınız. PORTB'ye bağlı ledler üzerinde analog değerlere karşılık gelen sayısal değerleri belirleyip aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Girilen analog değer	Ledlerde okunan sayısal değer
0,00 V	
1,50 V	
1,85 V	
2,25 V	
2,75 V	
3,00 V	
3,32 V	
4,00 V	
4,50 V	
4,65 V	

Şekil 2.13: Öğrenme faaliyeti-2 Uygulama-1 Sonuç tablosu

Uygulama 2

Aşağıdaki devreyi uygulama bordu üzerinde kurarak tabloda belirtilen analog değerlerin karşılıklarını belirleyiniz.



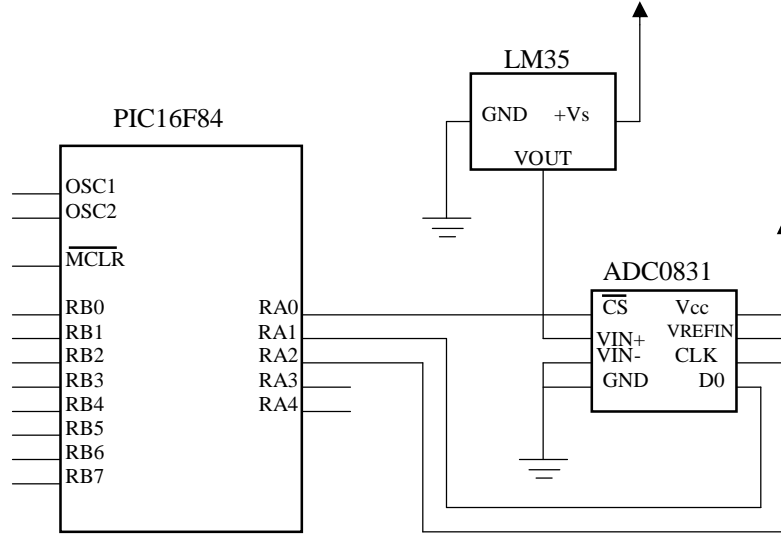
Şekil 2.14: Öğrenme faaliyeti-2 Uygulama-2 Devresi

Girilen analog değer	Ledlerde okunan sayısal değer
0,50 V	
0,80 V	
1,00 V	
1,20 V	
1,60 V	
2,00 V	
2,40 V	
3,00 V	
3,80 V	
4,00 V	
4,40 V	
5,00 V	

Şekil 2.15: Öğrenme faaliyeti-2 Uygulama-2 Sonuç tablosu

Uygulama 3

Aşağıdaki devreyi bord üzerine kurarak PORTB'ye led bağlayınız. LM35 ile algılanan ısı değişikliğini PORTB'ye bağlı ledler üzerinde takip etmek için gerekli programı yazınız. Farklı ısı değerlerine karşılık ledlerde okunan sayısal değerleri tabloya kaydediniz.



Şekil 2.16: Öğrenme faaliyeti-2 Uygulama-3 Devresi

Isı değeri (°C)	Ledlerde okunan sayısal değer
15 °C	
20 °C	
25 °C	
30 °C	

Şekil 2.17: Öğrenme faaliyeti-2 Uygulama-3 Sonuç tablosu

MODÜL DEĞERLENDİRME

YETERLİK ÖLÇME

Modülde öğrendiğiniz bilgilere ve yaptığınız uygulamalara göre aşağıdaki tabloda kendinizi değerlendiriniz.

AÇIKLAMA: Aşağıda listelenen ölçütleri uyguladıysanız EVET sütununa, uygulamadıysanız HAYIR sütununa X işareti yazınız.		
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Ø Analog değişim tanımını yapabilir misiniz?		
Ø Dijital değişim tanımını yapabilir misiniz?		
Ø Analog sinyali ölçü aletiyle ölçebilir misiniz?		
Ø Dijital sinyali ölçü aletiyle ölçebilir misiniz?		
Ø R/2R merdiven bağlantısı kurarak D/A çevirici uygulaması yapabilir misiniz?		
Ø D/A çevirici uygulama devresinde PIC programı yazarak D/A çevrimi yapabilir misiniz?		
Ø Entegreli D/A çevirici devresi kurabilir misiniz?		
Ø OPAMP'ın karşılaştırıcı olarak kullanılmasını kavradınız mı?		
Ø DAC0808 entegresi kullanarak D/A çevrimi yapabilir misiniz?		
Ø A/D çevirici uygulama devresinde PIC programı yazarak A/D çevrimi yapabilir misiniz?		
Ø ADC 0804 entegresi kullanarak A/D çevrimi yapabilir misiniz?		
Ø ADC0831 entegresi kullanarak A/D çevrimi yapabilir misiniz?		
Ø LM35 sensörü kullanarak sıcaklık kontrol çalışması yapabilir misiniz?		

DEĞERLENDİRME

Hayır cevaplarınız var ise ilgili uygulama faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tümü evet ise bir sonraki modüle geçebilirsiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 ÖLÇME SORULARI CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D
5	D
6	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 ÖLÇME SORULARI CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	Y

KAYNAKÇA

- Ø Koshi Teramoto, “**PIC16F84 Mikrodenetleyici Temel Bilgileri Ders Kitabı**”, M.E.B – JICA, İzmir.
- Ø Selim GÜLÇEN, **PIC16F84 Mikrodenetleyici Uygulamaları Ders Notları**, İzmir.
- Ø www.datasheet.com