

# PIC PROGRAMLAMA

---

DEVİRİM ÇAMOĞLU

## İÇİNDEKİLER

## 1. BÖLÜM - TEMEL KAVRAMLAR

<b>Mikrodenetleyici Tanımı</b>	19
<b>Mikroişlemci-Mikrodenetleyici</b>	20
1. Mikro İşlemcili Bir Sistemde Kavramlar	21
2. Tasarım Felsefesi ve Mimari	21
Cisc İşlemciler ve Risc İşlemciler	22
<b>Mikrodenetleyicilerin Kısa Tarihi</b>	23
PIC Mikrodenetleyiciler	25
<b>PIC Ailesi</b>	28
Genel Özellikler	28
<b>PIC Microdenetleyici Mimarisi</b>	30
1. Merkezi İşlemci Modülü (CPU)	31
2. Genel Amaçlı Yazmaçlar (GPR)	31
3. Bellek Birimi (Memory Unit)	33
4. Zamanlayıcılar - Sayıcılar	34
5. Analog / Dijital Dönüşüm (ADC)	36
6. (E)USART Modülü ve Seri Haberleşme	37
<b>Fiziksel Programlama Arayüzleri</b>	40
PICKit 2	41
Bootloader ile Programlama	43

## 2. BÖLÜM - PICBASIC PRO

## Basic Dili ve Derleyicileri

<b>A. Basic Dili</b>	45
PICBasic Pro, Proton ve Micro Basic	46
<b>B. Programlama Ortamları</b>	
Microchip MPLAB IDE	48
Microcode Studio	50

## PICBasic Pro

### 1. Temel Kavramlar

Değişkenler	52
Aliaslar	53
Sabitler	55
I/O Pinleri	56
Semboller	57
Yordamlar	58
Karar Yapıları	69
Döngüler	71

### 2. Operatörler ve Komutlar

Aritmetik Operatörler	59
Shift Operatörleri	61
Fonksiyon Operatörleri	62
Bit Operatörleri	67
Mantık ve Karşılaştırma operatörleri	68
PICBasic Pro Komutları	75

### 3. BÖLÜM - TEMEL KAVRAMLAR VE UYGULAMALAR

<b>A. Elektronik ve Elektronik Devre Elemanları</b>	81
<b>B. Çevre Birimler ve Temel Uygulamalar</b>	83
<b>1. İlk Çalıştırma - Enerjinin Verilmesi (1)</b>	85
<b>2. Temel Çevrebirimleri (2)</b>	89
Harici Osilatör	89
Dijital Osiloskop	90
<b>3. Sayısal I/O Uygulamaları</b>	95
Çıkış Portları - Ledler (3)	96
Giriş Portları - Butonlar (4)	100
Transistör - Röle - Motor (5)	106
Potansiyometre - Pot Komutu (6)	112
Buton Matrisleri (7)	115
<b>4. Göstergeler</b>	119
7 Segment Gösterge - 8 Bit ve BCD (8-9)	120
Karakter LCD Gösterge (10)	126
8x8 Led Matris Gösterge (11)	132
<b>5. EEPROM Bellek (12)</b>	139
<b>C. Elektrik Sinyalleri, ADC ve PWM</b>	145
<b>6. Potansiyometre - ADCIN Komutu (13)</b>	146
ADC Değer Aralığının Ölçeklendirilmesi (14)	164
<b>7. Analog Sensörler ile ADC</b>	167
10 Bit ADC işlemi ve Değerin Okunması (15)	168
Işık Sensörü - LDR (16)	170
Sıcaklık Sensörü - LM35 (17)	174
<b>8. Transistör - PWM Ve Motor Uygulamaları</b>	413
PWM - DC Motor devresi (18)	179
PWM Komutu - DC Motor devresi (19)	185
<b>9. Donanımsal PWM - H-Bridge devresi (20)</b>	189
<b>10. Diğer PWM Sinyalleri</b>	197
RC Servo Kontrolü - PulseOut komutu (21)	197
Elektronik Pişano - FreqOut Komutu (22)	205
<b>D. Seri İletişim ve Kesme</b>	211
<b>11. TMR0 Kesmesi ile Elektronik Saat (23)</b>	212
<b>12. PC ile Seri İletişim (24)</b>	219

## TEMEL KAVRAMLAR

<b>Mikrodenetleyici Tanımı</b>	19
<b>Mikroişlemci-Mikrodenetleyici</b>	20
1. İki Kavram Arasındaki Farklar	
2. Tasarım Felsefesi ve Mimari	38
Cisc İşlemciler ve Risc İşlemciler	39
<b>Mikrodenetleyicilerin kısa Tarihi</b>	40
<b>PIC Mikrodenetleyiciler</b>	46
1. PIC Mikrodenetleyicilerin Tarihçesi	
2. PIC Mikrodenetleyicilerin genel yapısı	49
3. PIC Mikrodenetleyicilerin Mimarisi	56
<b>Fiziksel Programlama</b>	
1. Microchip PicKit ICSP Programlama arayüzü	
2. Bootloader Yöntemi ile Programlama	

## MİKRODENETLEYİCİ TANIMI

**Mikrodenetleyici** (İngilizce olarak **MCU-Micro Controller Unit** veya  $\mu C$ ), elektronik ve elektromekanik sistemleri denetlemek (yönetmek) amacı ile bir merkezi işlemci ünitesi (CPU) çevresinde yapılandırılmış, bellek (PROM, EPROM, EEPROM ve Flash), programlanabilir giriş ve çıkışlar (Inputs/Outputs), analog/sayısal dönüştürücü, sinyal üretici, sayıcı, iletişim arabirimi, kristal salınım üretici gibi çevre birimlerinin tümleşik bir biçimde yani tek bir yonga şeklinde üretildiği bir mikro bilgisayardır.

**Mikrodenetleyiciler**, sahip oldukları girişler sayesinde çevrelerinden analog veya sayısal olarak bilgi toplayabilir, bu bilgileri içerdikleri gömülü yazılım (firmware) ile değerlendirerek anlamlı çıkış sinyallerine dönüştürebilirler. Bu sayede tıpkı kişisel bilgisayarlarımız gibi girişler sonucunda topladıkları bilgileri işlerler ve sonuçlara varırlar ancak bilgisayarlardan farklı olarak bu sonuçları sadece kullanıcıya göstermekle kalmazlar, çıkış portlarına bağlanan motor sürücülerini, optik tabanlı arabirimleri (RGB veya Ir Ledler, led matrisler, LCD göstergeler vb.), ses aygıtlarını, elektro-mekanik röleleri veya transistörleri denetleyebilirler ve bu çevre birimler ile çeşitli amaçlara yönelik işleri doğrudan yerine getirirler.

## 28 PIC MİKRODENETLEYİCİLER

### PIC AİLESİ

**8 Bit PIC Ailesi**, mikrodenetleyicilerin sahip oldukları özelliklere ve komut uzunluklarına göre 3 seviye halinde incelenebilir. Aşağıdaki tabloda genel olarak mikrodenetleyici ailelerini ve bu ailelerin özelliklerini görmekteyiz.

Aile	ROM Kbyte	RAM Byte	Pin	Saat Hızı MHz	A/D Pin	A/D Çözünürlük	Karşı- laştırıcı	8/16 Bit Timer	Seri Haberleşim	PWM	Diğer
Temel Seviye 8 Bit Mimari, 12 bit Komut Genişliği											
PIC10Fxxx	0.375 - 0.75	16 - 24	6 - 8	4 - 8	0 - 2	8	0 - 1	1 x 8	-	-	-
PIC12Fxxx	0.75 - 1.5	25 - 38	8	4 - 8	0 - 3	8	0 - 1	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16Fxxx	0.75 - 3	25 - 134	14 - 44	20	0 - 3	8	0 - 2	1 x 8	-	-	EEPROM
PIC16HVxxx	1.5	25	18 - 20	20	-	-	-	1 x 8	-	-	Vdd = 15V
Orta Seviye 8 Bit Mimari, 14 bit Komut Genişliği											
PIC12Fxxx	1.75 - 3.5	64 - 128	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	EEPROM
PIC12HVxxx	1.75	64	8	20	0 - 4	10	1	1 - 2 x 8 1 x 16	-	0 - 1	-
PIC16Fxxx	1.75 - 14	64 - 368	14 - 64	20	0 - 13	8 or 10	0 - 2	1 - 2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	0 - 3	-
PIC16HVxxx	1.75 - 3.5	64 - 128	14 - 20	20	0 - 12	10	2	2 x 8 1 x 16	USART I2C SPI	-	-
İleri Seviye 8 Bit Mimari, 16 bit Komut Genişliği											
PIC18Fxxx	4 - 128	256 - 3936	18 - 80	32 - 48	4 - 16	10 or 12	0 - 3	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 CAN2.0 USART I2C SPI	0 - 5	-
PIC18FVxxjx	8 - 128	1024 - 3936	28 - 100	40 - 48	10 - 16	10	2	0 - 2 x 8 2 - 3 x 16	USB2.0 USART Ethernet I2C SPI	2 - 5	-
PIC18FVxxlx	8 - 64	760 - 3936	28 - 44	64	10 - 13	10	2	1 x 8 3 x 16	USART I2C SPI	2	-

### GENEL ÖZELLİKLER

**8 Bit PIC** mimarisi, çok sayıda özelliği ile karakterize edilir. Bunlar;

**Ayrı kod ve veri alanları** (*Harvard mimarisi, RISC İşlemci*) PIC32, cihazlar için ise Von Neumann mimarisi.

**Sabit uzunlukta ve az sayıda komutlar.** Tüm komutlar, bir komut döngüsü için 2 saat darbesi gerektirir. (*bazı 8-bit modellerinde 4 saat darbesi*)

**Tüm RAM alanları, yazmaçlar ve / veya matematik ve diğer fonksiyonların hedef noktaları olarak işlev görür.**

**Depolama dönüş adresleri için donanımsal yığın (Stack)**



# TEMEL KAVRAMLAR VE UYGULAMALAR

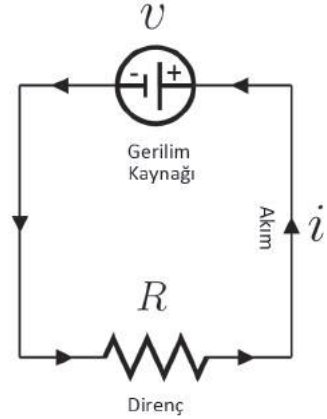
# 3

<b>A. Elektronik ve Elektronik Devre Elemanları</b>	81
<b>B. Çevre Birimler ve Temel Uygulamalar</b>	83
1. İlk Çalıştırma - Enerjinin Verilmesi (1)	85
2. Temel Çevrebirimleri (2)	89
Harici Osilatör	89
Dijital Osiloskop	90
3. Sayısal I/O Uygulamaları	95
Çıkış Portları - Ledler (3)	96
Giriş Portları - Butonlar (4)	100
Transistör - Röle - Motor (5)	106
Potansiyometre - Pot Komutu (6)	112
Buton Matrisleri (7)	115
4. Göstergeler	119
7 Segment Gösterge - 8 Bit ve BCD (8-9)	120
Karakter LCD Gösterge (10)	126
8x8 Led Matris Gösterge (11)	132
5. EEPROM Bellek (12)	139
<b>C. Elektrik Sinyalleri, ADC ve PWM</b>	145
6. Potansiyometre - ADCIN Komutu (13)	146
ADC Değer Aralığının Ölçeklendirilmesi (14)	164
7. Analog Sensörler ile ADC	167
10 Bit ADC işlemi ve Değerin Okunması (15)	168
Işık Sensörü - LDR (16)	170
Sıcaklık Sensörü - LM35 (17)	174
8. Transistör - PWM Ve Motor Uygulamaları	413
PWM - DC Motor devresi (18)	179
PWM Komutu - DC Motor devresi (19)	185
9. Donanımsal PWM - H-Bridge devresi (20)	189
10. Diğer PWM Sinyalleri	197
RC Servo Kontrolü - PulseOut komutu (21)	197
Elektronik Piyano - FreqOut Komutu (22)	205
<b>D. Seri İletişim ve Kesme</b>	211
11. TMR0 Kesmesi ile Elektronik Saat (23)	212
12. PC ile Seri İletişim (24)	219



## ELEKTRONİK DEVRELER

Bir elektronik devre aslında bir elektrik devresi üzerine kuruludur, ve tümleşik elektronik devre elemanların yanında, temel elektrik devrelerine özgü direnç, kondansatör, gerilim ve akım kaynağı, iletim hatları, anahtarlar gibi devre elemanlarının bağlantılarından oluşur. ve bu haliyle de tıpkı elektrik devreleri gibi elektrik akımının kapalı bir döngü içinde akmasına izin veren bir çeşit elektriksel ağıdır (*Network*). Elektrik devrelerinden temel farkları, elektronik devre elemanları içermeleri ve bu devrelerde kullanılan elektrik sinyalinin yapısının klasik elektrik sinyali olan doğru ve alternatif akımı sinyalinden farklı olabmesidir.



Bir direnç ve gerilim kaynağından oluşan temel bir elektrik devresindeki ilişkiler,  $i=V/R$  yani **Ohm yasası** ile açıklanabilir.

Elektrik devreleri ise, **pasif** ve **aktif** devre elemanlarından oluşabilir ve buna göre de karmaşıklık seviyeleri değişebilir. Bir **doğrusal devre**, özel bir şekilde sadece bir voltaj veya akım kaynağı, doğrusal elemanlar (*dirençler, kondansatörler, indüktörler vb.*) ve doğrusal iletim hatlarından oluşabilir. Giriş ve çıkış frekansları aynı olan bu tür bir devrenin **AC** (*Alternatif akım*) veya **DC** (*Doğru akım*) formlarını **frekans analizi** metodları ile incelemek nisbeten kolaydır.

**Analog** veya **Sayısal** devrelerin tasarımında beklenen, devrenin içindeki tüm gerilimleri ve akımları kestirebilmek ve dolayısı ile tüm dinamiklere hakim olmaktır. Kuşkusuz ideal olan bu durum, kapsamlı bilgi gerektirir. Bu yüzden, bu kitapta da yapılmak istenen, içeriğin sistematik olması ve kavramların da birbirleri ile bağlantılı olmasıdır.

Ancak, analog ve sayısal çok sayıda kavramı kapsayan **elektronik**, çok geniş bir konu olduğundan, **Temel Kavramlar** başlığı altında bulunan bu bölümde, bilinen tüm elektronik devrelerini ve bunların analiz yöntemlerini kronolojik olarak incelemek yerine, **PIC** uygulamaları ile birlikte gerekli devre elemanlarını incelemeyi tercih edeceğiz.

**Elektronik Devre Elemanları** da genel bir tanımın ardından, elektronik devrelerin içinde kullanılan devre simgeleri olarak gösterilecek ve yine uygulamaların içinde gerekli olduğu kadar incelenecektir.

# B TEMEL UYGULAMALAR

## 1. İLK ÇALIŞTIRMA - ENERJİNİN VERİLMESİ

### Amaç

Uygulamalar Bölümüne başlarken, 18 bacaklı fakat yetenekli bir PIC Mikrodenetleyici üzerinde, bir mikrodenetleyicinin ayağa kaldırılması için gereken minimum yapıyı incelemek.

### Uygulama İçeriği

- Konu Anlatımı
- Uygulama için Gereken Malzemeler
- PIC16F88'in tanıtımı
- Devre Şeması
- Devrenin Breadboard Kurulumu
- PICBasic Pro ile Programlama

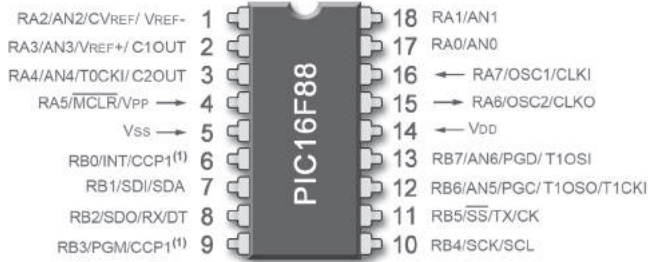
Bu uygulama, özellikle uygulamalar bölümünün ilki olması yüzünden basit ama önemlidir. Bir PIC mikrodenetleyiciyi çalıştırabilmek için gereken en az çevre birimini kullanmak istediğimiz için, içinde saat hızı ayarlanabilir gelişmiş bir dahili osilatör barındıran ve bu özelliği sayesinde harici saat devresi gerektirmeyen 18 bacaklı küçük bir mikrodenetleyici, **PIC16f88** seçilmiştir.

### Gereken Malzemeler

1. Breadboard
2. PIC16F88 Mikrodenetleyici
3. Multimetre Ölçü aleti
4. 5V - 500 mA Güç kaynağı
5. İzoleli ince bakır tel (*zil veya Jumper teli*)

## PIC 16F88 MİKRODENETLEYİCİSİ

PIC16F88, az sayıdaki pin sayısı ve yetenekleri ile PIC mikrodenetleyiciler arasında çok popüler olan PIC16F628 ile aynı pin sayısına sahip, ancak ondan daha yeteneklidir. Özellikleri PIC16F887'ye benzetmektedir. Ancak düşük enerji tüketimi, ADC yetenekleri, 8 MHz seçilebilir dahili Osilatörü, düşük I/O sayısı, belleği ve boyutu ile az yer kaplaması gereken küçük hacimli projelerin ideal mikrodenetleyicisi olmaktadır.



**Yüksek Performanslı RISC CPU: Sadece 35 Komut.**

**FLASH program Belleği: 4K x 14 word.**

**256 byte EEPROM Veri Belleği.**

**20 MHz Saat hızında 5 MIP.**

**Güç: 14  $\mu$ A, 2V Normal Modda, 0.2  $\mu$ A, 2V (Uyku).**

**Osilatör Arıza Monitörü**

**Desteklediği Pin Akımı: 25 mA**

**Timer0 modülü: 8-bit Zamanlayıcı/Sayıcı**

**Timer1 modülü: 16-bit Zamanlayıcı/Sayıcı**

**Timer2 modülü: 8-bit Zamanlayıcı/Sayıcı**

**Bir adet Capture/Compare/PWM (CCP) modülü**

**Senkron Seri Port (SSP) modülü (iki adet Mod)**

**3-wire SPITM (4 SPI modunu destekler)**

**I<sup>2</sup>CTM Slave modları**

**Adreslenebilir USART modülü Desteği**

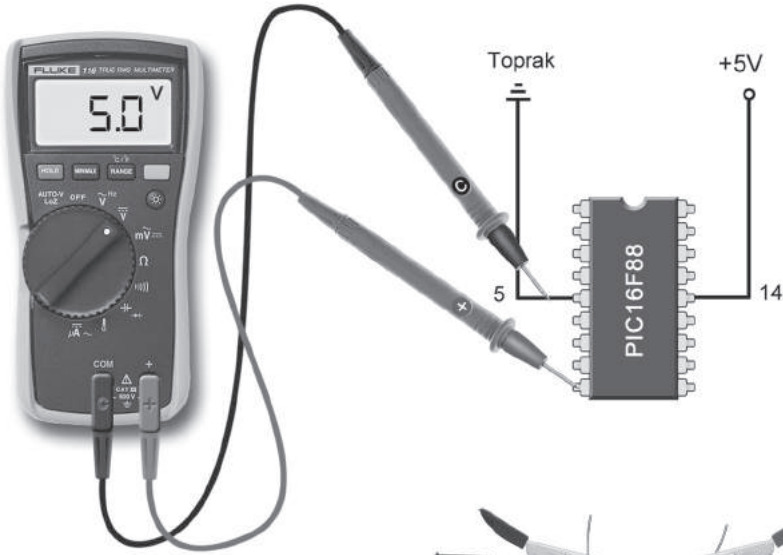
**10-bit, 7- Kanal Analog'tan Dijitale Dönüştürücü.**

**İki Adet analog karşılaştırıcı.**

**Programlanabilir dahili voltaj referansı.**

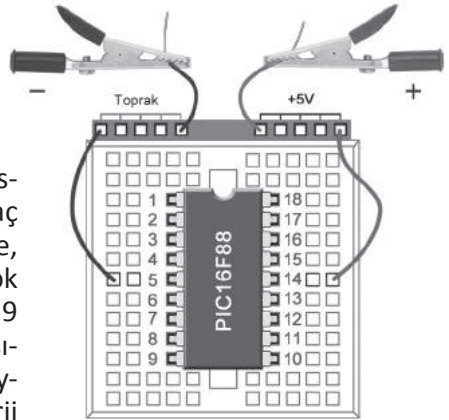
**Karşılaştırıcı Çıktılarına harici erişim.**

## DEVRE ŞEMASI



## DEVRENİN KURULUMU

**PIC16F88**, çalışmak için sadece besleme ve toprak bağlantılarına ihtiyaç duymaktadır. Bu özelliği sayesinde, yer kısıtlaması olan devreler için çok uygundur. Uygulamada amaçlanan, 9 nolu pinden sayısal çıkış sağlanmasıdır. RB3 pinini yüksek yapmak amacıyla yazılan program yüklenip **+5V** enerji verildiğinde, multimetrenin voltaj kademesi ile ölçülen **RB3** pininin yüksek (**+5V**) olduğu görülmektedir.



**PIC16F88** Mikrodenetleyicisinin çalıştırılmasının bu kadar kolay oluşu, onu amatörler ve hobiseverler için de ideal bir çalışma platformu yapmaktadır. Besleme geriliminin temini, halk arasında adaptör diye anılan küçük (**5V - 500 mA**) **Switch Mod** bir güç kaynağına bağlanacak olan iki küçük krokodil pens ile kolay ve ucuz bir şekilde sağlanabilir.



## 5. EEPROM BELLEK

### Amaç

Mikrodenetleyicinin dahili (*On-Chip*) EEPROM belleğinin, programın çalışması sırasında veri girişleri ve göstergeler yardımıyla kullanılmasını sağlayacak programları yazmak ve bunlarla ilgili çevre birimlerini oluşturmak.

### Uygulama ve İçeriği

- Veri Girişi için Buton Arayüzünün Yapılması
- Veri Çıkışı için LCD Arayüzünün Kullanılması
- Konu Anlatımı ve EEPROM Komutları
- Devre Şemaları
- Breadboard Kurulumu
- Programlama

## EEPROM BELLEĞİN KULLANIMI

Bu uygulamada, **EEPROM** belleğin kullanımını görürken, kullanıcı arayüzleri olarak, bir 16x2 **LCD Gösterge** ve 4 adet **Buton** kullanacağız. Aynı zamanda bu uygulama, veri girişi ve gösteriminin aynı devrede yer alacağı ilk uygulamamız olacak, ve bundan sonrası için de **PICBasic PRO** dili ile yazılım denemelerinizi yapabileceğiniz bir **platform** oluşturacak.

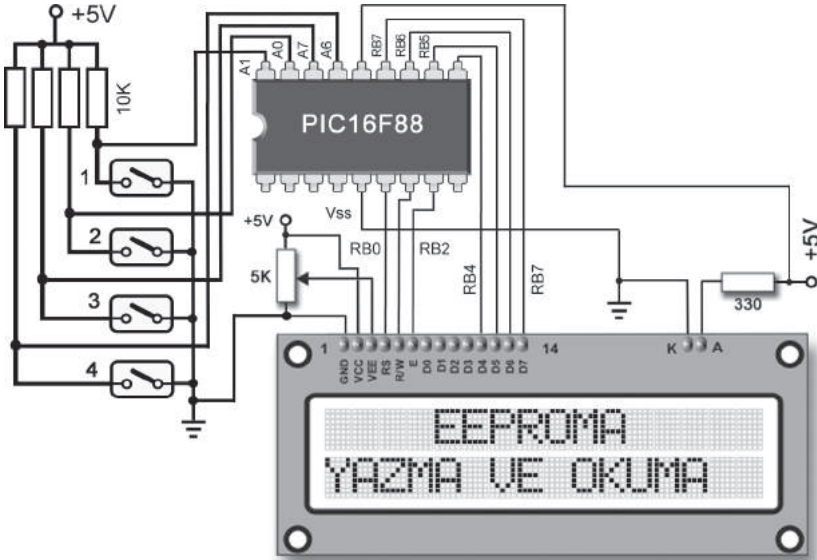
Size tavsiyem, **breadboard** olarak adlandırdığımız deney tahtalarını birkaç tane almanızdır. Zira, bu deneyi oluşturan breadboard' u saklarsanız, bir çok uygulamada kullanabileceğiniz bir yardımcıya sahip olmuş olacaksınız. **Proteus** gibi devreyi kurabileceğiniz ve programı yükleyebileceğiniz simülasyon programları yararlıdır ancak, bazı koşulların yerine getirildiğini varsayarak kolayca çalışırlar ve bu yüzden de gerçek devrelerin bize kazandıracığı tecrübenin yerini tutamazlar.

## Uygulama için Gereken Malzemeler

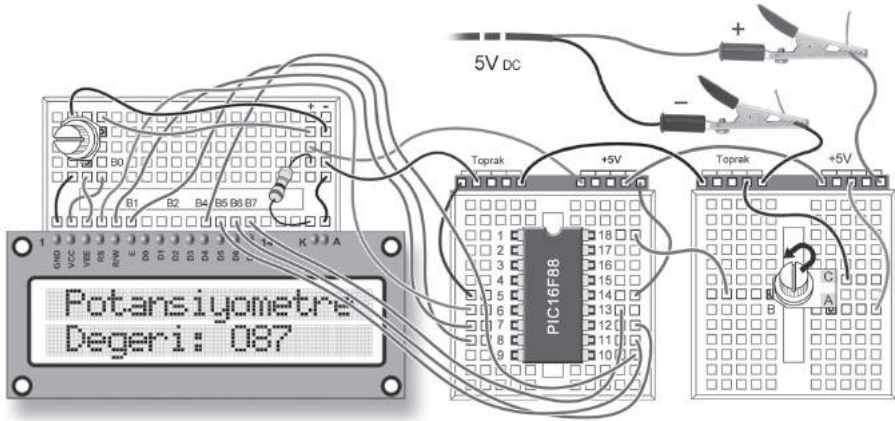
1. Breadboard
2. PIC16F88 Mikrodenetleyici
3. 1 adet Hitachi uyumlu, 16x2 Karakter LCD Gösterge
4. 1 adet 5K Ohm Potansiyometre veya TrimPot
5. 1 adet 330 Ohm Direnç
6. 4 adet 10 K Direnç
7. 4 adet mikro Bas Buton
8. 5V - 500 mA Güç kaynağı
9. İzoleli ince bakır tel (*zil veya Jumper teli*)

## DEVRE ŞEMASI

Devrede veri girişini sağlayacak olan butonların bağlantıları için **A** portunun **A0**, **A1**, **A6** ve **A7** pinleri kullanılıyor. Butonlar Pull-Down bağlantı biçimleri ile lojik 1 üretecek şekilde düzenleniyorlar. **LCD** ekranın bağlantısı ise, aynı LCD tanımlarının kullanılabilmesi için, önceki uygulamada olduğu gibi **B** portu üzerinden yapılıyor.



## DEVRENİN BREADBOARD KURULUMU VE ÇALIŞMASI



**ADC** dönüşüm işleminin sonuçlarını görebilmek için hazırlanmış olduğumuz devre önceki LCD devrelerine çok benzemektedir. Sadece devreye sağ tarafta görülen **Potansiyometre** devresi eklenerek bu devrenin gerilimi, diğer iki devrenin gerilimi ile ortak güç kaynağından sağlanmıştır.

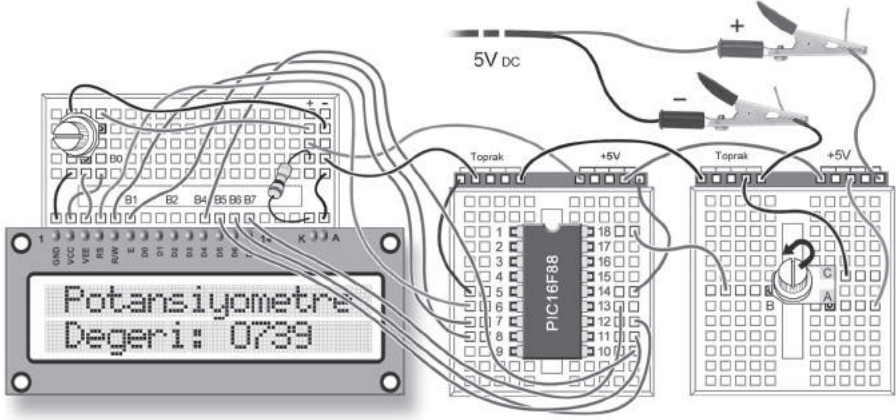
**Potansiyometre** devresinin voltajı, farklı bir güç kaynağından da temin edilebilirdi. Aynı zamanda, bu güç kaynağının gerilimi, diğer iki devrenin voltajından daha büyük de olabilirdi. Ancak bu durumda, potansiyometre devresine mikrodenetleyiciye giren voltajın **5V**'u aşmaması için **5V**'luk **zener diyot** bağlanmalı ve devrenin çalışabilmesi için devrelerin toprakları ortaklanmalıdır.

## ADC İŞLEMİ TANIMLARI VE KONFIGÜRASYONLARI

**ADC** yani, **Analog - Dijital dönüşümü** işleminin gerçekleştirilmesi için bazı tanımların ve konfigürasyonların yapılması gerekmektedir. Bunlar, **DEFINE** deyimi ile yapılan tanımlar ve yazmaç konfigürasyonlarından oluşmaktadır. **Define** ile başlayan tanımlar, **PICBasic Pro**'nun bazı yazmaç konfigürasyonlarından kurtarmak amacıyla eklediği ifadelerdir. Ancak **ADCON1** ve **ANSEL** yazmaçlarının konfigürasyonu kullanıcıyı ilgilendirdiğinden bunlar yazılımcı tarafından yapılmalıdır. Tüm bu yazmaçlar ile ilgili daha kapsamlı bilgiyi hatırlamak için **176 -182** sayfaları arasındaki **ADC** modülü açıklamasına tekrar gözatmanızı tavsiye ederim.







## PROGRAMIN YAZILMASI

Önceki uygulamalara benzer şekilde, LCD tanımlarından sonra ADC tanımlarını yaparak programın yazımına başlıyoruz.

```

\*****
\* Uygulama      : ADC Modülü İşlemleri      *
\*              : 10 Bit ADC İşlemi         *
\* Mikrodenetleyici : 16F88                 *
\* Derleyici      : PICBasic Pro            *
\*****
\ Dahili Osilatör Kullanılacak.....
@ DEVICE pic16F88, INTRC_OSC_NOCLKOUT
\ LCD Tanımları.....
DEFINE LCD_RSREG PORTB  \LCD RS Pini PortB
DEFINE LCD_RSBIT 0      \LCD RS Pini bit 0
DEFINE LCD_RWREG PORTB  \LCD RW Pini PortB
DEFINE LCD_RWBIT 1      \LCD RW Pini bit 1
DEFINE LCD_DREG PORTB   \LCD Veri Pinleri PortB'de.
DEFINE LCD_DBIT 4       \LCD Veri bitleri 4.den,
DEFINE LCD_EREG PORTB   \LCD enable Pini PortB
DEFINE LCD_EBIT 2       \LCD enable biti bit 2
DEFINE LCD_BITS 4       \LCD Verisi 4 bit
DEFINE LCD_LINES 2     \LCD Satır Sayısı 2

\ ADC Tanımları.....
DEFINE ADC_BITS 10      \Sonucu 10 bit olarak al..
DEFINE ADC_CLOCK 3      \Saat Kaynağı dahili....
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50  \Örnekleme zamanı 50 µs.

\ Programın devamı yan sayfada >

```



## LDR İLE IŞIK SENSÖRÜ

**LDR** (*Light Dependent Resistor*) yani, **Işığa Bağımlı Dirençler**, ışık şiddeti ile **ters orantılı** olarak direnci değişen elemanlardır. LDR'lerin üzerine düşen ışık miktarı arttıkça dirençleri azalır. Karanlıkta ise dirençleri maksimum seviyededir. Bir **LDR**'nin ışısız bir ortamda direncini ölçtüğünüzde ölçü aletinin ölçemeyeceği kadar yüksek bir değeri ifade eden **0.L** kademesini gösterdiğini göreceksiniz. Dolayısı ile bir LDR'nin direncinin **görelî** veya **ışığa bağımlı** olduğunu söyleyebiliriz. Ancak, bu elemanlar, bir devreye gerilim bölücü olarak bağlandıklarında gerilimi ışığa bağlı olarak böldükleri için birer ışık sensörü olarak kullanılabilen yararlı elemanlardır.

Bu uygulamada bir **LDR** ile yapacağımız **Işık Sensörünü PIC16F88**'in analog pinlerinden birine bağlayarak okuduğumuz değeri **LUX** cinsinden bir ışık ölçüm birimine çevireceğiz. Değer eşlemesini ve kalibrasyonu yapmak için ise, **LUX** birimini destekleyen bir **fotoğraf pozometresi** kullanacağız.

Öncelikle eşlemeyi yapacağımız birim olan **LUX** biriminin ne olduğunu açıklamak gerekirse, **1 LUX, 1 m<sup>2</sup>** alanın, **555** nano metre dalga boyu ışıktan aldığı toplam **Işık akısı** veya güç birimi ile ifade edersek, **1,47 mW/m<sup>2</sup>** ışık enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bu birimi seçmemin sebebi, bir nesnenin veya yüzeyin üzerine düşen ışığın tanımı olması ve tanımın ışık kaynağına uzaklık ve açı değişkenlerini içermemesidir. Bu yüzden, sıklıkla ışık kaynakları için kullanılan **Lumen** birimine bu birimi tercih ettim.

### Gereken Malzemeler

1. Breadboard
2. PIC16F88 Mikrodenetleyici
3. 1 adet Hitachi uyumlu, 16x2 Karakter LCD Gösterge
4. 1 adet LDR
5. 1 adet 5 K. Ohm Potansiyometre veya TrimPot
6. 1 adet 10 K. Ohm Direnç
7. 1 adet 330 Ohm Direnç
8. 5V - 500 mA Güç kaynağı
9. İzoleli ince bakır tel (*zil veya Jumper teli*)