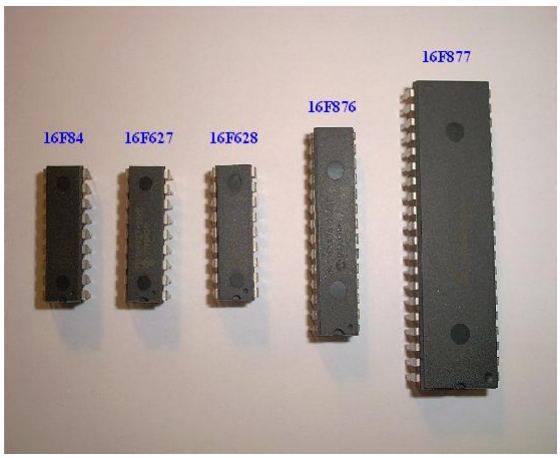
# Microchip PIC Mikrodenetleyicileri

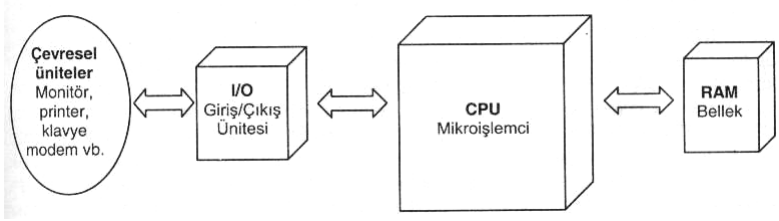
EEM 332 Mikroişlemciler

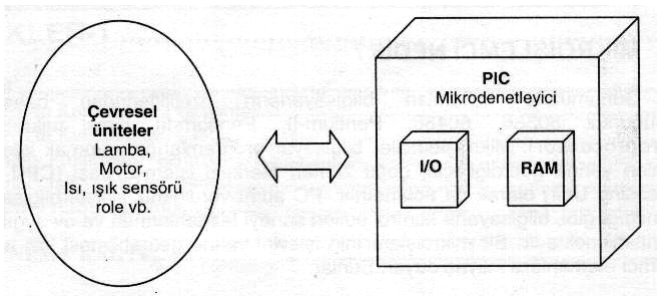
## PIC Nedir?

- PIC:Peripheral Interface Controller
- Çevresel Arayüz Birimi Denetleyicisi
- Amacı: Çok fonksiyonlu logic uygulamalarının hızlı ve ucuz bir mikroişlemci ile yazılım yoluyla karşılanmasıdır
- İlk PIC: PIC16C54 (1994)
- En Popüler PIC: PIC16F(C)84


16F84
16F627
16F628
16F876
16F877

# Neden PIC?


Çevresel üniteler
Monitör, printer, klavye modem vb.
I/O
Giriş/Çıkış Ünitesi
CPU
Mikroişlemci
RAM
Bellek


Çevresel üniteler
Lamba, Motor, Isı, ışık sensörü role vb.
PIC
Mikrodenetleyici
I/O
RAM

## Neden PIC?

- Lojik uygulamalarının hızlı olması
- Fiyatının oldukça ucuz olması
- 8 bitlik mikrodenetleyici olması, bellek ve veri için ayrı yerleşik bus' ların kullanılması
- Veri ve belleğe hızlı olarak erişimin sağlanması
- PIC'e göre diğer mikrodenetleyicilerde veri ve programı taşıyan bir tek bus bulunması, dolayısıyla PIC' in bu özelliği ile diğer mikrodenetleyicilerden iki kat daha hızlı olması
- Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği
- Standby durumunda çok düşük akım çekmesi
- Azaltılmış kod yapısı (RISC yapısı) ile işlemleri daha hızlı gerçekleştirebilmesi

## Neden PIC?

- Herhangi bir ek bellek veya giriş/çıkış elemanı gerektirmeden sadece 2 kondansatör, bir kristal ve bir direnç ile çalışabilmeleri
- Program belleğinin Eeprom olması
- Seri olarak dört adet kabloyla bulunduğu devreden sökülmeden programlanabilmesi

## RISC Programlama

- RISC: ***r****educed* ***i****nstruction* ***s****et* ***c****omputer*
- Avantajları:
  - Komutlar daha hızlı çalıştırılır
  - RISC tabanlı çipler daha az transistor'e ihtiyac duyar. Tasarlanması kolay ve maliyeti ucuzdur.

## Komutlar - I

- Assembly dili ile PIC'e istediklerinizi yaptırmak için 35 komut öğrenmek yeterlidir
- Yazılım Pascal, C/C++, Basic, Assembler ve hatta Binary olarak yazılabilir
- Her komut 14 bit uzunluğundadır ve istisnai bir kaç komut dışında (CALL, GOTO ve bit test eden BTFSS, INCFSZ gibi) her komut tek çevrimde çalışır

# Komutlar - II

| Mnemonic, Operands | | Description | Cycles | 14-Bit Opcode MSb LSb | Status Affected | Notes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BYTE-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS** | | | | | | |
| ADDWF | f, d | Add W and f | 1 | 00 0111 dfff ffff | C,DC,Z | 1,2 |
| ANDWF | f, d | AND W with f | 1 | 00 0101 dfff ffff | Z | 1,2 |
| CLRF | f | Clear f | 1 | 00 0001 lfff ffff | Z | 2 |
| CLRW | - | Clear W | 1 | 00 0001 0xxx xxxx | Z | |
| COMF | f, d | Complement f | 1 | 00 1001 dfff ffff | Z | 1,2 |
| DECF | f, d | Decrement f | 1 | 00 0011 dfff ffff | Z | 1,2 |
| DECFSZ | f, d | Decrement f, Skip if 0 | 1(2) | 00 1011 dfff ffff | | 1,2,3 |
| INCF | f, d | Increment f | 1 | 00 1010 dfff ffff | Z | 1,2 |
| INCFSZ | f, d | Increment f, Skip if 0 | 1(2) | 00 1111 dfff ffff | | 1,2,3 |
| IORWF | f, d | Inclusive OR W with f | 1 | 00 0100 dfff ffff | Z | 1,2 |
| MOVF | f, d | Move f | 1 | 00 1000 dfff ffff | Z | 1,2 |
| MOVWF | f | Move W to f | 1 | 00 0000 lfff ffff | | |
| NOP | - | No Operation | 1 | 00 0000 0xx0 0000 | | |
| RLF | f, d | Rotate Left f through Carry | 1 | 00 1101 dfff ffff | C | 1,2 |
| RRF | f, d | Rotate Right f through Carry | 1 | 00 1100 dfff ffff | C | 1,2 |
| SUBWF | f, d | Subtract W from f | 1 | 00 0010 dfff ffff | C,DC,Z | 1,2 |
| SWAPF | f, d | Swap nibbles in f | 1 | 00 1110 dfff ffff | | 1,2 |
| XORWF | f, d | Exclusive OR W with f | 1 | 00 0110 dfff ffff | Z | 1,2 |

# Komutlar - III

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BIT-ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS** | | | | | | |
| BCF | f, b | Bit Clear f | 1 | 01 00bb bfff ffff | | 1,2 |
| BSF | f, b | Bit Set f | 1 | 01 01bb bfff ffff | | 1,2 |
| BTFSC | f, b | Bit Test f, Skip if Clear | 1 (2) | 01 10bb bfff ffff | | 3 |
| BTFSS | f, b | Bit Test f, Skip if Set | 1 (2) | 01 11bb bfff ffff | | 3 |
| LITERAL AND CONTROL OPERATIONS | | | | | | |
| ADDLW | k | Add literal and W | 1 | 11 111x kkkk kkkk | C,DC,Z | |
| ANDLW | k | AND literal with W | 1 | 11 1001 kkkk kkkk | Z | |
| CALL | k | Call subroutine | 2 | 10 0kkk kkkk kkkk | | |
| CLRWDT | - | Clear Watchdog Timer | 1 | 00 0000 0110 0100 | $\overline{TO}$,$\overline{PD}$ | |
| GOTO | k | Go to address | 2 | 10 1kkk kkkk kkkk | | |
| IORLW | k | Inclusive OR literal with W | 1 | 11 1000 kkkk kkkk | Z | |
| MOVLW | k | Move literal to W | 1 | 11 00xx kkkk kkkk | | |
| RETFIE | - | Return from interrupt | 2 | 00 0000 0000 1001 | | |
| RETLW | k | Return with literal in W | 2 | 11 01xx kkkk kkkk | | |
| RETURN | - | Return from Subroutine | 2 | 00 0000 0000 1000 | | |
| SLEEP | - | Go into standby mode | 1 | 00 0000 0110 0011 | $\overline{TO}$,$\overline{PD}$ | |
| SUBLW | k | Subtract W from literal | 1 | 11 110x kkkk kkkk | C,DC,Z | |
| XORLW | k | Exclusive OR literal with W | 1 | 11 1010 kkkk kkkk | Z | |

## Accumulator

- 8086'daki kullanılan yazmaçlar (AX,BX,CX,DX) yerine PIC yalnızca W Yazmacı'nı kullanır
- 8086'dakinin aksine, bir değeri bir değişkene atmak istediğimizde mutlaka W yazmacını kullanmak zorundayız

## W Yazmacı (W Register)

- **Bu register sanal bir saklayıcıdır. İçeriğine direk ulaşmak mümkün değildir. Ancak bütün yükleme işlemleri bu register yardımıyla yapılmaktadır.**
- **Bir değişkene, bir registere yada bir porta bilgi göndermek için, önce bu bilgiyi W registerine, daha sonra W registerini ilgili porta ya da değişkene yüklemek yolunu kullanmak şarttır.**
- **Örnek: Bir değişkene bilgi yükleme:**

```
MOVLW  D'15'        ;W=15
MOVWF  SAYAC        ;sayac=15
```

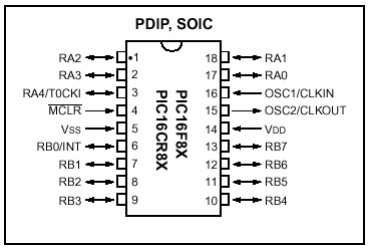
# W Yazmacı (W Register)

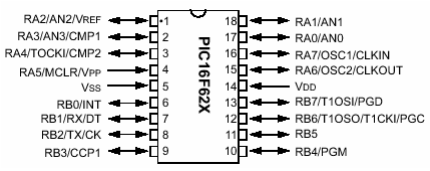
- **Örnek: Bir değişken içeriğini başka bir değişkene yükleme.**

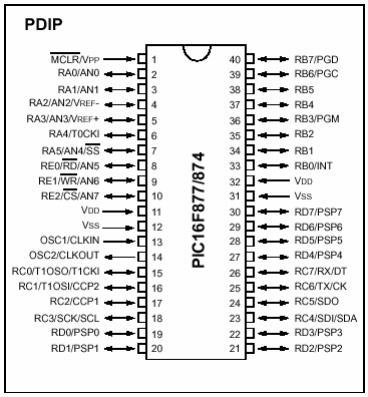
```
MOVF  SAYAC1,W    ;W=SAYAC1
MOVWF  SAYAC2   ;SAYAC1=SAYAC2
```

**!!! Bir değişken ya da register içeriğini W'e yüklemek için MOVF (ya da MOVFW) komutunu kullanmak şarttır. MOWLW komutunu kullanarak W'e sadece sabit bir değer yüklenebilir.**

# Giriş Çıkış Bacakları



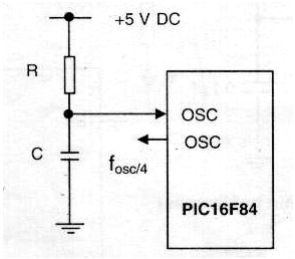



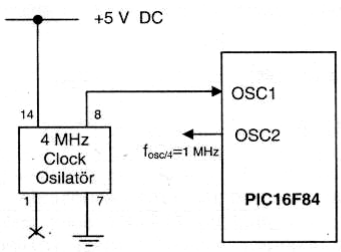



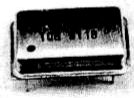
# Clock Uçları ve Bağlantıları

- PIC'in clock sinyal girişi olarak kullanılan 2 ucu vardır.
- Bu uçlara farklı tipte osilatörlerden elde edilen sinyaller uygulanabilir.
  - RC-Direnç/Kondansatör
  - XT-Kristal veya seramik resonatör (**XT**AL)
  - HS-Yüksek hızlı kristal veya resonatör (**H**igh **S**peed)
  - LP-Düşük frekanslı kristal (**L**ow **P**ower)
- PIC'e bağlanan clock'un tipi programlama sırasında konfigurasyon bitlerine yazılır.

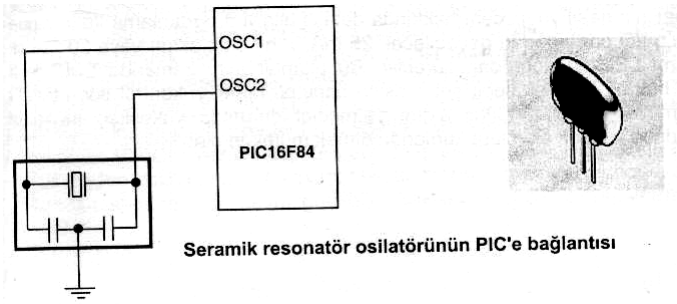
# Clock Uçları ve Bağlantıları



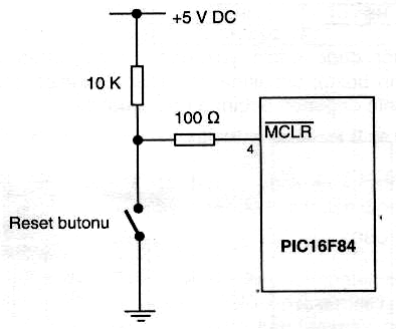



# Clock Uçları ve Bağlantıları



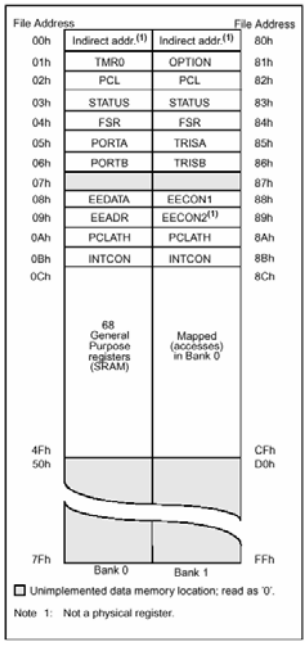

Seramik resonatör osilatörünün PIC'e bağlantısı

# Reset Devresi

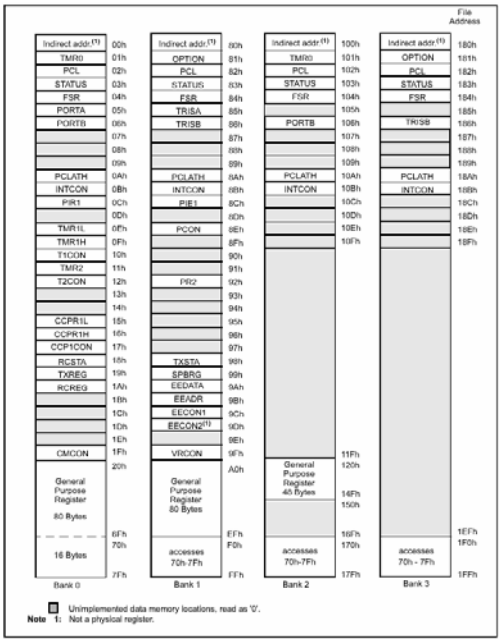


# Bank (16F84)

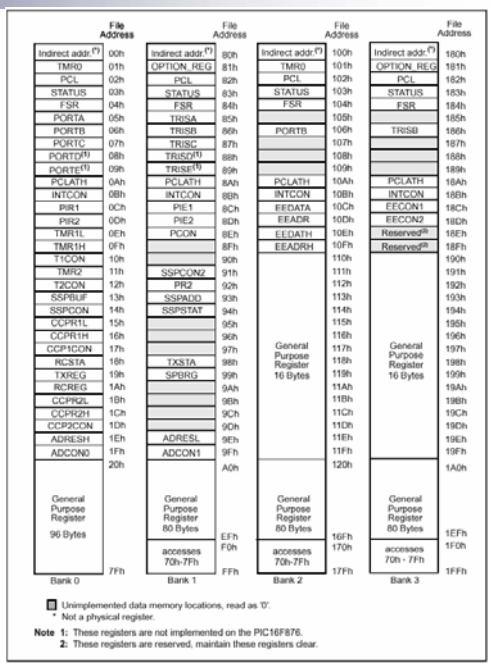
- 8086'daki Segment'ler yerine PIC'te Bank'lar ve bankların içinde bulunan özel ve genel amaçlı Register'lar kullanılır.




# Bank (16F628)



## Bank (16F877)




## PIC Nasıl Programlanır ?

- PIC Programlamak İçin Gerekenler
  - IBM uyumlu bilgisayar
  - Metin editörü
  - Assembler programı (MPLAB)
  - PIC programlayıcı donanım ve yazılım
  - PIC

## Assembler programı (MPLAB)

- Ücretsiz bir yazılım
- Simulasyon yapılabilir
- www.microchip.com ve www.baskent.edu.tr/~eemekdas/dersler/eem332l.htm adreslerinden edinilebilir.

## Status Yazmacı-1

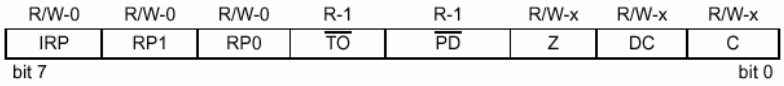
- Status Yazmacı: Bank'lar arasındaki geçişi sağlar.

| R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R-1 | R-1 | R/W-x | R/W-x | R/W-x |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IRP | RP1 | RP0 | $\overline{TO}$ | $\overline{PD}$ | Z | DC | C |
| bit 7 | | | | | | | bit 0 |

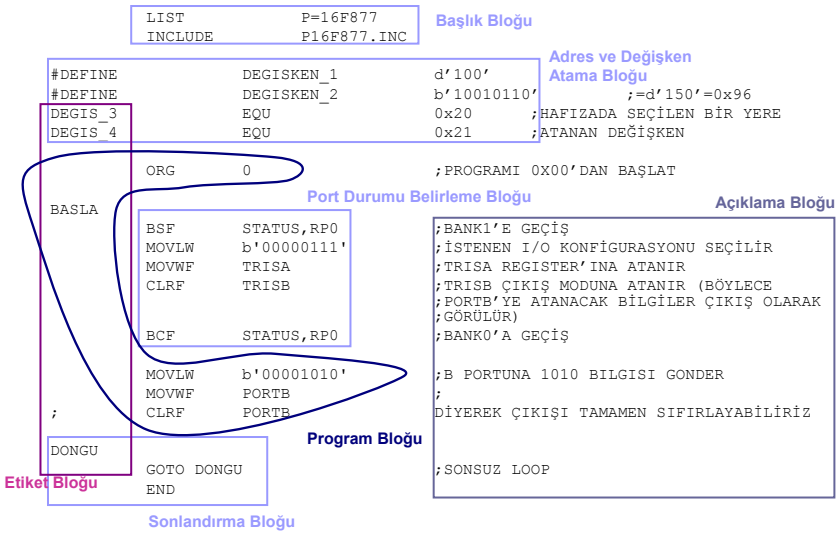
bit 6-5 **RP1:RP0**: Register Bank Select bits (used for direct addressing)
11 = Bank 3 (180h - 1FFh)
10 = Bank 2 (100h - 17Fh)
01 = Bank 1 (80h - FFh)
00 = Bank 0 (00h - 7Fh)
Each bank is 128 bytes

# Status Yazmacı-2

- **BSF STATUS,RP0** ;Bit Set f
  ;(Status'da RP0)
- **BSF STATUS,5** ;Bit Set f
  ;(Status'da Bit 5)




# Program Bölümleri



## Büyük ve Küçük Harf Kullanımı

- PIC Komutlarının büyük veya küçük harfle yazılması önemli değildir:

  `MoVlW=movlw=MOVLW`

- Ancak etiketler harf büyüklüğüne duyarlıdır

  `Dongu≠DONGU`

## Başlık Bloğu

- `LIST P=16F877`

  Kullanılacak PIC'i tanımlar

- `INCLUDE P16F877.INC`

  Kullanılan PIC'teki Yazmaç tanımlamaları bu dosyada saklanır. Böylece 'Default' olan yazmaçların teker teker tanımlanması gerekmez.

# Kullanılan Sayı/Karakter Tipleri

- **Hexadecimal**

```
STATUS      EQU     0x03
                    3
                    03
                    03h
                    h'03'
```

Adres ve Değişken Atama Bloğu

```
MOVLW       0x03
            h'03'
            03
            03h
```

Program Bloğu

- **Binary**

```
MOVLW       b'00010110'
```

- **Decimal**

```
MOVLW       d'15'
```

- **ASCII Character**

```
RETLW       'A'
```

# CONFIG Satırı

- Konfigurasyon bit'leri, PIC'e gerilim uygulandığı anda PIC'in uyması gereken koşulları belirler.

| Koşul | Yazılacak Tanım Kodu |
|---|---|
| Kod koruma var | _CP_ON |
| Kod koruma yok | _CP_OFF |
| Power-on-reset var | _PWRTE_ON |
| Power-on-reset yok | _PWRTE_OFF |
| Watchdog timer devrede | _WDT_ON |
| Watchdog timer devrede yok | _WDT_OFF |
| Low Power Osilatör | _LP_OSC |
| Kristal Osilatör | _XT_OSC |
| High Speed Osilatör | _HS_OSC |
| RC Osilatör | _RC_OSC |

# Örnek Program - 1

```
        LIST            P=16F877
        INCLUDE         P16F877.INC

        ORG     0                   ;PROGRAMI 0X00'DAN BAŞLAT

        BSF     STATUS,RP0          ;BANK1'E GEÇİŞ
        CLRF    TRISD               ;TRISD ÇIKIŞ MODUNA ATANIR
        BCF     STATUS,RP0          ;BANK0'A GEÇİŞ

        MOVLW   b'01100110'         ;D PORTUNA 01100110 BILGISI GONDER
        MOVWF   PORTD

DONGU
        GOTO DONGU                  ;SONSUZ LOOP
        END
```

# Örnek Program - 2

```
     LIST            P=16F877
     INCLUDE         P16F877.INC
__CONFIG _CP_OFF & _WDT_OFF & _PWRTE_ON &
    _XT_OSC
;-----------------------------------------
#DEFINE    DSAYI      0xFF
CNTKH      EQU        0x25
CNTKL      EQU        0x26
CNTKM      EQU        0x27
;-----------------------------------------
    ORG    0x00
BASLA
    CLRF   PORTA
    CLRF   PORTB
    CLRF   PORTC
    CLRF   PORTD
    CLRF   PORTE

    BSF    STATUS,RP0
    CLRF   TRISB
    CLRF   TRISC
    CLRF   TRISD
    CLRF   TRISE
    BCF    STATUS,RP0
;-----------------------------------------
    CALL   BEK
    MOVLW  b'01010101'
    MOVWF  PORTB
    CALL   BEK
    MOVLW  b'11001100'
    MOVWF  PORTC
    CALL   BEK
    MOVLW  DSAYI
    MOVWF  PORTD
    CALL   BEK
    MOVLW  0x05
    MOVWF  PORTE
    CALL   BEK
    CALL   BEK
    GOTO   DONGU
;-----------------------------------------
BEK
    MOVLW  0X05
    MOVWF  CNTKM
TEKM
    MOVLW  0XF0
    MOVWF  CNTKH
TEK1
    MOVLW  0XFF
    MOVWF  CNTKL
TEK2
    DECFSZ CNTKL,F
    GOTO   TEK2
    DECFSZ CNTKH,F
    GOTO   TEK1
    DECFSZ CNTKM,F
    GOTO   TEKM
    RETURN

DONGU
           GOTO BASLA
           END
```