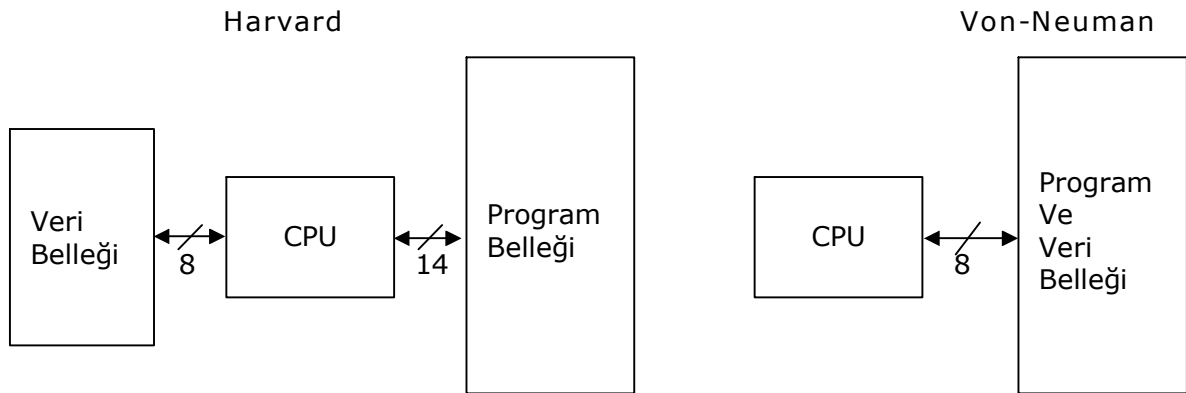


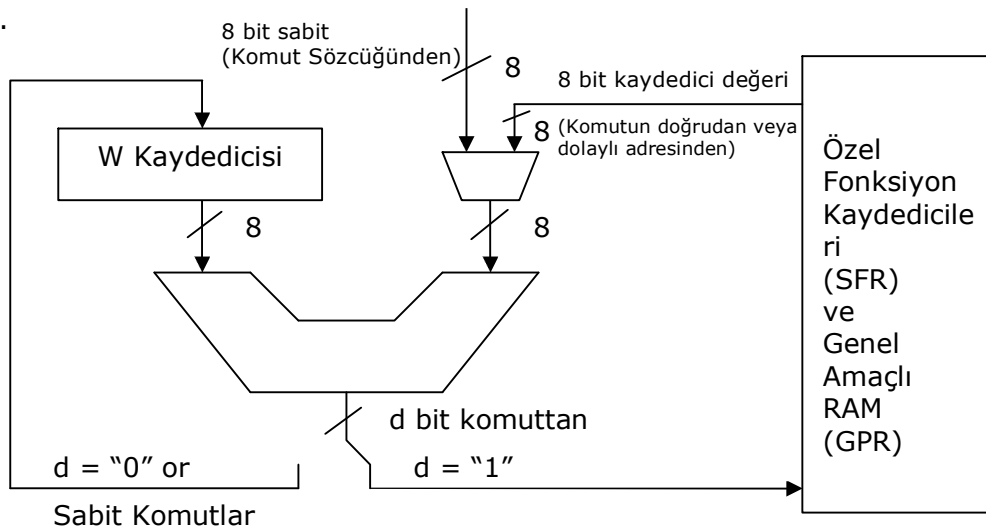
PIC 16F877

MİMARİ (Architecture)

PIC 16F87X ve 16F8X serisi öncelikle, PIC 16CXX ailesinin özelliklerini taşır. PIC 16CXX'de Harvard mimarisi kullanılmıştır. Von Neuman mimarisinde, veri ve program belleğine aynı yoldan erişilebilirken, bu mimaride program belleği ve veri belleğine erişim farklı boylarda yapılır. Veri yolu (databus) 8 bit genişliğindedir. Aynı anda, veri belleğine 8 bit genişliğindeki bu yolla erişilirken; program belleğine program yolu ya da adres yolu (program bus / adres bus) denilen 14 bit genişliğindeki diğer bir yolla erişilir. Bunun için PIC 16F87X ve PIC 16F84'de komut kodları (opcode), 14 bittir. 14 bitlik program belleğinin her bir adresi, bir komut koduna (Instruction Code / Instruction Word) karşılık gelir. Dolayısıyla her komuta bir çevrim süresinde (cycle) erişilir ve komut kaydedicisine yüklenir. Komut kaydedicisi, CPU tarafından kullanılan bir kaydedicidir ve dallanma komutları dışındaki bütün komutlar, aynı çevrim süresinde çalıştırılırlar. Bu sırada program sayacı, PC (Program Counter) bir artar. Dallanma ya da sapma komutları ise, iki ardışık periyotta çalıştırılır ve program sayacı PC, iki arttırılır.



Merkezi işlem biriminin (CPU) en önemli alt birimlerinden biri, ALU (Aritmetik Logic Unit) olarak adlandırılan aritmetik mantık birimidir. ALU'nun görevi, kendisine yollanan veriler üzerinde, aritmetik ya da mantıksal işlemler yapmaktır. ALU'nun biri W (Working Register) ismi verilen kaydediciden olmak üzere, iki ana girişi vardır. ALU kendisine gelen iki veriyi (işlemler), toplayıp çıkarılabilir. Çeşitli mantık işlemleri yapabilir (and,or, xor gibi).



Mikroişlemcilerde en çok kullanılan kaydedici, "working register"dır. Bu kısaca W olarak adlandırılır. W, aritmetik ve mantık işlemlerinde, iki işlevi bir arada yürütür. İşlemden önce, işlenenlerden birini barındırır. İşlemden sonra ise işlem sonucunu saklar, PIC 16F8X ve 16F87X serisi mikrodenetleyicilerde, komutun sonuna konan 1 veya 0 sayısı ile (d), sonucun W'de ya da başka bir kaydedicisinde tutulacağı mikroişlemciye bildirilir.

PIC 16F877 ve 16F876, 8 Kword büyüklüğünde belleğe sahiptir. Program belleği yonganın içerisinde yer almaktadır. PIC 16F84'ün belleği ise 1Kword büyüklüğündedir.

PIC 16F84 ve 16F87X serisi mikrodenetleyiciler, kendi kaydedicilerini ve veri belleğini, doğrudan, dolaylı ve göreceli olarak adresleyebilirler.

16F87X Mikrodenetleyici ailesi aşağıdaki temel özellikleri taşır.

- CPU azaltılmış komut seti
- RISC temeline dayanır.
- Öğrenilecek 35 komut vardır ve her biri 14 bit uzunluktadır.
- Dallanma komutları iki çevrim (cycle) sürede, diğerleri ise bir çevrimlik sürede uygulanır.
- İşlem hızı 16F877'de DC-20 MHz'dir. (16F877'de bir komut DC-200 ns hızında çalışır.)
- Veri yolu (databus) 8 bittir.
- 32 adet SFR (Special Function Register) olarak adlandırılan özel işlem kaydedicisi vardır ve bunlar statik RAM üzerindedir.
- 8 Kword'e kadar artan flash belleği 1 milyon kez programlanabilir.
- 368 Byte'a kadar artan veri belleği (RAM),
- 256 Byte'a kadar artan EEPROM veri belleği vardır.
- Pin çıkışları PIC 16C73B/74B/76 ve 77 ile uyumludur.
- 14 kaynaktan kesme yapabilir.
- Yığın derinliği 8'dir.
- Doğrudan, dolaylı ve göreceli adresleme yapabilir.
- Power-on Reset (Enerji verildiğinde sistemi resetleme özelliği)
- Power-up Timer (Power-up zamanlayıcı)
- Osilatör Start-up Timer (Osilatör başlatma zamanlayıcısı)
- Watch-dog Timer (Özel tip zamanlayıcı), devre içi RC osilatör
- Programla kod güvenliğinin sağlanabilmesi özelliği
- Devre içi Debugger (Hata ayıklamakta kullanılacak modül)
- Düşük gerilimli programlama
- Flash ROM program belleği (EEPROM özellikli program belleği)
- Enerji tasarrufu sağlayan, uyku -Sleep Modu
- Seçimli osilatör özellikleri
- Düşük güçle, yüksek hızla erişilebilen, CMOS-Flash EEPROM teknoloji
- Tümünde statik tasarım

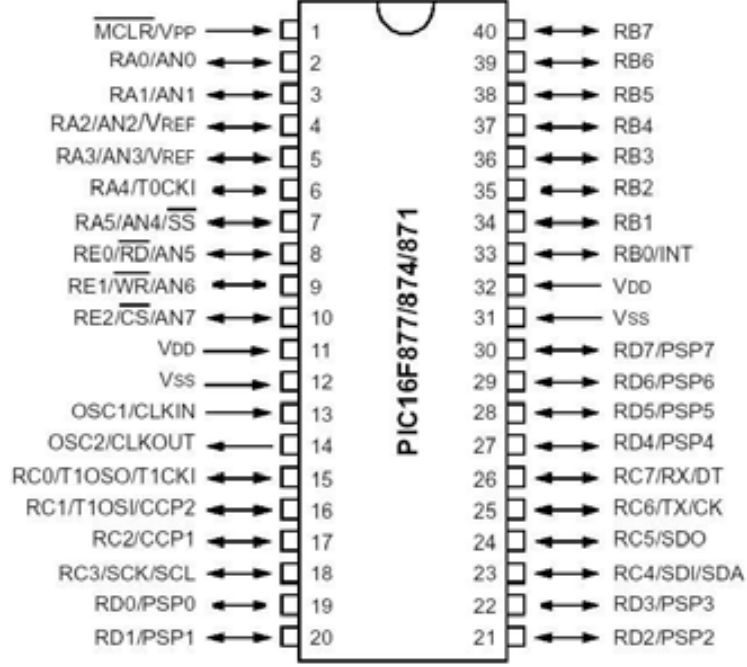
- 2 pinle programlanabilme özelliği
- yalnız 5V girişle, devre içi seri programlanabilme özelliği
- İşlemcinin program belleğine, okuma/yazma özelliği ile erişimi
- 2.0 V – 5.0 V arasında değişen geniş işletim aralığı
- 25 mA'lık kaynak akımı
- Devre içi, iki pin ile hata ayıklama özelliği
- Geniş sıcaklık aralığında çalışabilme özelliği
- Düşük güçle çalışabilme özelliği

Çevresel özellikleri ise şöyle sıralanabilir:

- TMR0: 8 bitlik zamanlayıcı, 8 bit önbölücülü
- TMR1: Önbölücülü, 16 bit zamanlayıcı, uyuma modundayken dış kristal zamanlayıcıdan kontrolü arttırılabilir.
- TMR2: 8 bitlik zamanlayıcı, hem önbölücü hem de sonbölücü sabiti
- İki Capture / Compare / PWM modülü
- 10 bit çok kanallı A/D çevirici
- senkron seri port (SSP), SPI (Master mod) ve I²C (Master Slave) ile birlikte
- Paralel Slave Port, 8 bit genişlikte ve dış RD, WR, CS kontrolleri
- USART/SCI, 9 bit adres yakalamalı
- BOR Reset (Brown Out Reset) özelliği

PIC 16F84 ile PIC 16F87X mikrodenetleyici ailesinden farkları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

ÖZELLİKLER	PIC16F877	PIC16F84
Çalışma Hızı	DC-20MHz	DC-20MHz
Program Belleği	8 Kword Flash ROM	8 Kword Flash ROM
EEPROM Belleği	256 Byte	256 Byte
Kullanıcı RAM	368 Byte	368 Byte
Giriş/Çıkış Port Sayısı	33	33
Zamanlayıcı	Timer0, Timer1, Timer2	Timer0
A/D Çevirici	8 Kanal, 10 Bit	Yok
Capture/Compare/PWM	16 Bit Capture, 16 Bit Compare, 10 Bit PWM çözünürlük	Yok
Seri çevresel Arayüz	SPI (Master) ve 12C (Master - Slave) modunda SPI portu ve senkron seri port	Yok
Paralel Uydu Port	8 Bit, harici, RD, WR ve CS kontrollü	Yok
USART/SCI	9 Bit adresli	Yok



PİN ADI	PİN NO:	I/O	BUFFER TİPİ	AÇIKLAMALAR
OSC1/CLKIN	13	I	ST/CMOS ⁽³⁾	Osilatör clock girişi (kristal veya harici kaynak)
OSC2/CLKOUT	14	O	0	Osilatör kristal çıkış ucu
MCLR/Vpp	1	I/P	ST	Resetleme girişi / Programlama anında programlama gerilimi girişi (Mikrodenetleyicinin resetlenmesi için bu pin lojik 0 yapılmalıdır.)
RA0/AN0	2	I/O	TTL	PORTA iki yönlü giriş/çıkış portudur. Analog olarak kullanılabilir. RA1/AN1 3 I/O TTL Analog olarak kullanılabilir. RA2/AN2/V _{REF} 4 I/O TTL Analog olarak kullanılabilir. RA3 5 I/O TTL Analog olarak kullanılabilir. RA4/T0CKI 6 I/O ST Bu pin (istenirse) TMR0 için bir clock girişi olabilir. RA5/SS/AN4 7 I/O TTL SSP Slave seçme pini veya analog giriş/çıkış olabilir.
RB0/INT	33	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RB1	34	I/O	TTL	
RB2	35	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	I/O	TTL	
RB4	37	I/O	TTL	
RB5	38	I/O	TTL	Düşük akımla programlamada da kullanılabilir. Kesme girişi olarak seçilebilir. Kesme girişi olarak seçilebilir. Kesme girişi olarak seçilebilir. Seri programlamada clock pini dir. Kesme girişi olarak seçilebilir. Seri programlamada data (veri) pini dir.
RB6/PGC	39	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	40	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	

RC0T1OS0/T1CK1	15	I/O	ST	PORTC iki yönlü giriş/çıkış portudur. Timer1 osc. çıkışı veya saat girişi olarak kullanılabilir. Timer1 osc. giriş veya Capture2 giriş/Compare2 çıkışı/PWM2 çıkışı olarak kullanılabilir. Timer1 osc. giriş veya Capture1 giriş/Compare1 çıkışı/PWM1 çıkışı olarak kullanılabilir. SPI ve I ² modunda, seri saat giriş/çıkışında kullanılır. SPA modda SPI giriş verisi veya I ² C modda I/O için SPA modda SPI çıkış verisi için seçilebilir. USART asenkron gönderme ya da senkron saat için USART asenkron alma ya da senkron veri için
RC1/T1OS1/CCP2	16	I/O	ST	
RC2/CCP1	17	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	
RC4/SD1/SDA	23	I/O	ST	
RC5/SDO	24	I/O	ST	
RC6/TX/CK	25	I/O	ST	
RC7/RX/DT	26	I/O	ST	
RD0/PSP0	19	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTC iki yönlü giriş/çıkış portudur. PSP 0. biti olarak kullanılabilir. PSP 1. biti olarak kullanılabilir. PSP 2. biti olarak kullanılabilir. PSP 3. biti olarak kullanılabilir. PSP 4. biti olarak kullanılabilir. PSP 5. biti olarak kullanılabilir. PSP 6. biti olarak kullanılabilir. PSP 7. biti olarak kullanılabilir.
RD1/PSP1	20	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD2/PSP2	21	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD3/PSP3	22	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD4/PSP4	27	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD5/PSP5	28	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD6/PSP6	29	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RD7/PSP7	30	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RE0/RD/AN5	8	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	PORTA iki yönlü giriş/çıkış portudur. Analog olarak ya da PSP okuma kontrollü kullanılabilir. Analog olarak ya da PSP okuma kontrollü kullanılabilir. Analog olarak ya da PSP okuma kontrollü kullanılabilir.
RE1/WR/AN6	9	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
RE2/CS/AN7	10	I/O	ST/TTL ⁽³⁾	
NC	-		-	Bu pinler içerde kontrol edilmiyor, bağlı değil.
V _{SS}	8	P	-	Ground (toprak) uç
V _{DD}	19	P	-	Pozitif kaynak ucu

I: Input (Giriş)

O: Output (Çıkış)

I/O: Input/Output (Giriş/Çıkış)

TTL: TTL Giriş

-: Kullanılmıyor

ST: Schmitt Trigger giriş olarak çalışır.

Not:

1. Bu buffer, dış kesme olarak düzenlendiğinde Schmitt Trigger giriş olarak çalışır.

2. Bu buffer, seri programlama modunda Schmitt Trigger giriş olarak çalışır.

3. Bu buffer, RC osilatör modunda ve CMOS devrelerinde Schmitt Trigger giriş olarak çalışır.

CPU ÖZEL FONKSİYONLARI (Konfigürasyon Bitleri)

Konfigürasyon tanımında, her yonganın kendi konfigürasyon sözcüğü (14 bitliktir) içindeki bitlerin (0-13. bitler) nasıl kullanılacağı, program içinden seçilebilir. Konfigürasyon bitlerinde hiçbir değişiklik yapmadığınız takdirde, üretici tarafından belirlenmiş, ön koşullara bağımlı kalınır.

PIC 16F877'nin konfigürasyon bitleri, işlevleriyle aşağıda sayılmıştır.

- Power-on reset (POR)
- Power-up timer (PWRTÉ)
- Osilatör start-up timer
- BOR (Brown Out Reset)
- Yonga içindeki bir RC osilatör devresi ile belirli bir frekansta çalışması denetlenen WDT (Watch Dog Timer) birimi
- Kesmeler
- Kod koruma güvenliği
- Id yerleşimleri
- Güç harcamasının azaltılması istendiği durumlar için uyku (sleep) modu
- İsteğe bağlı osilatör seçenekleri: -RC / -XT / -HS / -LS
- Devre içi seri programlama (iki pin ile seri olarak programlanabilme)
- Devre içi düşük gerilimle programlama
- Devre içi hata arayıcı (Debugger)

Aşağıda PIC 16f877 VE PIC 16f84'ün, program belleğinde 2007h adresindeki konfigürasyon sözcükleri, bit açılımı ve değerleri açıklanmaktadır.

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	PWRTÉ	WDTE	FOSC1	FOSC0

Bit 13-4: CP: Kod koruma biti

1= Kod koruması yok

0= Tüm program belleği üzerinde kod koruması var

Bit 3: PWRTÉ: Power-up zamanlayıcı biti

1= Power-up zamanlayıcı aktif

0= Power-up zamanlayıcı pasif

Bit 2: WDTE: Bekçi köpeği zamanlayıcısı (Watch dog timer) bit

1= Bekçi köpeği zamanlayıcısı aktif

0= Bekçi köpeği zamanlayıcısı pasif

Bit 1-0: FOSC0-FOSC1: Osilatör seçme biti

11= RC osilatör seçildi

10= HS osilatör seçildi

01= XT osilatör seçildi

00= LP osilatör seçildi

PIC 16F87X ailesinin konfigürasyon sözcüğünün açılımı:

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CP1	CP0	DEBUG		WRT	CPD	LVP	BODEN	CP1	CP0	$\overline{\text{PWRTE}}$	$\overline{\text{WDTE}}$	FOSC1	FOSC0

Bit 13-12 ve 5-4: CP1, CP0: Flash program belleği kod koruma biti

11= Kod koruması yok

10= 1F00h – 1FFFh arası kod korumalı bölge

01= 1D00h – 1FFFh arası kod korumalı bölge

00= 0000h – 1FFFh arası kod korumalı bölge

Bit 11: DEBUG: Devre içi hata arama modu

1= Devre içi hata arama pasif

0= Devre içi hata arama aktif

Bit 10: Alan uygulanmadı, 1 olarak okunur.

Bit 9: WRT: Flash program belleğine yazma biti

1= Kod korumasız program belleğine EECON denetimi ile yazılabilir.

0= Kod korumasız program belleğine EECON denetimi ile yazılamaz.

Bit 8: CPD: Veri EE belleği koruma biti

1= Kod koruması yok

0= Kod korumalı

Bit 7: LVP: Düşük gerilim devre içi seri programlama biti

1= RB3/PGM pini PGM işlevlidir, düşük gerilimle programlanabilir.

0= RB3 sayısal I/O tanımlı, $\overline{\text{MCLR}}$ 'ye programlama için yüksek gerilim uygulanmalıdır.

Bit 6: BODEN: Gerilim alt ve üst limitleri aşarsa, programı yeniden başlatabilen (Brown out Reset Enable) bit

1= BOR yeniden başlatma aktif (ON)

0= BOR yeniden başlatma pasif (OFF)

Bit 3: PWRTE: Power-up zamanlayıcı biti

1= Power-up zamanlayıcı aktif

0= Power-up zamanlayıcı pasif

Bit2: WDTE: Bekçi köpeği zamanlayıcısı (Watch dog timer) biti

1= Bekçi köpeği zamanlayıcısı aktif

0= Bekçi köpeği zamanlayıcısı pasif

Bit 1-0: FOSC1-FOSC0: Osilatör seçme biti

11= RC osilatör seçildi

10= HS osilatör seçildi

01= XT osilatör seçildi

00= LP osilatör seçildi

ZAMANLAMA VE KOMUT PERİYODU

16F87X ve 16F84 mikrokontrollerine OSC1 pininden gelen saat (clock) sinyali, yonga içinde dörde bölünür. Bunlara Q1, Q2, Q3, Q4 çevrimi denir. Program sayacı her Q1 çevriminde bir artar. Komut Q4 anında belleğe getirilerek, komut kaydedicisine (Instruction Register) yüklenir. Komut kodunun çözümlenmesi (decode) ve çalıştırılması (execute), izleyen Q1'den Q4'e dek olan sürede gerçekleşir.

Komutun işleme aşamaları: İlk komut çevriminde işlenecek olan komut, program belleğindeki, komut kaydedicisine alınır. Bu komut çevrimin bitiminde, program sayacı bir arttırılır ve program sayacı artık bellekte bir sonra işlenecek komutu gösterir.

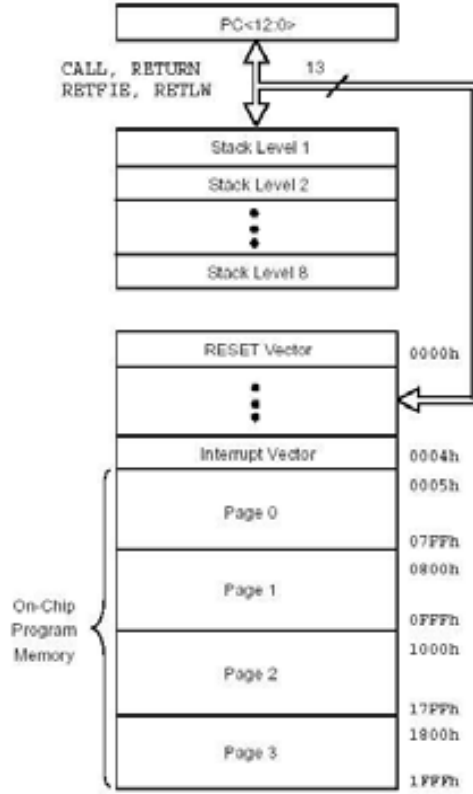
İkinci komut çevriminde ise bir önceki çevrimde, komut kaydedicisine aktarılmış olan komut, ayrıştırılır (decode). Böylece komut ile yapılacak işlem belirlenir (Q1). İşlenecek veri bellekten alınır (Q2), komut çalıştırılır (Q3) ve oluşan sonuç, gerekli adrese yazılır (Q4). Böylece komutun işlenmesi tamamlanır. Dallanma komutları kullanılmışsa, bu işlem için iki komut çevrimlik süre geçer. Çünkü ilk komut çevriminde dallanma komutu, diğer komutlar gibi program belleğinden alınır. Bu arada bir önceki komut da yürütülmektedir. İkinci komut çevriminde dallanma komutu işlenecek ve bir sonraki komut çevrimine geçerken, program sayacı dallanma komutundan hemen sonraki komutu değil, başka bir komutu gösterecektir. Ama mikrodenetleyici, bu komutun nasıl sonuçlanacağını ikinci komut çevriminin sonunda anlar. Eğer dallanma olacaksa, kaydedicisindeki bu değer kullanılmaması ve yeniden komut yakalaması gerekir. Böylece PIC16F87X ve 16F84 bir komut çevrimini kaybeder ve sapma veya dallanma komutları –eğer sapma olacaksa- iki komut çevriminde gerçekleşir.

BELLEK YÖNETİMİ

PIC 16F87X ve 16F84 ailelerinin üç adet bellek bloğu bulunur. Bunlar program belleği (program memory), veri belleği (data memory) ve EEPROM veri belleğidir. Her bloğun, kendi veri yolu vardır (Harvard mimarisi). Öyle ki, aynı osilatör çevriminde, her bir bloğa erişim sağlanabilir.

Program Belleği Yönetimi

16F877'de bu bellek kapasiteleri sırasıyla; 0000h-07FFh, 0800h-0FFFh, 1800h-1FFFh adresleri arasındadır. Reset vektörü adresi 0000h ve kesme (interrupt) vektör adresi 0004h'tir.



Veri Belleği Yönetimi

Veri belleği kendi içinde, bank adı verilen sayfalara bölünmüştür. Bunların her birinin başında özel fonksiyonlu kaydedici (Special Function Register-SFR) alanı ve daha sonra da genel amaçlı kaydedici (General Purpose Registers-GPR) alanı bulunur. Özel işlem kaydedicileri mikrodenetleyicinin işletimini kontrol eder ve bir işlemin sonucunu öğrenebileceğimiz, özel durum bitleri vardır.

Örneğin STATUS kaydedicisinin, 5. ve 6. bitleri olan RP0, RP1 adlı bitler; bank seçimi bitleri olarak, bu bellek bölümlerini seçmede kullanılır. Her bank 07Fh adresine dek genişletilmiştir (128 Byte).

Bazı özel işlem kaydedicileri bir banktan, daha çok bankta yer alır. Bu yöntem, erişimi hızlandırma amaçlı olup, çok kullanılan kaydedicilerin görüntüsü ayna gibi diğer banklara yansıtılmıştır. Böylece bu kaydedicilere erişmek için sık sık bank değiştirilmesi gereği ortadan kaldırılmış ve programlamaya kolaylık sağlamıştır.

Veri belleği olarak kullanılmak üzere, kılıfın içerisinde bir de EEPROM bellek alanı vardır. Bu bellek, diğer veri belleği gibi doğrudan adreslenemez. EEPROM veri belleğine dolaylı erişilir. Toplam 92 byte'tır.

Reset (başlama) vektörü: Enerji uygulandığında (Power-on) mikroişlemcinin içinde veya dışında olan bir elektronik devre ile yeniden başlatılmalıdır (reset). Bu devre power-on reset adı ile kılıf içerisine yerleştirilmiştir. Çalışmaya başlatılan mikroişlemci, kendi program sayacını özel bir sayı ile yükler. İşte bu sayı, o mikroişlemci için, reset vektör adresidir.

Kesme (interrupt) vektörü: Mikroişlemci program belleğindeki programı çalıştırırken, sırası belirsiz, acilen yapılması gerekli yordamları da çalıştırabilir. Sırası ve ne zaman ortaya çıkacağı bilinmeyen bu işleri yapmak için mikroişlemci, bir yolla dışarıdan veya kendi içinden uyarılmalıdır. Gelen uyarıdan mikroişlemcinin bazı birimleri etkilenir. Bu birimlerden biri olan program sayacına, özel bir sayı yüklenir. Bu sayı, o mikroişlemcinin kesme vektör adresidir.

Kesme sırasındaki uyarıdan etkilenen diğer birim, yığındır. Yığın, program içinde bir alt program kullanıldığında, bu alt programdan, asıl program bloğuna dönülecek adresi tutar. Kesme de bir alt program gibi ele alınır. Kesmeye sapıldığında kesme bölümünden sonra dönülecek adres PC'den yığına yerleştirilir. Daha sonra kesme yordamının komutları işlenir. Kesmeden çıkış komutu olan Retfie, altprogramdan çıkış komutu return gibi çalışır. Retfie komutu ile, programda dönülecek yerin adresi yığından alınıp, PC'ye geri yüklenir. Böylece kesmeden sonra, program bloğu içinde işlemeyi bıraktığı yere döner ve kalan komutları işlemeye devam eder.

İç içe kullanılan altprogramlar en çok sekiz olabilir. bunlara kesme bölümleri de dahildir. Kesmeleri dahil etmezsek, yığın taşmasına neden oluruz. Yığın taşması oluştuğunda bizi uyaracak, herhangi bir uyarı (flag) kaydedicisi bulunmamaktadır.

Kaydedici Adresi	BANK0 Kaydedici Adı	BANK1 Kaydedici Adı	Kaydedici Adresi
00h	INDF	INDF	80h
01h	TMR0	OPTION	81h
02h	PCL	PCL	82h
03h	STATUS	STATUS	83h
04h	FSR	FSR	84h
05h	PORTA	TRISA	85h
06h	PORTB	TRISB	86h
07h	Kullanılmıyor	Kullanılmıyor	87h
08h	EEDATA	EECON1	88h
09h	EEADR	EECON2	89h
0Ah	PCLATH	PCLATH	8Ah
0Bh	INTCON	INTCON	8Bh
0Ch			8Ch
	(GPR)	(GPR)	
07h			FFh

Veri Belleği Haritası

Kaydedicilerin İşlevleri:

INDF (Indirect File Register): Dolaylı adresleme kaydedicisidir. Birbiri ardı sıra yapılacak erişim işlemlerinde, GPR – Genel amaçlı kaydedicilerle (statik RAM alanının) kullanımı hızlandırılır ve yazılacak programı küçültür.

TMRO (Timer): Mikrodenetleyici içinde bulunan zamanlayıcı ve sayaç olarak çalıştırılan bölümü denetleyen kaydedicidir.

PCL (Program Counter Low Byte): bir sonra çalıştırılacak komutun program belleğindeki adresini tutar.

STATUS: Mikrodenetleyici içindeki aritmetik işlem birimi (ALU) işlem sonuçlarına ait bazı bilgileri durum kaydedicisinde tutar. Bank seçme bitleri de bu kaydedicidedir.

FSR (File Select Register): Dolaylı adreslemede INDF ile birlikte kullanılır. Mikrodenetleyicinin içindeki RAM adresinde yapılacak işlemlerde, RAM adresini tutar. Bu durumda INDF'ye yazılacak her veri, aslında adresi FSR'de bulunan RAM'e yazılmıştır.

PORTA – PORTE: Portlar, mikrodenetleyicinin dış dünyadan bilgi alması ve kendi dışındaki devrelere veri aktarabilmesi amacıyla kullanılır. PIC16F877'nin beş portu vardır. A portu 6 bit genişliğindedir. B, C, D portları 8 bit, E portu ise 3 bit genişliğindedir.

TRISA – TRISE: Portların yönünü (yongaya veri girişi mi, yoksa yongadan veri çıkışı mı yapılacak?) belirleyen kaydedicilerdir. Eğer portların herhangi bir pininden mikrodenetleyici dışına veri gönderilecekse, önce ilgili portun yön kaydedicisinin aynı numaralı biti, b'0' yapılır. Eğer o pinden mikrodenetleyiciye veri girilecekse, yine önceden, o portun yön kaydedicisinin aynı numaralı biti b'1' yapılır. Özetle ilgili TRIS kaydedicisi pini çıkış için b'0', giriş için b'1' yapılır.

EEDATA ve EEADR: Mikrodenetleyici içindeki EEPROM veri belleğine ulaşmakta kullanılırlar. Sonuçta EEDATA kaydedicisindeki veri EEADR kaydedicisinde adres numarası bulunan veri, EEPROM veri belleğinden okunarak EEDATA kaydedicisine getirilir.

PCLATCH: Program sayacının yüksek öncelikli byte'ı yani, üst 5 biti için kullanılır.

INTCON: Kesme (interrupt) işlemlerinde kullanılır.

GPR (General Purpose Register): Genel amaçlı kaydedicilerin adresleri yukarıdaki çizelgede verilmişti. Programcı buradaki adresleri istediği gibi, kendi değişkenleri için kullanabilir. Bu adresleri isterse programın içinde, aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi adlandırabilir.

```
SEC_1 EQU h'20' ;GPR alanındaki h'20' adresine SEC_1 adı verildi
```

```
SEC_2 EQU h'21' ;GPR alanındaki h'21' adresine SEC_2 adı verildi.
```

STATUS Register (Durum Kaydedicisi)

STATUS kaydedicisi, aritmetik ve mantık biriminin (ALU), aritmetik işlem sonucundaki durumunu, merkezi işlem biriminin (CPU) test durumlarını ve veri belleğine ait küme (bank) seçme bitlerini tutar. Herhangi bir kaydedici gibi, STATUS'da bir komuta hedef olabilir. yani, içeriği okunabilir, değiştirilebilir. Ancak, \overline{TO} ve \overline{PD} isimli bitleri sadece okunabilir, değiştirilemez.

Eğer, bu kaydedicinin içeriği CLRWF STATUS komutuyla, silinmek istenirse; sadece üst üç bit, 0 olur. Bu komut sonunda STATUS'un içeriği 000u u1uu değerini alır. Burada u:değişmez (Unchangable) anlamındadır.

7	6	5	4	3	2	1	0
IRP	RP1	RP0	\overline{TO}	\overline{PD}	Z	DC	C
R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

Bit 7: IRP: Kaydedici bank seçme biti (dolaylı adreslemede kullanılır)

0= Bank 0,1 (00h-FFh)

1= Bank 2,3 (100h-1FFh)

Bit 6-5: RP1:RP0: Kaydedici bank seçme biti (doğrudan adreslemede kullanılır)

00= Bank 0

01= Bank1

10= Bank 2

11= Bank 3

Her bir bank 128 byte'tır.

Bit 4: \overline{TO} : Time-out (süre aşımı biti)

1= CLRWDT komutuyla veya SLEEP'den, güç verme durumuna geçirildiğinde 1 olur.

0= WDT time-out (süre aşımı) işlemi gerçekleşmiş ise, 0 olur.

Bit 3: \overline{PD} : Power-down (Güç kesme) biti

1= CLRWDT komutu ile veya güç verme durumunda 1 olur.

0= SLEEP komutu çalıştırılınca 0 olur.

Bit 2: Z: Zero (Sonuç sıfır) biti

1= Aritmetik veya lojik işlem sonucu 0 ise bu bit, 1 olur.

0= Aritmetik veya lojik işlem sonucu 0 değil ise bu bit 0 olur.

Bit 1: DC: Dijit elde (Digit Carry/Borrow) biti. (ADDWF, ADDLW komutları için.)

1= 8 Bitin düşük öncelikli dörtlüsü, taşarsa bu bit lojik 1 olur.

0= 8 Bitin düşük öncelikli dörtlüsü taşmazsa, bu bit 0 olur.

Bit 0: C: Carry/Borrow biti (ADDWF ve ADDLW komutları için)

1= En duyarlı bit, taşarsa, bu bit 1 olur.

0= En duyarlı bit taşmazsa, bu bit 0 olur.

Not: Ödünç alma (borrow) işlemleri için ters kutup kullanılmıştır (işlemde sonuç 0'sa, uyarı bitleri 1, 1 ise 0 olmak üzere tersleri yazılır). Çıkarma (SUB) ve döndürme (RLF, RRF) işlemlerinde bunun etkisi anlatılacaktır.

Option Register (Seçenek Kaydedicisi)

Option Register, okunabilir ve yazılabilir bir kaydedicidir. Kapsamında TMR0 / WDT zamanlayıcılarının konfigürasyon bitleri, dış kesme (interrupt) denetim bitleri, TMR0 zamanlayıcısı kesme denetim bitleri ve PORTB için çekme (pull-up) dirençlerinin kullanılmasını sağlayan bit bulunur.

7	6	5	4	3	2	1	0
RBPU	INTEDG	TOCS	TOSF	PSA	PS2	PS1	PS0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

Bit 7: RBPU: PORTB, çekme (pull-up) dirençlerini aktifleştirme biti

1= PORTB çekme dirençleri pasif

0= PORTB çekme dirençleri aktif

Bit 6: INTEDG: Kesme kaynağı etkilenme kenarı seçim biti

1= RB0 / INT pin kesmesi yükselen kenarı seçme biti

0= RB0 / INT pin kesmesi düşen kenarı seçme biti

Bit 5: TOCS: TMR0 saat kaynağı seçme biti

1= RA4 / TOCK1 pininden gelen darbeler clock kaynağı olsun

0= Clock kaynağı olarak iç komut çevrimi kullanılsın

Bit 4: TOSF: TMR0 clock kaynağı kenar seçme biti (eğer TOCS=1 ise)

1= RA4 / TOCK1 pininden gelen her düşen kenar için bir arttır

0= RA4 / TOCK1 pininden gelen her yükselen kenar için bir arttır

Bit 3: PSA: Önbölücü biti

1= Önbölücü WDT için ayrıldı

0= Önbölücü TMR0 için ayrıldı

Bit 2,1,0: PS2, PS1, PS0: Önbölücü oranı seçme biti

Bit (PS2, PS1, PS0)	TMR0	WDT
Değeri	Bölme Oranı	Bölme Oranı
000	1:2	1:1
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

INTCON Register (Kesme Kaydedicisi)

INTCON kaydedicisi, okunabilir ve yazılabilir bir kaydedicidir. Kapsamında TMR0 / WDT kaydedicisi taşma uyarı bitleri, RB port değişim ve dış kesme (RB0 / INT pin interrupt) denetim bitleri, TMR0 kesme denetim bitleri bulunur.

7	6	5	4	3	2	1	0
GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

- Bit 7: GIE: Bütün kesmeler geçerli (Global Interrupt Enable) biti
 1= Maskelenmemiş kesmeleri aktif yapar
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 6: PEIE: Çevresel kesme geçerli biti
 1= Çevresel kesmeyi aktifleştirir
 0= Çevresel kesmeyi kaldırır
- Bit 5: TOIE: TMR0 clock taşma kesmesi biti
 1= TMR0 kesmesini aktif yapar
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 4: INTE: RB0 / INT dış kesme biti
 1= RB0 / INT pininden dış kesmeyi aktif yapar
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 3: RBIE: RB Port değişimi kesme biti
 1= RB port değişimini aktif yapar
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 2: TOIF: TMR0 taşma uyarısı bayrak biti
 1= TMR0 taşı (taştıktan sonra program içinden temizlenir)
 0= TMR0 taşmadı
- Bit 1: INTF: TMR0 / INT dış kesme uyarı bayrak biti
 1= TMR0 dış kesme oldu (program içinden temizlenir)
 0= TMR0 dış kesme yok
- Bit 0: RBIF: RB Port değişimi kesme uyarı bayrak biti
 1= En az bir RB<7:4> pini durum değiştirdi (Programda kontrol edilir)
 0= Hiçbir RB<7:4> pini durum değiştirmede

PIE1 Register (Çevresel Kesme Kaydedicisi)

PIE1 kaydedicisi, çevresel kesmelerle ilgili bitleri olan bir kaydedicidir. Bir çevresel kesmenin olabilmesi için, PIE1 (INTCON<6>) biti de set edilmelidir.

7	6	5	4	3	2	1	0
PSP1E	AD1E	RC1E	TX1E	SS1E	CCP11E	TMR21E	TMR11E
R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O

- Bit 7: PSP1E: Paralel Slave Port okuma/yazma kesmesi biti
 1= PSP R/W kesmesini aktifleştir
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 6: AD1E: A/D çevirici kesmesini aktifleştirme biti
 1= A/D çevirici kesmesini aktifleştirir
 0= Kesmeyi kaldırır
- Bit 5: RC1E: USART alma (receive) kesmesini aktifleştirme biti
 1= USART alma kesmesini aktifleştirir
 0= Kesmeyi kaldırır

Bit 4: TXIE: USART gönderme (transmit) kesmesi aktifleştirme biti

1= USART gönderme kesmesini aktifleştirir

0= Kesmeyi kaldırır

Bit3: SSPIE: Senkron Seri Port kesmesi aktifleştirme biti

1= SSP kesmesini aktifleştirir

0= Kesmeyi kaldırır

Bit2: CCP1IE: CCP1 kesmesi biti

1= CCP1 kesmesini aktifleştirir

0= Kesmeyi kaldırır

Bit 1: TMR2IE: TMR2 PR2 uyum kesmesi aktifleştirme biti

1= TMR2 PR2 uyum kesmesini aktifleştirir

0= Kesme yok

Bit 0: TMR1IE: TMR1 taşma kesmesini aktifleştirme biti

1= TMR1 taşma kesmesini aktifleştirir

0= Kesmeyi kaldırır

PIR1 Register (Çevresel Kesme Kaydedicisi)

PIR1 kaydedicisi, çevresel kesmelerle ilgili uyarı bitlerini taşıyan kaydedicidir.

7	6	5	4	3	2	1	0
PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
R/W-O	R-O	R-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O	R/W-O

Bit 7: PSPIFE: Paralel Slave Port okuma/yazma kesme uyarısı biti

1= PSP R/W kesmesi oluştu (yazılımda temizlenmeli)

0= Okuma ya da yazma yok

Bit 6: ADIF: A/D çevirici kesme uyarısı biti

1= A/D çevirme işlemi bitti

0= Çevirme tamamlanmadı

Bit 5: RCIF: USART alma (receive) kesmesi uyarı biti

1= USART alma tamponu boş

0= Alma tamponu dolu

Bit 4: TXIF: USART gönderme (transmit) kesme uyarısı biti

1= USART gönderme tamponu boş

0= Gönderme tamponu dolu

Bit3: SSPIF: Senkron Seri Port kesme uyarısı biti

1= SSP kesmesi dolu (yazılımda temizlenmeli)

0= SSP kesmesi yok

Bit2: CCP1IF: CCP1 kesmesi uyarı biti

1= TMR1 kaydedicisi yakaladı

0= TMR1 kaydedicisi yakalamadı

Bit 1: TMR2IF: TMR2 PR2 uyum kesmesi uyarı biti

1= TMR2 PR2 uyum kesmesi var

0= Kesme yok

Bit 0: TMR1IF: TMR1 taşma kesmesi uyarı biti

1= TMR1 sayacı taşı, kesme oldu

0= Kesme yok

PIE2 Register (CCP2, SSP veri yolu çarpışma, E²PROM – Çevresel Kesme Kaydedicisi)

PIE2 kaydedicisi, CCP2 (Capture/Compare/PWM2) çevresel biriminin kesme bitlerini, SSP (Senkron Seri Port) veri yolu çarpışma bitini ve EEPROM yazma kesmesi bitini taşır.

7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved	-	EEIE	BCLIE	-	-	CCP2IE
U-O	R/W-O	U-O	R/W-O	R/W-O	U-O	U-O	R/W-O

Bit 7, 5, 2, 1: Unimplemented: Bit kullanılmaz 0 okunur

Bit 6: Reserved: Bit sonra kullanılmak için ayrılmıştır. Temizlenmelidir (set 0)

Bit 4: EEIE: EEPROM yazma işlemi kesme biti

1= EEPROM yazma kesmesini aktifleştirir

0= EEPROM yazma kesmesi yok

Bit 3: BCLIE: Çarpışma (Bus Collision) kesmesi uyarı biti

1= Çarpışma kesmesini aktifleştirir

0= Çarpışma kesmesi yok

Bit 0: CCP2IE: CCP2 kesmesini aktifleştirme biti

1= CCP2 kesmesini aktifleştirir

0= CCP2 kesmesi yok

PIR2 Register (CCP2, SSP data-bus çarpışma, E²PROM – Çevresel Kesme Kaydedicisi)

PIE2 kaydedicisi CCP2 çevresel biriminin kesme bitlerini, SSP çarpışma bitini ve E²PROM yazma kesmesi uyarı bitini taşır.

7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF
U-O	R/W-O	U-O	R/W-O	R/W-O	U-O	U-O	R/W-O

Bit 7, 5, 2, 1: Unimplemented: Bit kullanılmaz 0 okunur

Bit 6: Reserved: Bit sonra kullanılmak için ayrılmıştır. Temizlenmelidir (set 0)

Bit 4: EEIF: EEPROM yazma işlemi kesmesi uyarı biti

1= Yazma işlemi tamamlandı

0= Yazma işlemi tamamlanamadı ya da başlatılmadı

Bit 3: BCLIF: Çarpışma (Bus Collision) kesmesi uyarı biti

1= SSP'de çarpışma oldu, I2C Master mod olarak ayarlanmışsa

0= Çarpışma olmadı

Bit 0: CCP2IF: CCP2 kesmesi uyarı biti

Capture (yakalama) modu için

1= TMR1 kaydedicisi yakalandı (capture). Yazılımda temizlenmeli

0= TMR1 kaydedicisi yakalanmadı

Compare (karşılaştırma) modu için

1= TMR1 kaydedicisi karşılaştırma (compare) uyumlu. Yazılımda temizlenmeli

0= TMR1 karşılaştırma uyumlu değil

PCON Register (Güç Kaynağı Kontrol Kaydedicisi)

Güç kontrol kaydedicisi PCON, yazılımda ve reset durumlarında kullanılır. Reset durumları; devrenin dışardan MCLR ile, gerilim ya da akımın aşırı düşme ve yükselmesi Brown-Out, Watch Dog Timer ve son olarak Power on reset durumlarında kullanılabilir. BOR biti, Power on reset'te bilinemez. Reset sonrasında b'1' yapılmalıdır ki, bir sonraki BOR durumunu öğrenebilsin.

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	POR	BOR
U-O	U-O	U-O	U-O	U-O	U-O	R/W-1	R/W-1

Bit 7 - 2: Unimplemented: Bit kullanılmaz 0 okunur

Bit 1: POR: Power On Reset durumu biti

1= POR durumu yok

0= POR dolu (yazılımda set edilmeli)

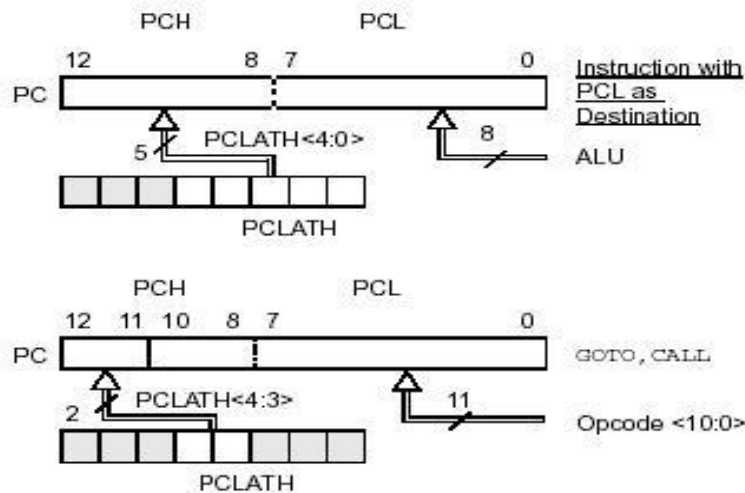
Bit 0: BOR: Bus collision kesme uyarı biti

1= BOR durumu yok

0= BOR durumu var (yazılımda set edilmeli)

PCL ve PCLATH Registers (Adres Kaydedicileri)

Program counter (PC) olarak adlandırılan adresleme kaydedicisi 13 bitlidir. Bunun düşük değerlikli byte'ı PCL kaydedicisinden gelir. Üstteki bitler ise PC<12:8> arasındaki 5 bittir, bunlar PCLATH kaydedicisinden alınır. PCL okunabilir ve yazılabilir bir kaydedicidir. Ancak üst bitleri (PCH) doğrudan okunamaz. Dolaylı olarak PCLath yoluyla yazılabilir veya okunabilir.



Call komutu, yığının her zaman en tepesine, PCL kaydedicisinin içindeki adres değerini yazar.

Return, Retfie ve Retlw komutları ise yığının en tepesindeki elemanın içeriğini PCL'ye aktarır. Sayfa (bank) numaralarının PCLath kaydedicisinden PC'ye aktarılabildiğini program yazarken de unutmamalıyız.

PCLATH kaydedicisinin içeriği, altyordama girildikten sonra sabit kalır, bir return ya da retfie benzeri komut gelse de değişmez. Programcı, call veya goto komutlarından önce, PCLATH kaydedicisini güncellemelidir. PCH daima PCLATH kaydedicisi yoluyla güncellendiğinden (tersi yapılamaz) altyordam veya gidilen kesimin hangi bankta olduğu, aşağıdaki örneğe benzer bir yolla belirtilmelidir.

```
ORG 0x500
BCF PCLATH, 4      ;PCLATH kaydedicisinin 4.biti temizlendi
BSF PCLATH, 3      ;PCLATH'ın 3.biti set edildi, 1.bankta geçildi
                   ;(800h-FFFh adres aralığı)
CALL SUB1_P1      ;1.banktaki altyordam çağrıldı
.
.
.
ORG 0x900          ;Bank 1 (800h-FFFh)
SUB1_P1
.
.
                   ; Altyordam 800h ile FFFh aralığına yerleştirildi.
RETURN            ;Return'den sonra 0.sayfaya (000h-7FFh) dönülecek
```

Computed goto (Hesaplanmış goto): PC'ye PCL'nin eklenmesiyle oluşur.

Yığın (Stack)

Yığın 8 elemanlıdır. Elemanları 13 bitlidir ve donanımın bir parçasıdır. Veri veya program alanlarında yer almaz. Yığın göstergesi (pointer) yazılabilir ve okunabilir değildir.

Yığın işlemi komutları POP ve PUSH'tur. Her PUSH işleminde yığının en tepesindeki adrese, PC'nin içeriği yüklenir. Her POP işleminde yığının en tepesindeki adres PC'nin içine geri yüklenir.

Yığın, LIFO (Last In First Out) Son Giren İlk Çıkar tekniğiyle çalışır.

INDF ve FSR Register (Dolaylı Erişim Kaydedicileri)

INDF, fiziksel bir kaydedici değildir. Mikrokontrolördeki RAM adresini tutar. INDF'e yazılan her veri, adresi FSR'de bulunan RAM'a yazılır. INDF'ten okunan veriler de adresi FSR'de bulunan RAM'den okunmuştur.