

# Mikroişlemcili Sistemler ve Laboratuvarı

## 8051 Ailesi

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Yrd.Doç.Dr. Murat İSKEFİYELİ

### İçerik

- 8051 mikrodnetleyicisinin tarihçesi
- 8051 mikrodnetleyicisinin mimari yapısı
- 8051 mikrodnetleyicisinin fiziksel özellikleri
- 8051 mikrodnetleyicisinin içyapısı

- Bu sunumdaki şekiller “C ile 8051 Mikrodnetleyici Uygulamaları, A.T.Özcerit, M.Çakıroğlu, C.Bayılmış, Papatya Yayınları” kitabından alınmıştır.



# MCS-51 Ailesi

- INTEL firması tarafından 1976 yılında üretilen ilk mikrodenetleyici 8048 mikrodenetleyicisidir.
- 17,000 transistörün kullanıldığı 8048 yoğun talep görmesiyle endüstride yaygın olarak kullanılmıştır.
- Talep görmesinin ardından yapılan gelişmelerle 1980 yılında MCS-51 mikrodenetleyici ailesinin ilk üyesi 8051 mikrodenetleyicisi piyasaya çıkmıştır.
- Üretiminde yaklaşık 60,000 transistör kullanılmıştır ki bu değer, 8048'de kullanılanın yaklaşık 4 katı kadardır.
- INTEL firmasından üretim lisansı alan firmalar 8051 ve kendilerine has versiyonlarını üretmektedir.

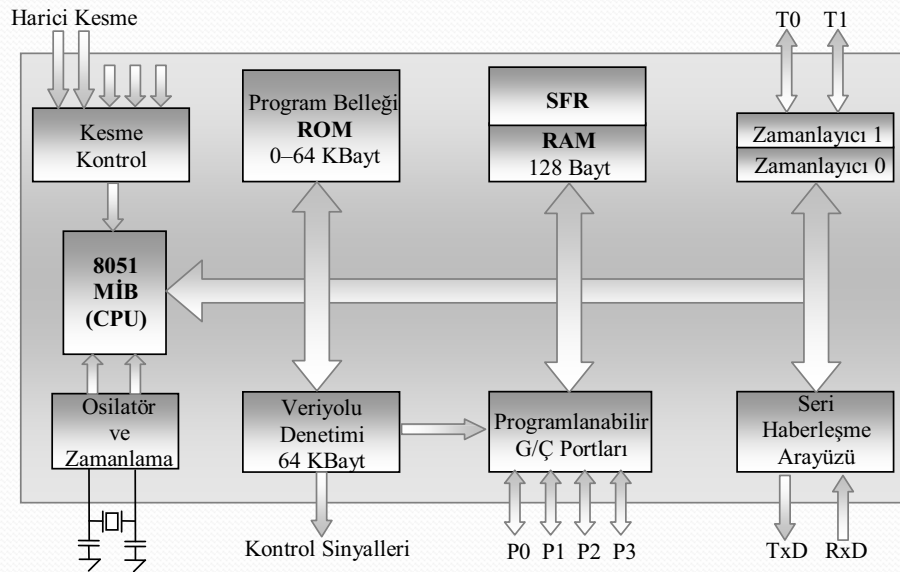
## 8051 tabanlı µdenetleyiciler ve özellikleri

|                                 | Model      | Veri Belleği |      | Kod Belleği |        |       | Haberleşme Protokolü |     |     |     | Z/S | WD  | ADC    | Port |
|---------------------------------|------------|--------------|------|-------------|--------|-------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------|
|                                 |            | RAM          | XRAM | ROM         | EEPROM | FLASH | UART                 | I2C | CAN | SPI |     |     |        |      |
| A<br>T<br>M<br>E<br>L           | T80C51     | 128          | -    | 4K          | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 2   | -   | -      | 32   |
|                                 | T83C51RB2  | 256          | 256  | 16K         | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | Var | -      | 32   |
|                                 | T89C51RC2  | 256          | 1K   | -           | -      | 32K   | Var                  | -   | -   | Var | 3   | Var | -      | 48   |
|                                 | AT89S4D12  | 256          | -    | -           | -      | 132K  | Var                  | -   | -   | Var | 3   | -   | -      | 40   |
|                                 | T89C51CC01 | 256          | 1K   | -           | 2K     | 32K   | Var                  | -   | Var | Var | 3   | Var | 10-bit | 53   |
| I<br>N<br>T<br>E<br>L           | 80C31      | 128          | -    | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | -   | -      | 32   |
|                                 | 80/87C51   | 128          | -    | 4K          | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | -   | -      | 32   |
|                                 | 80C52      | 128          | -    | 8K          | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | -   | -      | 32   |
| P<br>H<br>I<br>L<br>I<br>P<br>S | 80C528     | 256          | 256  | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | Var | -      | 48   |
|                                 | 80C557     | 256          | 1792 | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | -   | 10-bit | 40   |
|                                 | 87C591     | 256          | 256  | -           | 16K    | -     | Var                  | Var | Var | -   | 3   | Var | 10-bit | 32   |
|                                 | 89C668     | 256          | 8K   | -           | -      | 64K   | Var                  | Var | -   | Var | 3   | -   | -      | 40   |
|                                 | 8xC51RD2   | 256          | 768  | -           | -      | 64K   | Var                  | -   | -   | Var | 3   | Var | -      | 32   |
| D<br>A<br>L<br>L<br>A<br>S      | DS5000(T)  | 128          | 32K  | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 2   | -   | -      | 32   |
|                                 | DS5002(FP) | 128          | 128K | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 2   | -   | -      | 32   |
|                                 | DS83C520   | 256          | 1K   | 16K         | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | Var | -      | 32   |
|                                 | DS80C390   | 256          | 4K   | -           | -      | -     | Var                  | -   | -   | -   | 3   | Var | -      | 32   |
|                                 | DS89C420   | 256          | 1K   | -           | -      | 16K   | Var                  | -   | -   | -   | 3   | Var | -      | 32   |
| C<br>y<br>g<br>n<br>A<br>l      | C8051F005  | 256          | 2K   | -           | -      | 32k   | Var                  | Var | -   | Var | 4   | -   | 12-bit | 64   |
|                                 | C8051F020  | 256          | 4K   | -           | -      | 64K   | Var                  | Var | -   | Var | 5   | -   | 12-bit | 64   |
|                                 | C8051F300  | 256          | -    | -           | -      | 8K    | Var                  | -   | -   | Var | 3   | -   | 8-bit  | 32   |

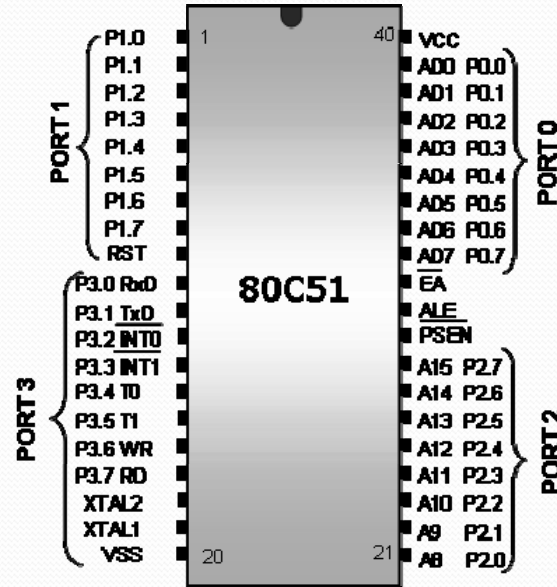
# 8051'in Genel Yapısı

- Kontrol uygulamalarına yönelik 8 bit CPU
- Mantıksal işlemci (Bit bazlı işlemler)
- 64 KB program hafıza ve veri hafıza adres alanı
- 4K ROM (standart hali), (0-64K arasında)
- 128 Bayt RAM (standart hali), (256 bayt'a çıkabilir)
- 4 tane 8-bit Giriş/Çıkış portu (32 uç)
- 2 tane 16-bit zamanlayıcı/sayıcı
- Full duplex UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)
- İki öncelik seviyesine sahip 6-kaynak/5 vektörlü kesme donanım yapısı

## 8051 Blok Diyagramı



## 8051 mikrodnetleyicisinin Uç Fonksiyonları



- 8051 mikrodnetleyicisinin standartta 8-bitlik dört adet giriş/çıkış portu bulunmaktadır.



## 8051 mikrodnetleyicisinin Uç Fonksiyonları

- 8051'in ayak bağlantıları
  - Besleme uçları
    - 8051'in VCC (40) ve GND (20) uçları besleme uçlarıdır. 5 V'luk bir DC kaynak yeterlidir.
  - Kontrol uçları
  - Programlanabilir Giriş/Çıkış uçları



## Kontrol Uçları

- Kontrol hatları, mikrodeneleyicinin dışarıdaki bir durumu ya da devreyi kontrol etmesini sağlar.
- 8051 mikrodeneleyicisinin 5 adet kontrol ucu bulunmaktadır.
  - PSEN
  - ALE
  - EA
  - RESET
  - Osilatör girişleri



## Kontrol Uçları

### PSEN(Program Store Enable)

- Harici program (kod) belleğini yetkilendirmek için kullanılan kontrol sinyalidir.
- Harici bellek okumalarında aktif yapılırken, dahili ROM'dan bir program çalıştırıldığında ise pasiftir.



## Kontrol Uçları

### ALE(Adress Latch Enable)

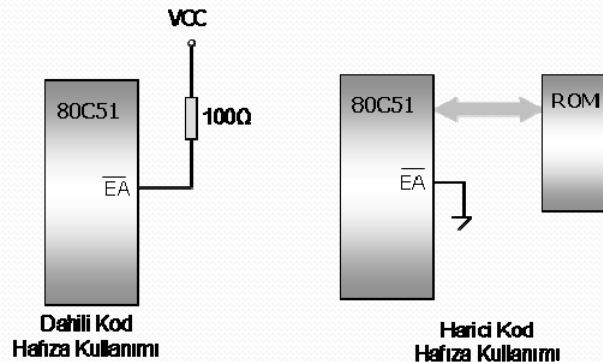
- Mikrokontrolörün Po portundaki bilginin veri ya da adres olup olmadığı ayırımını yapmakta kullanılır.
- Port o'a adres bilgisi aktarıldığında ALE ucu (lojik '1') olur.
- Port o'da veri bilgisi aktarıldığında ise bu uc (lojik '0') olur.



## Kontrol Uçları

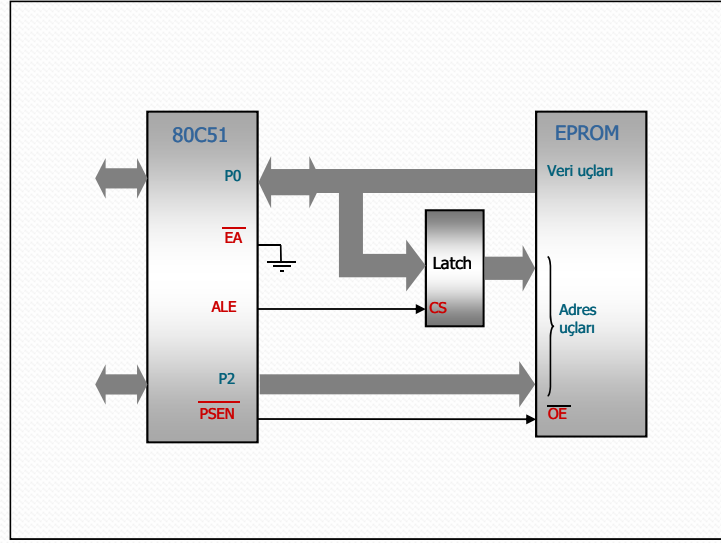
### $\overline{EA}$ (External Access)

- Harici kod bellek alanına erişim için kullanılır.
- Logic '1' ya da Logic '0' yapılarak (+5v'luk **besleme gerilimine** ya da **şaseye**) bağlanarak kontrol yapılır.
- +5v'a bağlandığında dahili ROM'daki programlar, GND'ye bağlandığında harici bellekten çalışır.



## Kontrol Uçları

### PSEN, ALE ve EA Uçlarının Kullanımı



## Kontrol Uçları

### RESET

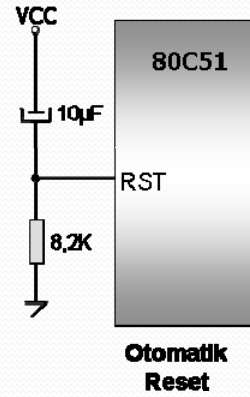
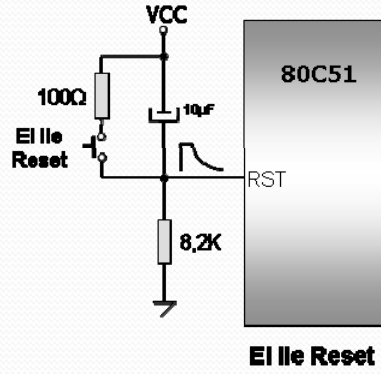
- 8051'i yeniden başlatmak için kullanılan en yüksek öncelikli **kesme** sinyalidir.
- yüksek seviye (**lojik '1'**) yapıldığında reset işleminin gerçekleştirilmesi için en az **2 makine saykılının** geçmesi gerekmektedir.
- Dahili kaydedicilerin içerikleri **başlangıç durumundaki** değerler ile yenilenir.



## Kontrol Uçları

### RESET

- El ile (manual) ve **otomatik** (power on) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir.



## Kontrol Uçları

### Osilatör Girişleri

- 8051'in XTAL1 ve XTAL2 olmak üzere 2 adet osilatör girişi vardır.
- Bu girişlere içerisindeki osilatörlere kaynak teşkil edecek şekilde bir **rezonans devresi** bağlanır.
- Genellikle bir kristal bu görevi yerine getirir.
- MCS-51 ailesindeki çoğu mikrodenetleyicinin nominal kristal frekansları **12 MHz**'dir.

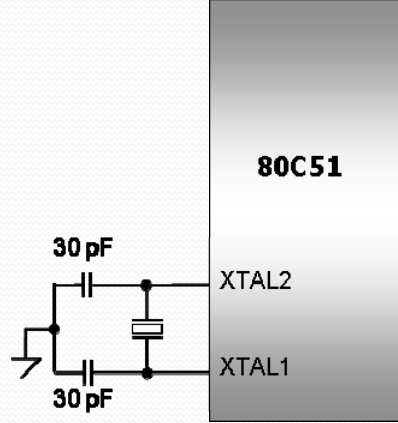




## Kontrol Uçları

### Osilatör Girişleri

- Kondansatörlerin değeri kritik değildir. 27-47 pF arasında seçilebilir, ancak genellikle **30 pF** kullanılır.

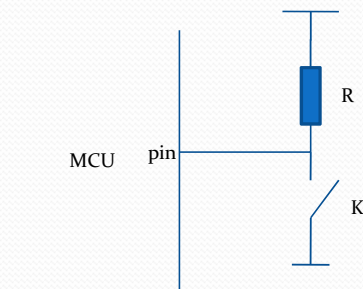


## Giriş/Çıkış Uçları

### Port o (Po)

- SFR'de 80h adresindedir.
- Port o, çift görevli kullanılabilen **8 pin'den** oluşan bir porttur.
- Küçük çaplı sistem tasarımında genel amaçlı G/Ç portu olarak, kullanılırken, büyük çaplı tasarımlarda hem **veri** hem de **adres** yolu olarak kullanılır.
- Genel amaçlı G/Ç portu olarak kullanıldığında, açık savak (drain) olduğundan çekme dirençleri (pull-up resistor) kullanılmalıdır.

P0.7 P0.0  
0x80 87 86 85 84 83 82 81 80 P0



# Giriş/Çıkış Uçları

## Port 1 (P1)

P1.7 P1.0  
0x90 97 96 95 94 93 92 91 90 P1

- SFR'de 0x90h adresindedir.
- Sadece genel amaçlı G/Ç hattı olarak kullanılır. Çift yönlüdür.
- Port 1'in pinleri P1.0, P1.7 gibi ifade edilir.
- Giriş olarak kullanım için tüm bitleri '1' yapılır ( $P1=0xFF$ )

## Port 2 (P2)

P2.7 P2.0  
0xA0 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 P2

- SFR'de A0h adresindedir.
- İki amaçlı kullanıma sahip olan P2, harici belleğe ihtiyaç duyulduğunda **adresin yüksek değerlikli 8 hattını (A8-A15)** tutar.
- Harici belleğe gerek duyulmadığında genel amaçlı G/Ç hattı gibi kullanılabilir.
- Giriş olarak kullanım için tüm bitleri '1' yapılır ( $P2=0xFF$ )



# Giriş/Çıkış Uçları

## Port 3 (P3)

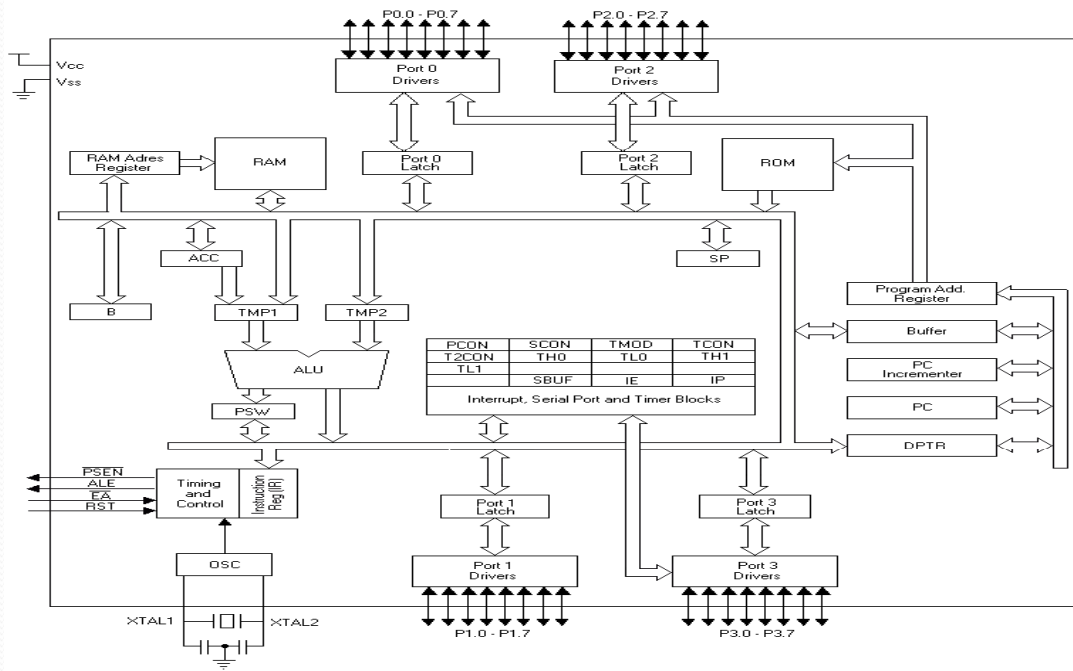
P3.7 P3.0  
0xB0 B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 B0 P3

- SFR'de B0h adresindedir
- Çift göreve sahip bir porttur.
- Genel amaçlı (G/Ç) olarak kullanılabilirken, aşağıdaki tabloda her bir pininin sahip olduğu extra özellikleri de çeşitli uygulamalarda kullanılabilir.

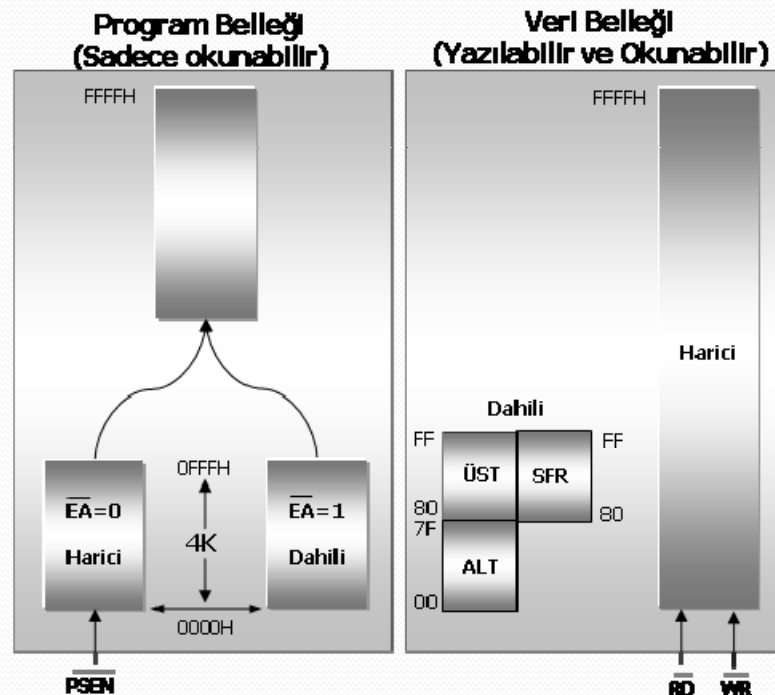
Port 3'ün alternatif fonksiyonları

| Uç   | İsim | Bit Adresi | İşlevi                                |
|------|------|------------|---------------------------------------|
| P3.0 | RxD  | B0H        | Seri kanal veri girişi                |
| P3.1 | TxD  | B1H        | Seri kanal veri çıkışı                |
| P3.2 | INT0 | B2H        | Harici kesme 0 girişi                 |
| P3.3 | INT1 | B3H        | Harici kesme 1 girişi                 |
| P3.4 | T0   | B4H        | Zamanlayıcı/sayıcı 0 harici girişi    |
| P3.5 | T1   | B5H        | Zamanlayıcı/sayıcı 1 harici girişi    |
| P3.6 | WR   | B6H        | Harici belleğe yazma işareti çıkışı   |
| P3.7 | RD   | B7H        | Harici bellekten okuma işareti çıkışı |

# 8051 $\mu$ denetleyicisinin Ayrıntılı Mimarisi



## 8051 Hafıza Yapısı



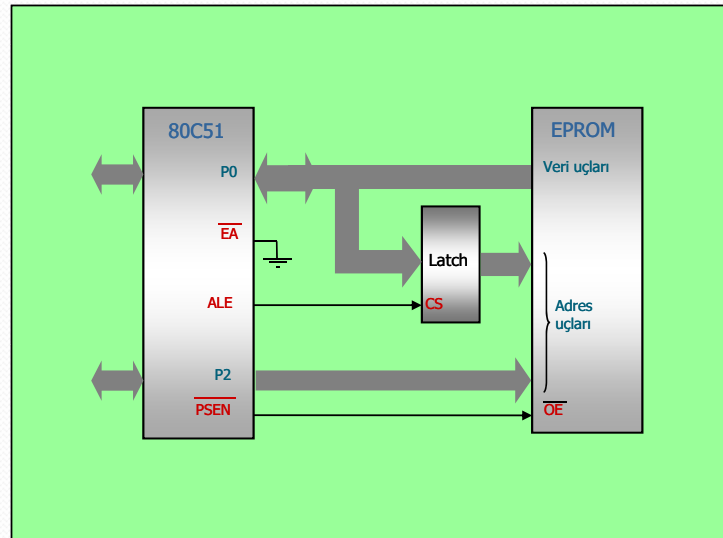
## Program (Kod) Hafızası

- Mikrodenetleyicinin çalıştıracağı programın makine kodlarını bulunduran bellek birimidir.
- Standard 8051 mikrodenetleyicisinde 4KBayt kod hafıza bulunmaktadır.
- Dahili Kod hafızanın bulunmadığı ya da yetersiz kaldığı durumlarda harici kod hafıza kullanmak mümkündür.
- Harici ya da dahili kod hafızadan hangisinin kullanılacağını 8051'in  $\overline{EA}$  (External Access) belirlemektedir.



## Program (Kod) Hafızası

- Harici kod hafıza bağlantısı



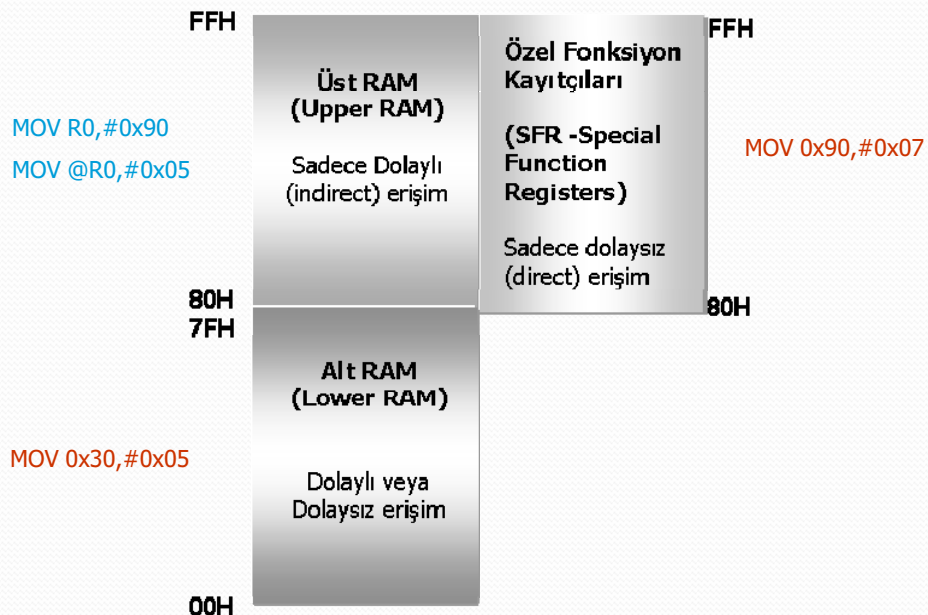
## Veri Hafızası

- 8051 mikrodenetleyicisi dahili (çip içi) veri hafıza birimi içermektedir.
- Standart 8051'de **128 bayt** olan hafıza birimi bazı 8051 türevlerinde **256 bayt** büyüklüğünde olabilmektedir.
- Dahili veri hafızanın yetmediği durumlarda **harici veri hafıza** kullanmak mümkündür.
- 8051 mikrodenetleyicisindeki veri bellek türleri
  - Dahili Veri belleği
    - Alt (Lower) RAM
    - Üst (Upper) RAM
    - Özel Fonksiyon Kaydedicileri
  - Harici veri belleği
  - XRAM (Genişletilmiş RAM Bellek)

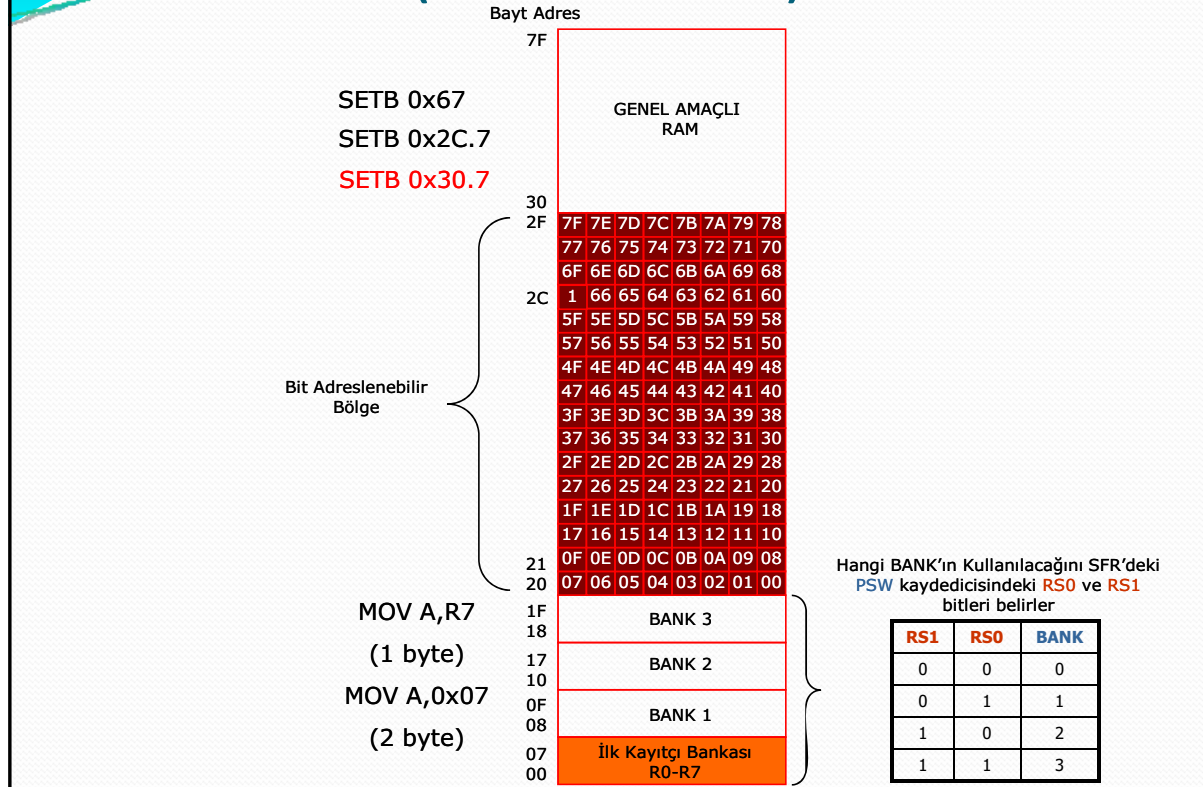


## Dahili RAM Belleği (IRAM)

- 3 bölümden meydana gelir.



# Alt RAM (Lower RAM)



# Üst RAM (Upper RAM)

- Bütün 8051 ailelerinde mevcut olmayabilir (80C31 gibi).
- Bu bölge daha çok genel amaçlı olarak kullanılır ve 80h adresinden başlar, FFh adresinde son bulur.
- Bu alana sadece **dolaylı** (indirect) yolla erişilebilir.



## Üst RAM (Upper RAM)

### Örnek

- 80H adresi hem üst RAM'in hem de SFR'nin başlangıç adresleridir. Her iki hafıza bölgesinin başlangıç adresine FFH değerini yükleyelim.
- **SFR**
  - MOV \$80h,#0FFh ;SFR'deki 80h adresine 0FFh değerini at
- **Üst RAM**
  - MOV Ro,#80h ;Ro kaydedicisine 80h değerini at
  - MOV @Ro,#0FFh ;Ro'ın gösterdiği adrese(Üst RAM'deki 80h'a FFh değerini at)

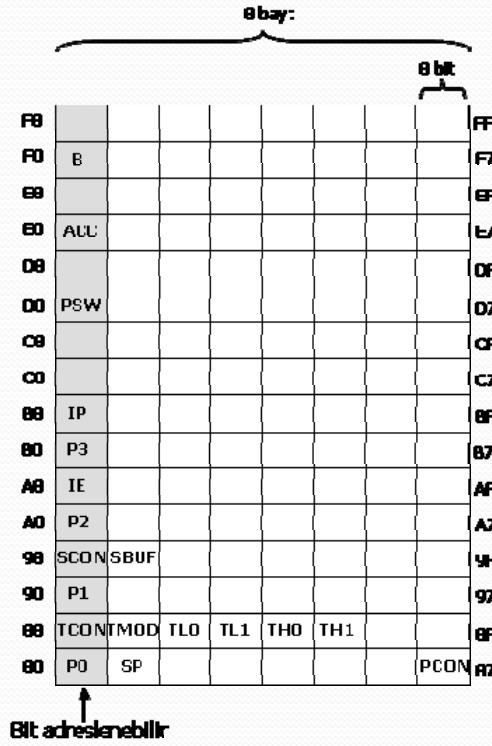


## Özel Fonksiyon Kaydedicileri (SFR)

- Çip içi hafızadaki SFR kayıtları 80H-FFH adresleri arasında yer alırlar.
- Fonksiyonel birimlere ait kayıtları içerir
  - İşlemci çekirdeğine
  - Kesme birimi
  - Giriş-çıkış portları
  - Zamanlayıcı/sayıcı birimi
  - Haberleşme birimleri ve diğer birimler
- Mikrodenetleyicilerin SFR belleğini oluşturan 128 baytın tamamı **dolu değildir**. Bazı adresler ileride kullanılmak üzere boş bırakılmıştır.



# Özel Fonksiyon Kaydedicileri (SFR)



| Bayt Adres | Bit Adres               |      |
|------------|-------------------------|------|
| FF         |                         |      |
| F0         | F7 F6 F5 F4 F3 F2 F1 F0 | B    |
| E0         | E7 E6 E5 E4 E3 E2 E1 E0 | ACC  |
| D0         | D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 | PSW  |
| B8         | - - - BC BB BA B9 B8    | IP   |
| B0         | B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 B0 | P3   |
| A8         | AF - - AC AB AA A9 A8   | IE   |
| A0         | A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 | P2   |
| 99         | Bit Adreslenemez        | SBUF |
| 98         | 9F 9E 9D 9C 9B 9A 99 98 | SCON |
| 90         | 97 96 95 94 93 92 91 90 | P1   |
| 8D         | Bit Adreslenemez        | TH1  |
| 8C         | Bit Adreslenemez        | TH0  |
| 8B         | Bit Adreslenemez        | TL1  |
| 8A         | Bit Adreslenemez        | TL0  |
| 89         | Bit Adreslenemez        | TMOD |
| 88         | 8F 8E 8D 8C 8B 8A 89 88 | TCON |
| 87         | Bit Adreslenemez        | PCON |
| 83         | Bit Adreslenemez        | DPH  |
| 82         | Bit Adreslenemez        | DPL  |
| 81         | Bit Adreslenemez        | SP   |
| 80         | 87 86 85 84 83 82 81 80 | P0   |

## Sorular:

