



SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Mikroişlemcili Sistemler ve Laboratuvarı

2.HAFTA



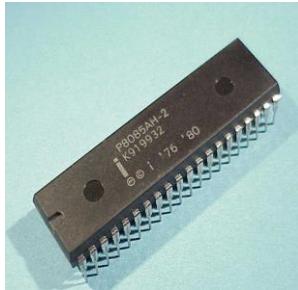
MİKROİŞLEMÇİLER

TEMEL KAVRAMLAR

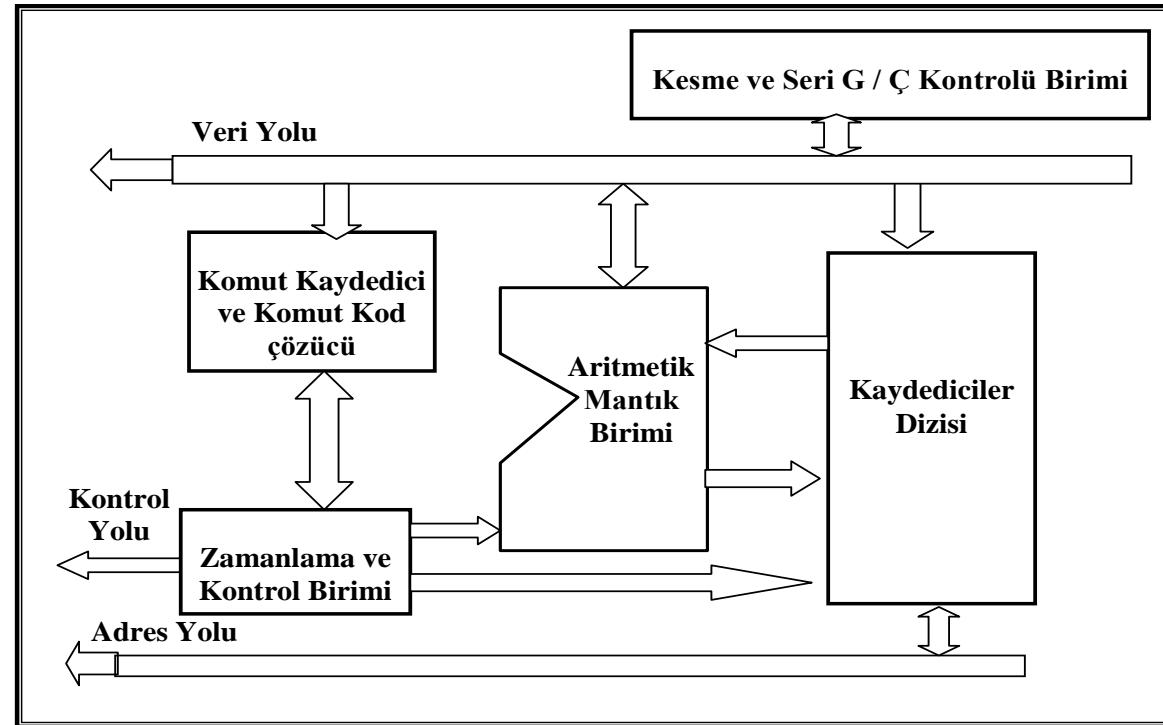
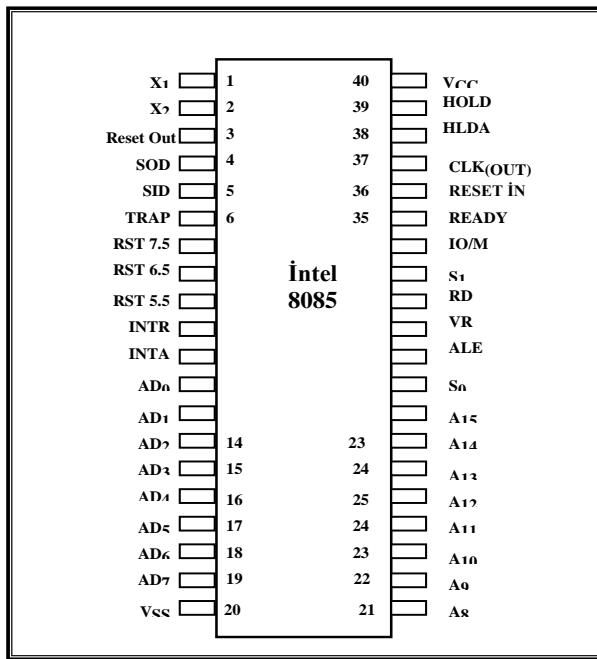


Mikroişlemci Nedir?

- Bilgisayarda aritmetik / mantık işlemlerinin yapıldığı ve işlemlerin denetlendiği elektronik elemandır.



Mikroişlemci Pin Yapısı



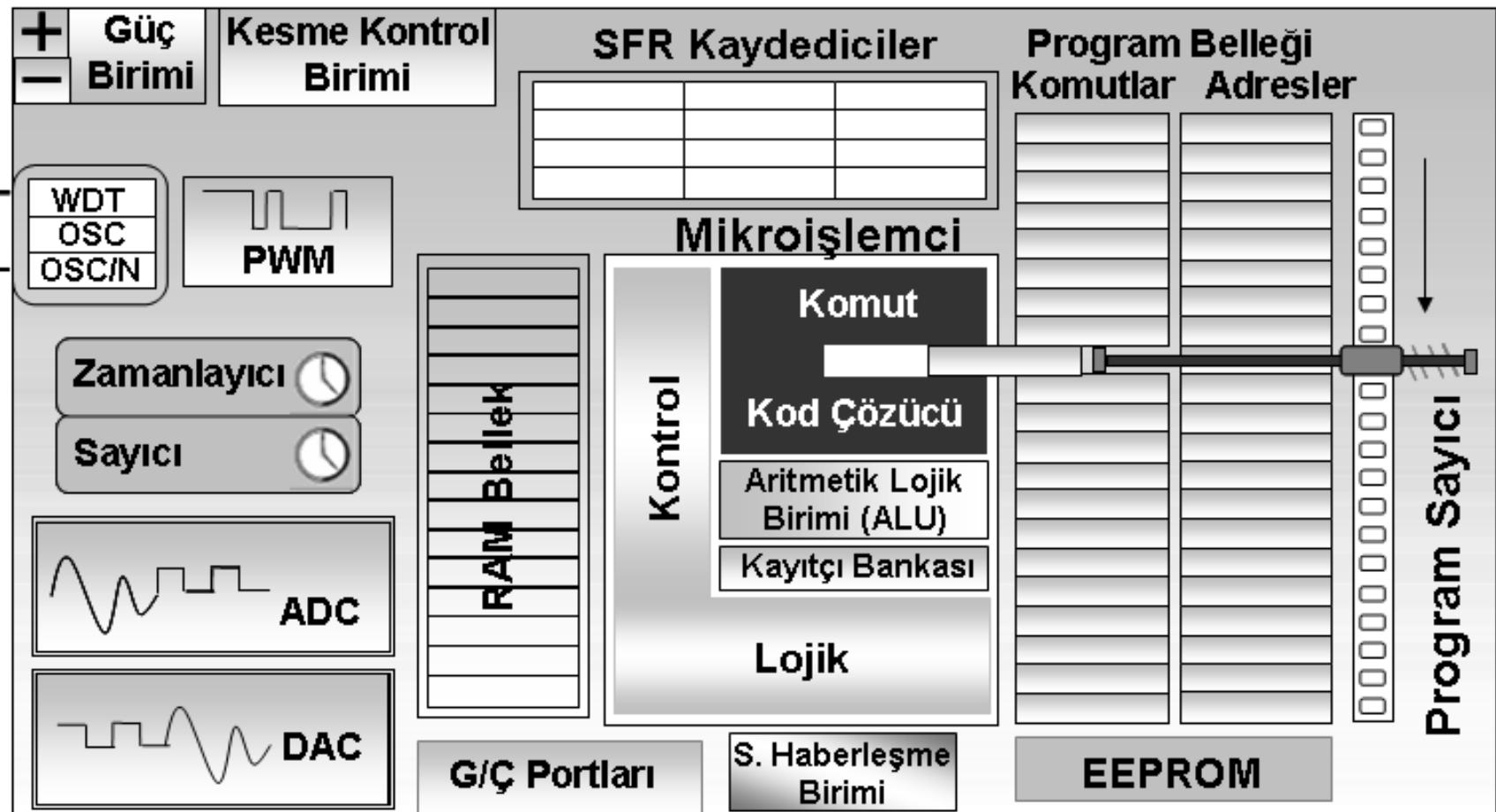
Mikroişlemci Genel İç Yapısı

Mikrodenetleyici Nedir?

- Mikrodenetleyici (**Microcontroller**), tek bir yonga üzerinde üretilen bilgisayara denir.
- Yani mikrodenetleyicide, bellek birimleri, giriş/çıkış birimleri elemanlarının birkaçının tek bir yongada üretilmesidir.
- Mikrodenetleyicilerin genel özellikleri şunlardır:
 - Tek başlarına çalışabilirler.
 - Tek-çip devre elemanıdırular.
 - Sistem kararları genellikle harici sinyallere bağlıdır.
 - Elektronik bir cihazın davranışlarını denetlerler ve kontrol ederler.
 - Bir devrenin beyni konumundadırular.
- Mikroişlemci ile Mikrodenetleyici arasındaki temel farklar:
 - Mikroişlemci; sadece kelime veya bayt temelli komutlara göre çalışan, komut dizilerini işleyen, aritmetiksel ve mantıksal işlemleri yapan ve bunları denetleyen sistemdir.
 - Mikrodenetleyici; bit temelli komutlara da izin veren, giriş ve çıkış birimlerini programlayan ve bu devreleri içinde bulunduran mikroişlemcilere denir.

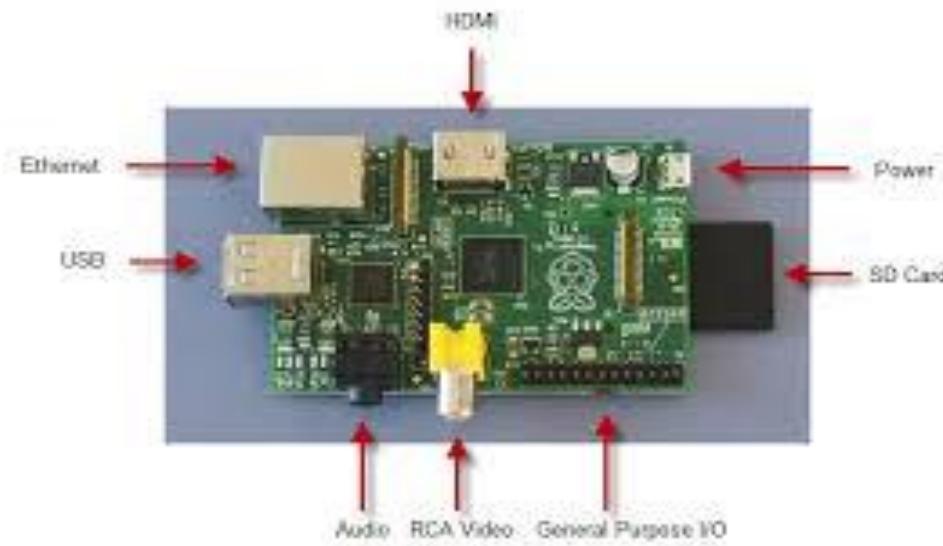


Mikrodenetleyici Blok Diyagramı

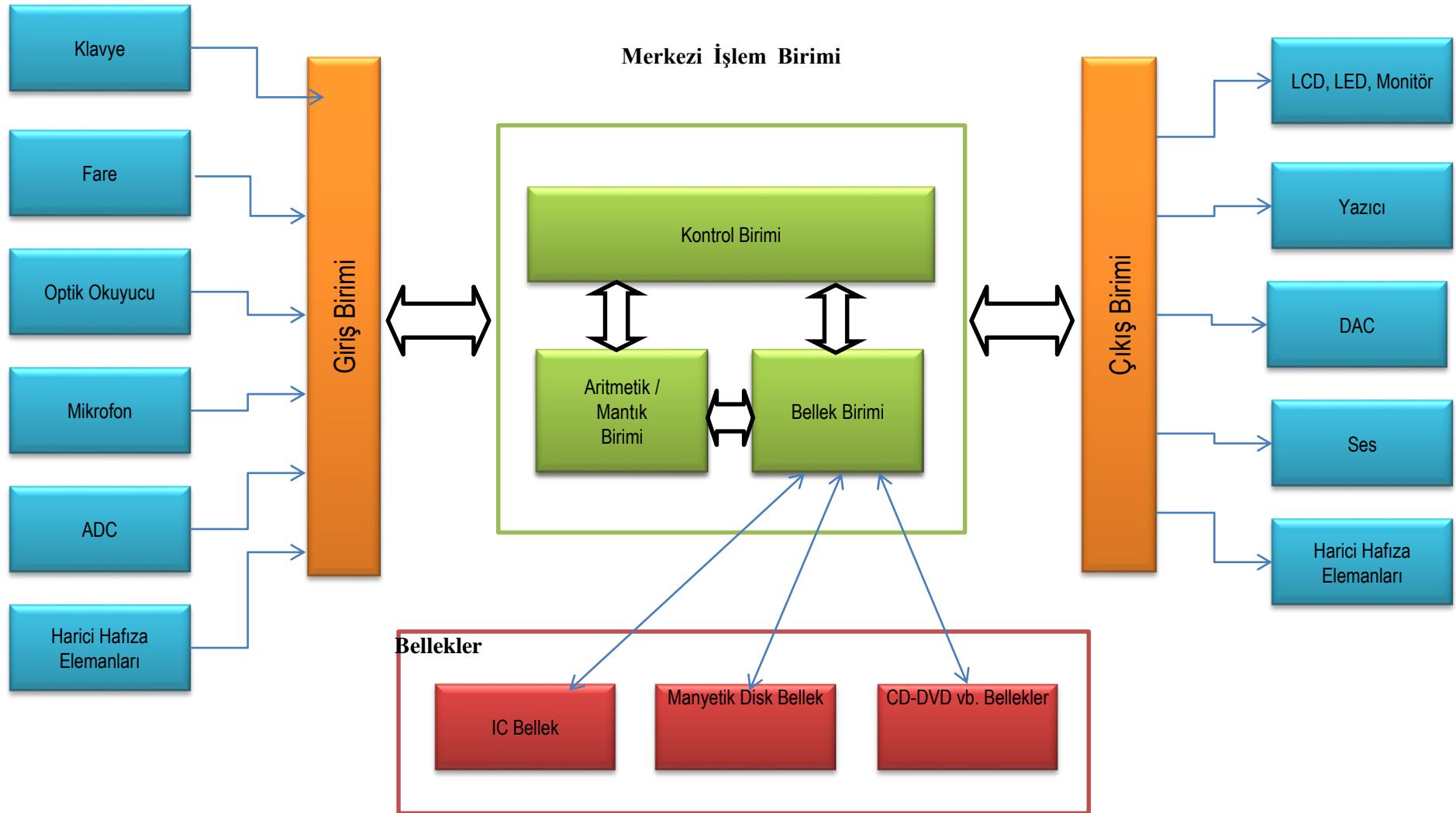


Mikroişlemcili Sistem Nedir?

- ☐ Mikroişlemci, bellek, giriş/çıkış birimleri ve iletişim hatlarından oluşan adreslenebilir devreler topluluğudur.



Mini Bilgisayar Raspberry Pi Görünüşü



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Giriş Birimi (Input Unit)

- Giriş birimi, merkezi işlem birimine iletilecek bilgi, komut ve programların mikroişlemcili sisteme aktarılmasında kullanılır.
 - ❖ **Klavye (Keyboard)**: Bilgilerin yazım yoluyla mikroişlemcili sisteme aktarılmasında kullanılan eleman.
 - ❖ **Disket sürücü (Disk driver)**: Harici bellek olarak kullanılan disketlerden bilgi okunması veya disketlere bilgi yüklenmesi için kullanılan cihaz.
 - ❖ **Optik okuyucu (Optic reader)**: Bilgilerin optik olarak okunarak mikroişlemcili sisteme aktarılmasını sağlayan eleman.
 - ❖ **Analog – Dijital Çeviriciler (Analog – Digital Convertor - ADC)**: Analog olarak elde edilen bilgileri, bilgisayarın kullandığı dijital veriler şekline dönüştüren elektronik devreler.
 - ❖ **Harici bellek (External memory)**: Bilgilerin uzun süre saklanması ve istenilen yerlere taşınmasında kullanılan elemanlar / birimler.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Çıkış Birimi (Output Unit)

- Çıkış birimi, mikroişlemcili sistemde ikili sayı şeklinde işlenen bilgileri kullanıcıların anlayabileceği hale dönüştürmede kullanılan elemanlardır.
 - ❖ Görüntüleme elemanları
 - ❖ Yazıcılar
 - ❖ Işık yayan dijotlar
 - ❖ Ses aygıtları
 - ❖ Dijital – Analog Çeviriciler (DAC).



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Bellek Birimi (Memory Unit)

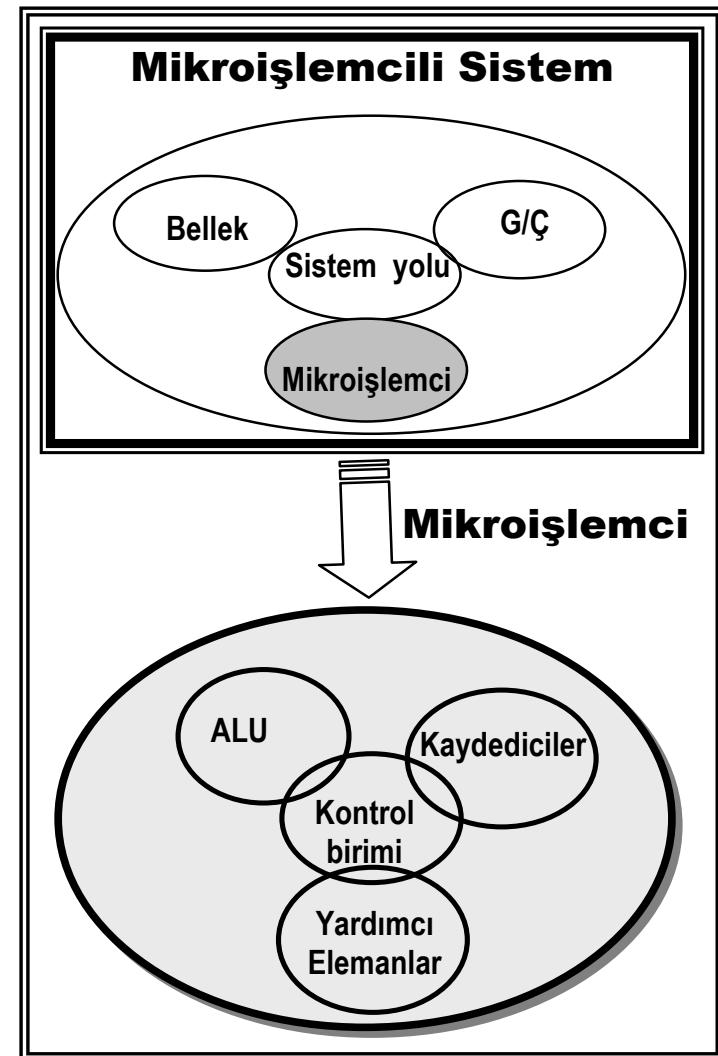
- İstenilen komutları ve üzerinde çalışılan verileri kısa veya uzun süreli saklamak amacıyla kullanılan devrelerdir.
- Sisteme enerji verildiği zaman çalışmaya başlamasını veya çevre birimlerini tanımasını sağlayan ve işletim sistemi olarak tanımlanan programlar belleklerde saklanır.
- Bellek devrelerinin farklı yerlerde farklı amaçlar için kullanılması nedeniyle farklı yapıda bellek çeşitleri geliştirilmiştir.
 - Bilgileri geçici olarak saklamak amacıyla kullanılan için '**RAM bellekler**'.
 - Bilgilerin uzun süreli olarak saklanması amacıyla kullanılan '**ROM bellekler**'
- Dahili olarak kullanılan belleklerin yetersiz kalması veya verilerin farklı yere taşınması gereklili olan durumlarda '**harici bellek**' veya '**yardımcı bellek elemanları**' olarak isimlendirilen yardımcı saklama birimlerinden faydalanyılır.
 - Yarı iletken entegreler, disketler, CD ve DVD'ler, manyetik şerit ve manyetik diskler, flash bellekler kullanılır.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

□ Mikroişlemci 4 temel kısımdan oluşur.

- ① Kontrol Birimi,
- ② Kaydediciler,
- ③ Aritmetik ve Mantık birimi (ALU),
- ④ Yardımcı Elemanlar.



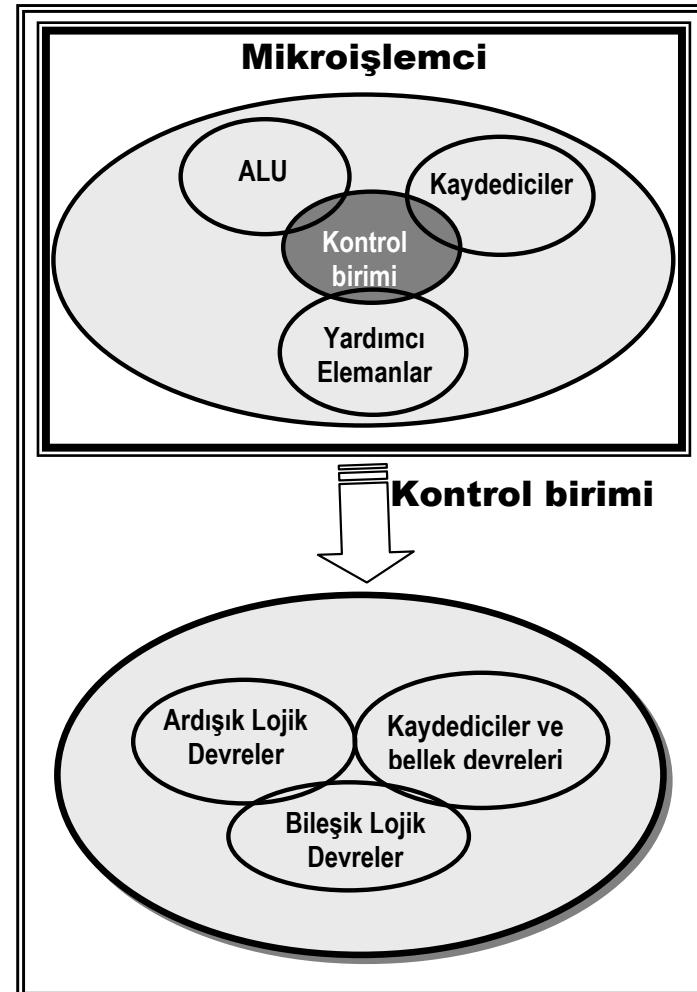
Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

1

Kontrol Birimi,

- ❑ Mikroişlemcinin yaptığı işlemleri kontrol eden ve iletişimini denetleyen birimdir.
- ❑ Mikroişlemci içinde ve dışında bulunan birimler arasındaki veri iletişimini denetler ve ALU içerisindeki işlemleri kontrol eder.
- ❑ Bellek biriminde saklanan veya giriş biriminden girilen programlardaki komutları yorumlayan ve komutlarda belirtilen işlemleri yerine getiren birim, '**kontrol birimi**' olarak adlandırılır.
- ❑ Mikroişlemci ile çevre birimlerinin eş zamanlı olarak (**synchronization**) çalışması için gerekli sinyaller kontrol birimi tarafından sağlanır.
- ❑ Komut okuma (**fetch**) ve komut işleme (**execute**) işlemlerini yerine getirir.



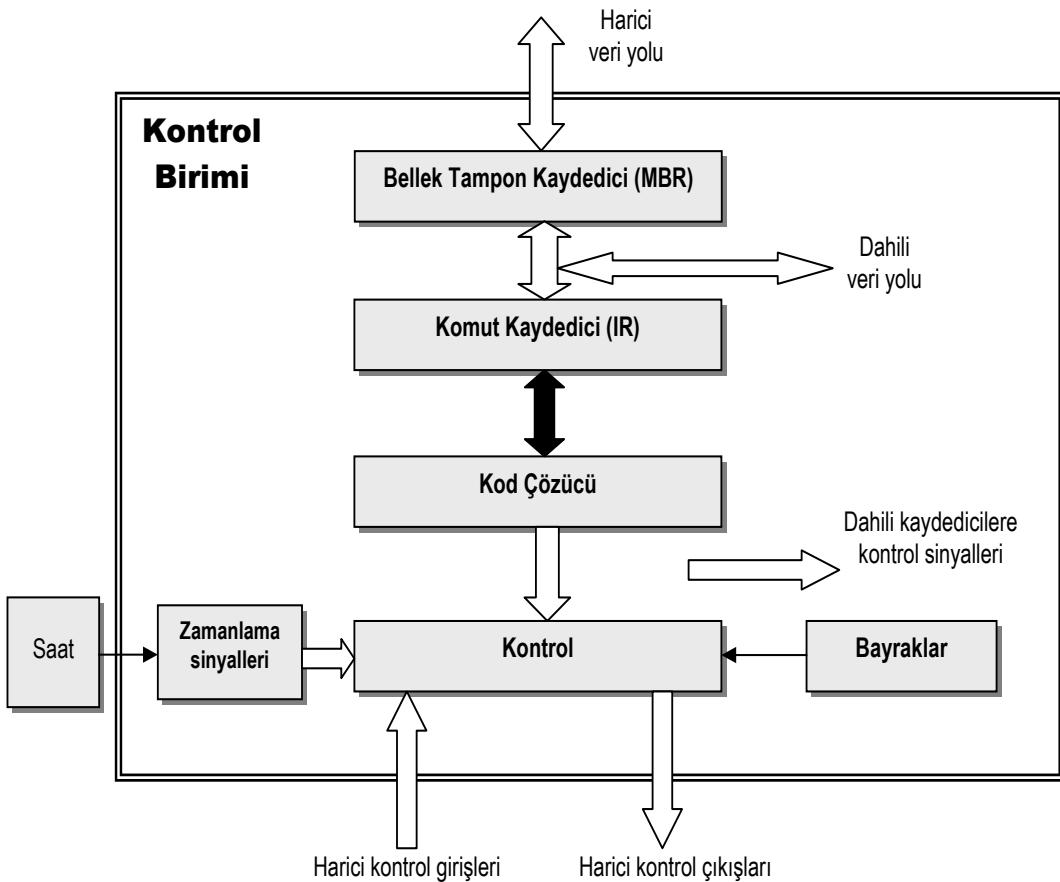
- **Fetch:** mikroişlemcinin bellekten bir işlem kodu alıp, komut kaydedicisine yerlestirmesidir.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

1 Kontrol Birimi,

- Kontrol birimi giriş olarak sistem saat üreticinden gelen zamanlama sinyalini, ALU'da yapılan aritmetik ve mantık işlemleri sonucunu gösteren bayrakların (**flags**) durumunu, dahili ve harici kontrol sinyallerini kullanır.



- Komut kaydedicisine gelen komut ile yapılacak işlem, komut kod çözücü tarafından belirlenir ve kontrol birimi tarafından gerekli sinyaller üretilir. Komutun yürütülmesi (işlenmesi) için veri gerekli ise, gerekli veri bellekten okunur.

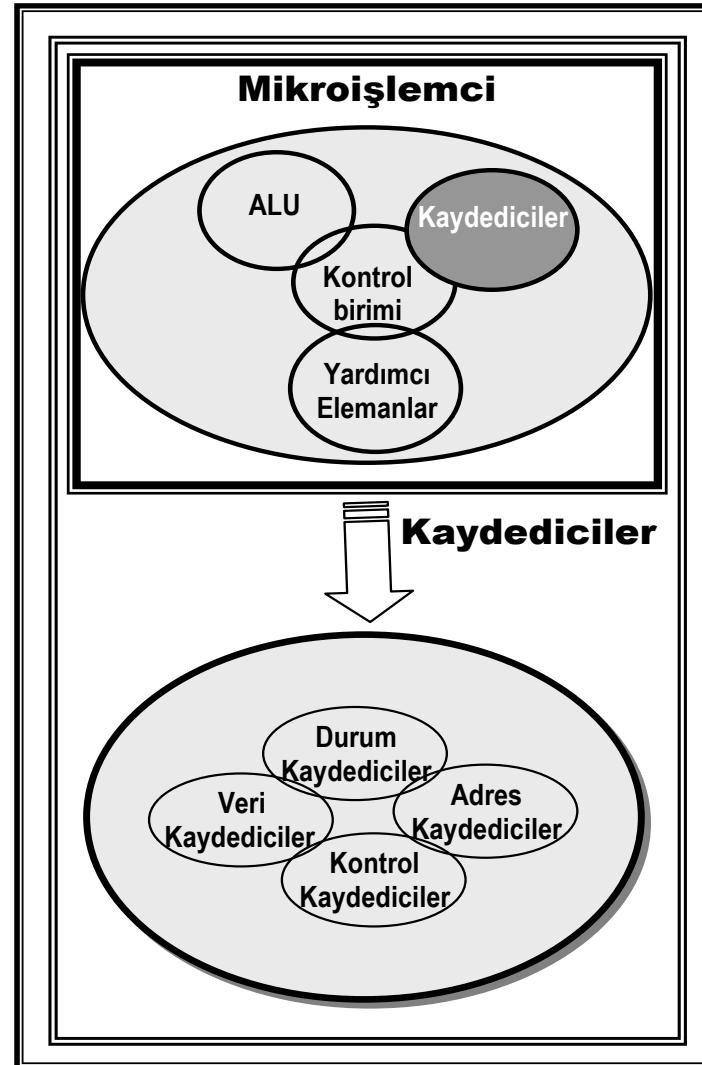
Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

2

Kaydediciler (Registers),

- ❑ Mikroişlemcide verilerin işlenmesi sırasında, komutların / verilerin geçici olarak saklanması için kullanılan devrelerdir.
- ❑ Kullanım amaçlarına göre kaydediciler 4'e ayrılır.
 - Veri kaydedicileri,
 - Adres kaydedicileri,
 - Kontrol kaydedicileri,
 - Durum kaydedicileri,



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② Kaydediciler (Registers),
- Veri Kaydedicileri (Data Registers),
 - Üzerinde çalışılan verileri geçici olarak tutmak veya işlenen komutlardan elde edilen sonucu saklamak amacıyla kullanılan kaydedicilerdir.
 - Veri kaydedicilerine örnek olarak, **akümülatör**, A ve B kaydedicileri verilebilir.
 - **Akümülatörün** diğer kaydedicilerden en önemli farkı; bir kısım işlemcilerde giriş ve çıkış işlemlerinin akümülatör yardımı ile gerçekleştirilebilmesidir. Akümülatörün bir diğer özelliği ise; Aritmetik – Mantık biriminde gerçekleştirilen işlemlerde Akümülatörün temel eleman olarak kullanılması, işleme tutulan değerlerden birisinin akümülatörde bulunması yanında sonucun akümülatörde saklanmasıdır

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② Kaydediciler (Registers),
- Adres Kaydedicileri (Address Registers),
 - Gerçekleştirilen komutların veya işlenen verinin bulunduğu bölgeleri göstermek amacıyla kullanılırlar.
 - Adres kaydedicisinde bulunan bit sayısı, adres yolunda bulunan hatların sayısına eşittir ve hatların sayısı bellek kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir.
 - Adres kaydedicisi olarak kullanılan genel amaçlı kaydedicilere örnek olarak; Parça gösterici kaydedicisini ([segment pointers](#)), İndeks kaydedicisini ([Index Registers](#)) ve **Yığın** göstericisini ([stack pointer](#)) verebiliriz.
 - **Parça / Segment göstericisi kaydedicileri**; belleğin veri ve komut bölgeleri olarak parçalara bölündüğü durumlarda kullanılır. Kod parça kaydedicisi ([Code Segment Register](#)), veri parça kaydedicisi ([Data Segment Register](#)),
 - **Yığın bölgesi**, işlenen programda yürütülen komuttan farklı bir yere dallanılması durumunda geri dönülecek adresi saklamak veya durum kaydedicisinin içeriğinin değişeceği durumlarda belirli bir andaki değerleri tutmak amacıyla kullanılır. Yığın göstericisi, yığın bölgesine değer yazılmasına veya okunmasına bağlı olarak artan veya azalan bir sayıçı gibi görev yapar.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

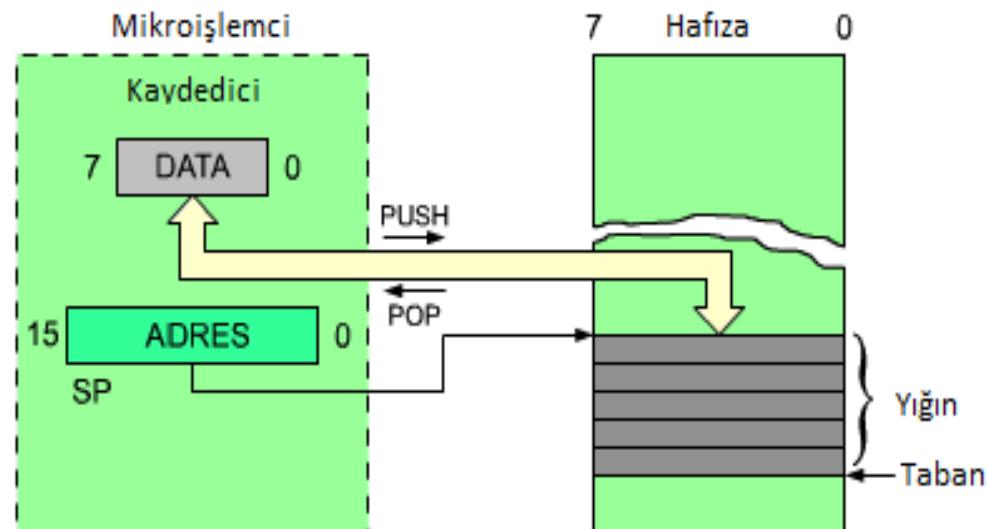
Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② **Kaydediciler (Registers),**
- **Kontrol Kaydedicileri (Control Registers),**
 - Mikroişlemci işlemlerini kontrol etmek için kullanılırlar.
 - Kontrol kaydedicilerin bir kısmı kullanıcının ulaşmasına imkan tanırken, bir kısmı yalnızca mikroişlemci için bir anlam ifade eder.
 - Kontrol kaydedicileri mikroişlemciye göre farklılık gösterse de, genel olarak kullanılan dört farklı tip kontrol kaydedicisi bulunmaktadır.
- **Program Sayıcı (Program Counter - PC):** İşlenenek komutun adresini gösterir.
- **Komut Kaydedici (Instruction Register - IR):** En son işlenen komutu içerir.
- **Bellek Adres Kaydedici (Memory Address Register - MAR):** Bellekteki bir bellek bölgesi adresini içerir.
- **Bellek Tampon Kaydedici (Memory Buffer Register - MBR):** Belleğe yazılacak veya bellekten en son okunan veriyi içerir.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② **Kaydediciler (Registers), Kontrol Kaydedicileri (Control Registers),**
- **Yığın İşaretleyicisi (Stack Pointer, SP),**
 - Yığın ‘Son giren ilk çıkar’ (Last In First Out, LIFO), yapısındadır.
 - Kaydedici kümesi olabileceği gibi bu mekanizma için ayrılmış bellek alanında olabilir.
 - Yığına giren ilk eleman daima yığının en alt kısmındadır. Yığındaki bir eleman, kendisinden sonra giren eleman kalmadığında yığının en üstüne çıkar.
 - Yığın işaretleyicisi, yığının en üstünde bulunan bellek alanının adresini tutar. Bu adres kesmelerden (interrupt) ve altprogramlardan (subroutine) dönüşlerde, dönüş adresini bulmak açısından önemlidir ve olması zorunludur.



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② **Kaydediciler (Registers),**
- **Durum Kaydedicileri (Status Registers),**
 - Mikroişlemci, yapılan işlemler sonucunda oluşan durumları belirlemek için, ‘**program durum kelimesi**’ (Program Status Word-PSW) veya ‘**durum kaydedici**’ olarak isimlendirilen kaydedici(ler) kullanılır.
 - ‘**Durum Bayrakları**’ olarak ta belirtilen durum kaydedicileri, tüm bayrakları içerecek şekilde bir adet olabileceği gibi, birden fazla sayıda da olabilir.
 - Durum kaydedicisinde, her bir bit farklı bir durumu belirlemek için kullanılır ve her bir bit ‘bayrak’ (**flag**) olarak adlandırılır. Örnek olarak;
 - İşaret Bayrağı (**Sign**)
 - Sıfır Bayrağı (**Zero**)
 - Elde / Borç Bayrağı (**Carry**)
 - Eşitlik bayrağı (**Equal**)
 - Taşma Bayrağı (**Overflow**)
 - Kesme Yetkilendirme Bayrağı (**Interrupt Enable**)

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

② Kaydediciler (Registers),

□ Durum Kaydedicileri (Status Registers),

- Mikroişlemcinin çalışma anındaki durumunu gösterir.
- Özel bir kaydedicidir. Bir bütün olarak değerlendiremez.
- Bayrak kaydedicisi bit bit dikkate alınır ve her bit kendi başına özel bir anlama sahiptir.
- Aritmetik veya mantık komutları ile durum kaydedicisinde bulunan ilgili bayrağı işlem sonucunda oluşan durumları belirtmek üzere '1' veya '0' yapılır.
- Durum kaydedicideki bit (bayrak) sayısı işlemciden işlemciye farklılık gösterebilir.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
S	Z	-	AC	-	P	-	CY

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

② Kaydediciler (Registers),

□ Durum Kaydedicileri (Status Registers),

- **Elde bayrak biti** (Carry flag - C) : Aritmetik bir işlem sonucunda elde oluşması durumunda 'CY' bayrağı '1' yapılırken, elde olusmazsa '0' yapılır.
- Toplamadan sonraki eldeyi (**carry**), ve çıkarmadan sonraki ödünçü (**borrow**) belirtir.

$$\begin{array}{r} 1110\ 1001 \\ +\ 1011\ 0111 \\ \hline 11010\ 0000 \end{array}$$

- Yandaki toplama işleminde her basamağın toplamında bir elde oluşmakta ve işlem sola doğru gitmektedir.
- İşlem sonucunda en son yine elde olmakta ve bu elde değeride carry flagte MSB biti olarak tutulmaktadır.

- **Eşlik bayrak biti** (Parity flag - P): Bir işlem sonucunun düşük seviyeli baytı içinde bulunan birler toplamı çift ise '1' yapılırken, '1' değerlerinin sayısı tek ise '0' yapılır.
- Haberleşme işleminde gönderilen baytların hata kontrolü için kullanılır.

- **Yardımcı elde bayrak biti** (Auxiliar Carry - A) : Yapılan aritmetiksel işlem sonucunda işlenen bilginin 3. bitinden elde değeri oluşursa '1' yapılır.

$$\begin{array}{r} 0000\ 1001 \\ +\ 0000\ 0111 \\ \hline 0001\ 0000 \end{array}$$

- 3. ve 4. bitler arasında olan elde (carry) ve ödünç (borç) durumunu belirtir.
- Bu bayrak BCD toplama veya çıkarma yapılrken, onluğa ayarlama işleminin yapılması gerektiğini belirtmek için kullanılır.
- Yandaki toplama işleminde düşük seviyeli 4 bit (nibble) üzerinde bir taşıma meydana gelmiştir.
- Bu işlem sonucunda da A bayrağı set edilir.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

- ② Kaydediciler (Registers),
- Durum Kaydedicileri (Status Registers),
 - **Sıfır (0) bayrak biti** (Zero flag - Z) : Bir işlem (aritmetik veya lojik) sonucunun 0'a eşit olup olmadığını gösterir.
 - İşlem sonucunda, alıcı alana aktarılan sonuç değeri 0'a eşitse Zero flag set (1) edilir.
 - Sonuç değeri 0'dan farklı ise Zero flag reset (0) edilir.
 - **İşaret bayrağı biti** (Sign flag - S): Toplama ya da çıkarma işleminden sonra sonucun aritmetik işaretini belirtir.
 - 8 bitlik bir bellek bölgesinde işaretli bir sayı var ise, bu sayının ilk 7 biti sayının sayısal büyüklüğünü, 8. bit ise işaretini gösterir. MSB (8.) biti, işaret (**sign**) biti olarak ifade edilir. Bu bit 0 ise sayı pozitif, 1 ise negatiftir.
 - İşlemci bu 8. biti işaret bayrağı içine kopyalar ve bir işlem sonrasında işaret bayrağının değerine bakarak işlem sonrasında elde edilen değerin işaretini öğrenilir.

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

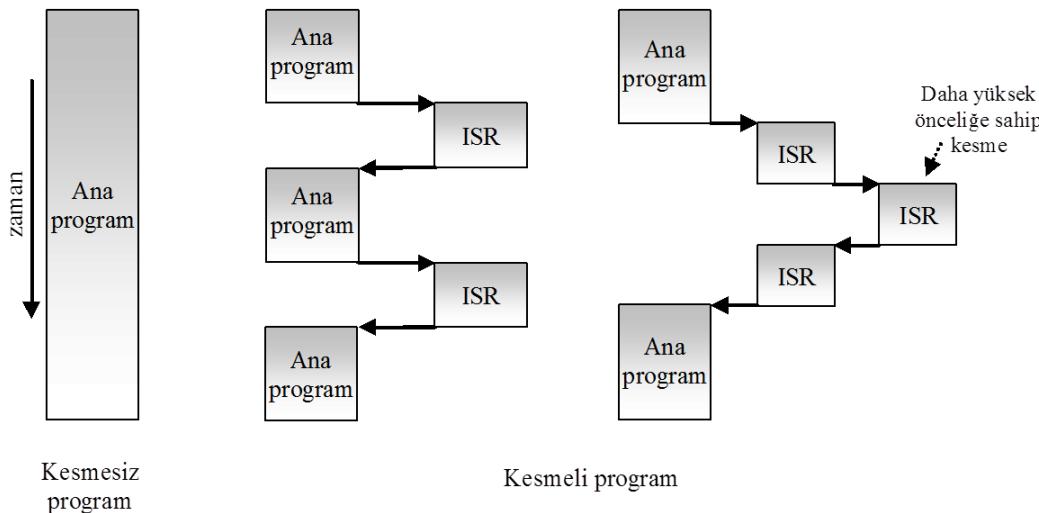
Mikroişlemci (Microprocessor)

② Kaydediciler (Registers),

□ Durum Kaydedicileri (Status Registers),

- **Kesme Yetkilendirme bayrak biti** (Interrupt flag) : Kesme kontrol bayrağıdır.

- Mikrodenetleyici normal çalışmasına devam etmektedir.
- Çevre aygıtlarından bir istek geldiğinde kesme bayrağı set edilir ve işlemci bu bayrağı dikkate alarak çevre aygıtlarının işlemini yapar.
- Herhangi bir kesme sinyali oluştuğunda o kesmeye ait alt programı (ISR) icra edip, ana programa (kaldığı yere) geri dönülmektedir.
- Bu sayede mikrodenetleyici aynı zamanda birden fazla işlemi gerçekleştirebilmektedir.



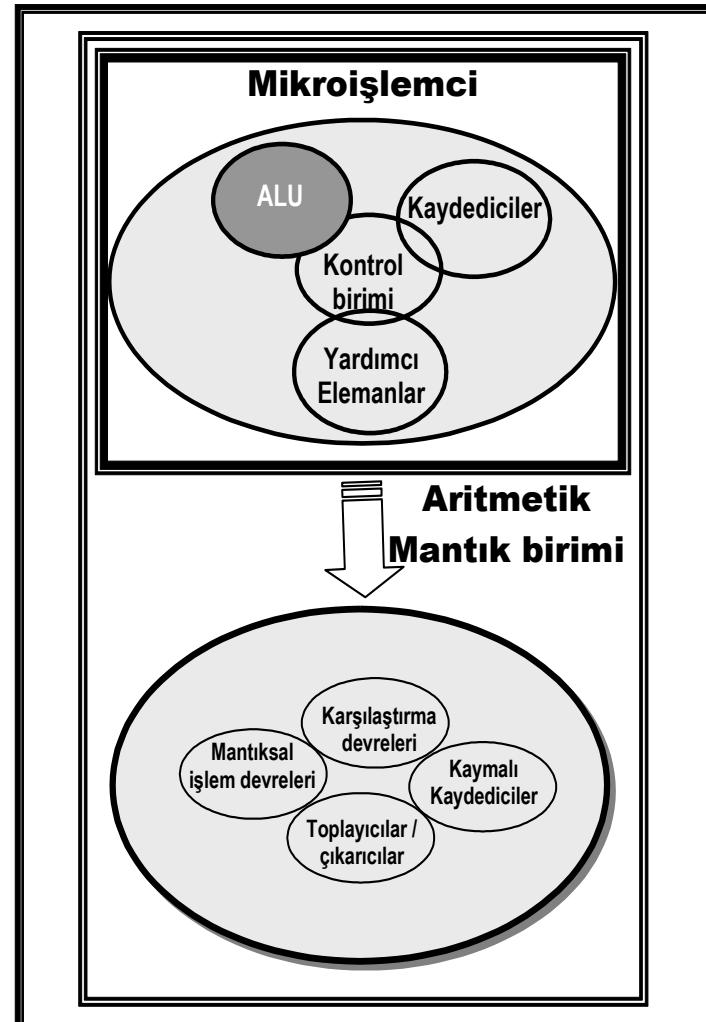
▪ **Kesme İşlemi:** Mikroişlemci, bilgisayar sistemi içinde yer alan giriş/çıkış ve iletişim aygıtlarını sürekli olarak kontrol eder. Bir program icra edilirken, çevre aygıtlardan bir istek gelirse o an icra edilen programda bulunan komut satırının adresi Stack'e atılarak icra edilen program yarımbırakılıp, çevre aygıtlarının işlemi yapılır ve bu işlem bittiğinde işlemci Stack'ten kaldığı yerin adresini alarak normal çalışmasına geri döner

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

③ Aritmetik ve Mantık Birimi (Aritmetic Logic Unit, ALU)

- ❑ Veriler üzerinde aritmetik (toplama, çıkarma, çarpma, bölme), mantıksal (VE, VEYA, DEĞİL vb.) veya karşılaştırma işlemleri yapan devrelerdir.



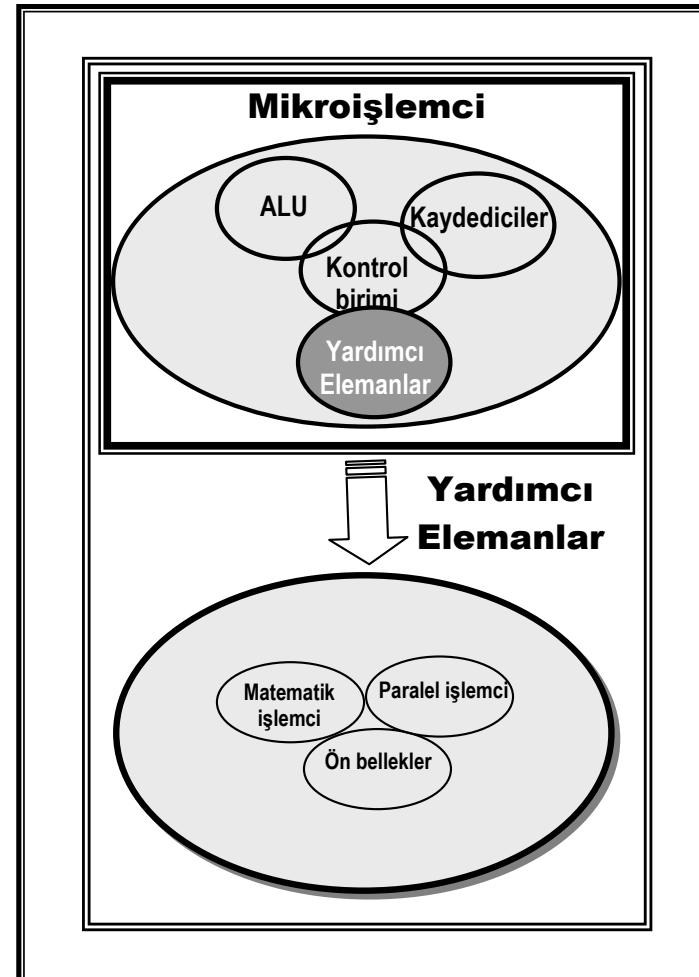
Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Mikroişlemci (Microprocessor)

4

Yardımcı Elemanlar

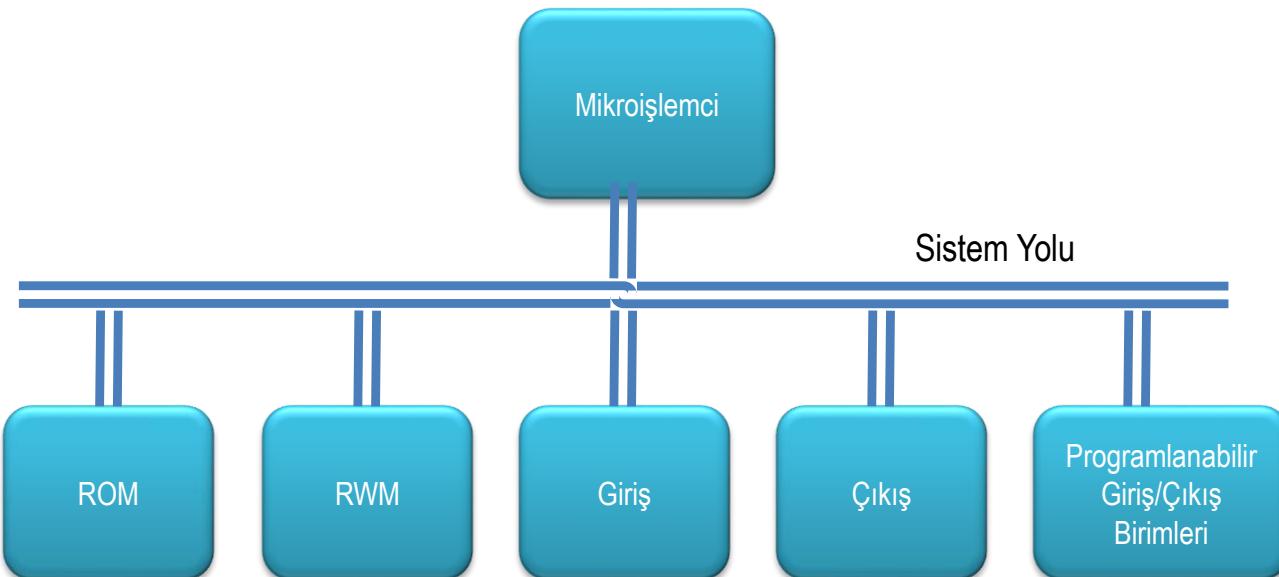
- Mikroişlemcinin performansını artttırmak amacıyla kullanılırlar.
- Örnek olarak;
 - Matematik işlemci,
 - Paralel işlemci,
 - Ön bellekler,



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Sistem Yolları (System Buses)

- Mikroişlemci ile bellek ve giriş / çıkış birimleri arasında oluşan iletişim, tüm birimlerin bağlı olduğu hatlar üzerinden yapılır.
- İletişimi sağlayan hatlar, ‘**sistem yolu**’ veya ‘**sistem taşıtı**’ (system bus) olarak adlandırılır.
- Sistem yolundaki sinyallerin çoğu mikroişlemci tarafından üretilir.
- Mikroişlemcili sistemlerde bulunan birimler arasında iletişimini sağlamak, ortak yola hakim olabilmek, veri okuyabilmek ve yazabilmek için bu **sinyaller** kullanılır.



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Sistem Yolları (System Buses)

- Sistem yollarındaki bazı sinyal türleri tabloda görülmektedir.

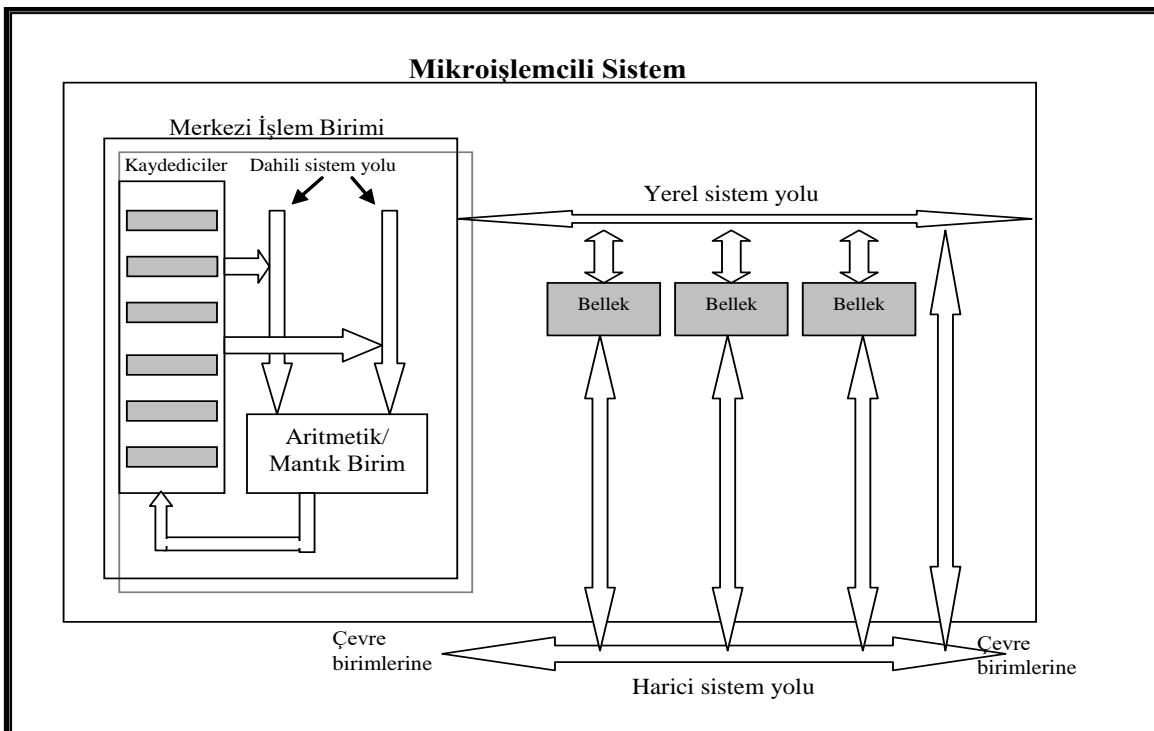
Sinyal	İşlevi	Boyutu (bit)	Yönü (işlemciye göre)
$A_{31}-A_0$	Adres yolu (32 bit adres yoluna sahip MI için)	32	Çıkış
$A_{15}-A_0$	Adres yolu (16 bit adres yoluna sahip MI için)	16	Çıkış
$D_{31}-D_0$	Veri yolu (32 bit veri yoluna sahip MI için)	32	Çift
$D_{15}-D_0$	Veri yolu (16 bit veri yoluna sahip MI için)	16	Çift
D_7-D_0	Veri yolu (8 bit veri yoluna sahip MI için)	8	Çift
\overline{RD}	Genel Okuma Sinyali	1	Çıkış
\overline{WR}	Genel Yazma Sinyali	1	Çıkış
IO/\bar{M}	I/O yada Hafıza erişim durumu	1	Çıkış
$MEMR$	Hafızadan Okuma Sinyali	1	Çıkış
$MEMW$	Hafızaya Yazma Sinyali	1	Çıkış
IOR	Giriş Biriminden Okuma Sinyali	1	Çıkış
IOW	Giriş Birimine Yazma Sinyali	1	Çıkış
$RESET$	Sıfırlama Sinyali	1	Çıkış

Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

Sistem Yolları (System Buses)

Bulunduğu konuma göre sistem yolları:

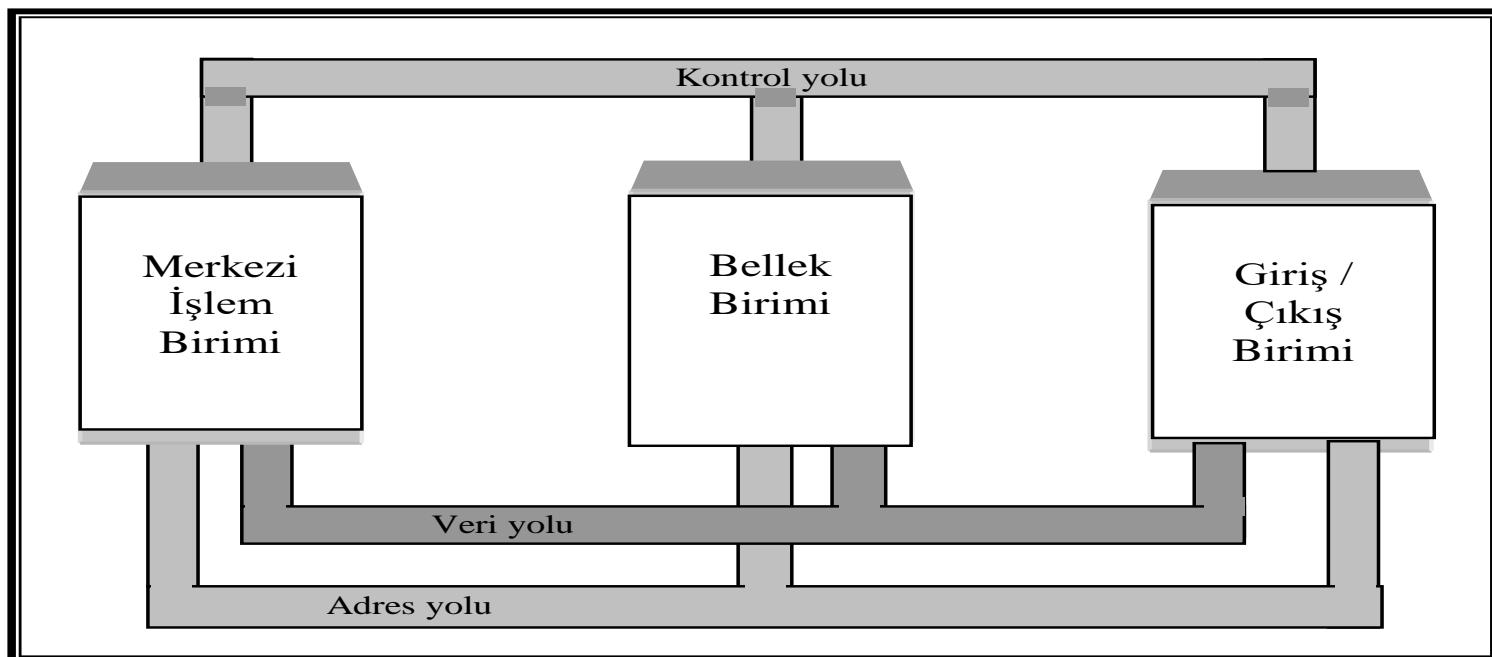
- Dahili sistem yolu :** Mikroişlemcinin içerisinde bulunan kaydediciler, ALU ve diğer birimler arasındaki iletişimini sağlayan yollardır. Dahili yollarda bulunan hatların sayısı, genellikle mikroişlemci kelime uzunluğu ile aynıdır.
- Yerel sistem yolu :** Mikroişlemcili sistemdeki bulunan birimler arasında iletişimini sağlayan yol, olarak isimlendirilir.
- Harici sistem yolu:** Mikroişlemcili sistem ile mikroişlemcili sistemin birlikte çalıştığı çevre birimler (devreler / cihazlar) arasındaki iletişimde kullanılan yollardır.



Mikroişlemcili Sistemlerde Bulunan Birimler

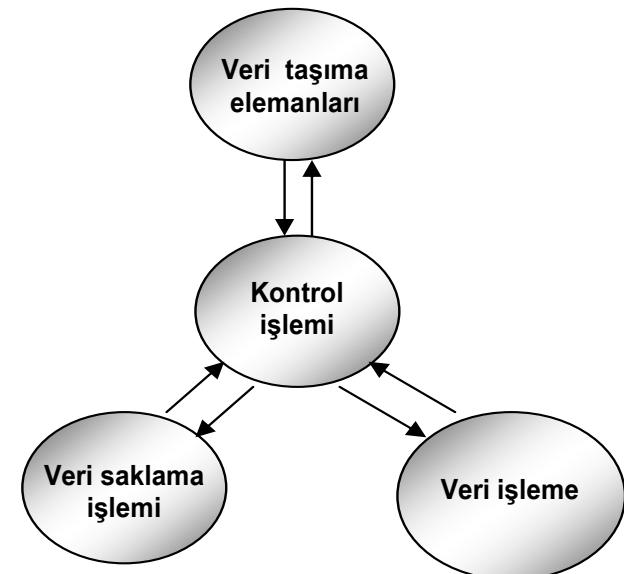
Sistem Yolları (System Buses)

- Sistem yolunda bulunan hatlar, kullanım amaçlarına veya taşıdıkları bilgilere göre 3 gruba ayrılır:
 - Veri iletimi ile ilgili hatlar (**veri yolu**)
 - Kontrol sinyalleri ile ilgili hatlar (**kontrol yolu**)
 - Adresleme ile ilgili işlemlerde kullanılan hatlar (**adres yolu**)



Mikroişlemcide Gerçekleştirilen İşlemler (Microprocessor Functions)

- Mikroişlemci içerisinde bulunan birimlerin özellikleri ‘mikroişlemcinin yapısını’ (**structure**) belirlerken, birimlerin yaptıkları işlemler ve birimler arasındaki iletişim ‘**mikroişlemcinin işlevini / işlerini**’ (**function**) açıklar.
- Diğer bir deyişle; mikroişlemciyi oluşturan birimlerin / elemanların her birisinin yaptığı iş ve birimler / elemanlar arasındaki ilişki, ‘**mikroişlemcinin işlevi / işlemi**’ olarak tanımlanabilir.
- Mikroişlemci dört temel işlemi gerçekleştirir
 - ① Veri işleme (**Data processing**),
 - ② Veri saklama (**Data storage**),
 - ③ Veri taşıma (**Data movement**),
 - ④ Denetim / Kontrol (**Control**).

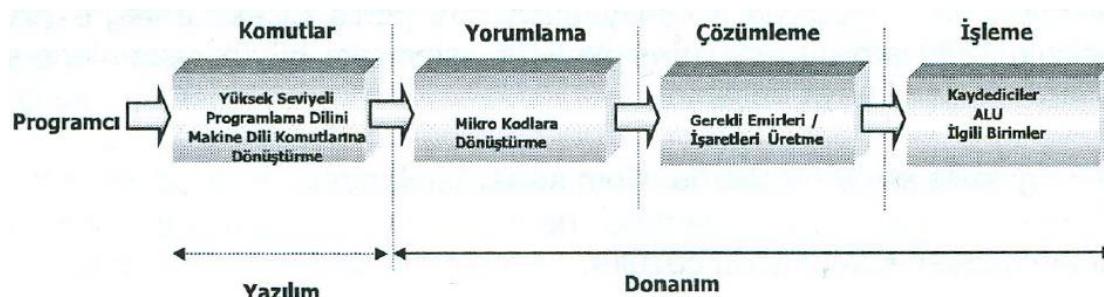


Mikroişlemci / Mikrodenetleyici Mimari Özellikleri (Microprocessor/Microcontroller Architecture Attributes)

- Mikroişlemci / mikrodenetleyici mimari özellikleri tasarım felsefesi (**komut işleme tekniği**) ve donanım (**hafıza organizasyonu**) açısından sınıflandırılabilir.
- Komut İşleme Tekniği Açısından Mikroişlemci Mimarisi
 - ① Karmaşık Komut Setli Bilgisayar (**Complex Instruction Set Computer, CISC**),
 - ② Azaltılmış Komut Setli Bilgisayar (**Reduced Instruction Set Computer, RISC**),
- Hafıza Organizasyonu Açısından Mikroişlemci Mimarisi
 - ① Von Neuman Mimarisi,
 - ② Harward Mimarisi,

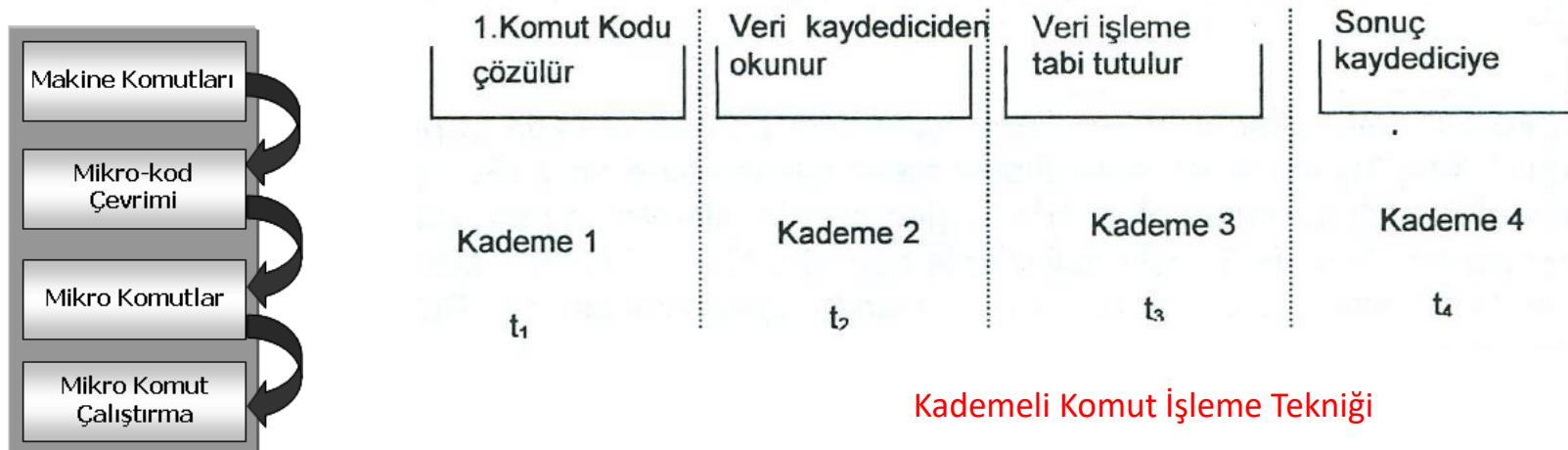
Komut İşleme Tekniği Açısından Mikroişlemci Mimarisi

- ① Karmaşık Komut Setli Bilgisayar (**Complex Instruction Set Computer, CISC**),
- Mikroişlemci çok sayıda komut içerir ve her eylem için bir komut tanımlanmıştır.
- **Temel prensip:** donanım her zaman yazılımdan hızlıdır.
- Her işlem için farklı bir komut kullanmak işlemleri hızlandırır ancak donanımın yükü artar.
- Birden fazla işlemin bir tek komut ile sağlanmasıyla bellek gereksinimini en aza indirir.
- **CISC Mimarisi Kullanan İşlemciler:**
 - Pentium, Motorola 68030, Intel 80x86, 8051



Komut İşleme Tekniği Açısından Mikroişlemci Mimarisi

- ① Karmaşık Komut Setli Bilgisayar (**Complex Instruction Set Computer, CISC**),
- CISC mimarisi, aynı anda yalnızca bir komut üzerinde işlem yapılan '**kademeli komut işleme**' tekniğini kullanır.
- Çeşitli olan komutları çalıştırırmak için **mikro-kod** kullanılmaktadır.
- Komutların çözümünde oldukça karmaşık devrelere (**kod çözüculere**) ihtiyaç vardır.



- MİB ve ALU'da işlenen komutlar ve yapılan işlemler ikili sayı düzeneinde gerçekleştirilir. Komut, işlem, veri, vb. kavramların ikili sayı sistemi ile ifadesi, '**makine kodu**' olarak isimlendirilir. Basitleştirilmiş komutlara **mikro-kod** denir. Mikro-kod yorumlama işlemi yapar.

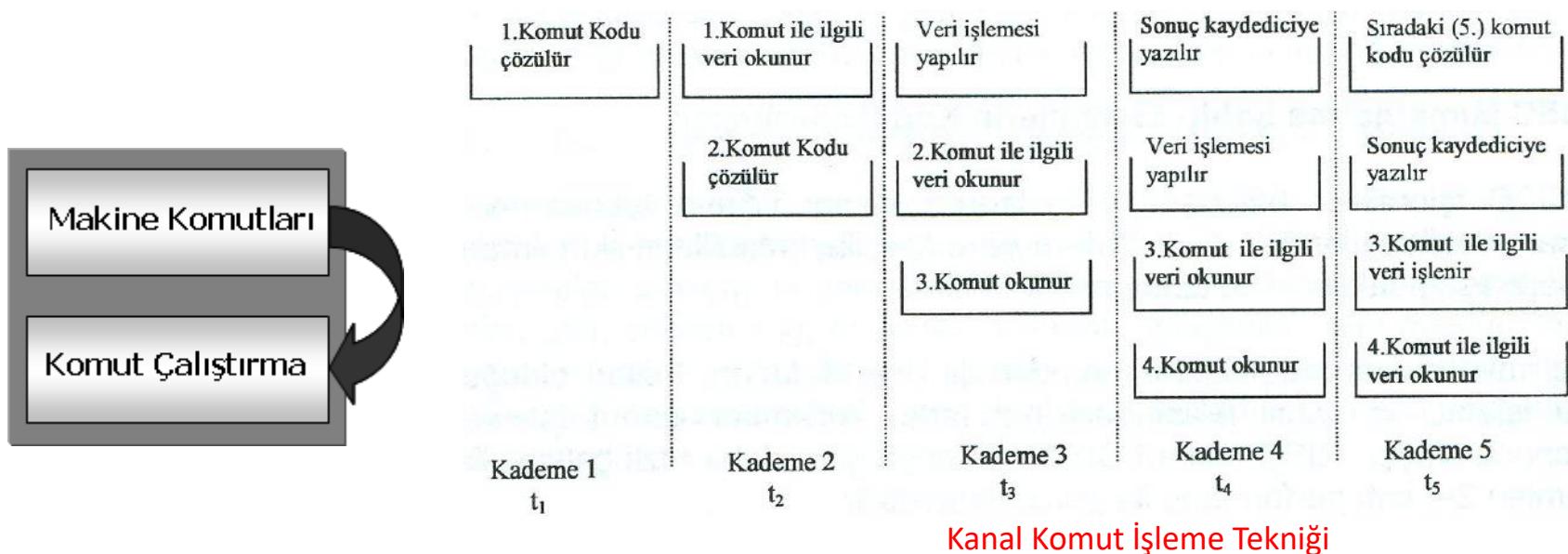
Komut İşleme Tekniği Açısından Mikroişlemci Mimarisi

- ② Azaltılmış Komut Setli Bilgisayar (**Reduced Instruction Set Computer, RISC**),
 - ❑ CISC mimarilerin hız sorununa çözüm olarak geliştirilmiştir.
 - ❑ RISC mimari, daha basit komutlar kullanarak çip karmaşıklığını azaltmaktadır. Daha az, basit ve hızlı komutlar, uzun, karmaşık ve daha yavaş CISC komutlarından daha verimlidir.
 - ❑ Komutların basitleştirilmesi ve sayısının azaltılması komut işleme hızını artırır.
 - ❑ Karmaşık assembly dili komutlarının tamamı kullanılmamaktadır.
 - ❑ RISC komutlarının daha kısa olması belirli bir görevin tamamlanabilmesi için daha fazla komuta gereksinim duyulmasına yol açabilir.
 - ❑ **RISC Mimarisi Kullanan İşlemciler:**
 - IBM, DEC, HP, MOTOROLA PowerPC, ARM, SUN gibi süper bilgisayarlar, PIC



Komut İşleme Tekniği Açısından Mikroişlemci Mimarisi

- ② Azaltılmış Komut Setli Bilgisayar (Reduced Instruction Set Computer, RISC),
- RISC mimarisi, aynı anda birden fazla komutun işlenmesini sağlayan '**kanal komut işleme (pipelining)**' teknğini kullanır. Pipelining teknolojisi daha fazla bellek ve daha gelişmiş derleme teknigi gerektirir.
- Komutlar sabit uzunlukta ve formattadır.



- Komutlar mikrokod formatına dönüştürülmeden doğrudan yorumlanarak fazladan işleme gereksinim duyulmadan çalıştırılır.

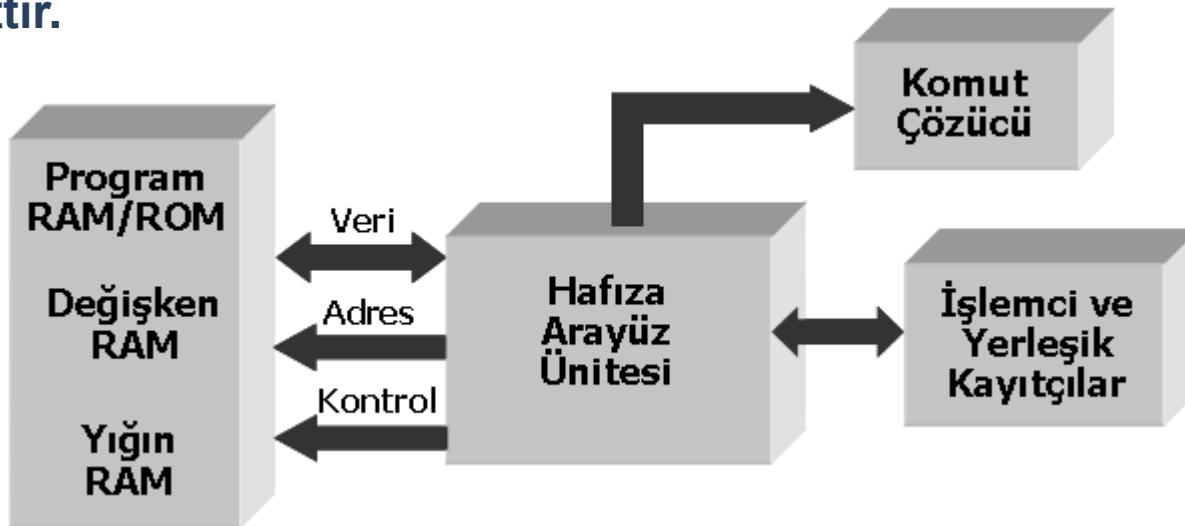
RISC ve CISC Komut İşleme Tekniklerinin Karşılaştırılması

Kriterler	RISC	CISC
Çevrim Süresi	+ : Mikro-kod çevirim aşamalarından geçmek zorunda olmadığından, RISC mimariler, komutları daha hızlı işletmektedir.	- : Uzun süren çevrim aşamaları
Programlama	+ : Karmaşık CISC komutları ile programlama yapılmadığından RISC mimariler için yazılan assembly komutları daha anlaşılır ve basit olmaktadır.	- : Karmaşık assembly komutları + : Daha az saat çevriminde daha çok iş
Derleme Performansı	+ : CISC mimarilerden daha basit komutlar ile rutinler üretilebilir.	+ : RISC mimari için üretilen program derleyiciler daha uzun sürede programı derleyebilirler

Hafıza Organizasyonu Açısından Mikroişlemci Mimarisi

① Von Neuman Mimarisi

- Veri ve Program alanı aynı hafıza haritası üzerinde bulunur.
- Kullanan işlemciler: 80X86, 68HC11, v.b.
- Von Neuman mimarisi PC olarak bilinen kişisel bilgisayarlar arasında standarttır.



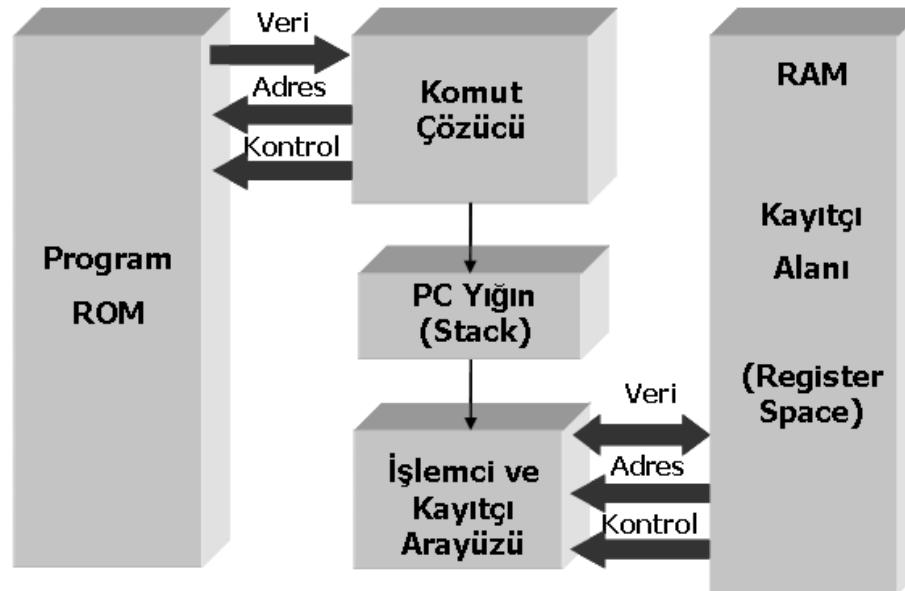
- Komut ve veriler aynı yol üzerinden iletilir. Bu nedenle komut ve verinin iletilmesi gerekīği durumlarda veri ile ilgili iletişim sistemlerinin komut ile ilgili iletişim sistemlerini beklemesi gerekmektedir.
- Ön Bellek kullanımı, Von Neuman mimarının performansını arttırr.



Hafıza Organizasyonu Açısından Mikroişlemci Mimarisi

② Harward Mimarisi

- Veri ve Program alanı ayrı hafıza haritası üzerindedir. (komutlar ve veriler ayrı belleklerdedir)
- Güvenilirdir. Hızın önemli olduğu sistemlerde tercih edilir.
- Kullanan işlemciler: 8051 , PIC, DSP



- İletişim için kullanılanolların farklı olması, aynı anda / aynı sayklı sırasında veri ve komut bilgisinin iletilmesini sağlar.



Mikroişlemcili Sistemler ile İlgili Diğer Kavramlar

- **Donanım (Hardware):** Mikroişlemcili sistemde bulunan bütün elektronik devreleri ve birimleri içine alan (tanımlayan) terimdir.
- **Yazılım (Software):** Bir mikroişlemcili sistemde kullanılan her türlü programa verilen genel addır. Yazılım terimi, sadece programları içermez. Kullanım kılavuzu, devre diyagramları, derleyiciler, çevircileri de içine alır.
- **Program:** Bir problemi çözmek veya bir kontrol işlemini gerçekleştirmek amacıyla mantıksal olarak sıralanmış komut listesi veya işlemler dizisidir. Program içerisinde sıralanan komutlar sırasıyla işlenir ve yapılması gereken işlemler sırasıyla gerçekleştirilir.
- **Yerleşik Programlar (Firmware):** Yazılım gibi dinamik olarak yüklenebilir olmayan, donanımla ilişkili olan, MİB'in içine sabit olarak yerleştirilen ve silinemeyen programlardır.
 - Bilgisayarın başlaması, kapanması ve giriş / çıkış işlemlerini kontrol için gereklidir.

Mikroişlemcili Sistemler ile İlgili Diğer Kavramlar

- **Uygulama Programları:** Kullanıcı tarafından ihtiyaç duyduğu zamanda kullanılan ve kullanıcının isteğine göre değiştirilebilen programlardır.
 - Bu programlar, RAM bellekler kullanılarak çalıştırılır ve bilgisayarın kapanması ile kaybolur.
- **Makine Kodu ve Makine Komutları (Machine Code and Machine Command):** MİB ve ALU'da işlenen komutlar ve yapılan işlemler ikili sayı düzeneinde gerçekleştirilir.
 - Komut, işlem, veri vb. kavramların ikili sayı sistemi ile ifadesi, '**Makine Kodu**' olarak adlandırılır.
 - Makine kodu ile kodlanmış olarak program içerisinde sıralanan ve mikroişlemciye yapılması gereklili işlemleri açıklayan ifadeler, '**mikroişlemci komutları**' veya '**makine komutları**' olarak adlandırılır.
- Belirli bir mikroişlemcide kullanılan komutların tümü, '**komut kümesi**' (**Instruction Set**) olarak isimlendirilir.
- **Kaynak Program (Source Program):** İleri seviye programlama dilleri (Basic, Pascal, Delphi, C, vb.) veya sembolik kodlar (Assembly dili) kullanılarak yazılan programlardır.

Mikroişlemcili Sistemler ile İlgili Diğer Kavramlar

- **Amaç Program (Object Program):** Bir problemi çözmek veya bir işlemi gerçekleştirmek için, mantıksal bir sıraya göre yazılan komutlar listesi, ‘amaç program’ olarak isimlendirilir. Amaç programları ikili sayı düzenindedir.
- **Derleyici (Compiler) :** Kaynak programın MİB’in anlayacağı amaç program şekline (ikili sayılar) çevirmek için yazılan programlara ‘derleyici’ (**compiler**) denilir. Her yüksek seviyeli dil için ayrı bir derleyici kullanılır.
- **Sembolik kodlar (Assembly code programs):** Yüksek seviyeli diller ile makine dili arasında bir seviyedir. Her işlemciye özgü sembolik komut kümesi bulunur. Sembolik komutlar, kısaltılmış İngilizce kelimeler şeklindedir. Sembolik kod kullanılarak yazılan programlar, ‘**Assembly kodlu programlar**’ olarak isimlendirilir. Program içerisinde sembolik kodlar ‘**opcode**’ şeklinde genel olarak ifade edilir.
- **Çevirici (Assemblers):** Sembolik kodla yazılan programın, kullanılırken mikroişlemcinin anlayacağı ikili koda çevrilmesi gereklidir. Sembolik kodla yazılmış programları makine koduna çeviren programlar, ‘çevirici’ (**assemblers**) olarak adlandırılır.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

- Mikroişlemcinin işlem gücü,
- **Mikroişlemci komut işleme hızı,**
- Adres uzunluğu ve doğrudan adreslenebilen bellek kapasitesi,
- **Kullanılabilecek komut seti ve komut çeşitleri,**
- Mikroişlemcide bulunan kaydedici çeşitleri ve kaydedici sayısı,
- **Mikroişlemci ile kullanılabilecek adresleme yöntemleri,**
- Mikroişlemci ile beraber kullanılabilecek çevre birimleri,
- **Mikroişlemci - çevre birimleri uyumluluğu,**
- Mikroişlemci kelime / veri uzunluğu,
- **Mikroişlemcili sistemlerde kullanılabilecek yazılımlar,**
- Mikroişlemci giriş / çıkış olanakları,
- **Mikroişlemci ile kullanılabilecek kesmeler,**
- **Saniyede işlenen milyon cinsinden komut sayısı.**

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci İşlem Gücü

- Mikroişlemci seçiminde temel gereklilik; mikroişlemcinin, istenen işlemleri verilen süre içerisinde gerçekleştirecek yeterli işlem gücüne sahip olmasıdır.
- İşlem gücü net bir şekilde (elektrik gücü gibi) belirlenebilecek bir özellik değildir.
- Örneğin; iki mikroişlemcinin performansı, bellekteki bir bölgeden diğerine 100 KBayt'lık veri aktaran bir programın çalışma sürelerinin karşılaştırılması şeklinde kıyaslanabilir.
- Mikroişlemci seçiminde, mikroişlemci işlem gücü - maliyet bağlantısı bir etken olsa da, mikroişlemcili bir sistemdeki en ucuz parçalardan birisinin mikroişlemci olduğu anımsanarak, yeterli işlem gücünü her zaman sağlayabilecek yüksek güçlü mikroişlemci seçimi doğru bir karar olur.



Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci Komut İşleme Hızı

- Mikroişlemci komut işleme hızını etkileyen parametrelerden birisi; komutların yürütülmesi için gerekli sinyalleri / pulsleri üreten osilatörün (saat devresinin) frekansıdır.
- İlk mikroişlemcilerde MHz mertebesinde olan ve mikroişlemcinin komut işleme hızını etkileyen önemli bir etken olan **saat sinyali / osilatör frekansı**, günümüzde GHz olarak ($1 \text{ GHz} = 100000000 \text{ Hz}$) kullanılmaktadır.
- Bir komutu veya bir işlemi gerçekleştirmek için birden fazla evre gerekebildiğinden, saat-hızı/periyot-sayısı işlenen komuta ve gerçekleştirilen işleme eşit değildir.
- Mikroişlemci komut işleme hızı, mikroişlemci ile birlikte kullanılan osilatörün frekansıyla ilgili olmasına karşılık, mikroişlemci hızını belirleyen tek etken değildir.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Adres Uzunluğu ve Doğrudan Adreslenebilen Bellek Kapasitesi

- İkili sayı sisteminde gösterilen adres uzunluğu ve adres yolunda bulunan hat sayısı, mikroişlemcinin doğrudan adresleyebildiği bellek kapasitesini / adreslenebilecek bellek bölgesi sayısını belirler.
- Pentium III ve Pentium 4 mikroişlemciler ile 36-bitlik adres yolu kullanılarak 64 GigaBayt bellek bölgesi adreslenebilirken, i7-4960X de 48-bitlik adres yolu kullanılmakta ve 35 Terabaytlık bellek alanı adreslenebilmektedir.
- Adres yolundaki hat sayısının 64 bite çıkarılması ile, doğrudan adreslenebilecek bellek bölgesi 16 hexabayt'e çıkacaktır.
 - 1 Hexabayt = 1024 Petabayt,
 - 1 Petabayt = 1024 Terabayt,
 - 1 Terabayt = 1024 Gigabayt.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci Komut Setinde Bulunan Komut Çeşitleri

- ❑ Mikroişlemci komut gruplarında bulunan komut sayısının çok olması, kullanıcıya esneklik sağlar. Kullanıcının uygun komutu seçmesi, mikroişlemcili sistemin hızını artırabilir.
- ❑ Bununla beraber, mikroişlemcilerin karşılaştırılmasında, karşılaştırılması zor olan özelliklerden birisi komut setlerinin karşılaştırılmasıdır.
- ❑ Her mikroişlemci tipinin kendine özgü üstünlük / eksikliklerinin olması ve kullanılan komut seti ile mikroişlemci mimarisi arasında sıkı bir ilişki bulunmasıdır.
- ❑ M6800'de iki adet kaydedici ve bu kaydedicilerle ilgili komutlar bulunurken, Intel 8080'de yedi adet kaydedici ve bu kaydedicilerle ilgili komutlar bulunur.



Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemcilerde Bulunan Kaydedici Çeşitleri Ve Kaydedici Sayıları

- Mikroişlemcili sistemlerde kullanılan komutlar ve kullanıcı verileri, kaydediciler üzerinden çalıştırılır.
- Mikroişlemcide bulunan kaydedicilerin sayısı ve kaydedicilerin yapısı sistemin performansını etkiler.
- Kaydediciler, kullanım yerlerine göre aşağıdaki şekilde grupperlendirilebilir:
 - **Genel amaçlı kaydediciler:** EAX, EBX, ECX, EDX, vb.
 - **İşaretçi ve indeks kaydedicileri:** ESP, EBP, ESI, EDI, EIP, vb.
 - **Bayrak kaydedicileri:** C, P, A, Z, S, AC, vb.
 - **Bölge (segment) kaydedicileri:** CS, DS, ES, SS
 - **Tablo kaydedicileri:** TR, LDTR, GDTR, IDTR.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemcilerde Kullanılan Adresleme Yöntemleri

- Üzerinde çalışılacak bir verinin bellekten nasıl ve hangi yöntemle çağrırlacağı veya üzerinde çalışılan verinin belleğe nasıl ve ne şekilde yerleştirileceği farklı adresleme yöntemlerini ortaya çıkarır.
- Çok sayıda adresleme yöntemi bulunması, güçlü bir komut seti etkisi gibi programcıya esneklikler sağlar.
- Adresleme yöntemlerine aşağıdaki yöntemler örnek olarak verilebilir:
 - Doğrudan,
 - Dolaylı,
 - İndeksli,
 - İvedi,
 - Doğal,
 - Bağıl,
 - Sıralı,
 - Mutlak,
 - Veri tanımlı,
 - Göreceli,
 - Akümülatör ve imali adresleme,

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci İle Birlikte Kullanılabilecek Çevre Birimleri

- Mikroişlemci ve birlikte kullanılan çevre birimleri bir sistem oluşturulur ve oluşturulan sistem, '**mikroişlemcili sistem**' olarak isimlendirilir.
- Mikroişlemcili sistemde bulunan çevre birimleri olarak
 - Çevre Bağdaştırma Adaptörü (**PIA-Peripheral Interface Adaptor**),
 - Çok Yönlü Bağdaştırma Adaptörü (**VIA-Versatile Interface Adaptor**),
 - Yardımcı İşlemci (**Co-Processor**),
 - Ön bellek (**Cache Memory**),
 - Doğrudan Bellek Erişimi (**Direct Memory Access**),
 - Eşzamansız İletişim Bağdaştırma Adaptörü (**ACIA**),



Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci - Çevre Birimleri Uyumluluğu Ve Arauyum Devreleri

- Mikroişlemci ile birlikte kullanılan çevre birimlerinin, mümkün olduğunda mikroişlemci ile aynı hızda çalışması gereklidir.
- Ayrıca mikroişlemcili sistemde kullanılacak bellek devrelerinin hızlarının mikroişlemci ile hız uyumluluğu içerisinde bulunması gereklidir.
- Mikroişlemci ile çevre birimleri arasındaki uyumu sağlamak amacıyla yardımcı devrelerden / elemanlardan faydalananızdır. Mikroişlemci ile çevre birimleri arasında kullanılan yardımcı devreler / elemanlar, '**arauyum devreleri**' olarak isimlendirilir.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci Kelime / Veri Uzunluğu

- Mikroişlemci kelime uzunluğu; aritmetik, mantık, veri aktarımı ve G/Ç komutlarının işlenmesi sırasında paralel olarak bir kerede işlenebilecek bit (**bit = 0;1**) sayısını belirtir.
- Diğer taraftan kelime uzunluğu, mikroişlemcide bulunan genel amaçlı kaydedicilerin büyüklüğünü ve her bir bellek bölgesinde saklanabilecek kapasiteyi / bit sayısını ifade eder.
- Daha uzun kelime, birden çok işlemin aynı anda yapılabilmesine imkan tanır. Ayrıca, uzun kelime program yazımı sırasında kolaylıklar sağlar. Kelime uzunluğunun artması, hesaplamalarda hassasiyeti artırması yanında hesaplama hızının artmasına da katkı sağlar.



- Günümüzdeki mikroişlemciler 64-bit kelime uzunluğuna sahiptir.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemcili Sistemde Kullanılan Yazılımlar

- Mikroişlemci temelli sistemlerde yazılımlar, mikroişlemci ile çevre birimlerin bir sistem oluşturmasını ve birimlerin birlikte çalışmasını sağlayan programlar olarak açıklanabilir.

- Yazılımlara örnek olarak:
 - DOS, OS/2, Sistem 7, Windows, Unix ve Linux,
 - Android, Windows Phone, iOS işletim sistemleri verilebilir.



Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci Giriş / Çıkış Olanakları

- Mikroişlemcili bir sistemin, verilerin merkezi işlem biriminde işlenmesi nedeni ile, verilerin çevre birimlerden MİB'e veya MİB'den çevre birimlere iletilmesini sağlayan giriş / çıkış olanaklarına sahip olması gereklidir.
- Giriş; klavye, Analog-Dijital dönüştürücü, mouse, optik okuyucu, vb. farklı bilgi kaynaklarından birisi olabilir.
- Çıkış; görüntülenmesi ya da yazdırılması gereken sayısal / alfasayısal sonuçlar veya elektronik / elektromekanik cihazları denetleyen sinyaller olabilir.

Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Mikroişlemci İle Birlikte Kullanılabilecek Kesmeler

- Mikroişlemcili sistemlerde kullanılan kesmeler, mikroişlemci tarafından yapılan işlemlerin askıya alınmasını ve denetimin '**kesme hizmet yordamı**' (**Interrupt Service Rutin, ISR**) adı verilen başka bir programa aktarılmasını sağlarlar.
- Kesme işlemi, mikroişlemci kesme hattının aktif (etkin) yapılması ile başlar. Etkinleştirme işlemi; kesme hattının M6800 ve Z80 mikroişlemcilerinde '**0**', 8080 mikroişlemcisinde ise '**1**' durumuna getirilmesiyle başlar.
- Kesmeler, kesme olanağının kontrol edilmesi işleminin bulunup - bulunmaması referans alınarak '**maskelenebilen veya maskelenemeyen kesmeler**' olarak gruplandırılır..



Mikroişlemci Özelliklerini Belirleyen Etkenler

Saniyede İşlenen Milyon Cinsinden Komut Sayısı

- Saniyede işlenen komut sayısı (**komut/sn**) mikroişlemcinin gücünü göstermek için kullanılan kriterlerden birisidir.
- Saniyede çok sayıda komut işlenmesi nedeni ile; komut sayısı milyon cinsinden (**Million of Instructions Per Second - MIPS**) ifade edilmektedir.
- Örneğin; 5 MHz saat sinyali frekansına sahip 8088 mikroişlemcisi ile her 15 saat sinalinde bir komut işlenirken (**0.33 MIPS**), modern mikroişlemcilerde bir saat sinyali sırasında iki komut işlenebilmektedir.
- Saniyede işlenen komut sayısını ifade etmek için kullanılan birimlerden birisi de, saniyede işlenen milyon kayan noktalı işlem (**Millions Floating-point Operations Per Second -MFLOPS**) birimidir.

Bilmemiz Gerekenler

- Mikroişlemci ile Mikroişlemcili sistem arasındaki farklar nelerdir?
- Mikroişlemci hangi birimlerden oluşur?
- Kontrol biriminin çalışmasını kısaca açıklayınız.
- Kaç tür kaydedici vardır?
- Kesme işlemi mikroişlemcilere ne sağlar?
- Mikroişlemcili sistemlerdeki iletişim yolları nasıl sınıflandırılır?
- Harward mimarinin üstünlükleri nelerdir?
- RISC ile CISC mimariyi karşılaştırınız.
- Mikroişlemci seçerken hangi kriterlere dikkat etmek gereklidir?
- Mikrodenetleyicileri tanımlayınız.



KAYNAKLAR

- A.T. ÖZCERİT, M. ÇAKIROĞLU, C. BAYILMIŞ, “*C İle 8051 Mikrodenetleyici Uygulamaları*”, Papatya Yayınevi, 2005.
- Prof. Dr. Hüseyin EKİZ, Doç. Dr. Murat ÇAKIROĞLU, Yrd. Doç. Dr. Bülent COBANOĞLU, “*Mikroişlemciler ve Mikrodenetleyiciler*”, WITPET
- Nurettin TOPALOĞLU, “*Mikroişlemciler ve Assembly Dili*”, Seçkin Yayınevi, 1999.

