



MİKROİŞLEMCİLER

Dr. Meltem KURT PEHLİVANOĞLU

W-3

MİKROİŞLEMCİLER

Digital Logic +

Digital Design +

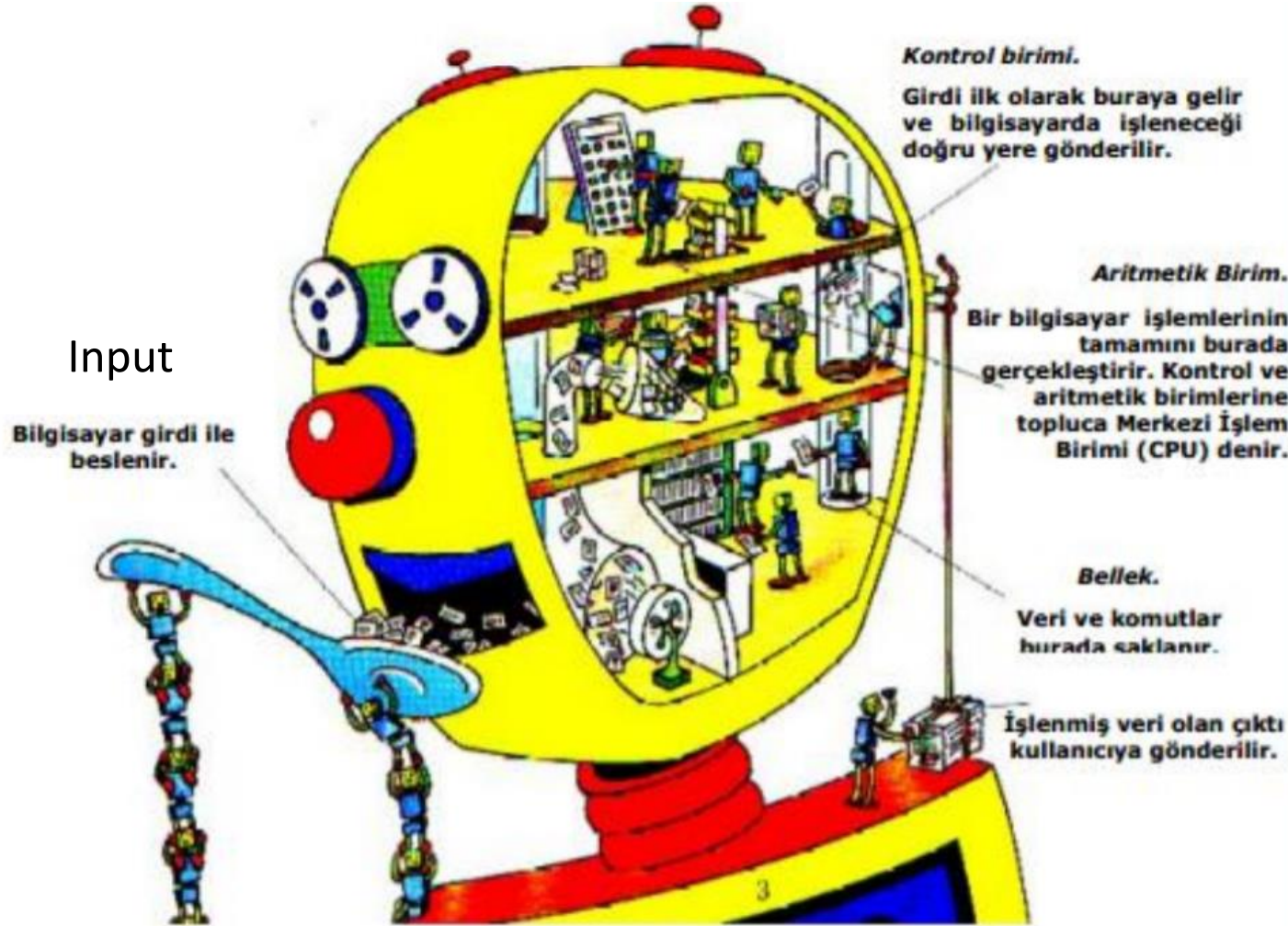
Computer Architecture +

Microprocessors +

Microcontrollers +

Assembly Language Programming

Bilgisayarın Çalışma Mantığı



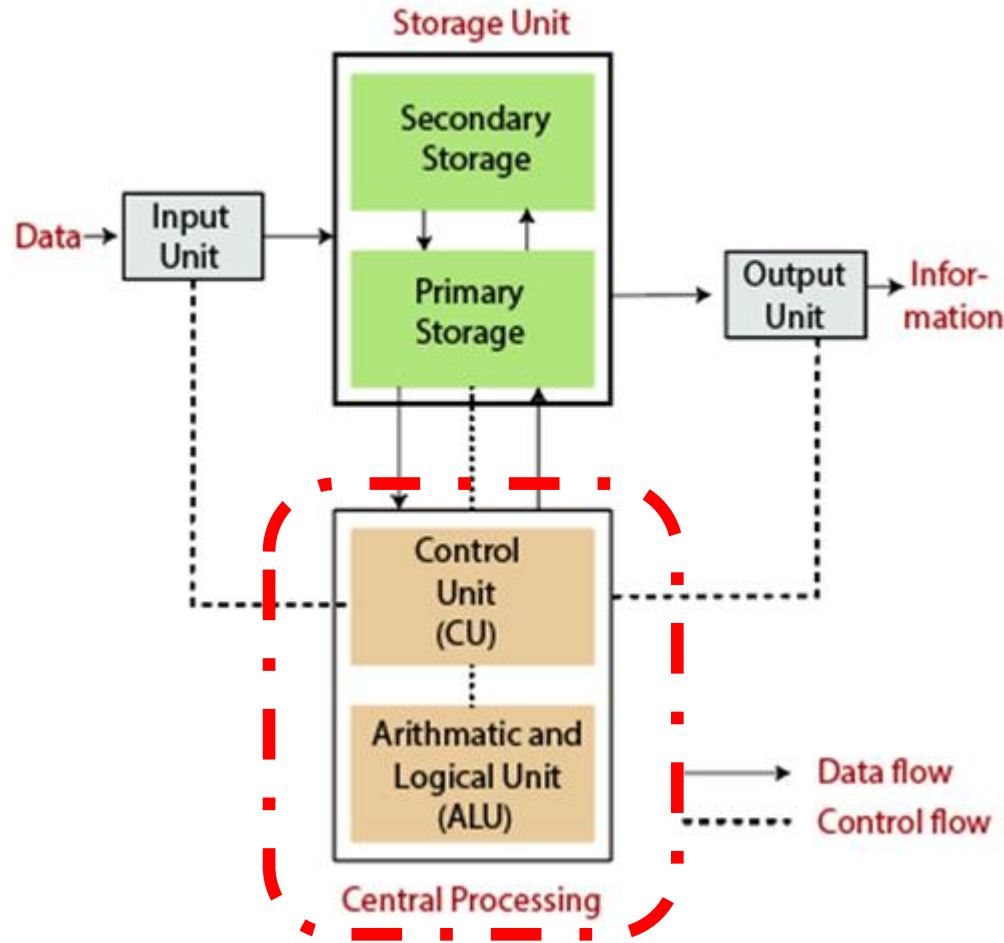
Control Unit
(CU)

Arithmetic
Logic Unit
(ALU)

Memory

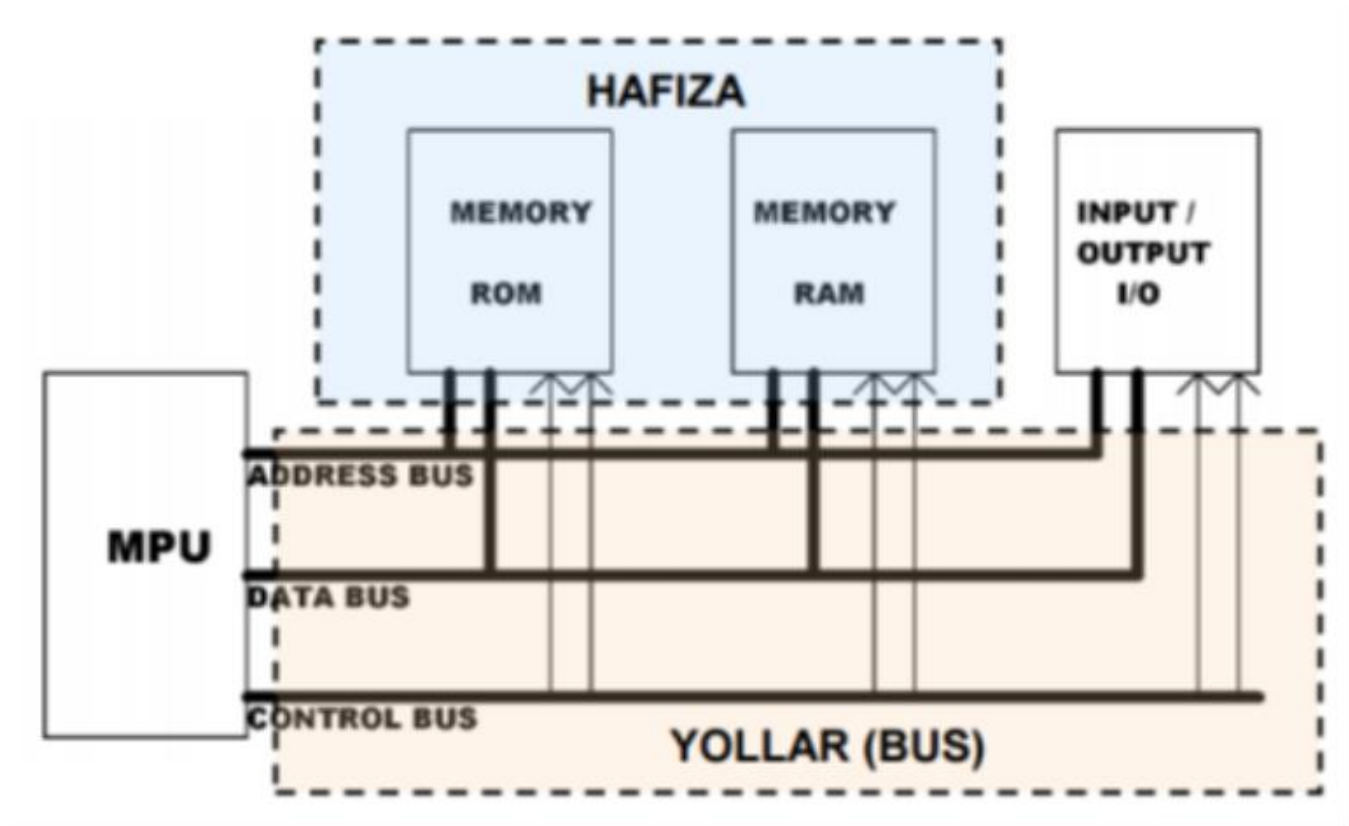
Output

Bilgisayarın Çalışma Mantığı



Bilgisayarın Blok Diyagramı

Temel Bir Mikrobilgisayar



Temel bir mikrobilgisayar

Temel Bir Mikrobilgisayar Busses (İletim Yolları)

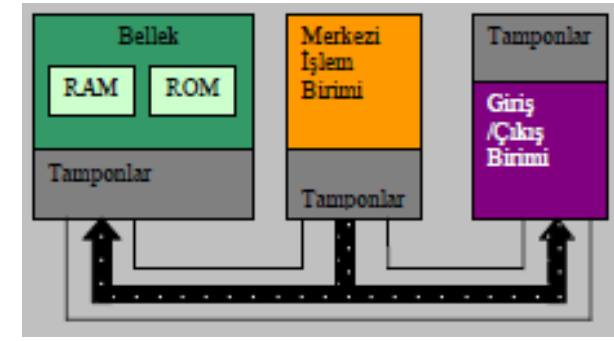
- Mikroişlemciden başlayarak bilgisayar devre bağlantılarını sağlayan iletkenlerdir.
- 3 ana gruba ayrılabilir;
 - Veri yolları (Data Bus)
 - Adres yolları (Address Bus)
 - Kontrol yolları (Control Bus)

Temel Bir Mikrobilgisayar Busses (İletim Yolları)

Veri Yolu:

- Tek seferde **'ne kadar veri transfer edileceğini'** belirtir,
- İki yönlü bir yol olup okunacak ve yazılacak verilerin iletildiği bir yoldur,
- İç ve dış veri yolu olarak ayrılır, dış veri yolu mikroişlemcinin bellek, I/O Birimleri arasında komut ve veri iletimini sağlayan yollardır. İç veri yolu ise mikroişlemci içindeki bileşenler arasındaki komut ve veri iletimini sağlar,
- Örneğin **'64-bit Core i7'** işlemcide veri yolu **64-bittir**, diğer bir ifadeyle **şu kadar bit işlemci dediğimizde aslında veri yolundan** bahsederiz!
- Örneğin 8-bit mikroişlemci 8-bit veri yolu kullanır

Temel Bir Mikrobilgisayar Busses (İletim Yolları)



Adres Yolu:

- Tek yönlüdür (işlemciden ağıta) (bazı mikroişlemcilerde iki yönlü yararlanılmaya başlanmıştır),
- Veri yoluna göre daha geniş bir yoldur,
- Bu adres yolu 16, 20, 32 ve daha fazla paralel hattın oluşabilir. Genellikle A0, A1, A2... diye adlandırılır ve **kaç bit adres yoluna sahipse o kadar paralel hat** bulunur,
- Mikroişlemcinin adresleyebileceği bellek gözü veya giriş-çıkış kapısı sayısını belirler,
- Bir mikroişlemcinin;

Adreslenebilecek maksimum bellek kapasitesi=(2^adres yolu genişliği)

- Mikroişlemcide işlenen verilerin, bellekte saklanması veya diğer elemanlara gönderilmesi gerekebilir. Bu durumda verinin saklanacağı veya gönderileceği yerin adresi mikroişlemci içindeki program counter (PC) yardımı ile adres yolu üzerine yerleştirilir.

Temel Bir Mikrobilgisayar Busses (İletim Yolları)

Kontrol Yolu:

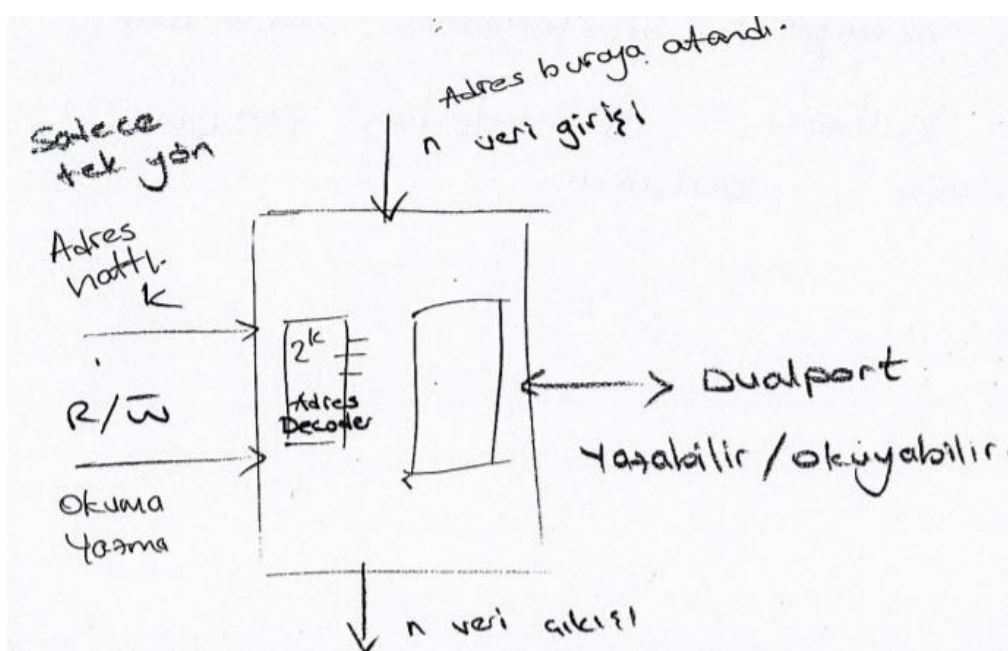
- Adres ve veri akışında herhangi bir veri iletiminde görev almayıp bu veri iletiminin düzgün yapılması için gereken **saat, etkinleştirme ve bilgi sinyallerini** iletmekte kullanılır,
- Mikroişlemcinin içinde bu kontrol yolunu denetleyen bir kontrol birimi yer alır. Bu kontrol sinyalleri hafıza ve giriş ve çıkış birimlerine iletilir,
- Örneğin bir bellekten veri okuyup yazmak için bu okuma ve yazma sinyallerinin iletilmesi gereklidir. Bellek bizim okuma mı yazma mı yapacağımızı ancak böyle anlamaktadır. Bu durumda mikroişlemcinin **okuma veya yazma komutuna göre kontrol birimi vasıtasıyla kontrol yolu üzerinden bir sinyal oluşturulur,**
- Örnek bir okuma işleminde adres verisi adres yoluna yazılsa da okuma işlemini yapıp okunacak veriyi bellekten veri yolu üzerinden okumak için bir kontrol sinyali gereklidir. Bunu kontrol yolu ve kontrol denetimcisi ile yapmaktayız. Aynı şekilde giriş portunu okumak, çıkış portuna değer yazmak, kesmeye götürmek gibi işler için kontrol sinyalleri kullanılır.

Bellek (Memory-Storage Unit)

- İşlemciyle doğrudan konuşan 2 tür bellek vardır;
 1. RAM: Bellekten veri okuma yapılır. Flip floplar (storage cells) vardır bu nedenle **yazma yapılabilir**
 2. ROM: Bellekten veri okuma yapılır. Flip flop yoktur bu nedenle depolama (kaydetme) diğer bir ifadeyle **yazma yapılamaz**

Bellek (Memory-Storage Unit)

- **Yazma (write-veriyi gönderme):** Veriyi göndereceğimiz yerin adresini ver, veri transferi yap
- **Okuma (read-veriyi alma):** Veri okunacak adresi adres yoluna ver. Adres Decoder adresi çözüp çıkışa ulaştırarak okuma gerçekleştirilir.



Memory Select	R / \bar{W}	Memory Operation
0	x	None
1	1	Read
1	0	Write

Bellek (Memory-Storage Unit)

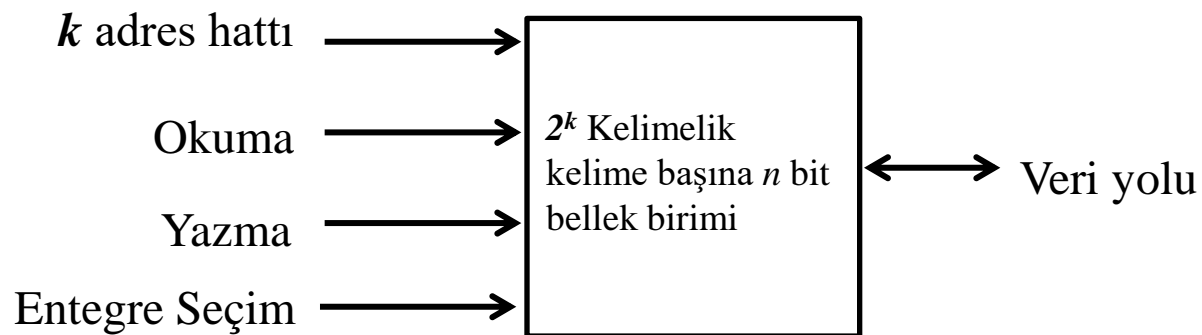
RAM Bellekler

- Mikro işlemcinin çalışması esnasında, her türlü değişkenin üzerinde tutulduğu ve geçici işlemlerin yapıldığı birim RAM belleklerdir.
- Özel bir sıra takip etmeden herhangi bir adrese erişildiği için rastgele erişimli bellek (Random Access Memory)–RAM olarak isimlendirilir.
- Ayrıca yığın olarak adlandırılan ve mikro işlemci programlarının çalıştırılması esnasında çeşitli alt programlar kullanıldıkça geri dönüş adreslerinin saklandığı bellek bölgesi yine RAM’da yer alır.
- Her bir biti bir flip-flop devresi olan bu bellekler, yeni bir tetikleme işareti gelinceye kadar içindeki bilgiyi (0 veya 1’i) saklayabilme özelliği sebebiyle çok düşük güç tüketimi ile çalışmaktadır.
- Dışardan devreye bağlanan bir pil yardımıyla içindeki bilgileri çok uzun süreler boyunca saklayabilme imkânı vardır. Yüksek maliyetli olmaları sebebiyle çok yüksek kapasitelerde üretilmez.

Bellek (Memory-Storage Unit)

RAM Bellekler

- RAM tipi entegreler hem yazmada hem okumada kullanıldıklarından CPU, bu entegreleri kontrol ederken okuma R (Okuma) ve W (yazma) sinyalleri göndermesi gerekir.



Bellek (Memory-Storage Unit)

RAM Bellekler

RAM Belleklerde Okuma/Yazma İşlemi:

Belleğe yeni bir kelime eklemek (write) için yapılması gereken işlemler:

1. Kaydedilecek kelimenin kayıt yapılacağı binary adresi adres yoluna yazılır.
2. Kaydedilecek kelimenin bitleri veri giriş yoluna yazılır.
3. Yaz girişi çalıştırılır.

Bu durumda bellek birimi, veri giriş hatlarındaki bitleri alarak, adres hattı tarafından belirlenen adrese kaydedilir.

Bellekte bulunan bir kelimenin okunması (read) için ise:

1. Okunacak kelimenin adresi adres yoluna yazılır.
2. Oku girişi çalıştırılır.

Bellek (Memory-Storage Unit)

ROM Bellekler

- Yalnız okunabilen birimlere ROM (Read Only Memory) bellekler denir.
- Bu bellek elemanlarının en büyük özelliği enerjisi kesildiğinde içindeki bilgilerin silinmemesidir.
- ROM belleklere bilgiler üretim aşamasında yüklenir. Kullanıcıların bellek içindeki bilgileri değiştirmesi mümkün değildir.

Bellek (Memory-Storage Unit)

ROM Bellekler

- ROM üzerinde bir veya daha fazla izin girişi vardır. Bu girişler sayesinde birkaç tane ROM bir araya getirilebilir ve daha büyük bellekler elde edilebilir.
- ROM içerisinde Kod Çözücüler ile VEYA Kapıları yer almaktadır.
- Bilgisayarlarda ROM, muhtelif işlerin yapılması ve denetimi için gerekli, iç denetim değişkenlerinin sırasını ve değerlerini saklamakta kullanılır.

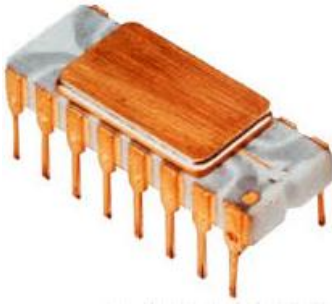
Bellek (Memory-Storage Unit)

ROM Bellekler

- **ROM:** Yarı iletken malzemelerle üretilen, programlanması sadece üretim esnasında müşterinin isteğine göre yapılmaktadır.
- **PROM:** Elektrik akımları kullanılarak programlanabilen ROM'lardır. İç yapısında sigortalar vardır ve bu sigortalardan istenilenleri elektrik akımı uygulanarak attırılır. Atık sigorta "0", sağlam sigorta "1" durumunu ifade etmektedir. PROM'ların programlanabilmesi için bir donanım gerekmektedir.
- **EPROM:** ROM veya PROM'lar bir kez programlanabilen ve yazılan bellekteki veri değiştirilmek istendiğinde, eski belleğin atılıp yerine yeni bir belleğin programlanması gerekir. EPROM'larda ise, ultraviyole ışık altında tutulduğunda atmış olan sigortalar tekrar onarılabilir ve bellek sıfırlanır.
- **EEPROM:** Bu bellek yeni bir program yüklemek istendiğinde yüklü programı silmeden üzerine yeni bir program yazma fırsatı verir. Bunun sebebi ise EEPROM'un elektriksel yöntemle programlanmasıdır.

Mikroişlemci Nedir?

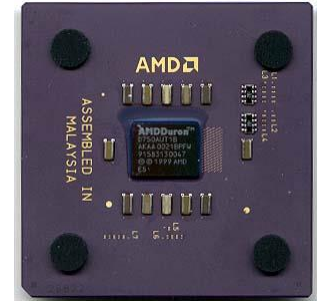
Bilgisayarların özelliklerinden bahsedilirken duyduğumuz Celeron, Pentium-IV, Athlon, Duron, Intel Core i7 vb. birer mikroişlemci (Microprocessor) isimleridir. Üretici firma isimlerinden bazıları ise Intel, AMD, Motorola, Cyrix verilebilir.



Intel 4004



Intel 8086



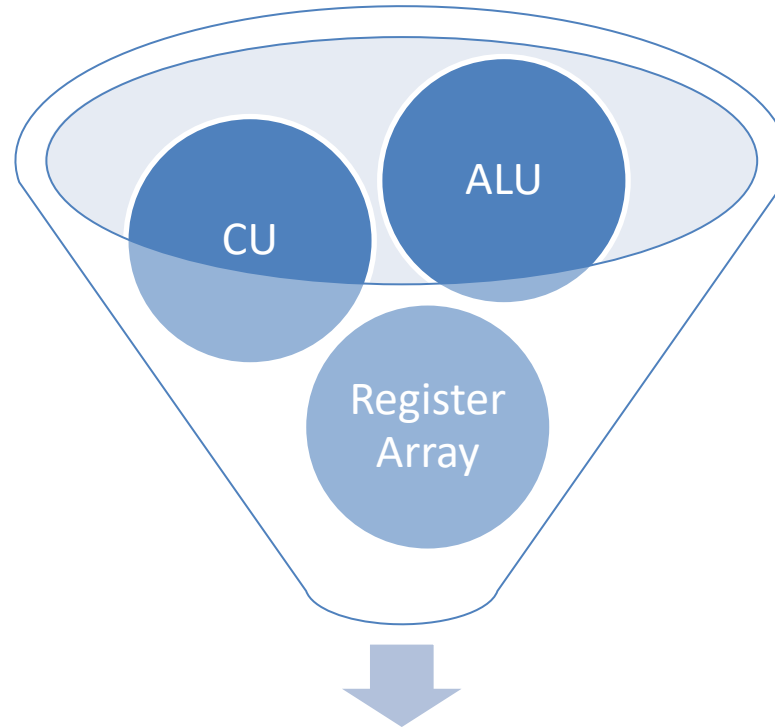
AMD Duron



Mikroişlemci Nedir?

- Bilgisayar operasyonlarını kontrol ederek veri işleme işlevlerini yerine getirir.
- Kısaca **işlemci** veya **CPU (Central Process Unit-Merkezi İşlem Birimi)** olarak adlandırılır.
- Kullanıcı ya da programcı tarafından yazılan programları meydana getiren komutları veya bilgileri yorumlamak ve yerine getirmek için gerekli olan tüm mantıksal devreleri kapsar.

Mikroişlemci Nedir?

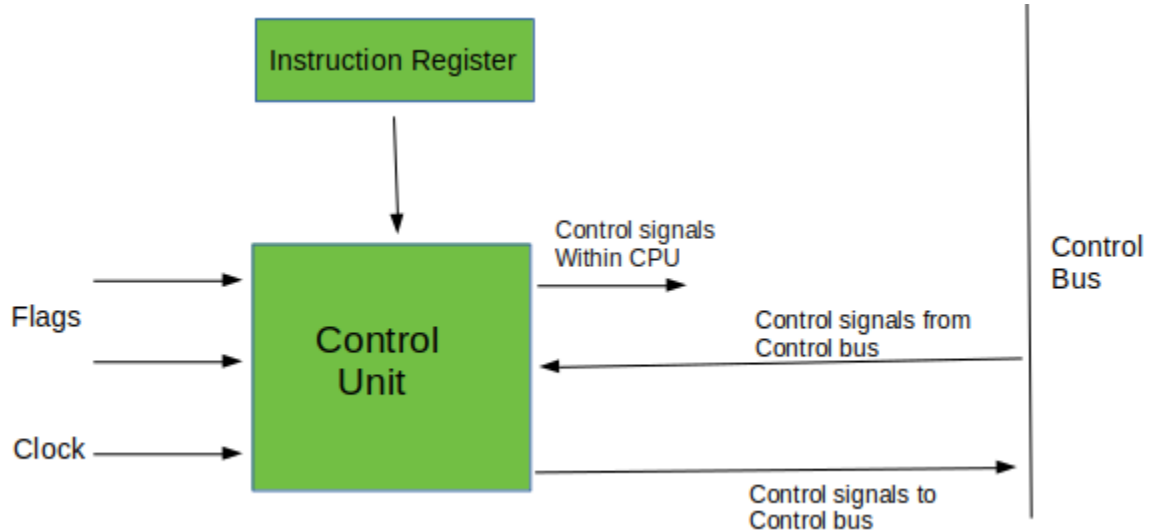


Genel Amaçlı bir Mikroişlemci

Mikroişlemci Nedir?

Control Unit (CU)

- Bilgisayarın ana belleğinden komut seti (instruction set) veya bilgi alır,
- Bilgisayar içindeki tüm aktiviteleri ve işlemleri kontrol eder,
- Aldığı komut seti veya bilgiyi **kontrol sinyallerine** dönüştürür,
- CU, hangi işlemin doğru ve hangi sırayla yürütüleceğini anlar

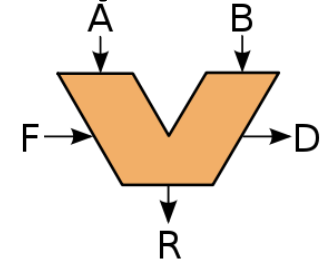


CU Blok Diyagramı

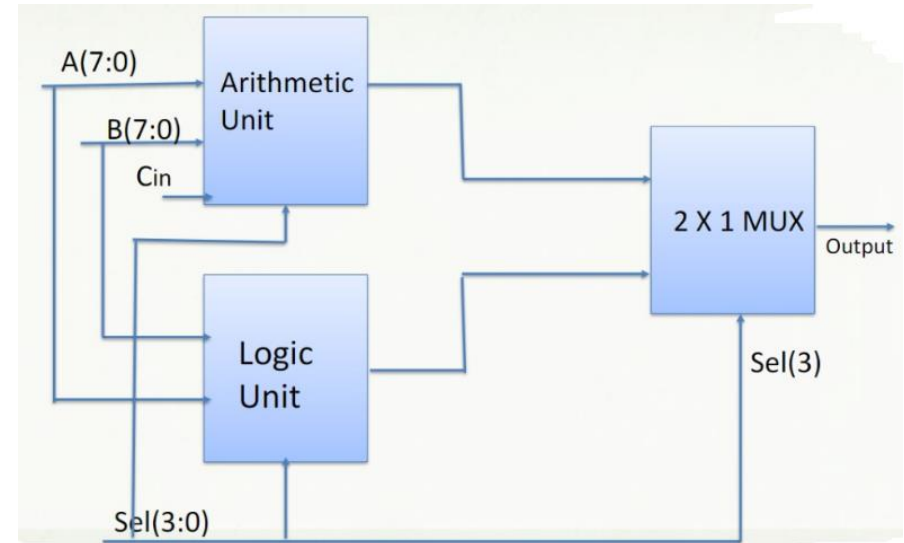
Mikroişlemci Nedir?

Arithmetic and Logical Unit (ALU)

- Aritmetik lojik (mantıksal) tüm işlemlerin yürütüldüğü elektronik devredir,
- Aritmetik işlemlerden kasıt: Toplama (addition), çıkarma (subtraction), çarpma (multiplication), bölme (division),
- Lojik işlemlerden kasıt: eşit (equal to), daha küçük (less than), daha büyük (greater than), eşit veya daha küçük (less than or equal to), eşit veya daha büyük (greater than or equal to), and eşit değil (not equal),



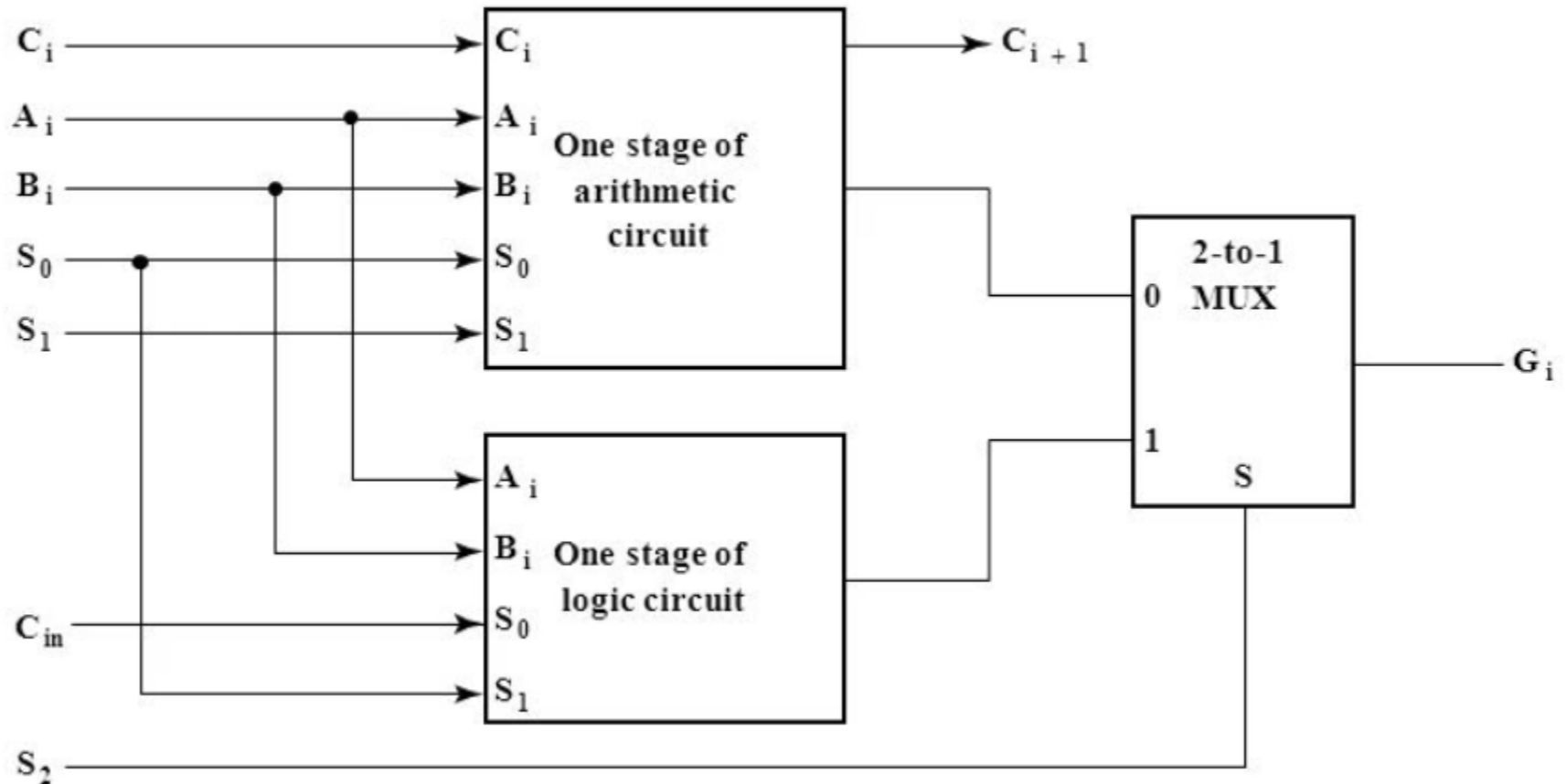
ALU Gösterim (A ve B işlenen girdi, F denetim biriminden gelen giriş, R çıkış, D ise durum bildiren çıkış)



8-bit ALU Blok Diyagramı

Mikroişlemci Nedir?

Arithmetic and Logical Unit (ALU)



i -bit ALU Blok Diyagramı

Mikroişlemci Nedir?

Arithmetic and Logical Unit (ALU)

Operation Select				Operation	Function
S ₂	S ₁	S ₀	C _{in}		
0	0	0	0	$G \leftarrow A$	Transfer A
0	0	0	1	$G \leftarrow A + 1$	Increment A
0	0	1	0	$G \leftarrow A + B$	Addition
0	0	1	1	$G \leftarrow A + B + 1$	Add with carry input of 1
0	1	0	0	$G \leftarrow A + \overline{B}$	A plus 1's complement of B
0	1	0	1	$G \leftarrow A + \overline{B} + 1$	Subtraction
0	1	1	0	$G \leftarrow A - 1$	Decrement A
0	1	1	1	$G \leftarrow A$	Transfer A
1	X	0	0	$G \leftarrow A \wedge B$	AND
1	X	0	1	$G \leftarrow A \vee B$	OR
1	X	1	0	$G \leftarrow A \oplus B$	XOR
1	X	1	1	$G \leftarrow \overline{A}$	NOT (1's complement)

S₂ = 0 → Arithmetic operations

S₂ = 1 → logic operations

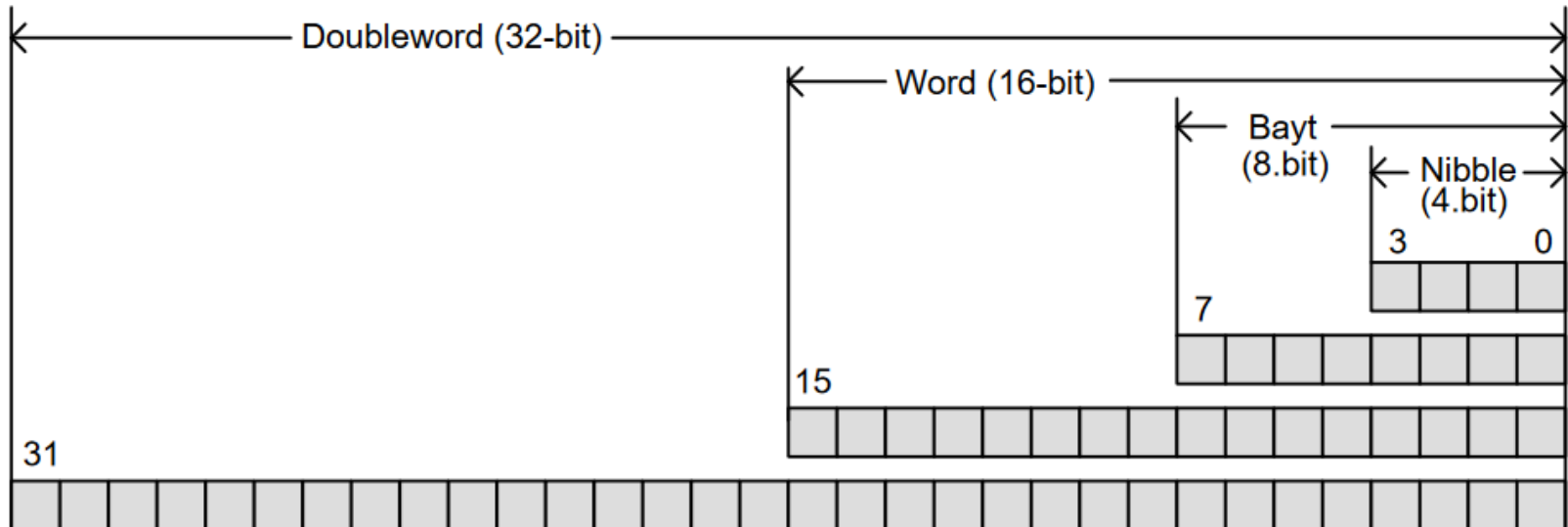
ALU için Fonksiyon Tablosu

Mikroişlemci Nasıl Çalışır?

- **Fetch-** Gets next program instruction from the computer's memory
- **Decode-** Figure out what the program is telling the computer to do
- **Execute-** Perform the requested action
- **Store** the results to a register or to memory

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Kelime Uzunluğu:** Mikro işlemcinin **her saat darbesinde işlem yapabileceği bit sayısına** kelime uzunluğu denir. İşlenen veriler işlemcinin özelliğine göre 4-bit, 8-bit, 16-bit, 32-bit ve 64-bit uzunluğunda olabilir. Kelime uzunluğu **veri yolu (data bus) uzunluğuna** eşittir.



Byte (8-bit)

Word (16-bit)

Doubleword (32-bit)

Quadword (64-bit)

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Komut İşleme Hızı:** Mikro işlemcilerin çalışması için **saat sinyallerine** ihtiyaç vardır. İşlemci (CPU) her saat sinyalinde bir sonraki işlem basamağına geçer. Saat frekansı mikro işlemciye dışardan uygulanan ya da işlemcinin içinde bulunan osilatörün frekansıdır. Komut çevrim süresi ise herhangi **bir komutun görevini tamamlayabilmesi için geçen süredir.**

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Adresleme Kapasitesi:** Bir işlemcinin adresleme kapasitesi, adresleyebileceği veya **doğrudan erişebileceği bellek alanının büyüklüğüdür**. Bu büyüklük işlemcinin adres hattı sayısına bağlıdır. Bu hattın sayısı tasarlanacak sistemde kullanılabilecek bellek miktarını da belirlemektedir.

Örneğin, bir mikroişlemci 16 tane adres yoluna sahipse, bu mikroişlemcinin sahip olabileceği bellek miktarı $2^{16} = 65536$ 'dır. Bu miktar 64KB ile ifade edilir.

8 bit	2^8	256 bayt
16 bit	2^{16}	65536 bayt (64 KBayt)
20 bit	2^{20}	1048576 bayt (1 MBayt)
32 bit	2^{32}	4294967296 bayt (4 GBayt)

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Register (kaydedici,yazmaç vb.) Sayısı:** Mikro işlemcilerde registerlar, **genel amaçlı** ve **özel amaçlı** olmak üzere iki grupta toplanır.
 - Registerlar 8, 16, 32 ve 64-bitlik olabilir.
 - Registerların sayısı programcının işinin kolaylaştırmasının yanında programın daha sade ve anlaşılır olmasını da sağlar.
 - Her mikro işlemcinin kendine has yapısı ve register isimleri vardır.
 - Herhangi bir mikro işlemciyi programlamaya başlamadan önce mutlaka bu kaydedicilerin isimlerinin ve ne tür işlevlere sahip olduklarının iyi bilinmesi gerekir.

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Register (kaydedici,yazmaç vb.) Sayısı:**

- $Y = (A - B) / (C + (D \times E))$ işlemi 3, 2 ve 1 operandla gerçekleştirilebilir.

3 operand

Komut

SUB	Y, A, B
MPY	T, D, E
ADD	T, T, C
DIV	Y, Y, T

2 operand

Komut

MOVE	Y, A
SUB	Y, B
MOVE	T, D
MPY	T, E
ADD	T, C
DIV	Y, T

1 operand

Komut

LOAD	D
MPY	E
ADD	C
STOR	Y
LOAD	A
SUB	B
DIV	Y
STOR	Y

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

- Registerlar, **genel ve özel amaçlı** olmak üzere iki gruba ayrılır.
 - Genel amaçlılarda akümülatör, indis registerları bulunmaktadır.
 - Özel amaçlılar ise program sayacı (PC), yığın kaydedicisi (SP), durum kaydedicisi gibi kaydediciler bulunmaktadır.
- **Akümülatör (AC)**, bilgisayarın aritmetik ve mantık işlemleri sırasında depo görevi yapan önemli bir registerdır.

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

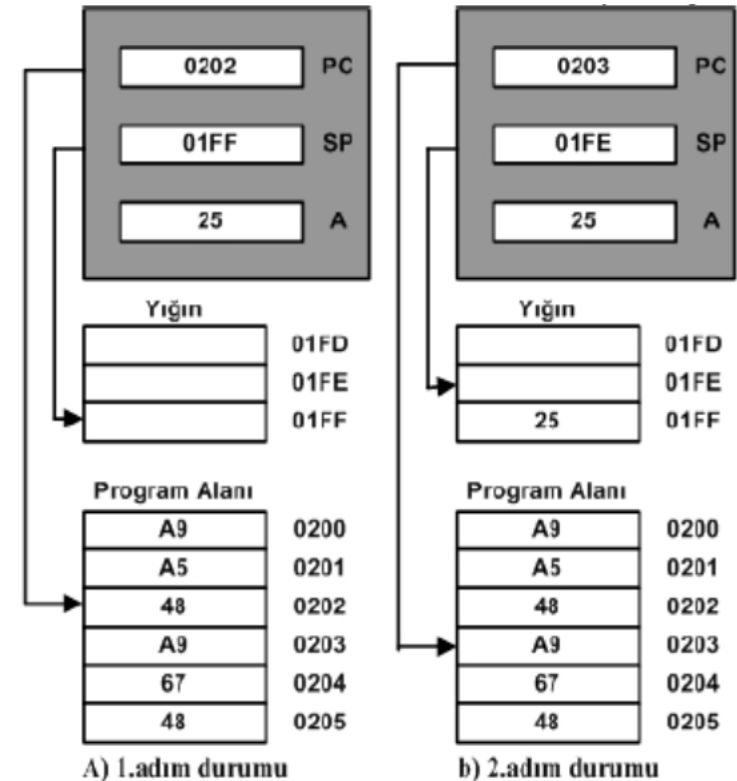
- **İndis registerları (Index Register)**, X ve Y olarak tanımlanır. Hesaplamalarda ara değerlerin geçici tutulmasında, program döngülerinde ve zamanlama uygulamalarında bir sayıcı olarak ve bellekte depolanmış bir dizi verinin üzerinde bir indisçi olarak kullanılmaktadır.

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

- **Program sayıcı (PC)**, mikroişlemcinin yürütmekte olduğu program komutunun adres bilgisini tutan registerdır.

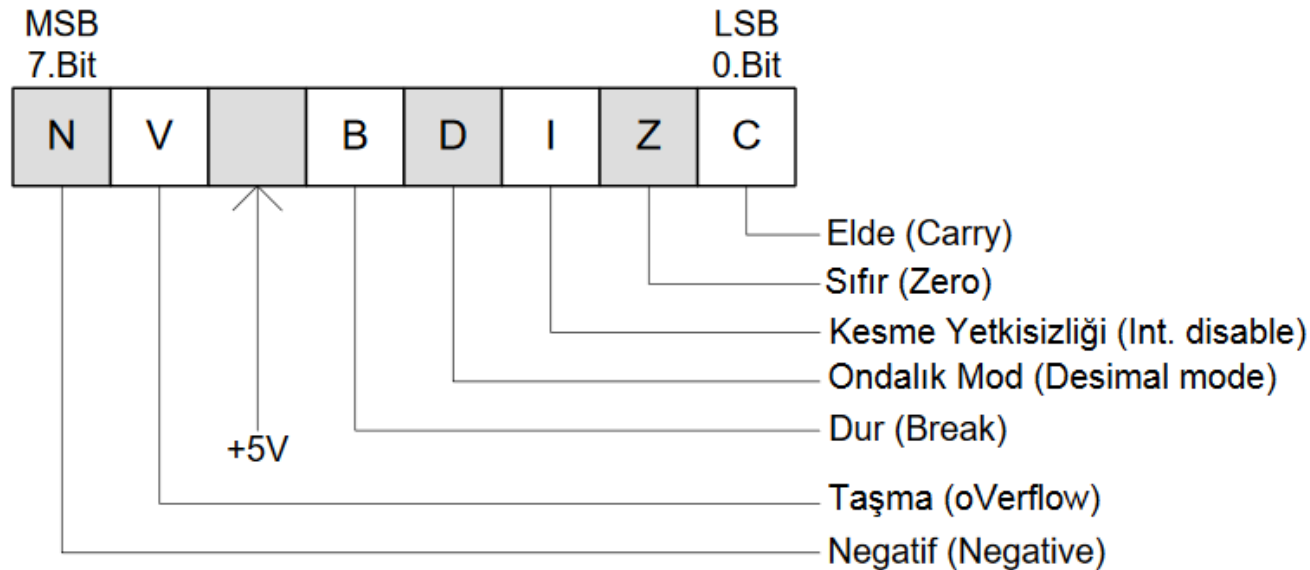
Bellekten alınan her komut kodundan sonra alınacak yeni komut kodunun adresi program sayıcıya otomatik olarak işlemci tarafından yüklenir. Komut çevrimi, PC'nin yeni adresi adres yoluna koyması ile başlar. Bunun ardından da ilgili kontrol sinyali gönderilir. Bellekten gelen her bilgidен sonra PC, kontrol devresinden aldığı işarete uyararak adres satırını 1 arttırır. Böylece bilgilerin bellekten işlemciye düzenli bir şekilde gelmesi sağlanır



Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

- **Durum registerının (status register)**, her bir biti ayrı ayrı anlam ifade eder. Mikroişlemci içinde veya dışarıdan yapılan herhangi aritmetiksel, mantıksal veya kesmelerle ilgili işlemlerin sonucuna göre bu bitler değer değiştirir. Programcı bu bitlerin aldığı değerlere göre programa yön verir.



Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

- **Carry (elde bayrağı-C):** Elde / borç bayrağıdır. 8-bitlik bir işlem sonucunda dokuzuncu bit ortaya çıkıyorsa elde var ($C=1$) demektir.
- **Zero (sıfır bayrağı-Z):** Aritmetik ve mantık işlemi sonucunda kaydedici içeriği sıfır ise $Z = 1$ 'e kurulur. Aksi durumda sıfırlanır ($Z = 0$).
- **Interrupt disable (kesme yetkisizleştirme bayrağı-I):** Mikroişlemci normal durumda komutları işlerken bir kesme (IRQ) geldiğinde bu kesme bu bayrak biti ile engellenebilir.
- **Overflow (taşma bayrağı-V):** Bu bayrak aritmetik işlemlerde, eğer işlem $+127$ ile -128 aralığını geçiyorsa bir taşma meydana gelir ve V bayrağı 1 olur. Taşma bayrağı işaretli sayılarla işlem yapılırken devreye girer.
- **Negative (negatif bayrağı-N):** 8-bitlik bir işlemcide 7.bit MSB biti olarak bilinir. Eğer MSB biti bir işlem sonucunda 1 ise N bayrağı 1'e kurulur. Eğer MSB biti 0 ise kaydedicisindeki değer pozitif demektir ki N bayrağı 0 olur.

Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

Registerlar

- **Yığın Register (Stack Pointer-SP):** RAM belleğin bir bölümü yığın olarak kullanılabilir. Yığın mikroişlemcinin kullandığı geçici bellek bölgesi olarak tanımlanır. Yığın işaretçisi, yığının adresini tutan özel amaçlı bir kaydedicidir.
- Bu registra programın başında yığının başlangıç adresi otomatik olarak atanır ve artık belleğin bu bölgesi depo benzeri bir görev yürütür. Yığına her veri girişinde yığın göstericisinin değeri bir azalmakta, yığından her veri çekildiğin de ise yığın göstericisinin değeri otomatik olarak bir artmaktadır. Yığına gönderilen veri yığın göstericisinin işaret ettiği adresteki bellek hücreğine yazılır.
- Mikro işlemci işlediği ana programdan alt programa dallandığında veya bir kesme sinyali ile kesme hizmet programına dallandığında mevcut kaydedicilerin içeriklerini ve dönüş adresini saklayabilmek için otomatik olarak verileri ve adresleri yığına atanır.

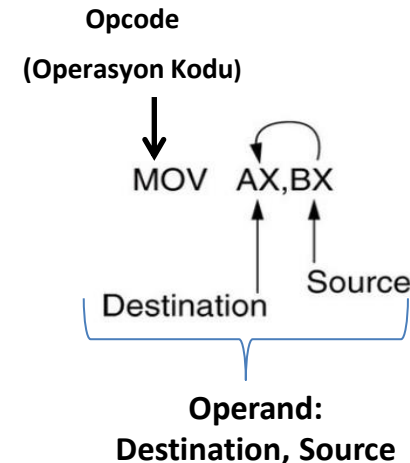
Mikroişlemcileri Birbirinden Ayıran Özellikler?

- **Farklı Adresleme Modları:** Bir komutun işlenmesi için gerekli verilerin bir bellek bölgesinden alınması veya bir bellek bölgesine konulması ya da bellek–register veya register–register arasında değiştirilmesi için farklı erişim yöntemleri kullanılır. Mikro işlemcinin işleyeceği bilgiye farklı erişim şekilleri, "**adresleme yöntemleri**" olarak ifade edilir. Kısaca **adres tarif yollarıdır**.

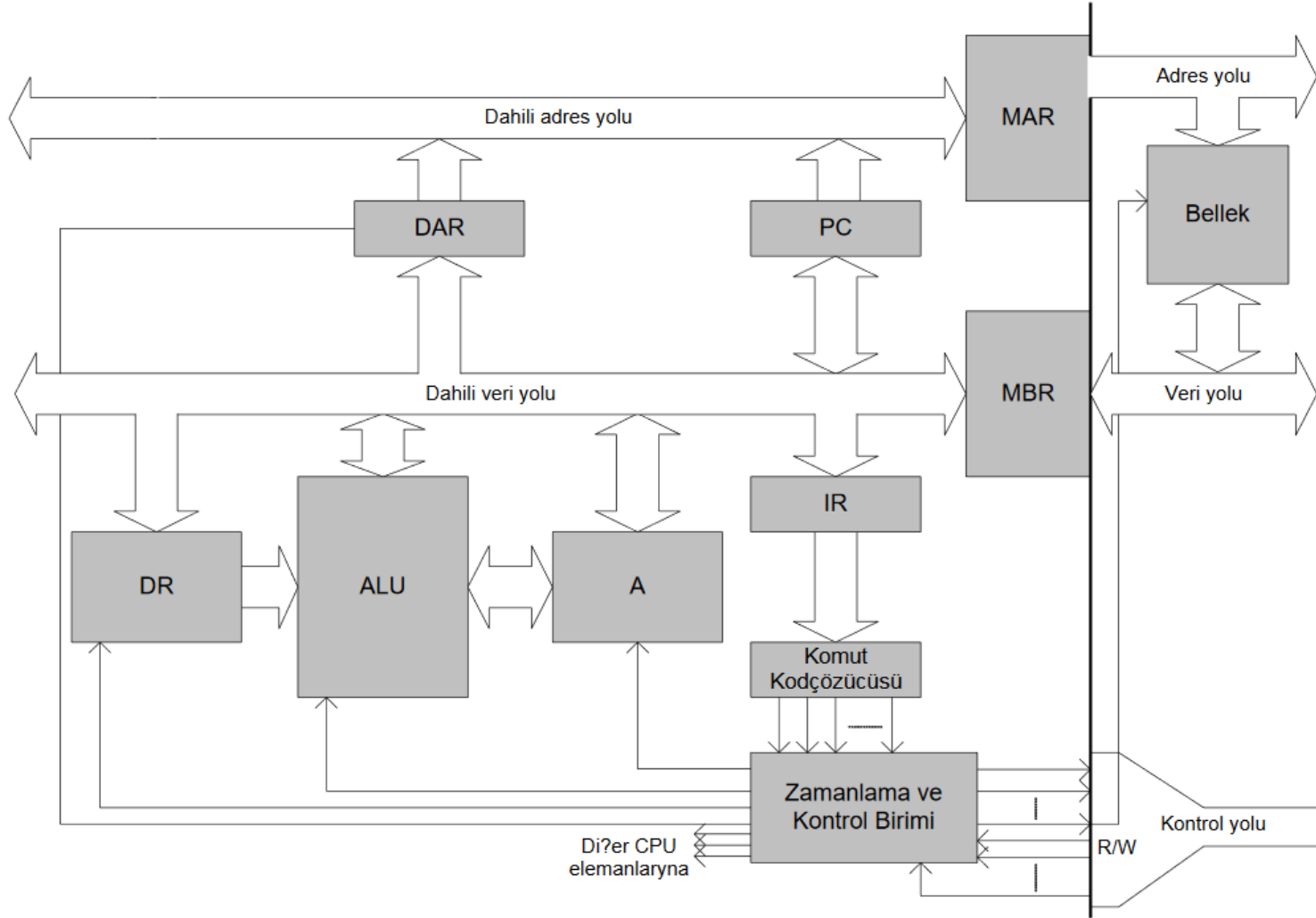
Adresleme türleri;

- Doğrudan adresleme (Direct)
- Dolaylı adresleme (Indirect)
- İvedi (Derhal) adresleme (Immediate)
- Register adresleme (Register)
- Göreceli adresleme (Relative)
- İndisli adresleme (Index)
- İmalı adresleme (Implied)

OpCode	Operands			
	Destination	Source	Source



Örnek Bir Mikroişlemci



6502 Mikroişlemcisinin genel ve özel amaçlı kaydedicileri

Kaynaklar

- <https://www.electricaltechnology.org/2020/05/types-of-microprocessors.html>
- <http://www.lojikprob.com/elektronik/mikroislemci-mimarisi-2-adres-veri-ve-kontrol-yollari/>
- https://www.academia.edu/11730974/KTU_M%C4%B0KRO%C4%B0%C5%9ELEM%C4%B0LER_DE_RS_NOTLARI
- [https://tr.wikipedia.org/wiki/Intel_8086#:~:text=8086%20\(ayr%C4%B1ca%20iAPX86%20de%20denir,aylar%C4%B1nda%20ilk%20%C3%A7ip%20piyasaya%20s%C3%BCr%C3%BClm%C3%BC%C5%9F%C3%BCr.](https://tr.wikipedia.org/wiki/Intel_8086#:~:text=8086%20(ayr%C4%B1ca%20iAPX86%20de%20denir,aylar%C4%B1nda%20ilk%20%C3%A7ip%20piyasaya%20s%C3%BCr%C3%BClm%C3%BC%C5%9F%C3%BCr.)