

# Bilgisayar Mimarisi

## *Bölüm 4*

### *Yazaç Aktarımı ve Mikro İşlemler*

Dr. Emre Ünsal

Cumhuriyet Üniversitesi

Yazılım Mühendisliği Bölümü

# İçerik

- Basit Dijital Sistemler
- Yazış Aktarım Dili
- Mikro işlemler
- Yazış Aktarımı
- Denetim Fonksiyonu
- Veri Yolu ve Bellek Aktarımı
- Aritmetik Mikro İşlemler
- Lojik Mikro İşlemler
- Shift Mikro İşlemler

# Basit Dijital Sistemler

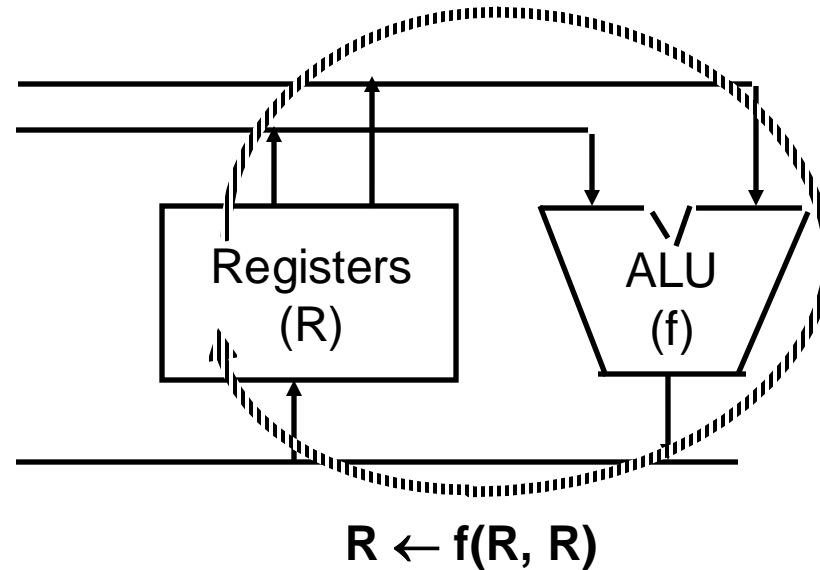
- Tümlleşik devreler (Bölüm 1 ve 2'de anlatıldı) basit dijital sistemler oluşturmak için kullanılabilir.
- Bu tümlleşik devreler sayısal bilgisayarın düşük seviyeli yapı taşlarıdır.
- Basit sayısal sistemler genellikle
  - Yazaçlar ve
  - Gerçekteştirdikleri işlemler,
- İle tanımlanırlar.

# Yazaç Aktarım Dili

- Sayısal bilgisayarlar aşağıdaki bilgilerin verilmesiyle iyi bir biçimde tanımlanabilir:
  - İçerdiği yazaç kümesi ve bunların yapacağı işler
  - Yazaç içinde yazılı ikili bilgiler üzerinde yapılacak mikro işlemler
  - Mikro işlemleri icrasını başlatacak denetim fonksiyonları.
- Her bir mikro işlem için ayrı bir kelime ile açıklamak mümkündür. Fakat bu uzun bir işlemdir.
- Yazaçlar arasındaki mikro işlem aktarma işlemlerini tanımlayan sembolik biçime, ***Yazaç Aktarım Dili*** adı verilir.

# Mikro İşlemler

- Yazaçlar üzerinde gerçekleştirilen operasyonlara mikro işlem adı verilir.
- Mikro işlemler sayısal bilgisayarın bir saat darbesi süresinde gerçekleşmektedir.



**f:** shift (Kaydırma), load (Yükleme), clear(silme), increment(arttırma), ...  
gibi yazaç işlemleri

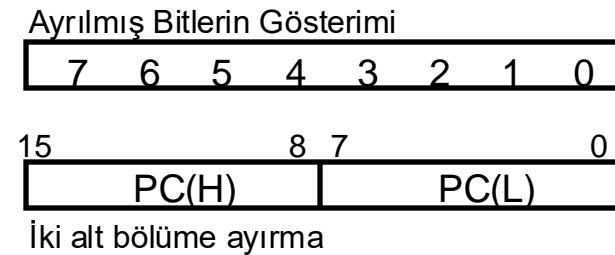
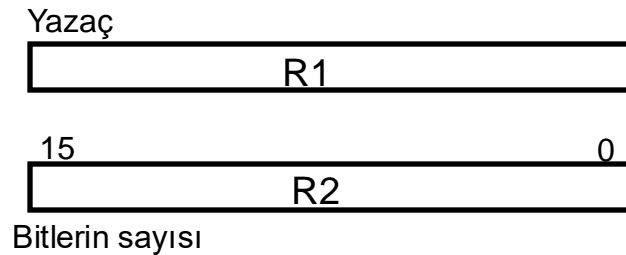
# Yazaçlar Arası Aktarım

- Bir sayısal bilgisayardaki yazaçlar büyük harf ile gösterilir ve arkasına sayılar ilave edilebilir.
- ÖRN: Bellek adresini tutan yazaca Bellek Adres Yazacı (Memory Address Register – MAR) adı verilir.
  - PC: Program Counter (Program Sayıcı)
  - IR: Instruction Register (Buyruk Yazacı)
  - AC : Acumulator (Akümülatör)
  - ...



# Bir Yazacın Blok Şeması

- Bir Yazacın tasarımı aşağıdaki şekillerde ifade edilebilir:
  - Bitlerin sayısı
  - Alt bölümler
  - ...



# Yazaç Aktarımı

- Bir yazaçtan diğetine bilgi aktarımı sembolik biçimde:

$$R2 \leftarrow R1$$

- şeklinde ifade edilebilir.
- Yukarıdaki mikro işlemde:
  - R1 yazacının içeriği R2 yazacına aktarılmaktadır.
  - Bu işlem sayısal bilgisayarın tek bir saat darbesi süresinde gerçekleşmektedir.
  - R1 yazacının içeriği paralel şekilde R2 yazacına yüklenir.
  - R2 yazacının Load (Yükleme) girişi aktif hale getirilir.



# Denetim Fonksiyonu

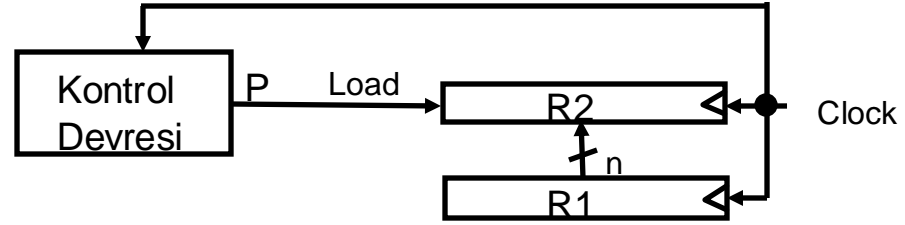
**if (P=1) then (R2  $\leftarrow$  R1)**

- Aktarım sadece bir koşul altında gerçekleştirilir.
- Bu akatarımın olmasını sağlayan ve bunu gerçekleştiren ikili şarta ***denetim fonksiyonu*** denir.

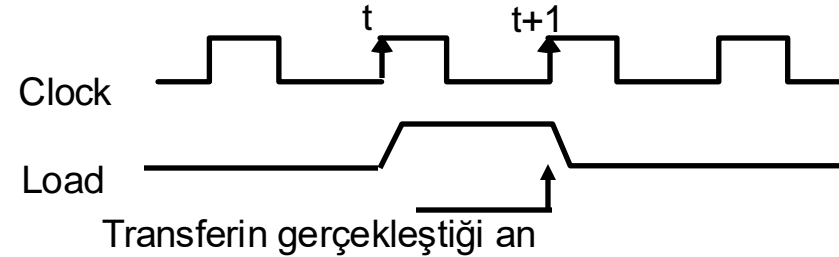
# Denetim Fonksiyonu Donanım Tasarımı

P:  $R2 \leftarrow R1$

Blok Şeması



Zaman Şeması



- Aynı saat darbesi, hem kontrol devresini hemde yazaçları kontrol eder.
- R2 Yazaçına yükleme işlemi, pozitif kenar tetiklemesinde gerçekleşir.

# Eş Zamanlı Mikro işlemler

- İki veya daha fazla işlem aynı anda gerçekleşecekse, virgüllerle ayrılırlar.

**P: R3  $\leftarrow$  R5, MAR  $\leftarrow$  IR**

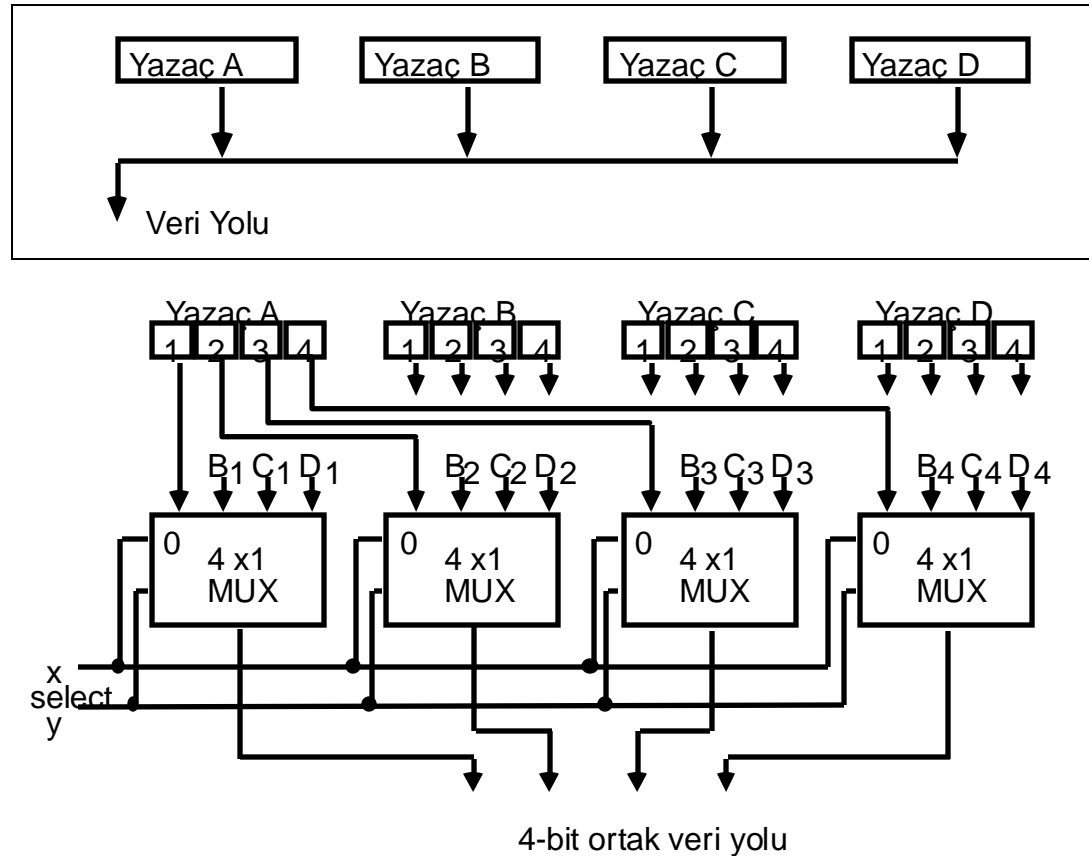
- Burada, Eğer P=1 ise R5'in içeriğini R3'e yükleyin, ve aynı zamanda IR yazacının içeriğini MAR yazacına yükleyin.

# Yazaç Aktarımındaki Temel Semboller

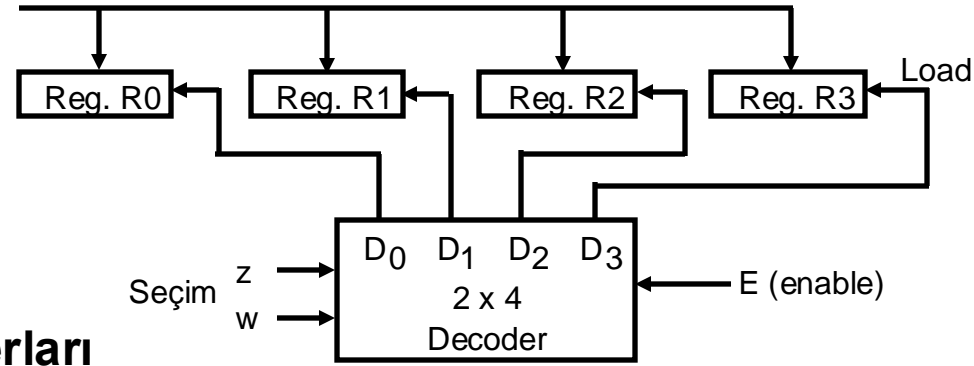
Sembol	Tanımlama	Örnek
Harfler (ve rakamlar)	Bir Yazaç gösterir	<i>MAR, R2</i>
Parantez ( )	Yazacın bir bölümünü gösterir	<i>R2(0-7), R4(H)</i>
Ok ←	Bilgi aktarma yönü	<i>R1←R2</i>
Virgül ,	Birden fazla mikro işlem	<i>R1←R2, MAR←IR</i>
İki nokta üst üste :	Kontrol deyimi	<i>P:</i>

# Veri Yolu ve Bellek Aktarımı

Veri Yolu, Aynı sayısal sistem üzerinde çalışan bir çok yazacın tek bir ortak hat üzerinden veri aktarımı sağlayan etkin bir yöntemdir.



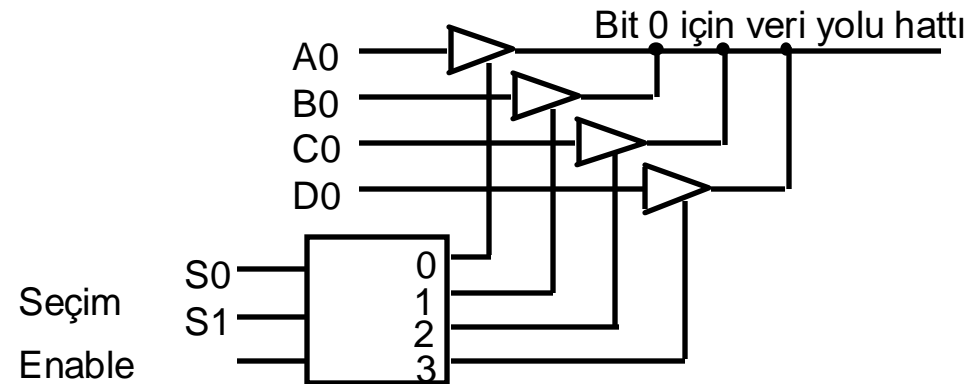
# Veri yolu üzerinden Hedefe Aktarım



## Üç Durumlu Veri Yolu Bufferları

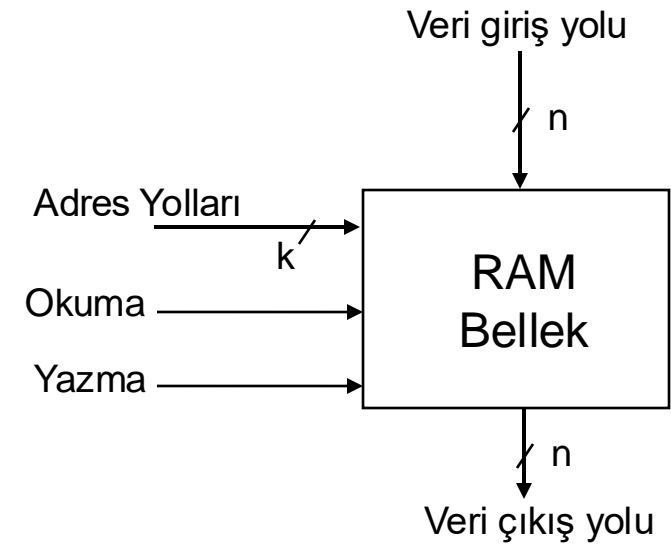


## Üç Durumlu Buffer kullanarak Veri Yolu



# Bellek (RAM)

- Bellek (RAM), çok sayıda yazaç içeren sıralı devreler olarak düşünülebilir.
- Bu yazaçlarda 1 **word** (*komut yada data*) veri tutulur.
- Bu kayıtların her biri bir hafıza adresi ile belirtilir.
- Her bir Word içerisinde  $n$  bit veri saklanabilir.
- Bellek genel anlamda  $2^k \times n$  bit boyutunda veri saklanabilir.



# Bellek Aktarımı (Okuma)

- Bellekteki bir adresten bir değeri okumak ve bir register'a yüklemek için, yazaç mikro işlemi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$R1 \leftarrow M[MAR]$$

- Bu işlem, aşağıdakilerin gerçekleşmesine neden olur;
  - MAR'nin içeriği hafıza adres satırlarına gönderilir
  - Bellek ünitesine bir Okuma (Read= 1) gönderilir
  - Belirtilen adresin içeriği belleğin çıktı veri satırlarına yerleştirilir.
  - Bunlar R1 yazacına yüklenmek üzere veri yolu üzerinden gönderilir.



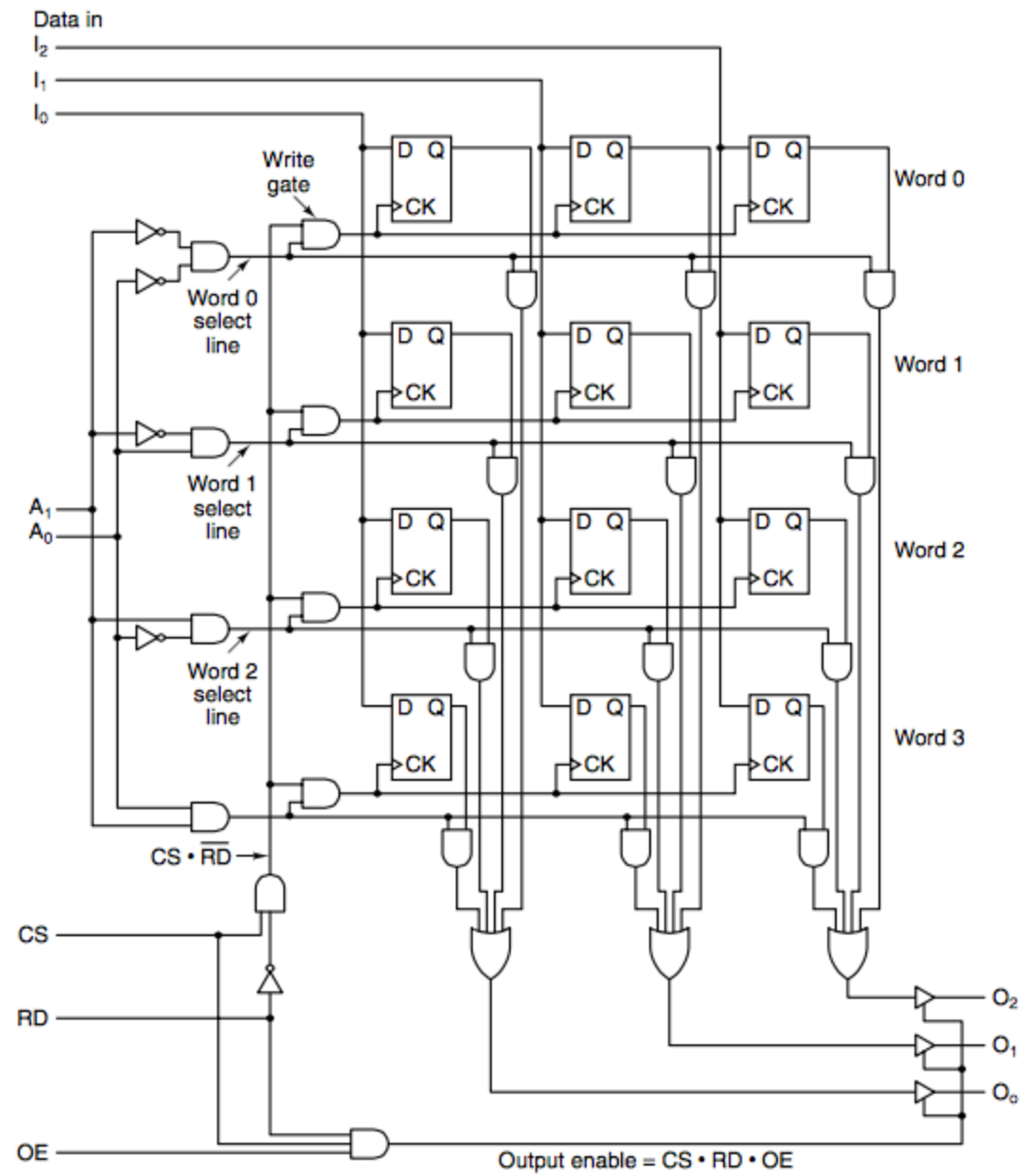
# Bellek Aktarımı (Yazma)

- Bir yazactan bellekteki bir konuma bir değer yazmak, aşağıdaki mikro işlemle ifade edilir:

$$M[MAR] \leftarrow R1$$

- Bu işlem, aşağıdakilerin gerçekleşmesine neden olur;
  - MAR'nin içeriği hafıza adres satırlarına gönderilir.
  - Bellek ünitesine bir Yazma (Write= 1) gönderilir.
  - R1 registerındaki değerler bus üzerinden hafızanın data giriş satırlarına gönderilir.
  - Değerler bellekte belirtilen adrese yüklenir.

# 4x3 RAM Tasarımı



**Figure 3-28.** Logic diagram for a  $4 \times 3$  memory. Each row is one of the four 3-bit words. A read or write operation always reads or writes a complete word.

# Yazaç Aktarım Mikro İşlemleri

<b><math>B \leftarrow A</math></b>	<b>A Yazacının içeriğini B' ye aktar</b>
<b><math>AR \leftarrow DR(AD)</math></b>	<b>DR Yazacının (AD) bitlerini AR Yazacına aktar</b>
<b><math>A \leftarrow \text{constant}</math></b>	<b>Sabit Değeri Yazaç A'ya yaz</b>
<b><math>ABUS \leftarrow R1, R2 \leftarrow ABUS</math></b>	<b>R1 yazacı içindeki veriyi ABUS veri yoluna aktar, aynı anda ABUS veri yolundaki bilgiyi R2 yazacına yaz</b>
<b>AR</b>	<b>Adres Yazacı (Address register)</b>
<b>DR</b>	<b>Veri Yazacı (Data register)</b>
<b><math>M[AR]</math></b>	<b>Bellekte AR yazacının gösterdiği adresteki veri</b>
<b>M</b>	<b>Yukarıdaki ile aynı şey</b>
<b><math>DR \leftarrow M[AR]</math></b>	<b>Bellekten okuma işlemi: Bellekte AR yazacının gösterdiği adresteki veriyi DR yazacına yaz</b>
<b><math>M[AR] \leftarrow DR</math></b>	<b>Bellek yazma işlemi: DR yazacında saklanan veriyi Bellekte AR yazacı ile belirtilen adrese yaz.</b>

# Mikro İşlemler

- **Bir bilgisayarda 4 tip mikroişlem bulunmaktadır:**
  - **Yazaç Transfer Mikro İşlemleri**
  - **Aritmetik Mikro İşlemleri**
  - **Mantık (Lojik) Mikro İşlemleri**
  - **Kaydırma (Shift) Mikro İşlemleri**

# Aritmetik Mikro İşlemler

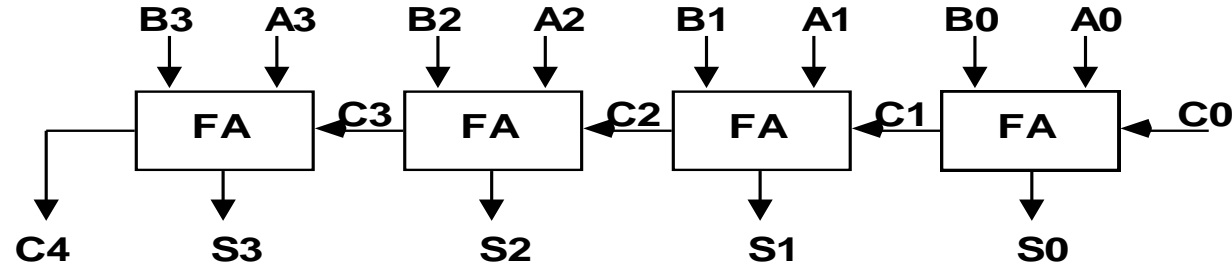
- Temel Aritmetik Mikro İşlemler
  - Toplama, Çıkarma, Artırma, Azaltma
- Bu ek olarak bazı mikro işlemler tanımlayabiliriz
  - Elde ile topla, Yükleme, Elde ile çıkarma vs.

## Birkaç Aritmetik Mikro İşlem Örneği

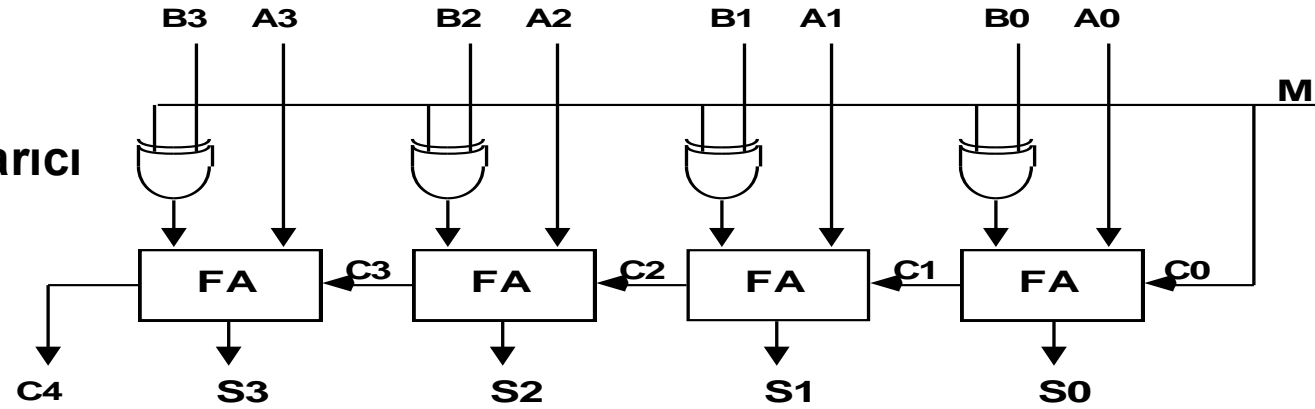
$R3 \leftarrow R1 + R2$	R1 ve R2 topla R3 yaz
$R3 \leftarrow R1 - R2$	R1 den R2 çıkart R3 yaz
$R2 \leftarrow R2'$	R2 tüleyenini alıp R2 yaz
$R2 \leftarrow R2' + 1$	R2'nin 2'ye tümleyenini al
$R3 \leftarrow R1 + R2' + 1$	Çıkarma işlemi
$R1 \leftarrow R1 + 1$	Arttırma
$R1 \leftarrow R1 - 1$	Azaltma

# İkili Toplayıcı / Çıkarıcı / Artırıcılar

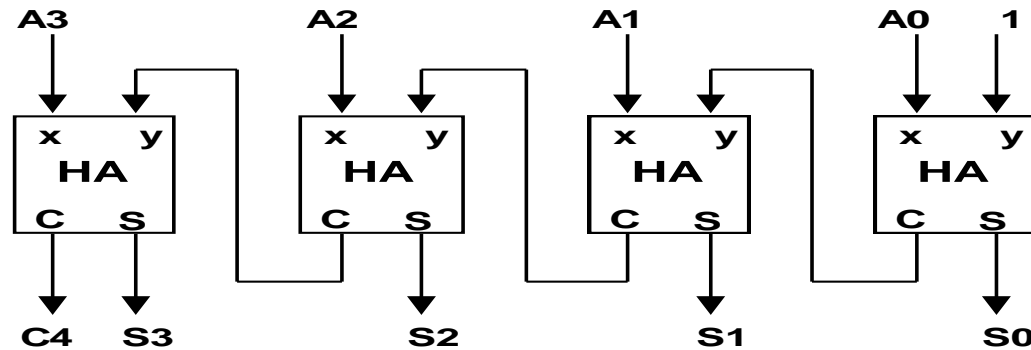
İkili Toplayıcı



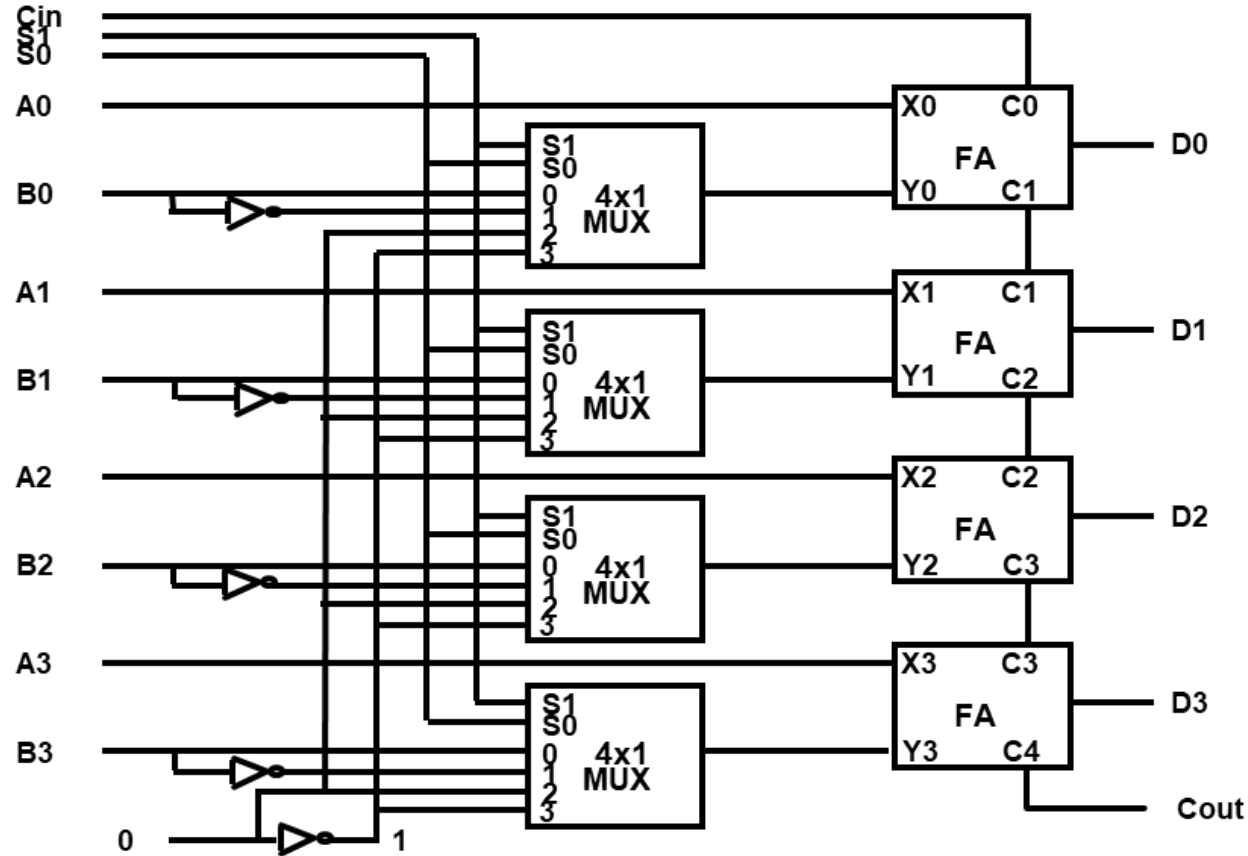
İkili Toplayıcı-Çıkarıcı



İkili Artırıcı

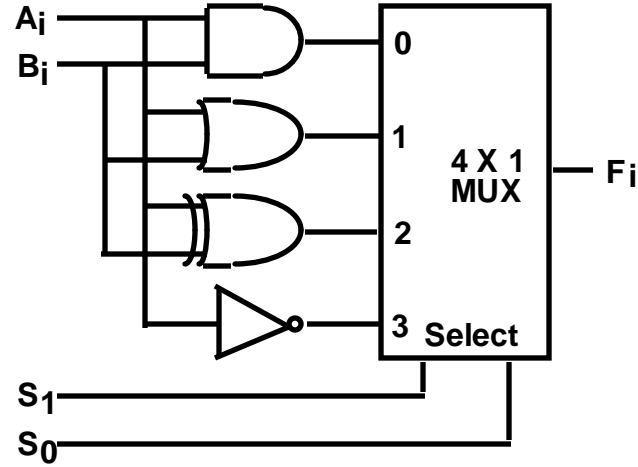


# Temel Aritmetik Devre



S1	S0	Cin	Y	Output	Mikro İşlem
0	0	0	B	$D = A + B$	Topla
0	0	1	B	$D = A + B + 1$	Eldeli Topla
0	1	0	B'	$D = A + B'$	Eldeli Çıkarma
0	1	1	B'	$D = A + B' + 1$	Çıkarma
1	0	0	0	$D = A$	Transfer A
1	0	1	0	$D = A + 1$	Artırma
1	1	0	1	$D = A - 1$	Azaltma
1	1	1	1	$D = A$	Transfer A

# Lojik Mikro İşlemler



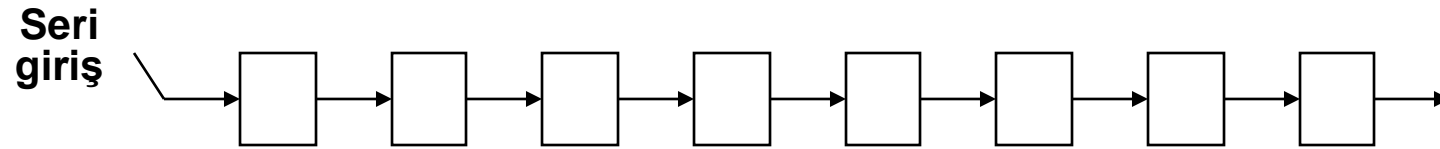
**Lojik Mikro İşlem Tablosu**

$S_1$	$S_0$	Output	Mikro İşlem
0	0	$F = A \wedge B$	AND
0	1	$F = A \vee B$	OR
1	0	$F = A \oplus B$	XOR
1	1	$F = A'$	Tümleyen

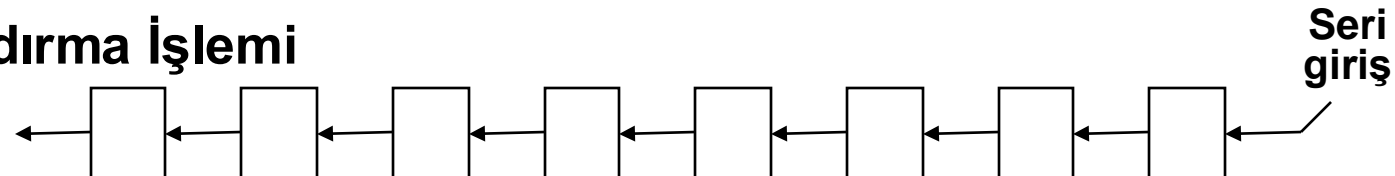


# Kaydırma (Shift) Mikro İşlemleri

- Temelde üç tip kaydırma işlemi vardır
  - Lojik Kaydırma
  - Aritmetik Kaydırma
  - Dairesel Kaydırma
- **Sağa Kaydırma İşlemi**

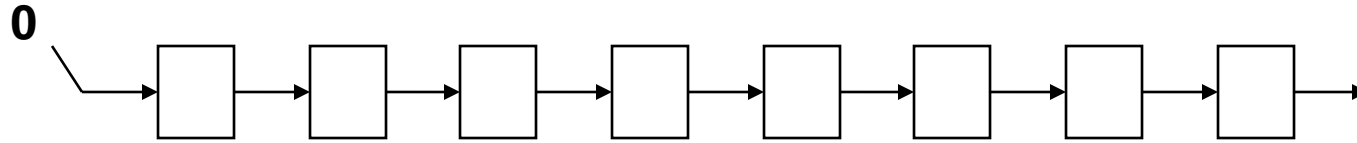


- **Sola Kaydırma İşlemi**

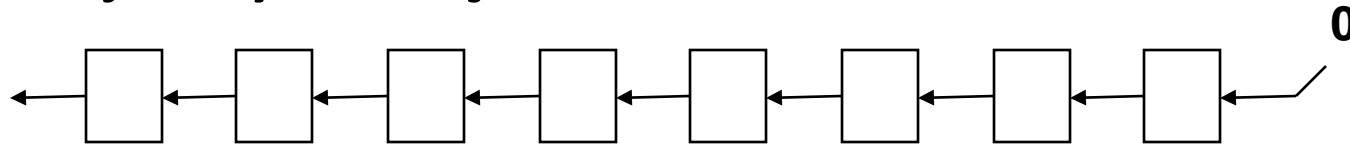


# Lojik Kaydırma

## Sağa Lojik Kaydırma İşlemi



## Sola Lojik Kaydırma İşlemi



Kaydırma İşlemi *Yazaç Transfer Dilinde* Aşağıdaki gibi ifade edilir.

*shl* Sola lojik kaydırma

*shr* Sağa lojik kaydırma

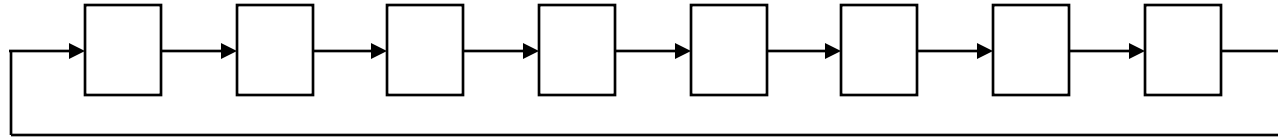
Örneğin:

$R2 \leftarrow shr\ R2$

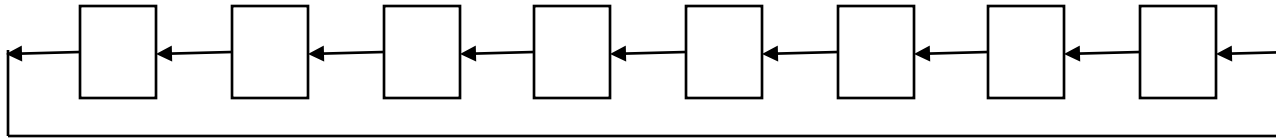
$R3 \leftarrow shl\ R3$

# Dairesel Kaydırma

## Sağa Dairesel Kaydırma İşlemi



## Sola Dairesel Kaydırma İşlemi



Kaydırma İşlemi *Yazaç Transfer Dilinde* Aşağıdaki gibi ifade edilir.

*cil* Sola lojik kaydırma

*cir* Sağa lojik kaydırma

Örneğin:

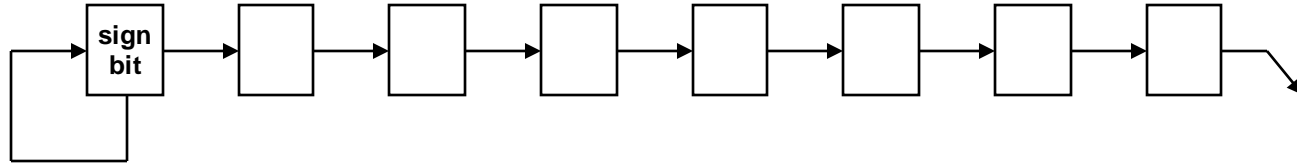
$R2 \leftarrow cir R2$

$R3 \leftarrow cil R3$

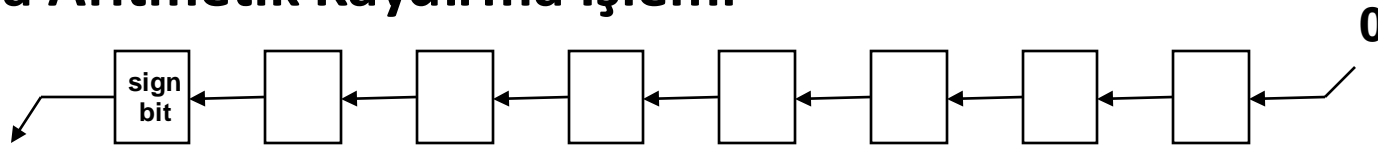
# Aritmetik Kaydırma

- Aritmetik Kaydırma İşleminde ikili işaretli sayılar kullanılmaktadır.
- İşaret biti sayının pozitif yada negatif olduğunu bize söyler.
- İşaretli sayılarda sola kaydırma işlemi sayıyı iki ile çarpma, sağa kaydırma ise sayıyı ikiye bölme anlamına gelmektedir.

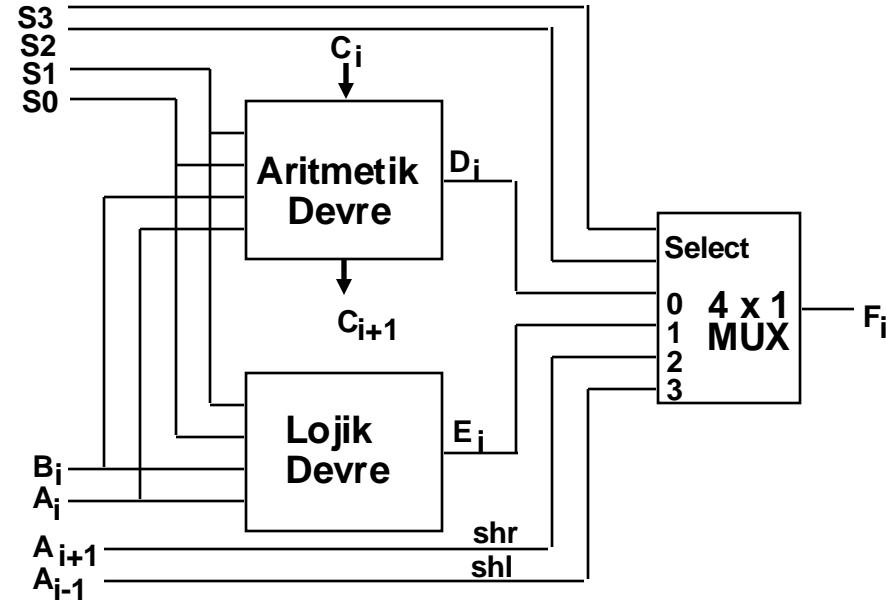
## Sağa Aritmetik Kaydırma İşlemi



## Sola Aritmetik Kaydırma İşlemi



# Aritmetik, Lojik, Shift Ara Birimi



S3	S2	S1	S0	Cin	İşlem	Fonksiyon
0	0	0	0	0	$F = A$	Transfer A
0	0	0	0	1	$F = A + 1$	Artırma A
0	0	0	1	0	$F = A + B$	Toplama
0	0	0	1	1	$F = A + B + 1$	Elde ile Toplama
0	0	1	0	0	$F = A + B'$	Elde ile Çıkarma
0	0	1	0	1	$F = A + B' + 1$	Çıkarma
0	0	1	1	0	$F = A - 1$	Azaltma A
0	0	1	1	1	$F = A$	Transfer A
0	1	0	0	X	$F = A \wedge B$	AND
0	1	0	1	X	$F = A \vee B$	OR
0	1	1	0	X	$F = A \oplus B$	XOR
0	1	1	1	X	$F = A'$	Tümleyen A
1	0	X	X	X	$F = shr A$	A'yı sağa kaydır
1	1	X	X	X	$F = shl A$	A'yı sola kaydır

# Sorularınız?