

4. MİKROİŞLEMCİ TEKNOLOJİSİ

4.1. Mikroişlemcili Sistemlerin Uygulama Alanları



Şekil 4-1 Mikroişlemcilerin Kullanıldığı Alanlar ve gerçekleştirme süreci

Günlük Yaşamda Kullanılan Mikroişlemcili Sistem Uygulamaları

- Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi vb. beyaz eşyalarda değişik parametrelerin ölçülmesi ve süreç denetiminde,
- Otomobillerde ve diğer araçlarda algılama, denetim ve göstergelerde,
- Elektrik motoru içeren sistemlerde, motor hızı, açı kontrol uygulamalarında
- Fare, klavye, kamera, oyun denetçileri vb. Bilgisayar çevre birimlerinde, monitörlerde, . .
- Elektronik ajanda, cep bilgisayarları (PDA)
- Endüstriyel ağlarda düşük maliyetli denetleyici bölgesi ağı (CAN),
- Genel amaçlı seri yol (USB) algılayıcı-güncelleyici arabirimi,
- Güvenlik Çevre Birimleri: Kızılötesi uzaktan (IR) algılama ve iletişimi,
- Elektronik Lamba Balastı
- Anahtarsız Uzaktan Kapı Açılması: RKE
- Televizyonlarda uzaktan kumanda, ekran üzerinde ayar ve gösterge birimlerinde,
- Elektronik saatlerde
- Cep telefonları içinde ses, görüntü giriş birimlerinde



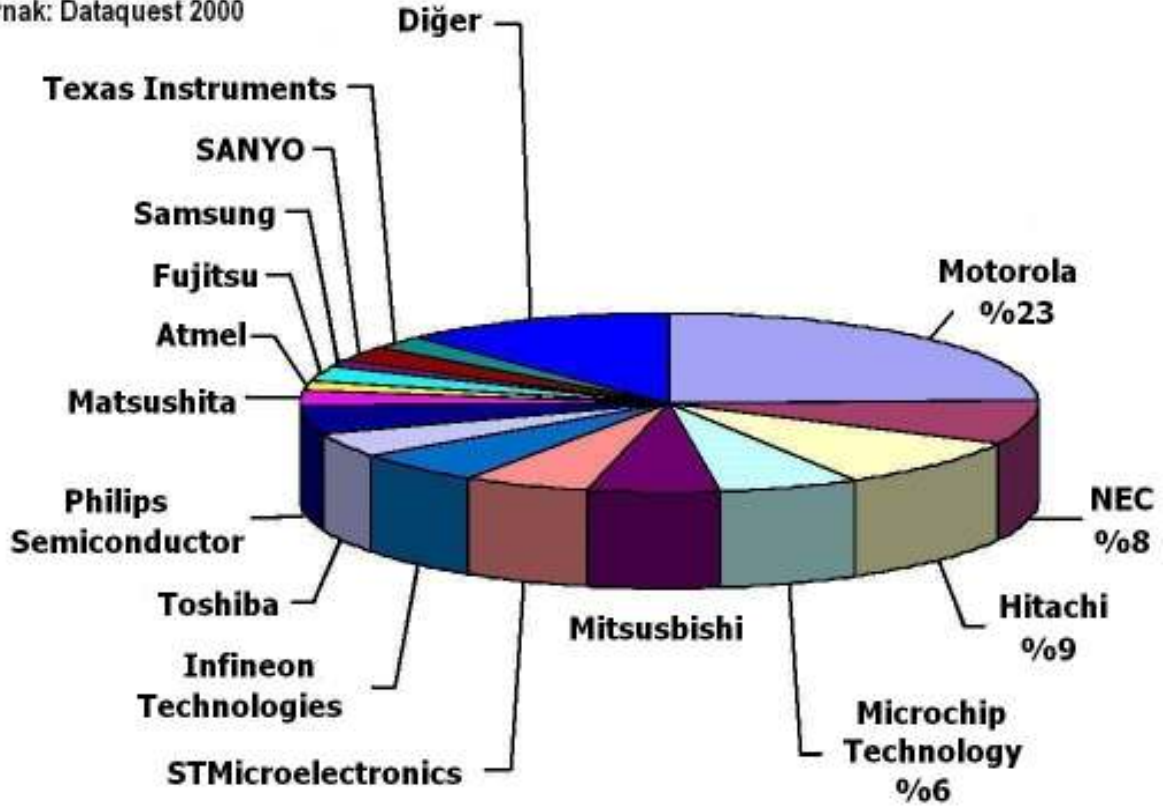
Endüstriyel Kontrol ve Gösterge Güvenlik Elektronik Balast Uzaktan Kumanda
Şekil 4-2 Mikroişlemcilerin Kullanıldığı Bazı Elektronik Sistemler

Elektronik Sistemlerde Mikroişlemcili Sistem Uygulamaları

- Paralel veri giriş/çıkış birimlerinde
- Seri veri giriş/çıkış birimlerinde
- Sayıcı / zamanlayıcı denetim ve ölçümünde
- Endüstriyel ölçme ve kontrol birimlerinde gösterge, çıkış birimi veya klavye, giriş birimi
- Algılayıcıların çıkış işaretinin dönüştürülmesinde
- Akım, gerilim, direnç Ölçü aletlerinde
- Sıcaklık ölçümü ve denetiminde
- Sayısal PID denetleyici uygulamalarında
- Aç / kapa (ON/OFF) denetleyici uygulamalarında
- Bir Internet arabirim denetleyicisine bağlantı (TCP/IP),
- Yerleşik Internet uygulamaları
- Genel amaçlı seri yol (USB)
- Denetleyici bölgesi ağı (CAN)
- Darbe genişliği modülasyonunda (PWM)
- Bölgesel iç bağlantı ağı (LIN)
- Radyo frekans, telli ve telsiz çalışma (RKE)

4.2. Mikroişlemcilerin Pazar Payları

Kaynak: Dataquest 2000

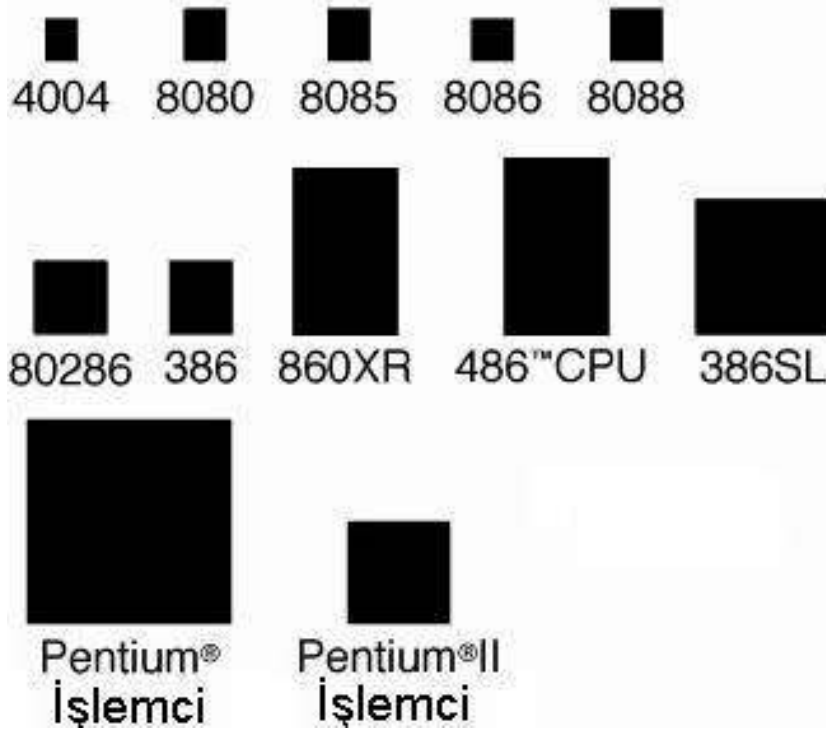


Şekil 4-3 Mikrodenetleyici Yongası Üreten Bazı Firmaların Pazar Payları

4.3. Mikroişlemcilerin ve İşlemcilerin Teknolojik Özellikleri

Tablo 4-1 Bazı İşlemcilerin Teknolojik Özellikleri

Adı	Tarih	Transistor	Mikron	Saat Hızı	Veri Genişliği	MIPS
6800	1974	4,100	6	1 MHz	8 bit	
8080	1974	6,000	6	2 MHz	8 bit	0.64
68000	1978	68,000	3,5	20 MHz	32 bit, 16-bit yol	2
8086	1978	29,000	3	5 MHz	16 bit	
8088	1979	29,000	3	5 MHz	16 bit, 8-bit yol	0.33
68008	1982				32 bit, 8-bit yol	
80286	1982	134,000	1.5	6 MHz	16 bit	1
80386	1985	275,000	1.5	16 MHz	32 bit	5
80486	1989	1,200,000	1	25 MHz	32 bit	20
PowerPC	1993	2,800,000	0,5	60 MHz	32 bit, 64-bit yol	
Pentium	1993	3,100,000	0.8	60 MHz	32 bit, 64-bit yol	100
Pentium II	1997	7,500,000	0.35	233 MHz	32 bit, 64-bit yol	~300
Pentium III	1999	9,500,000	0.25	450 MHz	32 bit, 64-bit yol	~510
Pentium 4	2000	42 milyon	0.18	1.5 GHz	32 bit, 64-bit yol	~1,700
PowerPC G5	2003	58 milyon	90nm	2.5 GHz	64 bit	
Core i7 (G3-6)	2013	1.86 milyar	22nm	3.6 GHz	64 bit	



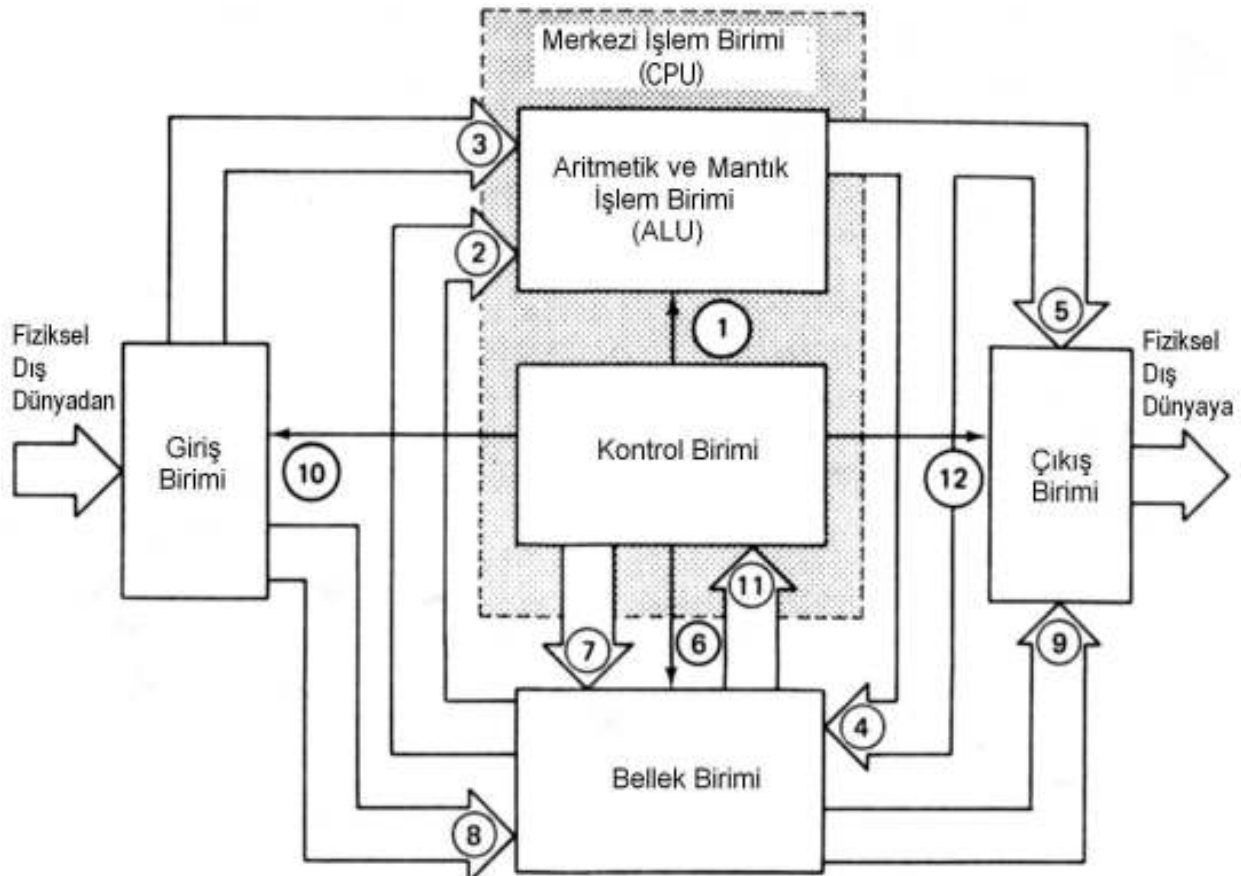
Şekil 4-4 Intel Mikroişlemci yongalarının oransal boyutları



Şekil 4-5 Motorola Firmasının Mikrodenetleyici Yonga Teknolojisinin Gelişimi

5. MİKROİŞLEMCİ TEMELLİ SİSTEM YAPISI VE ÇALIŞMASI

Mikroişlemci Temelli Sistemler benzer temel birimleri ayrıık veya tümleşik olarak yapısında bulundurur. Bunlar: aritmetik lojik işlem, bellek, kontrol, giriş ve çıkış birimleridir. Mikroişlemci temelli sistem ile gerçekleştirilecek uygulamaya yönelik olarak bu birimlerden değişik özelliklerde olanlar kullanılır.



Şekil 5-1 Mikroişlemci Temelli Sistemlerin Genel Blok Diyagramı

5.1. Mikroişlemci Temelli Sistemi Oluşturan Birimler

Şekil 5-1'deki blok diyagramda mikroişlemci temelli bir sistemi oluşturan birimler ve bu birimlerin aralarındaki bağlantılar gösterilmiştir. Sistemin ortasındaki taralı alanda bulunan aritmetik lojik işlem ve kontrol birimleri birlikte Merkezi İşlem Birimi (MİB) olarak adlandırılır. Ayrıca bu birim tümleşik olarak gerçekleştirildiğinde mikroişlemci olarak da adlandırılır.

5.1.1. Bellek Birimi

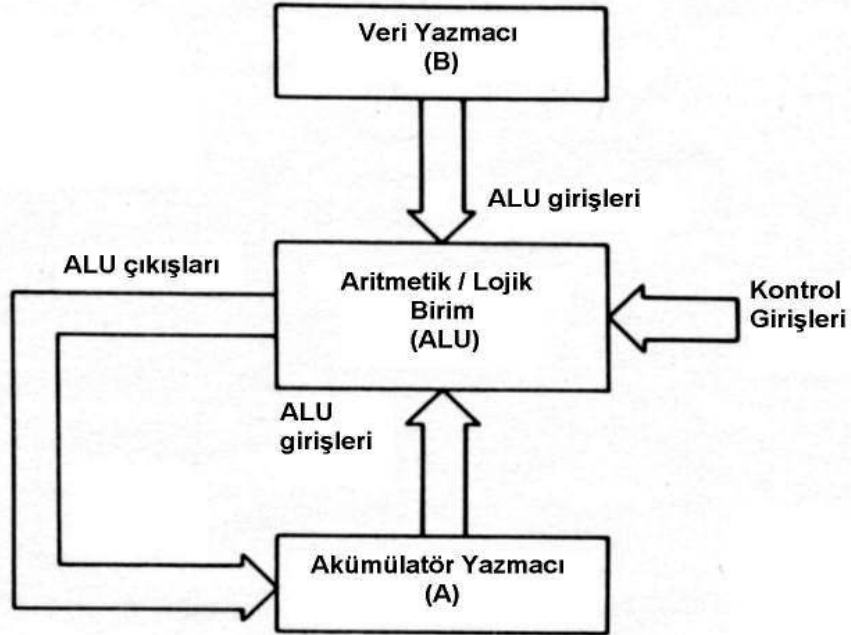
5.1.2. Aritmetik Lojik İşlem Birimi

5.1.3. Kontrol Birimi

5.1.4. Giriş Birimi

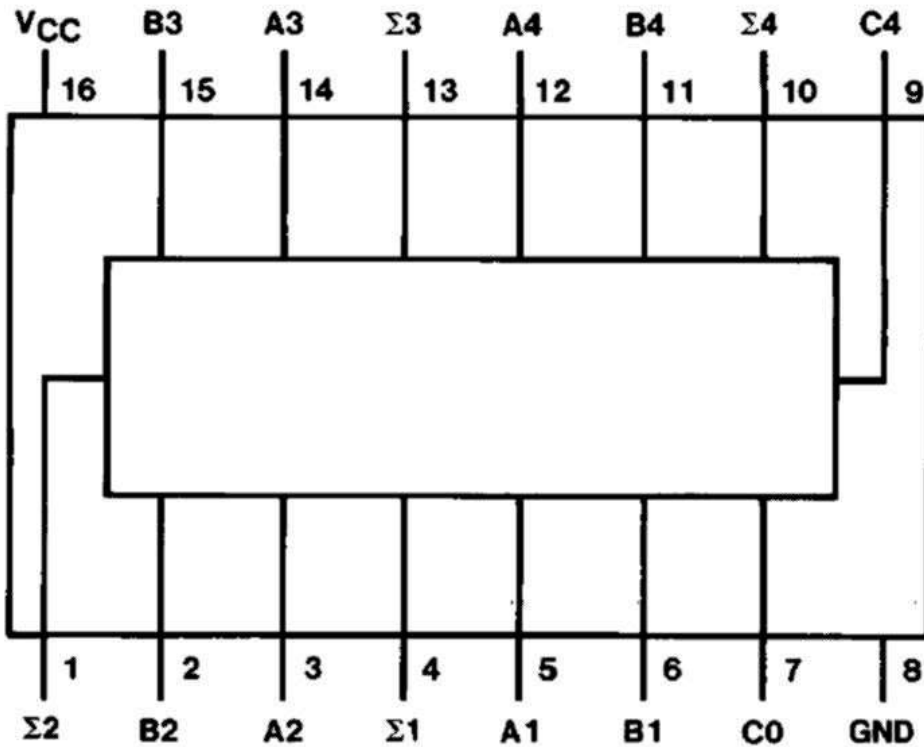
5.1.5. Çıkış Birimi

6. ARİTMETİK LOJİK İŞLEM BİRİMİ



Şekil 6-1 Aritmetik Lojik İşlem Biriminin Çalışması

6.1. Tümleşik Tam Toplayıcı



Şekil 6-2 74LS283 4-bit tam toplayıcı uç tanımları

Tablo 6-1 74LS283 4-bit tam toplayıcının çalışma tablosu.

Girişler				Çıkışlar					
				C0 = L için			C0 = H için		
A1	B1	A2	B2	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	C2	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	C2
A3	B3	A4	B4	$\Sigma 3$	$\Sigma 4$	C4	$\Sigma 3$	$\Sigma 4$	C4
L	L	L	L	L	L	L	H	L	L
H	L	L	L	H	L	L	L	H	L
L	H	L	L	H	L	L	L	H	L
H	H	L	L	L	H	L	H	H	L
L	L	H	L	L	H	L	H	H	L
H	L	H	L	H	H	L	L	L	H
L	H	H	L	L	H	L	L	L	H
H	H	H	L	L	L	H	H	L	H
L	L	L	H	L	H	L	H	H	L
H	L	L	H	H	H	L	L	L	H
L	H	L	H	L	L	H	H	L	H
H	H	L	H	L	L	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	H	L	H
H	L	H	H	H	L	H	L	H	H
L	H	H	H	L	L	H	L	H	H
H	H	H	H	L	H	H	H	H	H

Not : Tabloda $\Sigma 1$ $\Sigma 2$ çıkışları A1 B1 A2 B2 ve C0 girişleri kullanılarak belirlenen ilk 2-bit toplama sonucu ve C2 iç eldedir. $\Sigma 3$ $\Sigma 4$ çıkışları A3 B3 A4 B4 girişleri ve C2 kullanılarak belirlenen son 2-bit toplama sonucu ve C4 elde çıkışıdır.

Bu tam toplayıcının çıkışlarının lojik ifadesi aşağıda verilen şekilde gösterilebilir.

$$= 8(A4+B4) + 4(A3+B3) + 2(A2+B2) + (A1+B1) + C0$$

$$= 16 C4 + 8 \Sigma 4 + 4 \Sigma 3 + 2 \Sigma 2 + \Sigma 1$$

Çalışma tablosunun açıklaması için bir örnek uygulama

Girişler : “ A4 A3 A2 A1 ” = “ H L H L ”
 “ B4 B3 B2 B1 ” = “ H L L H ”
 “ C0 ” = “ L ”

Çıkışlar : “ C4 $\Sigma 4$ $\Sigma 3$ $\Sigma 2$ $\Sigma 1$ ” = “ H L L H H ”

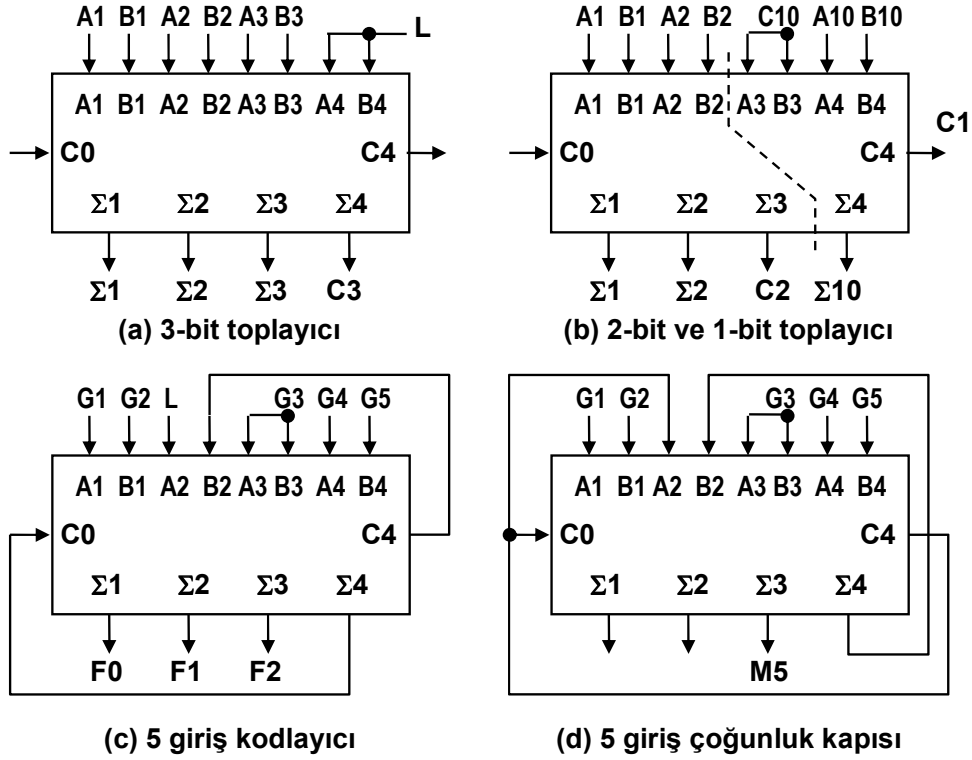
Aktif “1” Giriş / Çıkış (H=“1”, L=“0”) için

$$\text{Elde “0”} + 10 + 9 = 19$$

Aktif “0” Giriş / Çıkış (H=“0”, L=“1”) için

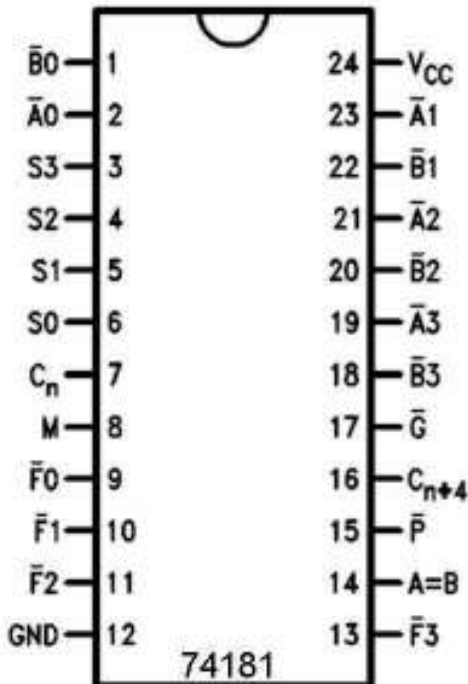
$$\text{Elde “1”} + 5 + 6 = 12$$

Toplayıcı tümleşik devreleriyle, ek bağlantılar ve devreler kullanılarak değişik boyutlarda ve kodlama için toplama, çıkarma, kodlayıcı, çoğunluk kapısı tasarımları gerçekleştirilebilir.



Şekil 6-3 Tümleşik tam toplayıcı uygulama devreleri

6.2. Tümleşik Aritmetik Lojik İşlem Devresi



Uç Adları	Tanımları
$\bar{A}0-\bar{A}3$	İşlenen Girişleri (Aktif "0")
$\bar{B}0-\bar{B}3$	İşlenen Girişleri (Aktif "0")
$S0-S3$	Fonksiyon Seçim Girişleri
M	Çalışma Şekli Kontrol Girişi
C_n	Elde Girişi
$\bar{F}0-\bar{F}3$	Fonksiyon Çıkışları (Aktif "0")
$A = B$	Karşılaştırma Çıkışı
\bar{G}	Elde Üretme Çıkışı (Aktif "0")
\bar{P}	Elde Yayılma Çıkışı (Aktif "0")
C_{n+4}	Elde Çıkışı

Şekil 6-4 74LS181 4-bit ALU ve Uç Ayrıntıları

Tablo 6-2 74LS181 4-bit ALU Çalışma Tablosu

Fonksiyon Seçim Girişleri				Aktif "0" İşlenen Girişleri & Fn Çıkışları		Aktif "1" İşlenen Girişleri & Fn Çıkışları	
S3	S2	S1	S0	Lojik (M = H)	Aritmetik ** (M = L) (C _n = L)	Lojik (M = H)	Aritmetik ** (M = L) (C _n = H)
L	L	L	L	\bar{A}	A eksi 1	\bar{A}	A
L	L	L	H	\overline{AB}	AB eksi 1	$\overline{A+B}$	A + B
L	L	H	L	$\overline{A+B}$	\overline{AB} eksi 1	\overline{AB}	A + \bar{B}
L	L	H	H	Lojik 1	eksi 1	Lojik 0	eksi 1
L	H	L	L	$\overline{A+B}$	A artı (A + \bar{B})	\overline{AB}	A artı \overline{AB}
L	H	L	H	\bar{B}	AB artı (A + \bar{B})	\bar{B}	(A + B) artı \overline{AB}
L	H	H	L	$\overline{A \oplus B}$	A eksi B eksi 1	$A \oplus B$	A eksi B eksi 1
L	H	H	H	$A + \bar{B}$	A + \bar{B}	\overline{AB}	AB eksi 1
H	L	L	L	\overline{AB}	A artı (A + B)	$\bar{A} + B$	A artı AB
H	L	L	H	$A \oplus B$	A artı B	$\overline{A \oplus B}$	A artı B
H	L	H	L	B	\overline{AB} artı (A + B)	B	(A + \bar{B}) artı AB
H	L	H	H	A + B	A + B	AB	AB eksi 1
H	H	L	L	Lojik 0	A artı A*	Lojik 1	A artı A*
H	H	L	H	\overline{AB}	AB artı A	$A + \bar{B}$	(A + B) artı A
H	H	H	L	AB	\overline{AB} eksi A	A + B	(A + \bar{B}) artı A
H	H	H	H	A	A	A	A eksi 1

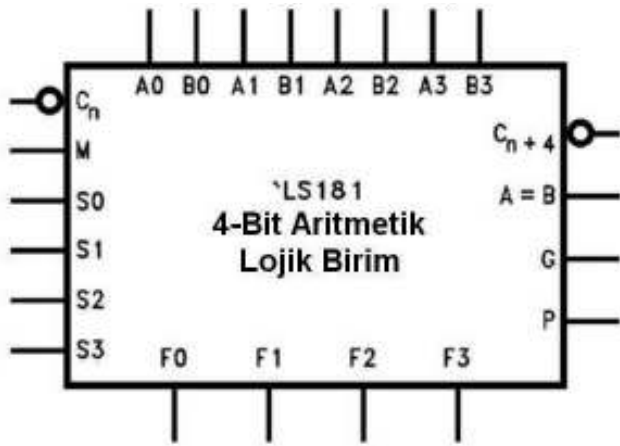
* Her bit bir sonraki en büyük ağırlıklı konumuna ötelenir.

** Aritmetik işlemler 2'ye tımleyen şekilde açıklanmıştır.

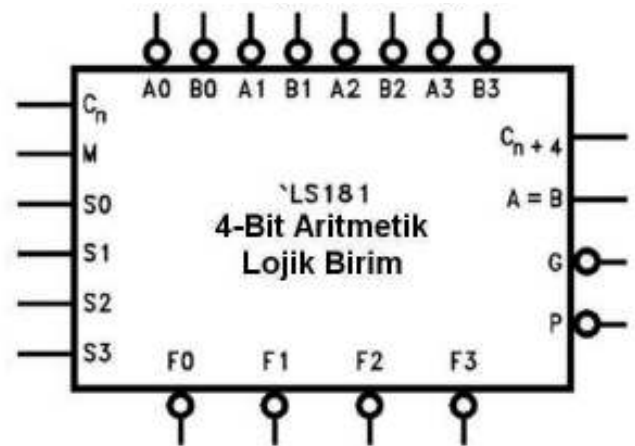
Fonksiyon Seçim Girişleri S3 S2 S1 S0	Aktif "0" İşlenen Girişleri ve Çıkışları		
	M=H	M=L; Aritmetik İşlemler	
	Lojik Fonksiyon	C _n =L (elde yok)	C _n =H (elde var)
L L L L	F = \bar{A}	F = A EKSi 1	F = A
L L L H	F = \overline{AB}	F = AB EKSi 1	F = AB
L L H L	F = $\overline{A+B}$	F = \overline{AB} EKSi 1	F = \overline{AB}
L L H H	F = 1	F = EKSi 1 (2'ye tımleyen)	F = Sıfır
L H L L	F = $\overline{A+B}$	F = A ARTI (A + \bar{B})	F = A ARTI (A + \bar{B}) ARTI 1
L H L H	F = \bar{B}	F = AB ARTI (A + \bar{B})	F = AB ARTI (A + \bar{B}) ARTI 1
L H H L	F = $\overline{A \oplus B}$	F = A EKSi B EKSi 1	F = A EKSi B
L H H H	F = $A + \bar{B}$	F = $A + \bar{B}$	F = (A + \bar{B}) ARTI 1
H L L L	F = \overline{AB}	F = A ARTI (A + B)	F = A ARTI (A + B) ARTI 1
H L L H	F = $A \oplus B$	F = A ARTI B	F = A ARTI B ARTI 1
H L H L	F = B	F = \overline{AB} ARTI (A + B)	F = \overline{AB} ARTI (A + B) ARTI 1
H L H H	F = A + B	F = A + B	F = (A + B) ARTI 1
H H L L	F = 0	F = A ARTI A	F = A ARTI A ARTI 1
H H L H	F = \overline{AB}	F = AB ARTI A	F = AB ARTI A ARTI 1
H H H L	F = AB	F = \overline{AB} ARTI A	F = \overline{AB} ARTI A ARTI 1
H H H H	F = A	F = A	F = A ARTI 1

Fonksiyon Seçim Girişleri S3 S2 S1 S0	Aktif "1" İşlenen Girişleri ve Çıktıları		
	M=H	M=L; Aritmetik İşlemler	
	Lojik Fonksiyon	Cn=H (elde yok)	Cn=L (elde var)
L L L L	$F = \bar{A}$	$F = A$	$F = A \text{ ARTI } 1$
L L L H	$F = \bar{A} + B$	$F = A + B$	$F = (A + B) \text{ ARTI } 1$
L L H L	$F = \bar{A}B$	$F = A + \bar{B}$	$F = (A + \bar{B}) \text{ ARTI } 1$
L L H H	$F = 0$	$F = \text{EKSI } 1$ (2'ye tümleyen)	$F = \text{Sıfır}$
L H L L	$F = \bar{A}\bar{B}$	$F = A \text{ ARTI } \bar{A}\bar{B}$	$F = A \text{ ARTI } \bar{A}\bar{B} \text{ ARTI } 1$
L H L H	$F = \bar{B}$	$F = (A + B) \text{ ARTI } \bar{A}\bar{B}$	$F = (A+B) \text{ ARTI } \bar{A}\bar{B} \text{ ARTI } 1$
L H H L	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ EKSI } B \text{ EKSI } 1$	$F = A \text{ EKSI } B$
L H H H	$F = \bar{A}B$	$F = \bar{A}\bar{B} \text{ EKSI } 1$	$F = \bar{A}\bar{B}$
H L L L	$F = \bar{A} + B$	$F = A \text{ ARTI } AB$	$F = A \text{ ARTI } AB \text{ ARTI } 1$
H L L H	$F = \bar{A} \oplus B$	$F = A \text{ ARTI } B$	$F = A \text{ ARTI } B \text{ ARTI } 1$
H L H L	$F = B$	$F = (A + \bar{B}) \text{ ARTI } AB$	$F = (A + \bar{B}) \text{ ARTI } AB \text{ ARTI } 1$
H L H H	$F = AB$	$F = AB \text{ EKSI } 1$	$F = AB$
H H L L	$F = 1$	$F = A \text{ ARTI } A$	$F = A \text{ ARTI } A \text{ ARTI } 1$
H H L H	$F = A + \bar{B}$	$F = (A + B) \text{ ARTI } A$	$F = (A+B) \text{ ARTI } A \text{ ARTI } 1$
H H H L	$F = A + B$	$F = (A + \bar{B}) \text{ ARTI } A$	$F = (A + \bar{B}) \text{ ARTI } A \text{ ARTI } 1$
H H H H	$F = A$	$F = A \text{ EKSI } 1$	$F = A$

Aktif "1" İşlenen Girişleri ve Çıktıları

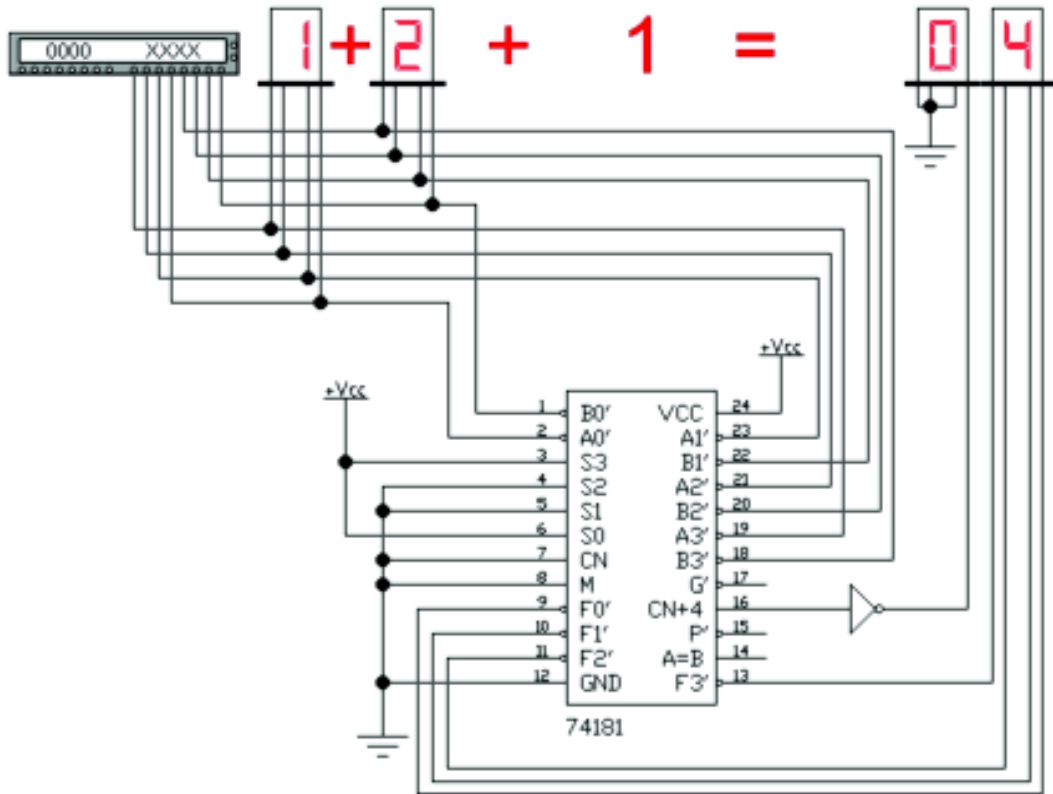


Aktif "0" İşlenen Girişleri ve Çıktıları

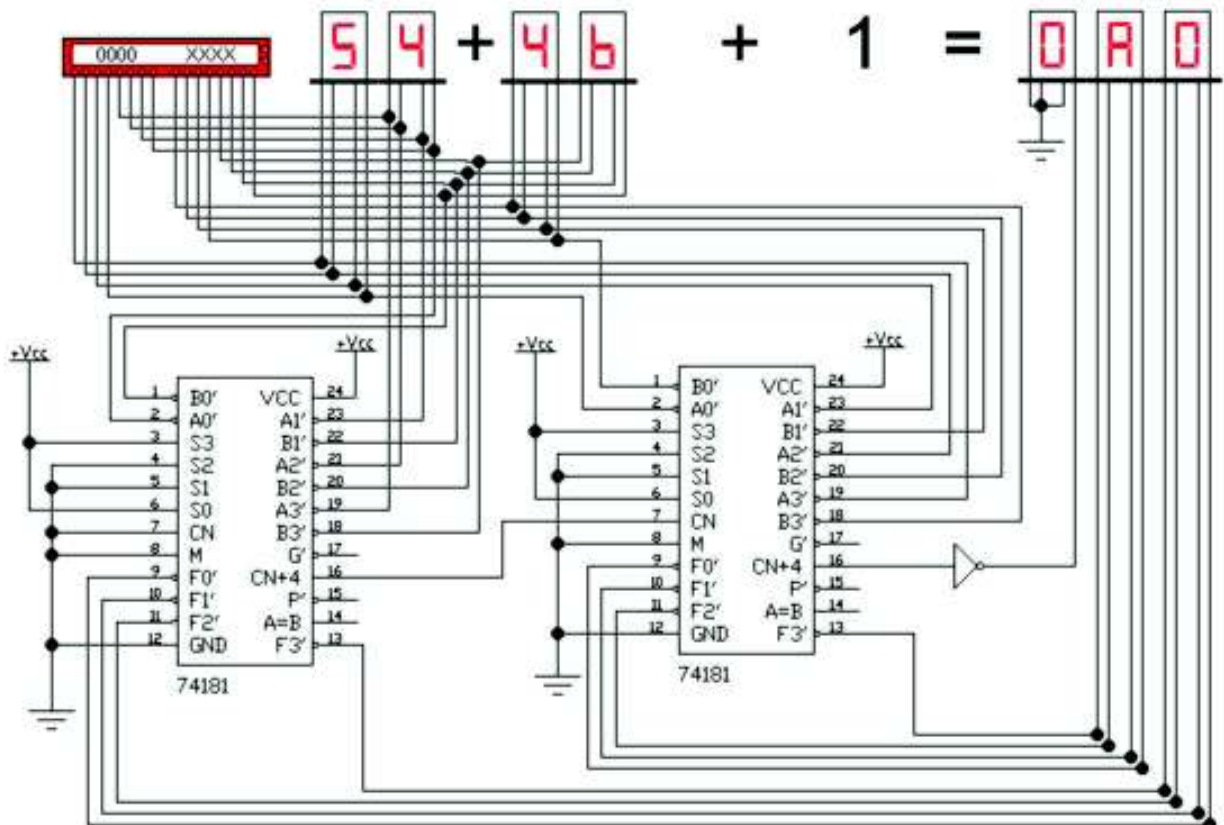


Şekil 6-5 74LS181 4-bit ALU Blok Diyagramları

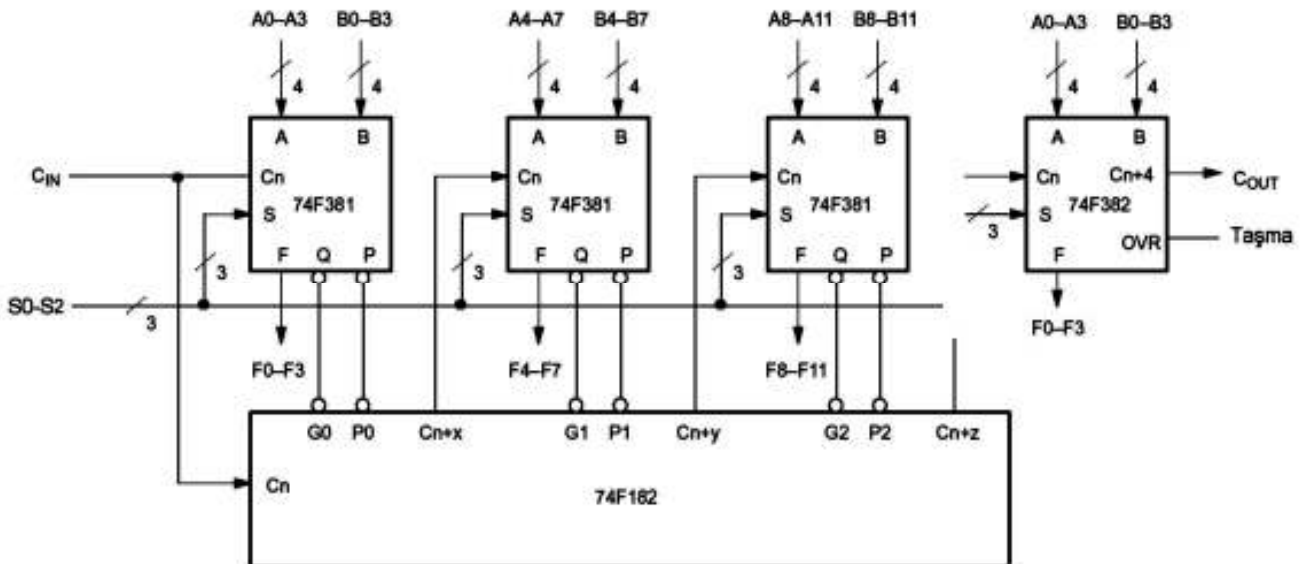
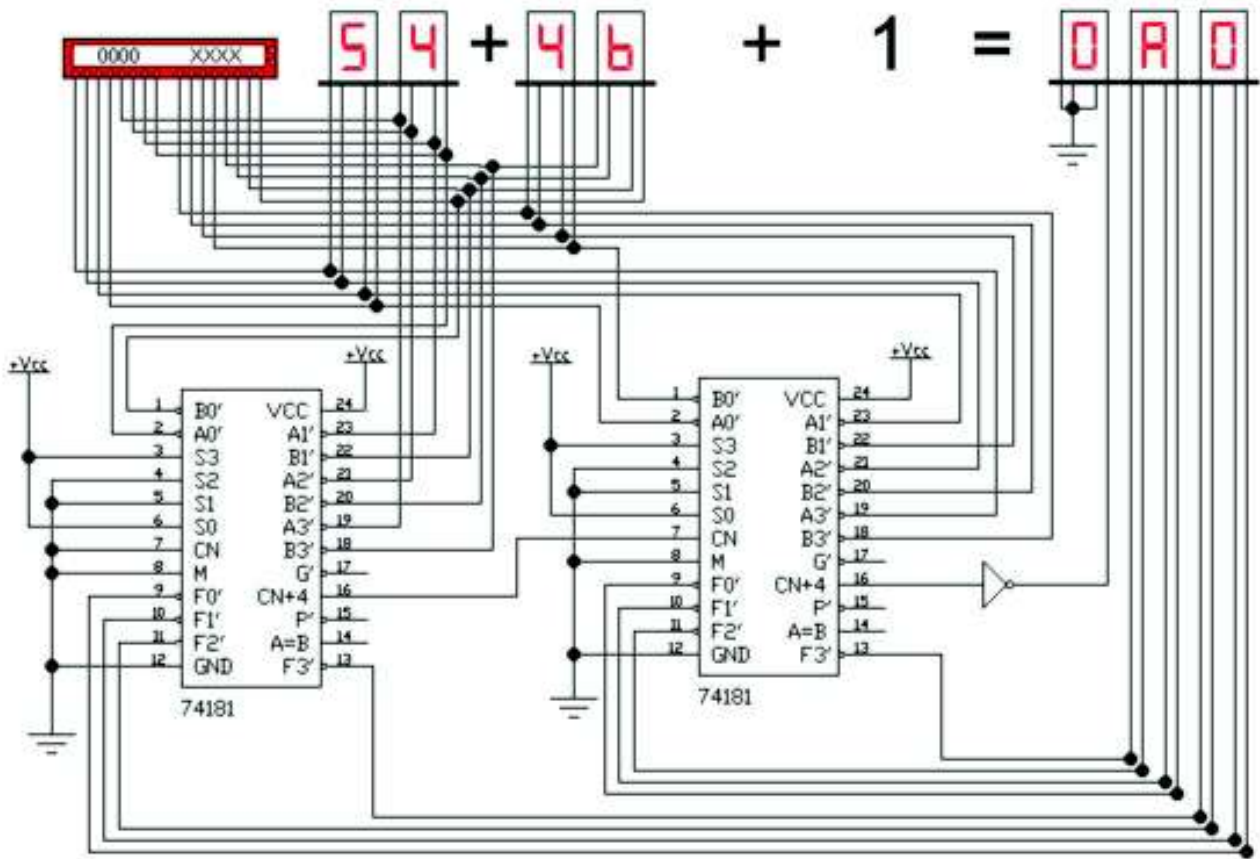
6.3. Tümeleşik ALU Uygulamaları



Şekil 6-6 ALU ile 4-bit iki ikili sayının toplamının 1 fazlasının ikili olarak elde edilmesi.

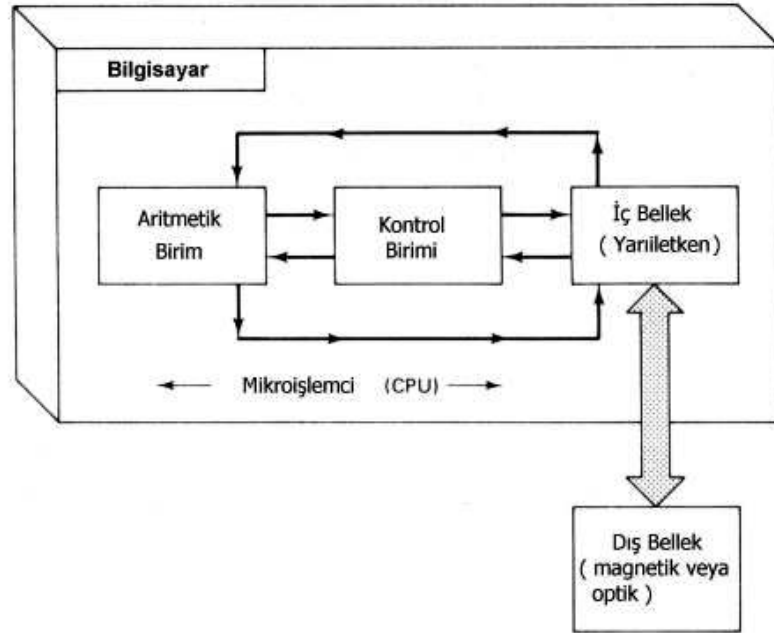


Şekil 6-7 ALU ile 8-bit iki ikili sayının toplamının 1 fazlasının ikili olarak elde edilmesi.



Şekil 6-8 Elde Üretici ile 16-bit ALU Tasarımı

7. BELLEK BİRİMİ



Şekil 7-1 Bellek Birimlerinin Bilgisayar Sistemindeki Yeri

7.1. Bellekler İçin Kullanılan Terimler

Bellek birimlerinin çalışmasının anlaşılması ve iyi bir şekilde kullanılması için bu birimlerin ana özelliklerinin açıklanmasında yaygın olarak kullanılan bazı tanım ve terimlerin bilinmesi gerekir.

Bellek Hücresi (Memory Cell) : Tek bitlik (0 veya 1) bilgiyi saklamak için kullanılan aygıt veya elektriksel devre. Bir Flip-Flop, manyetik çekirdek, manyetik teyp veya disk üzerinde bir bölge bellek hücreleri içeren örneklerdir.

Bellek Kelimesi (Memory Word): Bilgiyi veya bazı tipteki veriyi gösteren bellek içindeki bit grubudur. Örneğin bir yazmaç 8 tane FF içeriyorsa, bu yazmaçta 8-bit veri kelime olarak depolanabilir.

- 4-bit : yarım bayt (nibble)
- 8-bit : 1 bayt
- 16-bit : 2 bayt (1 kelime, word)
- 32-bit : 2 kelime (çift kelime, double word veya 4 bayt, quad byte)
- 64-bit : dört kelime (quad-word)

Bayt (Byte): 8-bit kelime için kullanılan özel bir terimdir. Bir Bayt daima 8-bit içerir.

Kapasite : Bellek aygıtının bir parçasında veya bellek sisteminin tümünde ne kadar bitin depolanabileceğini belirtmek için kullanılır. 8192 tane 8-bit kelime depolayacak şekilde düzenlenmiş bir bellek birimi 65536-bit veri depolar ve bellek kapasitesi 8192 x 8-bit veya 8192-Bayt olarak gösterilir.

Ayrıca çok kullanılan bellek kapasitesi üst birimleri:

2^{10} Bayt = 1 KB (Kilo Bayt) = 1024 Bayt,

2^{20} Bayt = 1024 KB = 1 MB (Mega Bayt) = 1,048,576 Bayt,

2^{30} Bayt = 1024 MB = 1 GB (Giga Bayt) olarak tanımlanmıştır.

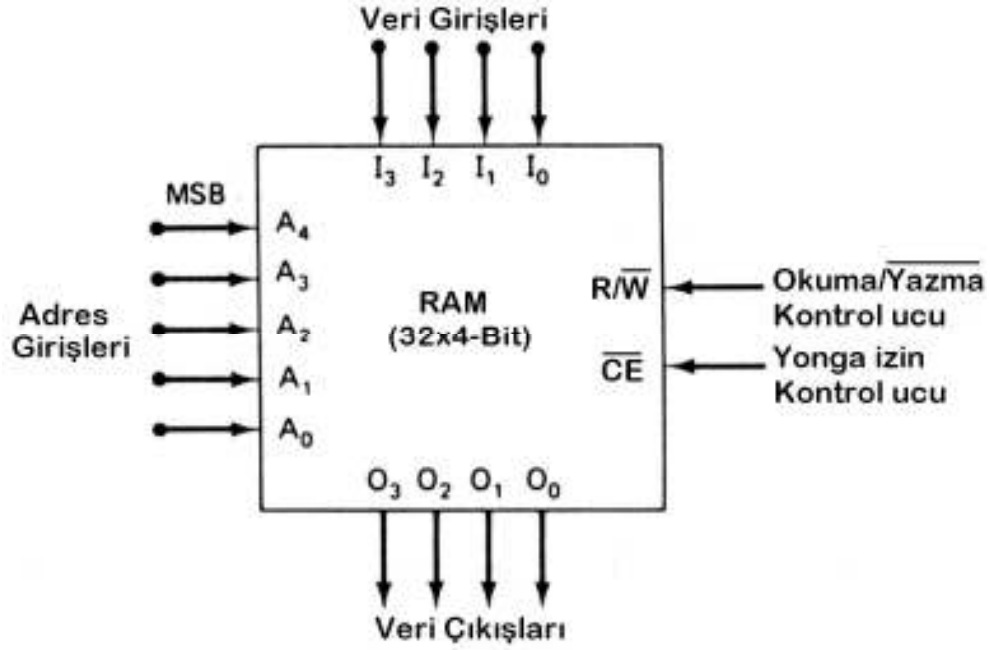
2^{40} Bayt = 1024 GB = 1 TB (Terra Bayt) olarak tanımlanmıştır.

Adres : Kelimenin bellek içindeki yerini tanımlar. Bellek içinde bulunan her bir kelimenin tek bir adresi vardır.

Okuma İşlemi (Memory Read): Bellek biriminin içindeki belirli bir adresteki veri kelimesinin okuma komutu alındıktan sonra bellek dışına transfer edilmesidir. Bellek içindeki bilgi değişmez, korunur.

Yazma İşlemi (Memory Write): Bellek biriminin dışında bulunan veri kelimesinin yazma komutu alındıktan sonra bellek içindeki belirli bir adresteki veri kelimesine transfer edilmesidir. Bellek birimine veri depolamak anlamına gelir. Bu durumda, bellek adresinde önceden bulunan veri üzerine yazıldığı için kaybolur.

Erişim Süresi (Access Time): Bellek hızını belirlemek için kullanılan özel bir terimdir. Bellek biriminden okuma işlemi yapmak için gerek duyulan süredir.



Şekil 7-2 Bellek Biriminin Uç Tanımları (32 x 4-bit)

Adres Girişleri (Address inputs)

Veri Girişleri (Data inputs)

Veri Çıkışları (Data outputs)

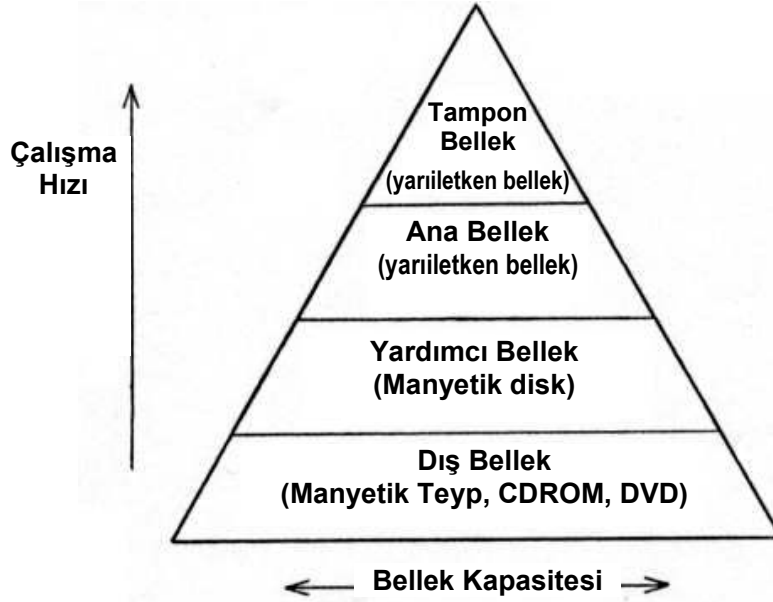
Okuma/Yazma Kontrol Girişi (R / \overline{W} , Read / Write)

Bellek Birimine İzin Kontrol Girişi (CE , Chip Enable)

7.2. Bellek Çeşitleri

Tablo 7-1 Bellek Çeşitleri ve Genel Özellikleri

Bellek Çeşidi	Avantajları	Dezavantajları
Yarıiletken Bellek	Hızlı erişim Yüksek veri hızı	Pahalı olması
Floppy disket	Taşınabilir Çok Ucuz	Sınırlı kapasite Sınırlı güvenilirlik Yavaş erişim Düşük veri hızı
Hard disk	Yüksek Kapasite Orta veri hızı	Orta erişim hızı
Teyp	Yüksek Kapasite Taşınabilir	Çok uzun erişim süresi
CD-ROM	Yüksek Kapasite Taşınabilir	Yavaş erişim Orta veri hızı



Şekil 7-3 Sayısal Bilgisayar Sistemlerinde Kullanılan Bellek Çeşitleri

7.3. Yarıiletken Bellekler

İlk yarıiletken bellek Intel tarafından 1970 yılında üretilen 1K-bit p-kanal MOS dinamik RAM tümleşik bellek devresidir.

- Okunabilir/Yazılabilir Bellekler (RAM, Random Access Memory)

Sistem çalışırken sistem tarafından Rasgele Erişimli Okunabilir/yazılabilir belleklerdir. Bu gruptaki bellekler, sistemde verilerin ve bilgilerin **geçici** olarak saklanması amacıyla kullanılırlar. Sistemin gücünün kesilmesiyle saklanan veriler ve bilgiler **kaybolur!**

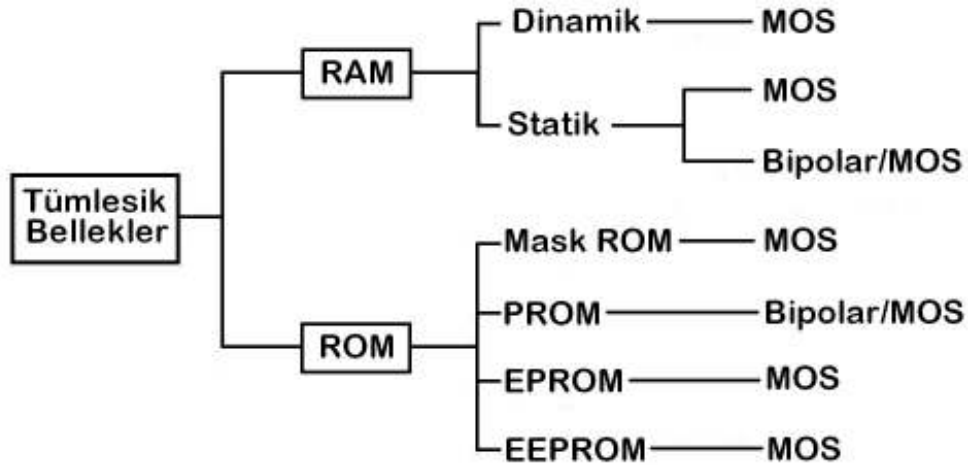
- Yalnız Okunabilir Bellekler (ROM, Read Only Memory)

Sistem dışında yazılıp sistem tarafından yalnız okunabilir belleklerdir. Bu gruptaki bellekler ise, sistemde verilerin ve bilgilerin **kalıcı** olarak saklanması amacıyla kullanılırlar. Sistemin gücünün kesilmesiyle saklanan veriler ve bilgiler **kaybolmaz!**

Tablo 7-2 Yarıiletken Bellek Özellikleri

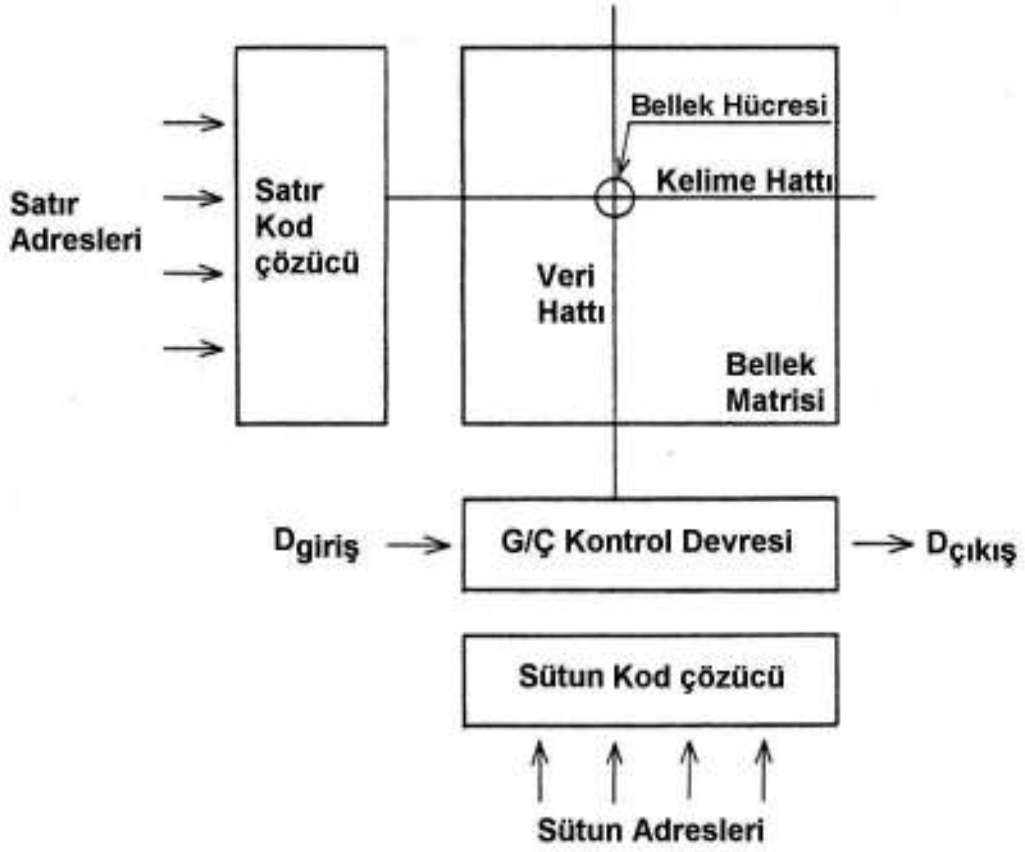
Bellek Tipi	Özellikleri	Oku/ Yaz	Kalıcı	Hızı	Fiyat/bit
Flip-Flop	Bir bit yazmaç. Genellikle sayısal devrelerde temel tasarım bloğu olarak kullanılır.	Evet	Hayır	Çok çok Hızlı	Çok Yüksek
Yazmaç	Bayt, kelime veya çift kelime tutan FF setidir. Mikroişlemciler gibi karmaşık yongaların içinde kullanılır.	Evet	Hayır	Çok çok Hızlı	Çok Yüksek
SRAM	Adreslenebilir FF dizisidir. Verinin geçici olarak saklanması için kullanılır.	Evet	Hayır	Çok Hızlı	Yüksek
DRAM	Adreslenebilir depolama hücre dizisidir. Ana belleklerde veri saklamak için kullanılır.	Evet	Hayır	Hızlı	Orta
ROM	Adreslenebilir donanımla bağlanmış hücre dizisidir. Programlaması yonga üretimi sırasında yapılır.	Hayır	Evet	Çok Hızlı	Düşük
PROM	Adreslenebilir sigorta dizisidir. Programlaması kullanıcı tarafından bir kez yapılır.	Bir kez yazılır	Evet	Çok Hızlı	Yüksek
EPROM	Silinebilir ve yazılabilir ROM. Silme işlemi özellikli morötesi (ultraviolet) ışınması ile yapılır.	Birden çok yazılır	Evet	Orta	Orta
OTPROM	Bir kez programlanabilir ROM. Temelde EPROM 'a benzer fakat penceresi yoktur.	Bir kez yazılır	Evet	Orta	Orta
EEPROM	Elektrik ile silinebilir ROM. Yazma çevrimi sayıları sınırlıdır.	Evet	Evet	Düşük	Yüksek
FLASH ROM	Bölgesel silinebilir ROM. Yazma çevrimi sayıları sınırlıdır.	Evet	Evet	Orta	Orta
NOVRAM	Batarya destekli SRAM veya SRAM/EEPROM melez teknoloji	Evet	Evet	Orta	Yüksek

Yarıiletken belleklerin karakteristik özellikleri Tablo 7-2'de, tasarım ve üretim teknolojilerini veren gruplama ise Şekil 7-4'de, gösterilmiştir.

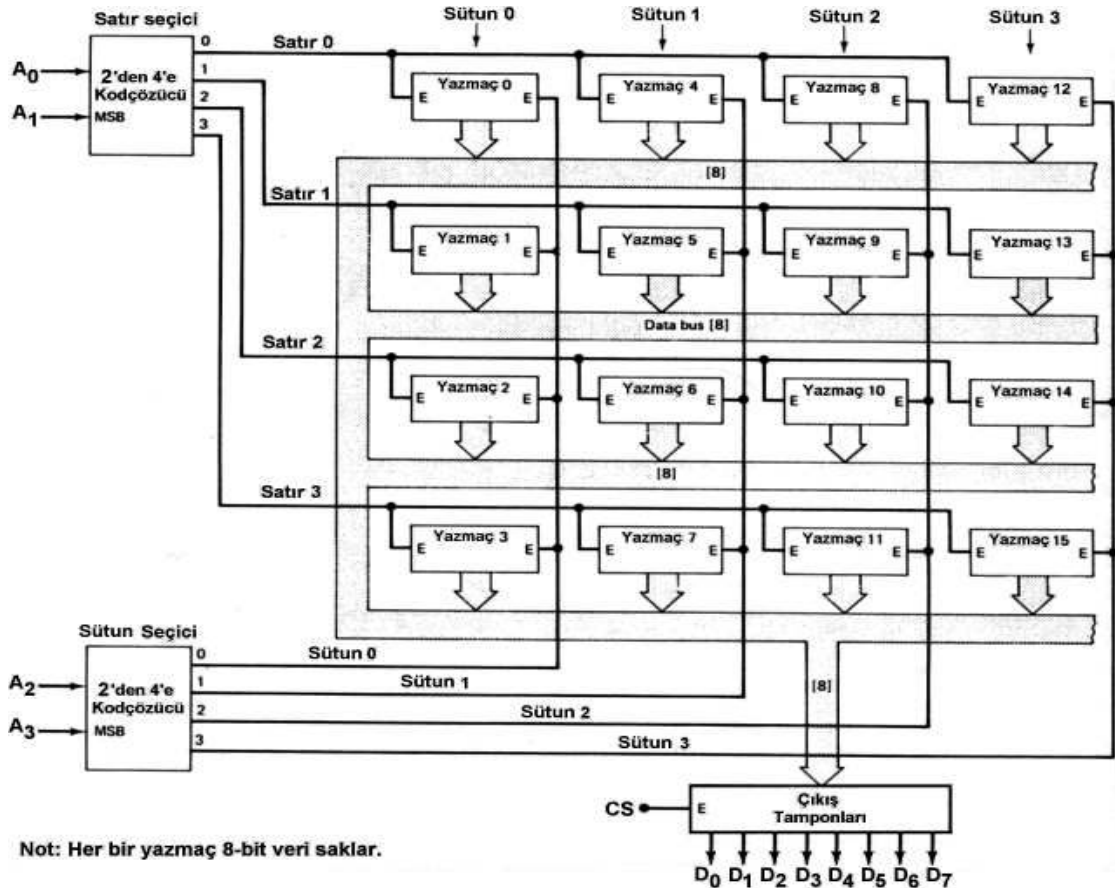


Şekil 7-4 Yarıiletken Belleklerin Teknolojik Sınıflandırması

Bellek üretim teknoloji grupları MOS grubu içinde NMOS ve CMOS, Bipolar/MOS grubu içinde ise Bipolar, ECL ve Bi-CMOS örnekleri verilebilir.



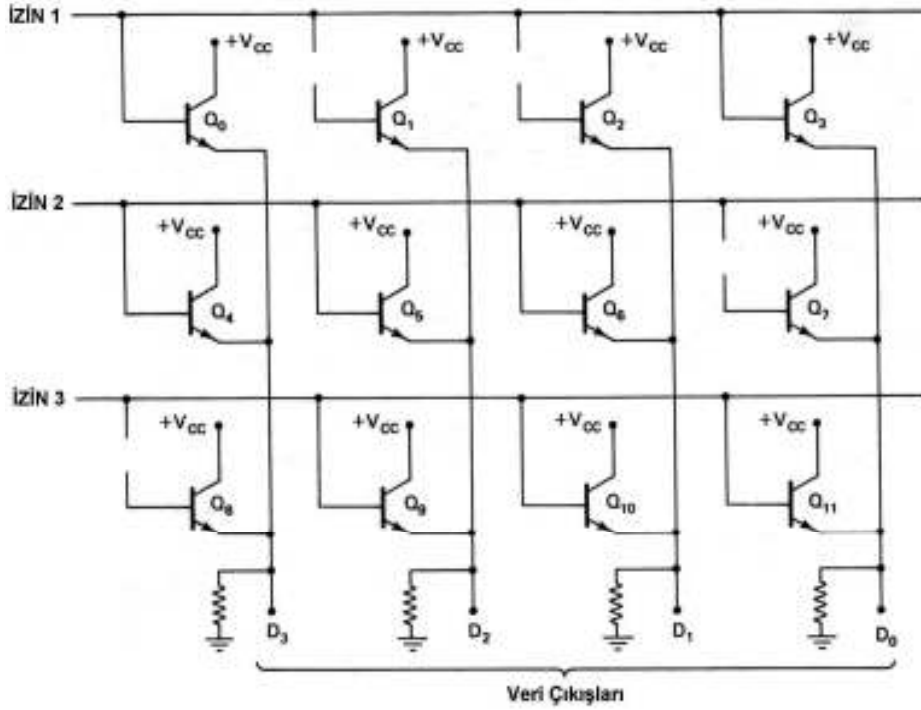
Şekil 7-5 Bellek Biriminin Genel Yapısı



Şekil 7-6 Yazmaçlarla Tasarlanmış Bellek Biriminin Blok Diyagramı

7.4. Yalnız Okunabilir Bellekler

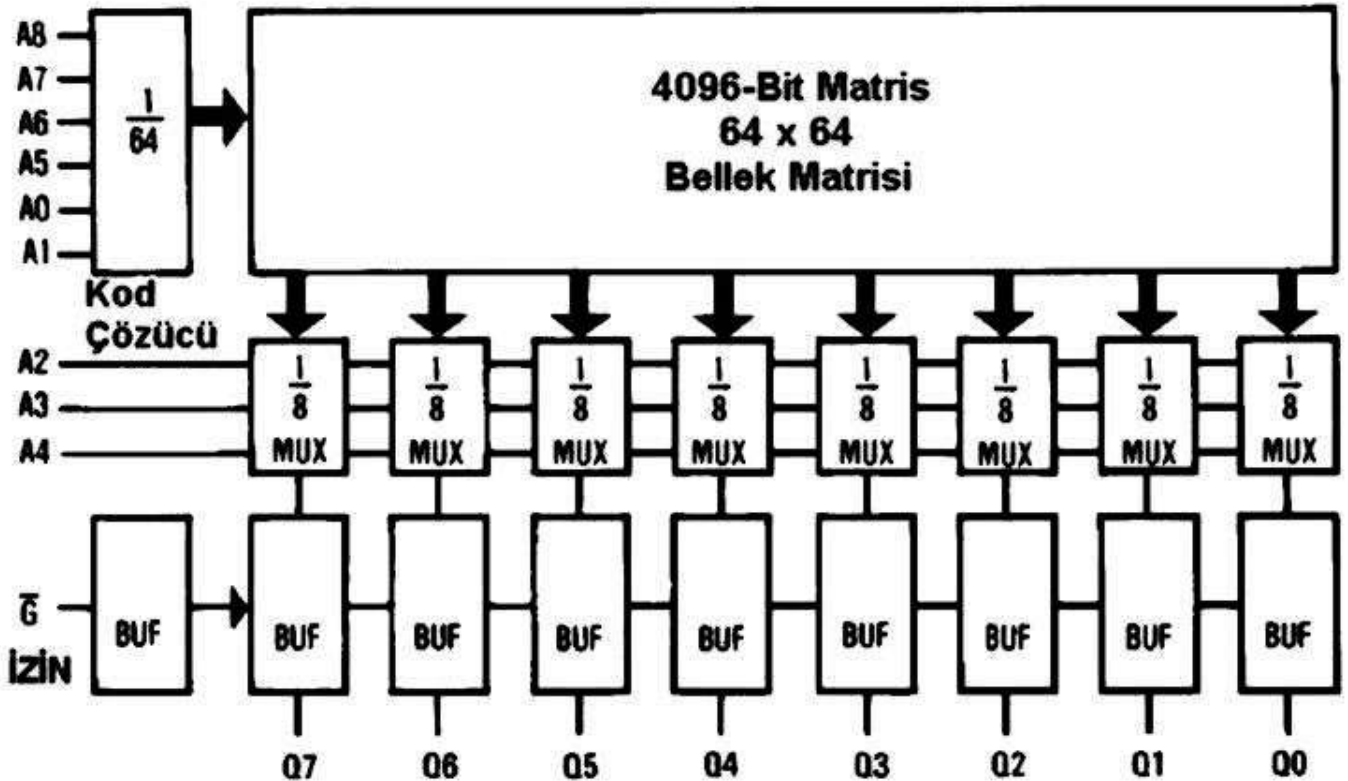
7.4.1. Maskelenmiş Yalnız Okunabilir Bellek (Mask ROM)

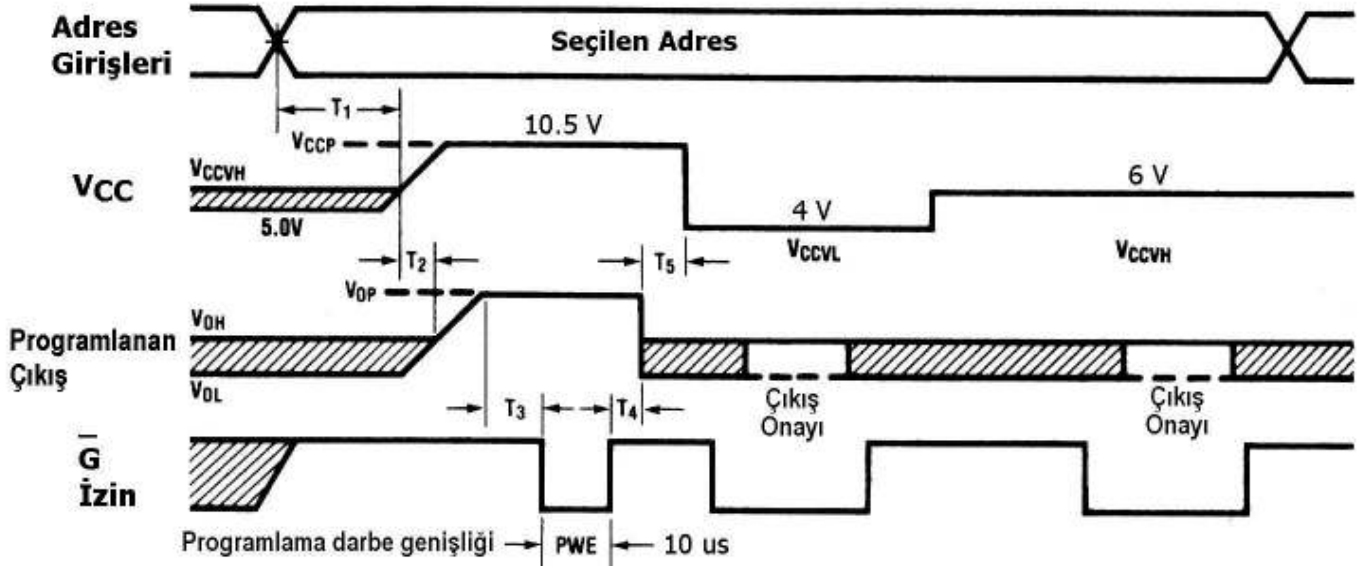


Şekil 7-7 Bipolar ROM 'un İç Yapısı

7.4.2. Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek (PROM)

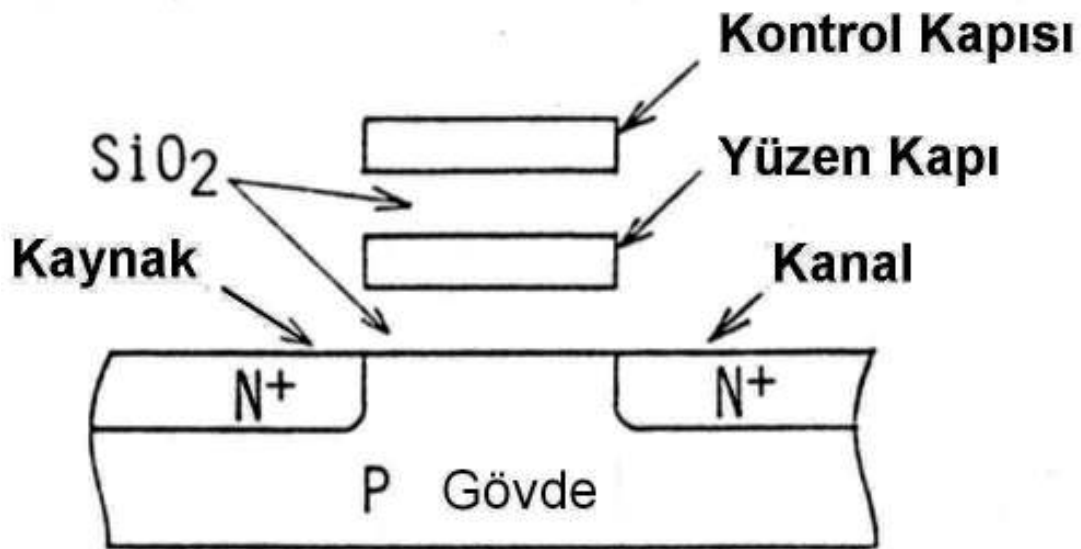
titanyum-tungsten (Ti-W) sigortalar, Yüksek hızlı lojik devre (Schottky), Adres erişimi : en fazla 45 ns, Düşük gerilim ile (10.5V) TRI-SAFE programlama, 74S472 üç-durumlu ve 74S473 açık kolektör çıkış.



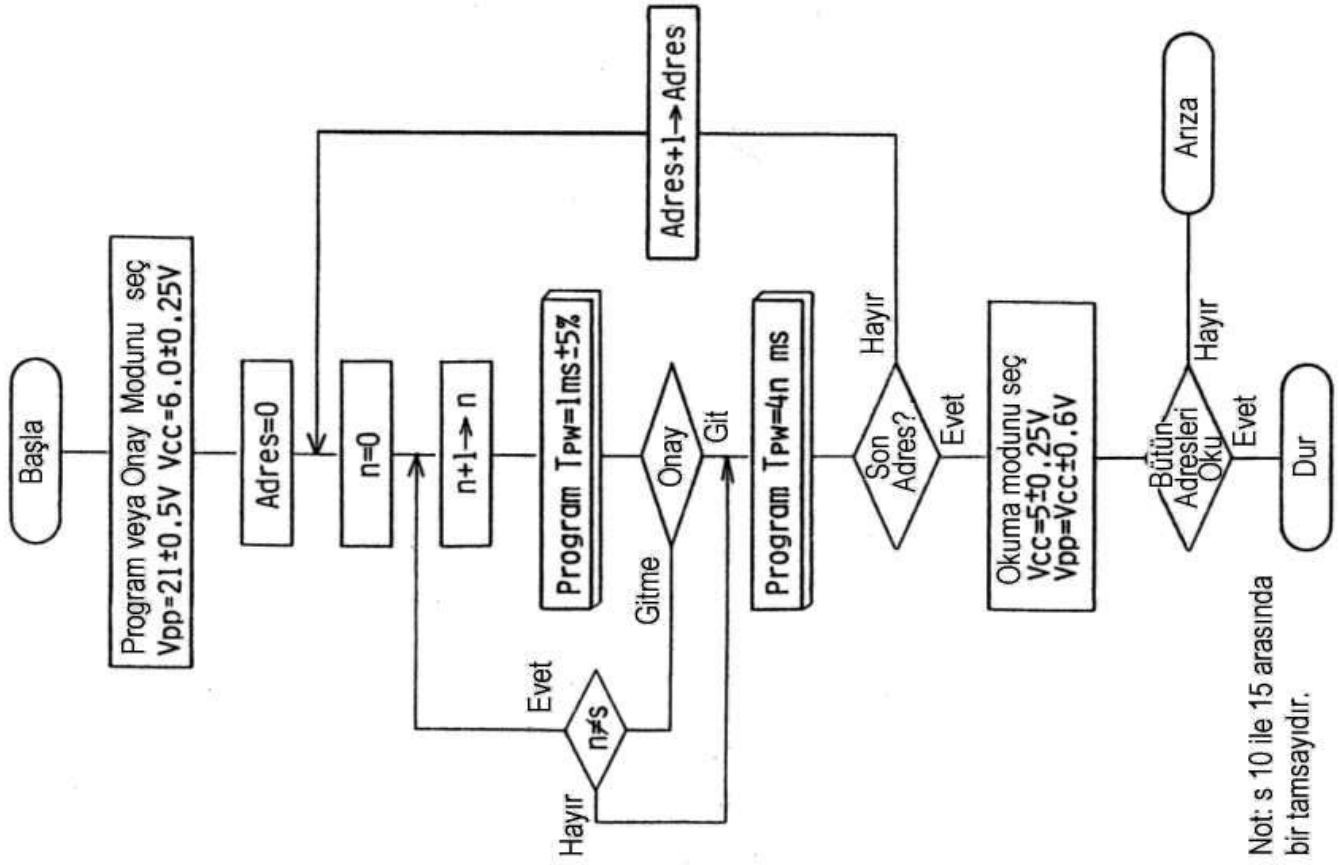


Şekil 7-8 512-Bayt TTL PROM 'un Blok Diyagramı, Özellikleri ve Programlaması

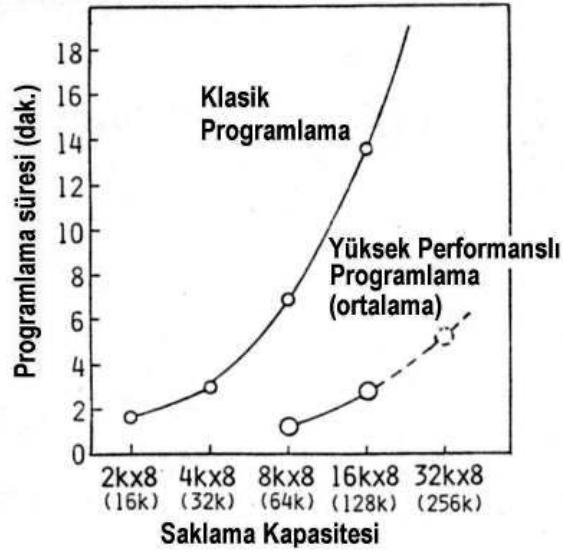
7.4.3. Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek (EPROM)



Şekil 7-9 EPROM Bellek Hücresinin Kesiti

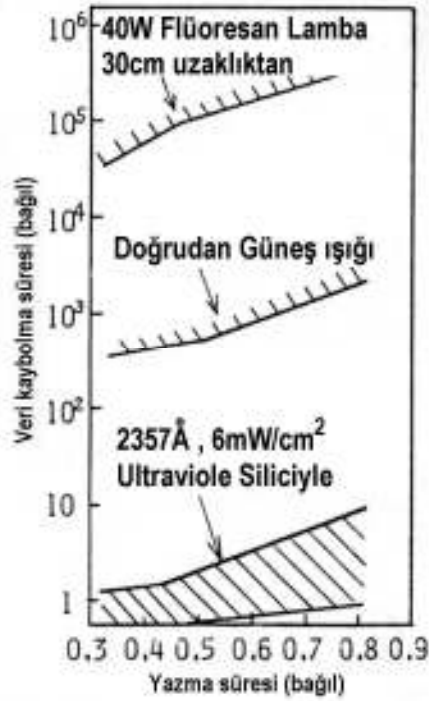


Şekil 7-10 EPROM 'ların Yüksek Performanslı Programlama Akış Diyagramı

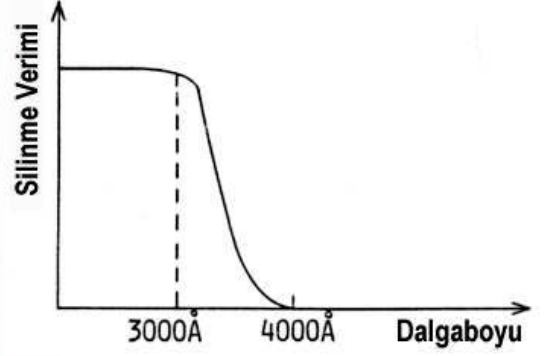


Şekil 7-11 EPROM programlama süresinin kısaltılması.

Şekil 7-12 EPROM Silinme Verimi

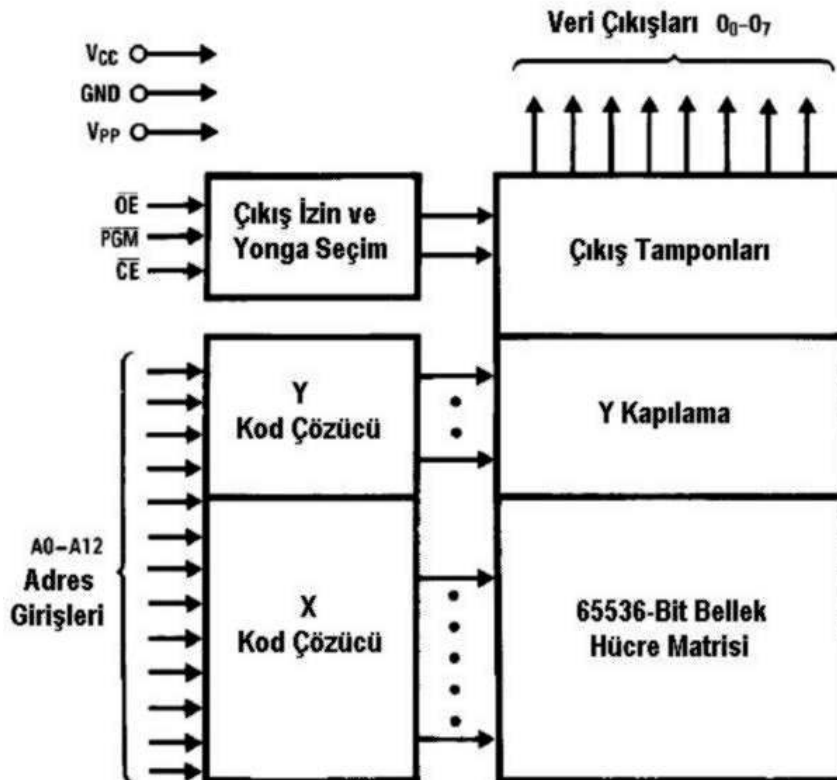


Parlaklık ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Silinme Süresi (dakika)
15,000	20
10,000	25
5,000	50



Şekil 7-13 EPROM Veri Tutma Süresi

7.4.4. EPROM Tümlleşik Devreleri



Şekil 7-14 8-KByte CMOS EPROM 'un Özellikleri ve Blok Diyagramı