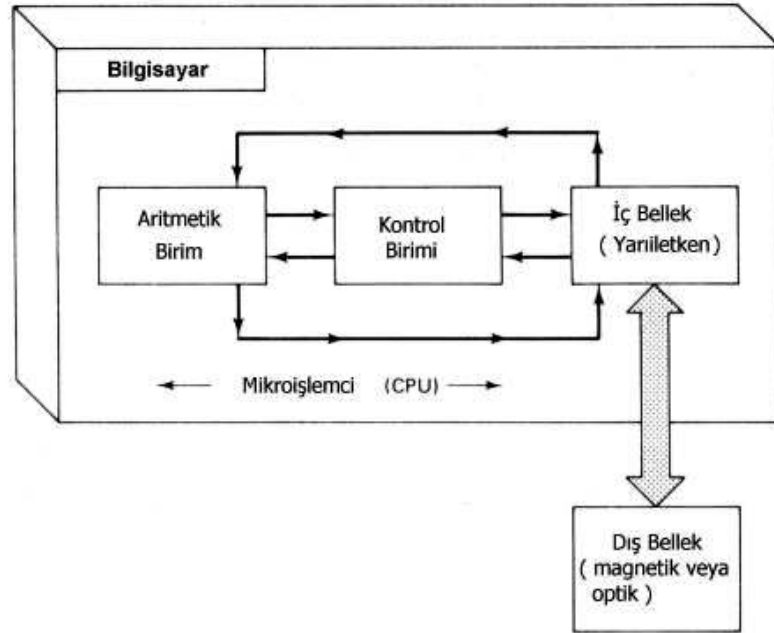


7. BELLEK BİRİMİ



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.

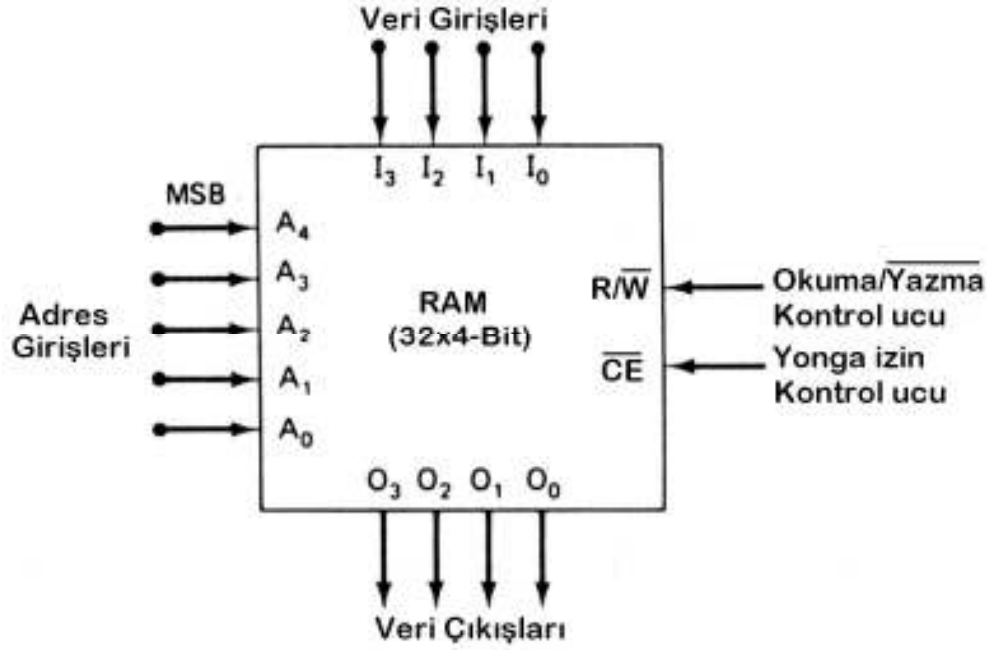
2^{40} Bayt = 1024 GB = 1 TB (Terra Bayt) olarak tanımlanmıştır.

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)

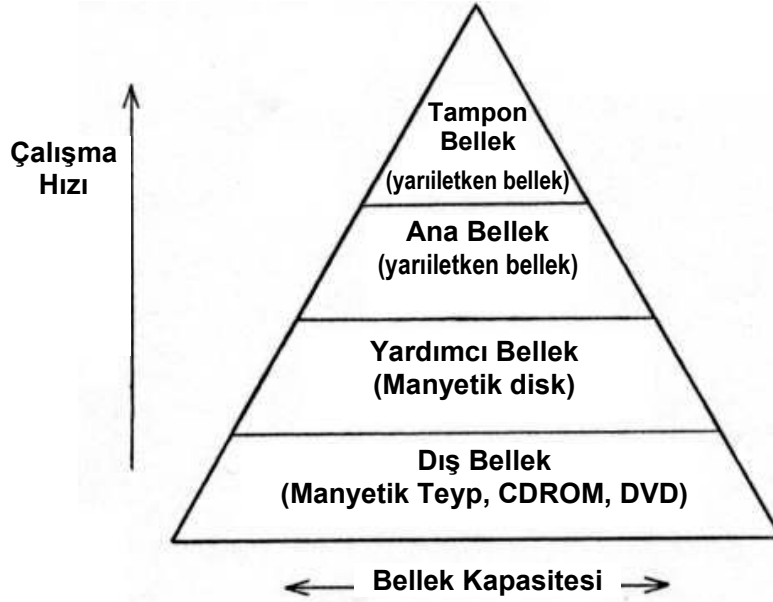
Okuma/Yazma Kontrol Girişi (R / \overline{W} , Read / Write)

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!**

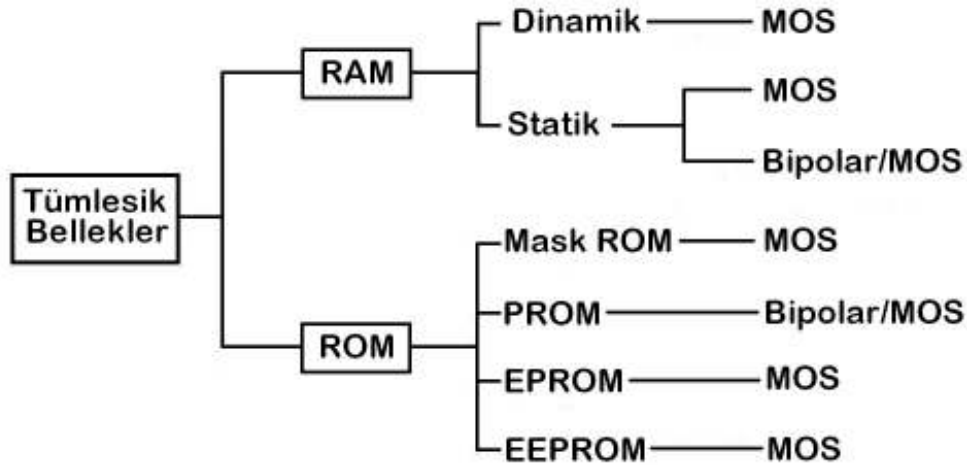
- Yalnız Okunabilir Bellekler (ROM, Read Only Memory)

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

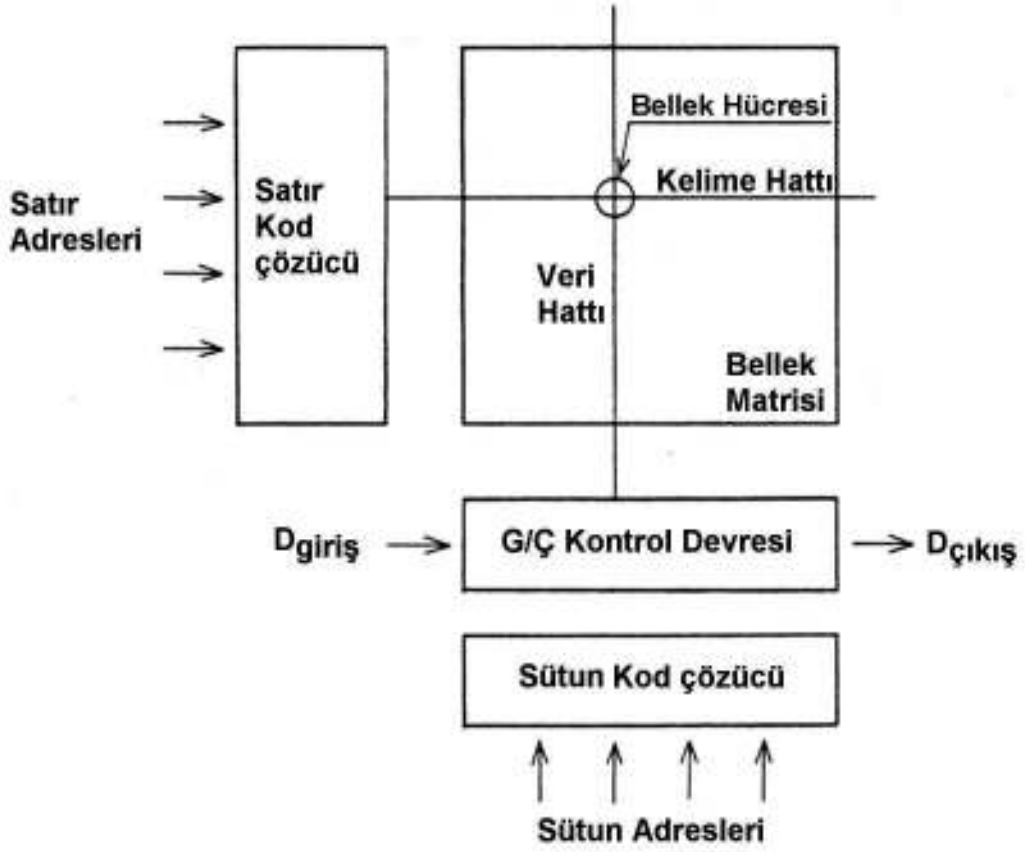
Bellek Tipi	Özellikleri	Oku/ Yaz	Kalıcı	Hızı	Fiyat/bit
Flip-Flop	Bir bit yazmaç. Genellikle sayısal devrelerde temel tasarım bloğu olarak kullanılır.	Evet	Hayır	Çok çok Hızlı	Çok Yüksek
Yazmaç	Bayt, kelime veya çift kelime tutan FF setidir. Mikroişlemciler gibi karmaşık yongaların içinde kullanılır.	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.

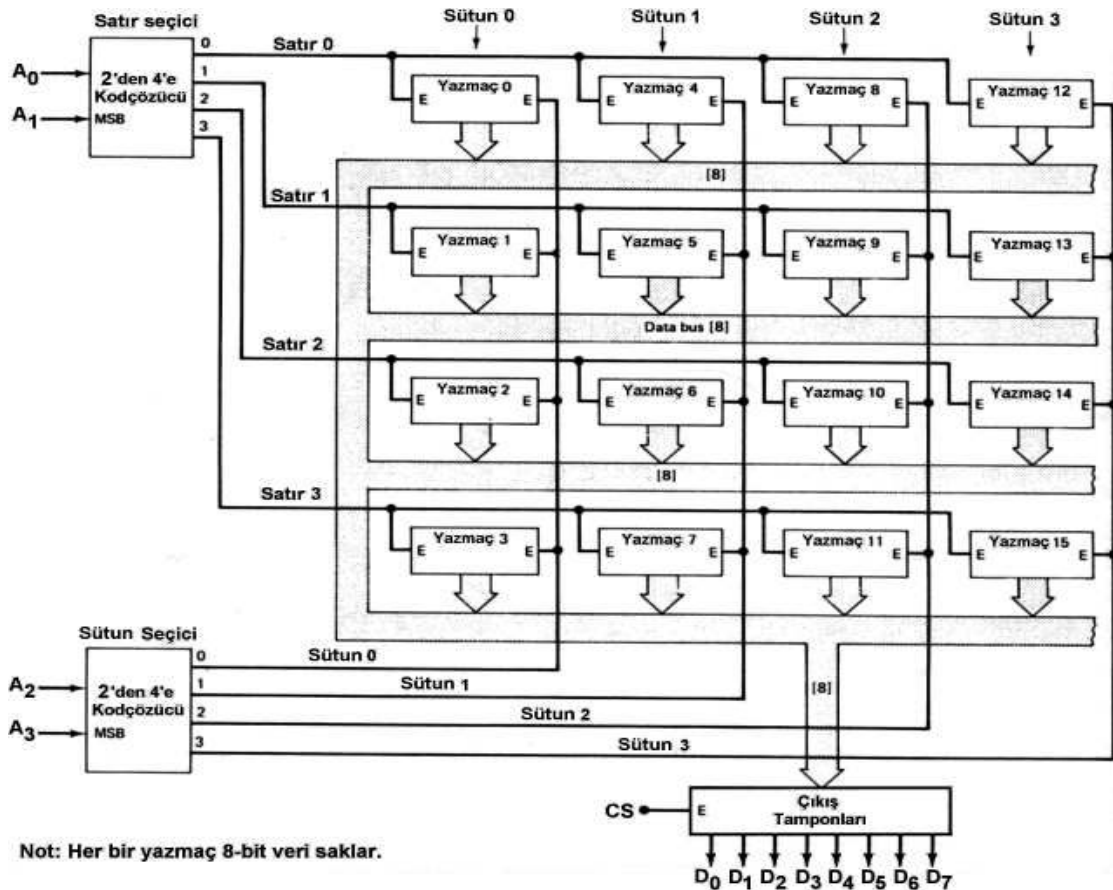


Şekil 7-4 Yarıiletken Belleklerin Teknolojik Sınıflandırması

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



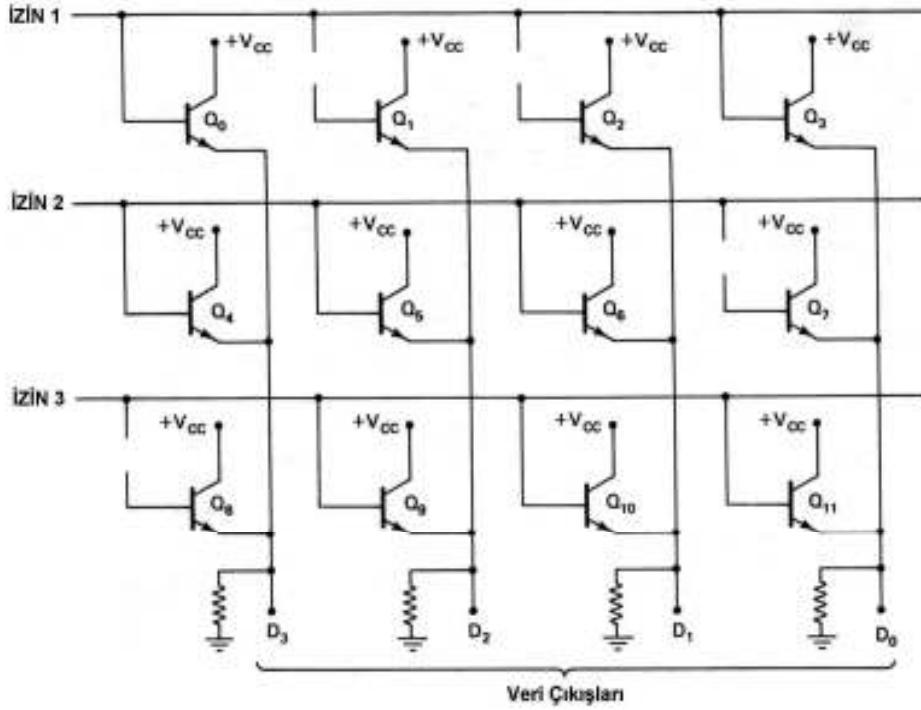
Şekil 7-5 Bellek Biriminin Genel Yapısı



Şekil 7-6 Yazmaçlarla Tasarlanmış Bellek Biriminin Blok Diyagramı

7.4. Yalnız Okunabilir Bellekler

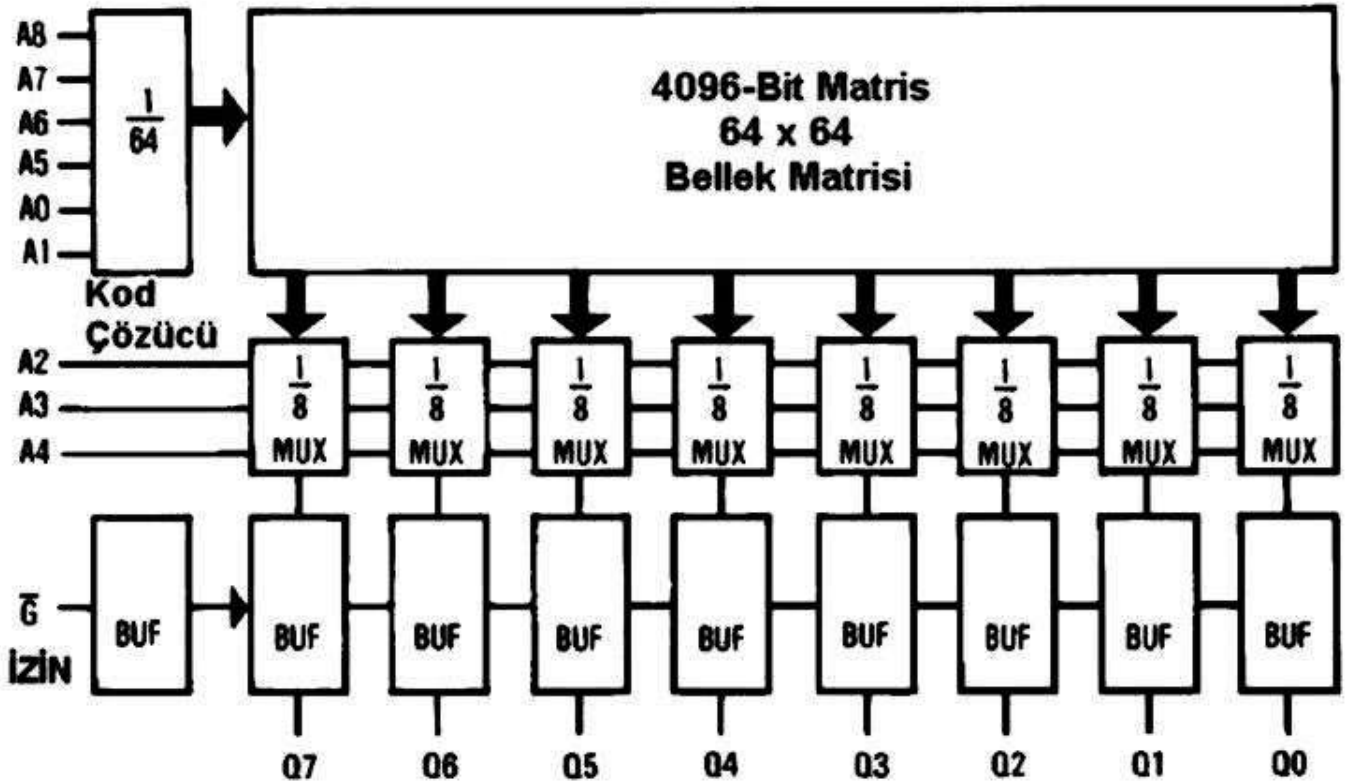
7.4.1. Maskelenmiş Yalnız Okunabilir Bellek (Mask ROM)

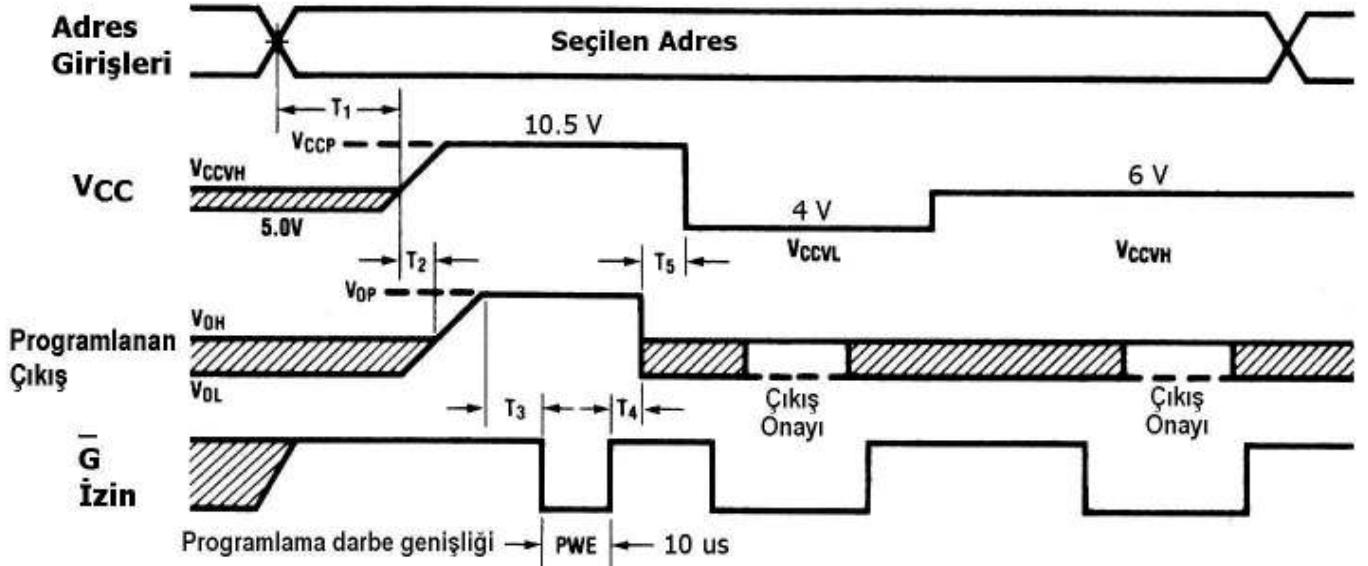


Şekil 7-7 Bipolar ROM 'un İç Yapısı

7.4.2. Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek (PROM)

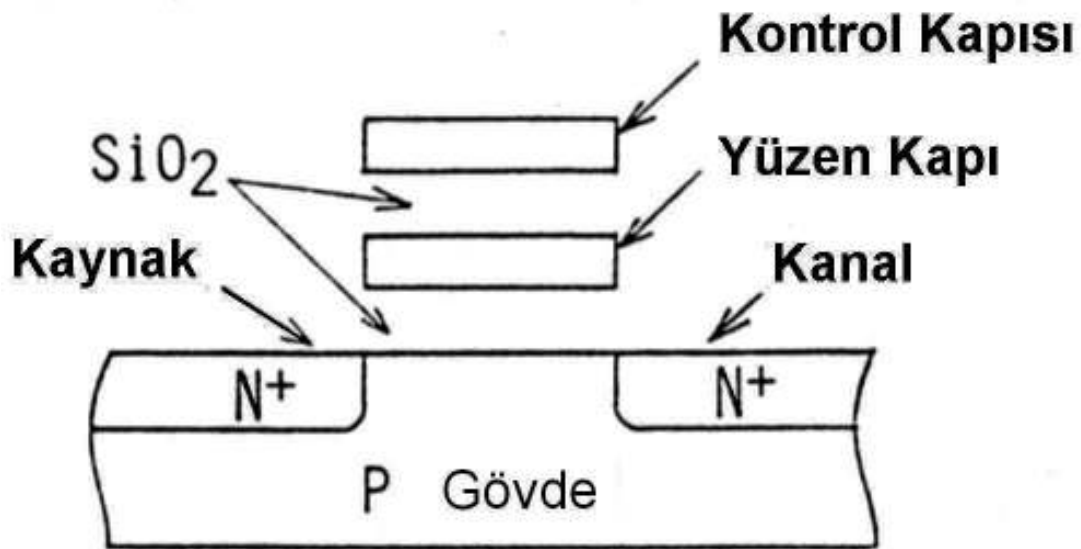
titanyum-tungsten (Ti-W) sigortalar, Yüksek hızlı lojik devre (Schottky), Adres erişimi : en fazla 45 ns, Düşük gerilim ile (10.5V) TRI-SAFE programlama, 74S472 üç-durumlu ve 74S473 açık kolektör çıkış.



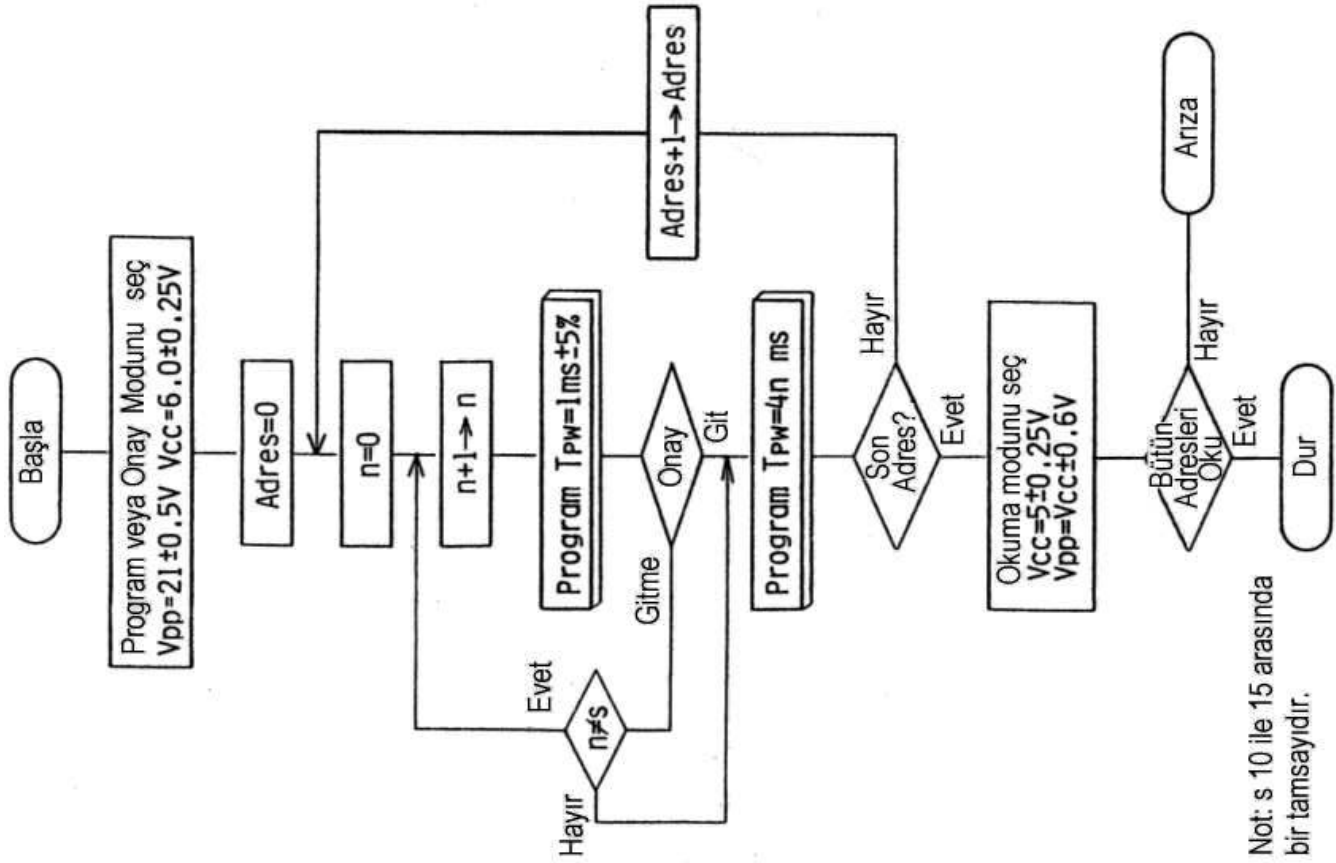


Şekil 7-8 512-Bayt TTL PROM 'un Blok Diyagramı, Özellikleri ve Programlaması

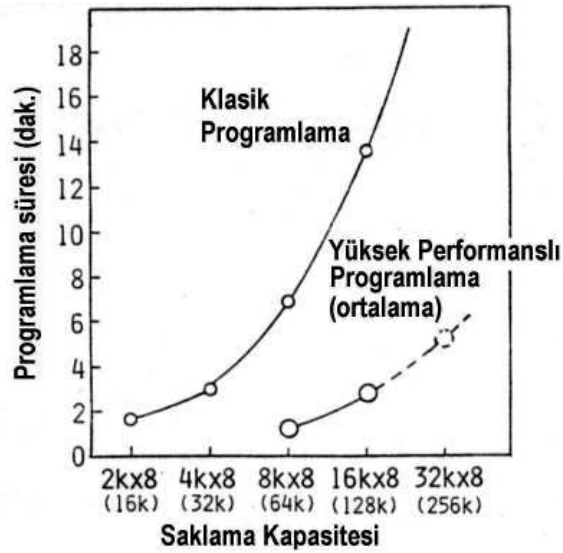
7.4.3. Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek (EPROM)



Şekil 7-9 EPROM Bellek Hücresinin Kesiti

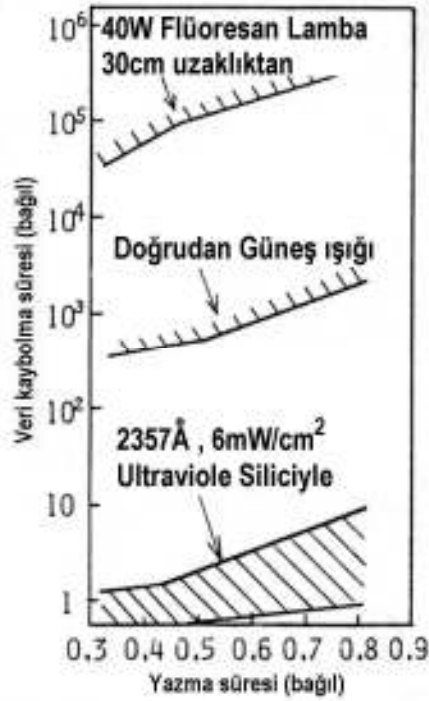


Şekil 7-10 EPROM 'ların Yüksek Performanslı Programlama Akış Diyagramı

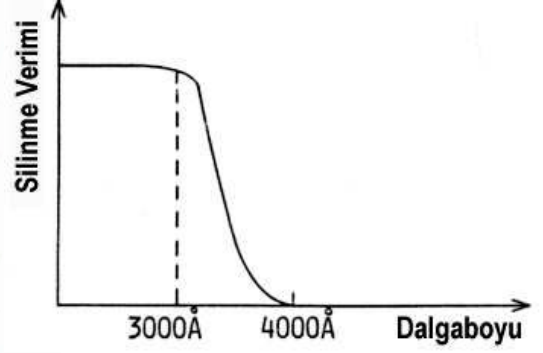


Şekil 7-11 EPROM programlama süresinin kısaltılması.

Şekil 7-12 EPROM Silinme Verimi

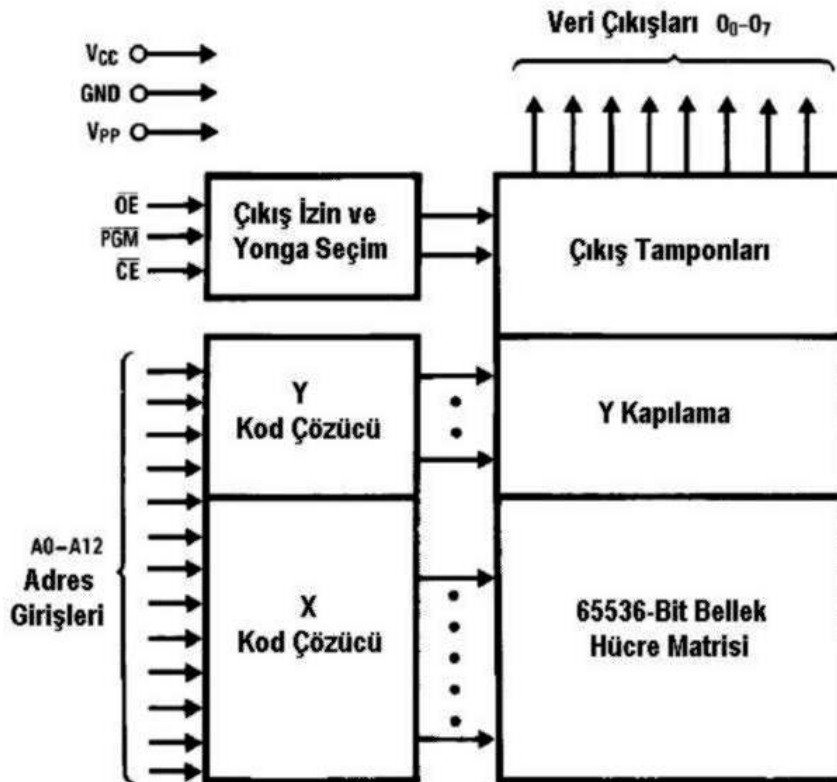


Parlaklık (μW/cm ²)	Silinme Süresi (dakika)
15,000	20
10,000	25
5,000	50

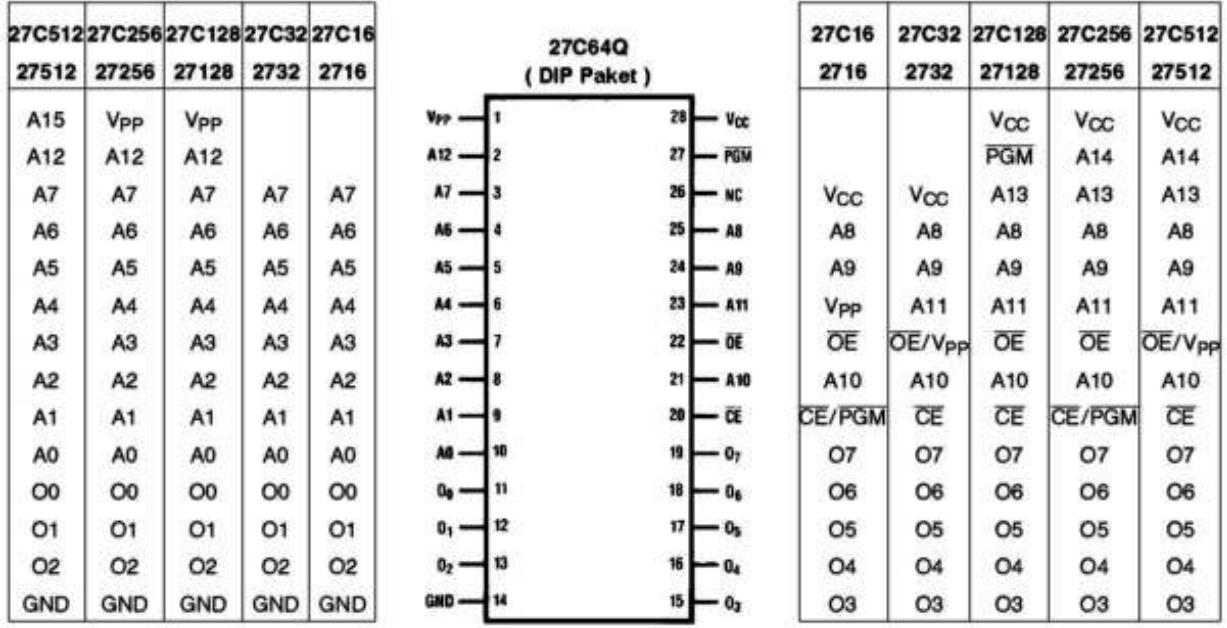


Şekil 7-13 EPROM Veri Tutma Süresi

7.4.4. EPROM Tümlleşik Devreleri



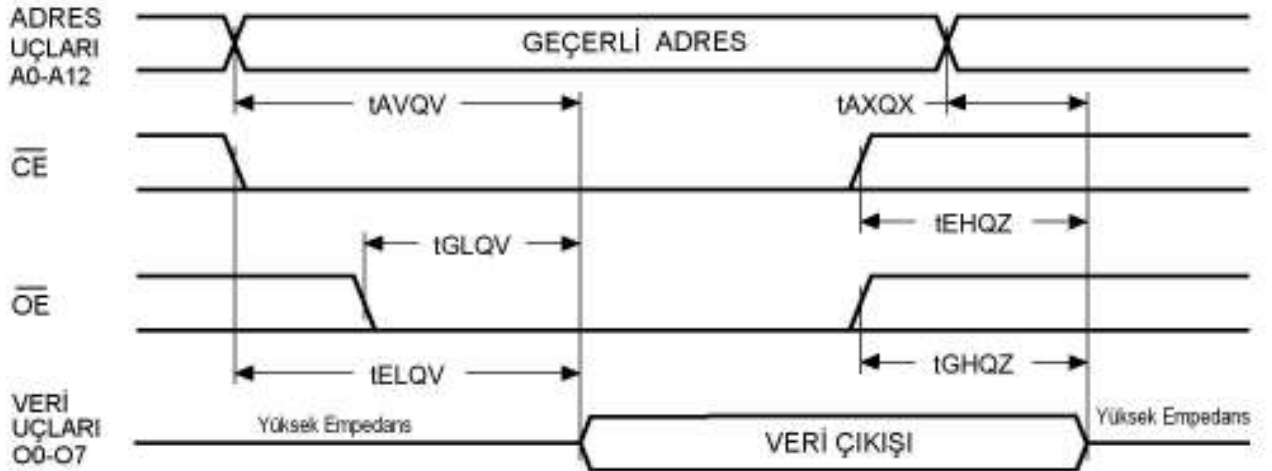
Şekil 7-14 8-KByte CMOS EPROM 'un Özellikleri ve Blok Diyagramı



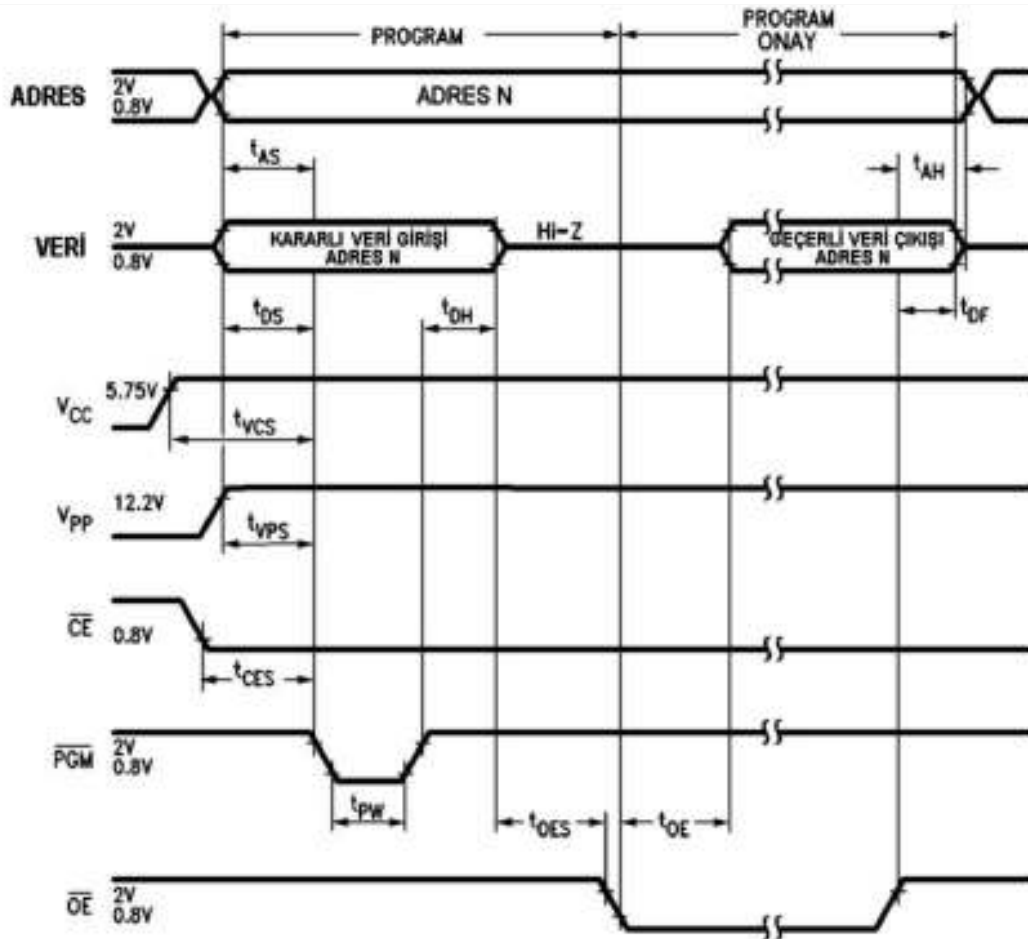
Şekil 7-15 2/4/8/16/32/64-K Bayt CMOS EPROM Tümleşik Devrelerinin Uç Bağlantıları

Tablo 7-4 EPROM için Çalışma Tablosu

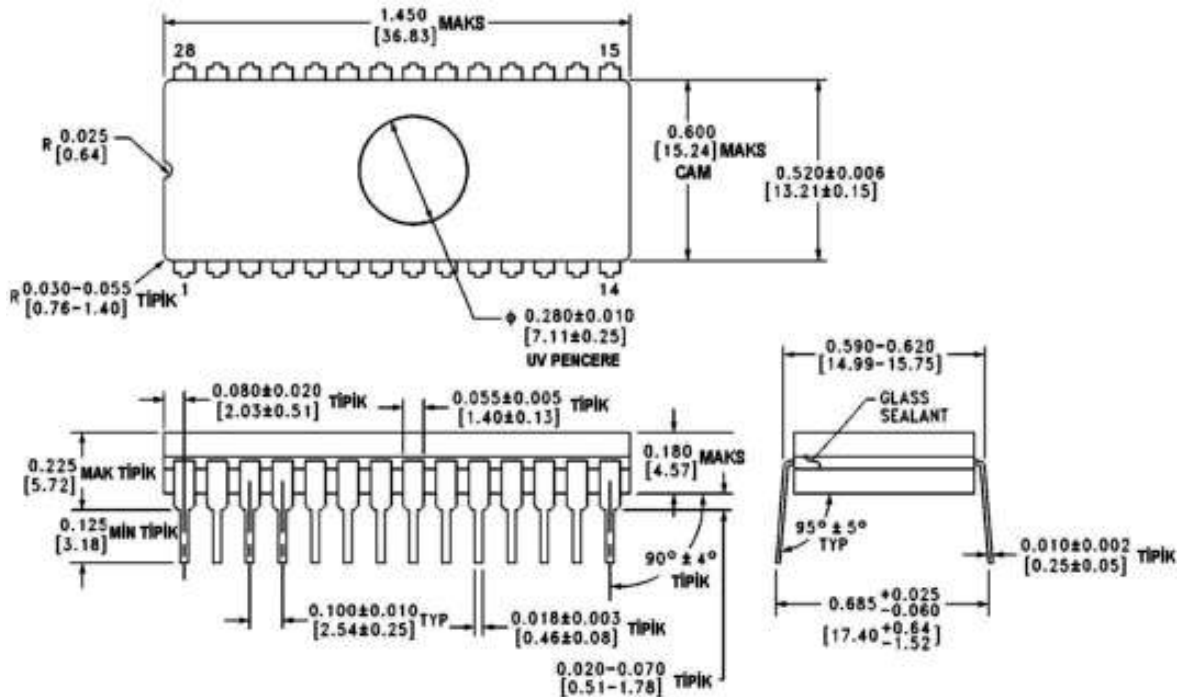
Çalışma	CE	OE	PGM	V _{pp}	V _{cc}	Çıkışlar
Okuma	V _{IL}	V _{IL}	V _{IH}	5V	5V	D _{OUT}
Hazırda bekle	V _{IH}	Dikkate Alınmaz	Dikkate Alınmaz	5V	5V	Yüksek Empedans
Çıkışı Yasakla	Dikkate Alınmaz	V _{IH}	V _{IH}	5V	5V	Yüksek Empedans
Programla	V _{IL}	V _{IH}	Dikkate Alınmaz	13V	6V	D _{IN}
Program Onay	V _{IL}	V _{IL}	V _{IH}	13V	6V	D _{OUT}
Programı Engelle	V _{IH}	Dikkate Alınmaz	Dikkate Alınmaz	13V	6V	Yüksek Empedans



Şekil 7-16 CMOS EPROM için Okuma Dalga Şekilleri



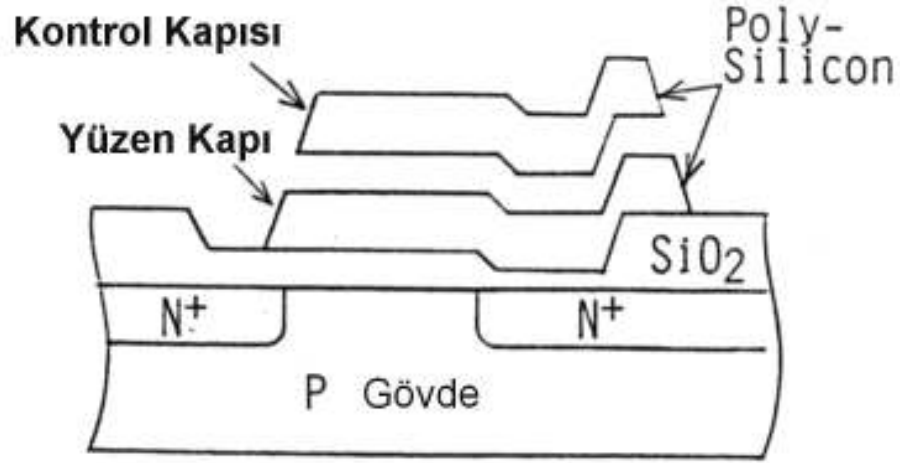
Şekil 7-17 CMOS EPROM için Programlama Dalga Şekilleri



28 Lead EPROM Dual-In-Line Package (JQ) Small Window
Order Number 27C64Q350/883, 27C64Q250/883 or 27C64Q200/883

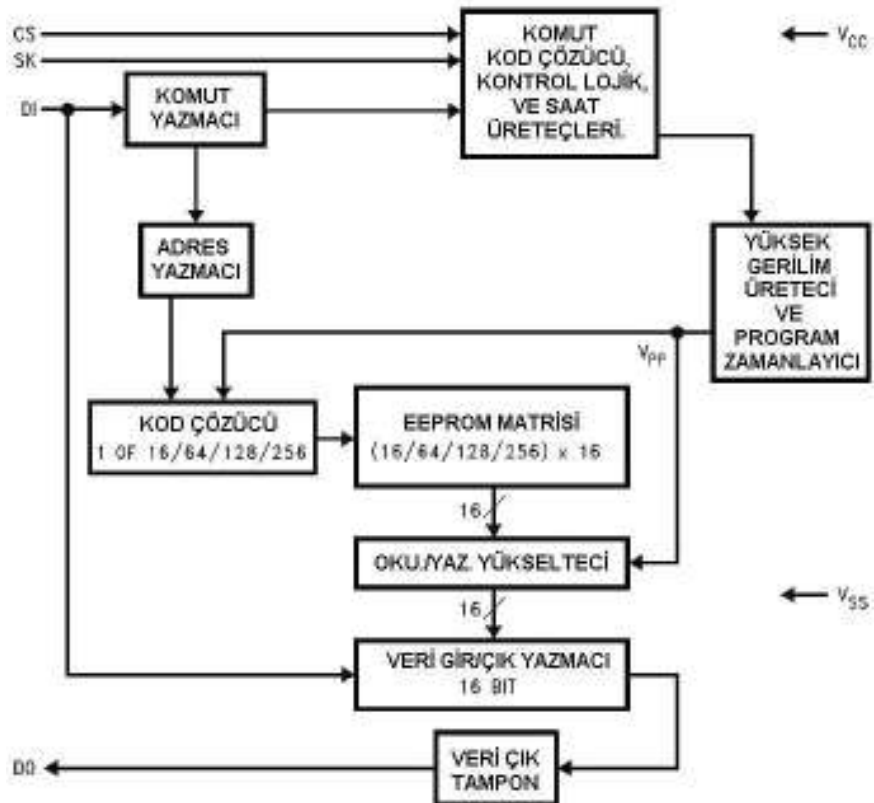
Şekil 7-18 EPROM Tümeleşik Devresinin Fiziksel Özellikleri

7.4.5. Elektriksel Silinebilir Programlanabilir Yalnız Okunabilir Bellek (EEPROM)



Şekil 7-19 Yüzen Kapı Tipi Bellek Hücresi

7.4.6. EEPROM Tümlleşik Devreleri

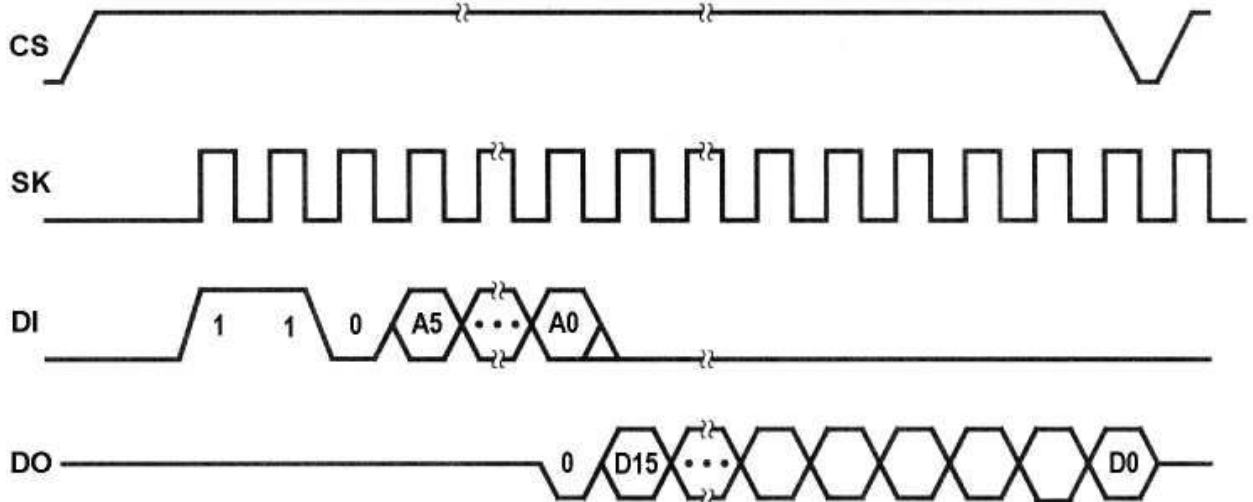


Şekil 7-20 256/1024/2048/4096-bit CMOS Seri EEPROM 'un Özellikleri ve Blok Diyagramı

Tablo 7-5 EEPROM için Çalışma Tablosu

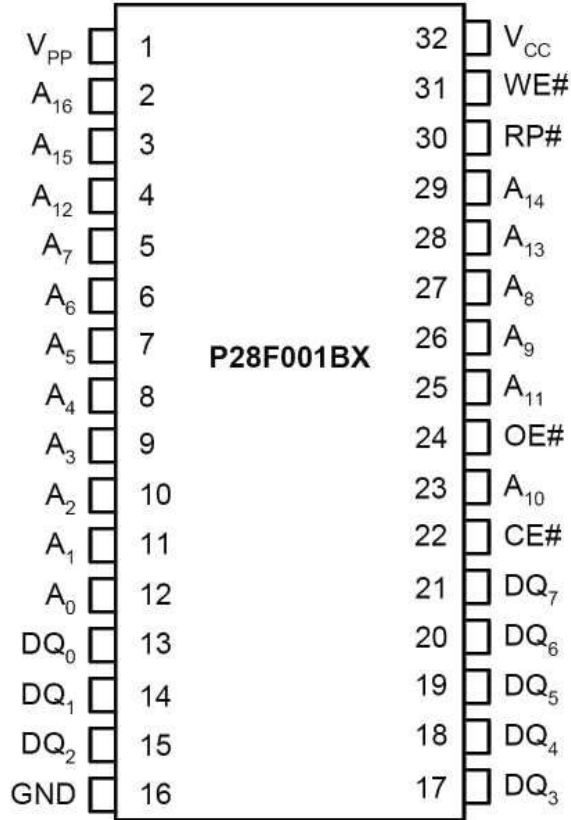
Komut	SB	İşlem Kodu	Adres	Veri Girişi	Açıklama
READ	1	10	A5-A0		Belirtilen adreste saklanan veri okunur.
WEN	1	00	11XXXX		Bütün programlama şekillerine izin verilir.
ERASE	1	11	A5-A0		Seçilen yazmaç silinir.
WRITE	1	01	A5-A0	D15-D0	Seçilen yazmaca yazılır.
ERAL	1	00	10XXXX		Bütün yazmaçlar silinir.
WRALL	1	00	01XXXX	D15-D0	Bütün yazmaçlara yazılır.
WDS	1	00	00XXXX		Bütün programlama şekilleri yasaklanır.

Şekil 7-21'de verilen zamanlama diyagramında SK saat işaretinin çıkan kenarlarında DI veri girişine SB seri verinin başlangıç biti "1", komut sütununda verilen "10" işlem kodu, adres sütununda 64x16-bit bellek için A5-A0 adres bilgisi uygulandıktan sonra DO veri çıkışından "0" ve arkasından D15-D0 veri bilgisi okunur. Saat işareti periyodunun 1us olması durumunda yaklaşık 25us zaman alır.



Şekil 7-21 Seri EEPROM Okuma komutu zamanlaması

7.4.7. Flaş Bellek Tümleri Devreleri



P28F001 1 MBit, 128K x 8-bit Flaş Bellek

A0-A16 17-bit Adres Giriş uçları

DQ0-DQ7 8-bit Veri Giriş/Çıkış uçları

VCC, GND Besleme uçları

CE# Yonga seçim

OE# Çıkış izin

WE# Yazma izin

RP# Güç kapatma kontrol girişi

VPP Programlama gerilimi

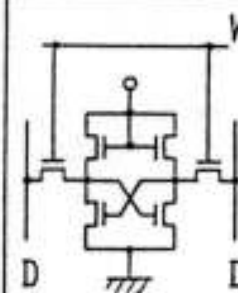
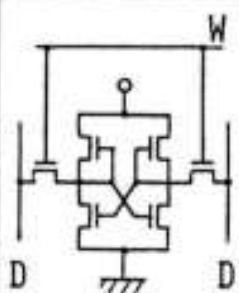
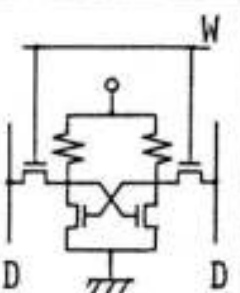
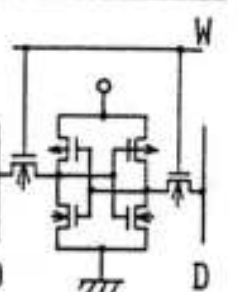
Şekil 7-22 Flaş Belleğin uç tanımları

Tablo 7-6 Flaş belleğin çalışma tablosu

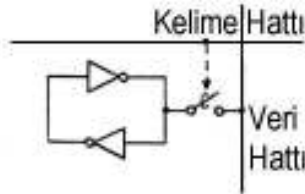
Çalışma	RP#	CE#	OE#	WE#	A ₉	A ₀	V _{PP}	DQ ₀₋₇
Okuma	V _{IH}	V _{IL}	V _{IL}	V _{IH}	X	X	X	D _{OUT}
Çıkış Yasak	V _{IH}	V _{IL}	V _{IH}	V _{IH}	X	X	X	High Z
Hazırda bekle	V _{IH}	V _{IH}	X	X	X	X	X	High Z
Gücü kapat	V _{IL}	X	X	X	X	X	X	High Z
Akıllı kimlik (üretici)	V _{IH}	V _{IL}	V _{IL}	V _{IH}	V _{ID}	V _{IL}	X	89H
Akıllı kimlik (cihaz)	V _{IH}	V _{IL}	V _{IL}	V _{IH}	V _{ID}	V _{IH}	X	94H, 95H
Yazma	V _{IH}	V _{IL}	V _{IH}	V _{IL}	X	X	X	D _{IN}

7.5. Rasgele Erişimli Bellekler

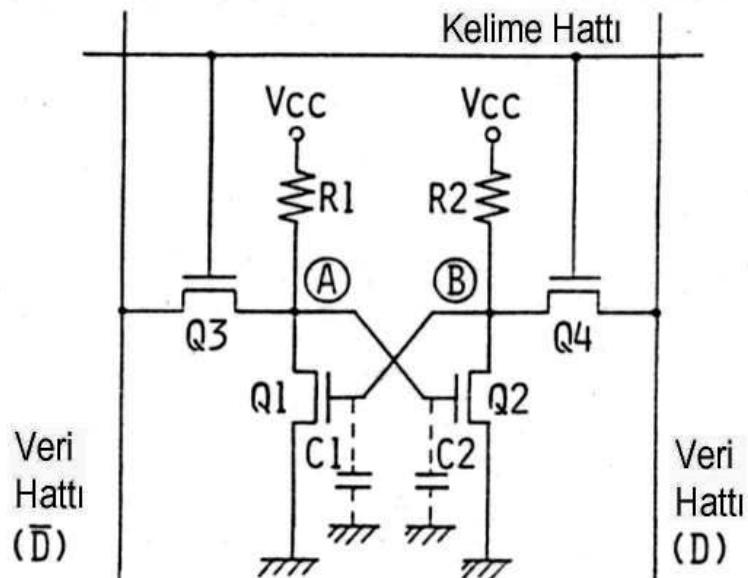
7.5.1. Statik Rasgele Erişimli Bellekler (SRAM, Static RAM)

	(a) NMOS	(b) NMOS	(c) NMOS	(d) CMOS
Bellek Hücresi Devresi				
Akım	10~20 μ A	1 μ A	nA mertebesinde	pA mertebesinde
Alan	1.4	1.0	0.5	1.5

Şekil 7-24 Statik RAM Bellek Hücreleri

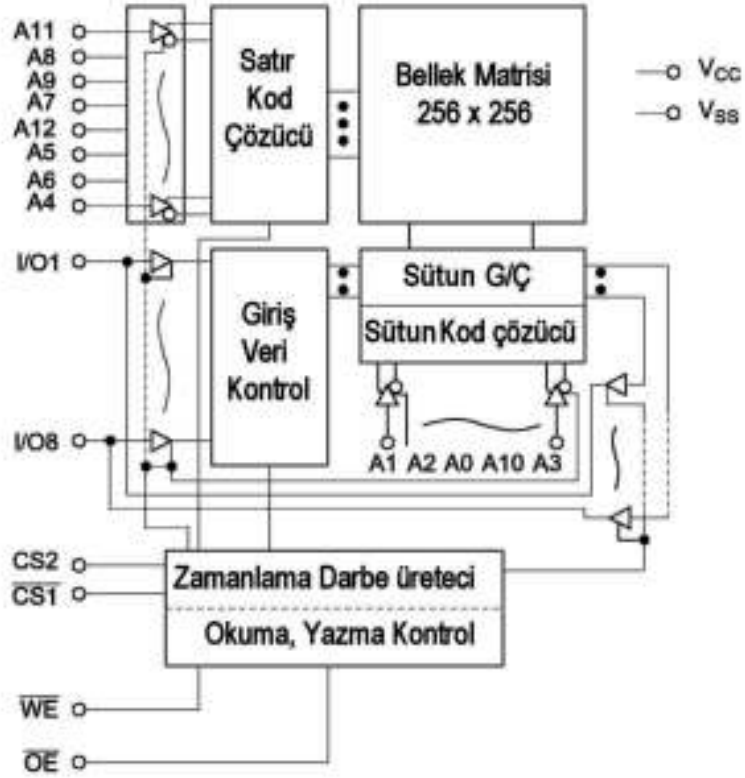


Şekil 7-25 Bellek Hücresinin Lojik Devresi

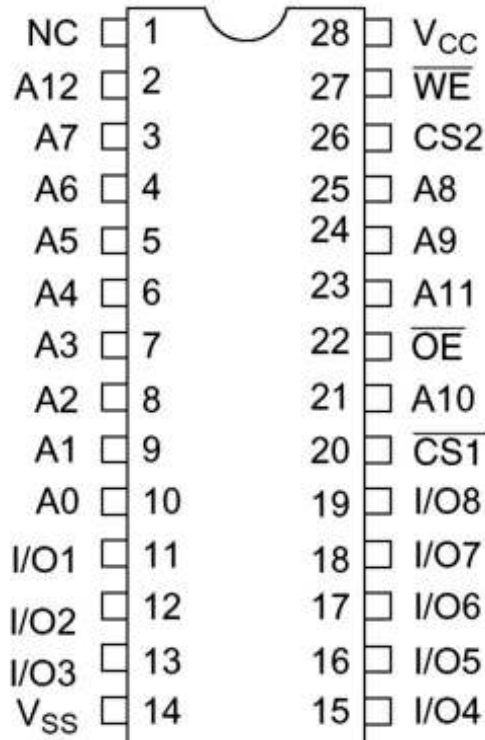


Şekil 7-26 Bir Statik RAM Bellek Hücresinin Çalışması

7.5.2. SRAM Tümeleşik Devreleri



Şekil 7-27 6264 8-KByte Statik RAM Tümeleşik Bellek Devresinin Blok Diyagramı

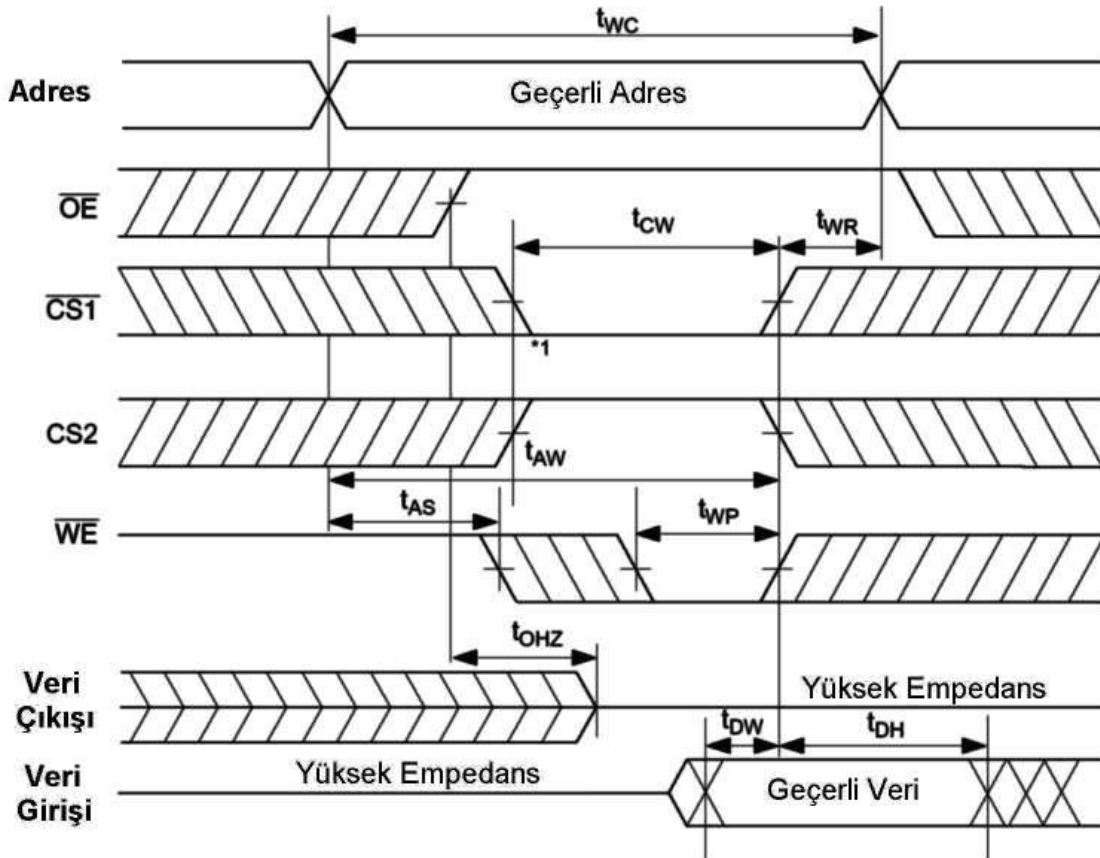


Şekil 7-28 6264 8 KByte Statik RAM Tümeleşik Bellek Devresinin Uç Ayrıntıları

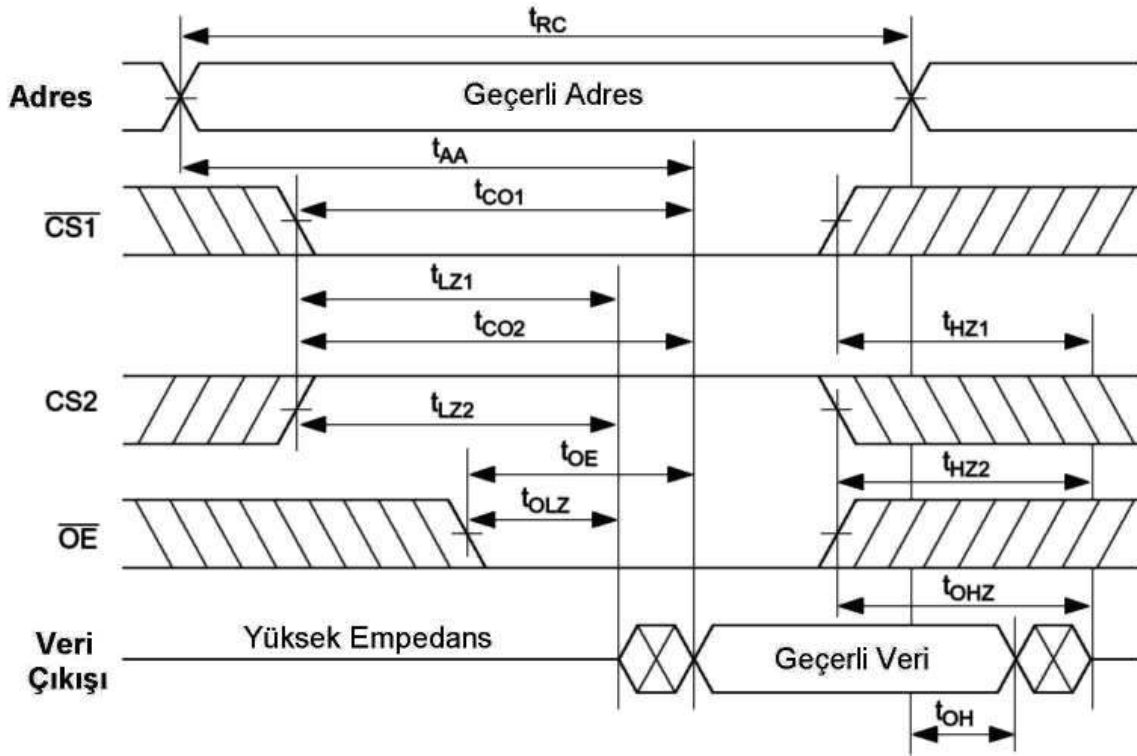
Tablo 7-8 8 KB SRAM Çalışma Tablosu

\overline{WE}	$\overline{CS1}$	$CS2$	\overline{OE}	Çalışma	V_{CC} akım	G/Ç ucu
x	H	x	x	Seçilmemiş (güç kapalı)	I_{SB}, I_{SB1}	Yüksek Emp.
x	x	L	x	Seçilmemiş (güç kapalı)	I_{SB}, I_{SB1}	Yüksek Emp.
H	L	H	H	Çıkış Yasak	I_{CC}	Yüksek Emp.
H	L	H	L	Okuma	I_{CC}	Veri Çıkışı
L	L	H	H	Yazma	I_{CC}	Veri Girişi
L	L	H	L	Yazma	I_{CC}	Veri Girişi

Not: x: H veya L

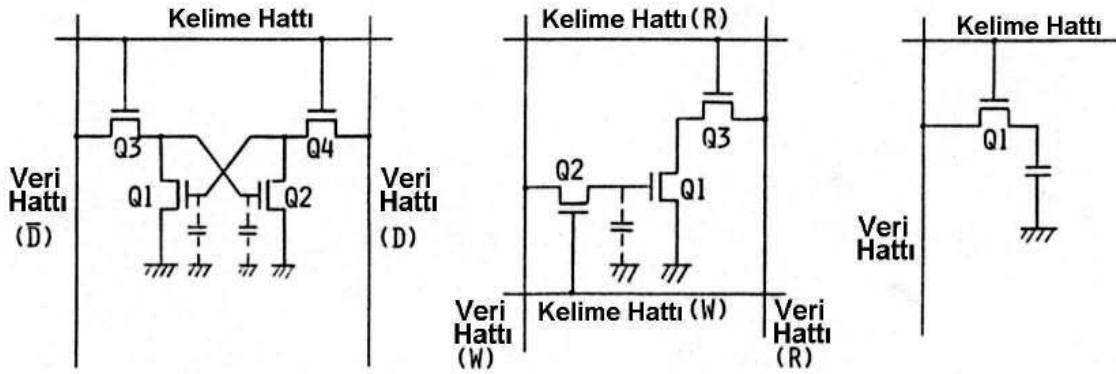


Şekil 7-29 Yazma Zamanlama Dalga Şekli

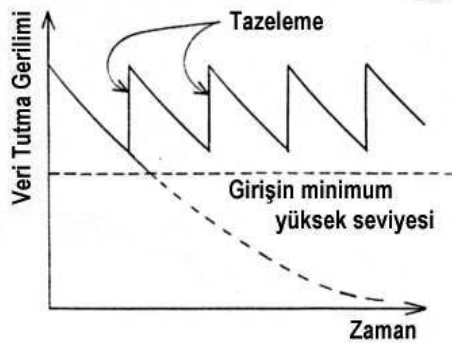


Şekil 7-30 Okuma Zamanlama Dalga Şekli

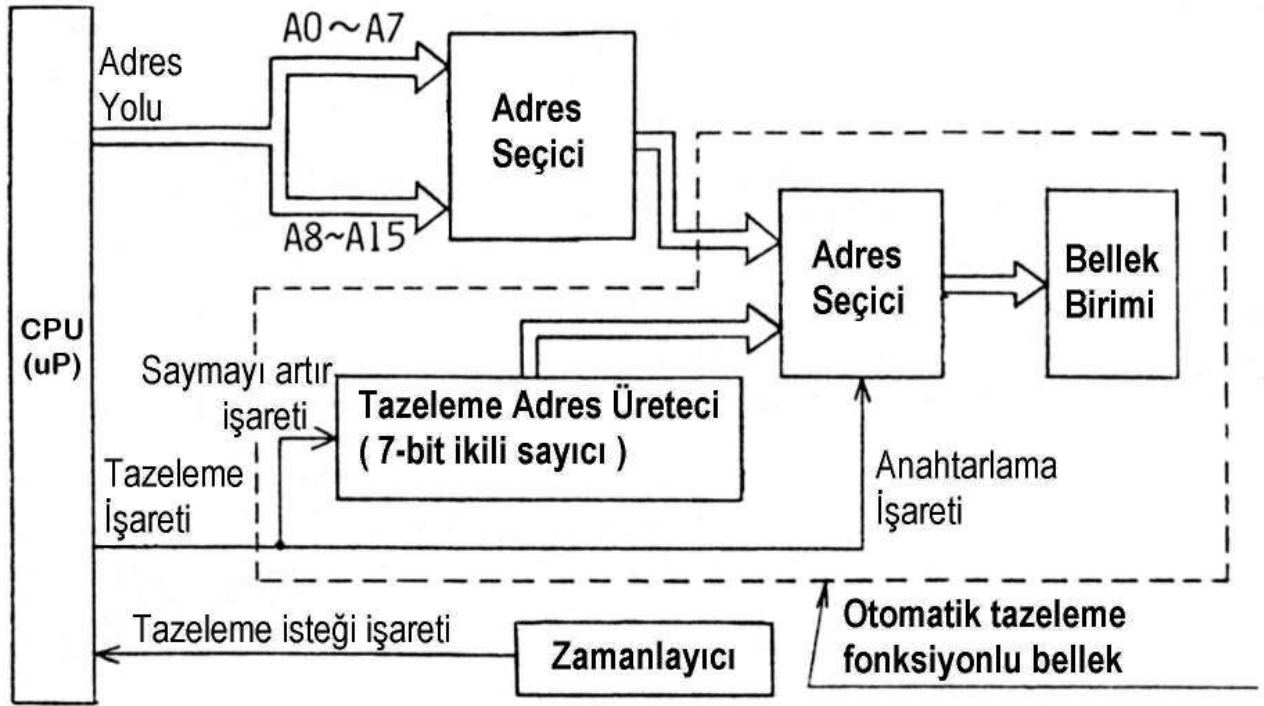
7.5.3. Dinamik Rasgele Erişimli Bellekler (DRAM)



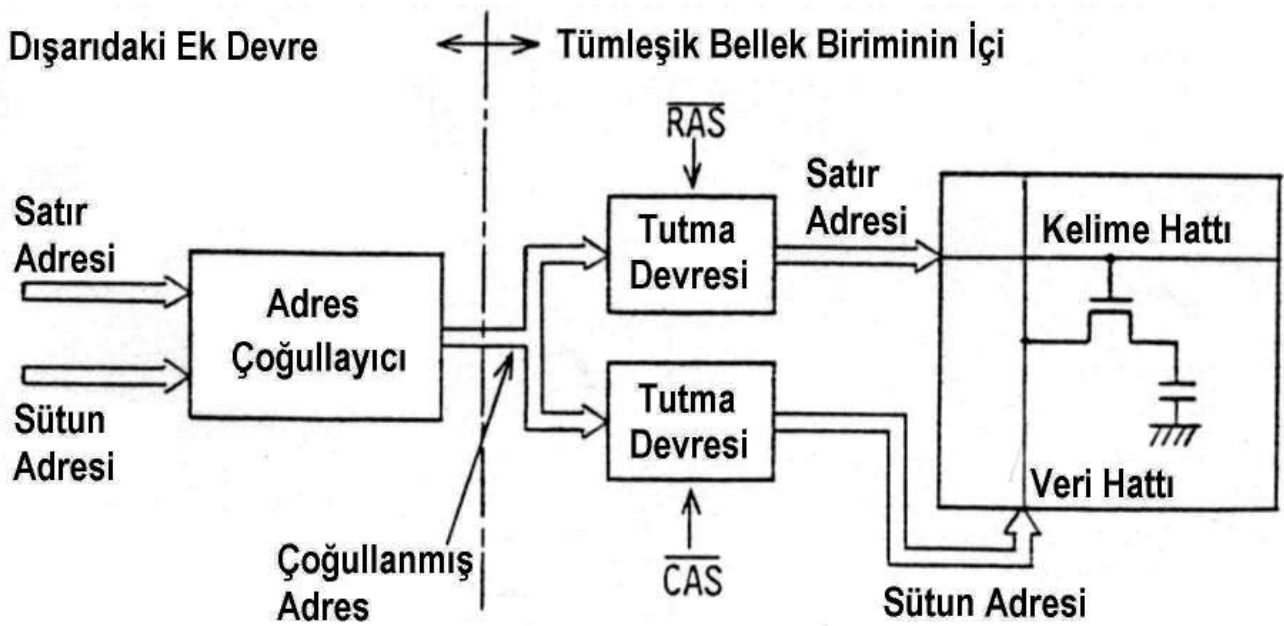
Şekil 7-31 Dinamik RAM Bellek Hücreleri



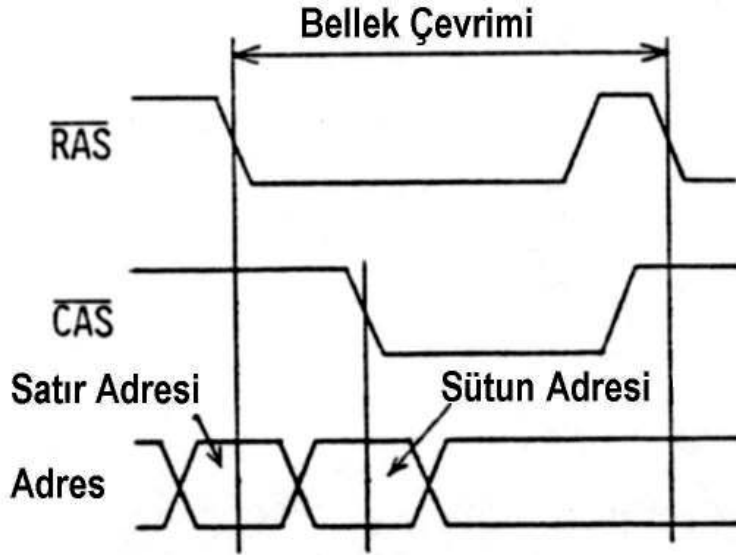
Şekil 7-32 Dinamik RAM Bellek Hücresinin Tazelenmesi



Şekil 7-33 Dinamik RAM Bellek Tazeleme Kontrol Devresi



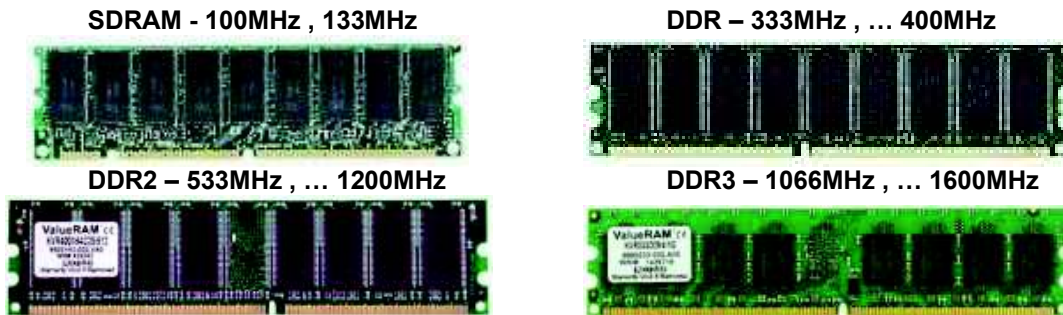
Şekil 7-34 Adres Çoğullamanın Blok Diyagramı



Şekil 7-35 Adres Tutma (Latch) işaret zamanlaması

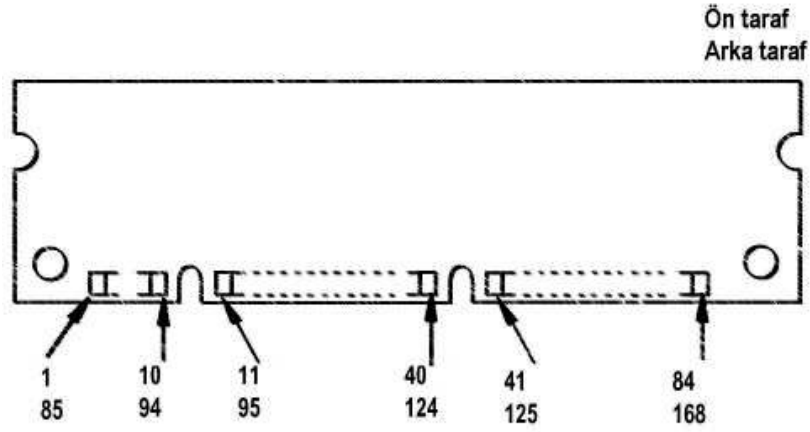
7.5.4. Bellek Birimi Modülleri

Ayrıca daha büyük bellek kapasitesine sahip bellek birimlerini oluşturmak için, bir baskılı devre (PCB, Printed Circuit Board) üzerine birden fazla tümleşik bellek devresi bulunduran bellek modülleri kullanılır. Şekil 7-36'de bu tip SDRAM ve iki kat veri hızında çalışan SDRAM (Double Data-Rate Synchronous DRAM, DDR SDRAM) bellek modülleri görülmektedir.



Şekil 7-36 SDRAM ve DDR, DDR2, DDR3 bellek birimleri

Bu bellek birimlerinin fiziksel, teknik, vs. özelliklerini belirleyen endüstriyel standartları vardır. İki yüzünde bağlantı uçları bulundurması (SDRAM için 2X84 ve DDR için 2x92 uç) nedeniyle modül (Dual-Inline Memory Module, DIMM) olarak adlandırılır. Ayrıca çalışma frekansına bağlı olarak SDRAM PC100 (100MHz) veya PC133 (133MHz), DDR ise PC1600 (200MHz), PC2100 (266MHz), PC2700 (333MHz) ve PC3200 3.2GB/s (400MHz) olarak adlandırılırlar. 168 uçlu SDRAM bellek modülünde her bir saat çevriminde bir işlem, 184 uçlu DDR SDRAM bellek modülünde ise her bir saat çevriminde iki işlem yapılır. Şekil 7-37'de SDRAM bellek modüllerinin fiziksel yapısı verilmiştir. DDR2 533MHz (PC4300), DDR2 800MHz (PC2-6400), ...DDR2 1200MHz (PC2-9600) 240 uçlu DDR3 1066MHz 8.5GB/s (PC3-8500),... 1600MHz DDR3 12.8GB/s (PC3-12800) 240 uçlu



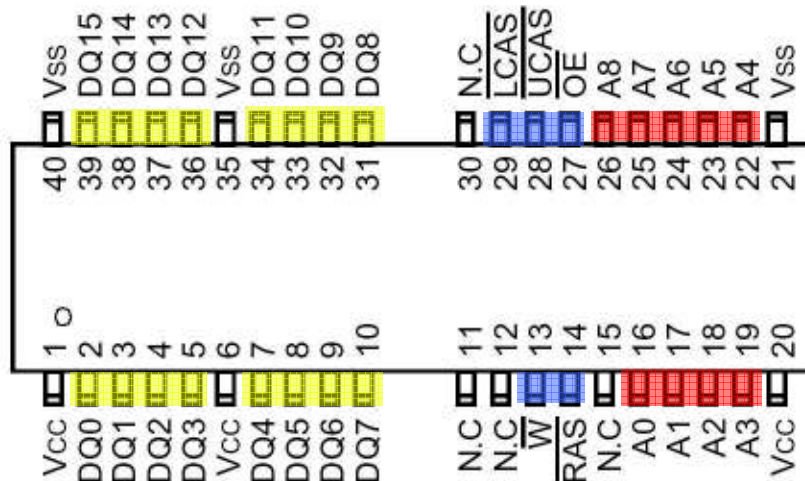
Şekil 7-37 SDRAM Modülünün Fiziksel Yapısı

Tablo 7-9 Bellek modüllerinin teknolojisi ve özellikleri

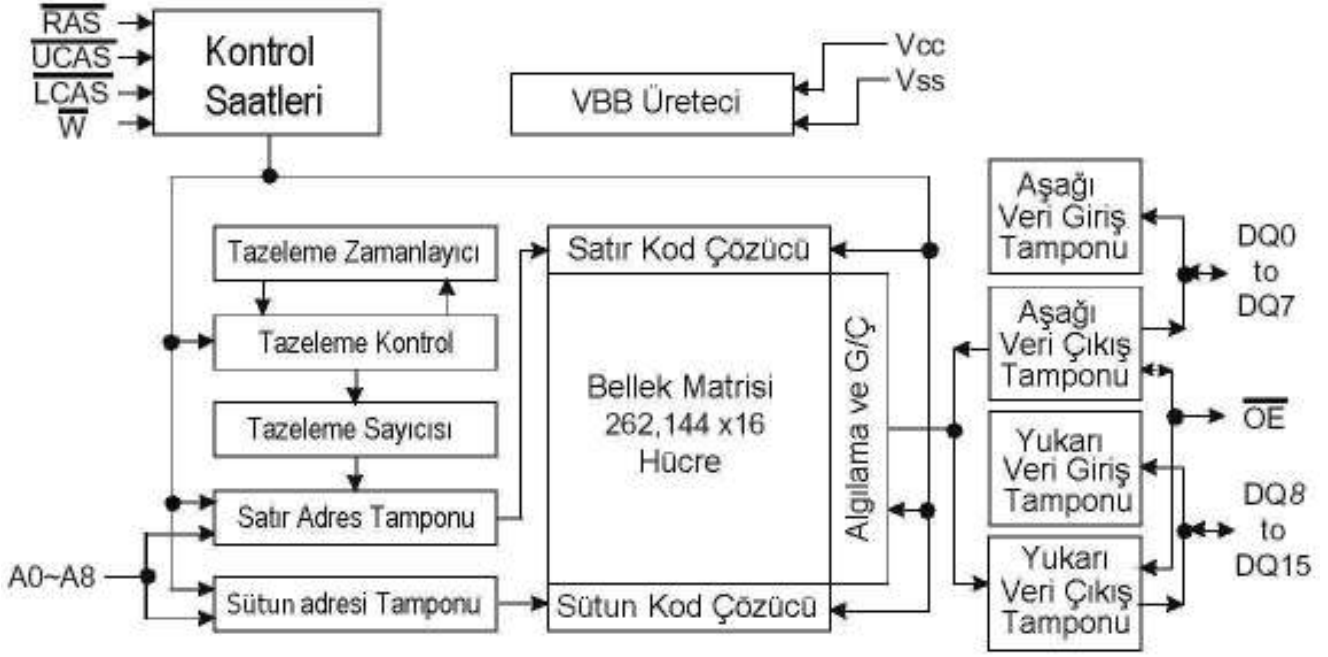
Bellek Teknolojisi	Teknik Özellikleri				
	Kanal Sayısı	Saat Frekansı	Transfer Hızları		Veri Hızları (maks.)
			Adres	Veri	
PC800 RDRAM	2	400 MHz	800 MHz	800 MHz	3200 MB/s
DDR 266 SDRAM	1	133 MHz	133 MHz	266 MHz	2100 MB/s
DDR 200 SDRAM	1	100 MHz	100 MHz	200 MHz	1600 MB/s
PC133 SDRAM	1	133 MHz	133 MHz	133 MHz	1066 MB/s
PC100 SDRAM	1	100 MHz	100 MHz	100 MHz	800 MB/s

Günümüzde yaygın olarak kullanılan kişisel bilgisayarların ana bellek sisteminde artan ihtiyacı karşılamak üzere ekonomik bellek birimleri bulunmaktadır. Gelişen teknolojiyle büyük kapasitelerde RAM tümleşik devreleri üretilmekle beraber veri okuma ve yazma hızlarında işlemcilerin hızlarında çalışan bellekler daha küçük kapasitelerde ve daha pahalıdır. Bugün 3.2 GHz saat frekansında çalışan işlemciler ekonomik olduğu için 400 MHz bellek birimleriyle çalışmak durumundadır. Bu sorun işlemci ile ana bellek arasında daha hızlı bir yardımcı bellek kullanılarak çözülmektedir. Bu yardımcı

7.5.5. DRAM Tümleşik Devreleri



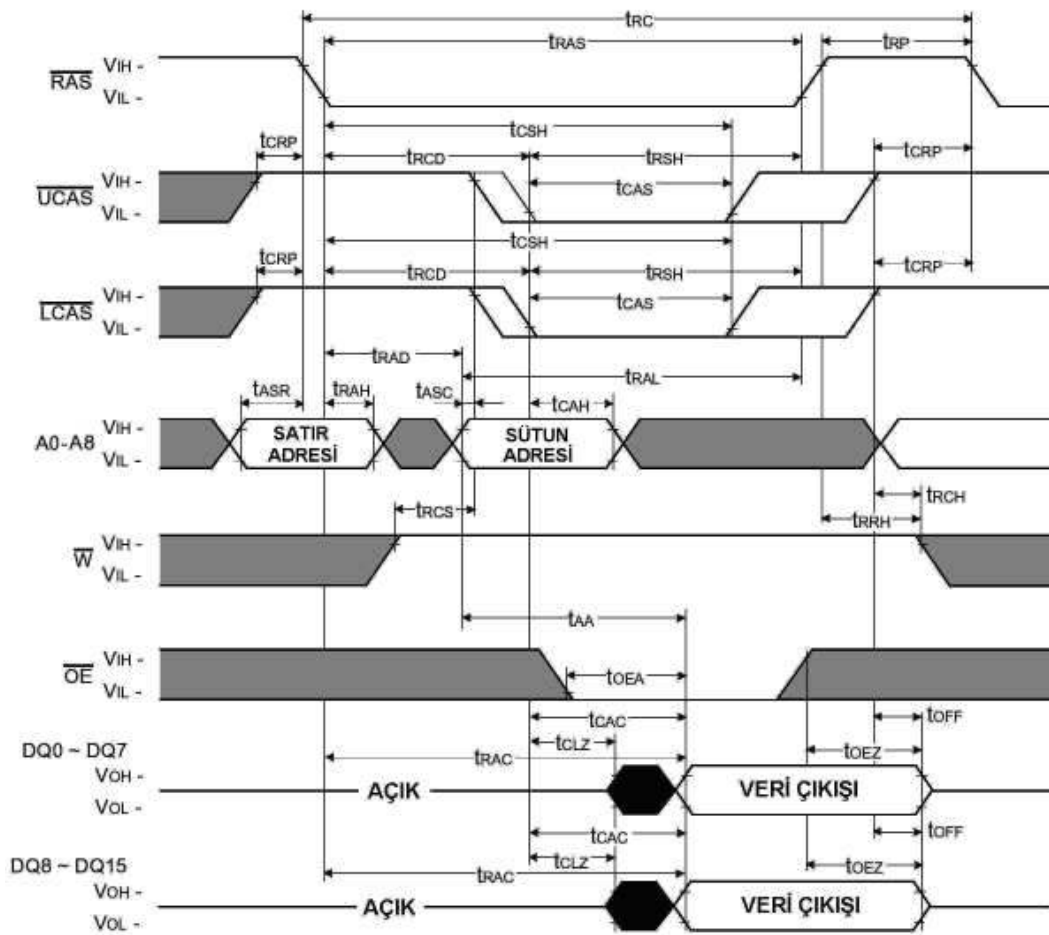
Şekil 7-38 256Kx16-Bit DRAM (KM416C256) Tümleşik Bellek Devresinin iç Blok Diyagramı



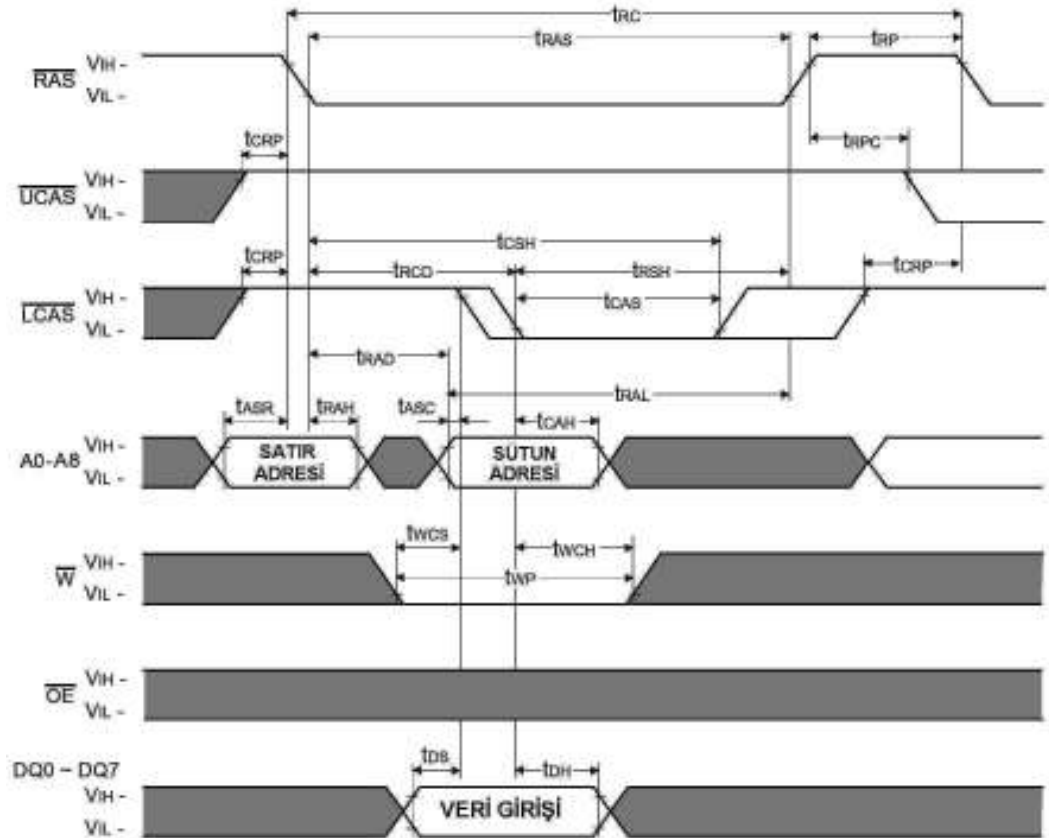
Şekil 7-39 256Kx16-Bit DRAM (KM416C256) Tümüleşik Bellek Devresinin Uç Düzeni

Tablo 7-10 256Kx16-Bit DRAM için Çalışma Tablosu

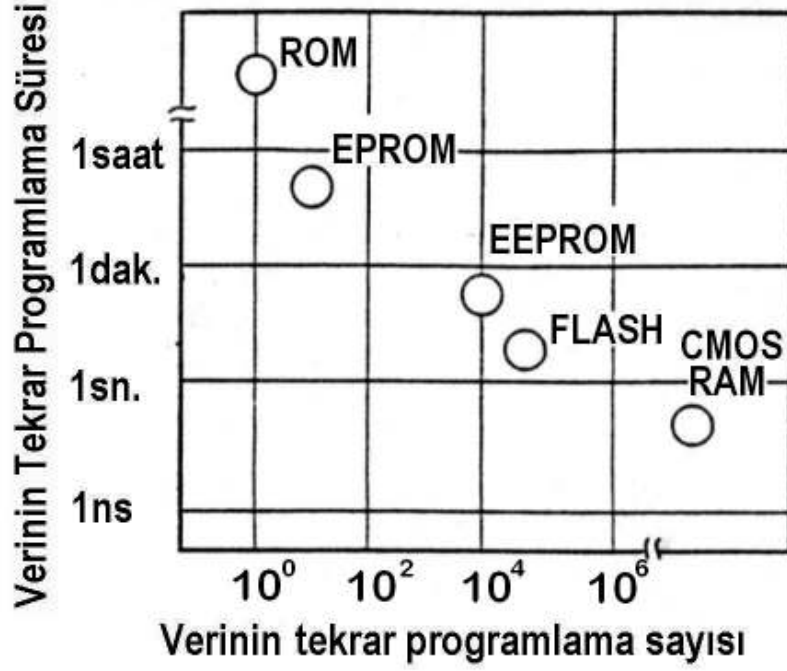
\overline{RAS}	\overline{LCAS}	\overline{UCAS}	\overline{W}	\overline{OE}	DQ0 - DQ7	DQ8-DQ15	Açıklama
H	H	H	H	H	Hi-Z	Hi-Z	Hazır
L	H	H	H	H	Hi-Z	Hi-Z	Tazeleme
L	L	H	H	L	DQ-OUT	Hi-Z	Bayt Okuma
L	H	L	H	L	Hi-Z	DQ-OUT	Bayt Okuma
L	L	L	H	L	DQ-OUT	DQ-OUT	Kelime Okuma
L	L	H	L	H	DQ-IN	-	Bayt Yazma
L	H	L	L	H	-	DQ-IN	Bayt Yazma
L	L	L	L	H	DQ-IN	DQ-IN	Kelime Yazma
L	L	L	H	H	Hi-Z	Hi-Z	-



Şekil 7-40 Kelime Okuma Zamanlama Dalga Şekli



Şekil 7-41 Bayt Yazma Zamanlama Dalga Şekli



Şekil 7-42 Belleklerin Veri Programlama Sayıları ve Tekrar Programlama Süreleri

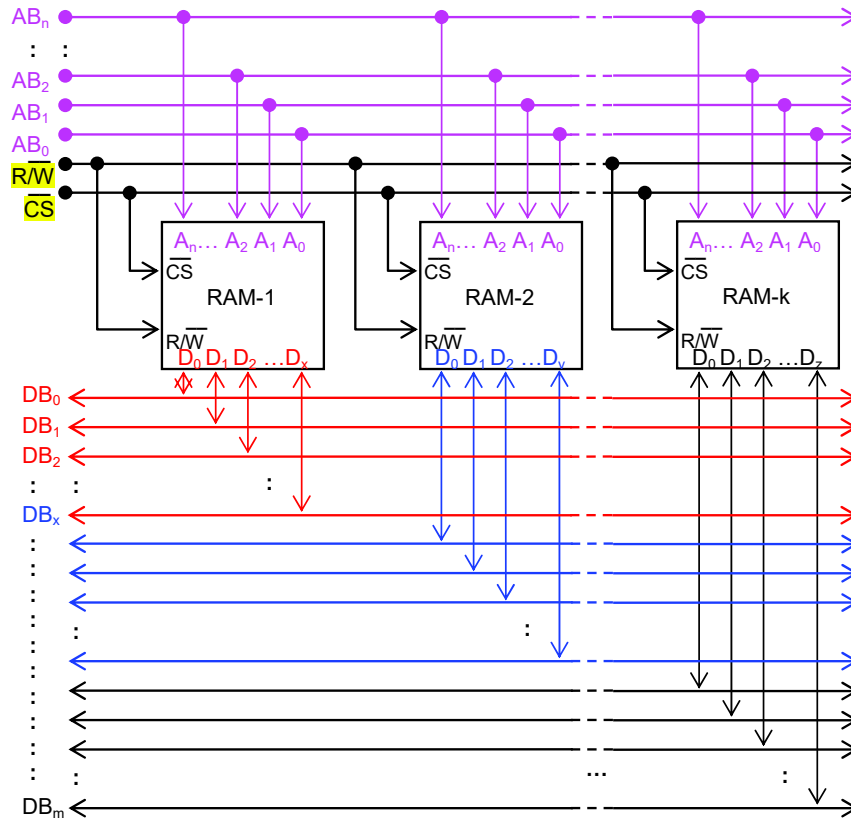
Şekil 7-43'de tümleşik belleklerin verinin yazılması ve tutulması özelliğine bağlı olarak kullanım şekilleri gibi bazı karakteristik özellikleri karşılaştırmak üzere verilmiştir. EPROM içinde bulunduğu sistem üzerinde programlanamaz. Ancak yazılım kontrollü sistem ile dışarıda programlanmasına

karşın programlanmış veriyi tutmak için bataryaya ve bu bataryanın bakımına ihtiyaç duymaz. CMOS RAM ise içinde bulunduğu sistemde okunduğu gibi yazılabilir olmasına rağmen veriyi tutmak için bataryaya ve bu bataryanın bakımına ihtiyaç duyar. EEPROM ise her iki tip bellek grubunun iyi özelliklerini taşır. Bundan dolayı yazılabilir ve okunabilir belleklerin içindeki verinin tutulması gereken uygulamalarda bu gruba giren Flaş bellekler kullanılmaktadır.

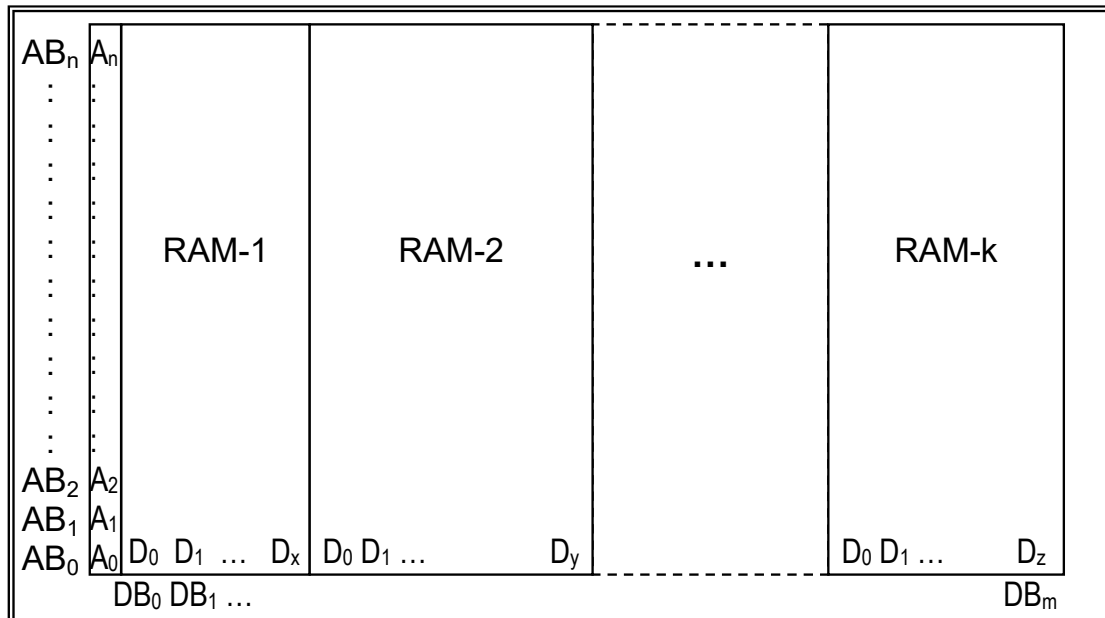
	PROM/EPROM	EEPROM/FLAS	RAM
Verinin Tekrar Programlanması	Kart üzerinde tekrar programlanamaz	Kart üzerinde tekrar Programlanabilir.	
Verinin Tutulması	Bataryaya gerek duymaz		Bataryaya gerek duyar

Şekil 7-43 Belleklerin Bazı Karakteristik Özellikleri

7.6. Bellek Biriminin Kelime Boyutunun Genişletilmesi

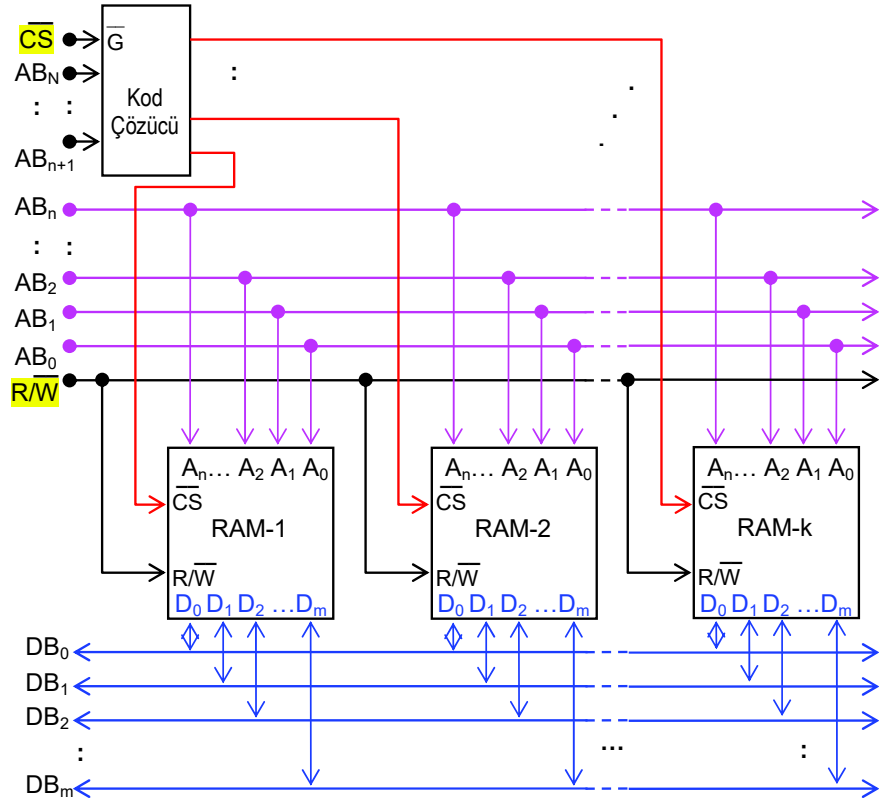


Şekil 7-44 Bellek biriminin kelime boyutunun genişletilmesi

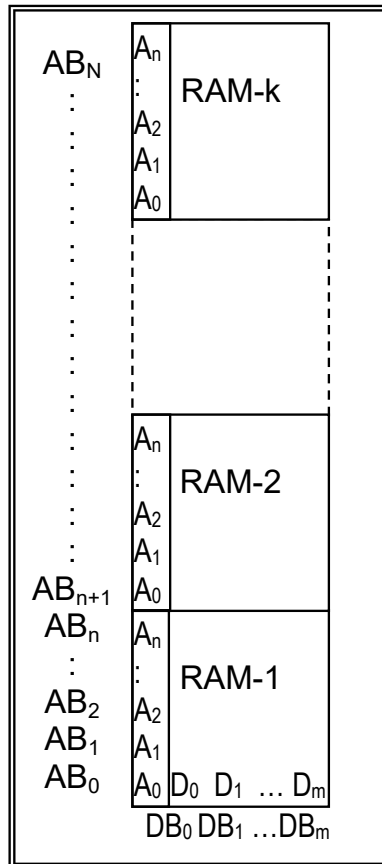


Şekil 7-45 Kelime boyutunu genişletmek için grafik yaklaşım

7.7. Bellek Biriminin Kapasitesinin Artırılması



Şekil 7-46 Bellek biriminin kapasitesinin genişletilmesi

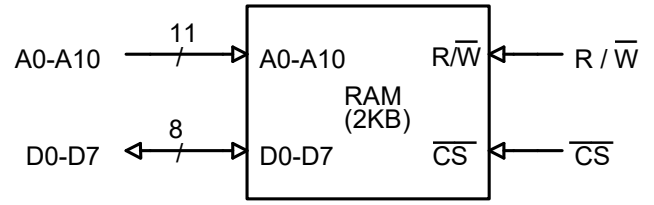
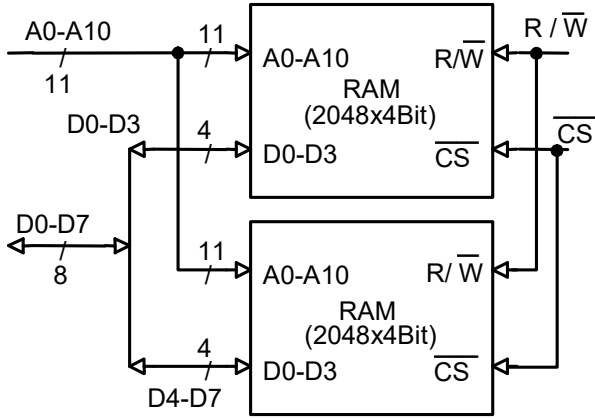


Şekil 7-47 Bellek kapasitesini artırmak için grafik yaklaşım

Örnek Pr. 7-1: Yanda çalışma tablosu verilen, 2 tane kontrol ucuna sahip, 2048 x 4-bit RAM tümleşik devrelerini kullanarak, 2 KB bellek birimini blok diyagramını çizerek tasarlayınız.

\overline{CS}	R/\overline{W}	Açıklama
H	X	Seçilmemiş
L	H	Okuma
L	L	Yazma

Çözüm :



Örnek Pr 7.2: Yanda çalışma tablosu verilen, iki tane kontrol ucuna sahip, 2048 x 8-bit RAM tümleşik devrelerini kullanarak, 8 KB bellek birimini blok diyagramını çizerek tasarlayınız.

\overline{CS}	\overline{WE}	Açıklama
H	X	Seçilmemiş
L	H	Okuma
L	L	Yazma

Çözüm:

Bellek organizasyonu 2048 x 8-bit olarak verildiği için veri yolu 8-bit ve RAM olduğu için iki yönlüdür. $2048=2^{11}$ olduğundan 2048 bellek kelimesini adreslemek için 11 tane adres ucuna ihtiyaç vardır. Diğer taraftan tasarlanmak istenen 8 KB kapasiteli yeni bellek biriminin $8192=2^{13}$ olduğundan 8192 bellek kelimesini adreslemek için 13 tane adres ucuna ihtiyaç vardır. Bunun sonucunda 2 KB RAM tümleşik devresinden 4 tane kullanılması gerekir. Yeni birimde fazladan bulunan $13-11=2$ adres ucu 2'den 4'e kod çözücü tarafından kullanılarak bu bellek tümleşik devreleri seçilir.

