



Computer Organization

“Bellekler”

Dr. Cahit Karakuş
Esenyurt Üniversitesi

Kritik Parametreler

- Enerji, taşınabilir enerji: Bilgisayarlar, gezgin otonom makineler, algılayıcılar (Hafif, uzun ömürlü, hızlı şarj)
- Transistör (Yarıiletken, atom kalınlığında, elektron akışını kontrol ediyor.)
- Mikroişlemci (Registers, ALU, Control irimi, Timing & Clock)
- Yakın gelecekte quantum bilgisayar (elektron), quantum hesaplama (Matris, vektör, uygulamalı matematik, makine öğrenmesi algoritmaları)
- Yapay Zeka: Makine öğrenmesi algoritmaları, veri hazırlama, veri yapıları, **veri tabanı yönetimi**
- Diller: C++ (Otomasyon, Java Script (Web arayüzleri), Python (Algoritmalar), Assembly, Matlab
- Bellekler

Size matters!

- Memory sizes are usually specified in numbers of **bytes** (1 byte= 8 bits).
- The 2^{28} -bit memory on the previous page translates into: 2^{28} bits / 8 bits per byte = 2^{25} bytes
- With the abbreviations below, this is equivalent to 32 megabytes.

Prefix	Symbol	Power of 10	Power of 2	Prefix	Symbol	Power of 10
Kilo	K	1 thousand = 10^3	$2^{10} = 1024$	Milli	m	1 thousandth = 10^{-3}
Mega	M	1 million = 10^6	2^{20}	Micro	μ	1 millionth = 10^{-6}
Giga	G	1 billion = 10^9	2^{30}	Nano	n	1 billionth = 10^{-9}
Tera	T	1 trillion = 10^{12}	2^{40}	Pico	p	1 trillionth = 10^{-12}
Peta	P	1 quadrillion = 10^{15}	2^{50}	Femto	f	1 quadrillionth = 10^{-15}
Exa	E	1 quintillion = 10^{18}	2^{60}	Atto	a	1 quintillionth = 10^{-18}
Zetta	Z	1 sextillion = 10^{21}	2^{70}	Zepto	z	1 sextillionth = 10^{-21}
Yotta	Y	1 septillion = 10^{24}	2^{80}	Yocto	y	1 septillionth = 10^{-24}

Bellek

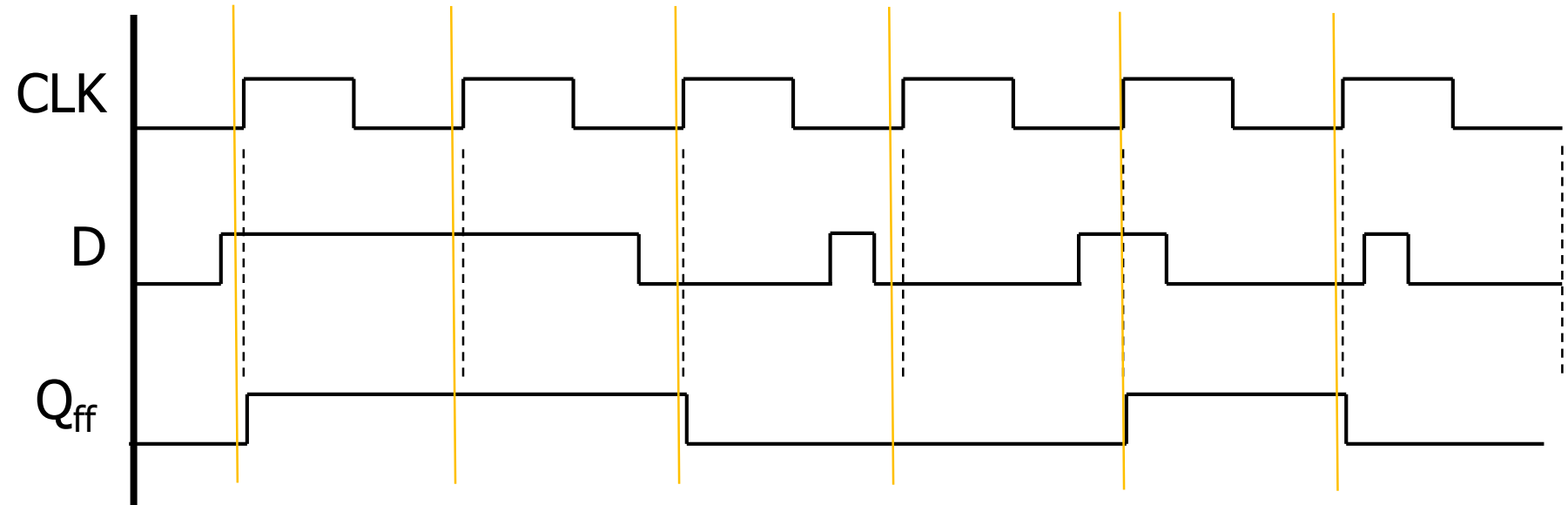
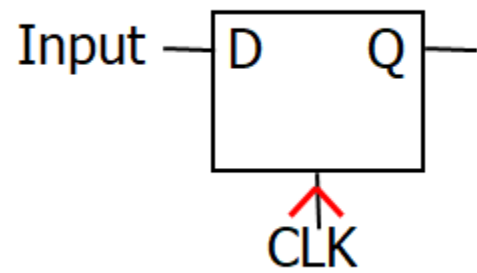
- **Bellek:** Mikroişlemcinin işlediği veya manipüle (İstek doğrultusunda bilgiyi değiştirmek) ettiği verileri saklayan transistör elektronik devre elemanlarından oluşan, veri saklama özelliği olan ardışıl lojik kapılardır. Bellekler ikili sayı sisteminde 1 veya 0 sembollerden oluşan komut ya da veri gibi bilgileri saklar.
- **Bellekler:** Mikroişlemcilerde komutları (ROM) ya da verileri (RAM) transfer etmek için gerekli devrelerle birlikte bir depolama hücreleri koleksiyonudur.
- **Transistör:** Farklı bir noktadan elektron akışını kontrol ederek (akım, gerlimi) sinyal anahtarlama ya da kuvvetlendirme işlevlerini yerine getiren, yarı iletken teknolojisinde üretilen bir devre elemanıdır. Transistörler atomik yapıda üretilebilmektedir.
- **Register:** Geçici özel amaçlı saklayıcılardır. Mikroişlemcinin içindedir.
- **ROM bellek:** Değiştirilmeyen komut ve verileri saklamak için kullanılır. Sadece okunur bellektir.
- **RAM bellek:** Verileri saklamak için kullanılır. Hem yazılan hem de okunan bellektir.
- **Ön Bellek (Cache):** Mikroişlemcinin sonraki adımlarda işleyeceği verilerin önceden transfer edilip hazırlandığı kendi ön belleğidir (SRAM).

Memory

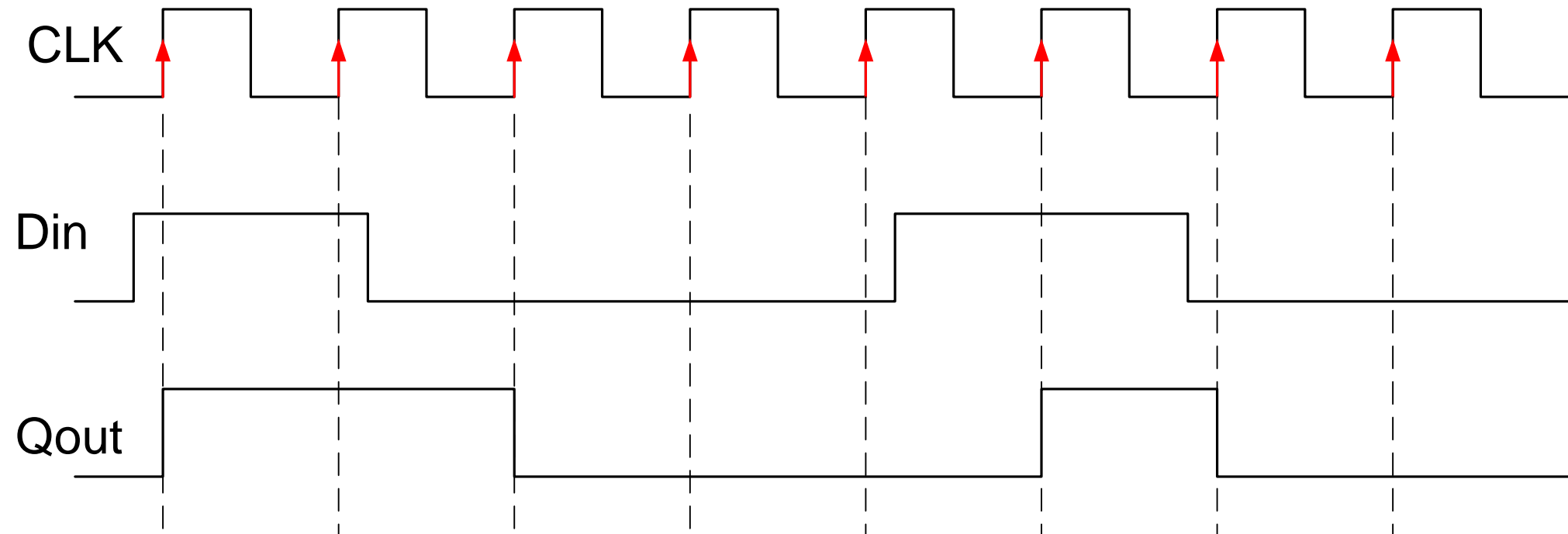
- Ardışıl mantıksal devrelerin tümü hafızanın (veri saklama) varlığına bağlıdır.
 - Bir ikili lojik devre (flip-Flop) lojik kapılardan oluşur. Lojik kapılar ise transistörler üretilmektedir.
 - Bir flip-flop, hafızası olan ikili devredir ve bir bitlik bilgiyi saklayabilir.
 - Bir özel amaçlı saklayıcı (Register), tipik olarak 16, 32 veya 64 bit olmak üzere "Word" grup depolayabilir.
- Flip-Flop (ikili lojik devre):
 - Clock sinyalinin yükselen kenarı (Tetikleme seviyesi) gelene kadar çıkış seviyesi değişmez (Hafıza, bellek özelliğinden)
 - Clock darbe katarı sinyalinin yükselen kenarı geldiğinde çıkış giriş değerini alır. Eğer giriş 1 ise çıkış 1 olur. Eğer giriş 0 ise çıkış 0 olur.
 - Bir sonraki clock sinyalinin yükselen kenarı gelene kadar çıkış durumunu korur.
- Bellek, daha da büyük miktarda veri depolamamıza izin verir:
 - Read Only Memory (ROM)
 - Random Access Memory (RAM): Ön Bellek (Static RAM - SRAM), Ram (Dynamic RAM - DRAM)

The D flip-flop

- Clock darbe katarının yükselen ya da düşen kenarında örneklenen giriş
 - Yükselen kenar: Giriş çıkışa geçer
 - Aksi takdirde: Flip-flop çıktısını tutar
- İkili devreler clock darbelerinin yükselen kenardan tetiklenebilir veya düşen kenardan tetiklenebilir
- Clock işaretinin yükselen kenarında çıkış girişe eşit olur ($Q=D$). Clock işaretinin diğer tüm durumlarında çıkış değişmez.
- Şu anki durum (Q) ve bir sonraki durum (D) birlikte göz önüne alınır.
- Q çıkışı=(110010)b



Örnek: Flip - Flop



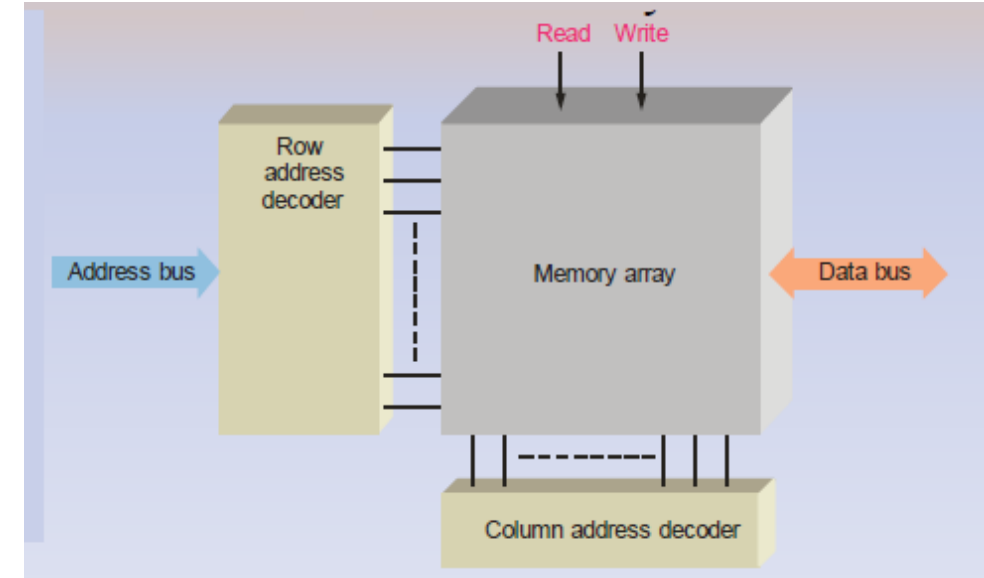
Qout=(1100 0100)b

Belleğe gelen sinyal tipleri

- Memory signals fall into three groups
 - Address bus – Bellekleri ve ilgili bellekte erişilmek istenen bellek gözünü seçer.
 - Data bus
 - Bellek gözünden veri okunana ya da yazılan verilerin üzerinde bit olarak bulunduğu tellerden oluşur.
 - Control signals - specifies what the memory is to do
 - Control signals are usually active low
 - Most common signals are:
 - CS: Chip Select; must be active to do anything. Bellek gözlerinin üst üste gelmesini, çakışmasını önler.
 - OE: Output Enable; active to read data
 - WR: Write; active to write data
 - RD: Read, active from read data

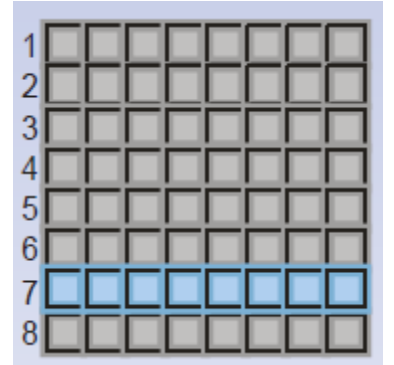
Bellek Adresleme

- Belleğe okuma veya yazma yaparken adres yolu hatlarının (address bus – adres) herbirini bir bit (ikili sayı) yerleştirilir. İçerisinde yer alan kod çözücü satır ve sütun numaralarını belirleyerek istediğimiz bellek birimini seçer. Adres belirlendikten sonra okumada veri yoluna (data bus) bellekteki bilgi aktarılırken yazmada veri yolundaki veribelleğe yazılır.
- Address bus, adres hatlarındaki elektrik sinyallerine verilen isimdir. Hatların sayısı belleğin satır numarası hakkında bilgi verir. 32 bit adres bus ile 2^{32} satır bellek adreslenebilir. 4Gbyte.
- Yarı iletken bellekleri kullanmak için adres ve veri yollarının dışında oku (read), yaz (write) gibi denetim işaretleri ile bellek seçme (chip select) işaret girişlerine gereksinim duyulur.
- Chip Select (CS) veya Chip Enable (CE) adres kodçözme işleminin bir parçasıdır. Genellikle birden fazla bellek tümdevresi kullanıldığında bu birimleri ayırt etmek için kullanılır.
- Read Enable (RE) ve Write Enable (WE) işaretleri verinin akış önünü dentelemek amacıyla mikroişlemci tarafından üretilir ve belleğe gönderilir.
- Output Enable (OE) okuma işlemi süresince aktiftir, diğer durumlarda ise aktif değildir. Bu işaret belleği veri yoluna bağlar.



Bellek Birimi

- Bellek içerisinde veri saklayan elektronik devredir.
- En çok kullanılan bellek birimi byte'tır, 1 byte 8 bitten oluşur.
- Bir birim verinin bellek içerisinde yerini belirlemek için adres hatları kullanılır.



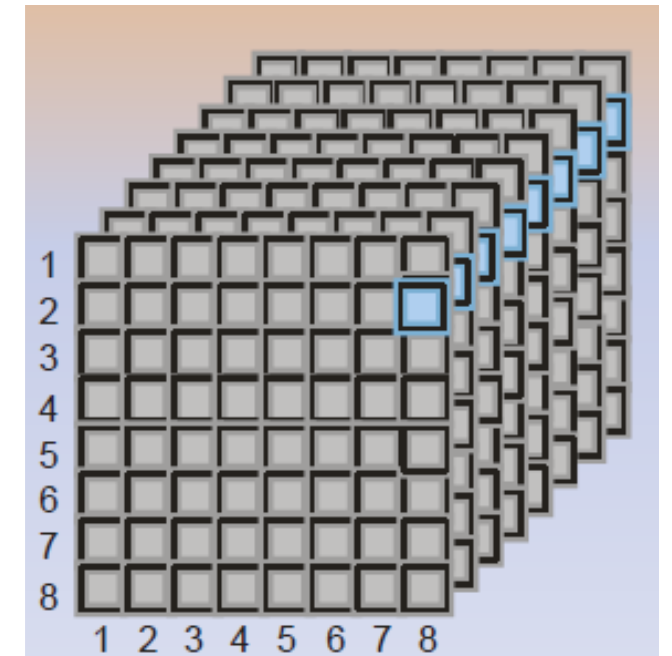
3-boyutlu bellekte bir byte'ın adresi satır veya sütun olarak tanımlanır her byte kendine özgü satır ve sütun numarasına sahiptir.

Soru: Şekilde Bir satır 8 bit'ten oluşursa kaç byte yer almaktadır? Mavi byte'ın adresini belirleyin?

Toplam byte sayısı= Herbir hücre 1 bit ise, toplam byte sayısı=8 *8=64byte

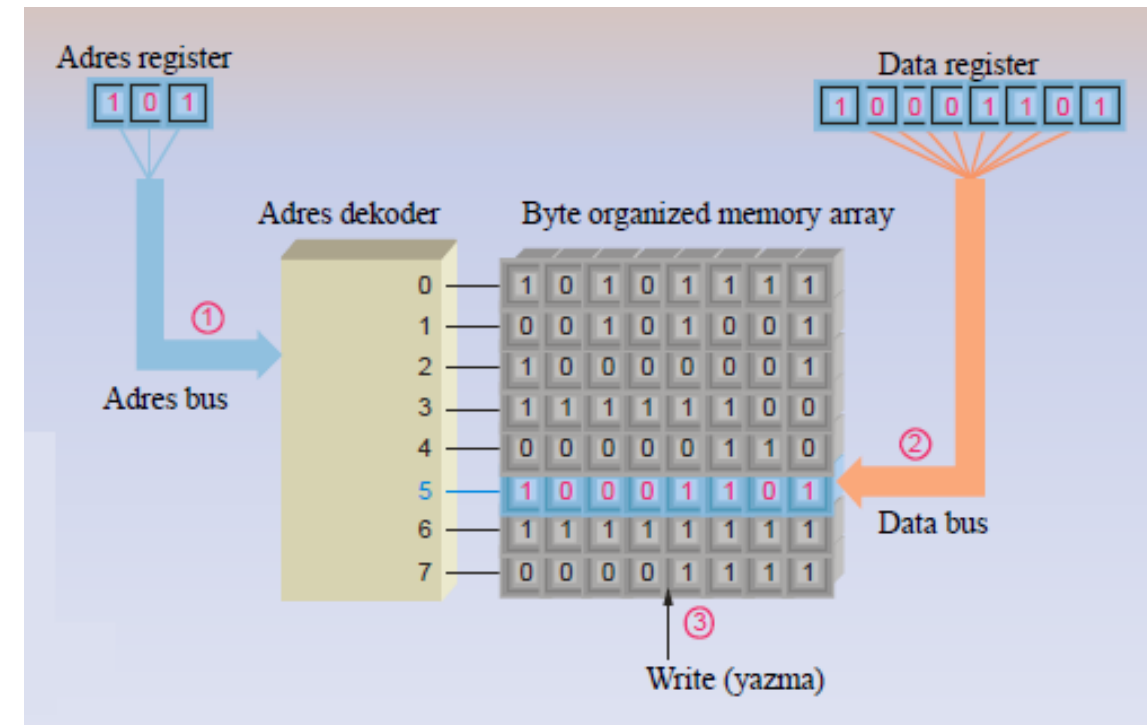
Soru toplam bit sayısı nedir? $64 * 8 \text{ bit} = 512 \text{ bit}$.

Cevap: 1.panel 2. Satır 8. Sütun, 2.panel 2.satır 8.sütun ... 8. panel 2.satır 8.sütun



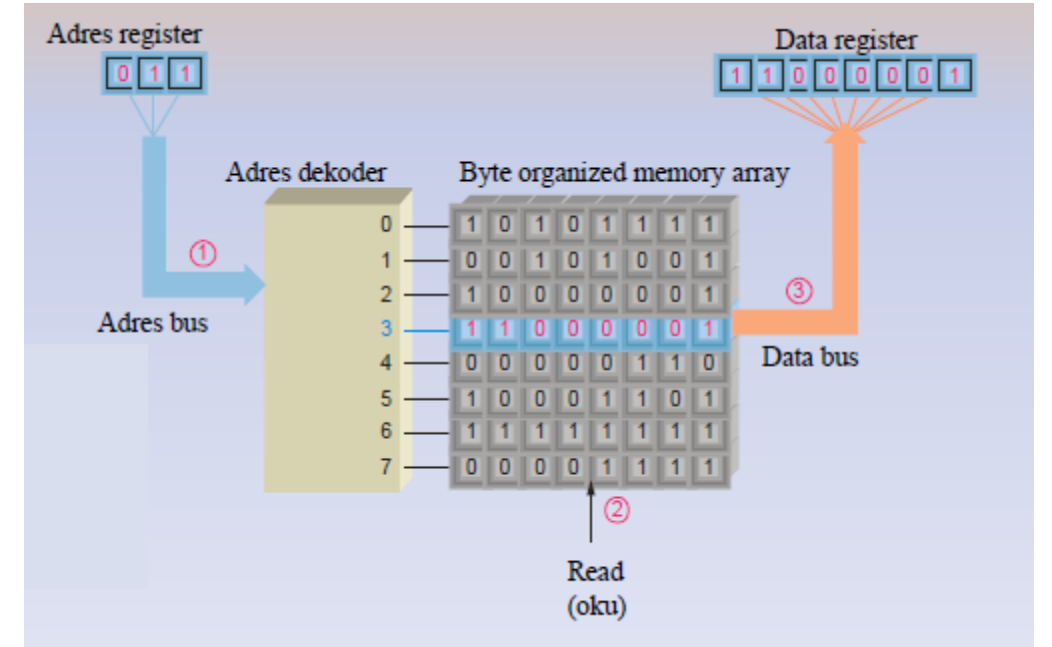
Yazma İşlemi

- Belleğe yazma ve bellekten okuma işlemleri kısaca oku ve yaz işlemi olarak adlandırılır. Yazma işleminde bellekte bulunan bit gözlerine byte olarak yeni veri yazılır.
 - 1. Adres, adres yoluna yerleştirilir.
 - 2. Veri (Data) veri yoluna yerleştirilir.
 - 3. Yazma işareti etkin yapılır.
- Veri: $(8D)h = (1000\ 1101)b$



Okuma İşlemi

- Okuma işleminde bellekteki orijinal veri değişmez. Veri yolu belleklerde çift yönlüdür, okumada veri bellekten veri yoluna kopyalanır.
- 1. Okunacak veri satırının adresi adres yoluna yerleştirilir..
- 2. Oku girişi etkin yapılır.
- 3. Seçilen bellek satırının içeriği veri yoluna aktarılır.



Örnek: Picture of Memory

- You can think of memory as being one big array of data.
 - The address serves as an array index.
 - Each address refers to one word of data.
- You can read or modify the data at any given memory address, just like you can read or modify the contents of an array at any given index.
- Toplam adres hattı hex sayısı=8 adet.
- Bir hex sayı sisteminde 4 bit vardır.
- O halde toplam adres hattı bit sayısı= $8*3=32$ bittir.
- Sağdaki şekilde, Word olarak 16 bit bellek gözleri kapasitesi= 2^{16} word (1Word=2byte)
- Soldaki şekilde, Byte olarak 8 bit bellek gözleri kapasitesi= 2^8 byte



Hexadecimal	Binary	Decimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

Örnek-1:

- Bir belleğin adresleme aralığı (00)h ile (FF)h arasında ise bellek kapasitesi nedir?
- (0000 0000)b – (1111 1111); son bellek gözü adresine +1 eklenerek bellek boyutu bulunur.
- Bellek aralığı: (0)d –(255)d : 0,1,2,3, ..., 255
- (1111 1111)b +1=(0001 0000 0000)b
- Sağdan indisleme: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
- 1 olanların 2^indis değerleri toplanır=2^8=256
- Bellek kapasitesi: 256 byte

Örnek-2:

- Bir belleğin adresleme aralığı (00000000)h ile (FFFFFFFF)h arasında ise bellek boyutu nedir?
- (FFFFFFFF)h=(1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111)b
- (1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111)b +1 eklenir. Başlama adresi 0 olduğu için 1 eklenir.
- Belleğin Kapasitesi= (0001 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000)b
- Indisleme: 0,1,2, ... 32
- Belleğin kapasitesi= $2^{32}=2^2 \cdot 2^{30}=4\text{GByte}$

Memory Address, Location and Size

- Bir belleğin kapasitesi iki parametre ile belirlenir;
 - İlki, bellek gözlerine erişim, adres hattı sayısı (n) ile belirlenir. Birimi byte'dır. Çünkü bellek gözü byte ile temsil edilir. Bir byte 8 bit'e eşittir.
 - İkincisi ise veri hattı uzunluğudur, m .
- $2^n \times m$
- n address bits (adres hattı sayısı) = 2^n addresses
- m data bits
- m is the "width" of the data path
- Typical values:
 - n : 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 30, 40, 50, etc.
 - m : 8, 16, 32, 64, 128, 256

Örnekler

Örnek:

- Not:Herbir hex ifadesi 4 bittir.
- Örneğin, adresleme aralığı (00)H-(FF)H olsaydı, Toplam hex sayısı 2 olduğuna göre $n=2*4=8$ olur, O halde bellek kapasitesi= 2^n Byte= $2^8=256$ Byte)

Örnek:

- (000000)H - (FFFFFF)h adresleme aralığı bulunan belleğin kapasitesi kaç byte'dır?
- Toplam hex sayısı 6 olduğuna göre $n=6*4=24$ olur, O halde bellek kapasitesi= 2^n Byte= $2^{24}=2^{20}*2^4=16$ MByte.

Question

- Q: 512KB belleğe sahip bir bellek biriminin kapasitesi kaç byte bulunur?
A: $512\text{KByte} = 2^9 * 2^{10} \text{ Byte} = 2^{19}\text{Byte}$
- Q: 512KB belleğin adres hattı sayısı nedir?
A: n=19 adet hat bulunmaktadır.
- Q: 512KB belleğin adres hatlarını indisleyiniz.
A: A18, A17, A16, ... , A2, A1, A0
- Her bir adres hattı üzerindeki sinyali tanımlayınız
A: Herbir adres hattı üzerinde bir bit (0 yada 1) elektriksel sinyal vardır.
- 512KB belleğin toplam bit olarak bellek kapasitesini hesaplayınız,
A: $2^{19} * 2^3 = 2^{22}$ bit olarak hesaplanır.

Örnek: Memory Capacity

- Q: 2MB belleğe sahip bir bellek biriminde kaç adet adres hattı ve kaç bit bellek bulunur?
- Adresleme kapasitesi byte olarak= $2^1 \times 2^{20} = 2^{21}$ byte, Adres hattı sayısı=21 adet.

A: 1 Byte = 8 bit= 2^3 bit

$$2^1 \times 2^{20} \times 2^3 = 2^{24} = 16,777,216 \text{ bit}$$

Örnek: (16M x 16) Ram belleğin boyutu

- (16M x 16) Ram belleğin boyutunu bit olarak hesaplayınız. Herbir bit 1 adet transistör ile temsil edilir ise verilen Ram bellekte toplam kaç adet transistör vardır?
- 16M ifadesinden sonra gelen 16 ifadesi verinin bit olarak 16 bit ile temsil edildiğini söyler. 16 bit=1 Word= 2 Byte; 8 bit=1 Byte
- Belleğin toplam kapasitesi, bit olarak
 - 16M words, each 16 bits long
 - 24 address lines, 16 data lines
 - $16M \text{Word} = 2^4 \text{ MWord} = 2^4 \times 2^{20} \text{Word} = 2^{24} \times 16 \text{ bit} = 2^{24} \times 2^4 \text{ bit} = 2^{28} \text{ Bit}$
 - Belleğin kapasitesi byte olarak, $2^{24} \times 2 = 2^{25} \text{ Byte}$; (1Word = 2 byte)
 - Toplam transistör sayısı=Toplam bit sayısı= 2^{28} adet transistör

Main Memory Types

- RAM
 - Rasgele erişim belleği
 - Yazılabilir ve okunabilir.
 - Genellikle uçucu bellektir. Power gittiğinde veri kaybolur.
 - Genellikle ana hafıza denir
- ROM
 - Sadece Belleği okur
 - Kalıcı
 - Uçucu olmayan bellektir. Hiçbir şekilde içerik kaybolmaz.
 - Bilgisayarı başlatmak için gerekli olan bellektir.
 - Veri ve Yazılım komutları ya da kodları için özel amaçlı depolama alanıdır.
- CMOS RAM
 - Bilgisayar donanımı hakkında bilgi depolar
 - Pil gücü gerektirir
 - İlk açılışın adresini saklar

Sanal Bellek **(Virtual Memory)**

Sanal Bellekler

- Bilgisayar sistemlerinde aynı anda birçok uygulamayı çalıştırmak istenir. Fakat bellek sınırlı bir kaynak olduğundan aynı anda birden fazla program çalıştırılmak istenildiğinde bilgisayarın performansı düşebilir hatta durma noktasına bile gelebilir. İşte tam bu esnada sanal bellek devreye girer.
- Alternatif bellek adresleri kümesi olarak sanal bellek.
- Komutları ve verileri depolamak için gerçek bellek adresleri yerine sanal bellek adresleri kullanır.
- Program gerçekten yürütüldüğünde, sanal bellek adresleri gerçek bellek adreslerine dönüştürülür.
- Sanal bellek, çalışan bir programa fiziksel belleğin boyutundan bağımsız ve sürekli bir bellek alanı sağlanıyormuş izlenimini veren bilgisayar tekniğidir.
- Sanal bellek, RAM (rasgele erişim belleği) veya disk depolama gibi elemanlara ek olarak bilgisayara destek sağlar ve ana belleği simüle eden işletim sisteminin (OS) çekirdeği için geliştirilmiş bir bellek yönetim özelliğidir. Bu özellik sayesinde hem uygulamaları hem de verileri tutan belleklerin adresleri oluşturmak için RAM'deki asıl bellek ve sabit disk sürücülerindeki etkin olmayan bellek kullanılarak sanal adres alanı artırılmaktadır.
- **Sanal bellek sayesinde bilgisayarın yakın zamanda kullanmayacağı RAM bellek alanlarını sabit diske (Hard Disk) yükler. Sonuç olarak hemen çalışacak uygulamaları yüklemek için RAM'deki alanı boşaltılmasıdır. Kullanılmayan ve Hard diske transfer edilen RAM bellek alanındaki adreslemeyi de saklar. Bu işleme sanal bellek denir. Kullanılmak istendiğinde Hard diskteki verileri RAM belleğe yüklemeyen önce o gözlerdeki verileri de hard diske yükler.**

Sanal Belleğin kendi terminolojisi vardır

- Her işlemin kendi özel "sanal adres alanı" (ör. 232 Bayt) vardır; CPU aslında "sanal adresler" oluşturur.
- Her bilgisayarın bir "fiziksel adres alanı" vardır (ör. 128 MegaBytes DRAM); "gerçek hafıza" olarak da adlandırılır.
- Adres çevirisi: sanal adresleri fiziksel adreslerle eşleme
 - Birden fazla programın aynı anda bellek kullanmasına izin verir (farklı fiziksel parçalar)
 - Ayrıca bazı sanal bellek parçalarının ana bellekte değil diskte saklanmasına izin verir (belleğe erişim hiyerarşisinden yararlanmak için)

Sanal Bellek

- Sanal bellek, fiziksel belleğin pahalı olduğu zamanda ortaya çıkmıştır. Bilgisayarların sınırlı sayıda RAM'i vardır , Bu sebeple aynı anda birden fazla uygulama çalıştırılmak istendiğinde RAM bellek alanı sıkıntısı kendini göstermekteydi.
- Sanal bellek sayesinde aynı anda daha büyük programların yüklenebilmesi ve yürütülmesi sağlanarak hafıza yönetimi kontrol altına alınır. Sanal bellek kullanılarak her programın sonsuz hafızası varmış gibi çalışmasına olanak tanınırken RAM alanı kullanımı verimli kılınmaktadır.
- **Hafıza hiyerarşisi** çeşitli veri depolama birimlerinin veri iletim hızı/işlem gücüne göre hiyerarşik olarak sıralanmasıdır.
- İşlemcilerin hızı ve işlem gücü arttıkça bilgisayar mimarisini oluşturan veri saklama birimleri ile işlemci arasındaki senkron (zamanlama uyumu) farkı gitgide artmaktadır.

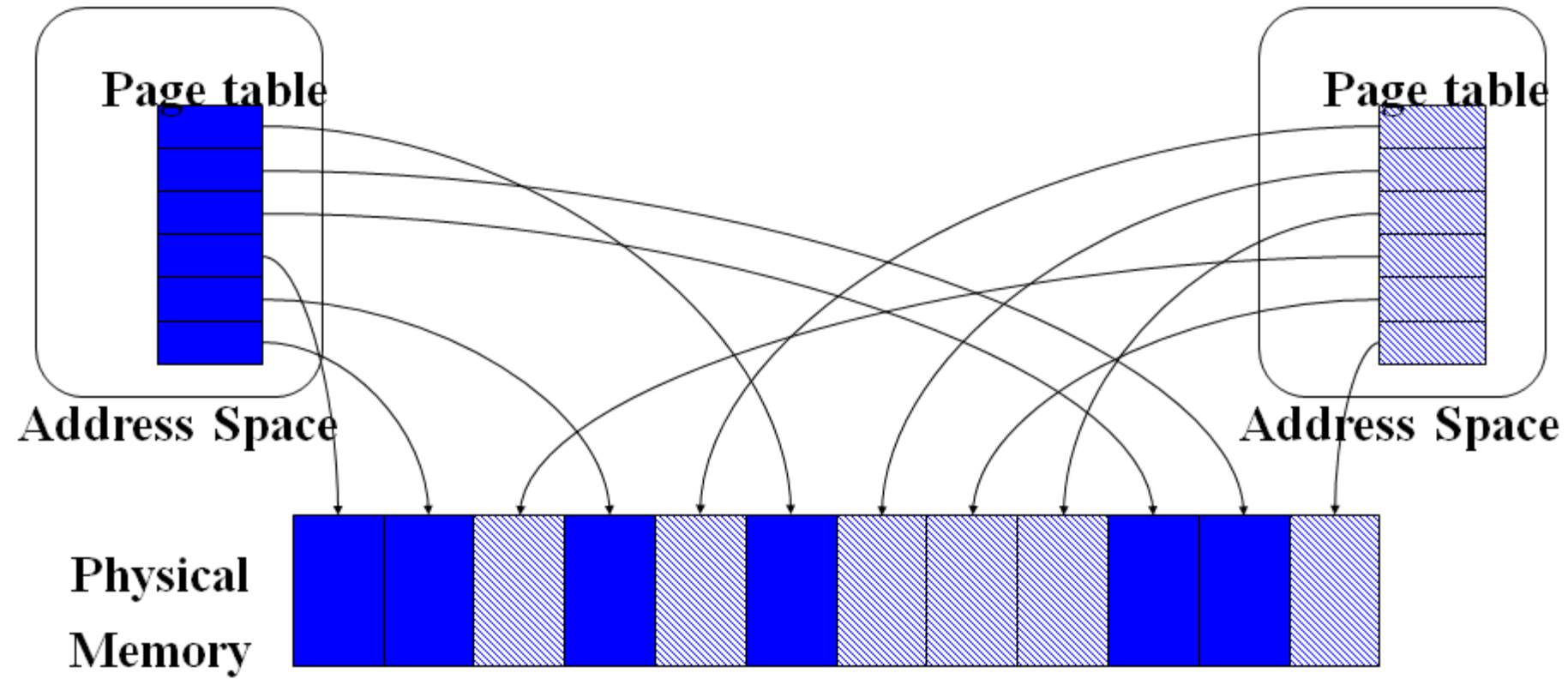
Sanal Bellek Nasıl Çalışır?

- Sanal bellek mevcut sistemde kullanılan RAM'in benzerinin sabit sürücünün (Hard Disk) bir bölümünde oluşturmaktır. Sanal belleği fiziksel belleğe kopyalarken, işletim sistemi belleği dosyaları sabit sayıda adresle değiştirmektedir. Sanal bellek, sabit disk sürücüsünü (HDD) geçici depolama alanı gibi kullanarak yazılımın ek bellek olarak kullanılmasına izin verir. Her dosya diskte depolanabilmektedir.
- Çoğu merkezi işlem birimi (CPU), sanal belleği destekleyen bellek yönetimi birimlerini (MMU – Memory Management Unit) sağlar. MMU, bellekte ve HDD'de bulunan “gerçek” ve “sanal” adresleri dönüştürmek için kullanılan sayfa tablolarını (paging) destekler. Sanal bellek kullanılan bir işletim sistemi bir program veri bloğuna ihtiyaç duyduğunda, işletim sistemi program veri bloğunu diskten ana belleğe kopyalar ve sanal adresleri gerçek adreslere çevirir. Sanal adresleri fiziksel adreslere çevirmek MMU'nun görevidir.
- Genel olarak sanal bellek tekniğinde, bilgisayarımız RAM üzerinde yüklü kullanılmayacak, yani aktif olmayan alanlara bakar ve o kısımları hard diske kopyalar. Böylece yeni program için ya da programın o anda çalışması gereken kısımları için RAM üzerinde yer açılmış olur. Bu, sanal belleğin temel çalışma prensibidir ve sanki sonsuz bir RAM'e sahipmişiz gibi hissedilir.

Sayfa Tabloları (Paging)

- Sayfalama, programlar için biraz daha kolay bir arayüz sağlar, çünkü çalışması daha otomatik ve dolayısıyla şeffaf olma eğilimindedir.
- Sayfa olarak adlandırılan her aktarım birimi sabit boyuttadır ve programın kontrolü dışında sanal bellek yöneticisi tarafından değiştirilir.
- Segmentasyonda görüldüğü gibi, bir segment / ofset adresleme yaklaşımı kullanmak yerine, sayfalama, gerektiğinde fiziksel belleğe eşlenen doğrusal bir sanal adres dizisi kullanır.
- Bu adresleme yaklaşımı nedeniyle, tek bir program birçok bitişik olmayan bölüm dizisine başvurabilir.
- Sayfaların sabit boyutu nedeniyle bazı dahili parçalanmalar hala mevcut olsa da, bu yaklaşım dış parçalanmayı neredeyse ortadan kaldırır.
- İhtiyaç duyduğunuz verilerin olabildiğince hızlı bir şekilde mevcut olmasını sağlamaya yardımcı olmak için sanal bellek işletim sistemleri tarafından kullanılan bir teknik.
- İşletim sistemi, depolama aygıtınızdan ana belleğe belirli sayıda sayfa kopyalar.
- Bir program, ana bellekte olmayan bir sayfaya ihtiyaç duyduğunda, işletim sistemi gerekli sayfayı belleğe kopyalar ve başka bir sayfayı diske geri kopyalar.

Sanal Bellek(Paging)



Segmentation

Segmentation.....

- Segmentasyon, değişken boyutlu segmentlerin fiziksel adres alanına taşınmasını içerir.
- Genellikle bu bölümler bitişik birimlerdir ve programlarda bölüm numaraları ve talep edilen verilere göre bir ofset ile belirtilir.
- Etkili segmentasyon, hedef sistemleri için çok dikkatli bir şekilde yazılmış programlara dayanır.
- Segmentasyon, tek büyük bloklarda bulunan belleğe dayandığından, yeni bir modülü yüklemek için yeterli boş alanın bulunması çok olasıdır, ancak kullanılamaz.
- Bölümler değişken boyutlu değilse, bölümün üstündeki bellek program tarafından kullanılmıyorsa, ancak yine de onun için "ayrılmış" ise bölümlenme, dahili parçalanmadan da zarar görebilir.
- Code segment, Data Segment, Stack Segment, Extra Segment

Sıralı erişim, doğrudan erişim ve rastgele erişim arasındaki farklar?

- **Sıralı erişim:** Bellek, kayıt adı verilen veri birimleri halinde düzenlenir. Erişim belirli bir lineer sırayla yapılmalıdır.-
- **Doğrudan erişim:** Bireysel bloklar veya kayıtlar, fiziksel konuma dayalı olarak benzersiz bir adrese sahiptir. Erişim, genel bir çevreye ulaşmak için doğrudan erişim artı sıralı arama, sayma veya son konuma ulaşmak için bekleme ile gerçekleştirilir.
- **Rasgele erişim:** Bellekteki her adreslenebilir konum, benzersiz, fiziksel olarak adres tellerinden oluşan bir adresleme mekanizmasına sahiptir. Belirli bir konuma erişim süresi, önceki erişimlerin sırasından bağımsızdır ve sabittir.

Yerellik ilkesi, çoklu bellek düzeylerinin kullanımıyla nasıl ilişkilidir?

- Verileri bir bellek hiyerarşisi boyunca düzenlemek mümkündür, öyle ki, art arda gelen her bir alt seviyeye erişim yüzdesi, bir üst seviyeden önemli ölçüde daha azdır.
- Bellek başvuruları kümelenme eğiliminde olduğundan, bellek erişim isteklerini karşılamak için daha yüksek düzeydeki bellekteki verilerin çok sık değişmesi gerekmez.

Raid

Raid

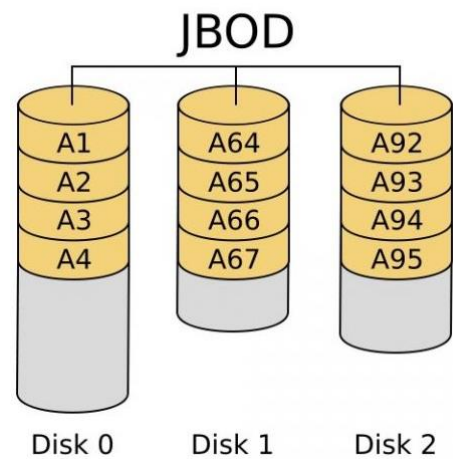
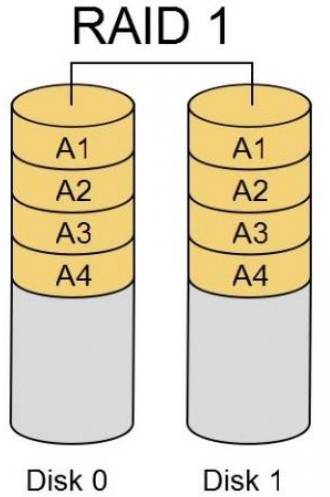
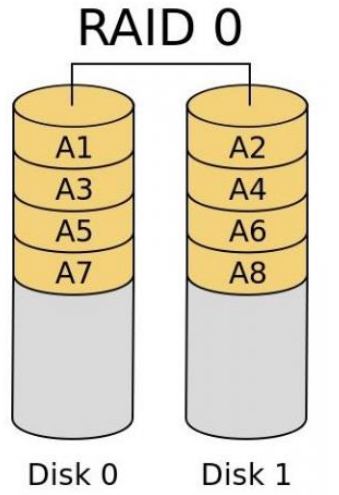
- Redundant Array of Inexpensive Disks (Ucuz Disklerin Artıklıklı Dizisi) veya Redundant Array of Independent Disks kısaca RAID (Bağımsız Disklerin Artıklıklı Dizisi), diskler arasında veri kopyalama veya paylaşımı için birden fazla sabit diski kullanarak yapılan veri depolama tasarısıdır.
- Tek diske göre, RAID'in yararı, veri bütünlüğünü, hata toleransını, iş çıkarma yeteneğini ve toplam disk kapasitesini artırmasıdır.
- Özgün uygulamalarda, anahtar avantajı disk kapasiteyi artırmakla beraber disk performansını da yükseltmesi ve verileri eş zamanlı olarak yedeklemeyi sağlamasıdır.
- Temel RAID kavramlarını kullanan herhangi bir sistem güvenlik, kapasite veya performans için fiziksel disk uzayını birleştiriyorsa buna RAID Sistem denir.

Raid-Redundant Array of Inexpensive Disks

- Yedekli Bağımsız Disk Dizisi olarak adlandırılır, birden çok fiziksel disk sürücüsü bileşenini veri yedeklemesi amacıyla bir veya daha fazla mantıksal birimde birleştiren ve performans artıran bir veri depolama sanallaştırma teknolojisidir.
- Bu, "tek büyük pahalı disk" (SLED - single large expensive disk) olarak anılan, son derece güvenilir ana bilgisayar disk sürücüleri kavramının aksine idi.
- Her bir şema veya RAID düzeyi temel hedefler arasında farklı bir denge sağlar: güvenilirlik, kullanılabilirlik, performans ve kapasite.
- RAID 0'dan yüksek RAID seviyeleri, kurtarılamayan sektör okuma hatalarına ve tüm fiziksel sürücülerin arızalarına karşı koruma sağlar.
- Başlangıçta dönemin çok pahalı depolama birimlerine alternatif olan bir teknoloji olarak doğan RAID, bugün mâliyet avantajından ziyade, performans, yedekleme gibi konularda öne çıkıyor. Basit anlatımla, RAID, birden çok diskin bir araya geldiği farklı kurulumlara verilen bir ad.

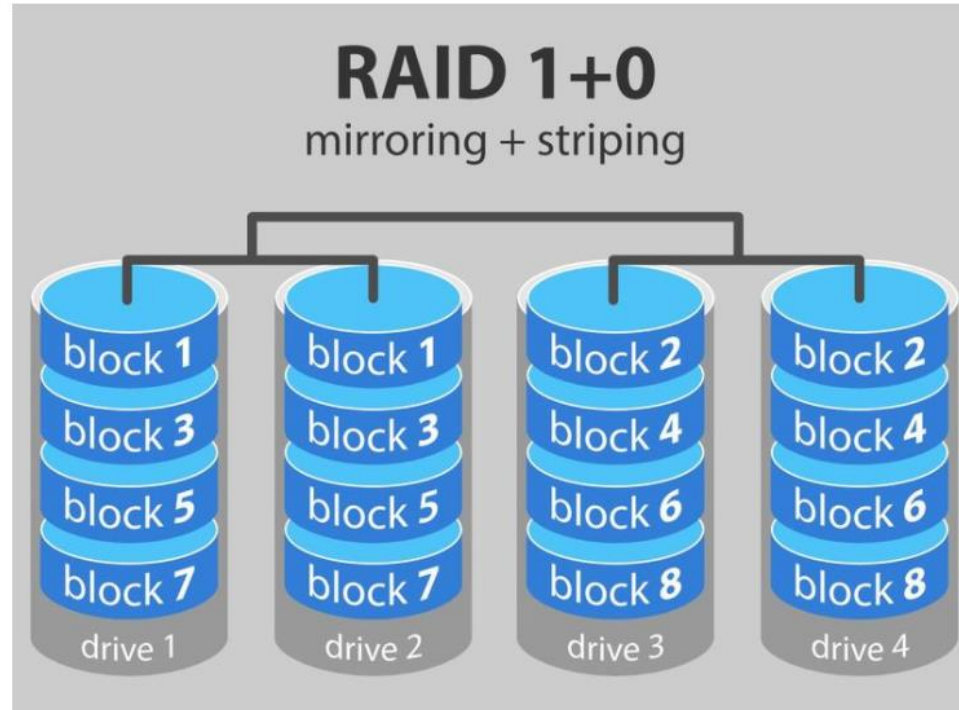
Raid Yapılandırılması (Raid0 ... Raid10)

- RAID0 yapılandırması için en az iki ve üzeri sabit sürücü gereklidir. Sürücü dizisi, aynı türden sisteme bağlanmış diskler üzerinde, ardışık bloklara bölünerek yazdırılır. Sonuçta iki veya daha fazla sabit disk birleştirilir ve özellikle sıralı erişimde daha iyi bir okuma/yazma performansı elde edilir. Ancak RAID 0 dizisinde artıklık bilgileri saklanmaz. Yani; sürücülerden biri hasarlandığı zaman, veriler tamamen kaybedilir.
- RAID1'de, veriler en az iki ve daha fazla olmak üzere sabit sürücülere yazılır. Dizideki en az bir sürücü düzgün çalıştığı sürece, her türlü hata ve aksaklığa karşı koruma vardır ve dizi normal çalışmasını sürdürür. Eğer bir sürücü bozulursa diğeri, var olan tüm verileri barındırdığı için güvenlik maksimumdadır. Performansın pek önemli olmadığı ancak veri güvenliğinin önem kazandığı durumlarda RAID1 tercih edilir.
- JBOD (Just a Bunch Of Disks – Bir Yığın Disk); RAID0 ve RAID1'in aksine kapasiteleri farklı sürücülerle yapılan, daha doğrusu bu sürücülerini tek çatı altına toplayabilen bir RAID kurulumudur. Örnek vermemiz gerekirse; sığaları 250GB, 500GB ve 1TB olan üç adet sürücü ile yapılan JBOD yapılandırması sonrası, sistemde tek bir 1.75TB lık disk görünür. Genellikle; eldeki sürücülerini değerlendirmek amacıyla tercih edilen JBOD, performans ve güvenlik açısından diğer RAID yapıları gibi veri güvenliği yada daha yüksek hız kazançları sağlamaz.



Raid Yapılandırılması (Raid1+0)

- RAID 1+0 olarak da bilinen kurulum, iki sistemi birleştirir. Böylece hız ve aynalamanın ideal kombinasyonunu oluşturur.
- İki gruba ayrılacak şekilde en az dört disk gerektirir.
- Veriler bir grupta disklere dağıtılırken, diğer grupta aynalanır.
- Bu sebeple kapasite, kaç disk eklerseniz ekleyin, her zaman ikiye bölünecektir.
- RAID 1+0, tek bir disk kaybettiğinde, hiçbir şey yapmaya gerek olmadan çalışmaya devam edebilir, ayrıca daha büyük arızalarda da veriyi toplama hızı RAID 5 ve RAID 6'ya göre çok daha yüksektir.



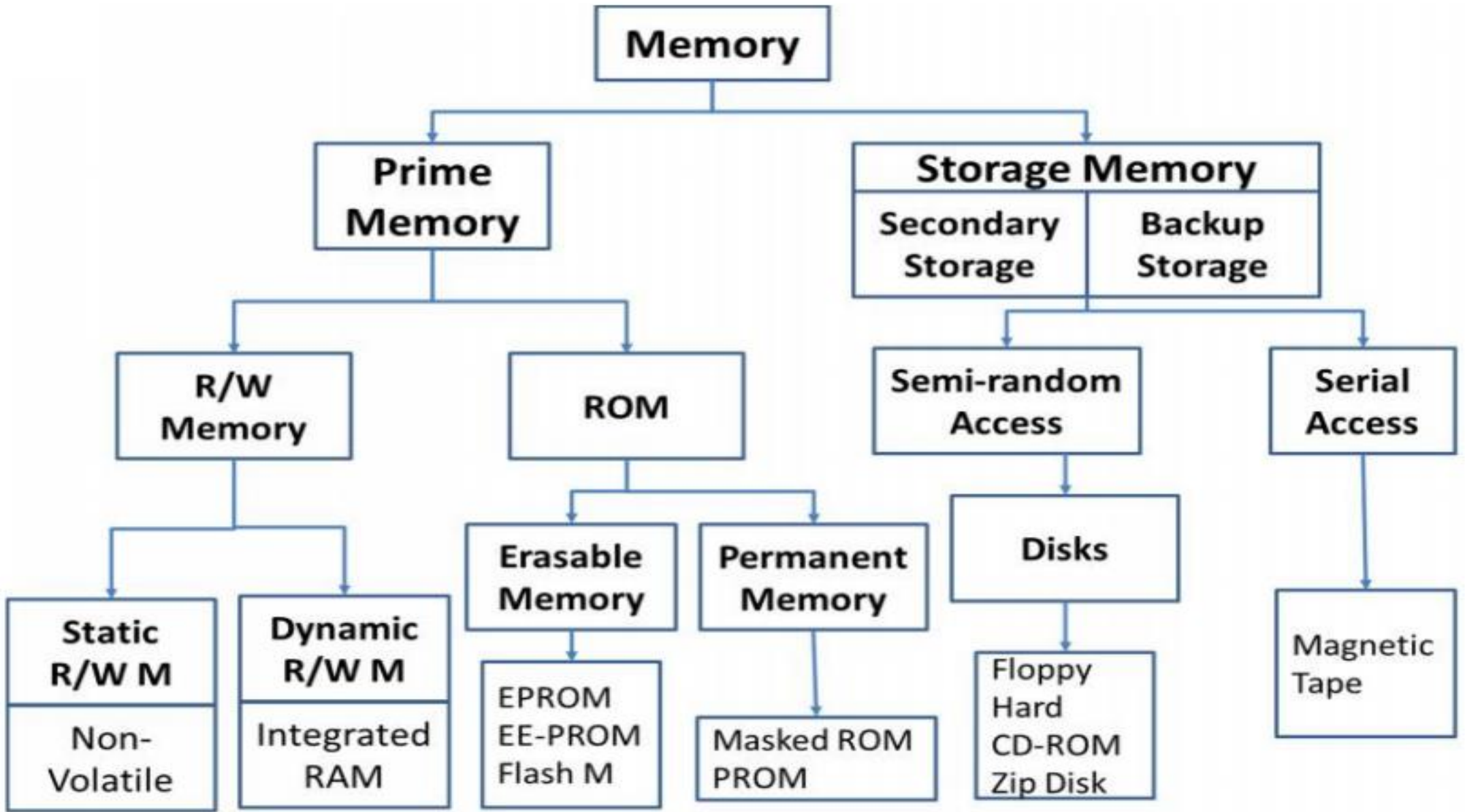
Raid'in Geleceği

- Disklerin kapasitesi büyüdükçe bazı kurulumlarda RAID kullanmak eskisinden güç hâle geliyor. Veri kayıplarında, arızalarda sistemi yeniden ayağa kaldırmak günler sürebiliyor. Bu sebeple Google, Microsoft, Facebook gibi depolama ağırlıklı çalışan şirketler RAID kurulumlardan uzaklaşıyor. Ancak ofis kullanımı için devam edilmektedir.
- Rateless Erasure Coding adlı yöntem ile matematiksel fonksiyonlar veri bloklarını tanımlamada kullanılabilir. Böylece sınırsız potansiyelde bir dizilim kurulabilir. Avantajı, tüm veriler parite verisi olarak kullanılabilir, bu da güvenlik ya da hız arasında sabit bir oran yerine esnek bir oranda çalışmanızı sağlıyor.
- Microsoft, Erasure Coding'i Azure adlı bulut altyapısını oluşturan veri merkezlerinde kullanıyor.
- Sun Microsystems'in geliştirdiği, ancak sonradan açık kaynaklı olan ZFS (Zetabayt Dosya Sistemi), çok sayıda RAID işlevini bünyesinde taşıyor. Linux sistemlerde bu sistemi kullanabilmek mümkün.
- Oracle'ın Btrfs (B-ağacı dosya sistemi) adlı sistemi ise Linux'ta kullanılabilir.
- Bir diğer seçenek olan BeyondRAID ise NAS kutuları için benzer çözümü sunuyor.
- En çok dikkat çekici gelişme ise Microsoft'un Resilient File System (ReFS) adlı dosya sistemi. Windows Server 2012'de kullanılan bu sistem, şirketin güvenli sistemi NTFS'nin yerini alacağa benziyor.



“Belleklerin Sınıflandırılması”

Classification of Memory



Depolama Birimleri

- Bellekler, bilgisayarların ilk gelişiminden bugüne kadar büyük değişiklikler göstermiştir.
- Belleklerin boyutları küçülürken depolama kapasiteleri ve kendilerinde depolanan bilgiye erişim hızları artmış, ayrıca fiyatları da depolama birimi başına oldukça düşük değerlere inmiştir.
- Günümüzde en yaygın olarak kullanılan bellekler, “*Flash bellek, Disket (Floppy Disc)*”, “*Sabit Disk (Fixed/Hard Disc)*”, “*CD (Compact Disc)*” ve “*DVD (Digital Video Disc veya Digital Versatile Disc)*” olarak sıralanabilir.
- Bellekler, işlenecek verileri, bilgileri, programları ve komutları depolar.
- Birincil Bellekler: ROM, RAM, CMOS.
- İkincil Bellekler: Disket, Sabit Disk, CD, DVD, Manyetik Teyp

Memory Types

- Ana Bellek: Ram, Rom, CMOS (BIOS)
 - Cache: CPU'nun içinde, CPU'nun yanı başında
 - Ram: Dynamic ram ve Static ram
 - Flash memory
 - Memory sticks
 - Virtual memory
 - Video memory
 - Bios
 - Hard Disk
- Belleklerin üç görevi vardır:
 - İşlenecek veriyi depolar.
 - Veriyi işleyen komutları (programları) depolar.
 - İşlenmiş, iletişim veya çıkış aygıtlarına gönderilmek için bekleyen veriyi depolar.

External Memory Types

- HDD
 - Magnetic Disk(s)
 - SDD (Solid State Disk(s))
- Optical
 - CD-ROM
 - CD-Recordable (CD-R)
 - CD-R/W
 - DVD
- Magnetic Tape

Sabit Diskler

- Sabit diskler günümüz bilgisayarlarında bulunan başlıca depolama birimleridir. Üst üste konmuş metal plakalardan oluşan bu birimlerin kapasiteleri, teknolojinin gelişimine paralel olarak artmış ve 1980li yılların başlarında 10 MB iken, günümüzde Tera Byte'lara çıkmıştır.



CD ve DVD

- Digital code read by laser
- CD'ler, günümüzde hemen her yerde karşılaşılan depolama birimleridir ve kapasiteleri 700 MB seviyesindedir.
- CD Read Only Memory

- Write-One Read_Mostly CDs (WORMS)
 - Powerful laser burns in the digital code
 - Not erasable
 - Low power laser reads the digital pattern
- Erasable CD
 - Lasers read and write information
 - Also use a magnetic material
 - To write: a laser beam heats a tiny spot and a magnetic field is applied to reverse the magnetic polarity

- DVD
 - CD teknolojisinin değişik bir türüdür.
 - Öncelikle VCD'lerin yerini almak üzere tasarlanmıştır.
 - Kısa bir zaman içinde veri depolama aygıtı olarak bilgisayarlarda da kullanım alanı bulmuştur.
 - DVD kapasiteleri 14 GB ile CD kapasitelerinin yaklaşık 20 kat üzerindedir.

Diğer Bellek Türleri

- **Ekran belleği:** Ekran belleği monitörde gösterilen verinin tutulması için kullanılan bellektir. Bu belleğin boyutu, ekranda resimlerin gösterilmesi hızını ve gösterilebilen renk sayısını belirler. Çok fazla grafik içeren programların hızlı çalışması için ekran belleğinin büyük olması gerekir. Ekran belleği, sistem kartı genişleme yuvasına takılan ekran kartında bulunur.
- **Flaş bellek:** Özellikle taşınabilir bilgisayarlarda kullanılan kredi kartı büyüklüğünde bellek kartlarıdır. EEPROM teknolojisinden esinlenerek tasarlanmışlardır. İçine yazılan veri elektrik kesildiğinde kaybolmaz.
- **Hard Disk (Sabit Disk):** Bir sabit diskin temel görevi veri saklamaktır. Taşınabilen sabit disklerdedir. üretilmiştir. Bir sabit diskin performansı, veriye erişim hızına ve veri transfer hızına bağlı olarak değişir. Veriye erişim süresi ne kadar az ise sabit disk o kadar hızlı demektir. Sabit disk'te birden fazla plakalar üst üste dizilmiştir. Bu plakaların hem alt hem de üst tarafına bilgi yazılabilir.

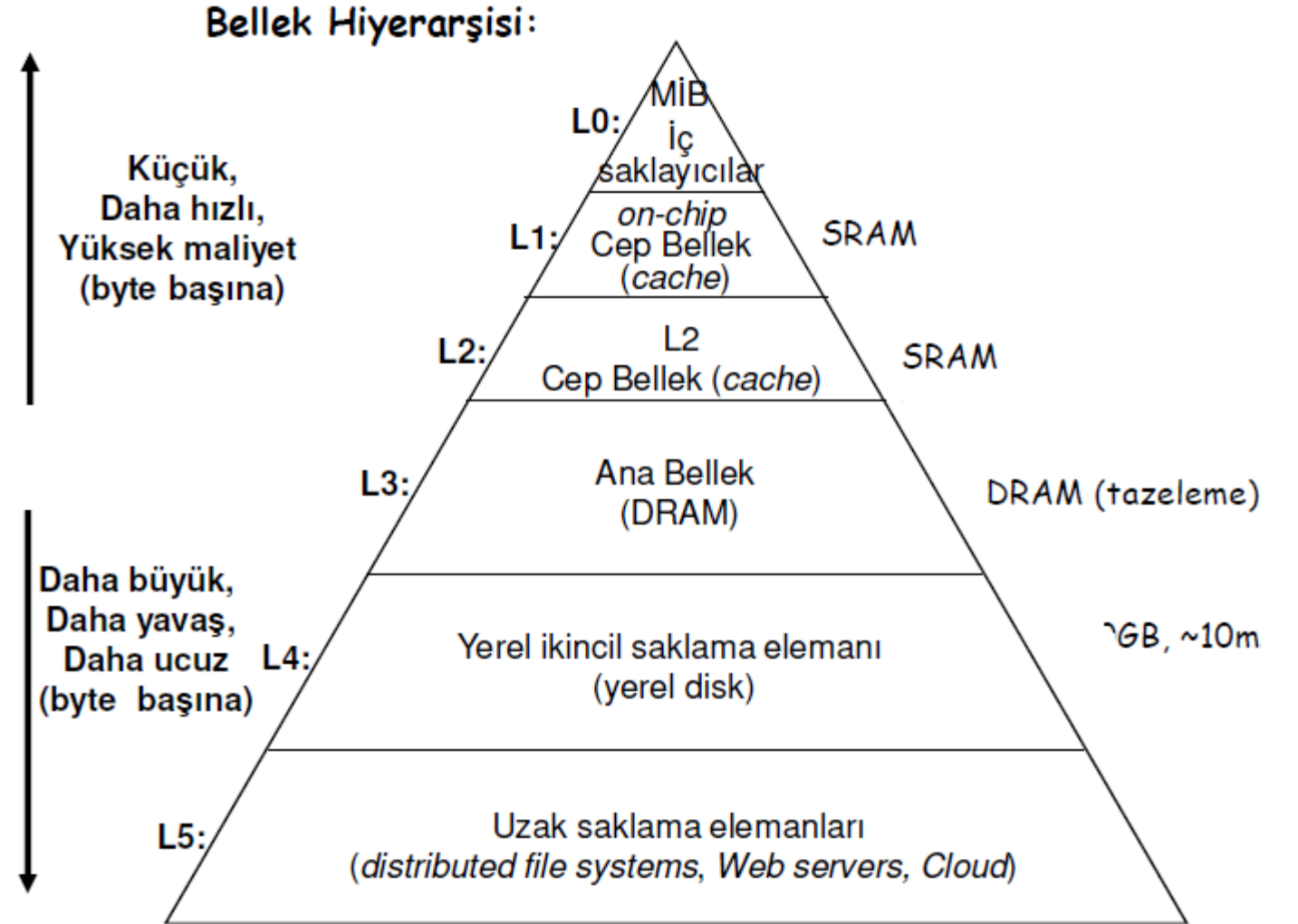
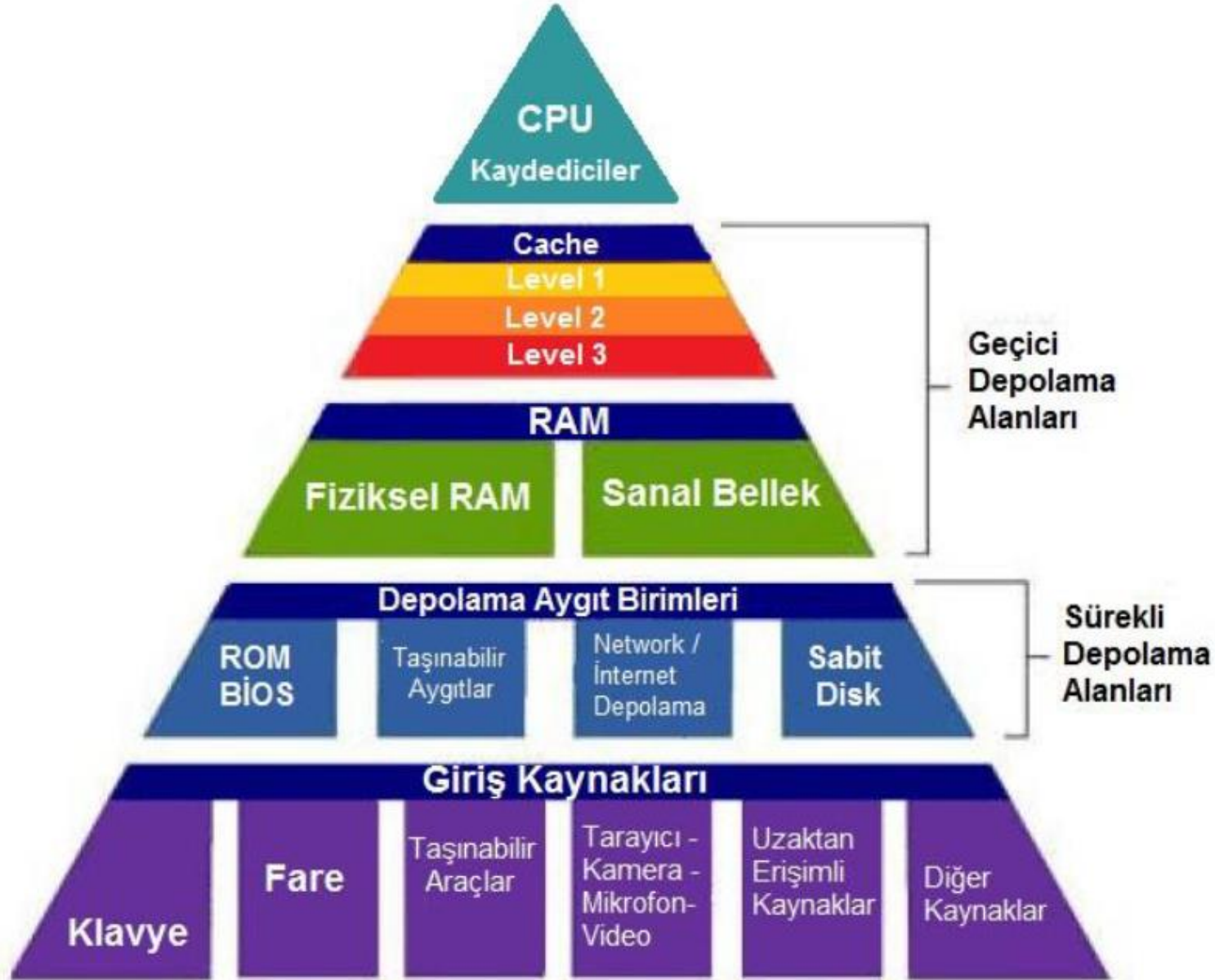


“Bellek Hiyerarşisi”

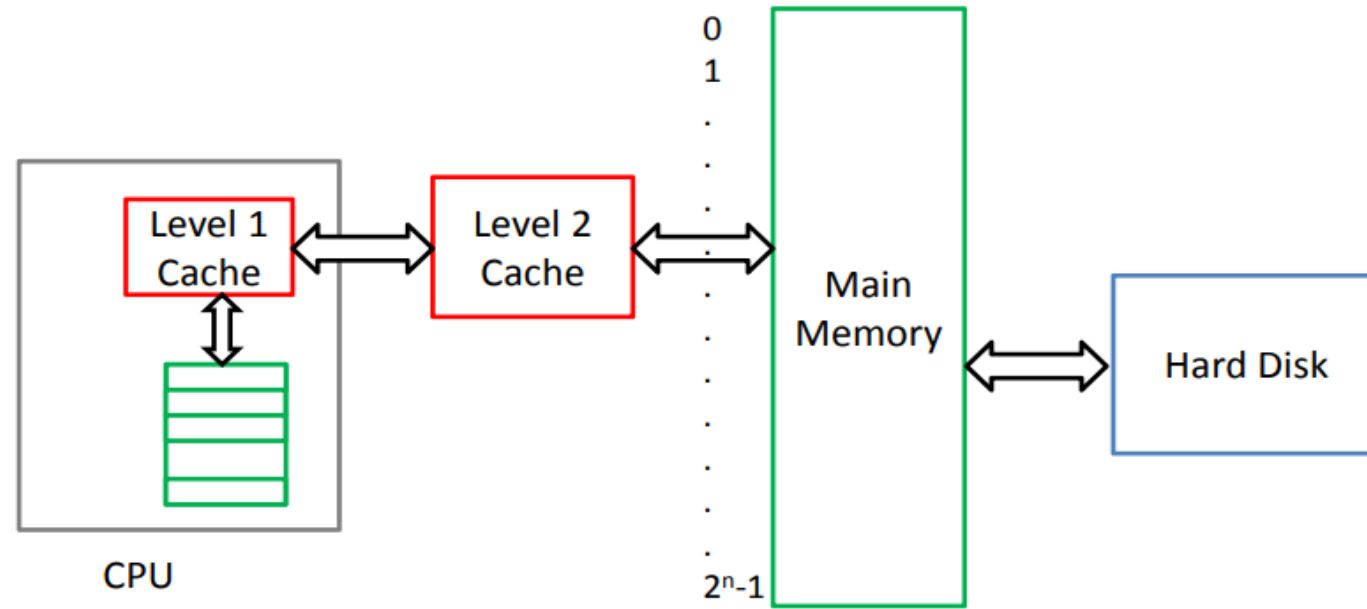
Bellek hiyerarşisi

- **Hafıza hiyerarşisi** çeşitli veri depolama birimlerinin veri iletim hızı/işlem gücüne göre hiyerarşik olarak sıralanmasıdır.
- Bellek hiyerarşisi çeşitli veri depolama birimlerinin veri iletim hızı/işlem gücüne göre hiyerarşik olarak sıralanmasına verilen addır. İşlemcilerin hızı ve işlem gücü arttıkça bilgisayar mimarisini oluşturan veri saklama birimlerinin işlemciyle arasındaki senkron farkı gitgide artmaktadır. Veri depolama birimleri arasındaki bu tür farklılıkların önüne geçmek, işlemcinin döngülerce diğer birimlerin veri işlemesi/iletmesi sırasında beklemesini engellemek için önbellek (cache) adı verilen geçiş birimleri oluşturulmuştur.
- Bu hiyerarşide bir bellek türü bir üst düzeydeki bellek türünü önbellek olarak kullanır. Örneğin, yerel diskte kayıtlı bir dosyada işlem yaparken ana bellek işletim sistemi tarafından geçici depolama birimi olarak kullanılabilir.
- Hiyerarşideki bellek türleri hızlilik, düşük gecikme ve maliyete göre yukarıdan aşağıya doğru şu şekilde sıralanabilir:
 - Geçici saklayıcılar (CPU)
 - L1 önbellek (SRAM)
 - L2 önbellek (SRAM)
 - Ana bellek (DRAM)
 - Yerel ikincil depolama birimleri
 - Uzaktan erişimli ikincil depolama birimleri

Bellek hiyerarşisi



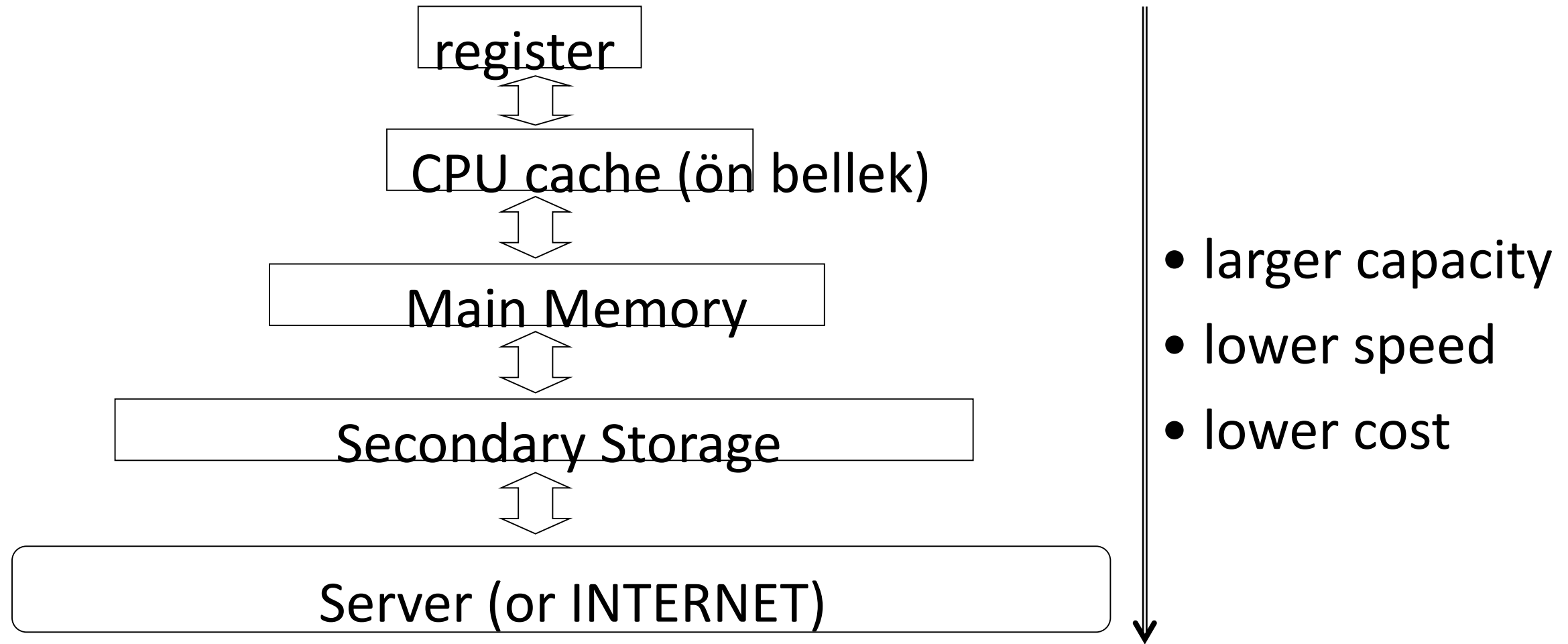
Memory Hierarchy



Bellek Hiyerarşisi:

- Registers
- Level 1 Cache bellek
- Level 2 Cache Bellek
- Main Memory: Ram, Rom
- Hard Disk

CPU – Bellek erişim özelliğine göre belleklerin sıralanması





“Main Memory”

Belleklerin Sınıflandırılması

- “Rastgele Erişimli Bellek (Random Acces Memory-RAM)”
 - Elektriksel olarak beslenir ve yalnızca kendisine elektrik geldiği sürece bilgileri saklayabilir.
 - Birincil Depolama Birimidir.
- “Yalnızca Okunabilir Bellek (Read Only Memory-ROM)”: Kendisine üretim sırasında yüklenen ve genellikle değiştirilemez nitelikte bilgileri içerir.
- Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS)
 - Bilgisayarların kurulum ayarlarını saklamak için kullanılır.
 - Anakart üzerinde bulunan bir pilden enerji alır.
- Bilgisayarlarda kullanılan tüm komutların içeriği, işlemci tarafından RAM’e yüklenerek işlenmektedir.
- Bir kişisel bilgisayarda, ihtiyaca cevap verebilecek boyutta bir RAM’in bulunmalıdır.

Main Memory

- Random Access Memory (RAM)
 - Okunabilir,
 - Yazılabilir,
 - genellikle uçucu (ör. Dinamik RAM – DRAM - SRAM),
 - genel depolama amaçlı kullanılır.
- Read Only Memory (ROM)
 - okunabilir
 - kalıcı
 - uçucu olmayan
 - Programlar ve özel veriler için özel amaçlı depolama alanıdır.

ROM(BIOS) Ana Bellek

Read Only Memory: Salt Okunur Bellek

- **ROM Yapısı:** ROM çipleri de satır ve sütunlardan oluşan bir matris yapısına sahiptir. Fakat satır ve sütunların kesiştiği yerlerde (hafıza hücreleri), ROM çipleri RAM çiplerinden temel farklılıklar göstermektedir.
- RAM'ler her bir hafıza hücresinde kapasitörlere erişimi sağlamak için transistör kullanırken, ROM çipleri diyotlar kullanmaktadır.
- Rom bellek, içerdiği verilerin üzerine sadece bir kere yazıldığı ve bir daha değiştirilemediği bellek tipidir. ROM' lar bilgisayarlarda hiç değişmeyecek ancak sürekli kullanılan bazı programları saklamak için kullanılır. Bilgisayarın yüklenmesini sağlayan ana program gibi... Bir ROM yongası üreticisinden çıktığında içeriği belirlenmiştir.
- ROM' ların RAM' lerden en önemli farkı, elektrik akımı kesildiğinde RAM' lerin sakladıkları bilgileri kaybetmelerine rağmen, ROM' ların etkilenmemeleridir.

Read Only Memory (ROM)

- Permanent storage
- Microprogramming
- Library subroutines
- Systems programs (BIOS)
- Function tables

Types of ROM

- Written during manufacture
 - Very expensive for small runs
- Programmable (once)
 - PROM
 - Needs special equipment to program
- Read “mostly”
 - Erasable Programmable (EPROM)
 - Erased by UV
 - Electrically Erasable (EEPROM)
 - Takes much longer to write than read
 - Flash memory
 - Erase whole memory electrically

Comparison of Memory Types

- DRAM
 - very high density → cheap data cache in computers
 - must be periodically refreshed → slower than SRAM
 - volatile; no good for program (long term) storage
- SRAM (basically a Latch)
 - fastest type of memory
 - low density → more expensive
 - generally used in small amounts (L2 cache) or expensive servers
- EEPROM
 - slow/complex to write → not good for fast cache
 - non-volatile; best choice for program memory
- ROM
 - hardware coded data; rarely used except for bootup code
- Register (flip flop)
 - functionally similar to SRAM but less dense (and thus more expensive)
 - reserved for data manipulation applications

Ram Memory

- Random Access Memory (vs. Serial Access Memory)
- Different flavors at different levels
 - Physical Makeup (CMOS, DRAM)
 - Low Level Architectures (FPM, EDO, BEDO, SDRAM)
- Cache uses *SRAM*: Static Random Access Memory
 - No refresh (6 transistors/bit).
 - Size*: DRAM (4 bit)/SRAM (*8bit*),
 - Cost/Cycle time*: SRAM (8clock)/DRAM (*16 Cloc*)
- Main Memory is *DRAM*: Dynamic Random Access Memory
 - Dynamic since needs to be *refreshed* periodically
 - Addresses divided into 2 halves (Memory as a 2D matrix):
 - *RAS or Row Access Strobe*
 - *CAS or Column Access Strobe*

RAM Bellek

Ana Bellek

(RAM =Random Access Memory-Rastgele Erişimli Bellek)

- Ana bellek, bilgisayarın kısa vade depolama kapasitesidir. Her hangi bir anda çalışabilecek program ve veri dosyalarının toplam boyutunu belirler.
- Verilerin işlendiği ve geçici olarak saklandığı yer. Bir bilgisayarın ne kadar RAM'a sahip olması gerektiği, kullandığı işletim sistemi ve alıştıracadığı programların anlık performansına ve ihtiyaçlarına bağlıdır.
- Özellikle grafik kullanıcı yüzüne sahip işletim sistemleri daha büyük kapasitesi olan RAM kullanır. Kolayca sklr, değiştirilir, taşınabilir ve takılabilir.
- Bir bilgisayarda işlenecek bütün veriler önce RAM belleğe yüklenir. işlendikten sonra sonuçlar yine RAM belleğe dönerek ulaşadığı yerlere bu bellekten ulaşırlar.

RAM Bellek

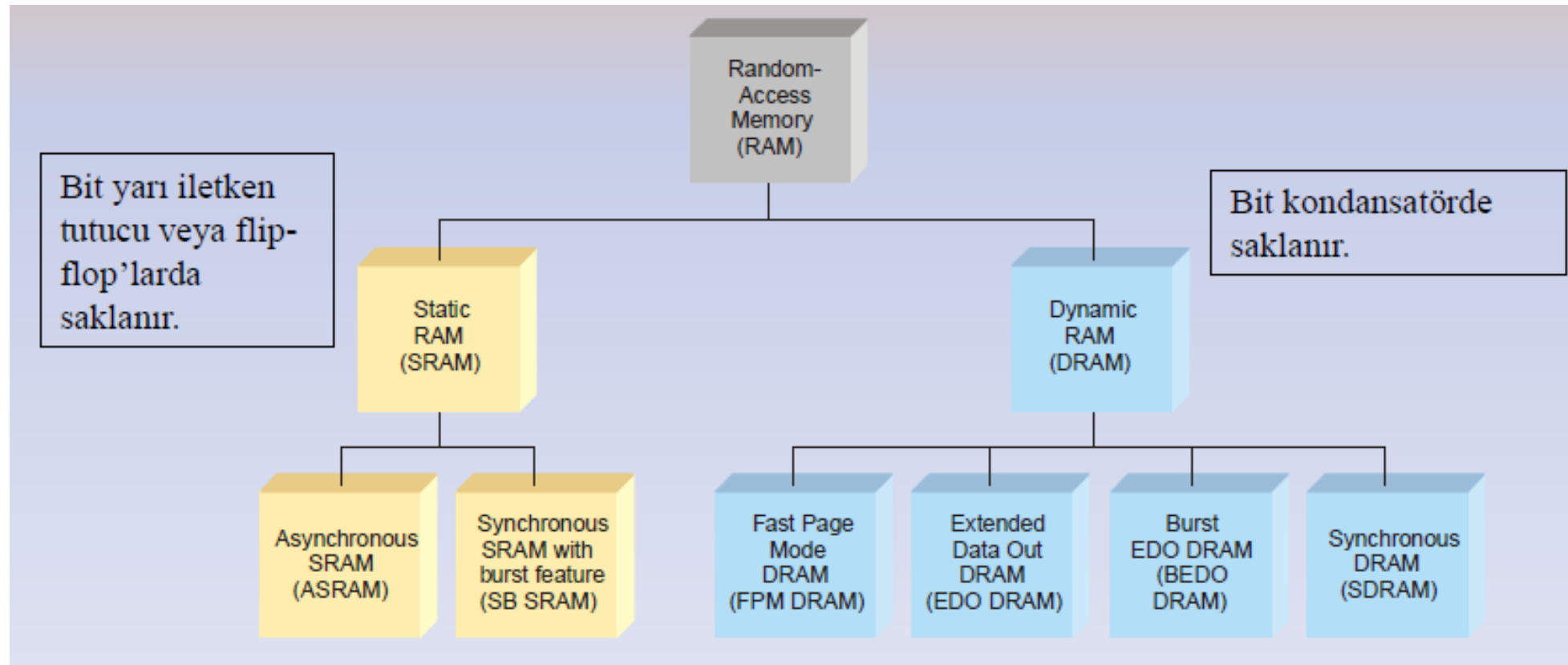
- RAM – Random Access Memory
 - Misnamed as all semiconductor memory is random access
 - Read/Write
 - Volatile
 - Temporary storage
 - Two main types: **Static** or **Dynamic**
- RAM – Rasgele erişim belleği
 - Tüm yarı iletken belleklerin rasgele erişim olduğu yanlıştır. Tüm bellekler yarıiletken teknolojiler kullanılarak yapılır.
 - Okuma yazma yapar.
 - Uçucu bellektir.
 - Geçici depolama yapar.
 - İki ana tür: Statik veya Dinamik

Introduction to RAM

- **Random-access memory**, or **RAM**, provides large quantities of temporary storage in a computer system.
 - Memory cells can be accessed to transfer information to or from any desired location, with the access taking the same time regardless of the location
- **Volatility**
 - Most RAMs lose their memory when power is removed
 - NVRAM = RAM + battery
 - Or use EEPROM
- **SRAM (Static RAM)**
 - Memory behaves like latches or flip-flops
- **DRAM (Dynamic Memory)**
 - Memory lasts only for a few milliseconds
 - Must “refresh” locations by reading or writing

Random Access Memory, RAM

- RAM bellekler elektrik olduğu sürece veriyi depolayabilen geçici tür bellektir, bu özelliğinden dolayı 'volatile' bellek adı verilir. RAM bellek okunabilir ve yazılabilir tür bellektir.



DRAM Ram

- Mikroişlemcilerde benzer olarak RAM'ler de milyonlarca transistör ve kapasitörden oluşan entegre devrelerdir.
- Genel olarak RAM de (DRAM, Dynamic Random Access Memory) bir transistör ve bir kapasitör birlikte bir hafıza hücresini oluştururlar ve tek bir bit bilgiyi temsil ederler.
- Kapasitör bir bitlik bilgiyi (0 veya 1) tutar, transistör ise bir anahtar görevi görerek bilginin okunmasını veya değiştirilmesini kontrol eder.

RAM TIPLERİ

- **SRAM: Static random access memory:** Herbir hafıza hücresi için çoklu transistör (4-6 adet) kullanılmaktadır ve kapasitör bulundurmamaktadır. Transistör sayısı fazla olduğu için daha fazla yer kaplamakta fakat sürekli tazeleme gerektirmediği için (refresh) dinamik RAM lerden çok daha hızlı çalışmaktadır. Genel olarak Cache (ön) bellek olarak kullanılmaktadır.
- **DRAM: Dynamic random access memory:** Bir adet transistör ve kapasitör çiftinden oluşan hafıza hücrelerine sahiptirler ve sürekli tazeleme işlemine ihtiyaç duymaktadırlar.
- **EDO DRAM: Extended data-out dynamic random access memory:** Bu tip RAM ler bir hafıza hücresinin (bit) sadece adresinin tespit edilmesini takiben diğer bit ile ilgili işlemleri yapmak için önceki hafıza hücresinin tam olarak doldurulmasını beklemezler, bu nedenle bir miktar hızlıdır.

RAM TIPLERİ

- **SDRAM: Synchronous dynamic random access memory:** SDRAM ler EDO RAM lerden biraz daha hızlıdır. Hafıza hücreleri için okuma ve yazma işleminde belirli bir satır ve bu satırdaki ilgili sütunların işlem görmesi ile yaklaşık %5 lik bir hız artışı sağlanmıştır.
- **DDR SDRAM: Double data rate synchronous dynamic RAM:** Bu tip RAM'ler SDRAM ile benzerler, aradaki farklılık data aktarım genişliğinde sağlanan artımdır ki bu da yüksek hız anlamına gelmektedir.
- **RDRAM: Rambus dynamic random access memory:** RDRAM'leri diğer RAM'lerden üstün ve farklı kılan özelliği kullandığı yüksek hızlı "Rambus Channel" olarak adlandırılan veri yoludur. RDRAM hafıza çipleri 800 MHz hızında veri transferi ile çalışabilirler. Yüksek hızlı çalıştılarından dolayı diğer hafıza çiplerinden daha fazla ısı üretilirler ve bu ısıyı uzaklaştırmak için kendi soğutucuları vardır.

RAM TIPLERİ

- **CMOS RAM:** CMOS RAM küçük miktardaki hafıza ihtiyaçlarını karşılamak üzere kullanılan bir tanımlamadır, örneğin bilgisayarımızdaki Hard disk ayarlarını saklamak için kullanılmaktadır. Bu RAM ler içeriklerini koruyabilmek için küçük pillere ihtiyaç duymaktadır.
- **VRAM: VideoRAM ler** multiport dynamic random access memory (MPDRAM) olarak da bilinirler ve video adaptörleri veya 3 boyutlu grafik hızlandırıcıları için kullanılırlar. "multiport" kelimesi VRAM in iki adet bağımsız erişim kanalı kullanmasından dolayı kullanılmaktadır. Bu kanallardan biri CPU diğeri ise grafik işlemcisinin RAM'e eşzamanlı erişimi için kullanılmaktadır. VRAM grafik kartı üzerinde bulunmaktadır. VRAM ihtiyacını belirleyen faktörler ekrana ait çözünürlük "resolution" ve renk derinliği "color depth" dir.
- **DDR (Double Data Rate/Çift veri transferli bellekler):** Yüksek frekanslarda çalışabilen, geniş veriyoluna sahip bellekler. Olgun SDRAM teknolojisinden gelen yeni ve devrimci bir teknoloji. SDRAM teknolojisi üzerine dayalı, üst seviyede performans sunan, büyük yatırımlar gerektirmeyen bir bellek teknolojisi.

Bellek - Ram

- Mikroişlemcilerle benzer olarak RAM'ler de milyonlarca transistör ve kapasitörden oluşan entegre devrelerdir.
- Genel olarak RAM de (DRAM, Dynamic Random Access Memory) bir transistör ve bir kapasitör birlikte bir hafıza hücresini oluştururlar ve tek bir bit bilgiyi temsil ederler.
- Kapasitör bir bitlik bilgiyi (0 veya 1) tutar, transistör ise bir anahtar görevi görerek bilginin okunmasını veya değiştirilmesini kontrol eder.

Dynamic RAM

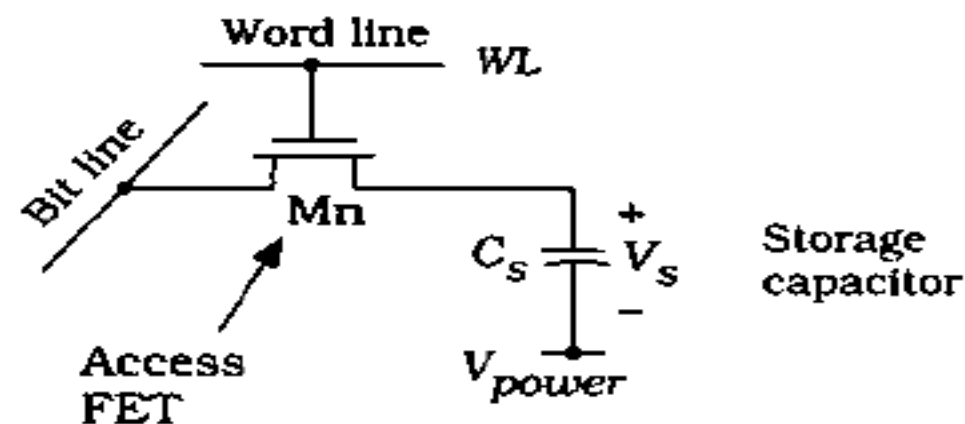
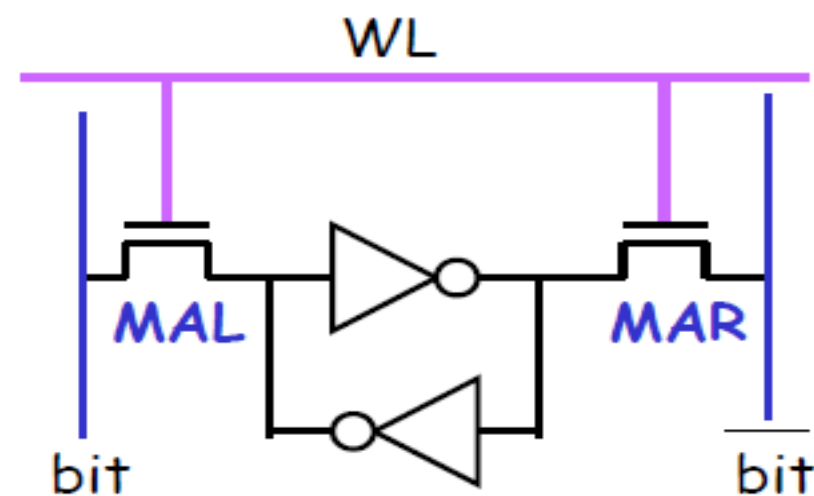
- Yarıiletken transistör ve kapasitelerin şarj edilmesi ile saklanan bitler
- Şarj etme sızıntısı var
- Güç verildiğinde bile yenilenmesi gerekir
- Daha basit yapı
- Bit başına daha az pahalı
- Yenileme devrelerine ihtiyacınız var (birkaç milisaniyede bir)
- Yavaş
- Ana Bellek, Ram olarak kullanılır.
- Değer kapasitörde şarj olarak saklanır (yenilenmesi gerekir)
- Çok küçük ancak SRAM'den daha yavaş (5 ila 10 faktör)

Static RAM

- Flip-Flop lçjik kapısı (6-Transistör) ile açma / kapama anahtarları olarak kaydedilen bitler
- Şarj etme sızıntısı yok
- Güç verildiğinde bit yenilenmesi gerekmez
- Daha karmaşık yapıdır.
- Bit başına daha pahalıdır.
- Yenileme devrelerine ihtiyaç duymaz.
- Daha hızlıdır.
- Önbellek (Cache) bellek olarak kullanılır.
- Değer bir çift ters çevirme kapısında saklanır.
- Çok hızlı ancak DRAM'den daha fazla yer kaplıyor (4 ila 6 transistör)

SRAM/DRAM Basics

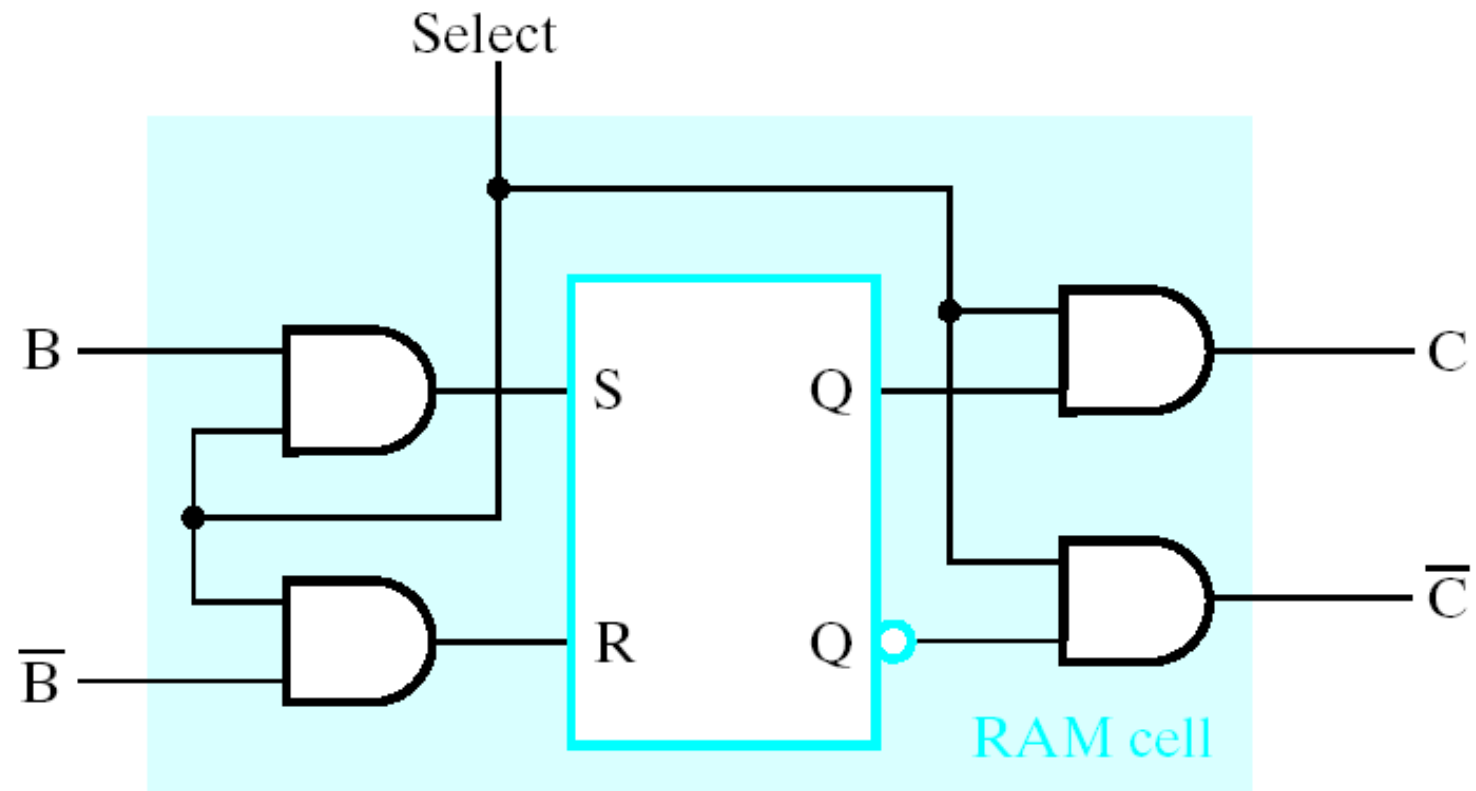
- **SRAM: Static Random Access Memory**
 - **Static:** holds data as long as power is applied
 - **Volatile:** can not hold data if power is removed
 - 3 Operation States: hold, write, read
 - Basic 6T (6 transistor) SRAM Cell
 - bistable (cross-coupled) INVs for storage
 - access transistors MAL & MAR
 - word line, WL, controls access
 - WL = 0 (hold) = 1 (read/write)
- **DRAM: Dynamic Random Access Memory**
 - **Dynamic:** must be refreshed periodically
 - **Volatile:** loses data when power is removed
 - 1T DRAM Cell
 - single access transistor; storage capacitor
 - control input: word line (WL); data I/O: bit line
- **DRAM to SRAM Comparison**
 - DRAM is smaller & less expensive per bit
 - SRAM is faster
 - DRAM requires more peripheral circuitry



Static memory

- How can you implement the memory chip?
- There are many different kinds of RAM.
 - We'll start off discussing **static memory**, which is most commonly used in caches and video cards.
 - Later we mention a little about **dynamic memory**, which forms the bulk of a computer's main memory.
- Static memory is modeled using one *latch* for each bit of storage.
- Why use latches instead of flip flops?
 - A latch can be made with only two NAND or two NOR gates, but a flip-flop requires at least twice that much hardware.
 - In general, smaller is faster, cheaper and requires less power.
 - The tradeoff is that getting the timing exactly right is a pain.

RAM Cell with SR Latch

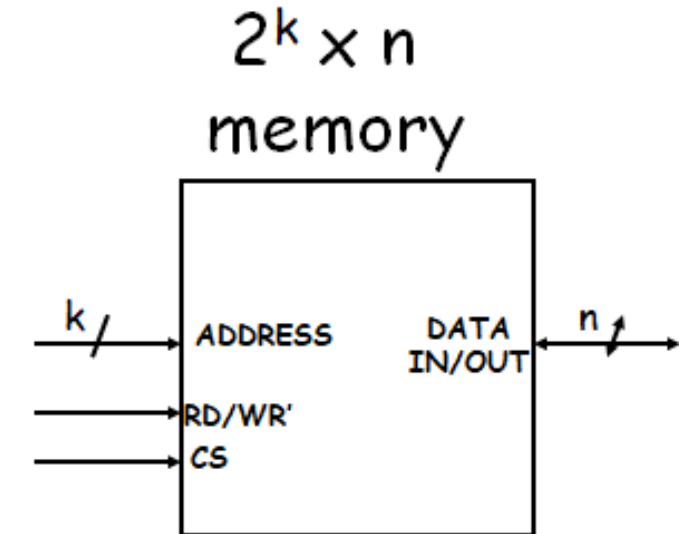


Block diagram of RAM ($2^k * n$ Bit)

- This block diagram introduces the main interface to RAM.
 - A Chip Select, **CS**, enables or disables the RAM (Address Decoding Unit: Çok sayıdaki Ram belleklerden verinin yazılıp ya da okunacağı ilgili belleği seçerken kullanılır).
 - **ADRS** specifies the address or location to read from or write to (Yazılıp ya da okunacak bellek gözünü seçer).
 - Belleğin bit saklama kapasitesi= $2^k * n$ bit olarak bulunur.

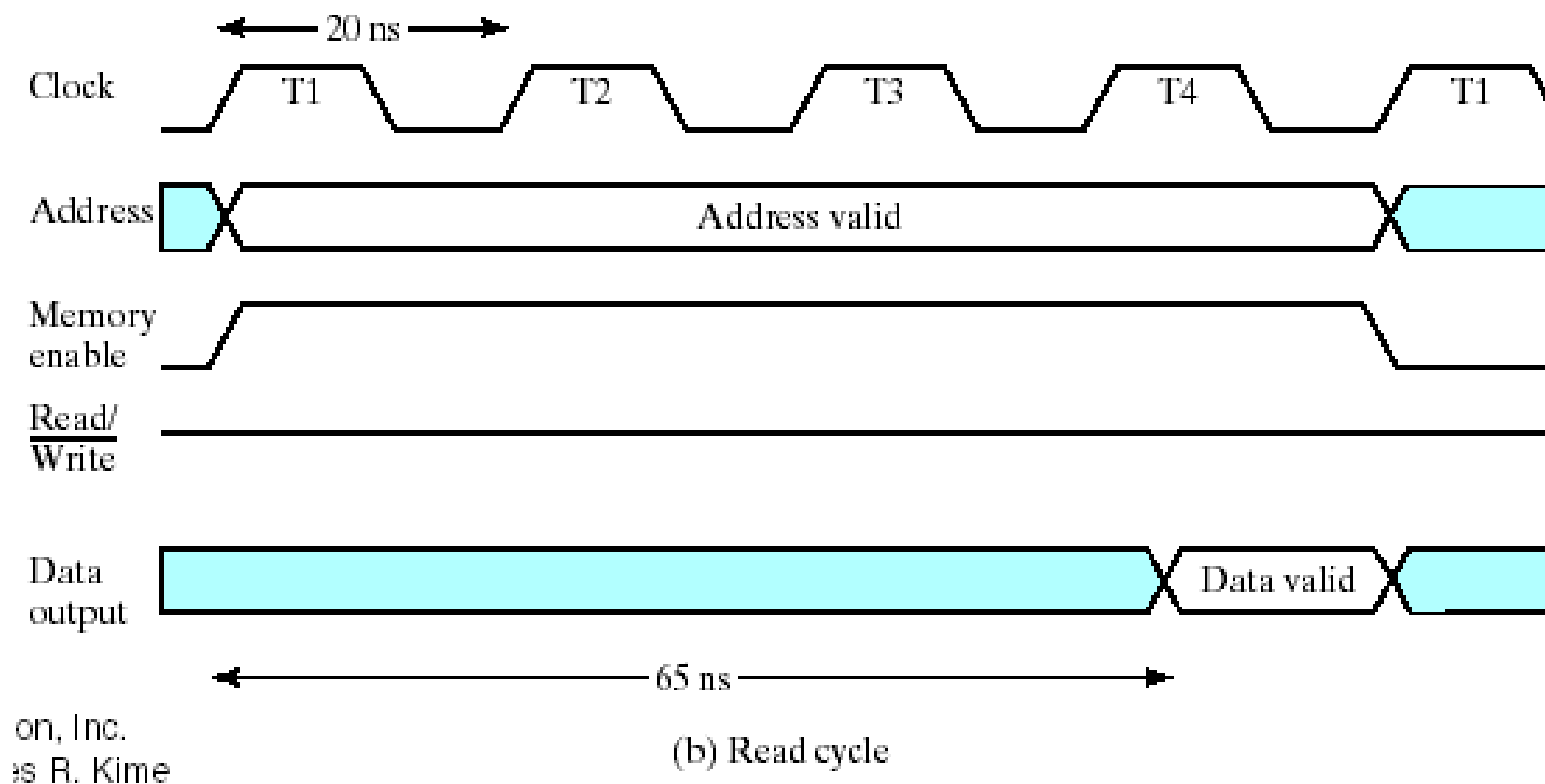
Örneğin, $k=25$, $n=32$ olsun bellek kapasitesi kaç bit'tir? Kaç byte'tir?

- Belleğin bit olarak saklama kapasitesi = $2^{25} * 32 = 2^{30}$ bit.
- Belleğin byte olarak saklama kapasitesi= $2^{30} / 2^3 = 2^{27}$ byte
- Adres Bus hat sayısı=25
- İndis=A24, A23, ... A1, A0 (Bellek hücreleri 4 byte uzunluğundadır.)



- To *read* from this RAM, the controlling circuit must:
 - Enable the chip by ensuring CS = 1.
 - Select the read operation, by setting RD/WR' durumda okuma (RD), RD/WR' = 1. Write durumunda RD/WR' = 0.
 - Send the desired address to the ADRS input.
 - The contents of that address appear on DATA IN/OUT after a little while.

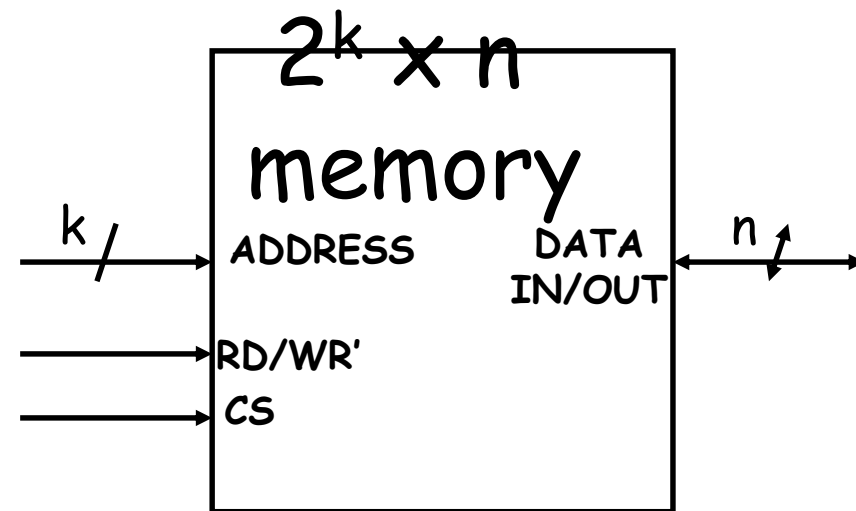
Reading RAM



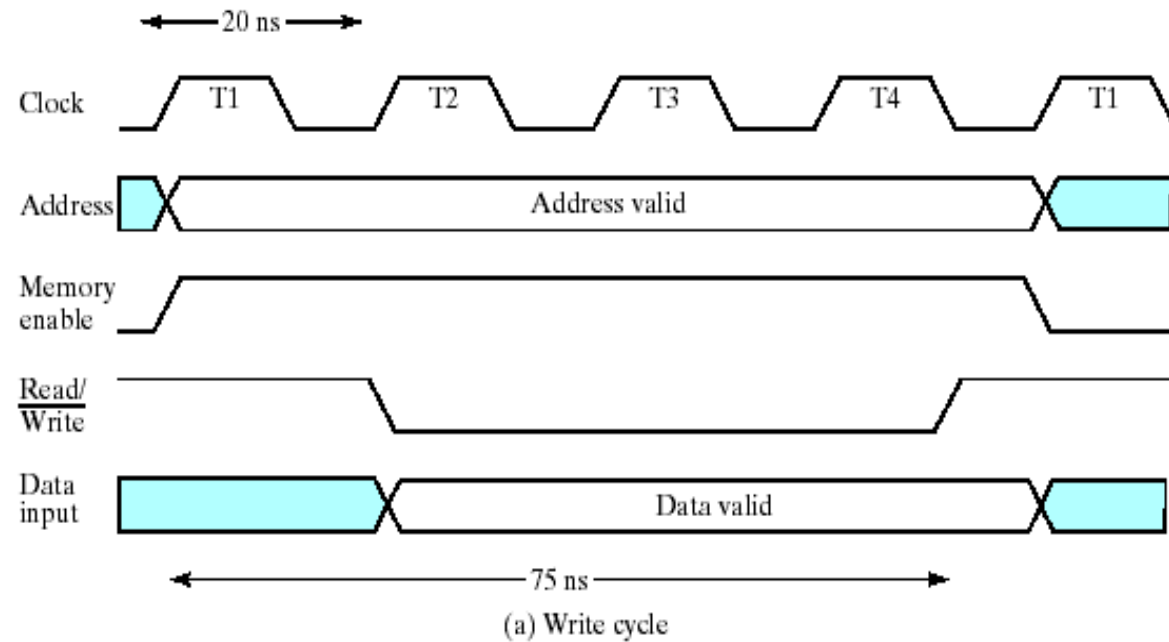
- Soru: Clock döngüsü ya da clock periyodu 20 ns ise CPU'nun çalışma frekansı kaç Mhz dir.
50 MHz CPU – 20 ns clock cycle time
- Bellek gözü seçmede adres hatlarının aktif edilmesi kaç periyottur. Cevap: 4 Periyottur. Kaç nansaniyedir? Cevap: $4 * 20\text{ns} = 80\text{ns}$.
- Bellek erişim süresi kaç nano saniyedir? Data output (Read) ya da input (Write)
- Data output (Read) **Memory access time** = 65 ns
- Maximum time from the application of the address to the appearance of the data at the Data Output

Writing RAM

- To *write* to this RAM, you need to:
 - Enable the chip by setting CS = 1.
 - Select the write operation, by setting RD/WR' = 0.
 - Send the desired address to the ADDRESS input.
 - Send the word to store to the DATA IN/OUT.



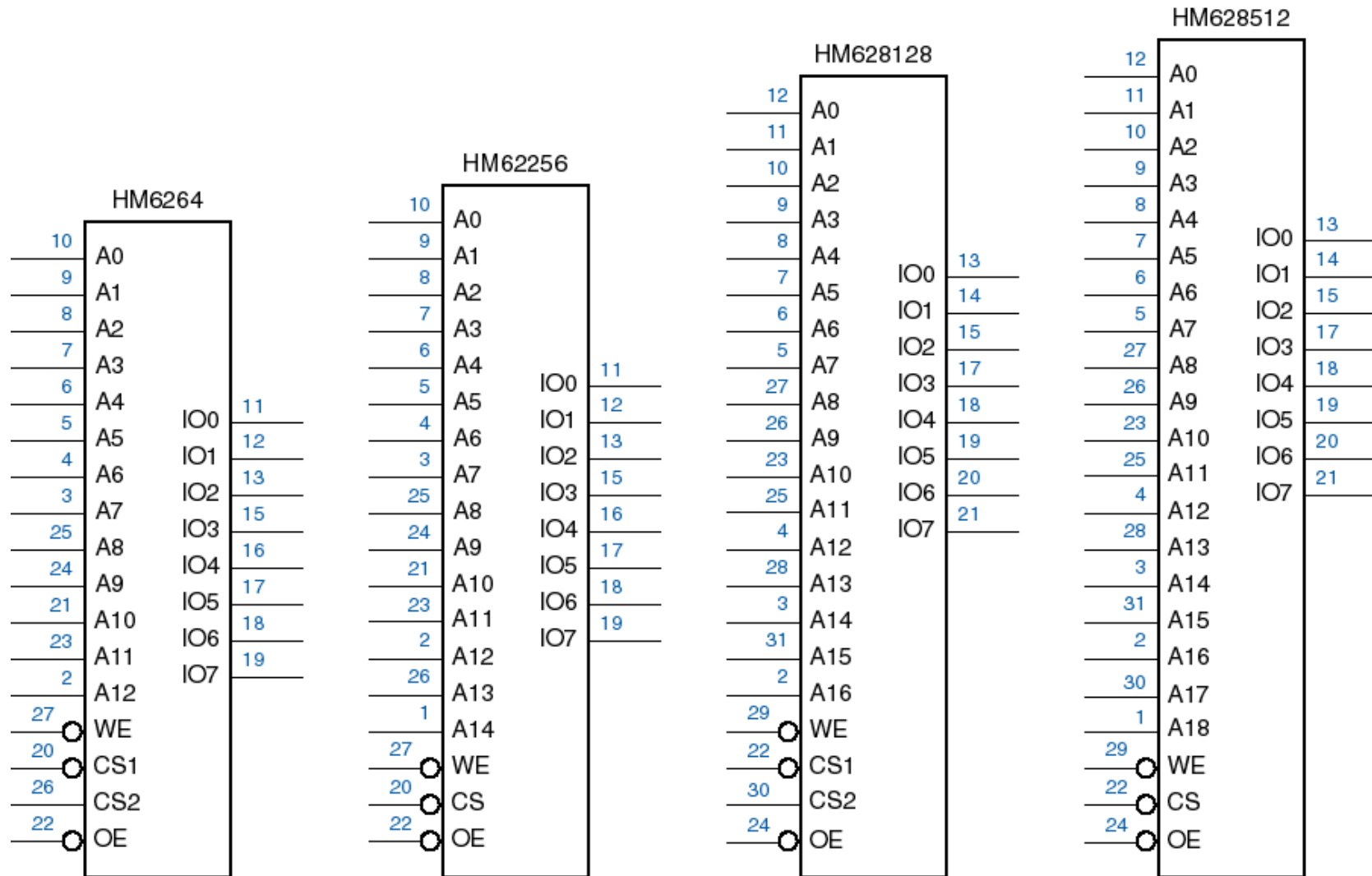
Writing Clock & Timing for RAM



CPU'nun Clock Peryod $T = 20 \text{ ns}$ ise Clock frkansı nedir?

- Burada, $f(\text{Hz} = 1/\text{saniye}) = 1/T$; T : saniye; $f = 1/20\text{ns} = 1/(20 \cdot 10^{-9}) = 50000000\text{Hz} = 50000\text{KHz} = 50\text{MHz}$
- **Write cycle time** = 75 ns ise kaç kloc peryodundan oluşur. 1 clovk peryodu = 20ns, $75\text{ns}/20\text{ns} = 3.75\text{Clock}$
- M

SRAM Devices



Sorular:

1- Adres hattı sayısı nedir?

(13 – 15 – 17 – 19)

2- Bellek kapasitesi= 2^n Byte, burada n=adres hattı sayısıdır.

(2^{13} Byte=8Kbyte

2^{15} Byte= 32Kbyte

2^{17} Byte= 128Kbyte

2^{19} Byte= 512Kbyte)

3- Data hattı sayısı nedir? B bit (1 byte) iki yönlüdür.

IO0...IO7

4- Kontrol Bus:

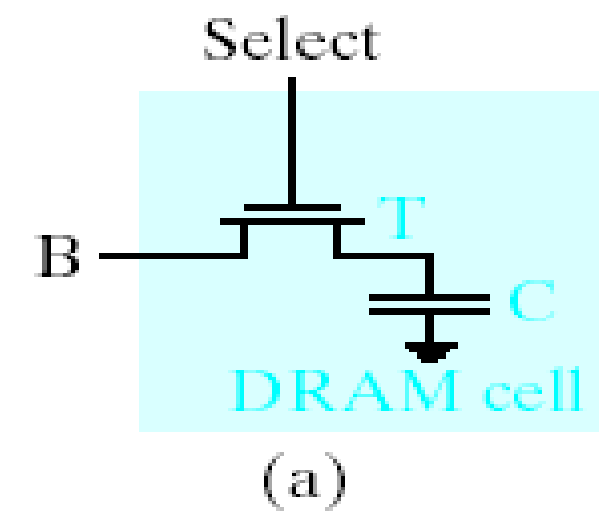
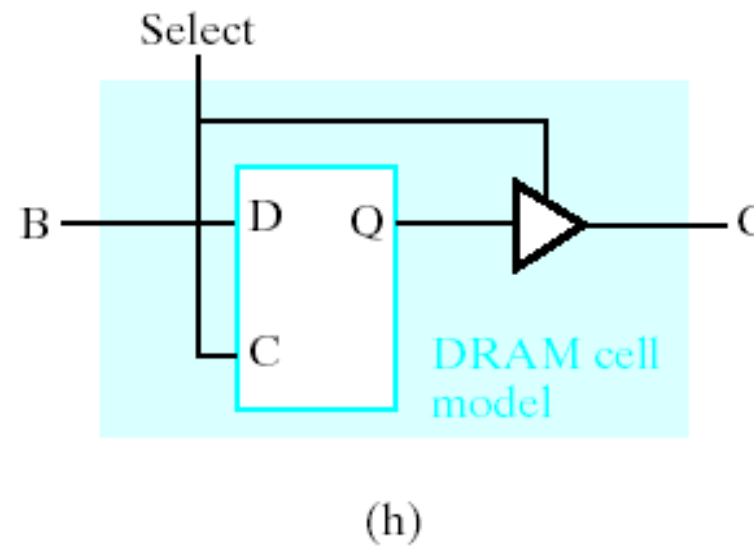
OE: LOW durumunda çıkışı aktif yapar. High durumunda çıkış pasif yapar (Control Bus).

CS, CS1, CS2: Bellek seçer (Address Decoding Unit)

WE: o işartinden dolayı LOW durumunda yazar, High durumunda okur.

DRAM Cell

- DRAM cell: One transistor and one capacitor
 - 1/0 = capacitor charged/discharged
- SRAM cell: Six transistors – Costs 3 times more (cell complexity)
- Cost per bit is less for DRAM – reason for why large memories are DRAMs



Dynamic vs. static memory

- In practice, dynamic RAM is used for a computer's main memory, since it's cheap and you can pack a lot of storage into a small space.
 - These days you can buy 256MB of memory for as little as \$60.
 - You can also load a system with 1.5GB or more of memory.
- The disadvantage of dynamic RAM is its speed.
 - Transfer rates are 800MHz at best, which can be much slower than the processor itself.
 - You also have to consider **latency**, or the time it takes data to travel from RAM to the processor.
- Real systems augment dynamic memory with small but fast sections of static memory called **caches**.
 - Typical processor caches range in size from 128KB to 320KB.
 - That's small compared to a 128MB main memory, but it's enough to significantly increase a computer's overall speed.

DDR RAM 'in Üstünlükleri

- DDR belleğin yüksek veri transferi oranı sayesinde performans artışı
- Grafik ağırlıklı dosyalar kullanılırken daha iyi performans
- Dijital ve multimedya ortamlarda daha net grafikler
- SDRAM, 133-200 MHz çalışma frekansına ulaşabilir. DDR4 RAM bellekler ise 4266 MHz çıkış frekansına ulaşabilirler.
- Genel sistem performansında yüksek bir artış sağlar.
- Sağladıkları geniş veriyolu, ekran kartlarının en yüksek çözünürlüklerde bile performans kaybına uğramadan görüntü oluşturmalarına imkan sağlar.
- Verimliliği SDRAM'den çok daha iyidir.
- Mevcut bellek sistemleri arasında en iyi fiyat/performans oranını sunan bellek teknolojisidir.
- SDRAM gibi "paralel veriyolu" mimarisini kullanır, fakat daha az güç harcar. Bu da daha hızlı çalışma, az enerji harcama ve fazla ısı üretmeme anlamını taşır.

Ön (CACH) Bellek

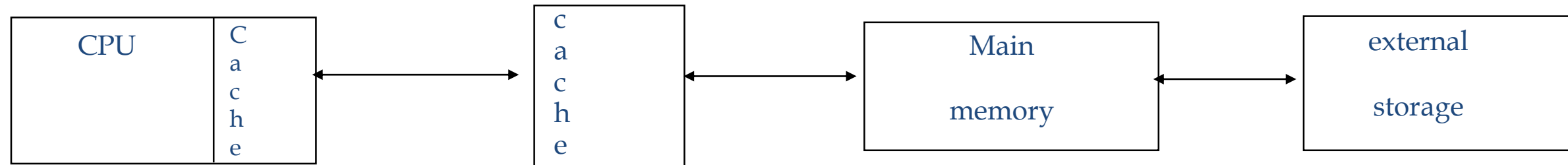
Ön (Cach) Bellek

- Belleğe erişmeden ortalama süreyi azaltmak için bilgisayarın Merkezi İşlem Birimi (CPU) tarafından kullanılan önbellektir.
- Önbellek, en sık kullanılan ana bellek konumlarındaki verilerin kopyalarını depolayan daha küçük ve daha hızlı bir bellektir. İşlemcinin ana bellekteki bir yerden okuması veya bir yere yazması gerektiğinde, önce bu verinin bir kopyasının önbellekte olup olmadığını kontrol eder.
- İşlemci öncelikle önbellekten okur veya önbelleğe yazar; bu, ana bellekten okumaktan veya ana belleğe yazmaktan çok daha hızlıdır.
- Günümüzde önbelleklerin bir kısmı işlemcinin içerisine yerleştirilmektedir.

CACHE : Ön bellek

- RAM belleğe destek amacı ile üretilmiş bir bellek birimidir. Board üzerinde 128 Kb , 256 Kb veya 512 Kb kapasitede bir entegre biçimindedir.
- CACHE bellek: Günümüz bilgisayarlarında RAM iki kısımdan oluşur: büyük olan ana RAM ve küçük, hızlı ve aynı zamanda pahalı olan ön bellek. Bilgisayar sisteminde önbellek veri depolayan bir donanım veya yazılım bileşenidir, böylece gelecekteki veri talepleri daha hızlı bir şekilde yerine getirilebilir; Bir önbellekte depolanan veriler daha önceki bir hesaplamanın sonucu veya başka bir yerde depolanan verilerin bir kopyası olabilir. Mikroişlemcinin daha yavaş bir veri deposundan veriyi okumadan daha hızlı olan önbellekten okuyarak işler; bu nedenle, önbellekten ne kadar fazla istek yapılabilirse, sistem o kadar hızlı çalışır.
- CACHE bellek, ana RAM ve işlemci arasında bir köprü gibi kullanılır. Veri ve komutlar, önce ikincil bellekten RAM'a, oradan ön belleğe ve en sonunda işlemciye yüklenir. Veri ve komutlar cache bellekte bulunduğu sürece bilgisayar daha hızlı çalışır.
- Bir benzetme yapacak olursak, RAM kitaplık ise cache bellek çalışma masasıdır. Başvurmak istediğimiz kitapları kitaplıktan çalışma masasına getiririz. Ancak çalışma masasında bulunabilecek kitap sayısı sınırlıdır. Başvurduğumuz bilgi çalışma masası üzerindeki kitaplarda olduğu sürece hızlı erişiriz. Aksi takdirde, bilginin bulunduğu kitabı kitaplıktan çalışma masasına getirmemiz gerekir. Bunun için üstü kitap dolu olan çalışma masası üzerindeki kitaplardan birini kitaplığa geri koymamız gerekebilir.

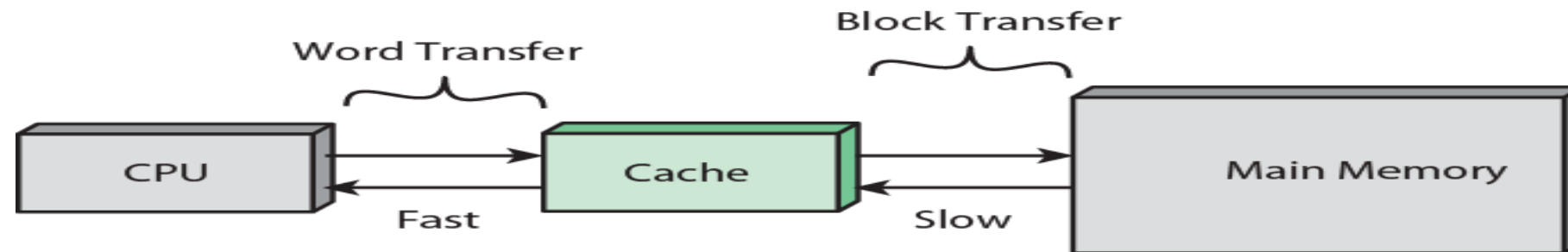
Cache Memory



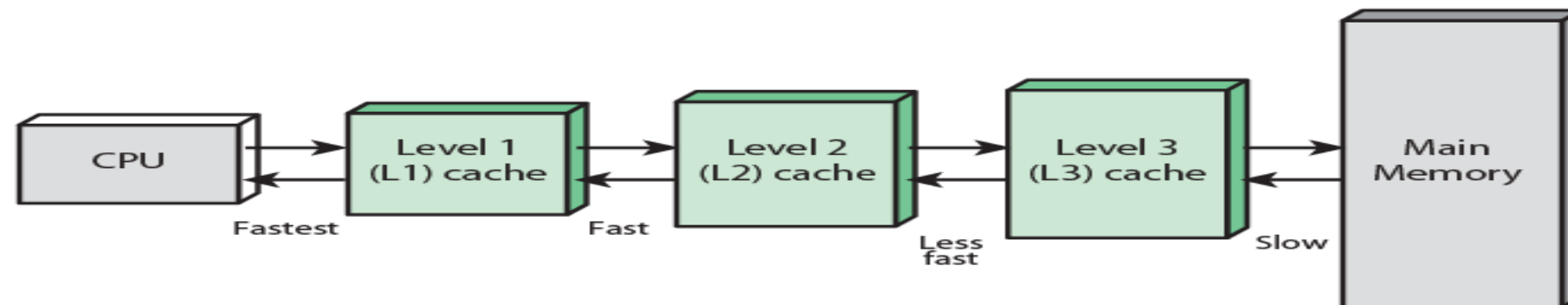
- Cache: fast-access memory buffer
- locality principle: programs usually use limited memory areas, in contrast to totally random access
 - spatial: location, address
 - temporal: time accessed
 - if commonly used memory can be buffered in high-speed cache, overall performance enhanced
 - cache takes form of small amount of store, with hardware support for maintenance and lookup
 - each cache cell saves a *cache line* - block of main memory (4-64 words)
- ***cache hit:***
 - requested memory resides in cache

Cache

- Small amount of fast memory
- Sits between normal main memory and CPU
- May be located on CPU chip or module
 - An entire blocks of data is copied from memory to the cache because the principle of locality tells us that once a byte is accessed, it is likely that a nearby data element will be needed soon.

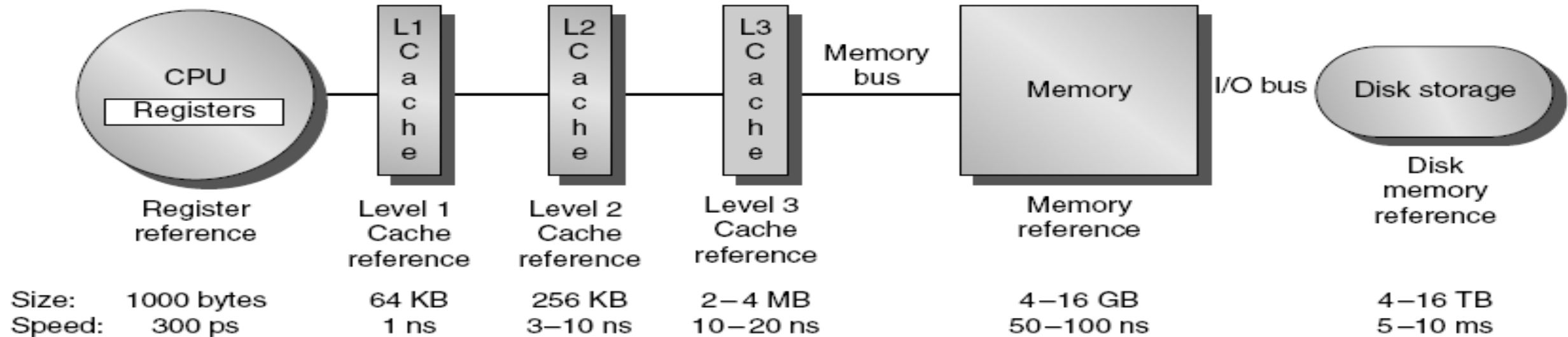


(a) Single cache

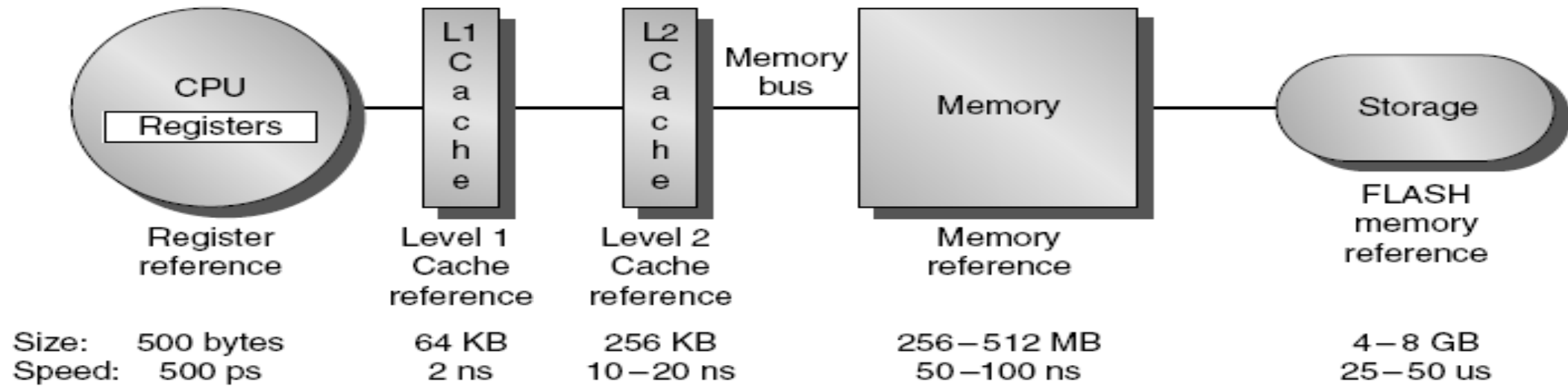


(b) Three-level cache organization

Memory Hierarchy



(a) Memory hierarchy for server



(b) Memory hierarchy for a personal mobile device

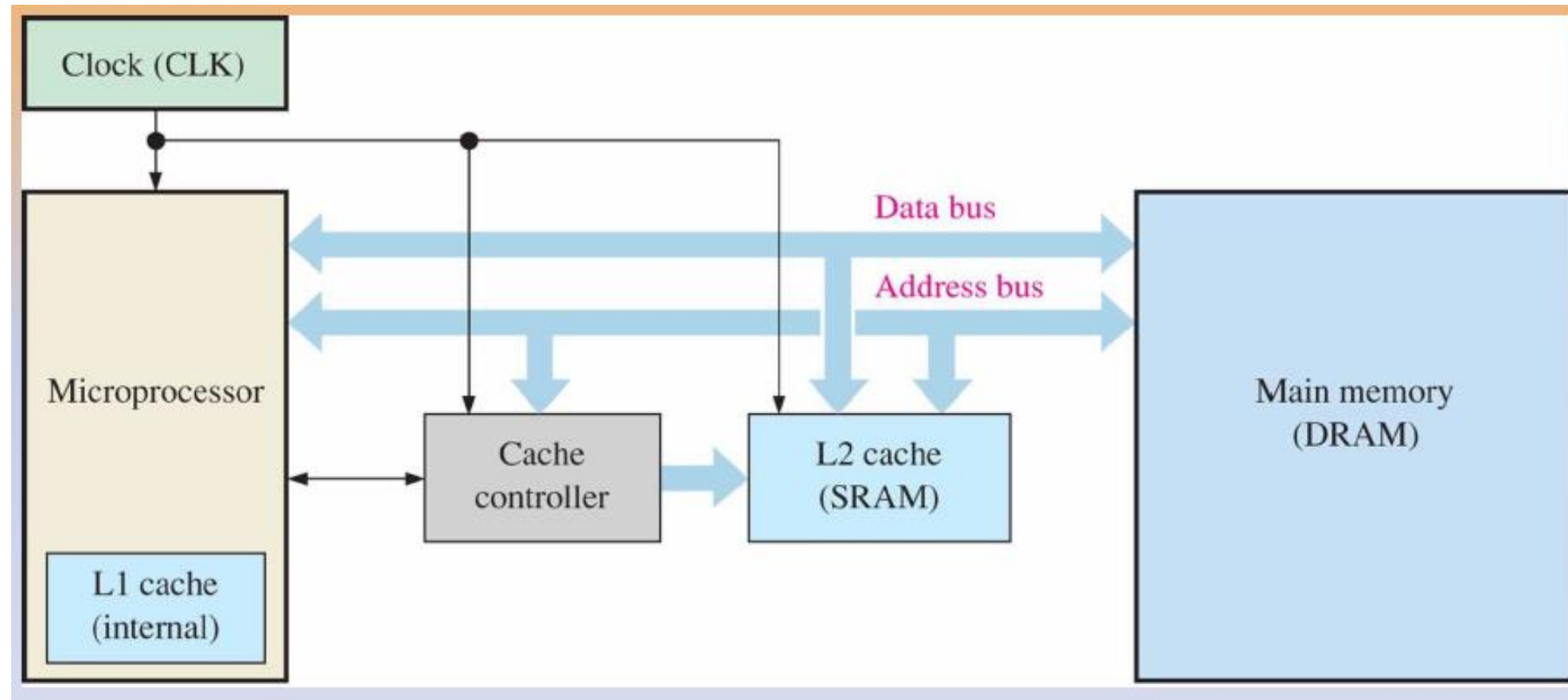
INTERNAL (L1, DAHİLİ) CACHE

- L1 cache ilk defa 486 işlemcilerle birlikte kullanılmaya başlandı.
- Şu anda üretilen her CPU da değişen boyutlarda L1 cache bellek bulunur ve bilgisayarın performansının artmasına yardımcı olurlar.
- İşlemcilerin içine koyulan ve bazı bilgileri/komutları geçici olarak barındıran bellektir.
- Buradaki bilgilere/komutlara çok çabuk ulaşılır. Böylece bilgisayarın performansı artar.
- Normalde CPU her komutu/veriyi RAM bellekten alıp işler. Bu işlemi hızlandırmak için en çok kullanılan komutlar CPU içindeki cache bellekte saklanır ve çok hızlı alınıp çalıştırılırlar.

EXTERNAL (L2, HARİCİ) CACHE

- CPU dışında, CPU ile RAM arasında bulunan SRAM'dir.
- Dahili ile aynı işi yapar, dahiliye göre biraz yavaştır ama çok çok daha büyüktür.
- Dahili cache'ler 32K - 64K civarında iken harici Cache'ler 256K, 512K, 1024K, 2048K boyutlarda olabilirler.

L1 and L2 cache memories in a computer system



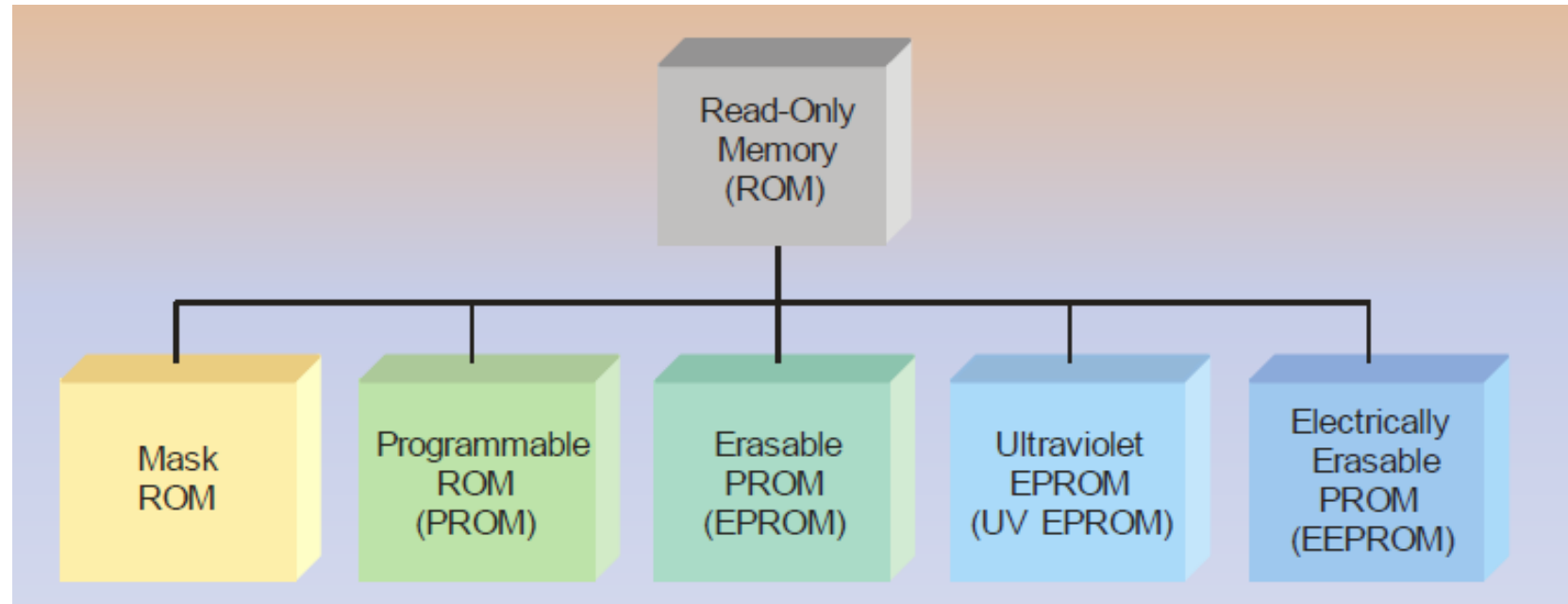
ROM Bellek

Sadece Okunabilir Bellekler (Read-Only Memory (ROM))

- ROM bellek ailesi elektrik olmadığında da içeriğini saklayan yarı iletken belleklerdir. Bu özelliklerinden dolayı non-volatile bellek olarak adlandırılırlar.
- ROM'larda yazıldıktan sonra değiştirilmesi hiç gerekmeyen veya nadiren gereken sayısal bilgiler saklanır. Örneğin sistemin açılışını sağlayan program kodları gibi. ROM'ların bazı tipleri özel düzeneğe ile tekrar programlanabilir.

ROM'dan veri okuma

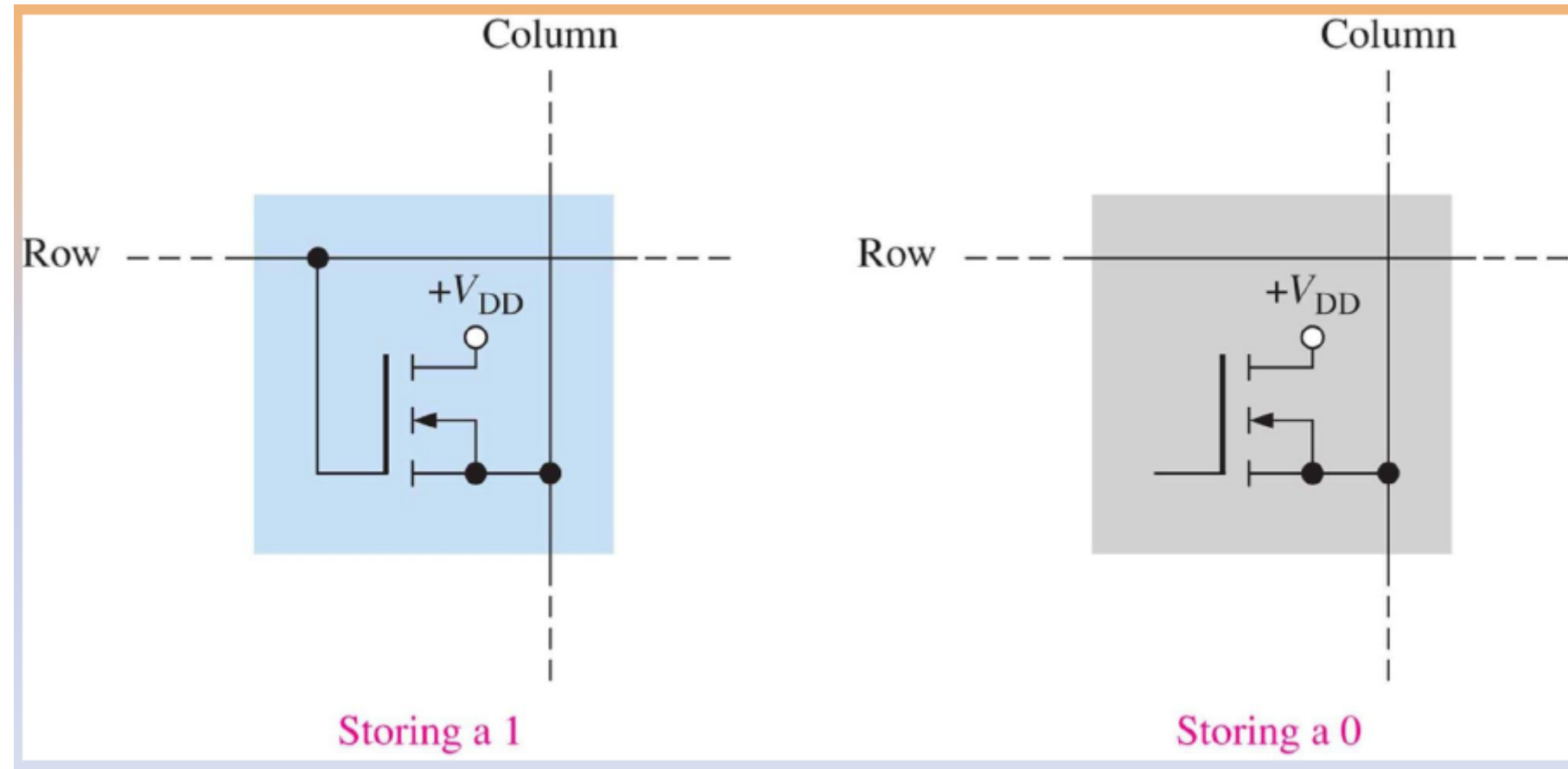
- Adres yoluna adres yerleştirilir
- İzin girişi etkin yapılır ve kısa süre sonra veri yoluna veri aktarılır.



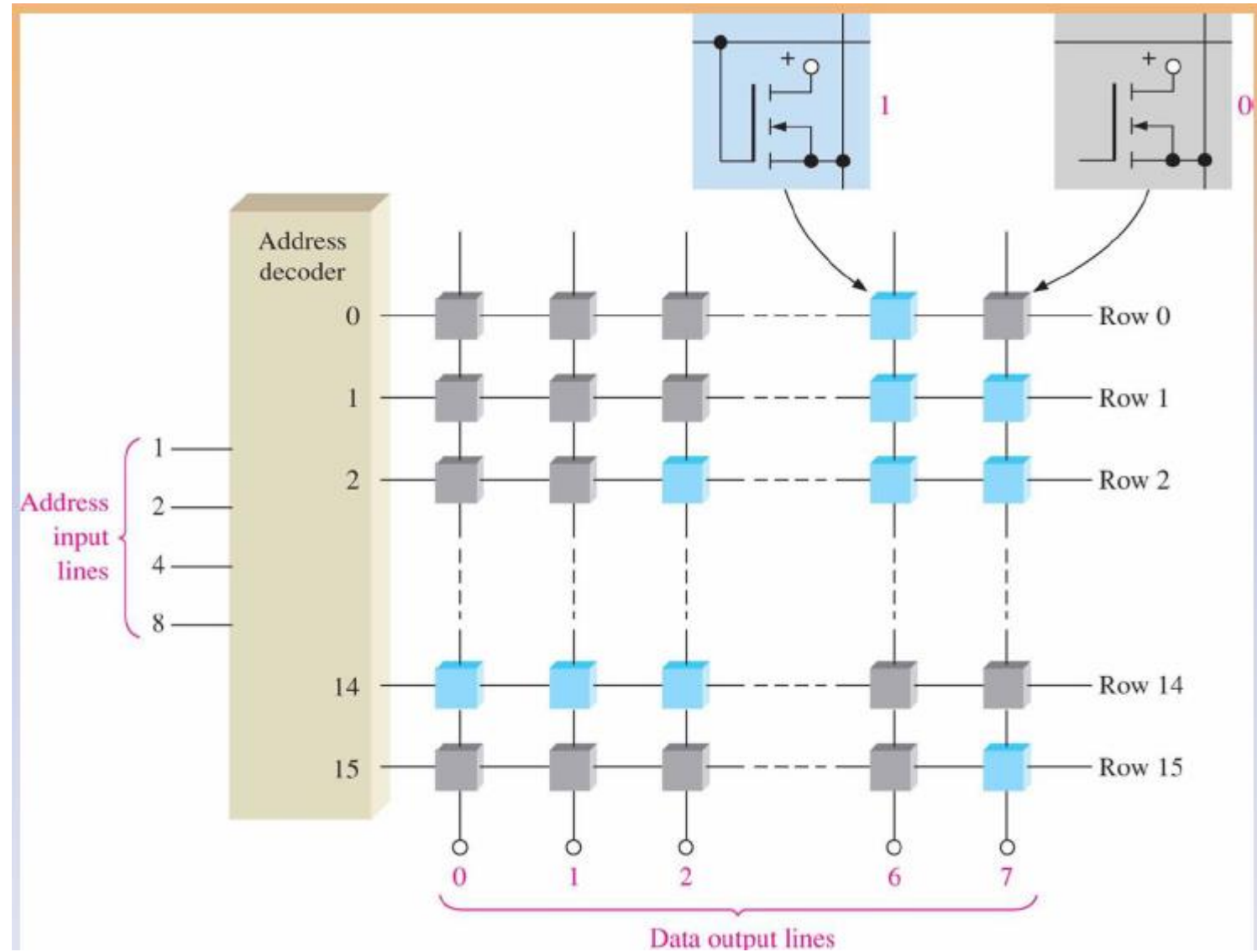
ROM (Read Only Memory) Bellek

- Sadece okunabilir bellek
- Elektrik kesintisinden etkilenmez
- Bilgiler kalıcı olarak ROM yongasının içine kopyalanmıştır. Bu nedenle değiştirilmeleri olanaksızdır
- Bilgisayarın hiç silinmeyen temel sistem bilgilerini içerir
- Bir çevre birimine görevini bildiren işlevlere ve yazılıma sahiptir
- BIOS bilgilerini içerir
- RAM belleklere göre veri aktarma hızı ve kapasite yönünden çok düşüktürler.
- BIOS (Basic Input/Output System" (Temel Giriş/Çıkış Sistemi): Bilgisayarın çalışması için gereken temel işletim sistemi olarak özetlenebilir. Sadece okunabilir bellek (ROM) üzerine yazılmış bir yazılım olan BIOS, anakartınızın özelliklerini yönetebilmeniz/ kullanabilmeniz ve diğer donanımlar arasında bir bağ kurması için görev yapar.

ROM Hücreleri



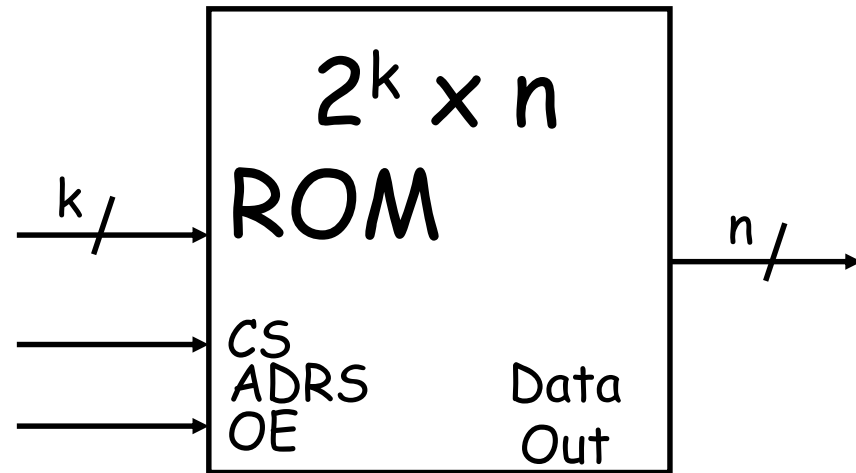
16 x 8-bit ROM Dizgesi



ROM' lar dört gruba ayrılır

- 1-MPROM (Masceble Programmable Read Only Memory / Maske Programlı ROM Bellek): Üreticisi tarafından diğer ROM belleklerde olduğu gibi programlanır. Özel bir programı maskelemek amacıyla hazırlanır. Ucuz ve bit yoğunluğu en yüksek olan bellektir.
- 2-PROM (Programmable Read Only Memory / Programlanabilir ROM Bellek): Kullanıcı tarafından, ROM programlayıcı adı verilen özel bir devre ile programlanabilir. Ancak bu işlem bir kere yapılabilir. Daha sonra değiştirilemez.
- 3- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory): PROM belleğe benzer. Ondan farkı silinebilmesi ve yeniden programlanabilmesidir. Silme işlemi ultraviyole ışınları ile yapılır. Işın koruyucu gövde üzerindeki quartz ile kapatılmış küçük bir pencereden verilir.
- 4- EAROM ve EEROM (Electrically Alterable Read Only Memory / Silinebilir Programlanabilir ROM Bellek): En iyi ROM türüdür. Devrede iken elektriksel yolla değiştirilebilir veya silinebilir. Bunun EPROM' a göre en önemli üstünlüğü bir bölümünün silinebilmesidir. Elektrik kesintisinden etkilenmez. BIOS bilgileri burada tutulur. Üretici firma tarafından board üzerine monte edilmiştir. Bilgisayarı çalıştıracak olan DOS sisteminin disk/disket aracılığı ile RAM belleğe yüklenmesi de ROM belleğin görevidir.

Read-only memory (ROM)



- Non-volatile
 - If un-powered, its content retains
- Read-only
 - normal operation cannot change contents

- Bellek bit olarak kapasitesi= $2^k * n$, n =data bus hat sayıdır.
- k -bit ADRS specifies the address or location to read from
- A Chip Select, CS, enables or disables the RAM
- An Output Enable, OE, turns on or off tri-state output buffers
- Data Out will be the n -bit value stored at ADRS

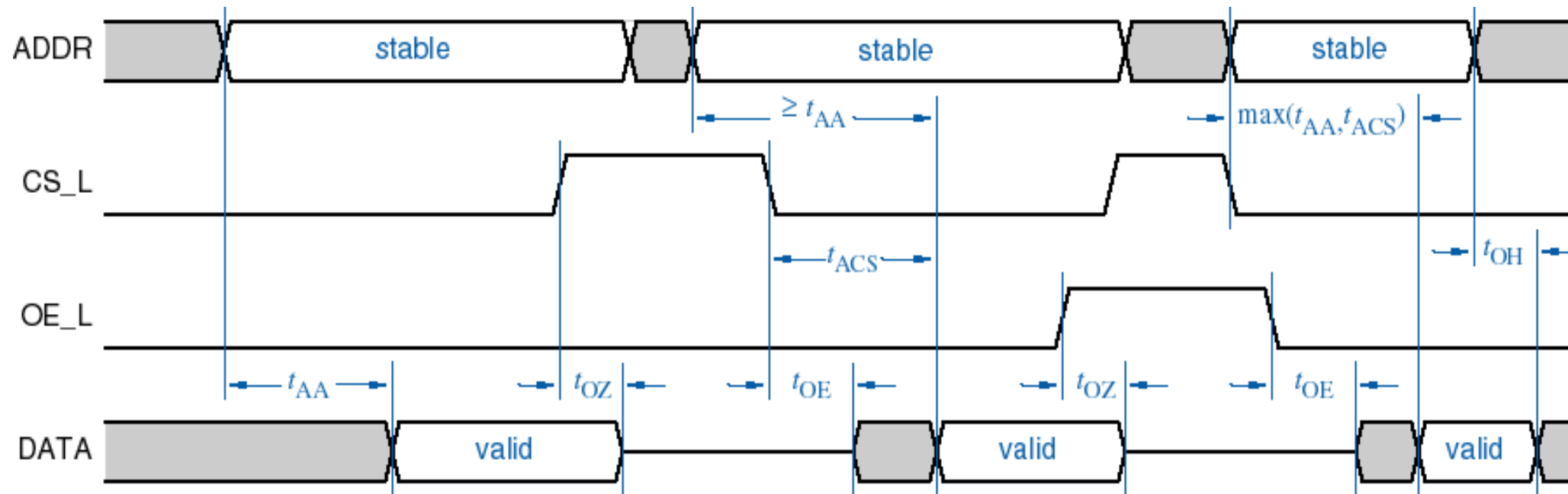
ROM Programming

- Content loading (programming) done many ways depending on device type
 - Programmed ROM (PROM): contents loaded at the factory
 - hardwired - can't be changed
 - embedded mass-produced systems
 - OTP (One Time Programmable): Programmed by user
 - UVPROM: reusable, erased by UV light
 - EEPROM: Electrically erasable; clears entire blocks with single operation

ROM Usage

- ROMs are useful for holding data that never changes.
 - Arithmetic circuits might use tables to speed up computations of logarithms or divisions.
 - Many computers use a ROM to store important programs that should not be modified, such as the system BIOS.
 - Application programs of embedded systems, PDAs, game machines, cell phones, vending machines, etc., are stored in ROMs

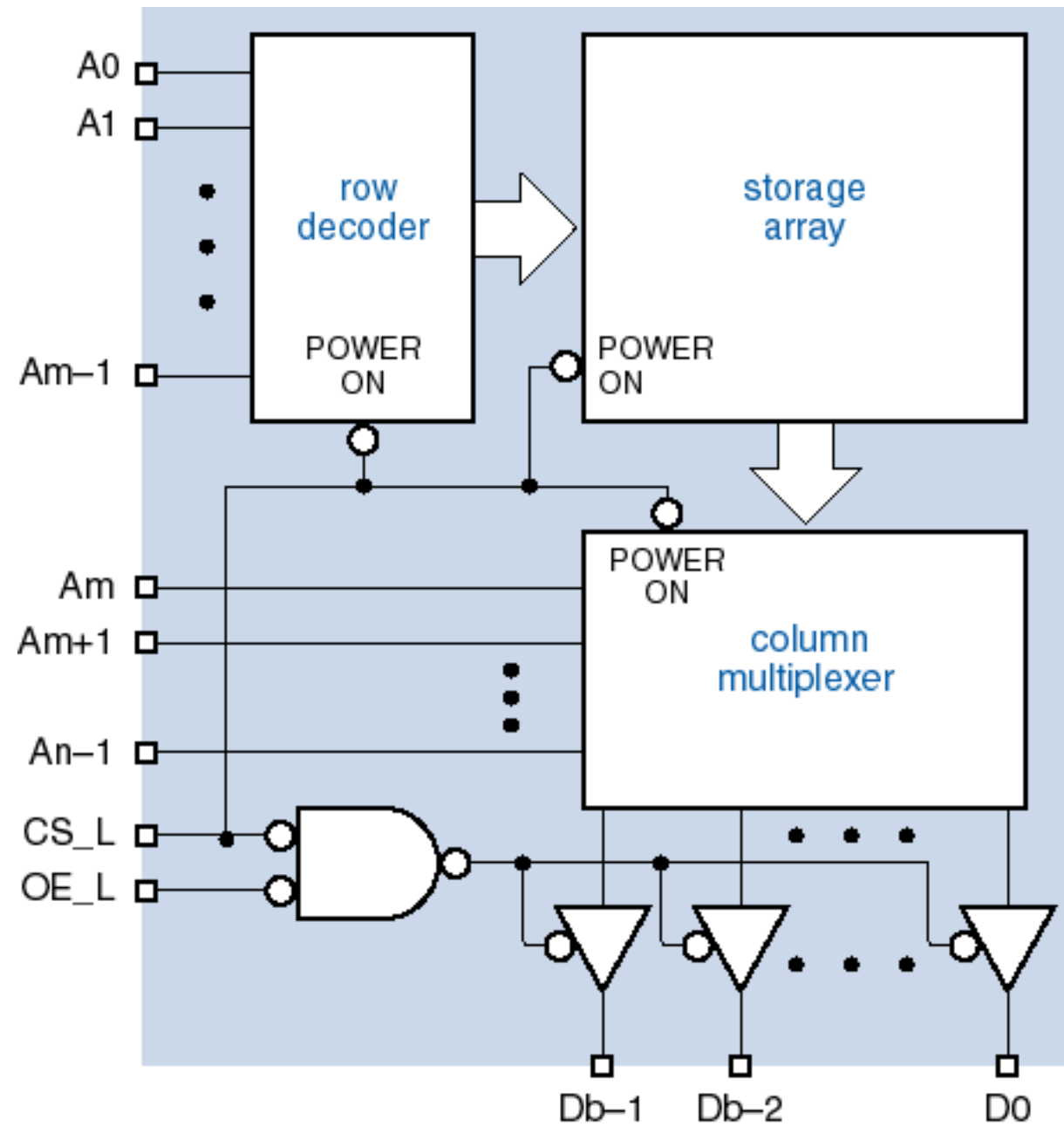
ROM Timing



Okuma durumunda,

- Adres Bus
- Data

ROM Structure



ROMs vs. RAMs

- There are some important differences between ROM and RAM.
 - ROMs are “non-volatile” —data is preserved even without power. On the other hand, RAM contents disappear once power is lost.
 - ROMs require special (and slower) techniques for writing, so they’re considered to be “read-only” devices.
- Some newer types of ROMs do allow for easier writing, although the speeds still don’t compare with regular RAMs.
 - MP3 players, digital cameras and other toys use CompactFlash, Secure Digital, or MemoryStick cards for non-volatile storage.
 - Many devices allow you to upgrade programs stored in “flash ROM.”

SSD: Solid-State Drives

- SSD'ler, verileri tipik olarak flash bellek kullanarak entegre bir devre içinde kalıcı olarak depolar. Bir SSD içindeki flash bellek, verilerin elektronik olarak ve sessizce yazıldığı, aktarıldığı ve silindiği anlamına gelir — SSD'ler, mekanik sabit disk sürücülerinde (HDD'ler) bulunan hareketli parçalara sahip değildir. Hareketli parçaları olmayan SSD'ler hızlı ve sessizdir ancak HDD'lere kıyasla yüksek bir fiyat etiketine sahiptir.
- Hareketli parçalar kullanan sabit disk sürücülerini ve benzer elektromekanik ortamlarla karşılaştırıldığında, SSD'ler tipik olarak fiziksel şoka karşı daha dirençlidir, sessiz çalışır ve daha yüksek giriş/çıkış oranlarına ve daha düşük gecikme süresine sahiptir.

Kaynaklar

- Dandamudi S., 2003. Fundamentals of Computer Organization and Design, Springer-Verlag, Heidelberg
- Mano, M.M., 2007. Bilgisayar Sistemleri Mimarisi, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Buzluca F., “Bilgisayar Mimarisi Ders Notları”, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İTÜ Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Aritmetik_mant%C4%B1k_birimi

Usage Notes

- These slides were gathered from the presentations published on the internet. I would like to thank who prepared slides and documents.
- Also, these slides are made publicly available on the web for anyone to use
- If you choose to use them, I ask that you alert me of any mistakes which were made and allow me the option of incorporating such changes (with an acknowledgment) in my set of slides.

Sincerely,
Dr. Cahit Karakuş

cahitkarakus@gmail.com

Thank You