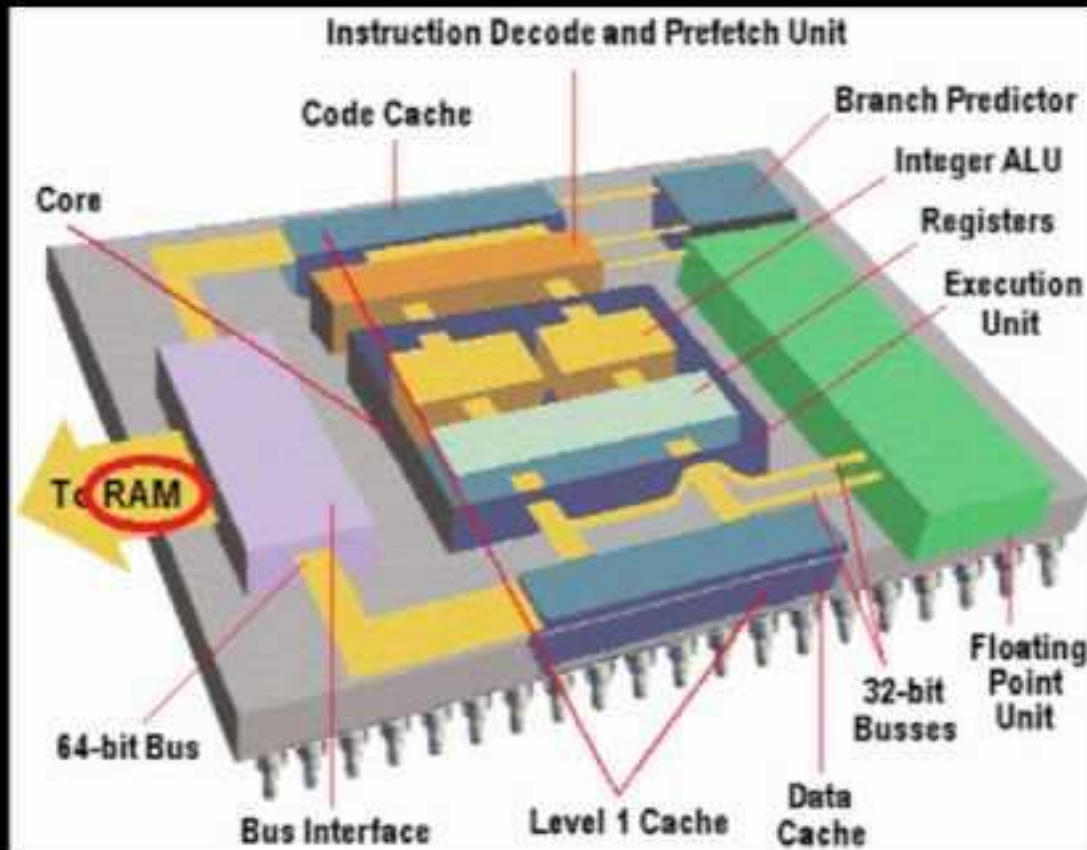
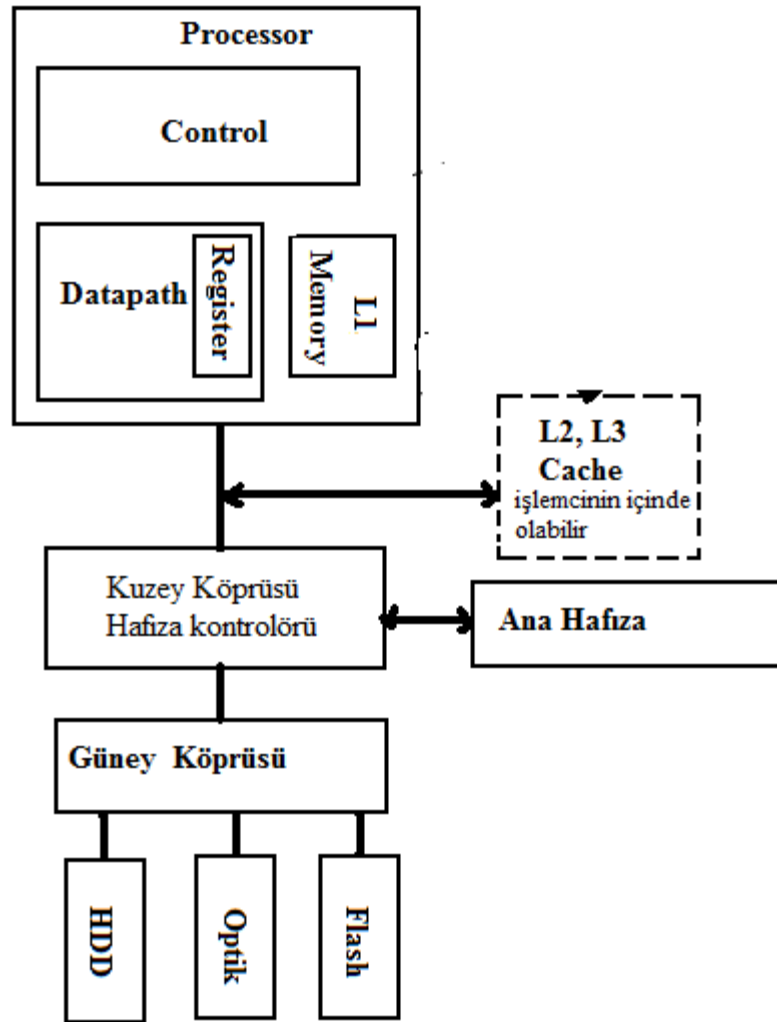


HAFIZA Hiyerarşisi

Bilgisayar organizasyonu dersinde, işlemcilerin (Mikroişlemci-Microprocessor) çalışma prensiplerini Fonksiyonel blok yapısı yaklaşımıyla anlatmaya çalıştık.



Bilgisayarların önemli ünitelerinden biriside Hafızalar (Memory)dır.



Yardımcı Hafızalar
sadece hafıza birimleri gösterilmiştir.

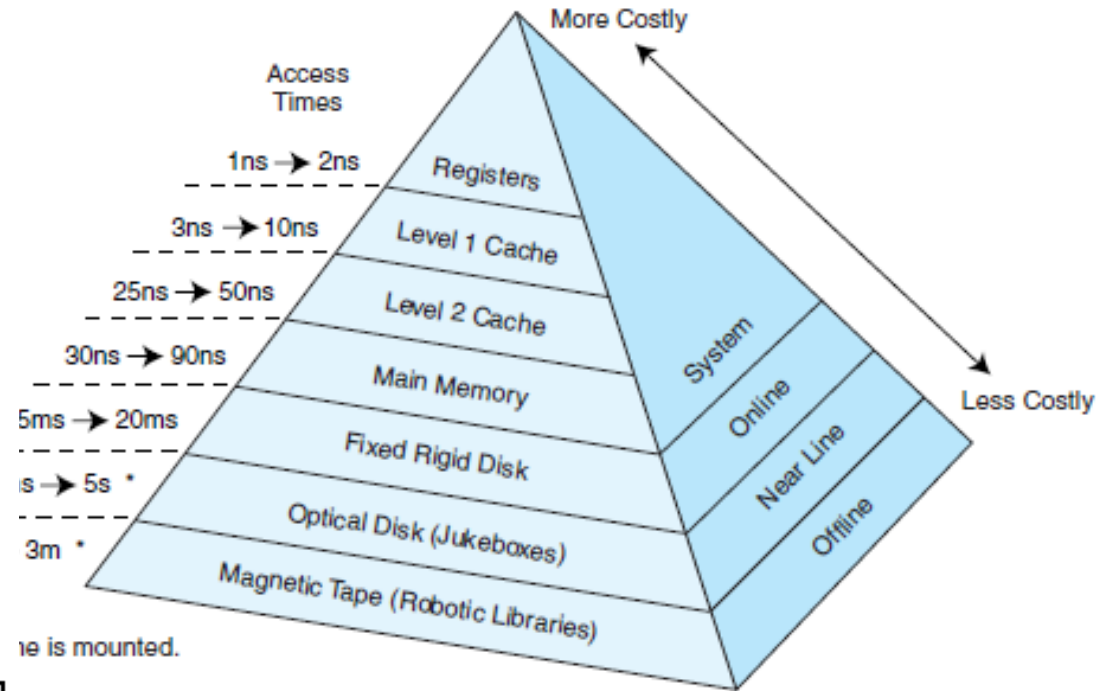
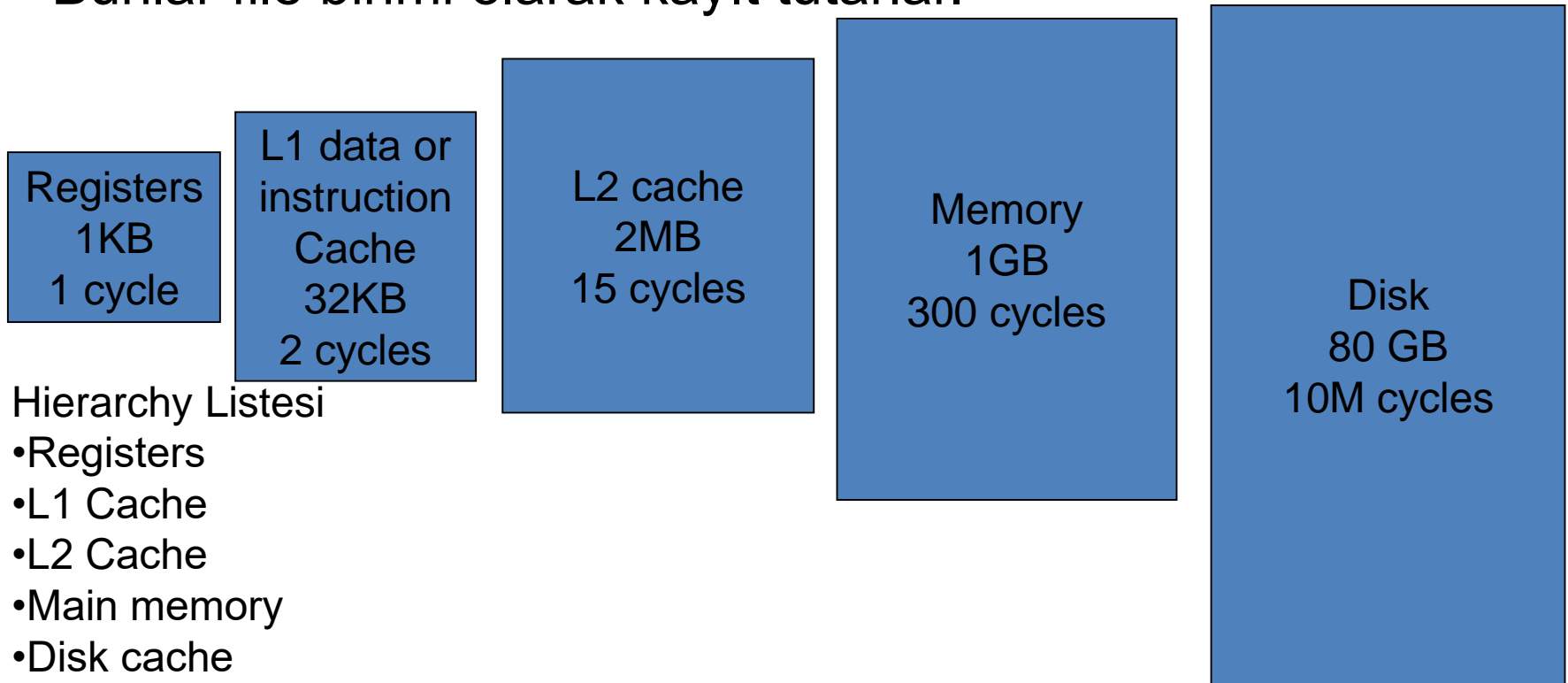


FIGURE 6.1 The Memory Hierarchy

Hafıza hiyerarşisi

Hiyerarşinin en altında mekanik parçaları olan kalıcı (ikincil – Yardımcı) HD, Manyetik teyp v.b hafızalar bulunur.

Bunlar file birimi olarak kayıt tutarlar.

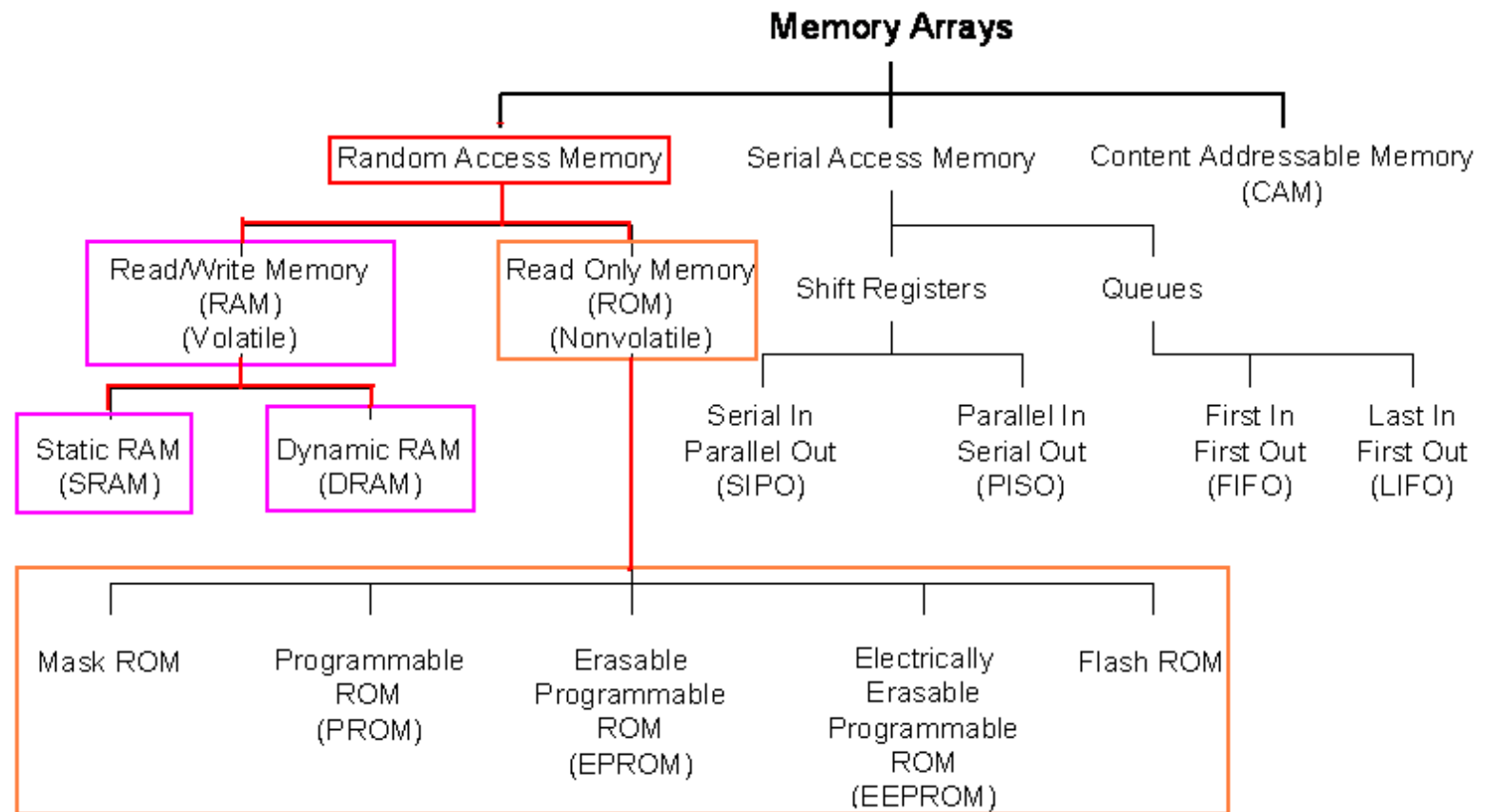


Hierarchy Listesi

- Registers
- L1 Cache
- L2 Cache
- Main memory
- Disk cache
- Disk
- Optical
- Tape

Yarıiletken Hafıza çeşitleri

(Ana hafıza ve Cache hafızalar yarı iletken hafızalardır)



Yarı İletken Bellek Özellikleri

Bellek Tipi	Özellikleri	Okuma/ Yazma	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 Register	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

Bellek (Hafıza – Memory) Terimleri

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.

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

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

Yazma İşlemi : 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 : Bellek hızını belirleme için kullanılan özel bir terimdir. Bellek biriminden okuma işlemi yapmak için gerek duyulan süredir.

Dikkat!!!!!! İşlemciler genellikle Bellek erişim süresinden daha hızlı çalışırlar

Example 3-1

A given memory chip has 12 address pins and 4 data pins. Find:

- (a) the organization (b) the capacity

Solution:

- (a) This memory chip has 4096 locations ($2^{12} = 4096$), and each location can hold 4 bits of data. This gives an organization of 4096×4 , often represented as $4K \times 4$.
- (b) The capacity is equal to 16K bits since there is a total of 4K locations and each location can hold 4 bits of data.

Example 3-2

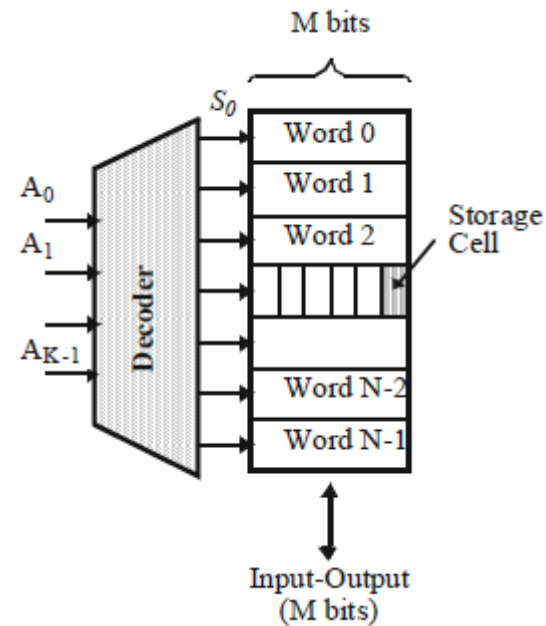
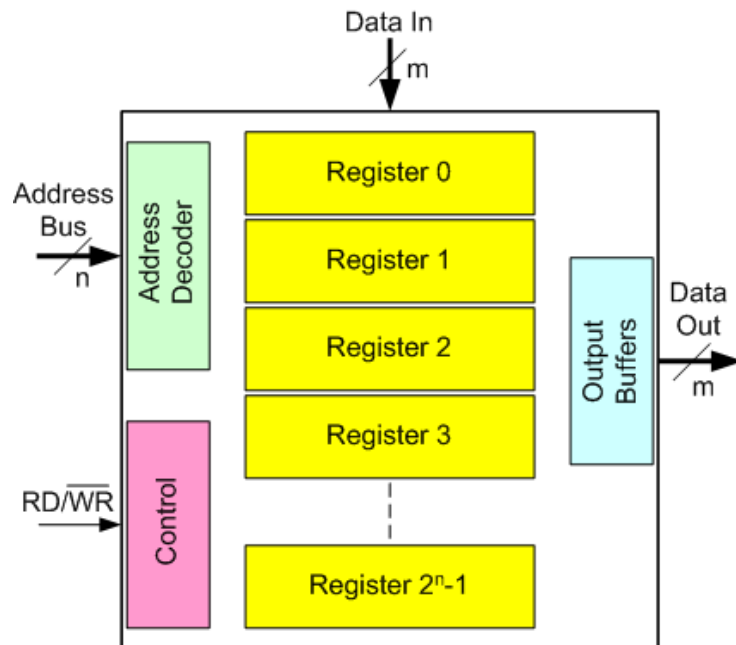
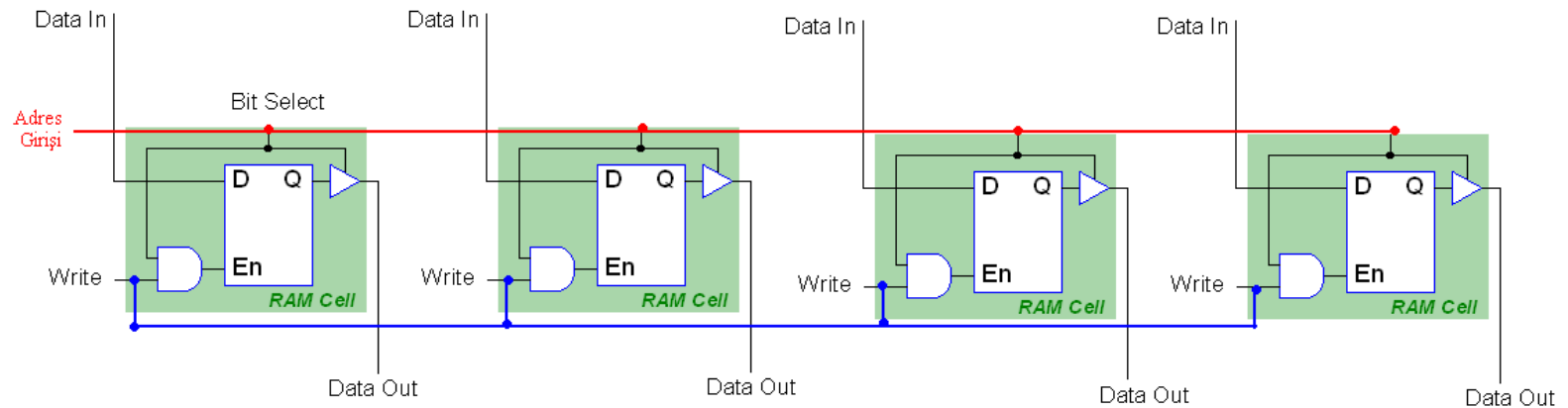
A 512K memory chip has 8 pins for data. Find:

- (a) the organization (b) the number of address pins for this memory chip

Solution:

- (a) A memory chip with 8 data pins means that each location within the chip can hold 8 bits of data. To find the number of locations within this memory chip, divide the capacity by the number of data pins. $512K/8 = 64K$; therefore, the organization for this memory chip is $64K \times 8$.
- (b) The chip has 16 address lines since $2^{16} = 64K$.

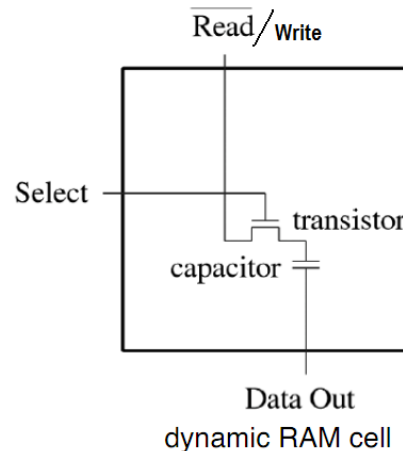
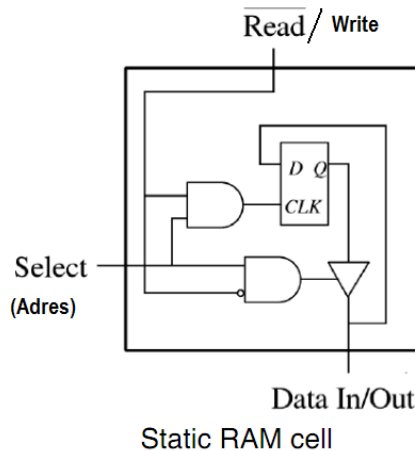
Register blok yapısı



RAM-SRAM-DRAM

Bizim ilgileneceğimiz hafızalar, Cache ve Ana hafıza birimleridir. Bunlar yarıiletken bellek yapılarıdır. SRAM genellikle Cache bellek, DRAM ana hafıza birimlerinde kullanılır. Bir bitlik memory Cell'lerin birleştirilmesiyle oluşurlar. Durağan ("static") kelimesi, sürekli tazelenmesi gereken devingen RAM'in ([DRAM](#)) aksine, belleğe güç verildiği sürece belleğin içeriğini koruduğunu belirtir. İki duruma sahip toplam 6 Mosfetten oluşur. (4 okuma 2 yazma için) DRAM 1 transistör ve 1 kondansatörden oluşur.

	Tran. per bit	Access time	Persist?	Sensitive?	Cost	Applications
SRAM	6	1X	Yes	No		100x cache memories
DRAM	1	10X	No	Yes		1X Main memories, frame buffers

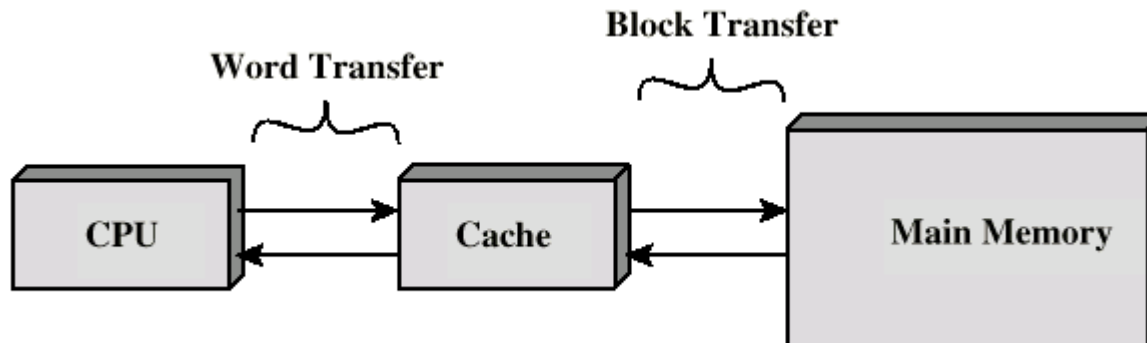


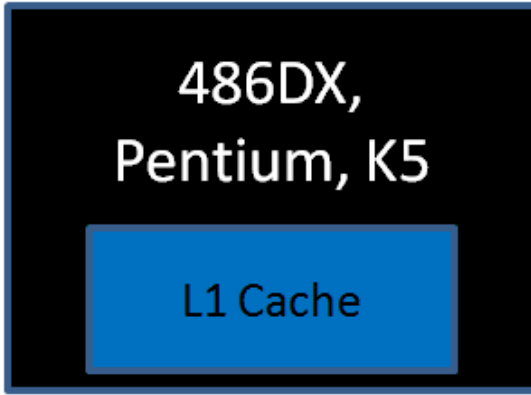
Cache (Ön-bellek)

Cache (Ön) Bellek : Sistem belleğinden (Ana hafızadan) gelen veriler çoğunlukla İşlemcinin (CPU) hızına yetişemezler .Bu problemi çözmek için CPU içinde yüksek hızlı hafızalar bulunur.

- Ön-bellek çalışmakta olan programa ait komutların ve verilerin geçici olarak saklandığı yüksek hızlı hafızalardır.
- İşlemci, ön-bellekte bulunan komut ve verilere, Ana Bellekte bulunan komut ve verilere göre çok daha hızlı bir şekilde ulaşabilir.
- Cache bellekler, program ve verilerin en yoğun kullanılan kısımlarını tutar.
- Cache bellekler, birincil ön-bellek (Level 1, L1) ve ikincil ön-bellek (Level 2, L2) ve son olarak üçüncül ön-bellek (Level3, L3) olarak ayrılırlar.
- İşlemcinin Cache belleğe ve ana belleğe doğrudan erişim yolu vardır.
- İşlemci tarafından o anda kullanılmayan büyük verilerin tutulduğu ikincil (yardımcı) belleklere işlemcinin doğrudan bağlantısı yoktur.

- Harici ön-bellekler işlemcinin dışındadır.
- Dahili ön-bellekler işlemcinin içindedir. Dahili ön bellek, CPU'nun en son işlediği verilerin bir kopyasını saklar.
- Aranan veri dahili ön bellekte bulunamazsa harici ön belleğe bakılır.
- Harici ön bellekte de bulunamayan veriler ana bellekten alınır. Bu, ön belleğe göre daha yavaş bir süreçtir.
- İşlemci cache ile word bazında, Ana hafıza Cache ile blok data olarak alış veriş yapar.

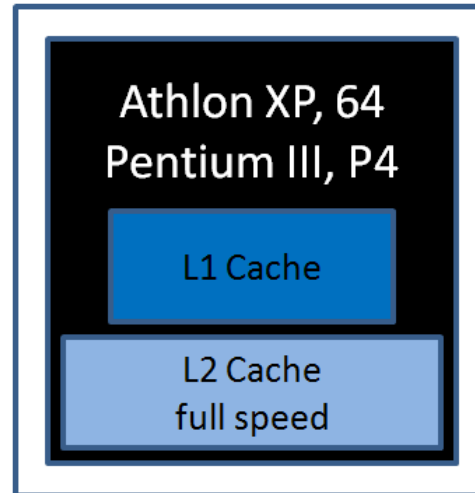
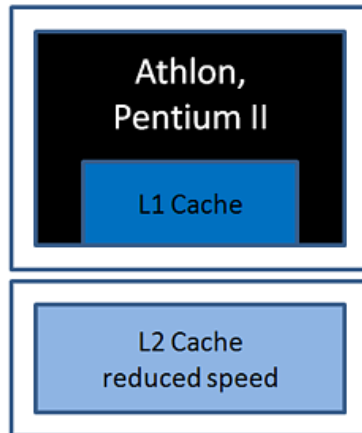
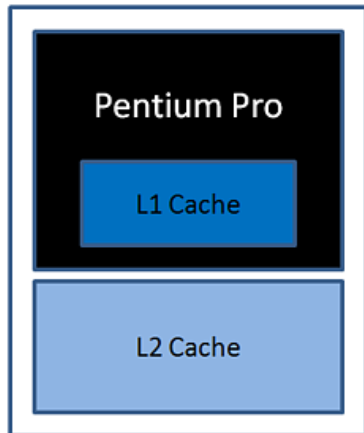




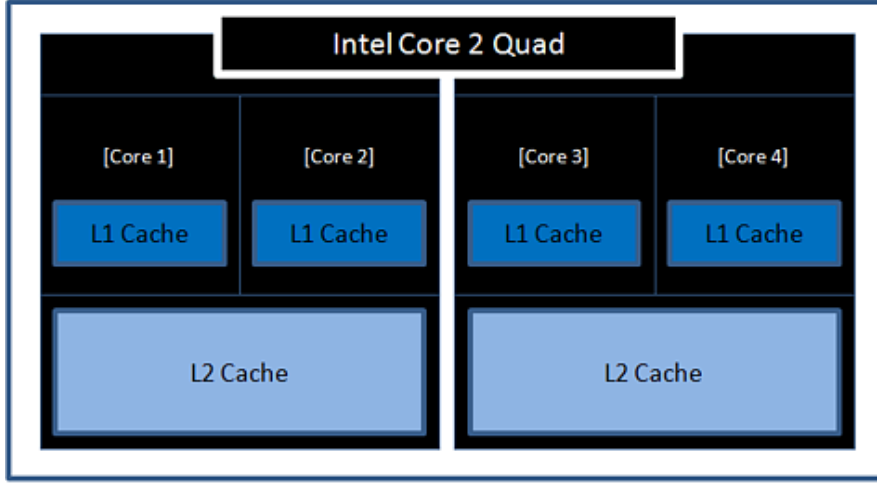
L1 Cache bellekler işlemcinin içinde olup, 486DX işlemcilerden bu yana kullanılıyor. Şu an için AMD işlemciler çekirdek başına standart olarak 64 KB L1 önbelleklerle gelirken Intel işlemciler 32 KB veri ve komut L1 Cache'lere sahipler.

İkinci seviye önbellekler (L2) Pentium III işlemcilerden sonra genel olarak kullanılmaya başladılar (Daha önce Pentium Pro da bu önbellek vardı ancak çekirdeğin içinde değildi. Dolayısıyla çekirdek hızı ile çalışmıyordu).

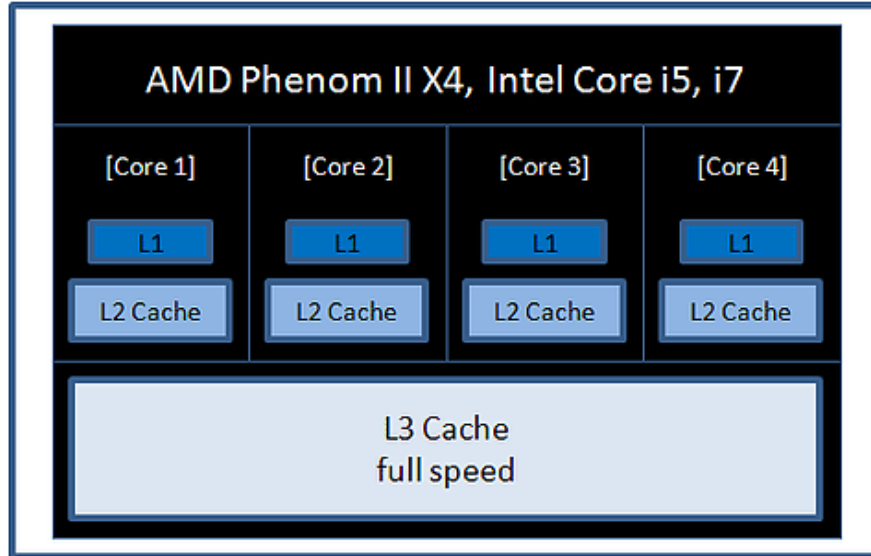
180 Nm üretim sürecinin geliştirilmesiyle L2 önbellekler en sonunda çekirdeğin içine girdiler ve aynı hızda çalışmaya başladılar.



Günümüzde işlemciler çekirdeğe tümleşik 6 MB L2 önbelleğe sahip olarak geliyorlar.



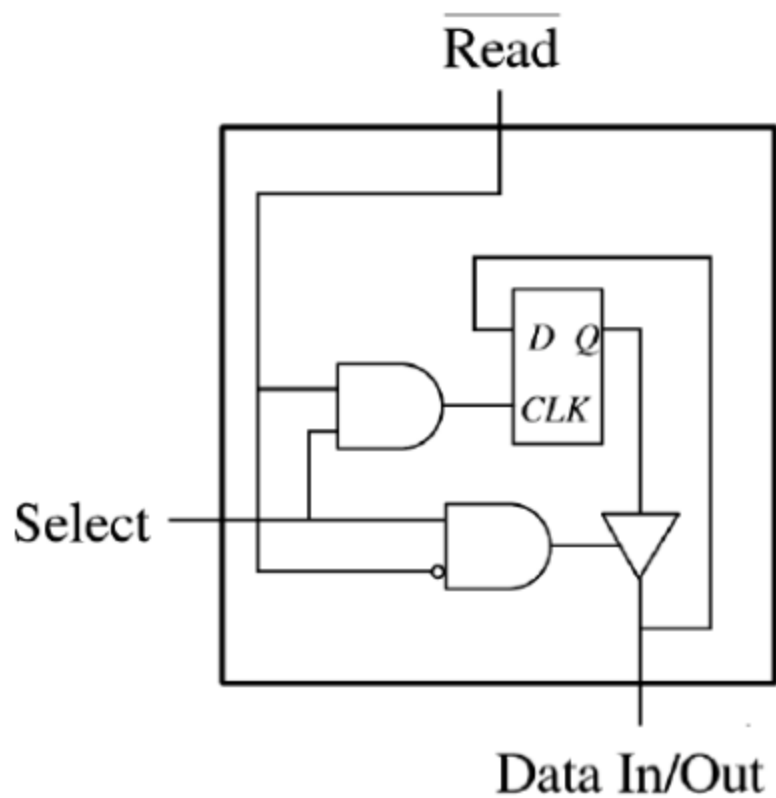
Intel'in Core 2 Duo işlemcilerinde bu önbellek çekirdekler tarafından paylaşımlı olarak kullanılıyor. Genellikle L2 önbellek çekirdek başına 512 KB veya 1 MB büyüklüğe sahip oluyor. L2 önbelleği düşük olan işlemciler daha çok giriş seviyesi modeller oluyorlar.



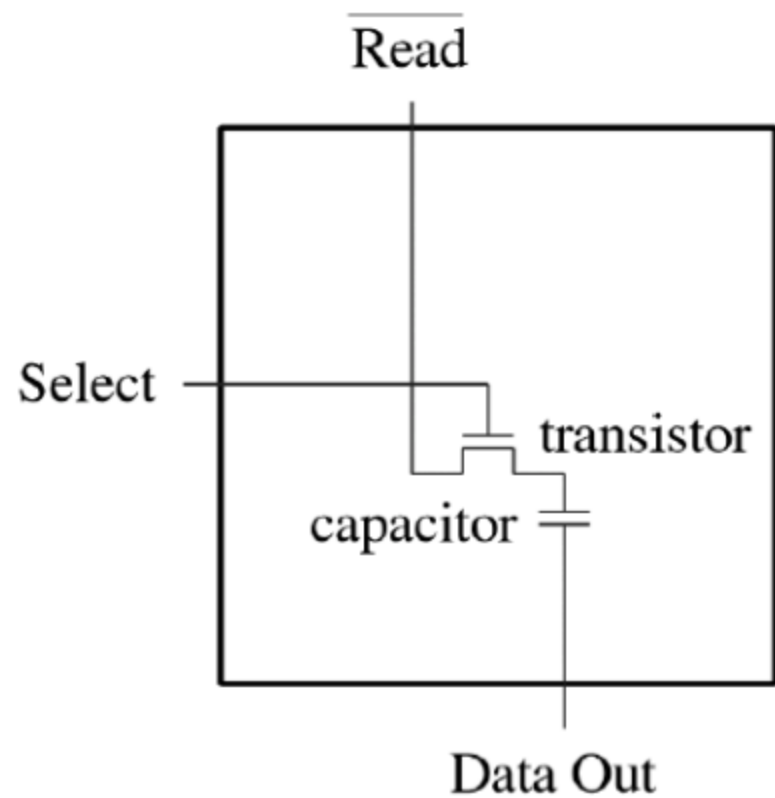
İlk başlarda sadece ek bir seviye olarak kullanılırken günümüzde L3 önbellekler çekirdekler arasında iletişimi de sağlayan geniş ve paylaşımlı yapılar halini aldılar. L3 önbelleği ilk kez masaüstüne getiren Phenom ailesiyle AMD oldu. 65 NM Phenom X4, 2 MB paylaşımlı L3 önbelleğe sahipti. Şu andaysa 45 NM Phenom II X4 işlemciler 6 MB paylaşımlı L3 önbelleğe sahip olarak geliyorlar. Intel'in Core i5 ve i7 işlemcileri ise 8 MB L3 önbelleğe sahipler.

ANA BELLEK

- Bilgisayar sistemin merkezi depolama birimidir. Büyük ve hızlıdır.
- Komut ve dataların depolandığı birimdir
- Statik ve dinamik olmak üzere iki türüdür.
- Statik hafıza birimlerinde bilgi yaz bozlardan oluşur. Akım verildiği süre boyunca bilgi depolanır.
- Dinamik RAM bilgileri (DRAM) elektrik akımı şeklinde tutar. Tutan devre kondansatörlerdir.
- Üzerlerindeki yük zamanla azalır. Bundan dolayı belli sürelerle yenilenmelidir.
- Yenileme birkaç milisaniyede bir tüm kelimelere uygulanır.
- Okuma ve yazma süreleri kısadır.



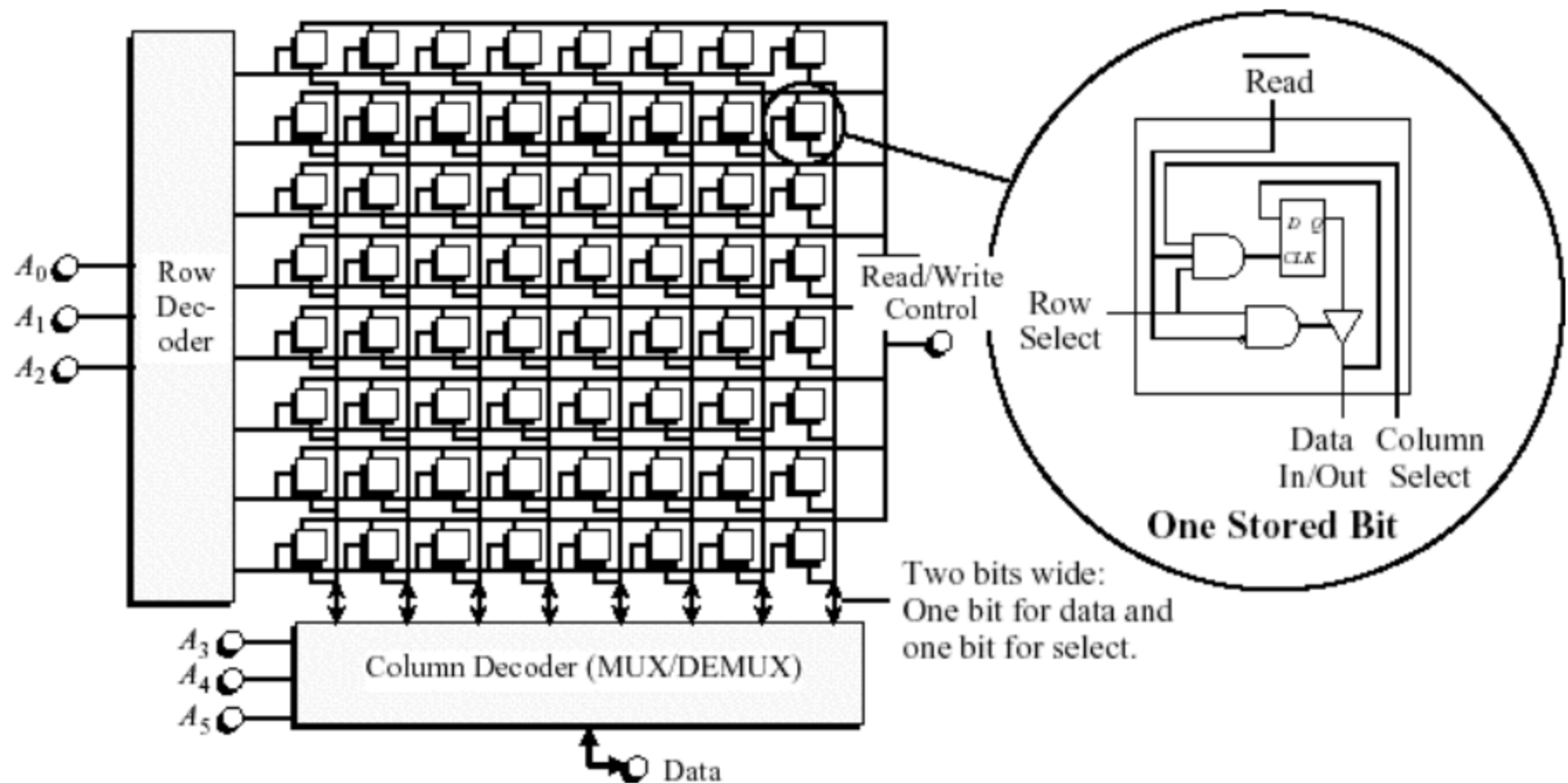
(a)



(b)

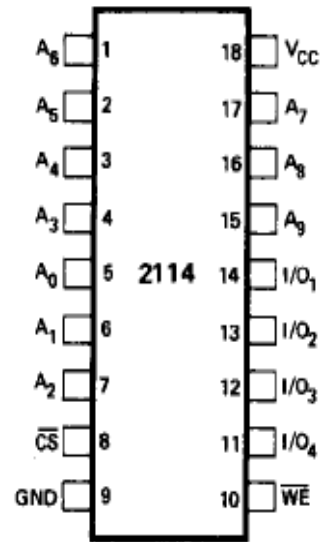
Static RAM cell (a) and dynamic RAM cell (b).

One-Bit RAM

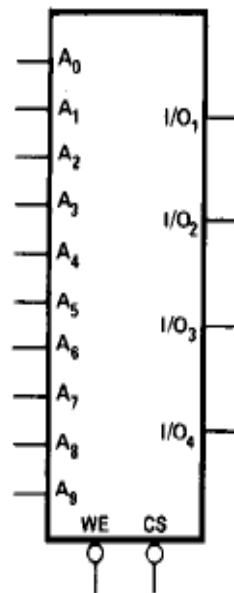


1K X 4 SRAM (Part Number 2114N) Blok yapısı

PIN CONFIGURATION



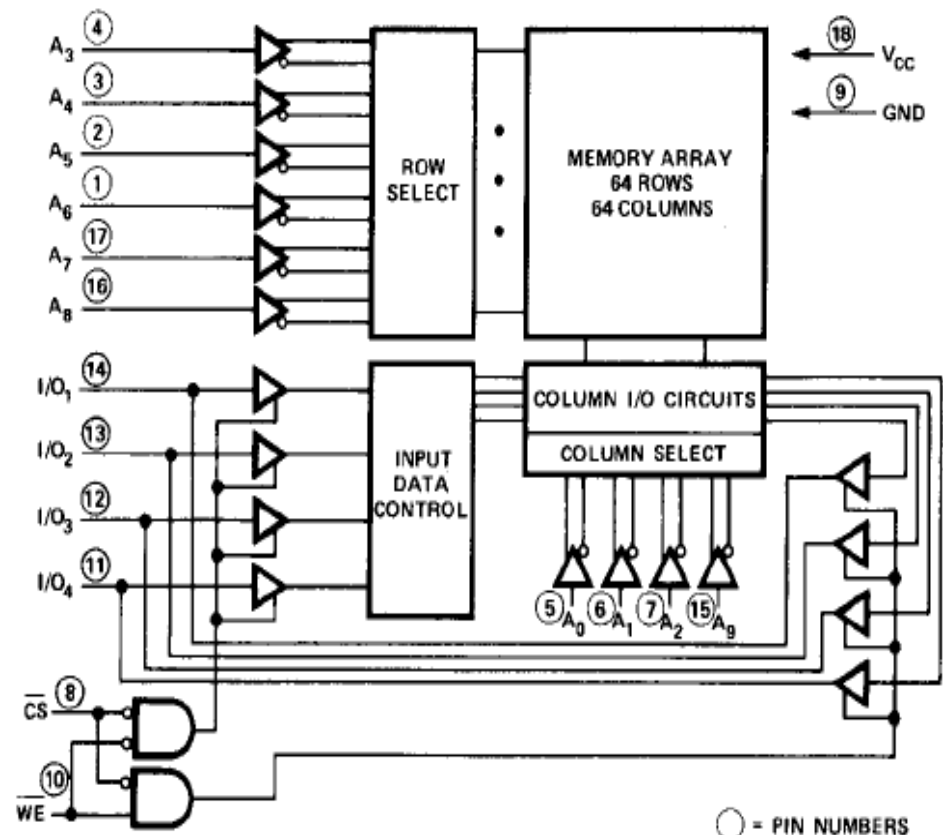
LOGIC SYMBOL



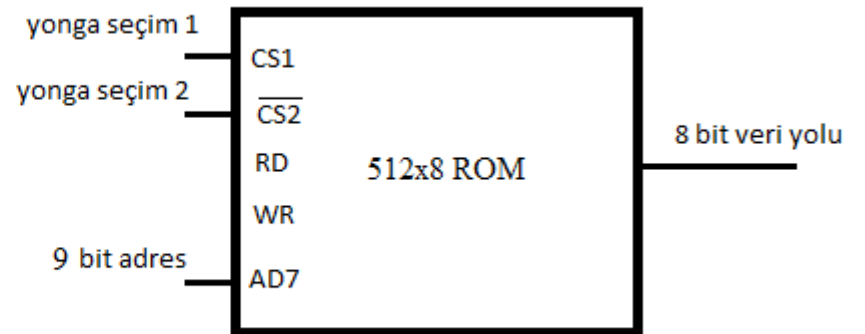
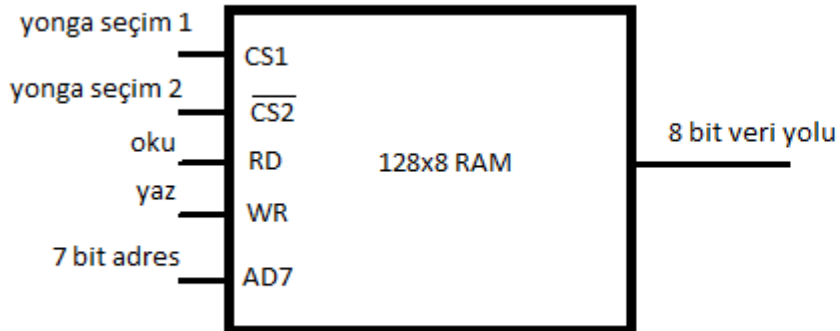
PIN NAMES

A_0-A_9	ADDRESS INPUTS	V_{CC}	POWER (+5V)
\overline{WE}	WRITE ENABLE	GND	GROUND
\overline{CS}	CHIP SELECT		
$I/O_1-I/O_4$	DATA INPUT/OUTPUT		

BLOCK DIAGRAM

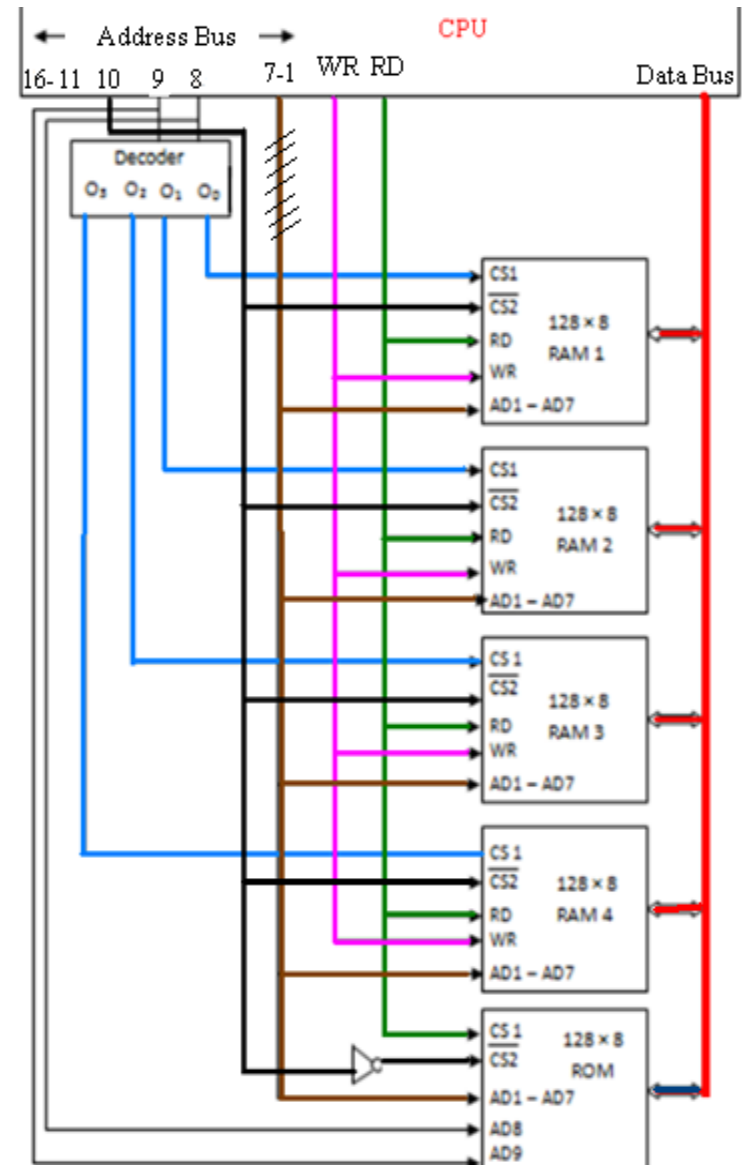


CS1	CS2	RD	WR	Bellek fonk.	Veri Yolu Durumu
0	0	X	X	Tutma	Yüksek direnç
0	1	X	X	Tutma	Yüksek direnç
1	0	0	0	Tutma	Yüksek direnç
1	0	0	1	Yaz	Ram'a giriş bilgisi
1	0	1	X	Oku	RAM'den çıkış bilgisi
1	1	X	X	Tutma	Yüksek direnç



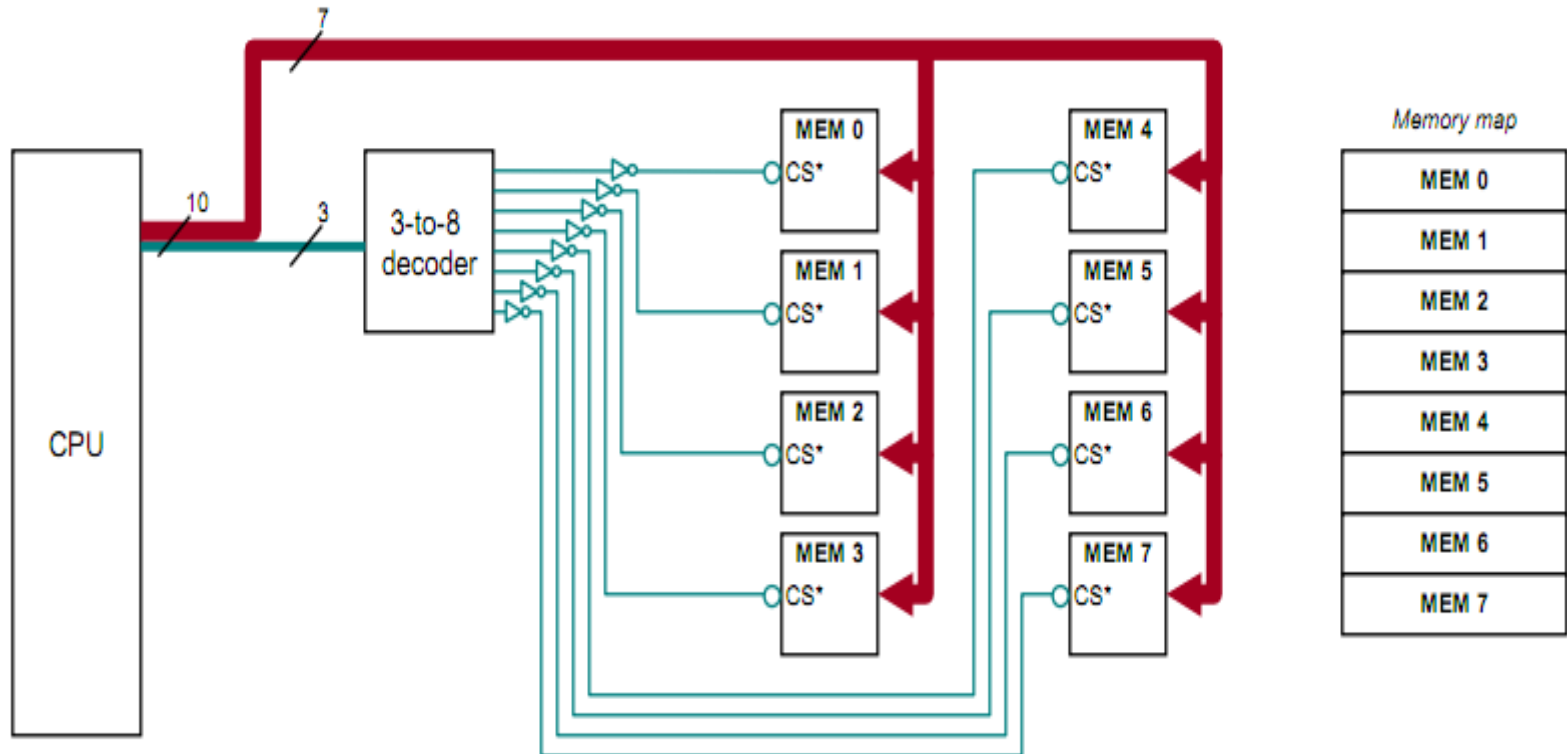
Sistemimiz 512 byte RAM ve 512 byte ROM gerektirsin. RAM yongaları 128 byte olsun buna göre bellek adres haritası aşağıdaki gibi olacaktır.

CS1	CS2	RD	WR	Bellek fonk.	Veri Yolu Durumu
0	0	X	X	Tutma	Yüksek direnç
0	1	X	X	Tutma	Yüksek direnç
1	0	0	0	Tutma	Yüksek direnç
1	0	0	1	Yaz	Ram'a giriş bilgisi
1	0	1	X	Oku	RAM'den çıkış bilgisi
1	1	X	X	Tutma	Yüksek direnç

[illegible]

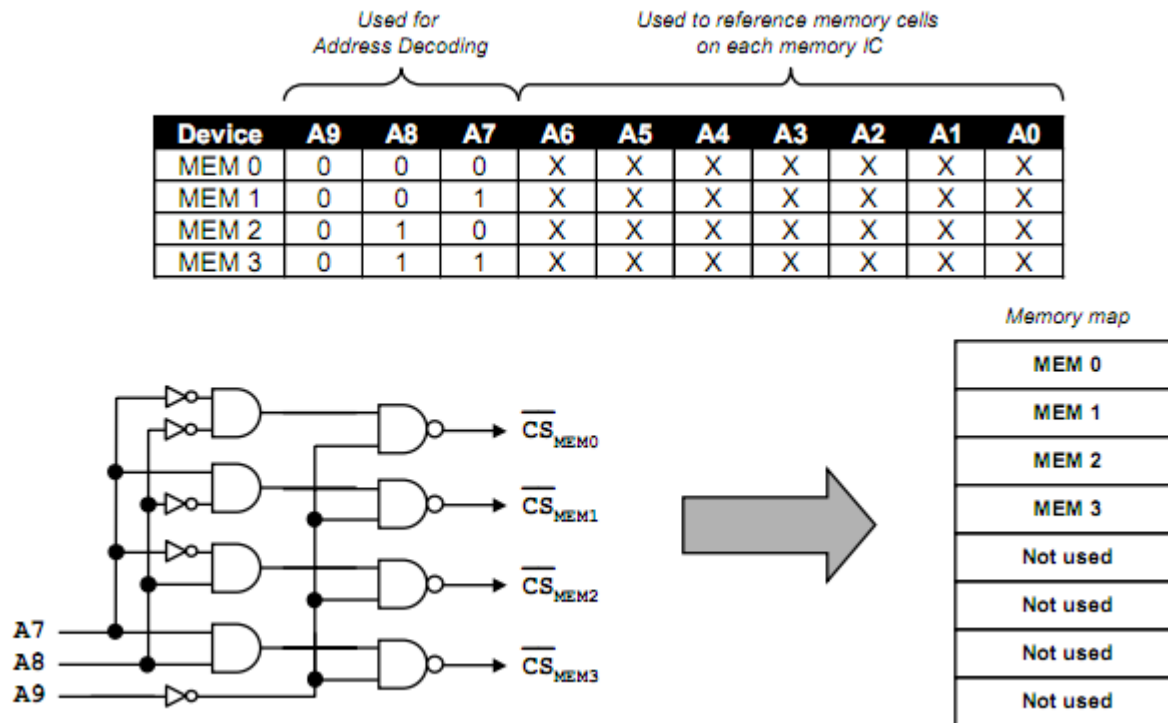
Bellek ile MIB Bağlantısı

- 128x8 bayt hafıza organizasyonu



Örnek

- 10 adres hattı için 4 adet 128 bayt toplam 512 bayt hafıza için adres hafızasını tasarlayınız.



İçerik Adreslemeli Bellek

Content Adressable Memory (CAM)

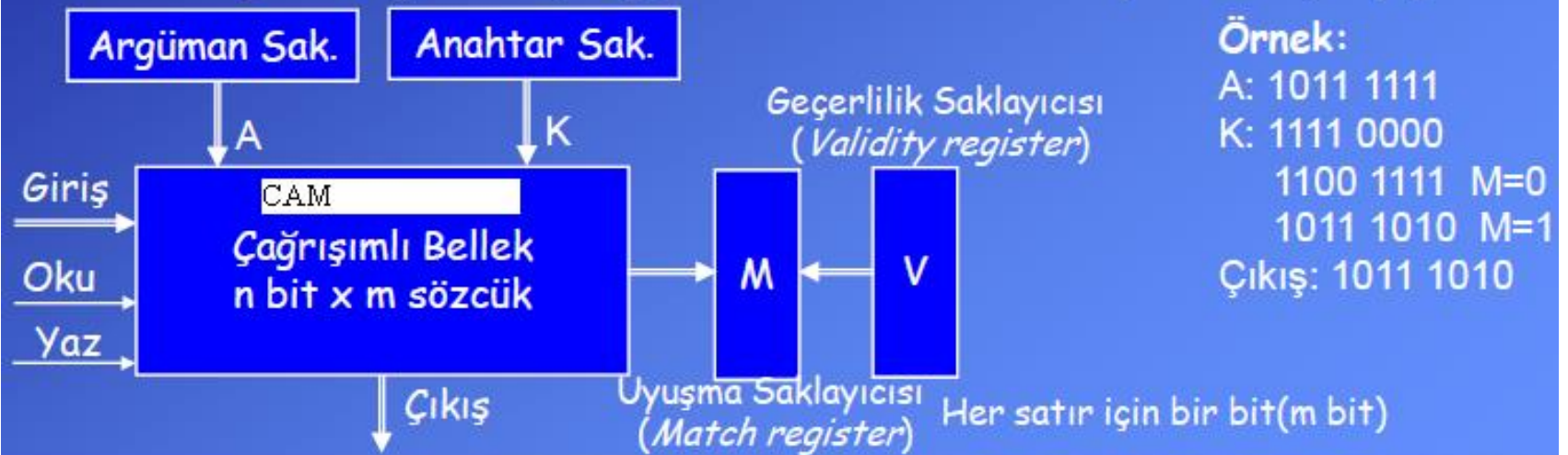
- Bir çok veri işleme uygulamalarında bellekte bulunan bir çizelgeden veri aranır.
- Bellekte bulunan bir değerin aranıp bulunması adres yerine verinin içeriği ile olursa arama süresi kısaltılabilir. Buna içerik adreslemeli bellek CAM denir. Bu belleğe aynı anda paralel olarak erişilebilir.
- Adres veya yer belirtmeye gerek yoktur.
- Bellek kullanılmayan boş bir alanı bularak kelimeyi buraya yerleştirir.
- Eğer kelime okunacaksa kelimenin içeriği veya onun bir kısmı belirtilir.
- Bellek bu verilene uygun ve onunla çakışan bütün kelimeleri belirler ve bunları okumak için işaret koyar.
- Tasarımından dolayı bu bellek paralel aramalar için uygundur.
- Bu bellek RAM belleklerden çok daha pahalıdır. Çünkü her hücre saklama yeteneği dışında içeriği karşılaştıracak devreler içerir.

Donanım Tasarımı

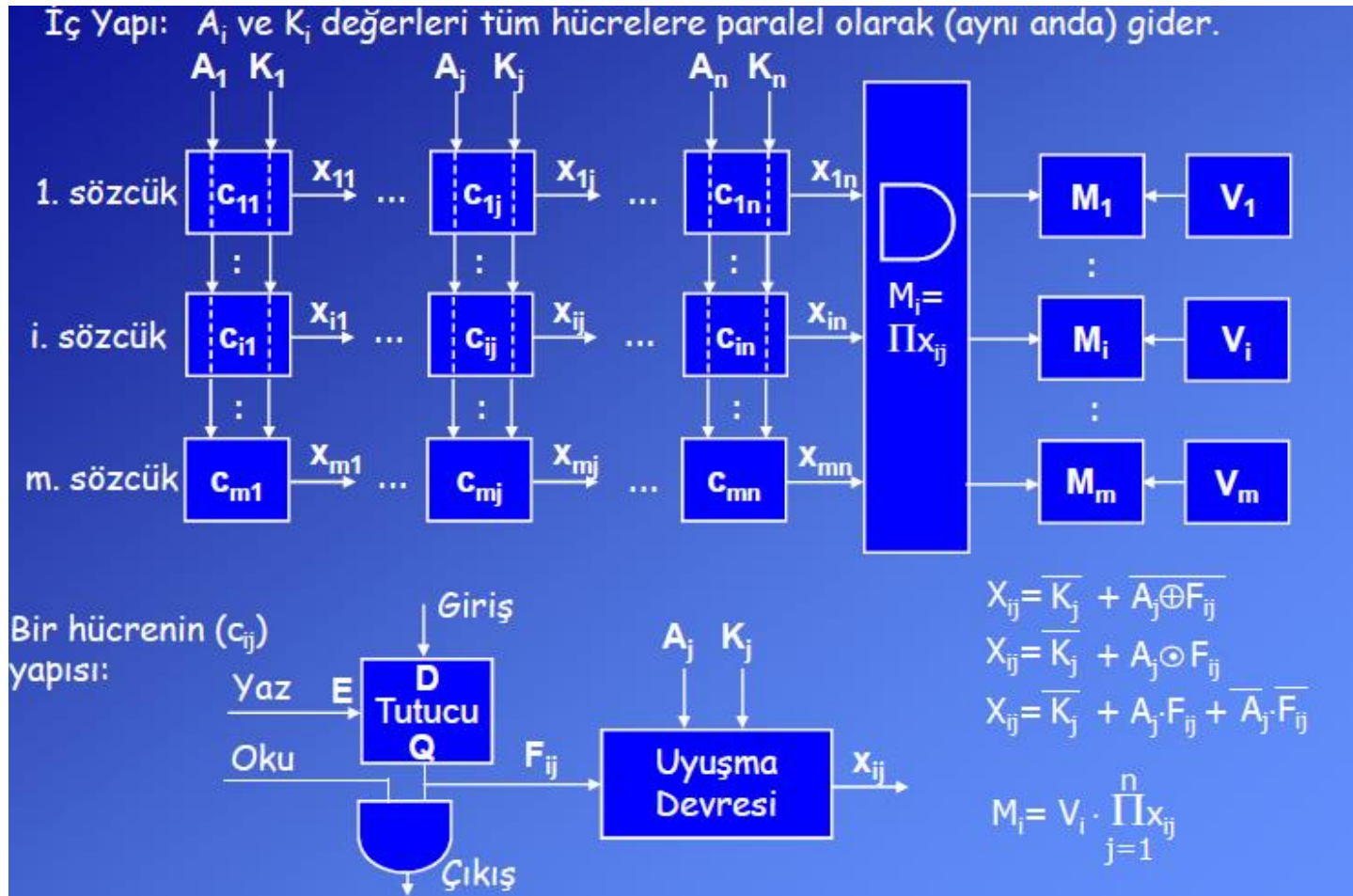
- İçinde bir bellek dizisi ve mantık devreleri vardır.
- Bellek kelime başına n bit olarak m kelimeden oluşur.
- Değişken yazacı A ve anahtar yazacı K n bit içerir.
- Çakıştırma yazacında m bit vardır.
- Herbir bellek kelimesi değişken yazacının içeriği ile paralel olarak karşılaştırılabilir.
- Değişken yazacının bitleriyle çakışan kelimeler çakıştırma yazacında karşılık gelen biti 1 yapar.
- Çakıştırma işleminden sonra çakıştırma yazacı içinde 1 yapılan bitler karşılık gelen kelimelerin çakıştığını belirtir.
- Okuma işlemi çakıştırma yazacında karşılık gelen bitleri 1 olan kelimelerde sıralı olarak yapılır.
- Anahtar yazacı değişken kelimesindeki belli bir alanı seçmek için bir maskeleme oluşturur. Anahtar yazacı 1'lerden oluşuyorsa değişken yazacının tamamı her bir bellek kelimesi ile karşılaştırılır.
- Maskeleme bellekte aranacak yazacı bir maskeleme oluşturur. Bu maskeleme bellekte aranacak bilgi parçasını gösterir.

CAM bellek yapısı

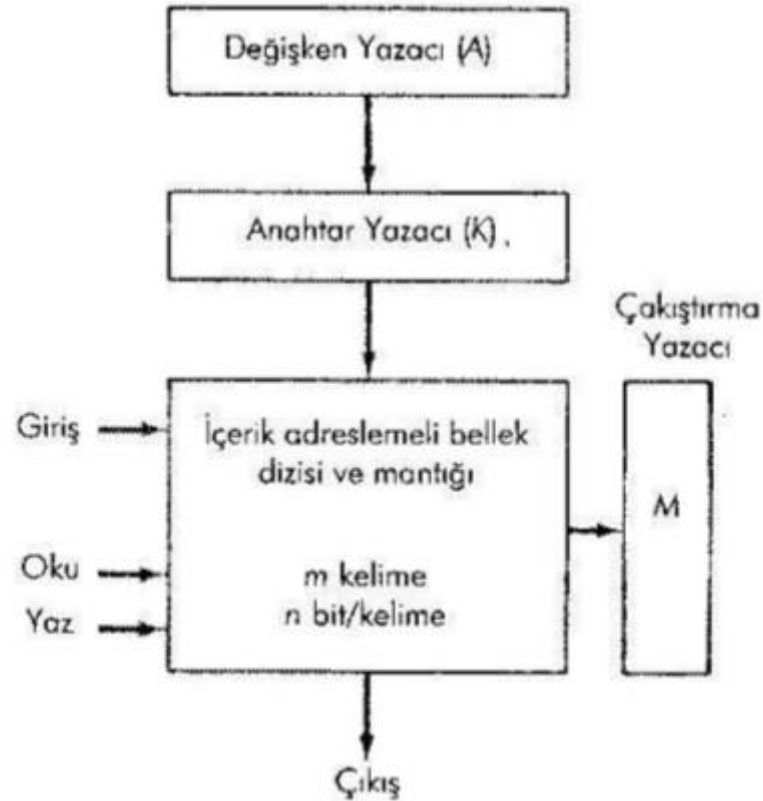
- Hızlı arama yapabilmek için kullanılır.
- Bellek ve paralel arama için kullanılan sayısal devrelerden oluşur.
- Girişine verinin kendisi (Argüman - A) ve bu verinin ne kadarlık kısmının aramada kullanılacağı (Anahtar Key-K) verilir.
- Eğer aranan veri bellekte varsa uyuma saklayıcısının ilgili biti "1" olur, bellekteki veri çıkıştan alınabilir.
- İlk elektrik verildiğinde bellekte rasgele değerler olacağından geçerlilik (*valid*) bitlerine de gerek duyulur. Başlangıçta V=0'dır. i. satıra veri yazılınca $V_i=1$ yapılır.



CAM BELLEK yapısı



CAM BELLEK ŞEMASI



Şekil 12.6 İçerik adreslemeli bellek şeması.

CACHE (Ön bellek-CEP Bellek) Bellek Organizasyonu

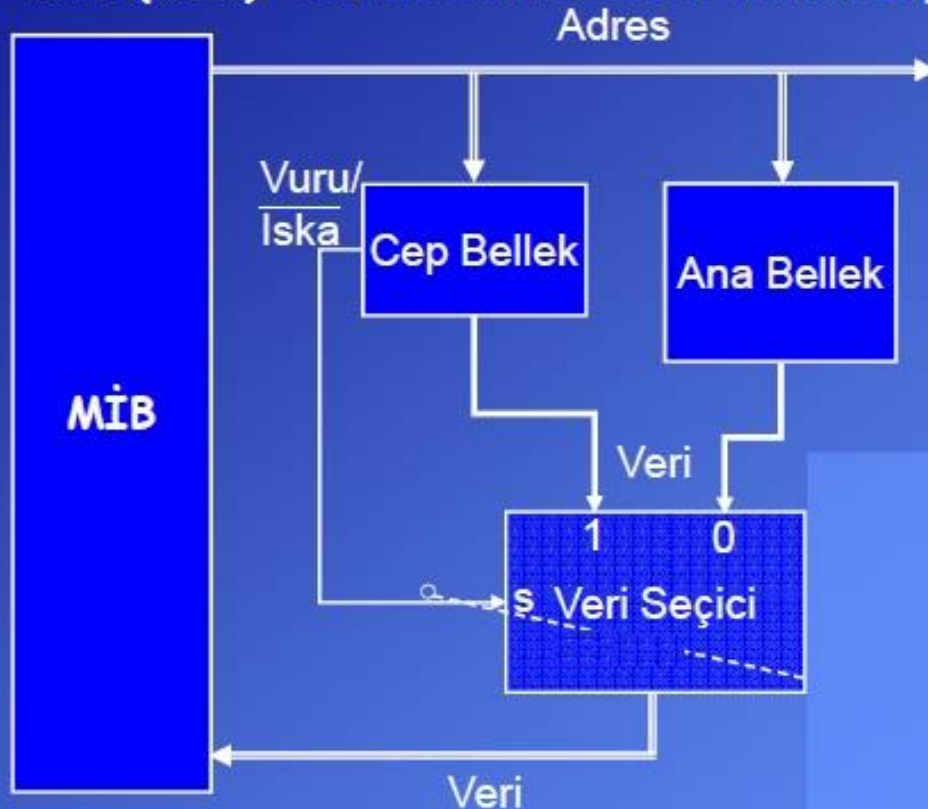
- Programın çalışan kısımları ve verilerin o anda kullanılan kısımları küçük ve hızlı belleğe konursa ortalama bellek erişim süresi kısaltılabilir.
- Böylece programın icra süreside kısaltılabilir.
- Böyle bir belleğe ön bellek denir.
- Bu bellek küçük ve hızlıdır.
- Erişim süresi ana belleğin 5 te biri ile 10 da biri arasındadır.
- MIB ile ana bellek arasında olur. Bellek hiyerarşisinde en hızlı bellektir. Hızı MIB bileşinlerine yakındır.
- Ön bellek tasarımı temel fikri en sık kullanılan buyruk ve verileri bu bellekte tutmaktır.
- Böylece ortalama bellek erişim süresi ön bellek erişim süresine yaklaşır.

Cache (Cep-Önbellek) bellek çalışma prensibi

Sık başvuru adreslerdeki verilerin cep bellekte tutulması amaçlanır.

Vuru (Hit): Başvurulan adresteki verinin cep bellekte bulunması.

Iska (Miss): Başvurulan adresteki verinin cep bellekte bulunmaması.



Örnek:

Cep bellek erişim süresi: 20 ns.

Ana bellek erişim süresi: 100 ns.

Vuru oranı: $H=0.9$. %90 vuru var.

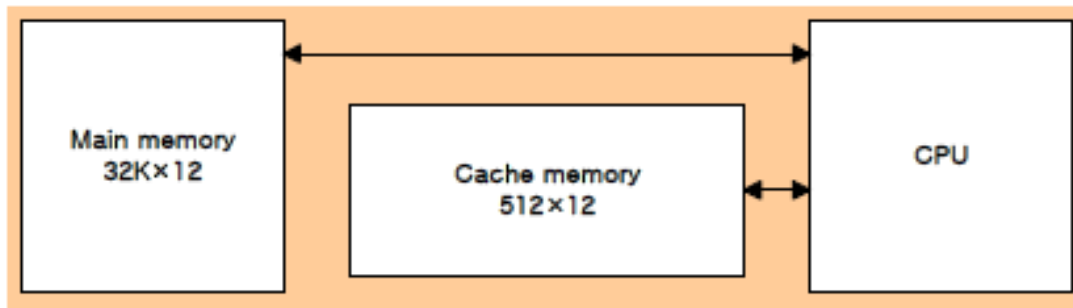
Ortalama bellek erişim süresi:

$$t_a = 0.9 \cdot 20 + 0.1 \cdot 100 = 28 \text{ ns.}$$

- MIB belleğe erişmek istendiğinde ön belleği inceler. İstenen ön bellekte ise buradan okunur.
- Eğer bu adres ön bellekte bulunmazsa o zaman ana belleğe gidilerek okunur. Sonra bu okunan bilgini bulunduğu blok ön belleğe aktarılır. Blok büyüklüğü erişilen kelimeye komşu yaklaşık 16 kelimedenden oluşur. Böylece erişilen yakın verilere yeniden erişmek kolay hale gelir.
- **Ön belleğin verimi, bulma oranı denilen bir sayı ile ölçülür.**
- MIB belleğe erişmek ister ve aradığını ön bellekte bulursa bu bir bulmadır. Eğer aranan kelime ön bellekte değilse ve bellekte bulunursa buna bir bulamama denir.
- **Oran=bulma sayısı / Toplam erişim sayısı**
- **Oran=Önbellek erişim sayısı/(ön bellek erişim sayısı+ana bellek erişim sayısı)**

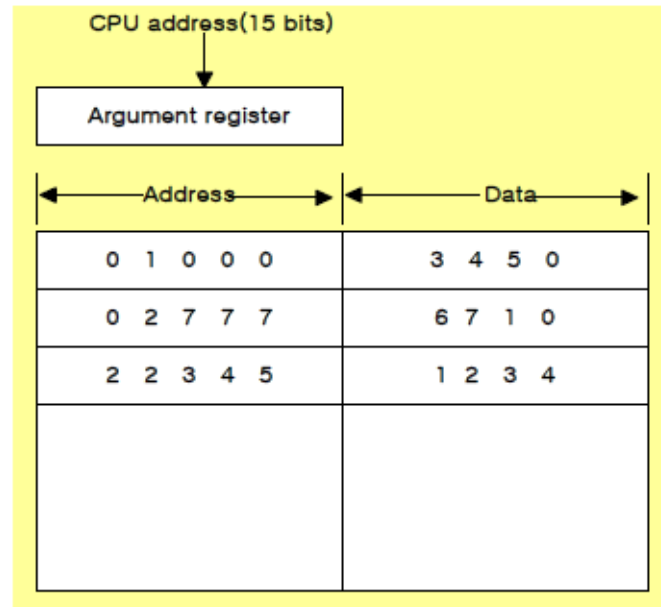
Ana bellekten ön belleğe verilerin aktarılmasına haritalama işlemi denir.

- İçerik adreslemeli haritalama
 - Doğrudan haritalama
 - Kümelenmiş içerik adreslemeli haritalama
-
- Ana bellek 12 bitlik 32 K kelimedenden oluşsun. Ön bellek ise bunların 512 tanesini taşıyor olsun. Ön bellekte bulunan her kelimenin ana bellekte bir kopyası bulunur. MIB her iki belleğede erişebilir.
 - Ön belleğe 15 bit adres yollar. Eğer aranan kelime ön bellekte varsa buradan 12 bit veriyi okur. Aranan kelime ön bellekte bulunmazsa MIB kelimeyi ana bellekten okur ve kelimeyi ön belleğe aktarır.



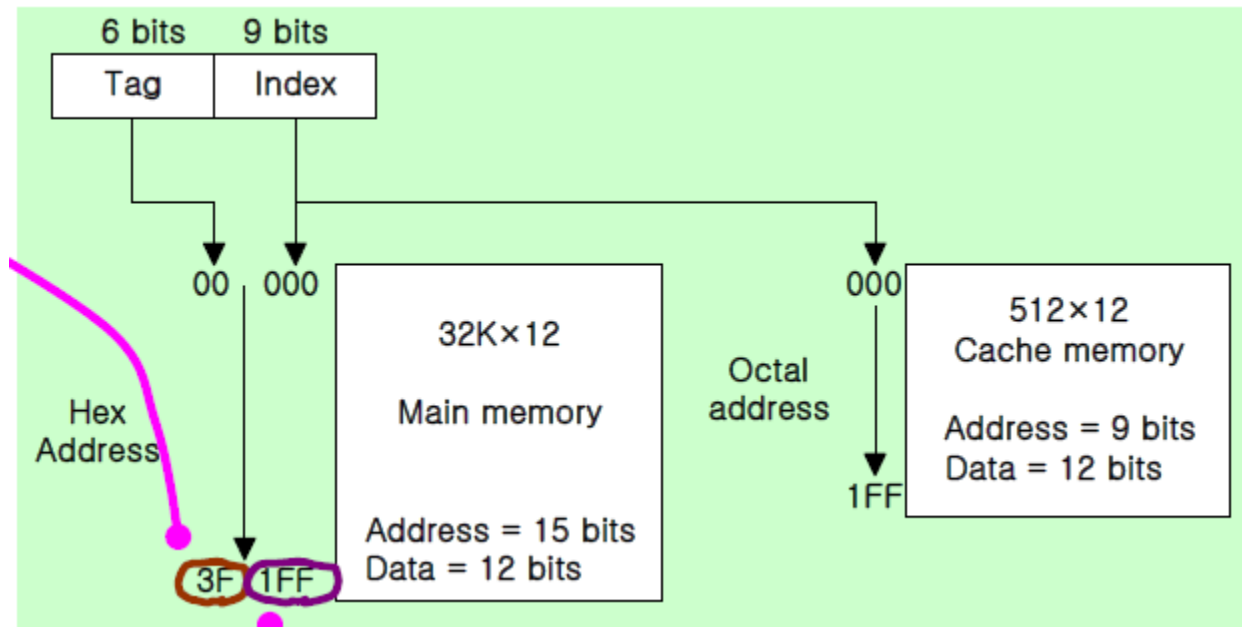
İçerik Adreslemeli Haritalama

- En hızlı ve çok yönlü kullanılabilen ön bellek tasarımı içerik adreslemeli bellek alanıdır. Buradaki **CAM bellek** hem adresi hemde veriyi tutar.
- Böylece belleğin herhangi bir alanındaki veriler veya buyruklar ön belleğin herhangi bir yerine yazılabilir.
- Şekilde bellekte duran 3 adres, beş basamak sekizlik düzende (15 bit) sayılarla ve bunlara karşılık gelen 12 bit lik vriler ise 4 sekizli düzende sayılarla verilmiştir. 15 bit MIB adresi değişken yazacına yazılır ve karşılaştırma yapılır.
- Adres varsa veri okunur sonra bulunduğu adres ve veri ön belleğe aktarılır.



Doğrudan Haritalama

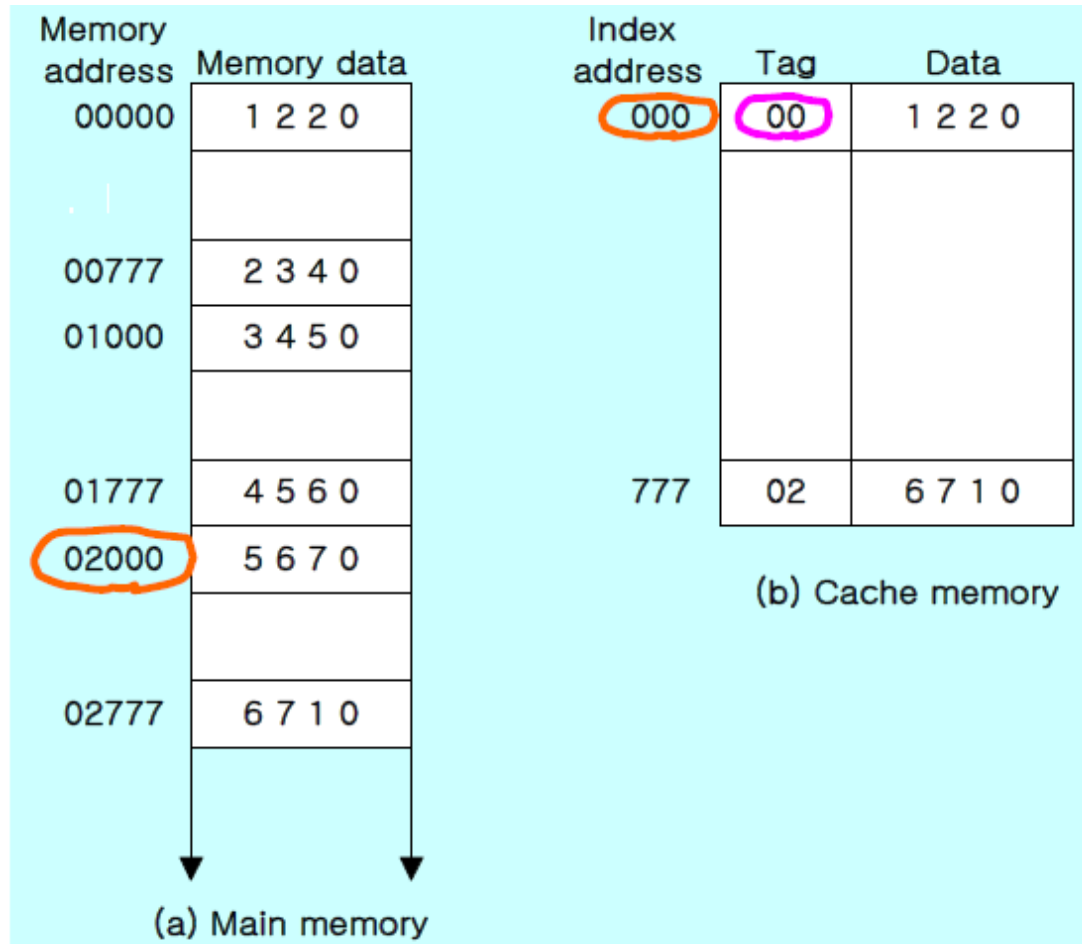
- CAM bellekler RAM'a göre pahalıdır. Çünkü hücrelere bir çok devre eklenmiştir.
- 15 bit CPU adresi 2 alana bölünür. 9 bit indis alanı 6 bit başlık alanıdır. Aslında Önbellek için 9 bit yeterlidir.
- Cache içindeki herbir kelime (12 bitlik) veri ve (6 bitlik) başlık (Tag) bilgisini tutar.



- n bitlik bellek adres alanı k ve $n-k$ olarak ikiye ayrılır. k indis olup ön belleği adresler.
- MIB bir bellek isteminde bulunduğunda ön belleğe erişmek için indis alanı kullanır. MIB adresinin başlık alanı ön bellekten okunan kelimenin başlık alanı ile karşılaştırılır. İki başlık çakışırsa istenen kelime ön bellektedir. Çakışma yoksa istenen kelime ana bellekten okunur. Bu kelime daha sonra başlığıyla beraber ön belleğe yazılır eski kelime atılır.
- Doğrudan haritalamada bit sayısı değişebilir.
- Çünkü iki veya daha fazla kelimenin indis alanları aynı ise ve başlık alanları farklı ise ve bunlara tekrar tekrar erişiliyorsa bu durum ortaya çıkar.

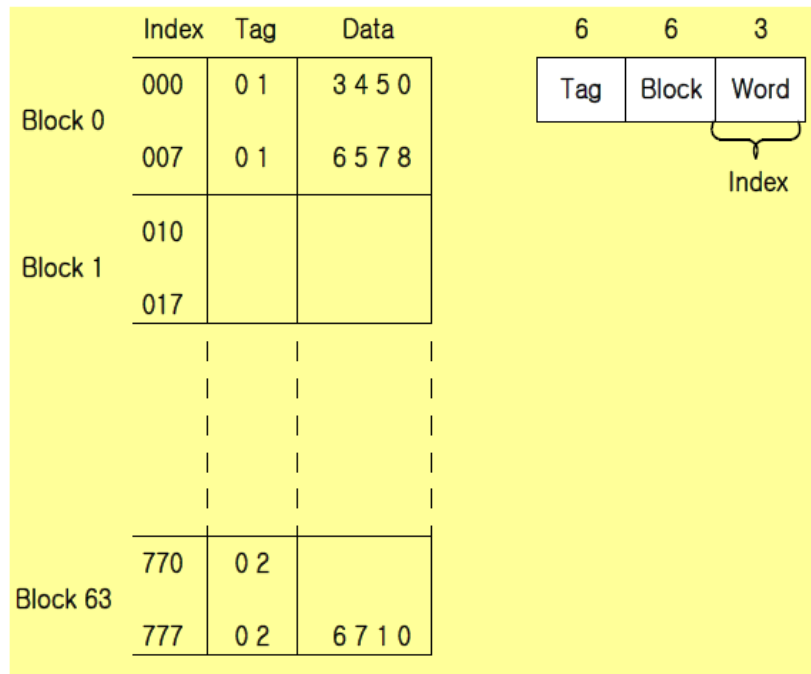
Şekilde görüldüğü gibi ana hafızadaki 00000 adresindeki 1220 verisi Cache bellek içindedir. Ve indisi 000 ve Tag (başlığı) 00'dır.

Örneğin; CPU'nun 02000 adresindeki veriyi istediği varsayalım. Bunun indisi 000'dır. Tag'i 02'dir. Fakat TAG'ler çakışmadığından bu veri önbellekte yer. Veri (5670) Ana bellekten alınıp ön belleğe atılır.



- Bir önceki örnekte 1 kelimelik blok için doğrudan erişim yapılmaktadır.
- Aynı işlem 8 kelimelik bloklar içinde yapılabilir. Bunun için indis alanı 2 parçaya bölünür.
- **Blok alanı**
- **kelime alanı** .

- 512 kelimelik bir ön bellekte her biri 8 kelimelik 64 blok vardır (64x8). Dolayısıyla Blok numarası 6 bitlik bir alanla verilir. Kelime alanı ise blok içinde 3 bit yer kaplar. Ön bellek içindeki başlık(tag) alanı blok içindeki 8 kelime için aynıdır.
- Bir bulamama olduğunda 8 kelimenin tamamı bellekten ön belleğe aktarılır. Buda zaman alır.
- Daha büyük blok büyüklüğü tanımlamakla bulma oranı arttırılabilir.



Kümelenmiş İçerik adreslemeli haritalama

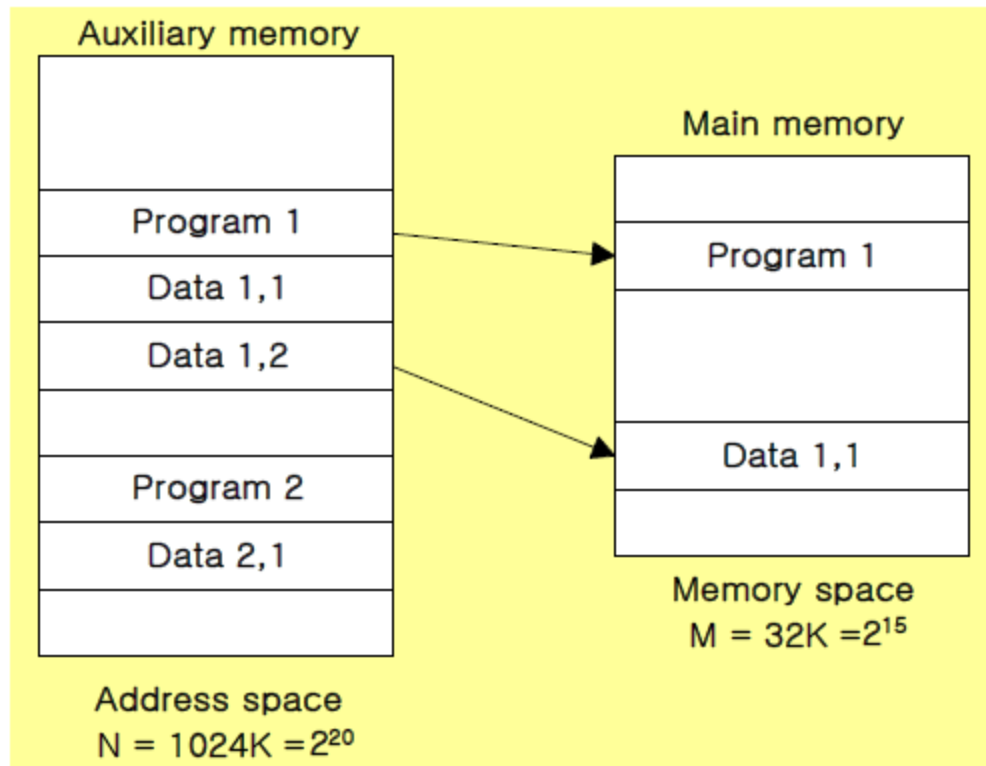
- Doğrudan erişimli ön bellek tasarımında , adreslerinde aynı indisli fakat farklı başlık değeri bulunan iki kelime aynı anda ön bellekte bulunamazlar.
- Bu direkt adreslemenin dezavantajıdır.
- Kümelenmiş içerik adreslemeli haritalama direkt haritalamanın gelişmiş şeklidir.
- Aynı ön bellek kelimesi içinde birden fazla aynı indis adresli bellek kelimesi bulunabilir.
- Her bir veri kelimesi başlığı ile beraber depolanır ve bunlar bir küme oluşturur.
- Küme sayısı birden fazladır.

[illegible]

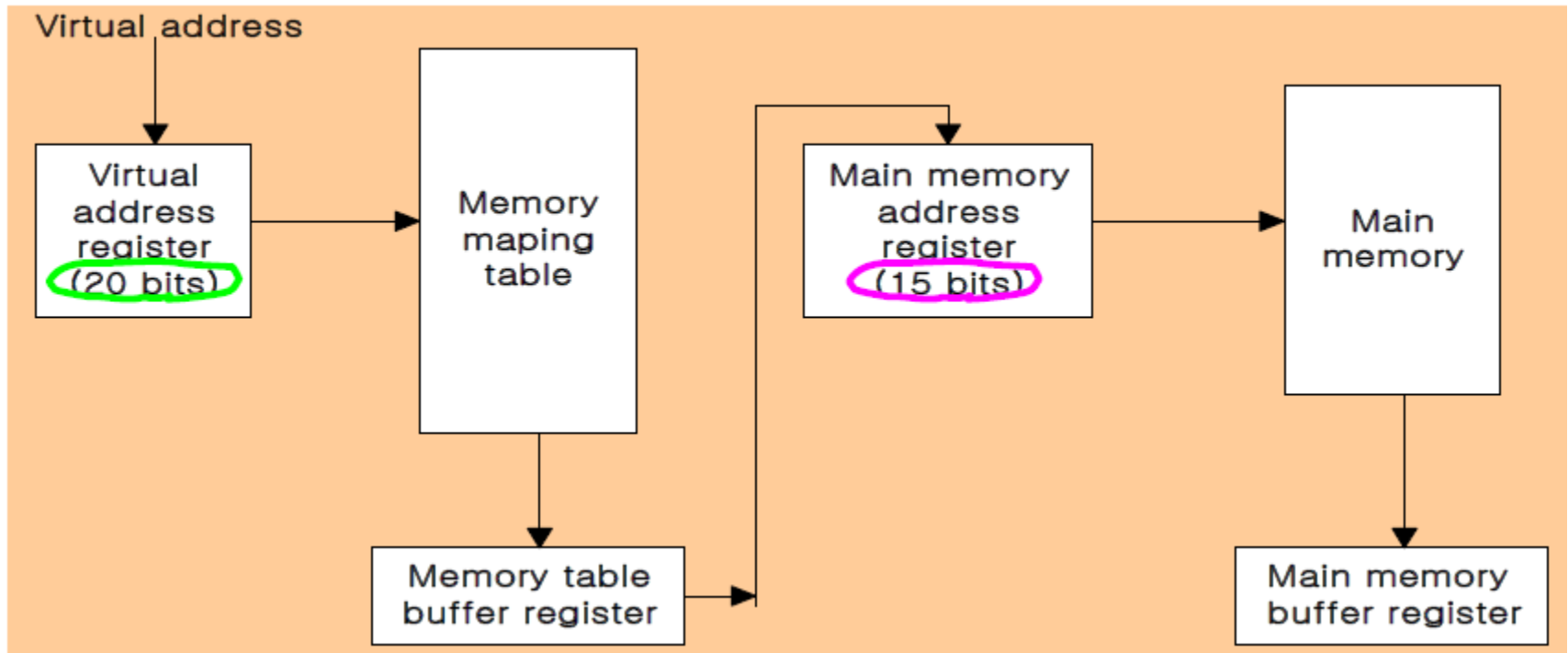
Sanal bellek

- Sanal bellek büyük bilgisayar sistemlerinde kullanılan bir kavramdır.
- Bununla kullanıcılar yardımcı belleğin kapasitesine eşit belleği olan sanal ve bireysel makinede çalışıyormuş gibi olurlar.
- MB tarafından verilen her adres bir haritaya gider ve sanal adres fiziksel adrese dönüştürülür.
- Sanal bellek adres sistemi ile programdaki adresler gerçek ana bellek adreslerine dönüştürülür.
- Bu iş MIB de çalışırken dinamik olarak yapılır.
- Dönüşüm veya haritalama donanım tarafından bir haritalama çizelgesi yardımıyla otomatik olarak yapılır.
- Kullanıcı tarafından kullanılan adrese sanal adres denir.
- Bu adreslerin kümesine adres uzayı denir.
- Ana bellekteki bir adrese fiziksel adres veya yer adı verilir. Bunların kümesine bellek uzayı denir.
- Dolayısı ile adres uzayı programlar tarafından oluşturulan buyrukların ve verilerin adresleridir.
- Bellek uzayı ise gerçek bellek adresleri olup işlemler için doğrudan verilmelidir.

- Bir bilgisayar düşünün belleği 32K olsun. Bu bilgisayarın 1024 K kelimelik bir yardımcı belleği olduğunu varsayalım.
- $2^{20} = 1024$ olduğundan yardımcı belleğin kapasitesi 32 ana bellek eder. Adres uzayı N ve bellek uzayı M ile gösterilirse $N=1024$ ve $M=32$ K dır.
- Çok programlı bir bilgisayar sisteminde programlar ve veri yardımcı bellek ile ana bellek arasındadır.
- Farzedelim ki program 1 MIB tarafından icra edilmekte olsun.
- Program ve onun datasının bir kısmı yardımcı bellekten ana belleğe aktarılır.
- Program ve veri bölümleri bellekte birbirine komşu ve birbirini takip eden adreste bulunmazlar.
- Çünkü bilgiler gidip gelmektedir. Boş yerler ise dağınık yerlerdedir.
- Örnekte yardımcı bellekten tek tek veri veya buyruk okumak zaman alır. Dolayısıyla bunların ana bellekten okunması daha avantajlıdır.

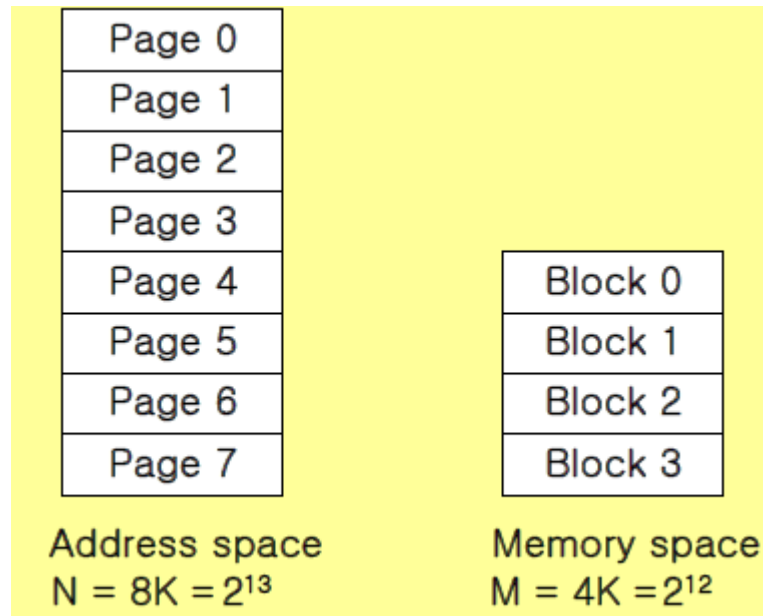


- 20 bit adres 15 bite dönüştürülmelidir. sanal adresin fiziksel adrese dönüşümü şekildeki gibi olacaktır.

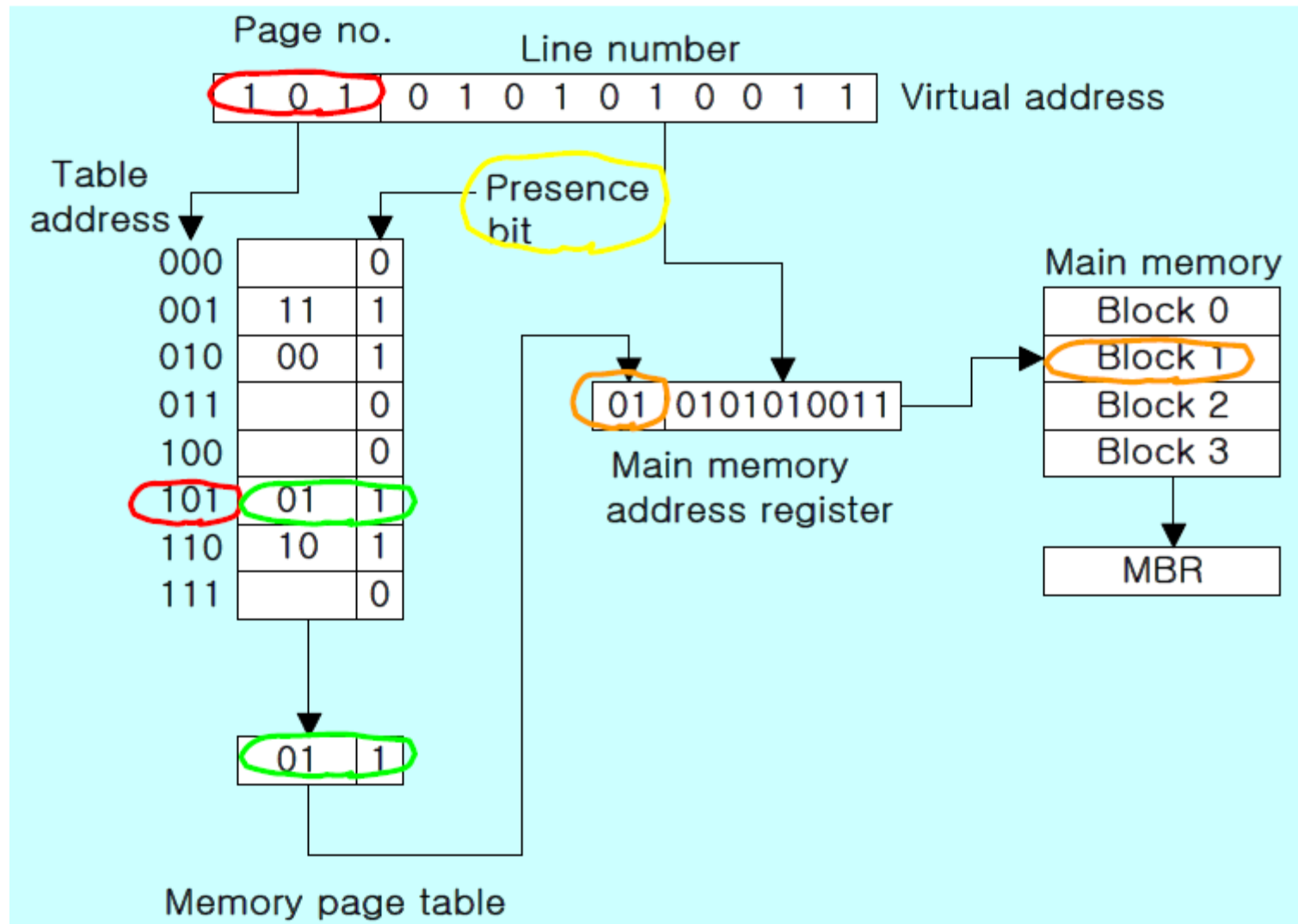


Sayfa kullanarak adres haritalama

- Adres haritalama işlemi adres ve bellek uzaylarının her biri sabit uzunlukta gruplara bölünürse çok basit hale gelebilir.
- Fiziksel bellek blok adı verilen eşit büyüklükte gruplara bölünmüştür.
- Bu büyüklük 64 ile 4096 arasında olabilir. Sayfa deyimini adres uzayında eşit büyüklükteki grupların adıdır.
- Adres uzayı 8 K
- Bellek uzayı 4 K
- Eğer herbiri 1 K gruplara
Bölünürse 8 sayfa 4 blok eder.

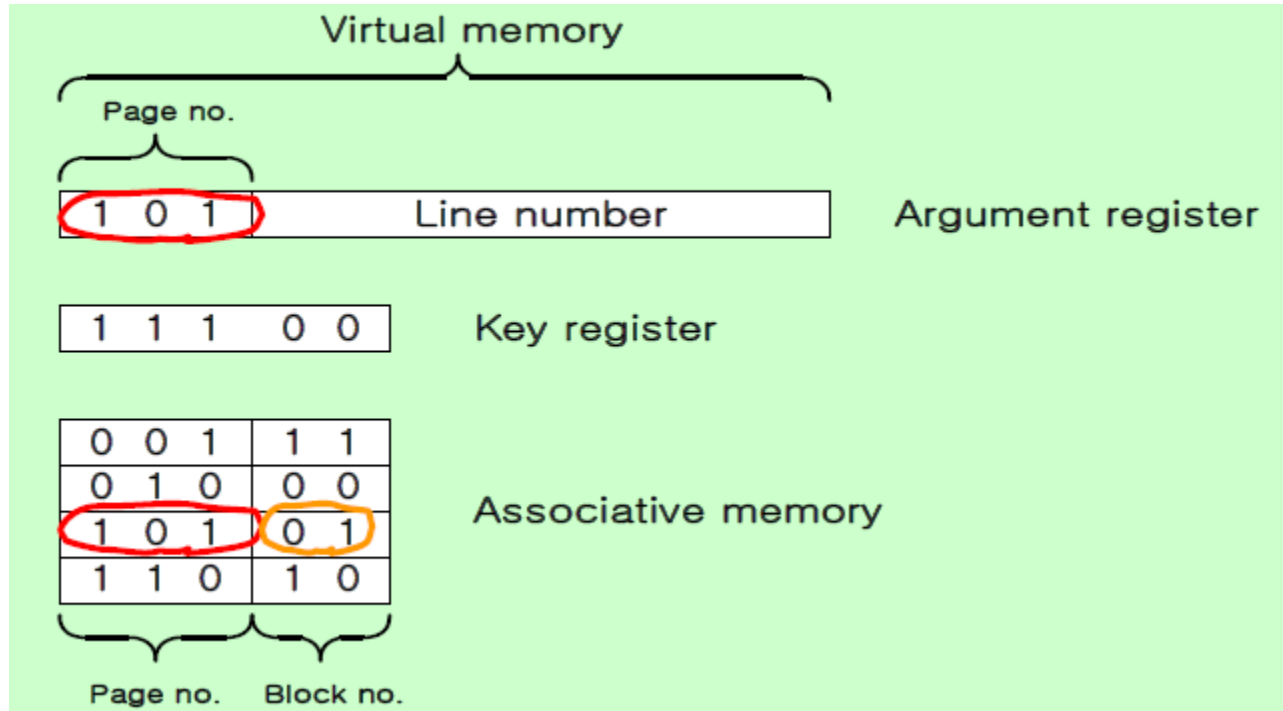


- Bellek sayfa çizelgesinde 8 kelime vardır her sayfa için bir kelime sayfa çizelgesindeki adres sayfa numarasını gösterir.
- Çizelgede 1,2,5 ve 6 numaralı sayfaların ana bellekte 3,0,1,2 numaralı bloklarda olduğunu gösterir.
- Çizelgedeki 1 bit varlık biti olarak tanımlanır. Ve sayfanın yardımcı bellekten ana belleğe aktarılmış olup olmadığını gösterir. 0 aktarılmadığını gösterir.
- MIB bellekten bir kelimeyi 13 bitlik sanal adres ile arar.
- Sanal adresin önemli 3 biti sayfa numarasını ve doğal olarak bellek sayfa çizelgesinde bir adres gösterir.
- Bellek sayfa çizelgesindeki bir kelimenin içeriği sayfanın ana bellekteki blok numarasını verir.
- Bu içerik ana bellek adres yazacındaki önemli bitleri oluşturur. Satır sayısı ise sanal adresten doğrudan doğruya ana bellek adres yazacına aktarılarak ana bellek adresi hazırlanır.
- Ana belleğe gönderilen oku sinyali ile ana bellekteki kelimenin içeriği MBR de CP nin kullanımına hazır olur. Varlık biti 0 ise sanal adresin gösterdiği kelime bellekte değildir.
- İşletim sistemi çağrılarak istenen sayfanın ana belleğe aktarılması ve bu işin hesaplamaadan önce yapılması sağlanır.



İçerik adreslemeli bellek sayfa çizelgesi

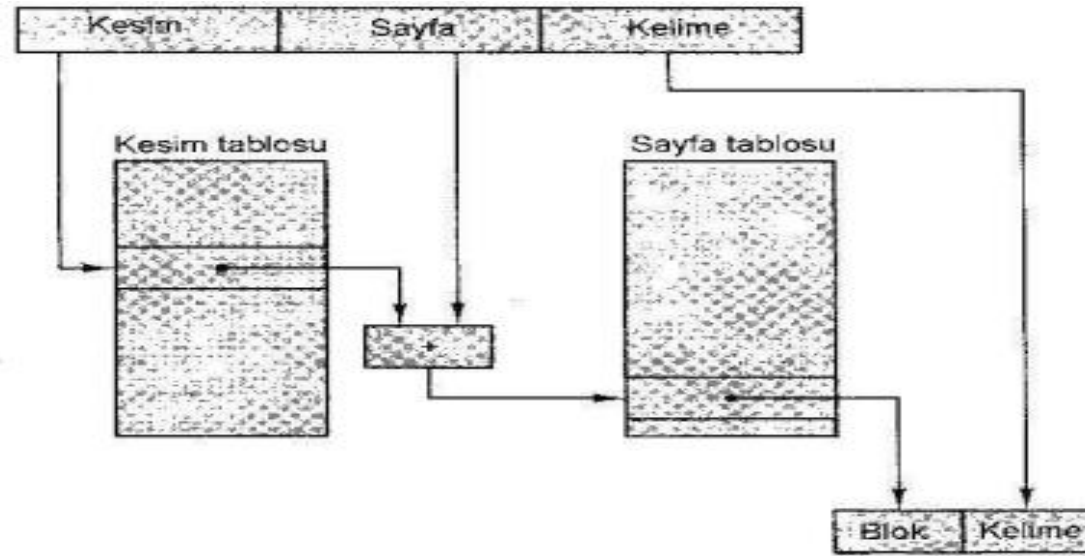
- RAM sayfa çizelgesi kullanışsızdır. Önceki örnekte 8 kelimesine gerek vardı. Her sayfa 1 tane. Bunlardan 4 tanesi daima boş kalır.
- Çünkü bellek 4 blok olmaktadır.
- Genel olarak n sayfa m bloktan oluşan bir sistemde n kelime gerekir.
- Bunlardan sadece m tanesi doludur. Diğerleri boştur.
- 1024 K kelimelik adres uzayı ve 32 kelimelik bellek düşünelim. Her sayfa ve blok 1 kelime ise sayfa sayısı 1024 ve blok sayısı 32 olur. O halde bellek sayfa çizelgesi 1024 kelime olacak ve sadece 32 tanesinde varlık biti 1 olabilecektir. Herhangi bir anda 992 yer boş olacaktır.
- Çizelgeyi oluşturmak için daha etkin bir yol kelime sayısının bellekteki blok sayısına eşit alınmasıdır.
- Böylece çizelge büyüklüğü küçülür ve tamamen kullanılır.
- Bu çizelge CAM bellekte tutulabilir.
- Bu çizelgedeki her kelimedeki sayfa numarası ve buna karşılık gelen blok numarası bulunur. Kelimedeki sayfa alanı ile sanal adresteki sayfa alanı karşılaştırılır.
- Eğer çakışma olursa kelime bellekten okunur. Ve karşılık gelen blok numarası elde edilir.



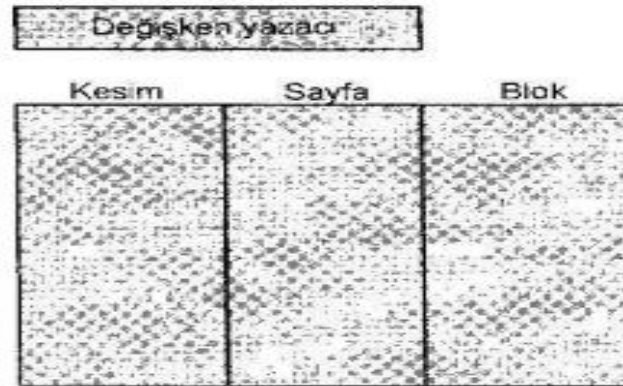
Bellek Yönetim Donanımı

- Çoklu işletim sisteminde bir çok program bellekte bulunur.
- Ayrıca programların ve verilerin sürekli gidip gelmesi gerekir. Bir programın kaplayacağı alan değişebilir. Bu programların idare edilmesi gerekir.
- Bellek yönetim biriminin parçaları şunlardır.
- Mantıksal bellek adreslerini fiziksel adreslere dönüştüren dinamik bir dönüşüm parçası
- Bellekte bulunan programların farklı kullanıcılara kullanılmasını sağlayan bir parça
- Bilginin yetkisiz kullanıcılardan korunması ve kullanıcıların işletim sisteminin değişen fonksiyonlarda korunması

- Mantıksal adres 3 bölümden oluşur.
- Kesim alanı kesim numarasını belirler. Sayfa alanı kesim içindeki sayfayı kelime alanı sayfa içindeki kelimeyi belirtir.
- Mantıksal adresin fiziksel adrese dönüşümü iki çizelge ile yapılır. Mantıksal adresin kesim numarası kesim çizelgesi için olan adresi belirler kesim çizelgesindeki giriş sayfa çizelgesi için göstergedir. Toplam sayfa çizelgesi içinde bir giriş bir gösterge adresidir.
- Sayfa çizelgesinde bulunan değer fiziksel bellekte bir blok numarasıdır. Blok alanı ile kelime alanınının arka arkaya yazılarak birleştirilmesi son fiziksel adresi verir.
- Bu sistem için CAM bellek kullanımı hızı arttırır. Son bellek erişimlerinin adresleri burada tutulur.
- Bu tip belleğe dönüştürülmüş içerik adresli bellek TLB denir.

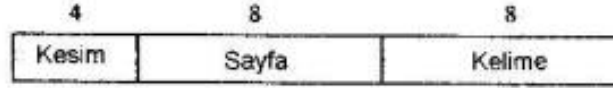


(a) Mantıksaldan fiziksel adrese haritalama

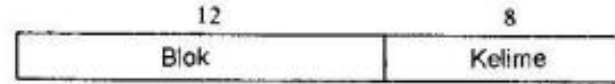
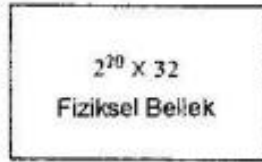


(b) Dönüştürülmüş içerik adreslemeli bellek (TLB)

Şekil 12.21 Kesimlenmiş sayfa bellek yönetim biriminin haritalaması



- (a) Mantıksal adres biçimi: 256 sayfanın her birinde 16 kesim, her bir sayfada 256 kelime



- (b) Fiziksel adres biçimi: 256 sayfanın her birinde 4096 blok, her bir kelime 32 bit

Şekil 12.22 Mantıksal ve fiziksel adrese bir örnek.

Onaltılık Adres	Sayfa Numarası	Kesim	Sayfa	Blok
60000	Sayfa 0	6	00	012
60100	Sayfa 1	6	01	000
60200	Sayfa 2	6	02	019
60300	Sayfa 3	6	03	053
60400	Sayfa 4	6	04	A61
604FF				

- (a) Mantıksal adres ataması

- (b) Bellek blok atamasına karşı kesim-sayfa

Şekil 12.23 Mantıksal ve fiziksel adres atama örneği

Mantıksal adres (onaltılık sistemde)

6	02	7E
---	----	----

Kesim tablosu

0	
6	35
F	A3

Sayfa tablosu

00	
35	012
36	000
37	019
38	053
39	A61
A3	012

Fiziksel bellek

00000	
000FF	Blok 0
01200	
012FF	Blok 12
01900	
0197E	32-bit kelime
019FF	

(a) Kesim ve sayfa tablosu haritalanması

Kesim	Sayfa	Blok
6	02	019
6	04	A61

(b) İçerik adreslemeli bellek (TLB)