

EEM212 - SAYISAL DEVRE TASARIMI DERS NOTLARI

DERS NOTU 11: HAFIZA BİRİMLERİ

Dr. İsmail Öztürk *

<ismail.ozturk@amasya.edu.tr>

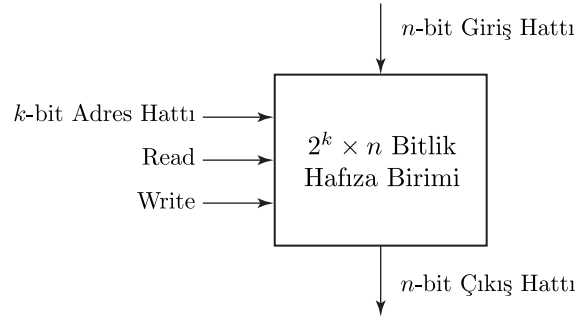
İçindekiler

1 Giriş	1
2 RAM Bellekler	2
2.1 RAM Bellek Türleri	3
2.2 RAM Belleklerin İç Yapısı	3
3 ROM Bellekler	6
3.1 ROM Bellek Türleri	6
4 Flash Bellekler	7

1 Giriş

Hafıza birimleri dijital sistemlerde bit verilerinin saklandığı aygıtlardır. Hafıza üzerinde saklanan bit verileri gerektiğinde dijital devreler tarafından tekrar kullanılabilir veya hafızadan alınarak başka bir dijital sisteme transfer edilebilir. Bit verisinin bu şekilde hafızadan alınarak kullanılmasına “okuma” adı verilir. Tam tersi, bit verilerinin saklanmak üzere hafızaya gönderilmesi işlemine ise “yazma” adı verilir.

* Amasya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi EEM Bölümü
Daha fazla bilgi için: <https://iozturk.com>



Şekil 1: $2^k \times n$ bitlik RAM hafıza biriminin blok diyagramı.

Dijital sistemlerde kullanılan hafıza birimleri RAM (Random Access Memory ¹) ve ROM (Read Only Memory ²) olmak üzere ikiye ayrılır. RAM ve ROM arasındaki en temel fark RAM üzerinde hem yazma hem de okuma yapılabilirken, ROM üzerinde sadece okuma işlemi yapılabilmesidir. ROM bellekler üzerine bit verisi yalnızca bir kez yazılır ve daha sonra dijital sistemler bu veriyi sadece okur. Bir ROM üzerine yeniden veri yazmak için özel donanımlar kullanılması gerekmektedir.

2 RAM Bellekler

Rastgele erişimli bellek her birine bir **adres** verilmiş olan depolama gruplarından oluşur. Her bir depolama grubu n -bitlik veri saklama kapasitesine sahiptir. Her bir grupta saklanan n -bitlik veriye **kelime** adı verilir. RAM belleklerde rastgele seçilmiş olan adreslerdeki verilere ulaşmak her zaman için aynı süreyi aldığından bunlara “rastgele erişimli” adı verilir.

RAM adreslerindeki kelime verileri ikili kodlanmış alfanumerik karakter, sayı, işlemci komutu gibi herhangi türde veri olabilir. Bu verilerin okunması ya da hafızaya yazılması için Şekil 1’deki gibi giriş / çıkış hatları ve kontrol girişlerine ihtiyaç vardır. Şekildeki n -bitlik giriş yazma için; n -bitlik çıkış ise okuma yapmak için kullanılır. Buradan hafızanın kelime uzunluğunun n -bit olduğunu anlarız. Adres hattı k bit olduğu için bu kontrol hattı 2^k farklı bölgeyi adresleyebilir ve bu yüzden de hafıza biriminin 2^k adres satırı vardır. 2^k adet n -bitlik veri ise toplamda $2^k \times n$ bitlik bir **hafıza kapasitesine** sahip olacaktır. “Read” girişi 1 olduğunda adres hattı girişinin adresine sahip satır çıkış hattına aktarılırken; “Write” girişi 1 olduğunda giriş hattındaki veri adres hattının karşılık geldiği satır üzerine yazılır.

Her 8-bitlik ikili gruba bayt adı verilir ve dijital sistemlerde kullanılan hafızaların kelime uzunluğu çoğunlukla 8’in katı olur. En çok kullanılan kelime uzunlukları 16, 32 ve 64 bit olup bunlar sırasıyla 2, 4 ve 8 baytlık verilere karşılık gelmektedir.

¹Rastgele Erişimli Bellek

²Salt Okunur Bellek

Hafızaların kapasitesi ifade edilirken genellikle bayt cinsinden aşağıdaki kısaltmalar kullanılır:

Kısaltma	Açılımı	Üstel Değer	Ondalık Değer
1 KB	1 Kilobayt	2^{10} Bayt	1024 Bayt
1 MB	1 Megabayt	2^{20} Bayt	1024^2 Bayt
1 GB	1 Gigabayt	2^{30} Bayt	1024^3 Bayt
1 TB	1 Terabayt	2^{40} Bayt	1024^4 Bayt

Fakat, bazen uygulamada 1 KB için 10^3 , 1 MB için 10^6 , 1 GB için 10^9 ve 1 TB için 10^{12} bayt da kullanılmaktadır. Özellikle, eğer bilgisayarınıza RAM alacaksanız bu durumla karşılaşabilirsiniz. Örnek olarak 2 GB RAM alıp bilgisayarınıza taktığınızı varsayalım. Üretici firmalar genellikle $2 \text{ GB} = 2 \times 1024^3$ bayt yerine $2 \text{ GB} = 2 \times 10^9$ bayt değerini kullanmaktadır. Bu nedenle, 2 GB RAM değerini bilgisayarınıza taktığımızda hafıza olarak 2 GB yerine 1,86 GB görürsünüz.

Kavram karmaşasına sebep vermemek adına bazen KiB, MiB, GiB, TiB gibi kısaltmalar da kullanılmaktadır. Bu kısaltmalar, yukarıdaki tabloda olduğu gibi ikinin katlarını (2^{10} , 2^{20} , 2^{30} , 2^{40}) ifade eder. Fakat, bu kısaltmaların kullanımını yaygın değildir.

2.1 RAM Bellek Türleri

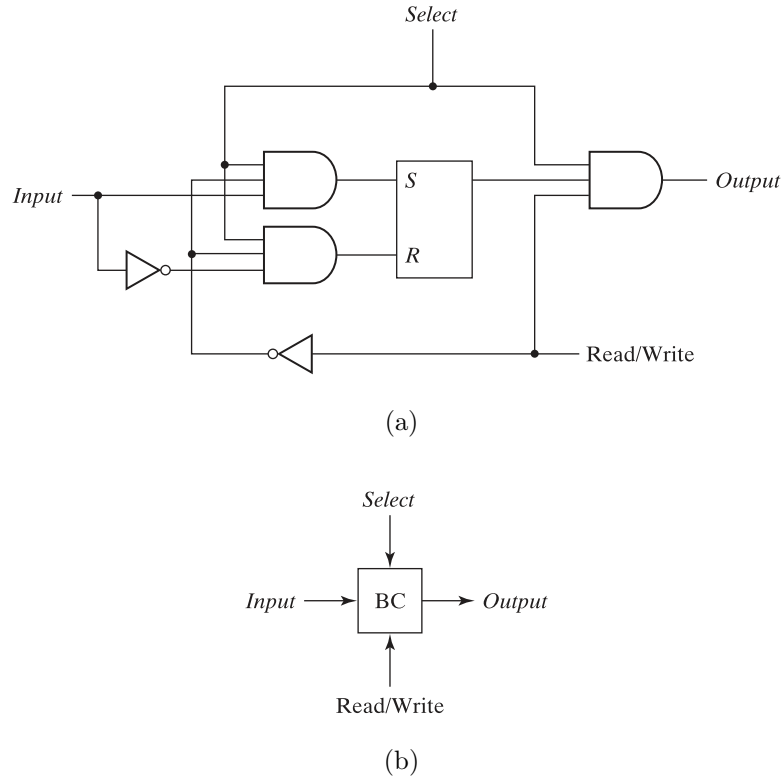
RAM bellekler üretim tipine göre SRAM (Statik RAM) ve DRAM (Dinamik RAM) olmak üzere ikiye ayrılır. Statik RAM bellekte bit verilerini saklamak için latch'lerden faydalanılır. Bu nedenle SRAM üzerinde saklanan veriler latch'lere enerji verildiği müddetçe korunacaktır. Enerji kesilir kesilmez SRAM üzerindeki veriler yok olur. Bu nedenle, SRAM bellekler geçici hafızaya sahiptir.

DRAM belleklerde ise bit verileri kapasitörlerin üzerindeki şarj ile saklanır. Fakat, kapasitörler zamanla deşarj olma eğilimi gösterdiğinden saklanan verilerin kaybolmaması adına tüm kapasitörler periyodik olarak reşarj olmalıdır. Bu periyodik işleme tazeleme adı verilir. Enerji kesildiğinde tüm kapasitörler deşarj olacağı için DRAM de geçici hafızaya sahip bir bellek türüdür.

Tek bir hafıza çipi içerisine gömüldüklerinde DRAM daha fazla hafıza kapasitesi ve daha düşük güç tüketimi sağlar. Fakat, SRAM'in kullanımı daha kolay olup okuma ve yazma hızı daha yüksektir.

2.2 RAM Belleklerin İç Yapısı

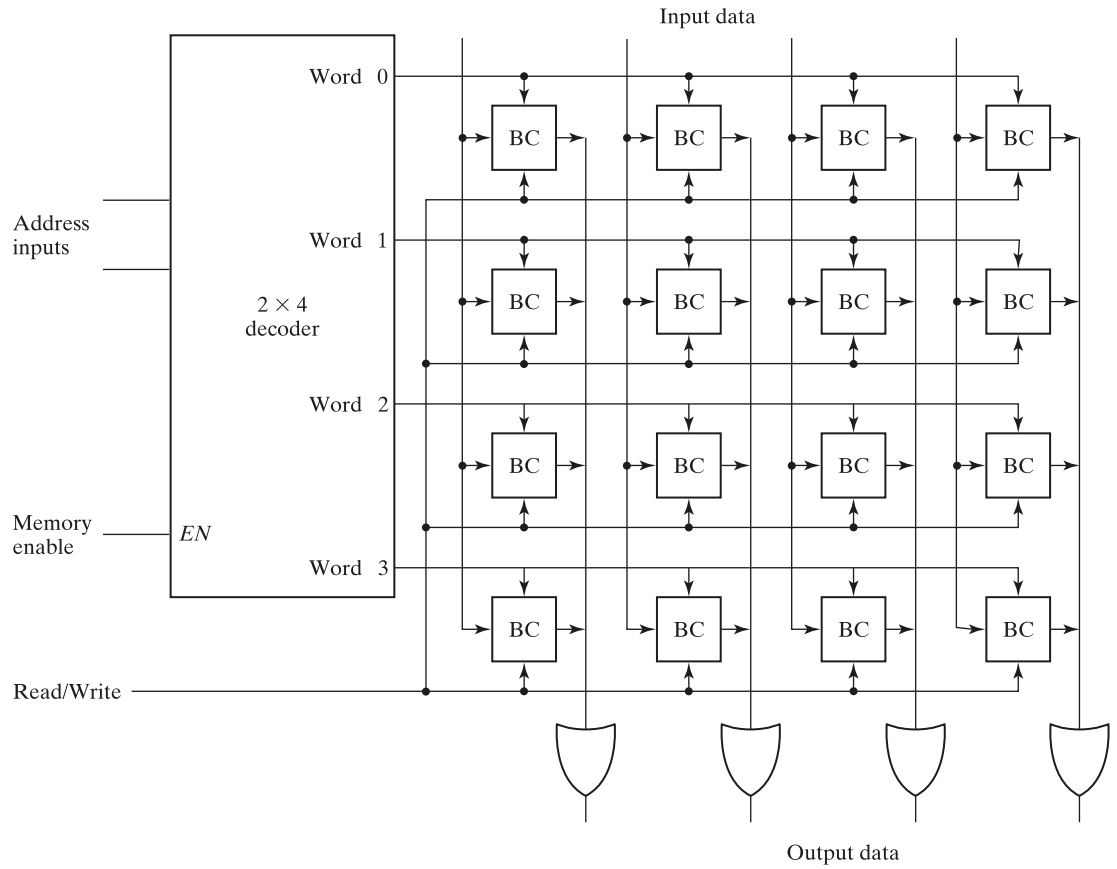
RAM belleklerin iç yapısını incelerken SRAM belleklerden faydalanacağız. SRAM belleğin tek bir bit verisini tutmak için kullanılan hafıza hücrelerinin iç yapısı Şekil 2

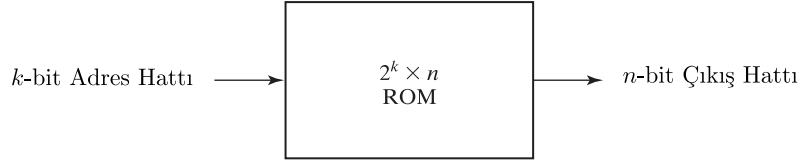


Şekil 2: Hafıza hücresinin: (a) iç yapısı; (b) blok diyagramı.

(a)'da görüldüğü gibidir. Burada SR latch aslında D latch olarak kullanılmaktadır. “Select” girişi enable görevi görmekte olup, 0 olduğu müddetçe hücre latch ile bit verisini saklar, fakat çıkış da 0 olur. Sadece “select” 1 olduğunda yazma / okuma ve çıkış aktifleştirilir. “Select” 1 iken “read/write” girişi 1 olduğunda SR girişleri 0 olacağı için bit verisi saklanır ve çıkışa aktarılır. Yani okuma yapılır. “Read/write” girişi 0 olduğunda ise çıkış deaktif olsa da latch üzerinde tutulan veri girişe göre güncellenir. Başka bir deyişle yazma işlemi yapılır.

İşte RAM bellekler bu hafıza hücrelerinin matris şeklinde dizilmesiyle elde edilir. Şekil 2 (a)'daki hafıza hücrelerini Şekil 2 (b)'deki blok diyagramla gösterdiğimizde, 4×4 RAM belleği Şekil 3'deki gibi elde ederiz. Görülebileceği üzere 2-bitlik adres girişleri 2×4 kod çözücünün girişleri olarak kullanılır. Buna göre, her bir adres şekilde görülen hafıza hücresi satırlarından sadece birini aktifleştirecektir. Buradan her bir satırın 4-bitlik kelime uzunluğuna sahip olduğunu görebilirsiniz. Bu düzenleme ile “Read/Write” girişi ile 4-bitlik giriş ve çıkışları okuma ve yazma yapmak için rahatlıkla kullanabiliriz. Çıkışların VEYA kapısı ile birbirlerine bağlanmış olduğuna dikkat ediniz. Aynı anda sütonlardaki hücrelerden sadece biri aktif olacağı için VEYA kapısı hafıza hücrelerinin çıkışlarını birbirine bağlamak için son derece uygundur.

Şekil 3: 4×4 RAM.



Şekil 4: $2^k \times n$ bitlik ROM blok diyagramı.

3 ROM Bellekler

ROM bellekler bit verilerini kalıcı olarak saklayan hafıza birimleridir. Enerjileri ke- silse bile üzerlerindeki veriyi saklamaya devam ederler. Salt okunur oldukları için üzerlerine yazma işlemi yapılamaz. ROM belleğin blok diyagramı Şekil 4'deki gibi- dir. Görülebileceği üzere ROM belleğin giriş hattı yoktur; sadece adres girişi vardır.

3.1 ROM Bellek Türleri

ROM bellekler üretim türlerine göre MROM, PROM, EPROM ve EEPROM olmak üzere dört gruba ayrılır. MROM Mask ROM'un kısaltmasıdır. MROM çip olarak üretilirken içerisinde saklanacak veri üretici tarafından MROM üzerine bir kez yazılır ve bir daha değiştirilemez. Adındaki mask ismi çip üretiminde kullanılan maskeleme işleminden gelir. Programlanabilir ROM belleklerin ortaya çıkmasıyla kullanımları azalmıştır.

PROM bellekler programlanabilir ROM belleklerdir. Yani üretici bu tür bellekleri boş olarak kullanıcıya gönderir ve kullanıcı ROM içerisine kendi verisini kendisi yazar. Yazma işlemi özel donanımla yapıldığı için programlama olarak adlandırılır. PROM hafıza hücrelerinde bulunan MOSFET bağlantılarına belli düzeyde akım verilerek bazı bağlantı hatlarının kopmasıyla hücrede saklanan verinin 0 veya 1 yapılması prensibine göre programlanır. Hat bağlantıları bir kez koparıldığında tekrar onarıla- madığı için bu tür ROM bellekler sadece bir kez programlanabilir.

EPROM bellekler içerisindeki veri tamamen silinmek şartıyla yeniden programlana- bilir ROM belleklerdir. Yani PROM belleklerin aksine tekrar tekrar programlanabi- lirler. EPROM kısaltmasının başındaki E harfi "erasable" yani silinebilir anlamına gelmektedir. EPROM belleklerin silinmesi işlemi genellikle çipin üzerine UV ışınları- nın gönderilmesiyle olur. EPROM silinme ve yeniden programlama işlemleri yalnızca sınırlı sayıda tekrarlanabilir.

EEPROM (ya da E²PROM) bellekler elektriksel olarak silinebilen EPROM bellek- lerdir. Baştaki E harfi elektriksel anlamına gelmektedir. Silinme işleminin elektriksel olarak yapılabilmesi bu bellekleri UV EPROM'lara göre çok daha pratik hale getir- mektedir. Ayrıca silinme / programlama yapılabilme sayıları EPROM'lara göre çok daha fazladır. Flash belleklerin yaygınlaşmasından önce bilgisayarların anakartla- rında BIOS yazılımının saklanması için çoğunlukla EEPROM'lar kullanılmaktaydı.

4 Flash Bellekler

Flash bellekler EEPROM bellekler temel alınarak tasarlanmışlardır. Fakat EEPROM belleklerde olmayan pek çok özelliğe sahiptirler. Öncelikle yeniden programlanmaları için üzerlerindeki tüm verinin silinmesi gerekmez. Saklayabilecekleri veri miktarı çok daha fazladır. Üzerlerinde çok fazla sayıda silme / programlama işlemi yapılabilir.

Flash bellekler maliyetlerinin ucuzlaması nedeniyle günümüzde pek çok yerde kullanılırlar. Hemen hemen her gün kullandığımız USB bellekler flash belleklerdir. Ayrıca, bilgisayarda enerji kesilse de verilerin saklanmasını sağlayan manyetik disk tabanlı sabit diskler yerine kullanılmaya başlanan SSD harddisklerde de flash bellekler kullanılmaktadır.

Örnek 4.1:

a) 10-bitlik adres girişine ve 32-bitlik kelime uzunluğuna sahip bir RAM belleğin saklayabileceği maksimum veri miktarı ne kadardır? **b)** Bu RAM belleğin ilk ve son satırlarının adreslerini hex cinsinden yazınız.

a) 10-bitlik adres uzunluğu ile $2^{10} = 1024$ farklı hafıza satırı adreslenebilir. Her bir hafıza satırı 32-bit veri sakladığına göre RAM belleğin saklayabileceği maksimum veri miktarı 32×2^{10} bit olacaktır. Bunu sekize bölersek saklanabilecek bayt miktarını 4×2^{10} bayt olarak buluruz. 2^{10} bayt 1 KB olduğu için RAM belleğin hafızası 4 KB'tır.

b) Hafıza adresleri daima sıfırdan başlar. Bu nedenle ilk adres 0×000 olmalıdır. Son adres ise $(111111111)_2 = 2^{10} - 1 = 1023$ değeridir. Bunu hex tabanında $0 \times 3FF$ ile gösteririz. (Hex gösterimi 12 bit olup başa sıfır eklenmiştir).