

# RAM, ROM, PROM YARIİLETKEN BELLEKLER (ÇEŞİTLERİ, YAPILARI, ÖZELLİKLERİ, ÇALIŞMA OKUMA/YAZMA MEKANİZMALARI, BİR ÜRETİCİNİN DATASHEETİ ÜZERİNDEN BİR ÖRNEK İNCELEME)

2212721021 – EREN ALİ KOCA

## 1. RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)

RAM (Rastgele Erişimli Bellek), bilgisayar sistemlerinde geçici veri depolamak için kullanılan, okuma ve yazma işlemlerinin hızlı bir şekilde yapılabildiği bir yarıiletken bellektir [1]. Bu bölümde RAM'ın çeşitleri, yapısı, özellikleri ve çalışma mekanizması detaylı şekilde incelenecektir.

### 1.1 Ram Çeşitleri

RAM, yapısına ve çalışma prensibine göre iki temel türde sınıflandırılır:

#### 1.1.1. DRAM (Dynamic RAM):

- Elektrik yükteki değişime duyarlı kapasitörler kullanır.
- Her biti depolamak için bir transistör ve bir kapasitör kullanılır.
- Kapasitörlerdeki yük zamanla kaçtığı için bilgilerin sürekli yenilenmesi (refresh) gerekir.
- Daha yoğun yapıya sahiptir ve ucuzdur.

#### 1.1.2. SRAM (Static RAM):

- Bilgileri tutmak için flip-flop devreleri kullanılır.
- Refresh işlemi gerekmez.
- Daha hızlıdır ancak daha pahalı ve büyüktür.

### 1.2. RAM'in Yapısal Özellikleri

RAM çipleri, yarıiletken teknolojisiyle üretilir. Çoğu RAM, silikon esaslı MOSFET'ler kullanılarak üretilir. DRAM, entegre devre (IC) içerisinde binlerce transistör ve kapasitör içerir. SRAM ise flip-flop (bistable) devreleri ile oluşan daha karmaşık yapılara sahiptir.

### 1.3. RAM'in Temel Özellikleri

Geçici Bellek: Bilgisayar kapandığında içindeki veriler silinir.

Yüksek Hızlı Okuma/Yazma: Veriye erişim milisaniyeler içinde gerçekleşir.

Rastgele Erişim: Herhangi bir bellek adresine aynı sürede erişim sağlanabilir.

Volatilité: Verinin korunması için enerji gerektirir.

#### 1.4. Okuma/Yazma Mekanizması

DRAM için okuma/yazma işlemi şu şekilde işler:

Yazma: Adres hattına ulaşılır, gerekli bit yüklenir ve kapasitör yüklenir.

Okuma: Adrese ulaşılır, kapasitördeki yük kontrol edilir ve çıkış alınır.

SRAM içinse:

Yazma: Flip-flop devresine yeni bir durum atanır.

Okuma: Flip-flop'tan veri çekilir.

#### 1.5. Bir Üreticinin Datasheet Üzerinden RAM Örneği

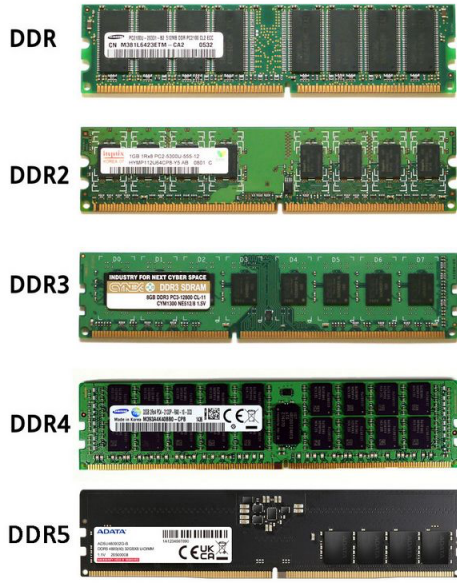
Aşağıdaki Tablo 1’de görüldüğü gibi, Micron firmasına ait [3] 4Gb DDR4 SDRAM yongasının teknik özellikleri verilmiştir:

Tablo 1. Micron 4GB DDR4 SDRAM Özellikleri

Parametre	Değer
Kapasite	4 Gbit
Organizasyon	512M x8
Hız	2133 MT/s
Çalışma Gerilimi	1.2V
Gecikme	CL15
Çalışma Sıcaklığı	0°C – 85°C

#### 1.6. RAM Teknolojilerinin Gelişimi ve Geleceği

RAM teknolojileri Şekil 1 de görüldüğü gibi zaman içinde büyük evrimler geçirmiştir. İlk nesil olan SDRAM (Synchronous Dynamic RAM), işlemci ile senkron çalışabilen yapısıyla klasik DRAM'e göre önemli bir gelişme sağlamıştır. Daha sonra geliştirilen DDR (Double Data Rate) RAM teknolojileri [2], aynı saat döngüsünde iki veri transferi yapabilme kapasitesiyle performansı iki katına çıkarmıştır. DDR teknolojisi DDR2, DDR3, DDR4 ve en son olarak DDR5 olarak ilerlemiştir. Her yeni nesilde bellek bant genişliği artırılmış, enerji verimliliği yükseltilmiş ve daha yüksek frekanslarda çalışma mümkün hale gelmiştir.



Şekil 1. DDR Çeşitleri

## 2. ROM (READ-ONLY MEMORY)

### 2.1. ROM'un Tanımı ve Temel Özellikleri

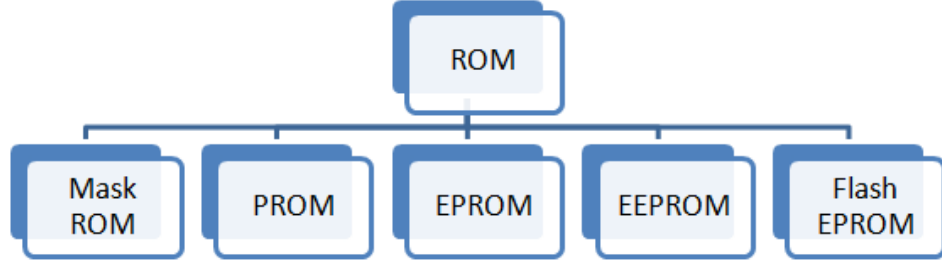
ROM (Read Only Memory – Salt Okunur Bellek), sadece okuma işlemi yapılabilen, içerisindeki verilerin kalıcı olduğu bir bellek türüdür. RAM'den farklı olarak, elektrik kesildiğinde veriler silinmez. Genellikle yazılım programları (firmware), BIOS sistemleri ve gömülü sistemlerde kullanılır. ROM, bilgisayar veya cihazın açılış sürecinde temel işlemleri başlatmak için gereken komutları depolar.

### 2.2. ROM'un Yapısı ve Çalışma Prensibi

ROM çipleri, veri bitlerini temsil eden sabit bağlantılara sahiptir. Bu bağlantılar, üretim sürecinde belirlenir ve sonradan değiştirilemez (mask ROM gibi türlerde). ROM'un iç yapısı, transistörlerin açık ya da kapalı durumlarına göre veri saklayan mantık hücrelerinden oluşur [4]. Belleğe erişim sırasında adres satırları kullanılarak ilgili veri hücresine ulaşılır ve yalnızca okuma yapılabilir.

### 2.3. ROM Çeşitleri

Şekil 2' de görüldüğü üzere ROM (Read Only Memory) çeşitleri 5'e ayrılır.



Şekil 2. Rom Çeşitleri

#### 2.3.1. Mask ROM

Mask ROM, verilerin üretim aşamasında kalıcı olarak yazıldığı ROM türüdür. Hızlı ve güvenilirdir ancak içerik değiştirilemez. Büyük ölçekli üretimlerde maliyet açısından avantajlıdır.

#### 2.3.2. PROM (Programmable ROM)

PROM, kullanıcı tarafından bir kez programlanabilen ROM'dur. İçeriği elektriksel olarak yakma yöntemiyle programlanır ve sonrasında değiştirilemez.

#### 2.3.3. EPROM (Erasable Programmable ROM)

EPROM, ultraviyole ışıkla silinebilen ve yeniden programlanabilen bir ROM türüdür. Silme işlemi özel bir EPROM silici cihazı gerektirir.

#### 2.3.4. EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)

EEPROM, elektriksel sinyallerle silinip yeniden yazılabilen ROM türüdür. Modern mikrodenetleyicilerde ve BIOS güncellemelerinde kullanılır. EPROM'a göre daha esnek ve kullanışlıdır.

#### 2.4. ROM'un Kullanım Alanları

ROM bellekleri, sabit ve sık değişmeyen yazılımların saklanması için idealdir. Tablo 2' deki alanlarda yaygın olarak kullanılır:

Tablo 2. ROM'un Kullanım Alanları

Bilgisayarların BIOS yazılımları	Mikrokontrolörler ve gömülü sistemler	Akıllı kartlar ve dijital kimlik sistemleri	Oyun konsollarındaki sabit oyun verileri	Elektronik cihazların kontrol yazılımları
----------------------------------	---------------------------------------	---	--	---

## 2.5. ROM'un Avantaj ve Dezavantajları

Aşağıdaki Tablo 3' de görüldüğü gibi ROM (Read Only Memory)'un avantaj ve dezavantajları [5] listelenmiştir.

Tablo 3. ROM'un Avantaj ve Dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Kalıcı veri saklama yeteneği	Veri güncellenemez ya da güncellenmesi zordur
Elektrik kesilse bile verilerin korunması	Yazma işlemi için özel donanım gerekebilir
Güvenilirlik ve dayanıklılık	Okuma işlemi genelde RAM'e göre yavaştır

## 2.6. ROM Teknolojilerinin Gelişimi ve Geleceği

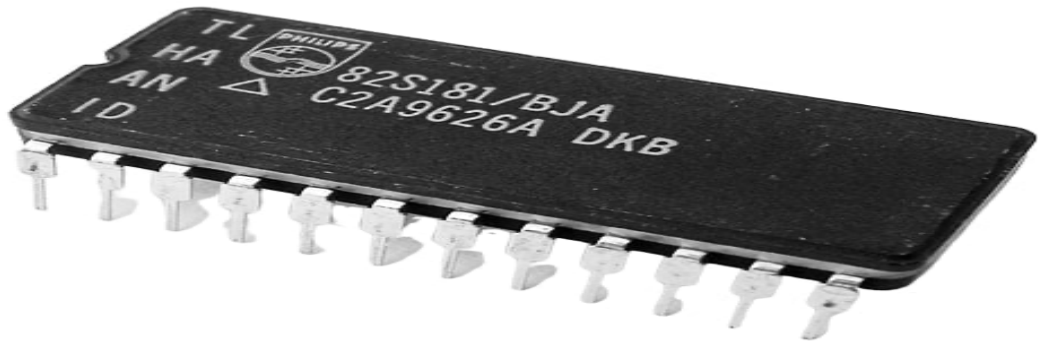
ROM teknolojileri de zaman içinde gelişim göstermiştir. Başlangıçta sadece üretici tarafından programlanabilen Mask ROM'lar yaygınken, kullanıcı programlamasına imkân tanıyan PROM, EPROM ve EEPROM gibi türler geliştirilmiştir. EEPROM'un gelişmiş sürümleri, günümüzde flash belleklerin temelini oluşturmuştur.

Flash bellekler, EEPROM'un blok temelli yazılabilir formudur ve USB bellekler, SSD'ler gibi birçok modern cihazın temel bileşenidir. Bu teknolojiler, hem veri saklama hem de hızlı erişim imkânı sunarak ROM teknolojisinin sınırlarını genişletmiştir.

## 3. PROM (PROGRAMMABLE READ-ONLY MEMORY)

### 3.1. PROM Nedir?

PROM (Programmable Read-Only Memory), Şekil 3'deki gibi olup üretim aşamasında boş olarak gelen ve kullanıcı tarafından yalnızca bir kez programlanabilen salt okunur bir bellek türüdür. Bu bellekler, yazılım ya da verinin sonradan değiştirilmesinin gerekmediği sistemlerde tercih edilir. PROM'a veri yazmak için özel bir PROM programlayıcı cihaza ihtiyaç duyulur. Yazma işlemi sonrasında bellek yalnızca okunabilir hâle gelir [6] ve içerik değiştirilemez.



Şekil 3. PROM (Programmable Read-Only Memory)

### 3.2. PROM'un Yapısı ve Çalışma Mekanizması

PROM'un temel yapısı, mantıksal "1" ve "0"'ları temsil eden sigorta (fuse) temelli bir yapıdır. Her bit konumunda bir sigorta bulunur. Bu sigortalar, programlama sırasında belirli adreslere yüksek gerilim uygulayarak kalıcı şekilde yakılır (açılır) veya yakılmadan bırakılır (kapalı kalır).

- Sigorta sağlam → mantıksal "1"
- Sigorta yanmış (kopmuş) → mantıksal "0"

Yani bilgi, fiziksel bir değişiklik (sigortanın kopması) ile kodlandığı için geri dönüşü olmayan bir biçimde kaydedilir.

### 3.3. PROM'un Özellikleri

Tablo 4. PROM Belleğinin Temel Özellikleri

Bir defaya mahsus programlanabilir yapı
Hızlı veri erişim süresi
Güç kesilse bile veri korunur
Programlama için özel donanım gerekir
Programlandıktan sonra veri değiştirilemez

PROM'lar, veri bütünlüğünün çok kritik olduğu durumlarda kullanılır. Çünkü Tablo 4'deki özelliklerde görüldüğü gibi programlandıktan sonra üzerine veri yazılamaz ve bu durum dış müdahaleye karşı bir güvenlik katmanını oluşturur.

### 3.4. PROM Kullanım Alanları

- Gömülü sistemlerde sabit firmware yükleme
- Güvenlik ve kimlik tanıma sistemlerinde şifre anahtarı saklama
- Eski bilgisayar BIOS yongaları
- Donanım tanımlama ve tanımlı veri tabloları
- Tek üretimlik cihaz konfigürasyonları

### 3.5. PROM'un Avantajları ve Dezavantajları

Aşağıdaki Tablo 5'de görüldüğü üzere PROM'un Avantajları ve Dezavantajları listelenmiştir.

Tablo 5. PROM'un Avantaj ve Dezavantajları

Avantajlar	Dezavantajlar
Veriler silinemez ve değiştirilemez.	Yalnızca bir kez programlanabilir
Elektrik kesilse bile bellekteki veriler korunur.	Veri yazmak için özel programlayıcı cihaza ihtiyaç duyulur.
Dışarıdan müdahaleye dayanıklıdır	Donanım israfı oluşturabilir

### 3.6. PROM Teknolojisinin Gelişimi ve Geleceği

PROM, ilk olarak 1970'lerde piyasaya sürüldü ve özellikle mikrodenetleyici tabanlı sistemlerde firmware yüklemek için kullanıldı. Ancak tek seferlik programlama kısıtı, sistemlerdeki güncelleme ihtiyacına karşılık veremediği için zamanla yerini silinebilir ve yeniden yazılabilir ROM türlerine (EPROM, EEPROM, Flash) bırakmıştır.

Bununla birlikte, değiştirilemezlik (immutability) ve donanımsal güvenlik ihtiyacı nedeniyle PROM hâlâ bazı özel alanlarda (örneğin, anti-klonlama, lisans anahtarı saklama, askeri sistemler) kullanılmaktadır[7]. Gelecekte bu ihtiyaca yönelik tek seferlik yazılabilir güvenli bellek çözümleri PROM'un yerini alabilir ya da bu alanda PROM'un modernleştirilmiş sürümleri geliştirilebilir.

### KAYNAKLAR

- [1] Tanenbaum, A. S., "Structured Computer Organization", Pearson, 2013
- [2] Patterson, D. A., Hennessy, J. L., "Computer Organization and Design", Morgan Kaufmann, 2018.
- [3] Micron Technology, "4Gb DDR4 SDRAM Data Sheet"
- [4] Takashima, M., Meada, H., & Kolk Jr, A. I. (1965, December). A High-Speed, Woven Read-Only Memory. In Managing Requirements Knowledge, International Workshop on (pp. 789-789). IEEE Computer Society.
- [5] Taub, D. M. (1963, January). A short review of read-only memories. In Proceedings of the Institution of Electrical Engineers (Vol. 110, No. 1, pp. 157-166). IEE.
- [6] Madla, L. E. (1986). A Dense Programmable Read Only Memory (Doctoral dissertation).
- [7] Hnatek, E. R. (1976). Semiconductor memories: A review. Microprocessors, 1(2), 85-98.