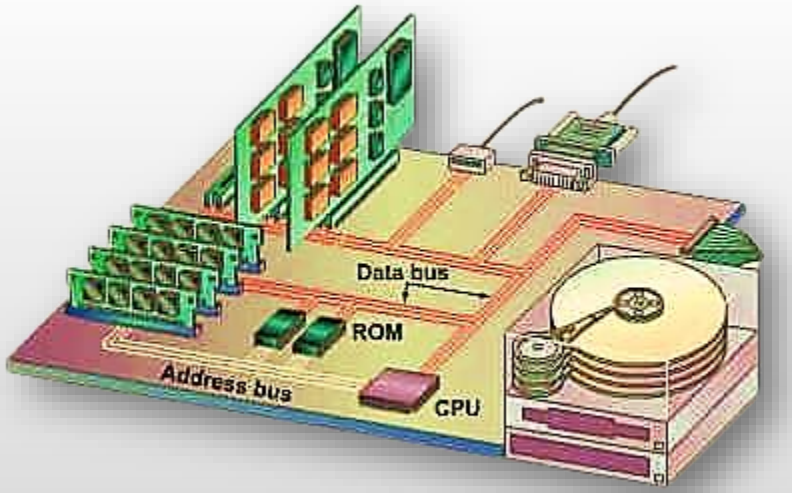
Bölüm 11: Giriş Çıkış

İşletim Sistemleri

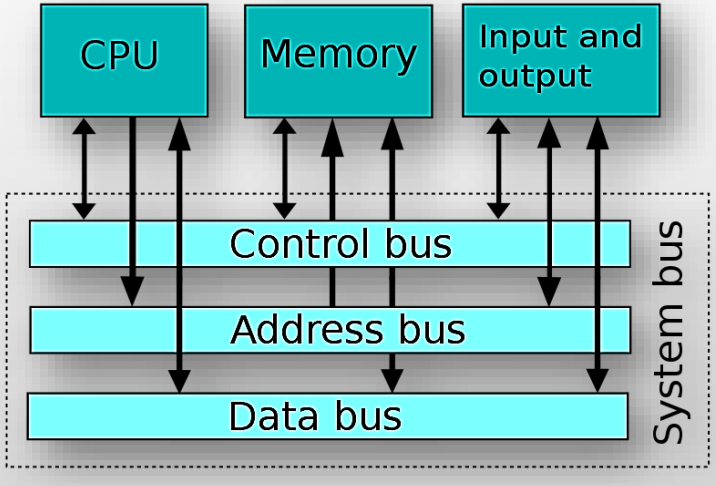
Genel Bakış

- İşletim sistemi, *G/Ç aygıtlarını* kontrol eder.
  - Komut verir.
  - Kesmeleri yönetir.
  - Durumlarını okur.
  - Hataları ele alır.
- Aygıtların kullanımı için *arayüz* sağlar.
  - Aygıttan bağımsız.
  - Katman katman yapılandırılır.



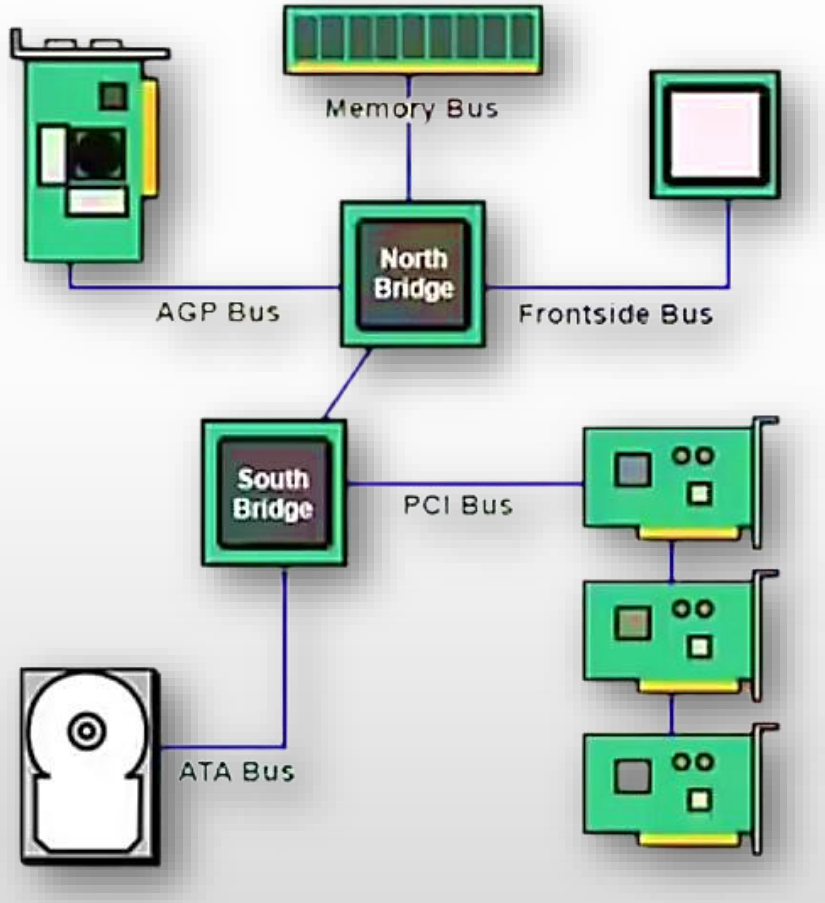
Veri Yolu

- Verilerin iletildiği fiziksel bağlantı.
- Veri yolları
  - **Dahili**: *sistem veri yolları, bellek veri yolları, G/Ç veri yolları* gibi.
  - **Harici**: *Ethernet, USB, FireWire* gibi.
- CPU, bellek ve G/Ç aygıtları arasında veri iletmeye yarar.
- Veri aktarımı hızı önemli.
- Aynı anda birden fazla veri akışını yönetebilme.



Veri Hızı

- Birim zamanda iletilen veri miktarı,
  - Saniye başına bit (*bps*).
  - Saniye başına bayt (*Bps*).
- Veri yolunun *bant genişliği*, *sinyal kalitesi*, *sinyal girişimi* veri hızını etkiler.
- Yüksek veri hızları,
  - Gerçek zamanlı video ve ses iletimi gibi,
  - Zamana duyarlı uygulamalar için kritik.



Örnek Veri Hızları

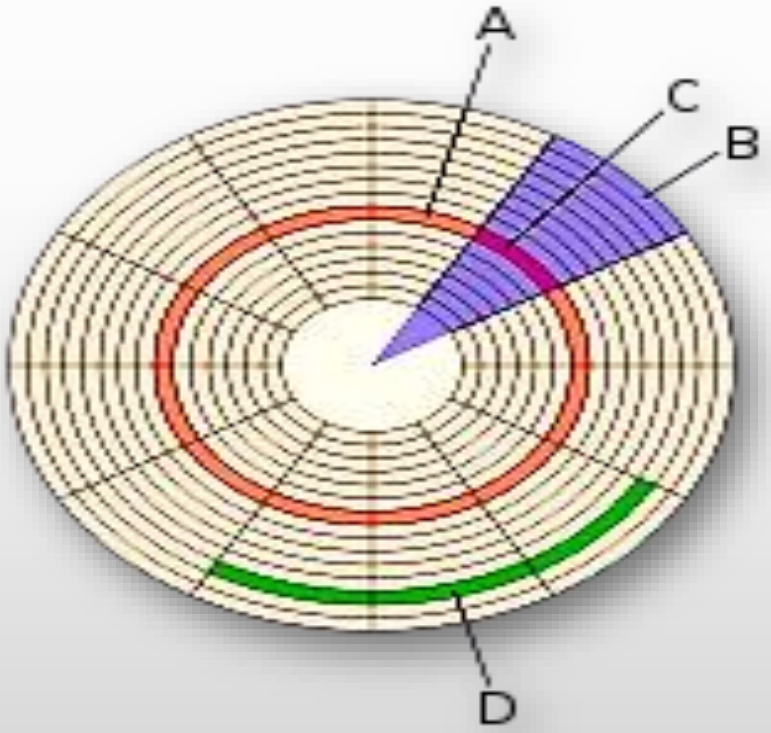
- **Hard disk**: 200 *MB/s* okuma, 150 *MB/s* yazma
- **Solid state**: 1.5 *GB/s* okuma, 800 *MB/s* yazma
- **USB 2.0**: 480 *Mbps*, **USB 3.0**: 5 *Gbps*
- **Ethernet**: 10/100/1000 *Mbps*
- **SATA III**: 6 *Gbps*
- **Keyboard**: 2000 *karakter*, **Mouse**: 1000 *reports*
- **Modem**: 56 *Kbps* / 1 *Mbps*
- **Camcorder**: 50 *Mbps*
- **Firewire**: 50/100 *MB/s*

Genel Bakış

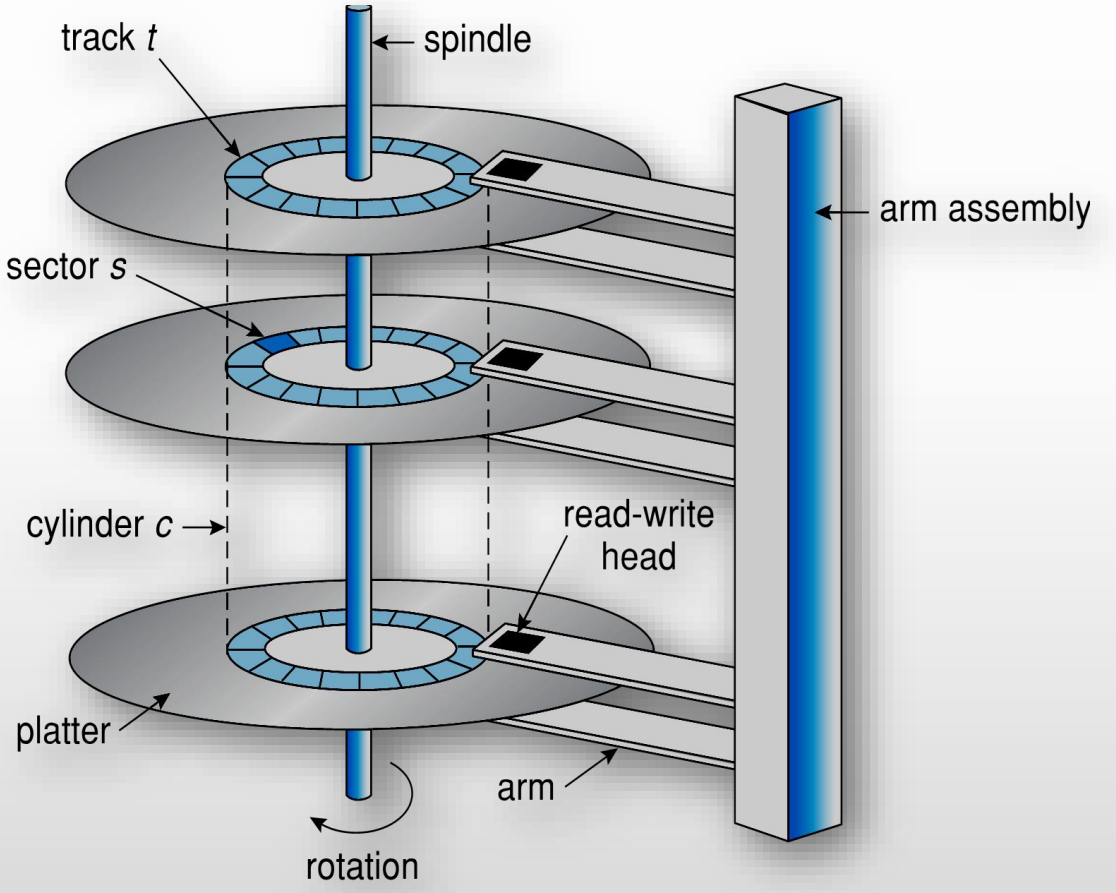
- İki tip G/Ç aygıtı,
  - Blok tabanlı: blok blok okuma yapar.
    - Sabit disk, *CD-ROM*, *USB* bellek.
    - 512 *bayt* - 32 *KB*.
  - Karakter tabanlı: karakter karakter okuma yapar.
    - Yazıcı, klavye, fare, ağ arabirimleri.
- İşletim sistemi, aygıtın marka, model, özelliklerinden bağımsız bir arayüz sağlar.

Disk Geometrisi

- A: iz (*track*), B: sektör, C: geometrik sektör, D: küme (*cluster*)



Disk Mekanizması



Aygıt Denetleyicileri

- G/Ç birimi 2 bileşene sahiptir.
  - Mekanik,
  - Elektronik (*kontrol birimi*).
- Denetleyici,
  - Bağlayıcı (*connector*) ve
  - Yongadan (*çip*) oluşur.
- İz (*track*), 512 *baytlık* sektörlerden oluşur.

Aygıt Denetleyicileri

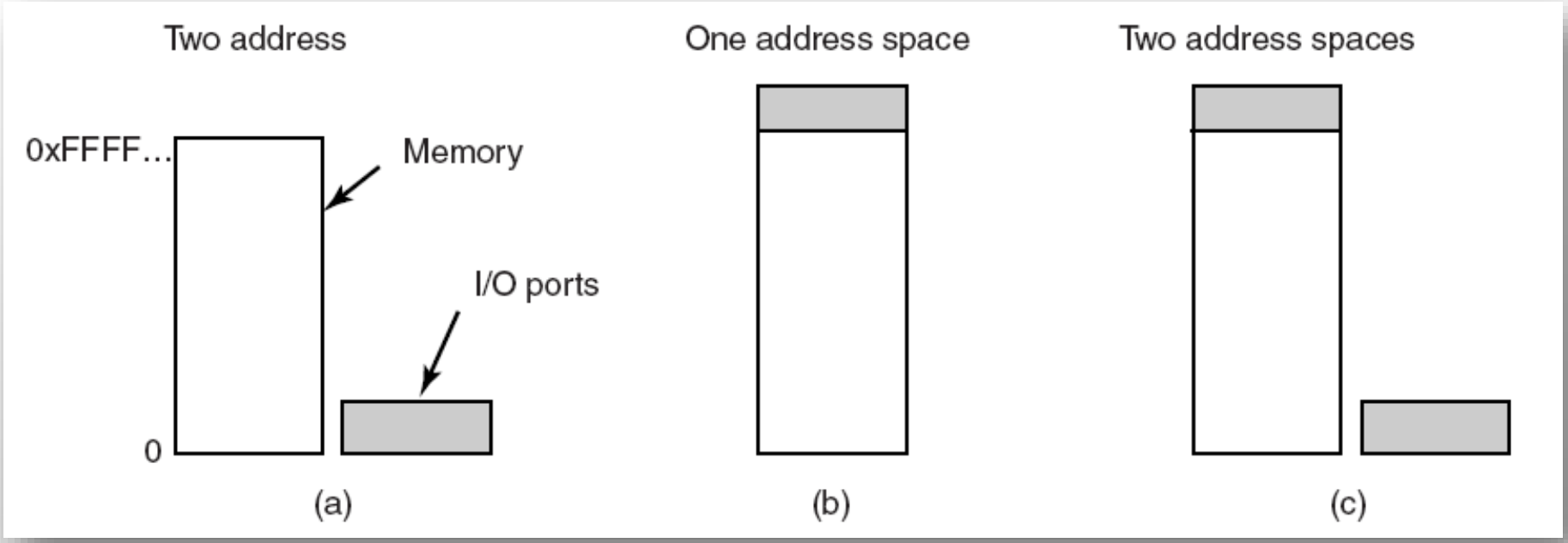
- Seri bit akışı,
  - Eşzamanlama öncülü (*preamble*),
  - 4096 bit/sektör,
  - Hata düzeltme kodu (*error correcting code*) içerir.
- **Öncül**: sektör numarası, silindir numarası, ve sektör boyutu.
- Denetleyici,
  - Bit akışından bir blok oluşturur,
  - Hata düzeltme yapar,
  - Denetleyici içinde bulunan ara belleğe (*buffer*) koyar.

Bellek Eşlemeli G/Ç

- Denetleyici, işletim sisteminin okuyup yazabildiği yazmaçlara sahiptir.
- **write**: Aygıta komut gönderilir.
- **read**: Aygıtın durumu okunur.
- Aygıtlar, işletim sisteminin okuyup yazabildiği arabelleğe sahip.
- Örneğin, ekranda pikselleri görüntülemek için kullanılan video *RAM*.
- CPU, yazmaçlar ve arabellek ile nasıl iletişim kurar?

Bellek Eşlemeli G/Ç

- (a) G/Ç kapıları ve bellek ayrı. (b) Bellek eşlemeli. (c) Hibrit yaklaşım.



Aygıt G/Ç Kapıları (Port)

- .

I/O address range (hexadecimal)	device
000–00F	DMA controller
020–021	interrupt controller
040–043	timer
200–20F	game controller
2F8–2FF	serial port (secondary)
320–32F	hard-disk controller
378–37F	parallel port
3D0–3DF	graphics controller
3F0–3F7	diskette-drive controller
3F8–3FF	serial port (primary)

CPU Yazmaç ve Arabelleği Nasıl Adresler?

- İlk tasarım,
  - Read komutu, kontrol satırına konulur.
  - Adres, adres satırına konulur.
  - G/Ç veya bellek alanındaki veri, sinyal hattına konulur.
  - Sinyal hattından okunur.
- Bellek eşlemeli yaklaşım,
  - Adres, adres satırına konulur.
  - Bellek ve G/Ç aygıtları,
    - Adresi hizmet verdikleri aralıkta karşılaştırırlar.

Bellek Eşlemeli G/Ç Avantajları

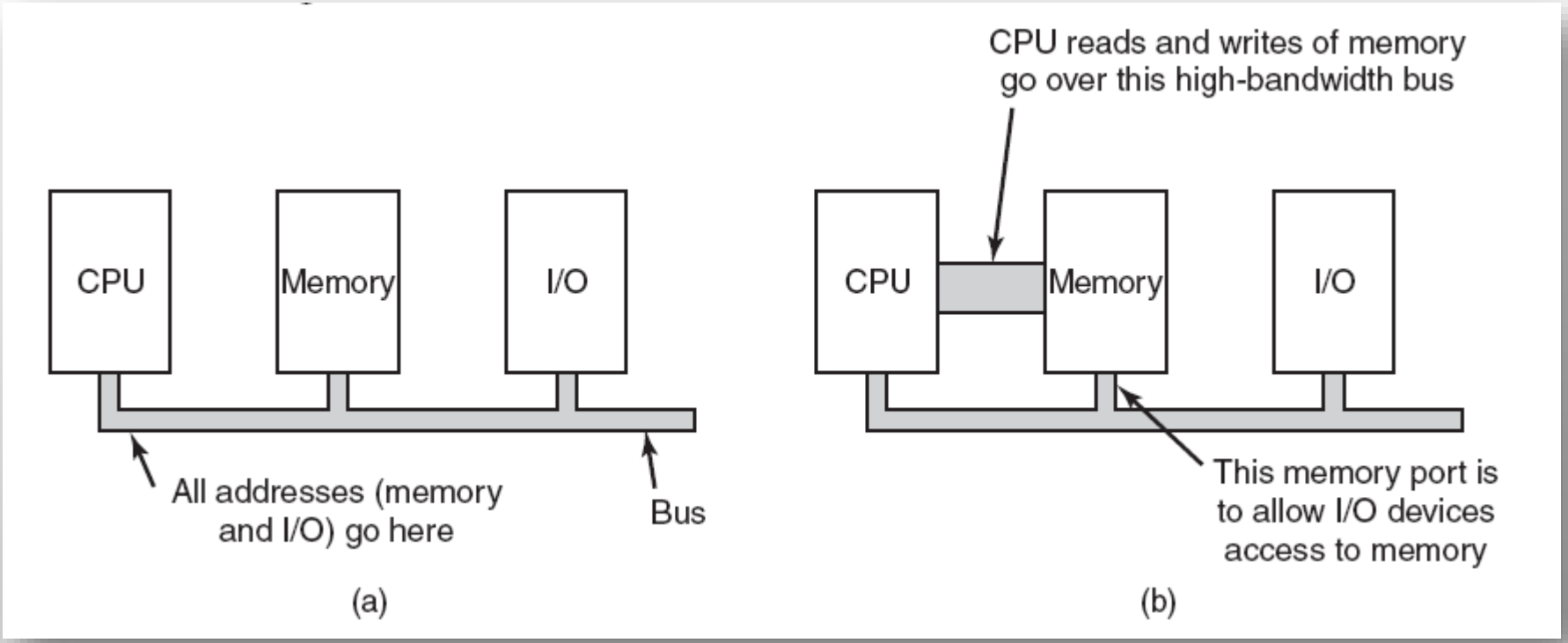
- Kontrol yazmaçlarını okumak/yazmak için özel komutlara gerek yok.
- Doğrudan G/Ç yapılmasını engellemek için özel korumaya gerek yok.
- Bir komut, kontrol yazmaçlarına ve belleğe erişebilir.
- C dilinde bir aygıt sürücüsü yazılabilir. ☺
- G/Ç belleği, kullanıcı alanına konulmaz.

Bellek Eşlemeli G/Ç Dezavantajları

- Bellek sözcükleri önbelleğe alınır,
  - Önbellekte güncel değerler olmayabilir. *veri tutarsızlığı*! ☹
- Gerekli olduğunda önbelleğe almayı devre dışı bırakabilmelidir.
- G/Ç aygıtları ve bellek, bellek erişim isteklerine yanıt vermelidir.
- Tek veri yolu ile çalışır. ☹
  - Çünkü, hem bellek hem de G/Ç, veri yolu üzerindeki adrese bakar.
  - Çoklu veri yolu ile çalışması zor.
    - Çünkü, G/Ç aygıtları adresi göremez.

Bellek Eşlemeli G/Ç

- (a) Tekli veri yolu mimarisi. (b) Çift veri yolu mimarisi.



Doğrudan Bellek Erişimi (DMA)

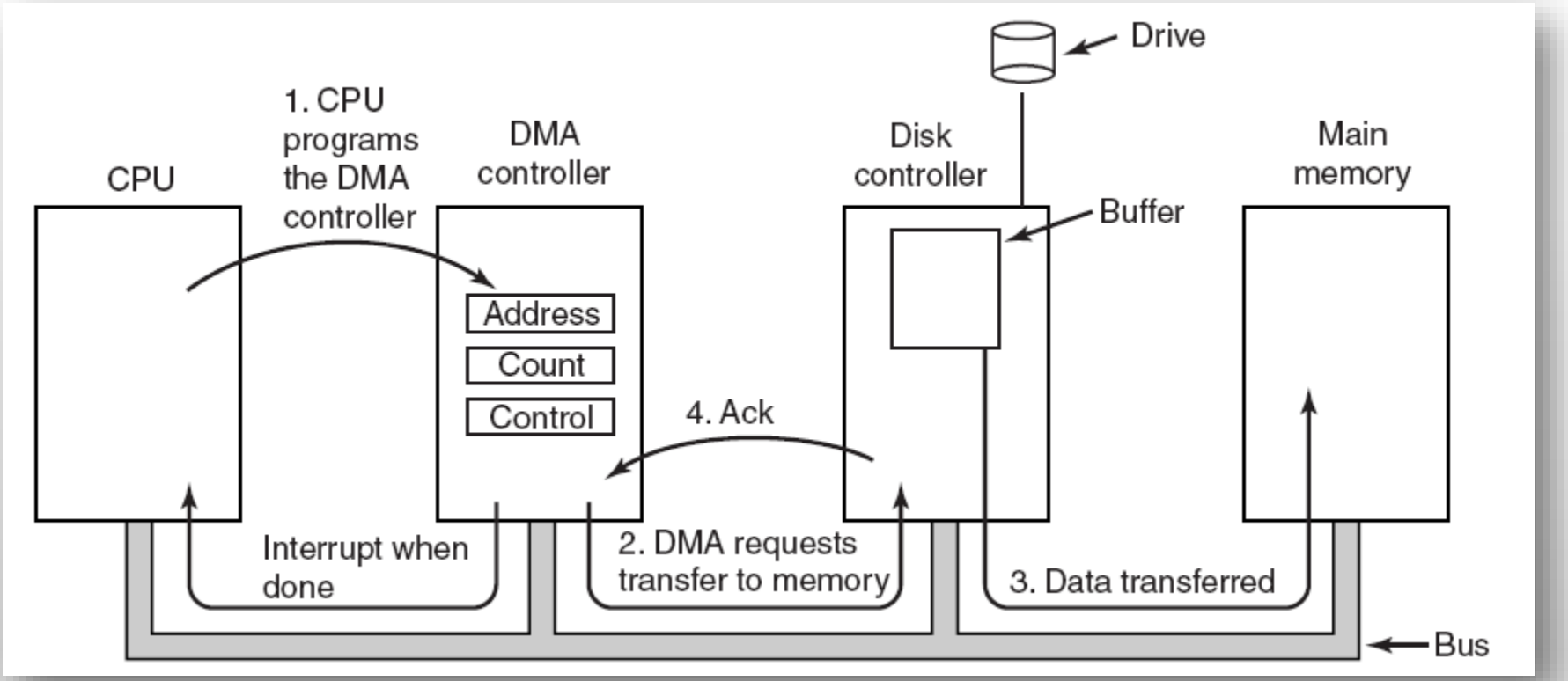
- CPU, G/Ç denetleyicisinden her seferinde bir *baytlık* veri talep edebilir.
  - Büyük zaman kaybına neden olur.
- *DMA* denetleyicisi anakart (*mainboard*) üzerinde bulunur.
- CPU, denetleyicideki yazmaçlardan okuyabilir, yazmaçlara yazabilir.
  - Bellek adres yazmacı.
  - Bayt sayısı yazmacı.
  - Kontrol yazmaçları.
    - G/Ç bağlantı noktası (*port*),
    - Aktarım yönü (*direction*),
    - Aktarım birimi (*bayt/word (sözcük)*),
    - Tek seferde aktarılacak bayt sayısı (*burst*).

DMA Ne Zaman Kullanılmaz?

- Denetleyici,
  - Belleğe bir blok okur.
  - Hata kontrolü (*checksum*) yapar.
  - Kesme üreterek işletim sistemini uyarır.
  - Belleğe her seferinde bir *bayt* gönderir.
  - Sık sık kesme üretir. ☹

Doğrudan Bellek Erişimi (DMA)

- DMA veri transferi aşamaları.



DMA Denetleyicisi Modları

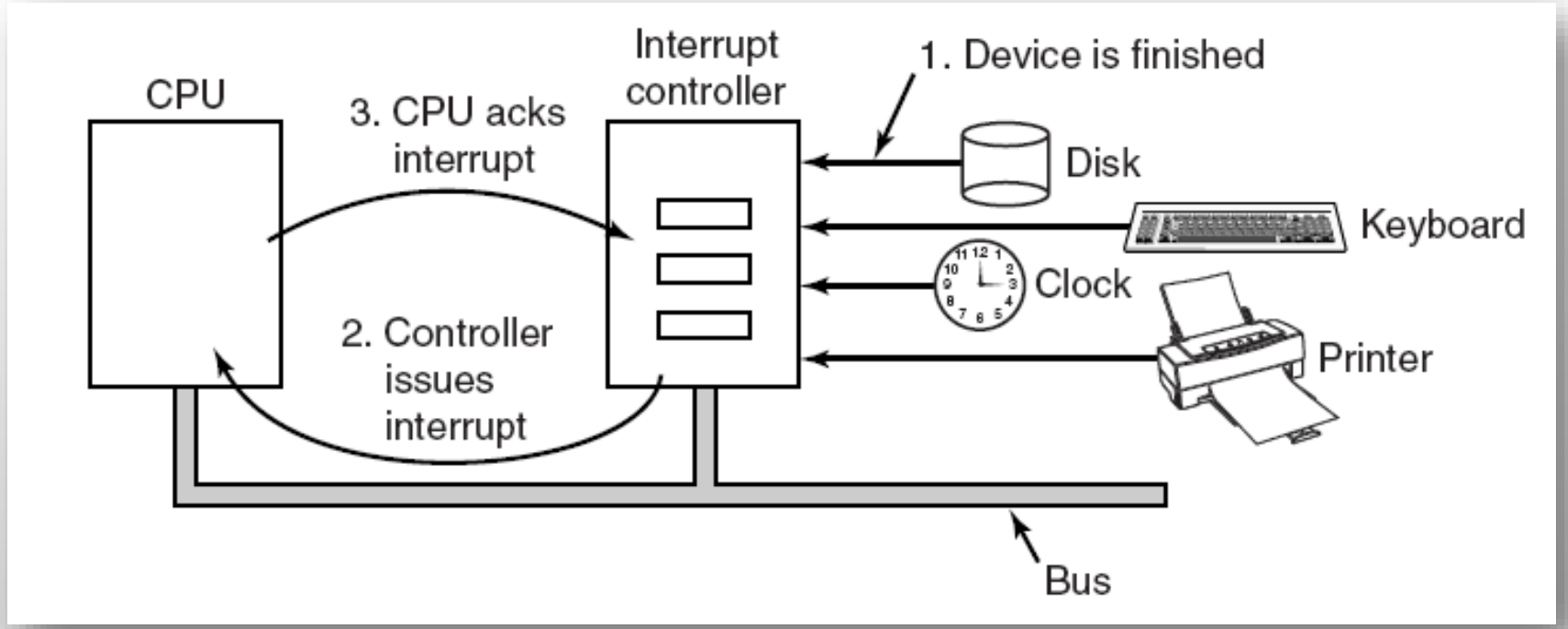
- **Cycle-Stealing**:
  - Bir *t* anında bir sözcük aktarılır.
  - Veri yolunu kullanma döngüleri için *CPU* ile rekabet eder.
  - *CPU* ara sıra döngüsünü (*cycle*) *DMA* denetleyicisine bırakır.
- **Burst**:
  - *DMA* denetleyicisi veri yolunu alır ve bir blok veri gönderir.
- **Fly-By**:
  - *DMA*, aygıt denetleyicisine *bellek yerine bana gönder* der.
  - Aygıtlar arasında veri aktarımı için kullanılır.

Sorular

- Neden veriler denetleyicilerin arabelleğine alınır?
  - Hata kontrolü (*Checksum*) yapılabilir.
  - Veri yolu meşgul olabilir,
    - Verilerin bir yerde saklanması gerekir.
- DMA gerçekten buna değer mi?
  - CPU, DMA denetleyicisinden çok daha hızlıdır.
  - Aktarılacak çok fazla veri yoksa değmez.

Kesmeler

- Aygıt işini bitirince kesme oluşturur,
- Kesme denetleyicisi ile veri yolundaki kesme hatlarından haberleşir.



Kesme İşleme

- Denetleyici, adres satırına bir *sayı* koyarak kesme üreten aygıtı söyler.
- Kesme vektörü, ilgili kesme servis prosedürünü işaret eder.
- Adres satırındaki sayı, kesme vektörüne *indis (index)* görevi görür.
- Kesme hizmeti yordamı (ISR) kesmeyi kontrol eder.
- ISR (*Interrupt service routine*).
- Yürütülmesi durdurulan süreç ile ilgili bilgileri kaydeder.

PC ve PSW Kaydedilebilir Mi?

- Boru hattı düzenli (*pipelined*) veya
- Üstün ölçekli (*superscalar*) işlemciler kullanılmıyorsa, **evet**.
- **Pipelined**:
  - Bir komut grubu kısmen tamamlanır.
  - *multiple interrupts can occur in the same clock cycle.*
- **Superscalar**:
  - Komutlar ayrıştırılır ve sıra dışı yürütülebilir.
  - multiple pipelines.

Kesin olan Kesmenin Özellikleri

- *Precise interrupt.*
- Program sayacı (*PC*) bilinen bir yere kaydedilir.
- *PC*'den önceki tüm komutlar tam olarak yerine getirilmiştir.
- *PC*'den sonraki hiçbir komut yürütülmemiştir.
- *PC*'nin gösterdiği komutun durumu bilinmektedir.

G/Ç Aygıt Kesmesi

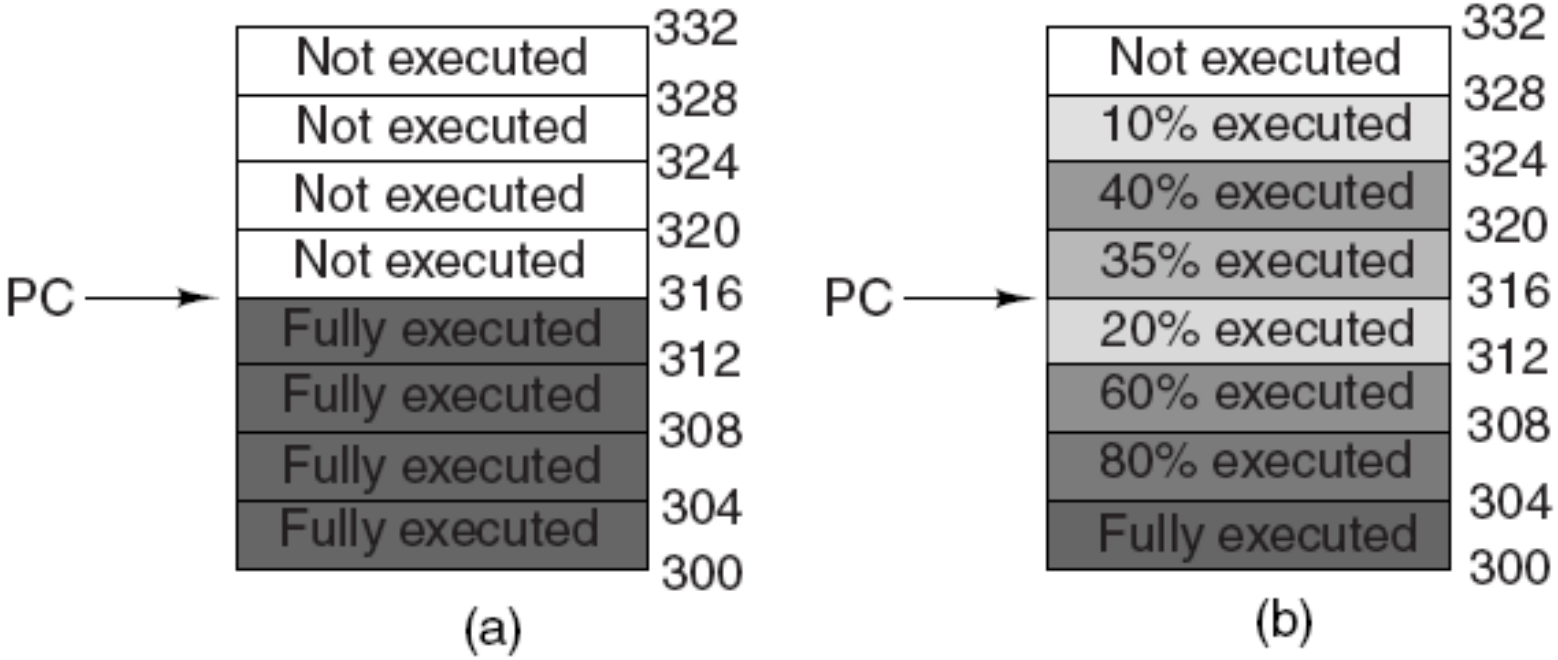
- G/Ç aygıtı, bir durum oluştuğunda kesme üretir.
- CPU, kesmeye yanıt vermeden önce işlemekte olduğu komutu tamamlar.
- Mevcut komutun düzgün bir şekilde tamamlandığından emin olur.
- CPU, çalışan sürecin bağlamını (*context*) kaydeder.
- CPU, ardından Kesme hizmet yordamını (*ISR*) çağırır.
- Kesme hizmet yordamı tamamlandığında, kaydedilen bağlam geri yüklenir.
- Yürütme, kesintiyi izleyen komuttan devam eder.

Sayfa Hatası / Aritmetik Taşma

- *Page fault / Arithmetic overflow*.
- CPU, işlemekte olduğu komutu tamamlayamaz.
- Komut iptal (*abort*) edilir.
- CPU, çalışan sürecin bağlamını kaydeder.
- CPU, ardından Kesme hizmet yordamını (*ISR*) çağırır.
- Kesme hizmet yordamı tamamlandığında, kaydedilen bağlam geri yüklenir.
- Yürütme, tamamlanamayan komuttan devam eder.

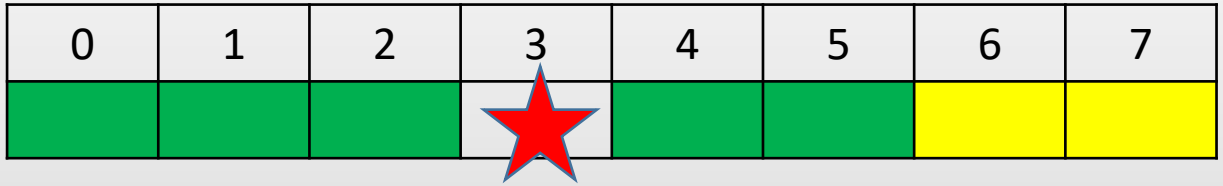
Kesin ve Kesin Olmayan Kesmeler

- (a) Kesin (*precise*) kesme. (b) Kesin olmayan (*imprecise*) kesme.



Kesin Olmayan Kesmenin Özellikleri

- Kesmeyi yeniden başlatabilmek için,
  - Karmaşık donanım ihtiyacı,
    - backtracking, shadow, rename registers.
  - İşletim sisteminde karmaşık işlemler gerektirir.
    - Kesme oluşturan komuttan sonraki komutlar geri alınmalı (*undo*).
    - Hata veren komut tekrar başlatılmalı (*restart*).



G/Ç Yazılımı Hedefler

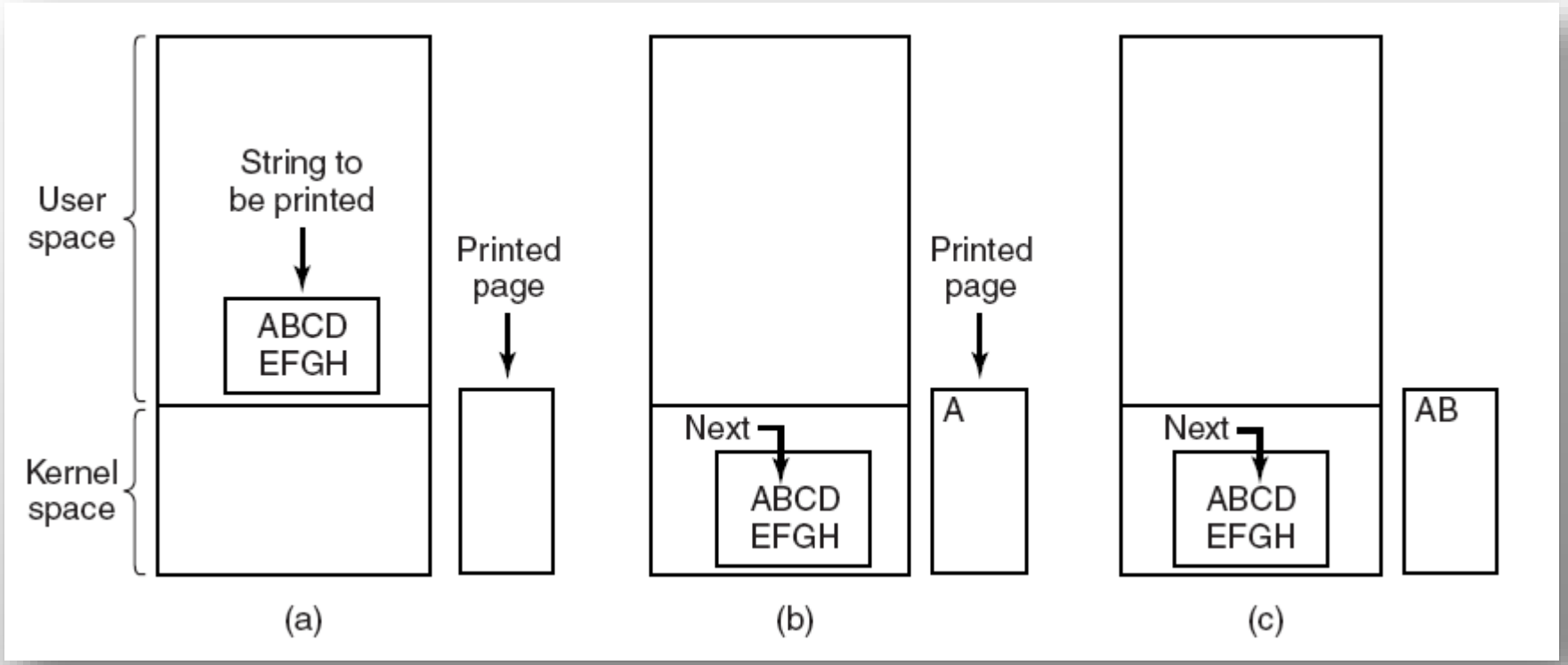
- **Aygıt bağımsızlığı:** aygıta erişirken aygıtı belirtmek gerekmemeli.
- **Tek tip adlandırma:** aygıt adı, tipine bağlı olmamalı.
- **Hata ele alma:** aygıta olabildiğince yakın yerde olmalı.
- **Bloke olma**: İşletim sistemi G/Ç işlemlerini bloke edebilmeli.
  - (örneğin, okuma sırasında veri gelene kadar süreç bloke edilir.)
- **Ara bellek:** bir paket geldiğinde tampon belleğe konabilmeli.
- **Paylaşım**: Paylaşılabilen (*disk*), paylaşılamayan (*teyp*) aygıtlar ele alınmalı

Programlanmış G/Ç

- Bir komut ile G/Ç aygıtına veri gönderilir.
- Bir komut ile G/Ç aygıtından veri okunur.
- CPU, sonraki işleme geçmeden, G/Ç komutunun tamamlanmasını bekler.
- Uygulaması basit ve kolay.
- G/Ç komutunun tamamlanmasını beklenirken CPU zamanı boşa harcanır.

Programlanmış G/Ç

- Yazıcıdan karakter dizisi yazdırma adımları.



Programlanmış G/Ç

- Programlanmış G/Ç kullanarak yazıcıya bir dizi karakter yazma.

```
copy_from_user(buffer, p, count);
for (i = 0; i < count; i++) {
    // loop on every character
    while (*printer_status_reg != READY);
    // loop until the printer is ready
    *printer_data_register = p[i];
    // output one character
}
return_to_user();
```

Programlanmış G/Ç

- Her bayt için,
  - *Durum yazmacı*, *meşgul biti 0* olana kadar okunur.
  - Okuma veya yazma *bitine 1* atanır.
    - Yazma komutu ise veriler *veri çıkış yazmacına* kopyalanır.
  - Komut için *hazır bitine 1* atanır.
  - Denetleyici *meşgul bitine 1* atar, ve veri aktarımını yürütür.
  - Aktarım tamamlandığında, *meşgul biti*, *hata biti* ve *hazır biti* temizlenir.
- Verimsiz bir yöntem.
- CPU başka sürece geçip, döngü (*cycle*) kaçırırsa,
  - Üzerine yazmadan (*overwrite*) dolayı veri kaybı yaşanabilir.

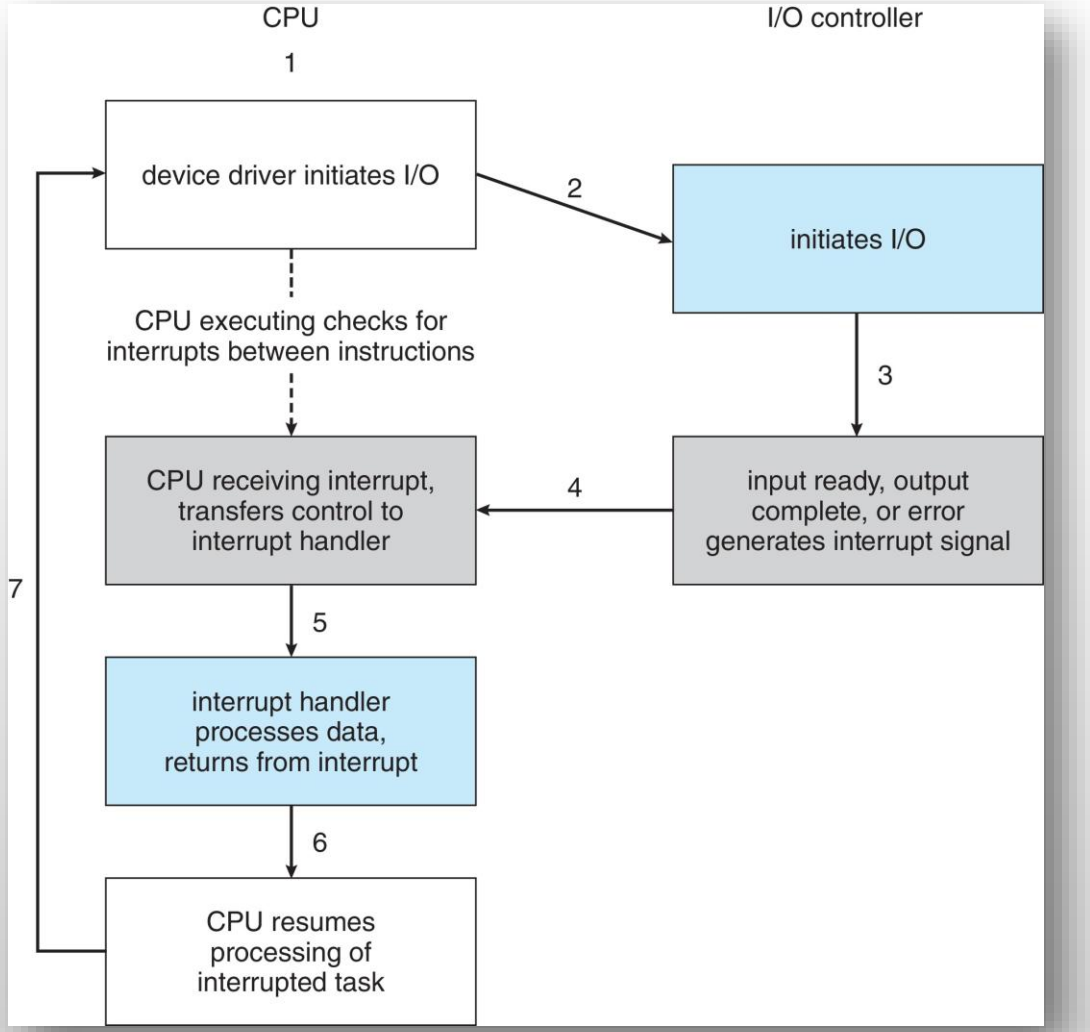
Kesme Odaklı G/Ç

- G/Ç aygıtı, bir durum olduğunda *CPU*'ya kesme isteği (*IRQ*) gönderir.
- CPU, isteği alınca mevcut görevini durdurur.
- İlgili *kesme hizmeti yordamı* yürüterek G/Ç aygıtına hizmet verir.
- G/Ç işlemi eşzamansız (*asynchronous*) olarak gerçekleştirilir.
- G/Ç işlemi devam ederken CPU diğer görevlerini gerçekleştirebilir.
- CPU kullanımı ile G/Ç verimliliği arasında bir denge sağlar.
- Kesme ele alma (*interrupt handling*) ve önceliklendirme (*prioritization*) mekanizması gerektirir.

Kesme Odaklı G/Ç

- **Fikir**:
  - G/Ç isteyen işlem bloke edilir, başka bir işlem çizelgelenir.
- G/Ç isteği tamamlandığında, çağıran işleme geri dönülür.
- Yazıcı,
  - Bir karakter yazdığında kesme oluşturur.
  - Karakter dizisinin sonuna kadar yazdırmaya devam eder.
  - İşlem bitince, çağıran işlem yeniden başlatılır.

Kesme Odaklı G/Ç



Kesme Odaklı G/Ç

- Yazdırma sistem çağrısı yapıldığında yürütülen kod.

```
copy_from_user(buffer, p, count); // user space to kernel
enable_interrupts();

while (*printer_status_reg != READY); // busy-waiting
    *printer_data_register = p[0];
scheduler();
```

Kesme Odaklı G/Ç

- Yazıcı için kesme hizmet yordamı (*ISR*).

```
if (count == 0) { // all characters have been printed
    unblock_user(); // unblock the user-level process
} else {
    *printer_data_register = p[i];
    count = count - 1;
    i = i + 1; // point to the next character in buffer
}
acknowledge_interrupt(); // interrupt handling complete
return_from_interrupt(); // Return from interrupt context
```

DMA Kullanarak G/Ç

- G/Ç aygıtı, CPU'yu dahil etmeden sistem belleğine doğrudan erişebilir.
- CPU, G/Ç işlemleri sırasında diğer görevlerini gerçekleştirebilir.
- DMA denetleyicisi, G/Ç aygıtı ile bellek arasındaki veri transferini yönetir.
- CPU'yu serbest bırakarak sistem performansını artırır.
- Ancak; DMA denetleyici, yönetim ve bellek tahsisi açısından karmaşık.

DMA Kullanarak G/Ç

- Yazıcıya karakter dizisi gönderilmek istenirse,
  - CPU, her karakter yazdırıldığında değil,
  - Yalnızca arabellek yazdırıldığında kesmeye uğrar.
- DMA ne zaman kullanılmaya değer?
  - DMA denetleyicisi, aygıtı CPU'nun çalıştırdığı hızla çalıştırabiliyor ise.
  - Yeterli miktarda aktarılacak veri var ise.

DMA Kullanarak G/Ç

- Yazdırma *sistem çağrısı* yapıldığında yürütülen kod parçası.

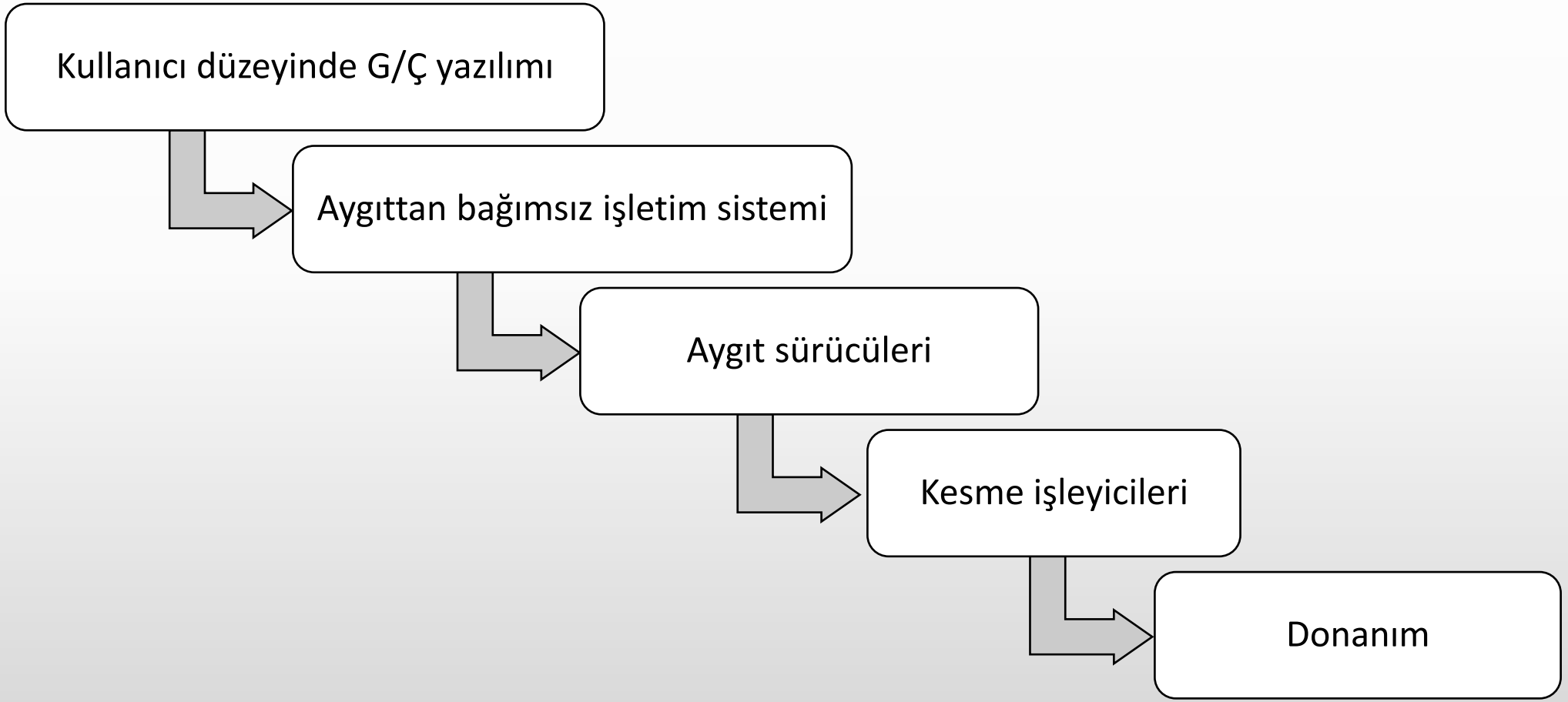
```
copy_from_user(buffer, p, count);
set_up_DMA_controller();
scheduler(); // CPU may switch to another task
```

DMA Kullanarak G/Ç

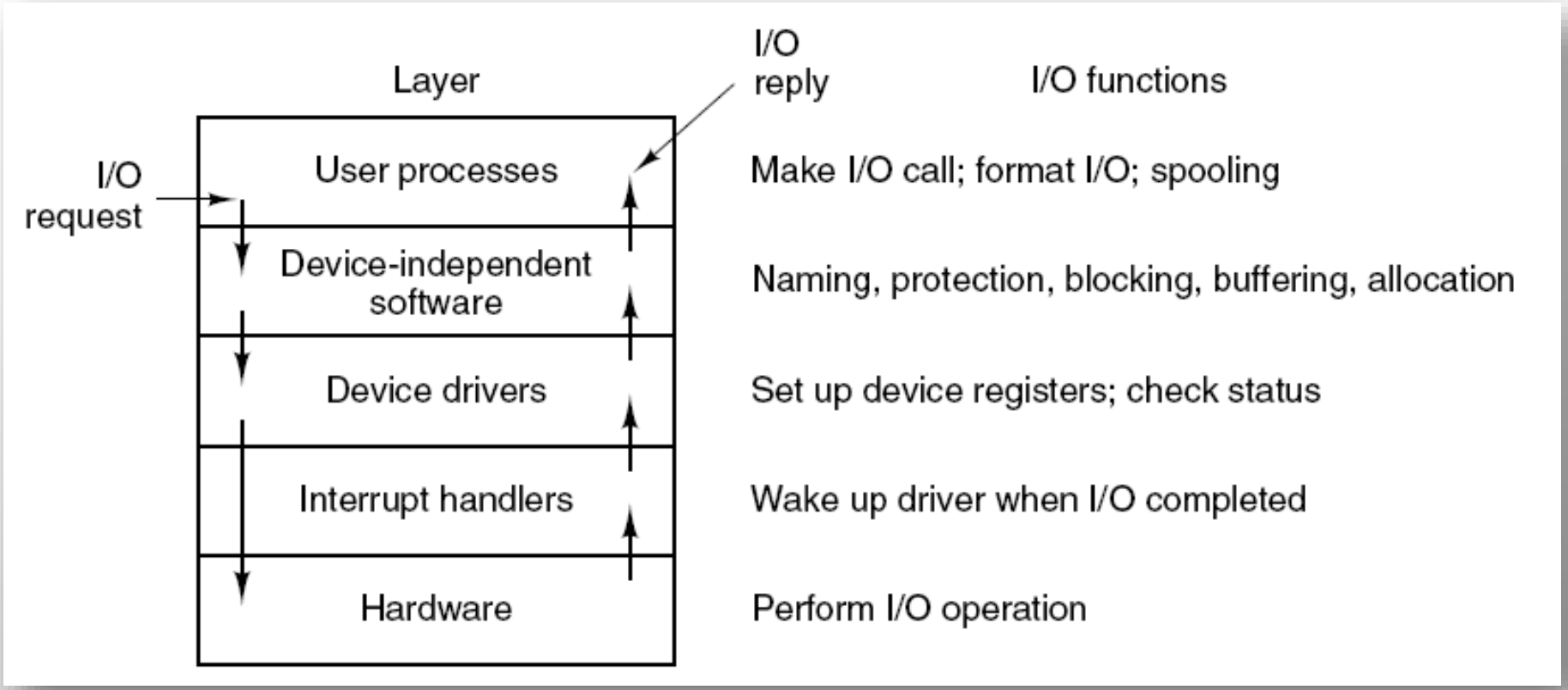
- Kesme hizmet yordamı.

```
acknowledge_interrupt(); // interrupt has been received
unblock_user(); // waking up a process that was blocked
return_from_interrupt(); // signals end of ISR
```

G/Ç Yazılım Katmanları



G/Ç Sisteminin Katmanları



Kesme İşleyicileri (Handler)

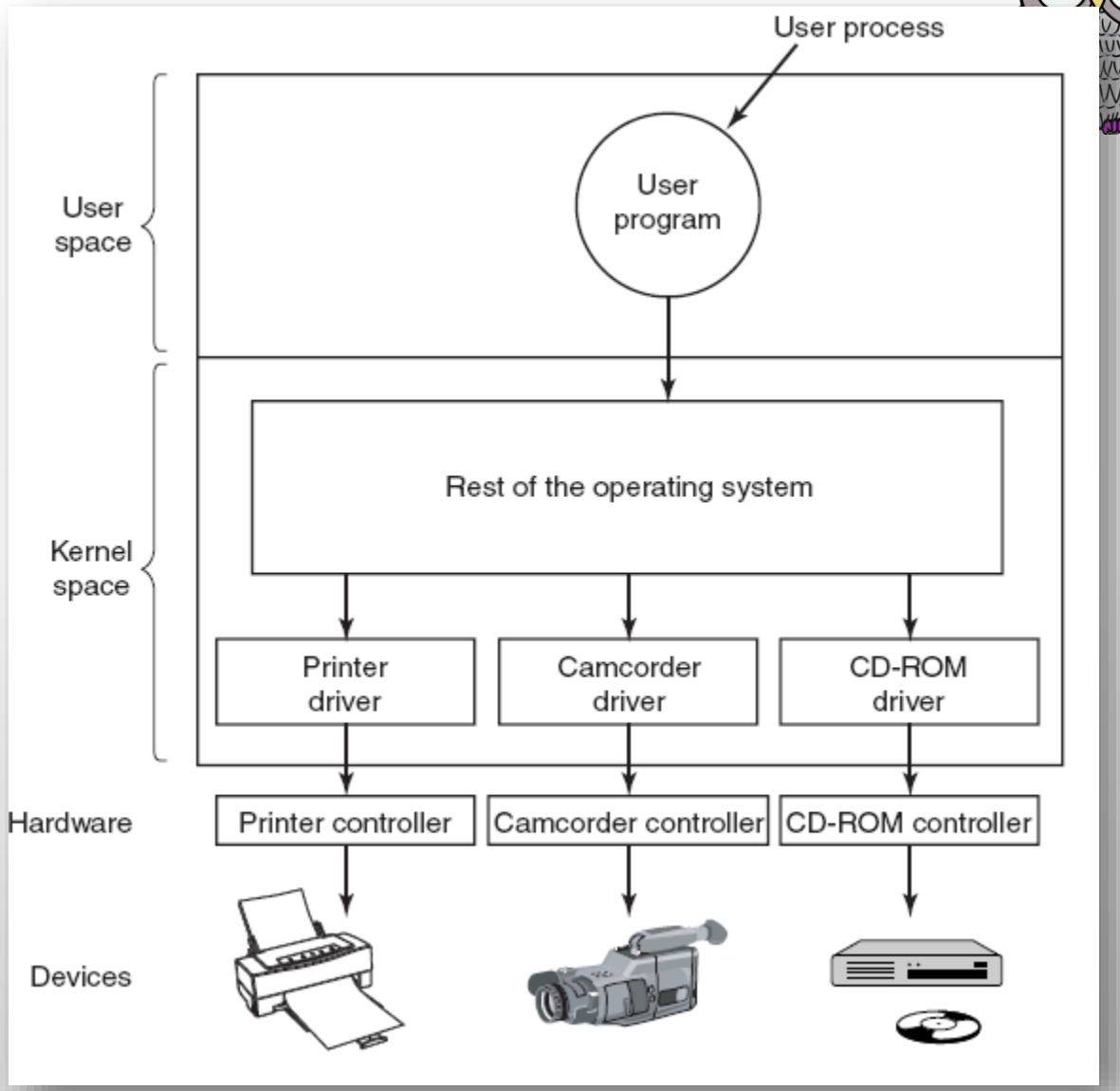
- Kesme donanımı tarafından yazmaçlar kaydedilir.
- Kesme hizmet yordamı için bir bağlam (*context*) ayarlanır.
- Kesme hizmet yordamı için bir yığın ayarlanır.
- Kesme denetleyicisi, kesmenin alındığına dair bilgilendirilir.
- Merkezi kesme denetleyicisi yoksa kesme yeniden etkinleştirilir (*re-enable*)
- Yazmaçlar, süreç tablosundan alınan değerlerle güncellenir.

Kesme İşleyicileri (Handler)

- Kesme hizmeti yordamı yürütülür.
- Sırada hangi işlemin çalıştırılacağı seçilir.
- Bir sonraki işlemin çalışması için *MMU* içeriği ayarlanır.
- Yürütülecek işlem için yazmaçlar güncellenir.
- Yeni işlem yürütülür.

Aygıt Sürücüleri

- Sürücü ve aygıt denetleyicisi veri yolu üzerinden haberleşir.



Aygıt Sürücüleri

- Sürücü (*driver*), aygıta özel kodlanmıştır.
- Üretici (*manufacturer*) tarafından sağlanır.
- Çekirdeğe (kernel) yüklenir.
  - Sürücü için kullanıcı alanı (*user space*) daha iyi bir yer olabilir.
  - Sürücü yazılımındaki bir hata, çekirdeği bozabilir.
- İşletim sistemi arayüzüne ihtiyaç var.
  - Blok ve karakter tabanlı aygıt arayüzleri.
  - Sürücüyü kullanmak için sistem çağrıları (*bir blok oku* gibi).

Aygıt Sürücüleri

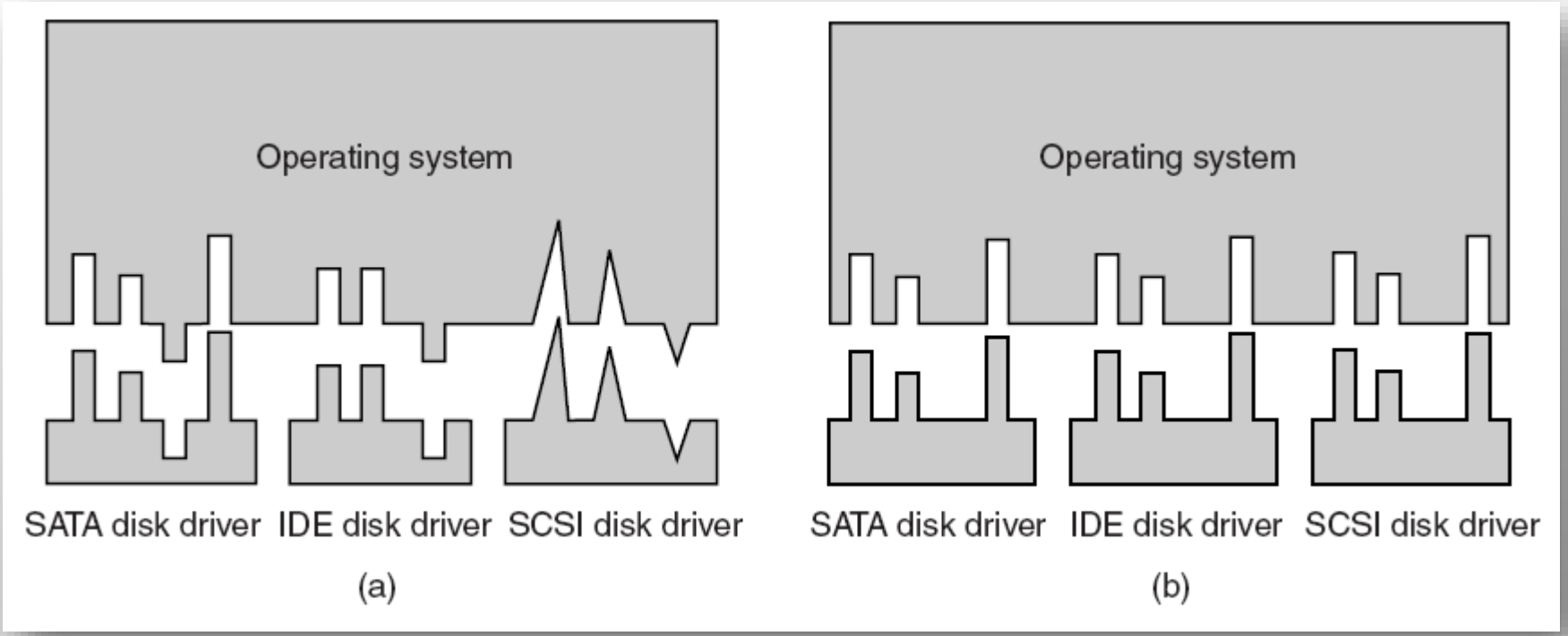
- Verilen parametrelerin tutarlılığını kontrol eder.
- Mantıksal adresi fiziksel adrese çevirir.
  - *blok numarası -> silindir, kafa, iz, sektör*.
- Aygıt durumunu kontrol eder. Başlatmak zorunda kalabilir.
- Komutları aygıt denetleyicisinin yazmaçlarına koyar.
- Kesme gelene kadar sürücü kendini bloke eder.
- Talep edilen verileri gönderir.
- Aygıtın durum bilgisini döndürür.
- Sürücüler yeniden girilebilir (*reentrant*) yapıdadır.

Aygıtdan Bağımsız G/Ç Yazılımı

- Aygıt sürücüleri için tek tip arayüz sağlar.
- Ara bellek kullanarak verileri saklar.
- Oluşan hataları raporlar.
- Aygıtı bir sürece tahsis eder.
- İşlem tamamlanınca serbest bırakır.

Aygıt Sürücüleri İçin Tek Tip Arayüz

(a) Standart bir arayüz yoksa, karmaşık. (b) varsa, düzenli.

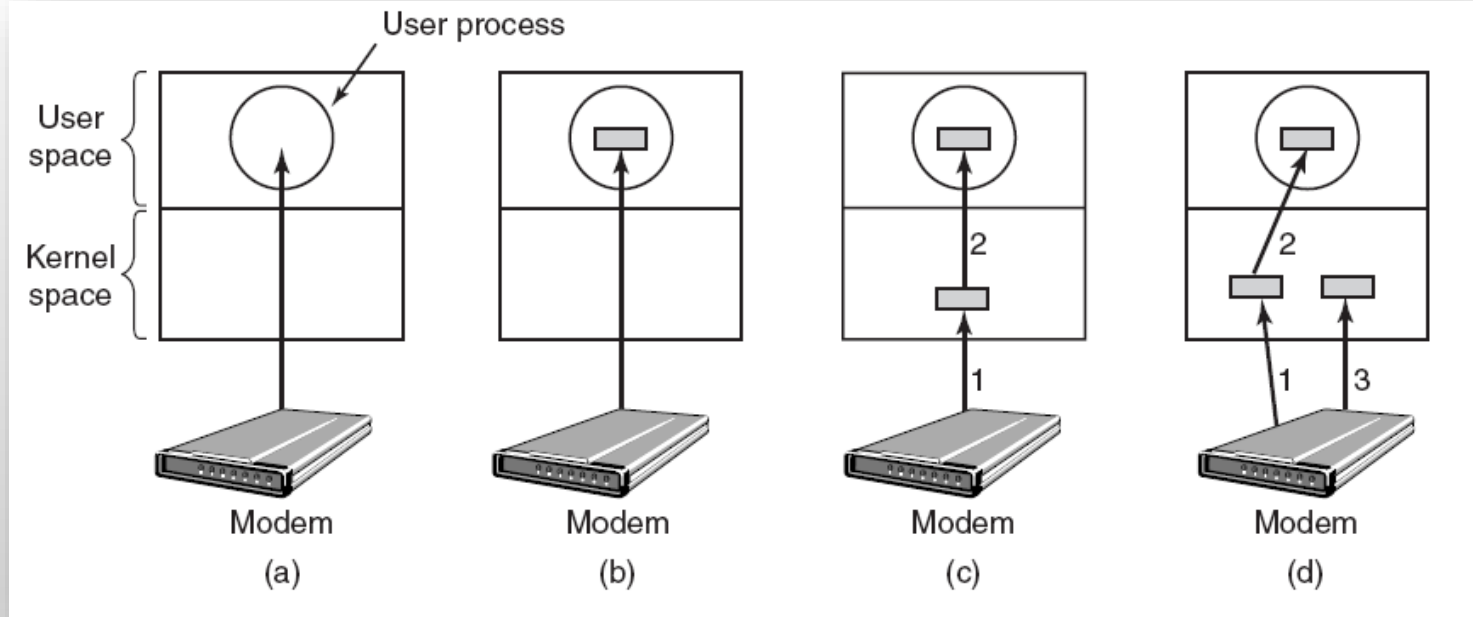


Aygıt Sürücü Fonksiyonları

- Her aygıt sınıfı için sağlanması gereken işlemler.
  - örneğin, oku, yaz, aç, kapat..
- Sürücü, doğru işlemi işaret eden, bir *işaretçi tablosuna* sahip.
- İşletim sistemi, gerekli işlemi çağırmak için tablo adresine ihtiyaç duyar.
- İşletim sistemi, sembolik aygıt adlarını doğru sürücü ile eşler. (*map*)

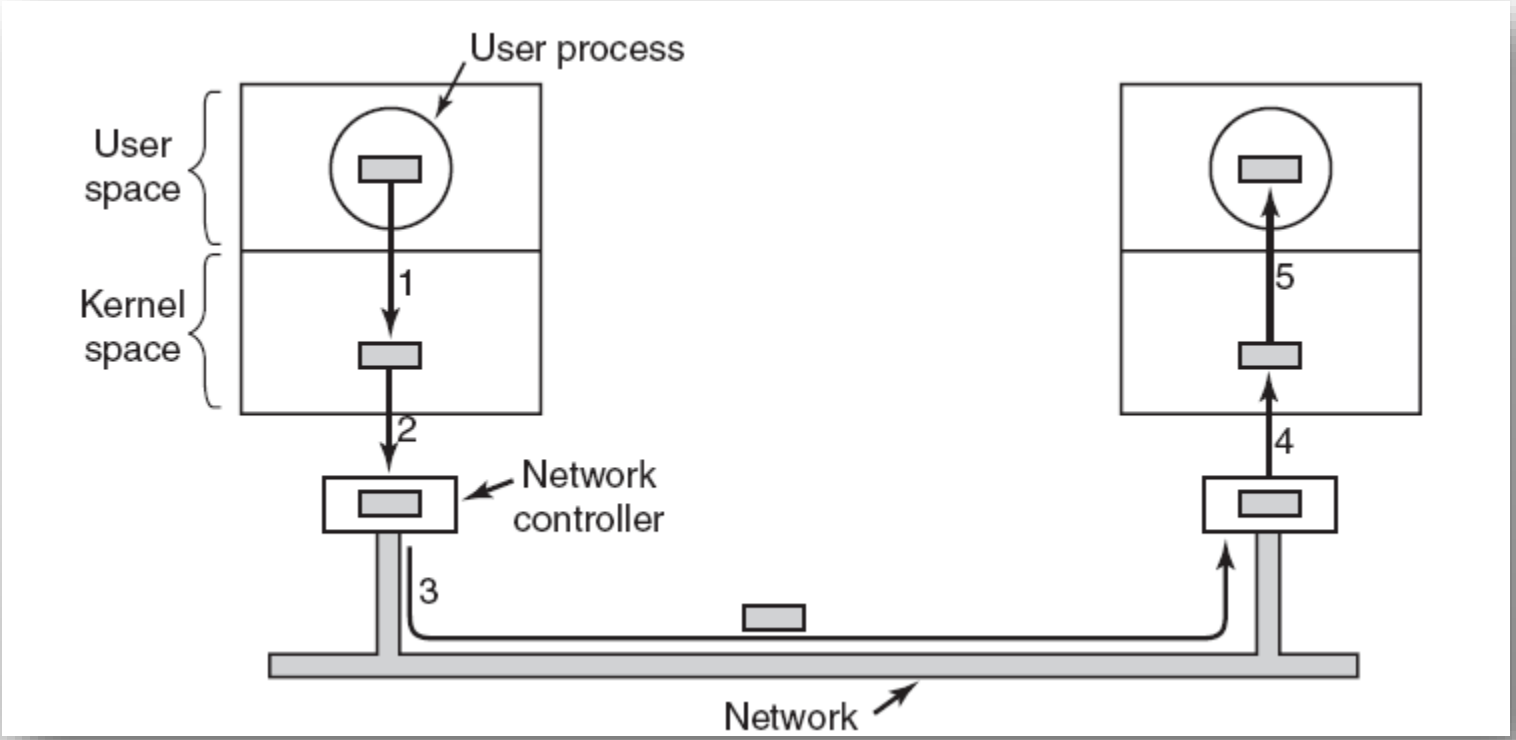
Ara Belleğe Alma

(a) Tampon bellek (*buffer*) yok. (b) Kullanıcı alanında tampon bellek.
(c) Çekirdekte tampon bellek ve kullanıcı alanına kopyalama.
(d) Çekirdekte çift tampon bellek kullanımı.



Ara Belleğe Alma

- Ağ paketinin, birçok kopyası olabilir.



Bağımsız Yazılımın Diğer İşlevleri

- Hata raporlama:
  - Sürücü tarafından çözülemeyen yazılım donanım sorunları raporlanır.
- Aynı anda tek bir kullanıcıya hizmet veren aygıtları,
  - Tahsis eder ve serbest bırakır. (*CD-ROM, scanner, printer*)
  - Aygıt meşgul ise,
    - İstek bir kuyruk (*queue*) yapısına eklenebilir.
    - İstek iptal edilip, olumsuz cevap dönülebilir.
- Aygıttan bağımsız blok boyutu:
  - İşletim sistemi, aygıtların ayrıntılarını bilmek zorunda değil.

Kullanıcı Alanında G/Ç Yazılımı

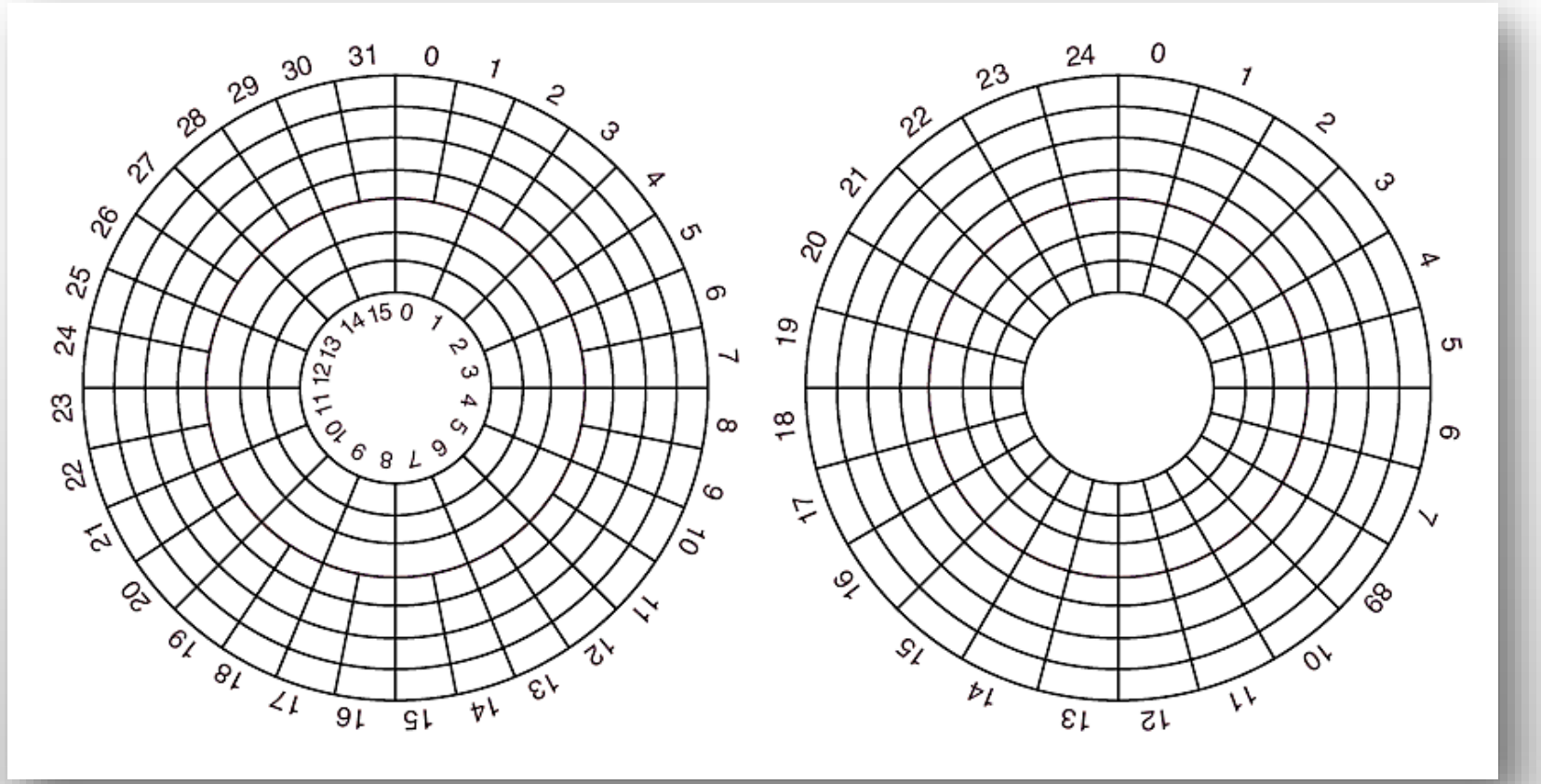
- Kütüphane yordamları G/Ç ile ilgilidir.
  - *printf(), scanf(), read(), write()* gibi metotlar sistem çağrıları yapar.
- Yapılan aygıt istekleri kuyruğa eklenerek, takip edilir.
- Yazıcıdan çıktı alma,
  - Kullanıcı dosyayı oluşturur,
  - Dosya bekleme kuyruğuna koyulur,
  - Arka plan süreci, kuyruğu izler ve dosyayı yazdırır.
- Dosya aktarımlarında da ayrı bir bekleme kuyruğu kullanılır.

Diskler

- Disk içinde bulunan mikrodenetleyici,
  - Bozuk blokları izler, eşler, kullanılmaması için etiketler.
  - Okunan izin içeriğini önbelleğe alır.
- Bazı diskler aynı anda birden fazla arama (*seek*) yapabilir.
  - Bir plaktan okurken, diğer plağa yazabilir.
- Disk geometrisi, sürücünün kullandığı geometriden farklıdır.
- Denetleyicinin (*silindir, başlık, sektör*) talebi,
  - Gerçek disk geometrisine çevrilir.

Manyetik Diskler

- Bir diskin (a) fiziksel geometrisi. (b) sanal geometrisi.



SSD (Solid State Drive) Diskler

- Katı hal sürücüsü diskler, *NAND flash* bellek kullanır.
- Hareketli (*mekanik*) parçaları yoktur.
- Güvenilir ve daha hızlı veri erişimi sunar.
- Dayanıklılık, düşük güç tüketimi, sessiz çalışma sunar.
- Her bir hücrenin sınırlı sayıda yazma ömrü vardır.
- *Hard Disk Drive*'dan daha pahalıdır.

NVMe (Non-Volatile Memory Express)

- NVMe yüksek performanslı, ölçeklenebilir, optimize edilmiş bir protokol.
- M.2, SATA ve SAS tabanlı SSD'lere kıyasla
  - Yüksek performans, güvenilirlik sağlar.
  - Düşük gecikme süresi, yüksek bant genişliği sağlar.
  - Kablo ihtiyacını ortadan kaldırır.
  - Daha pahalıdır.
- 64 *KB*'a kadar çoklu paralel komut dizisi destekler.
- Geriye dönük uyumlu değildir.
- Özel sürücü ve donanım desteği gerektirir.

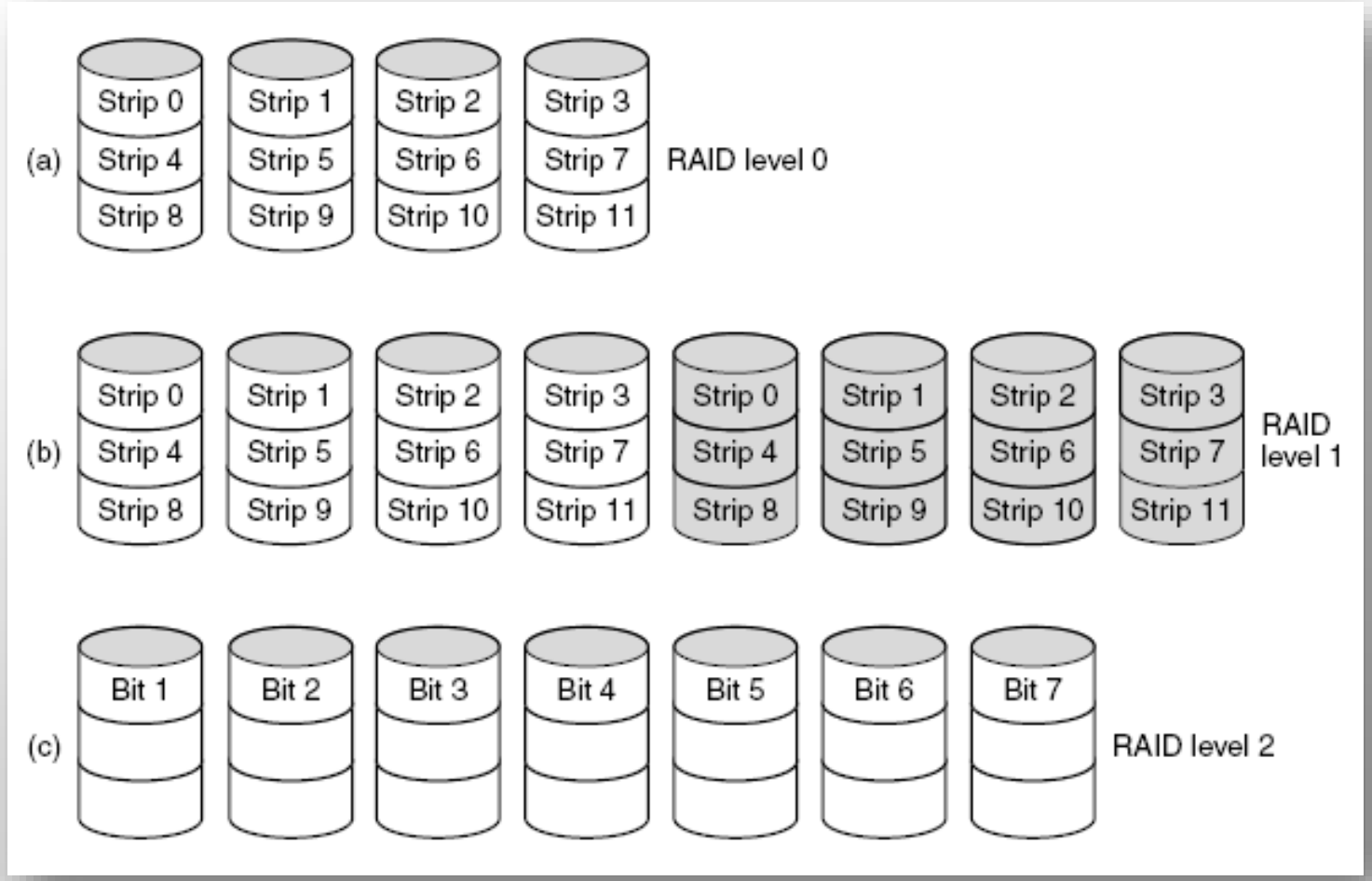
Ucuz Disklerin Artık Dizisi (RAID)

- *Redundant array of inexpensive disks.*
- SLED (*Single large expensive disk*), tek, büyük ve pahalı disk.
- Tek bir diske kıyasla paralel G/Ç işlemleri sağlar.
- İşletim sistemine tek bir disk gibi görünen bir grup disk.
- SCSI diskleri sıklıkla kullanılır, ucuzdur.
- Denetleyici başına 7 tane disk kullanılabilir.
- Seviye 0'dan 7'ye kadar farklı mimariler kullanılır.

RAID Seviyeleri

- **RAID 0**, şerit (*strip*) başına *k* sektör şeridi kullanır.
  - Ardışık şeritler farklı disklerde bulunur.
  - Ardışık şeritlere paralel olarak yazma/okuma yapılır.
  - Büyük boyutlu istekler için iyi.
- **RAID 1**, diskleri çoğaltır.
  - Yazma işlemleri iki kez yapılır.
  - Okuma işlemleri her iki diski de kullanabilir.
  - Güvenilirliği artırır.
- **RAID 2**, tek tek sözcüklerle (word) çalışır, sözcük + ecc'yi disklere yazar.
  - Paralelliği sağlamak için kollar (*arm*) senkronize edilmeli.

RAID Seviyeleri (0-2)

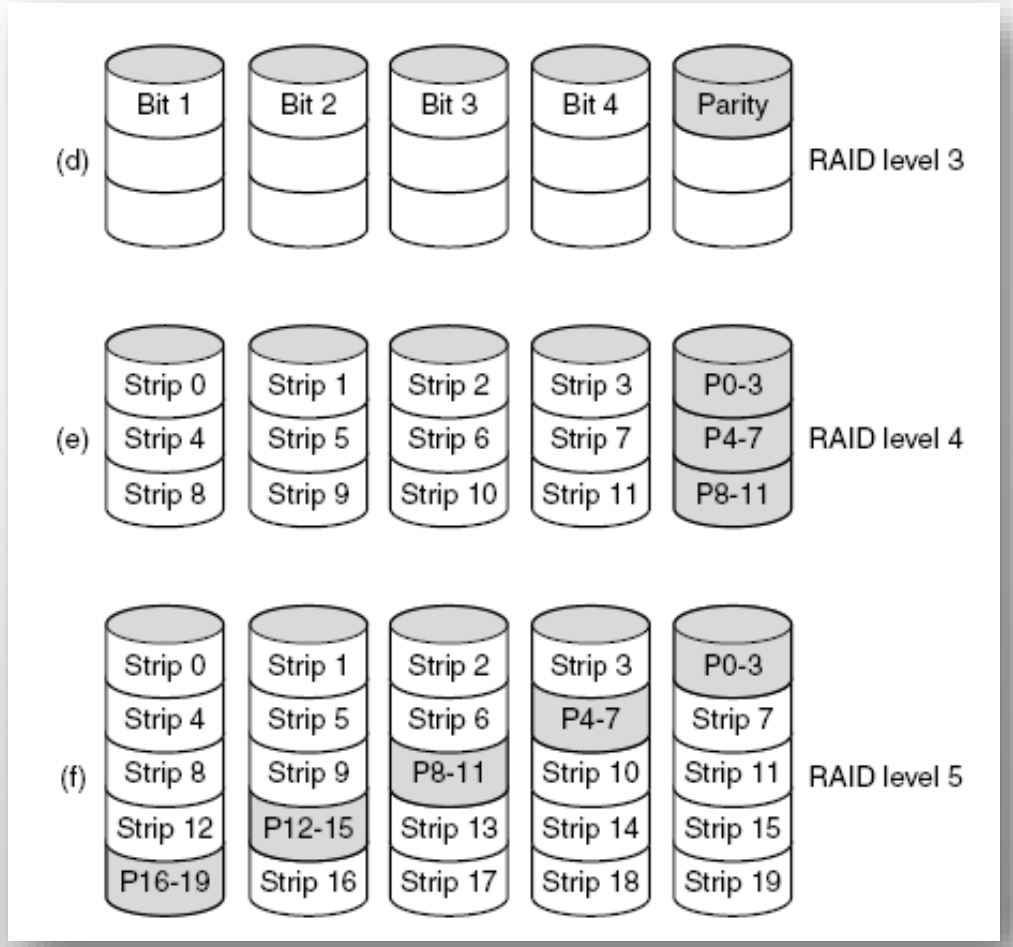


RAID Seviyeleri

- **RAID 3**,
  - Tüm eşlik (*parity*) bitleri *tek* bir sürücüye gider.
  - RAID 2 gibi çalışır.
- **RAID 4,**
  - Şeritler ile çalışır.
  - Şeritler için eşlik bitleri *aynı* sürücüye yazılır.
- **RAID 5,**
  - Şeritler için eşlik bitleri *farklı* sürücüye yazılır.

RAID Seviyeleri (3-5)

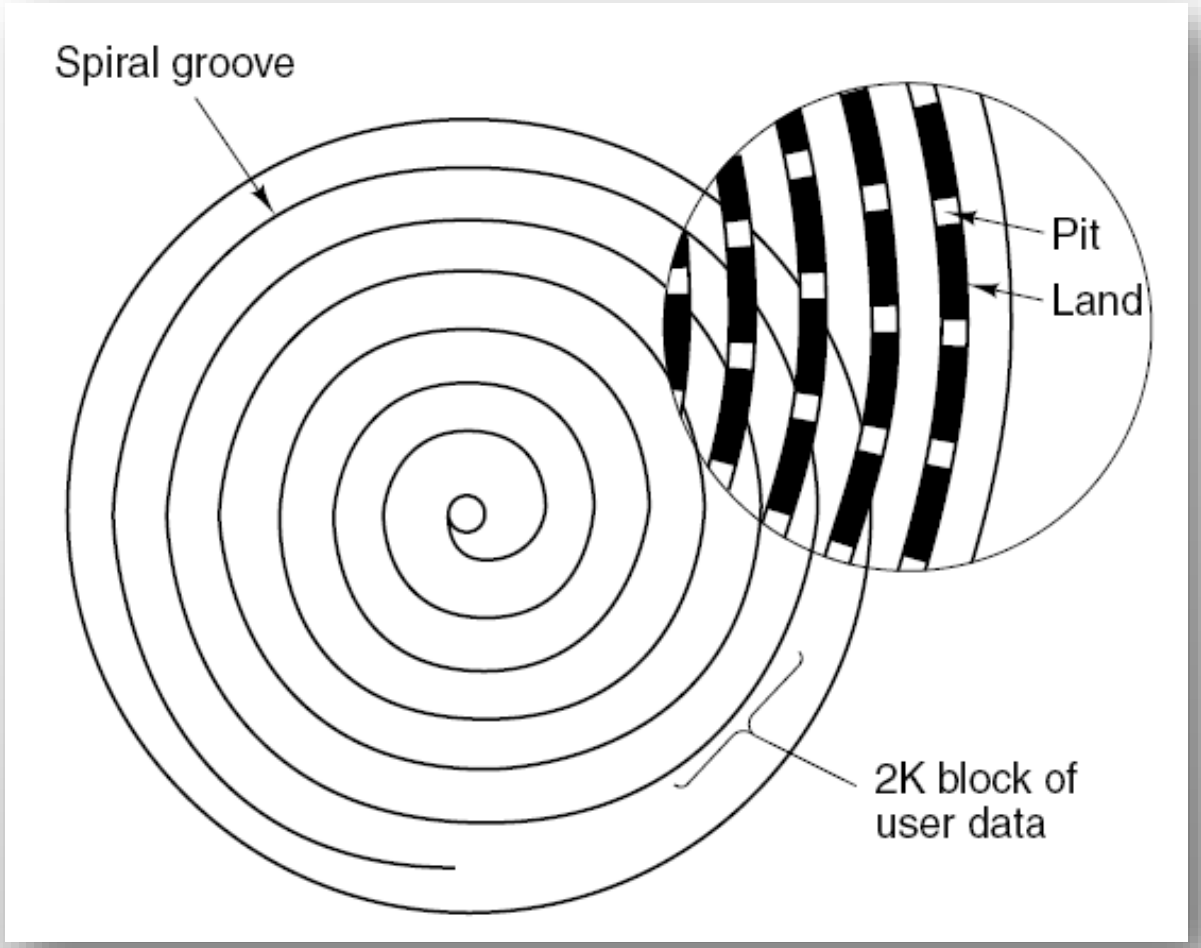
- .



CD-ROM

- Optik diskler, manyetik disklerden daha yüksek yoğunluğa sahiptir.
- Müzik CD'lerinin yüksek üretim hacmi nedeniyle ucuz.
- İlk önce dijital olarak müzik çalmak için kullanıldı.
- Cam ile kaplanmış disk üzerindeki lazer ile delikler yakılır.
- Çukur (yakılmış), ve düz (yakılmamış) spiraller halinde düzenlenir.
- Okuma işlemleri için lazer kullanılır.

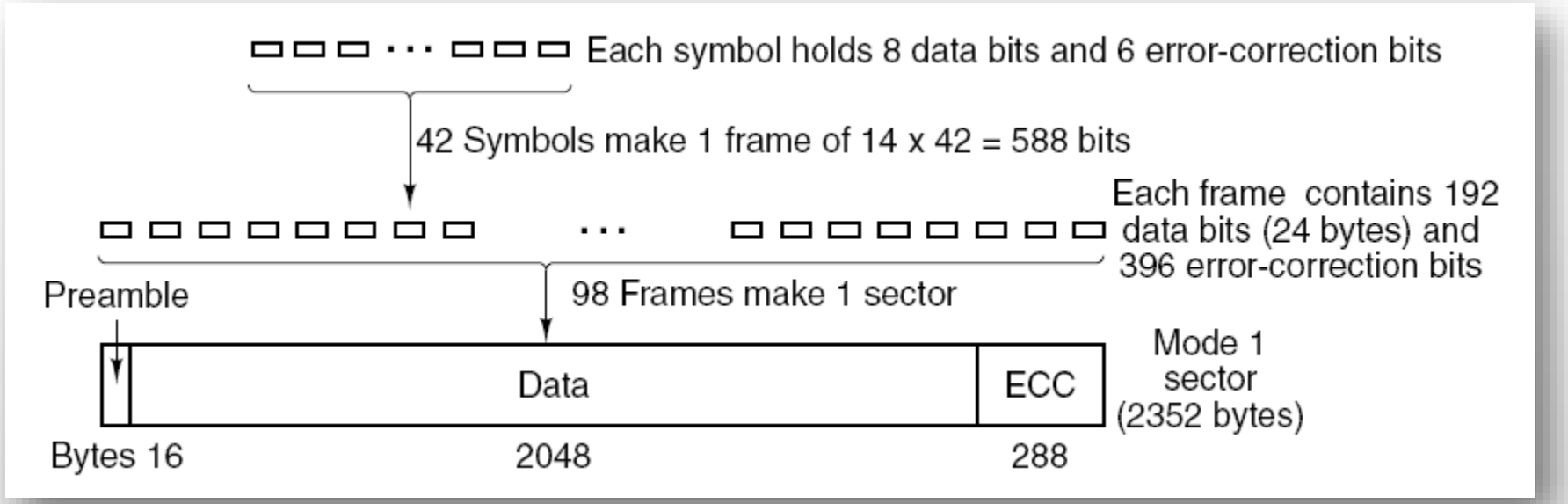
CD-ROM Kayıt Yapısı



CD-ROM

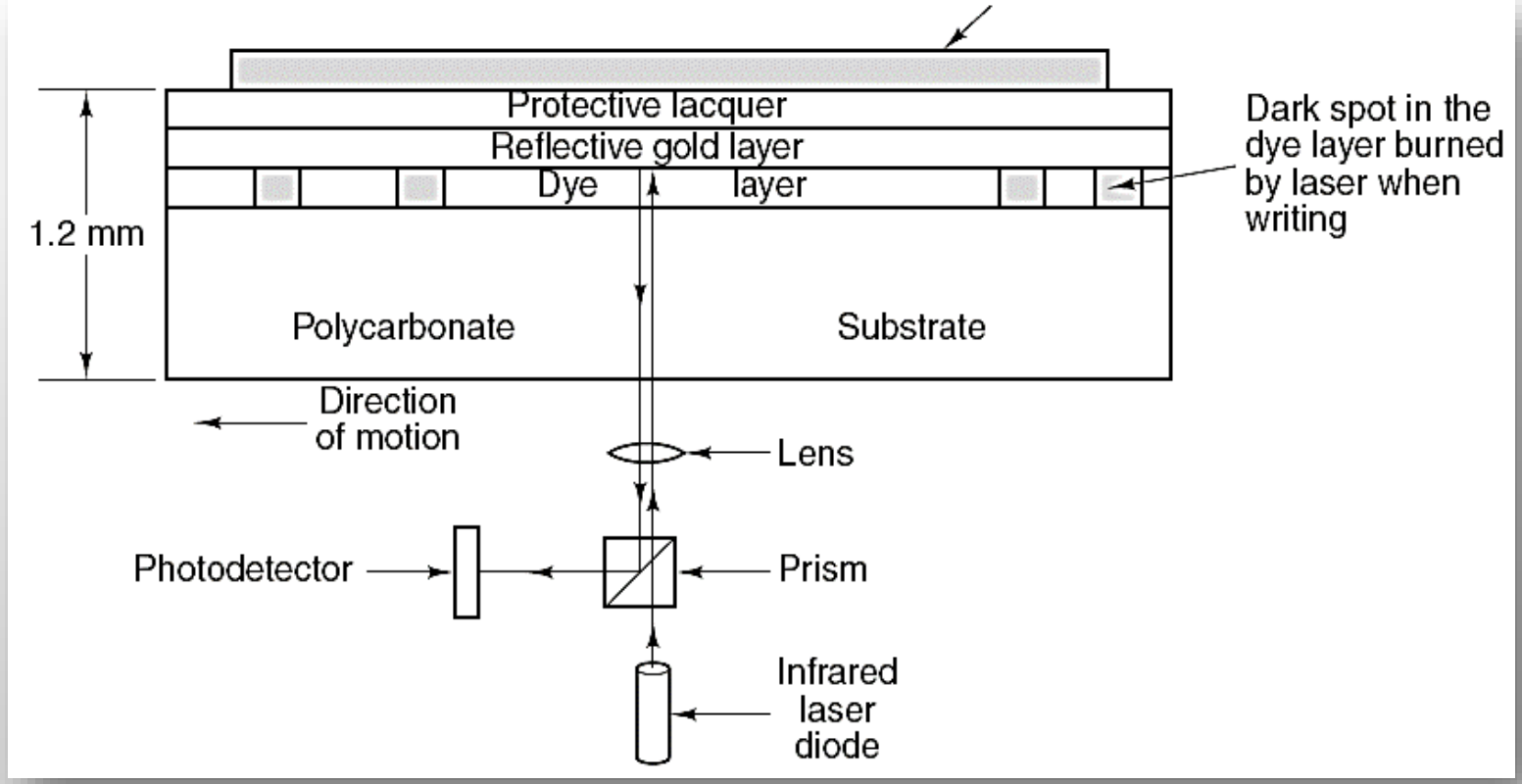
- Sesin yanı sıra veri depolamak için de kullanılır.
- Hata düzeltme kodu (*error correcting code*) sektöre eklenir.
- Her bayt (*8 bit*), *6 bitlik ECC* ile beraber *14 bitlik sembol* ile kodlanır.
- 42 adet sembol bir çerçeve (*frame*) oluşturur.
- 98 adet çerçeve bir *CD-ROM sektörü* oluşturur.

CD-ROM Mantıksal Veri Düzeni



Kaydedilebilir Compact Disk (CD-R)

- CD-R'nin kesiti. CD-ROM'da koruma tabakası yok, altın yerine alüminyum.



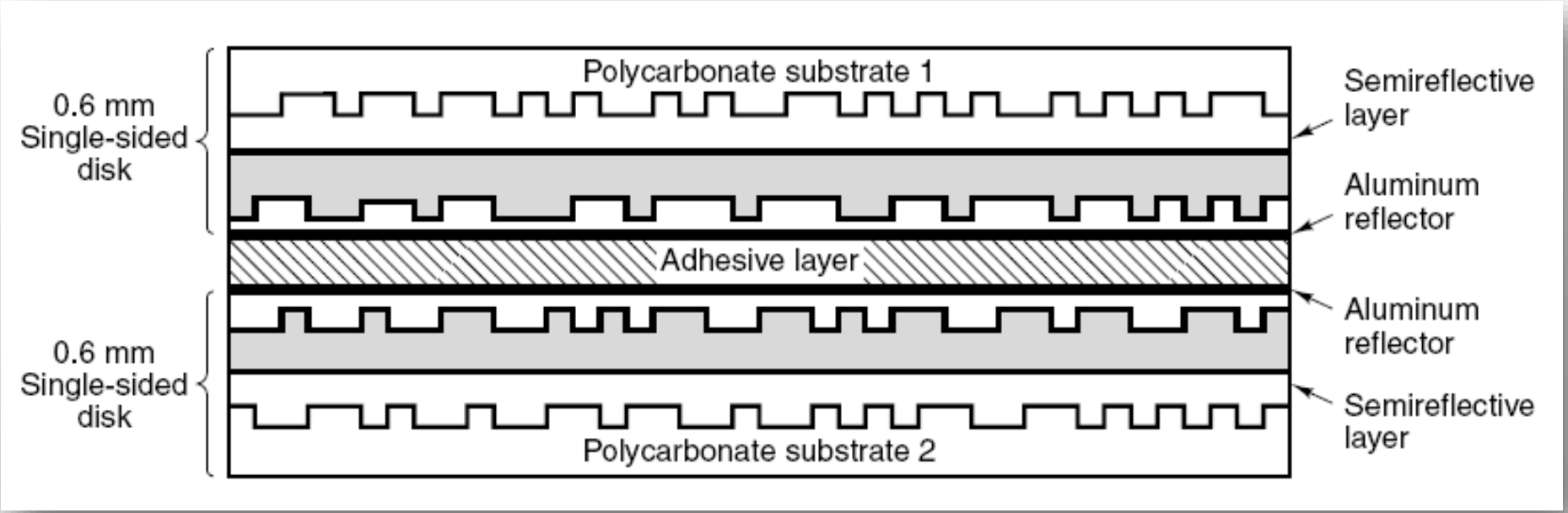
Digital Versatile Disc (Dijital Çok Yönlü Disk)

- **µm:** micron
- Daha küçük çukurları (CD 0.8 µm, DVD 0.4 µm) destekler.
- Daha sıkı bir sarmal (CD 1.6 µm, DVD 0.74 µm).
- Kırmızı lazer (CD 0.78 µm, DVD 0.65 µm).
- DVD'ye standart bir film sığar (133 dakika).
- Hollywood bir diskte daha fazla film istiyor,
  - Bu nedenle 4 farklı format var.

DVD Formatları

- Tek taraflı, tek katmanlı (*4.7 GB*).
- Tek taraflı, çift katmanlı (*8.5 GB*).
- Çift taraflı, tek katmanlı (*9.4 GB*).
- Çift taraflı, çift katmanlı (*17 GB*).

Çift Taraflı Çift Katmanlı DVD Disk



Sabit Disk Formatı

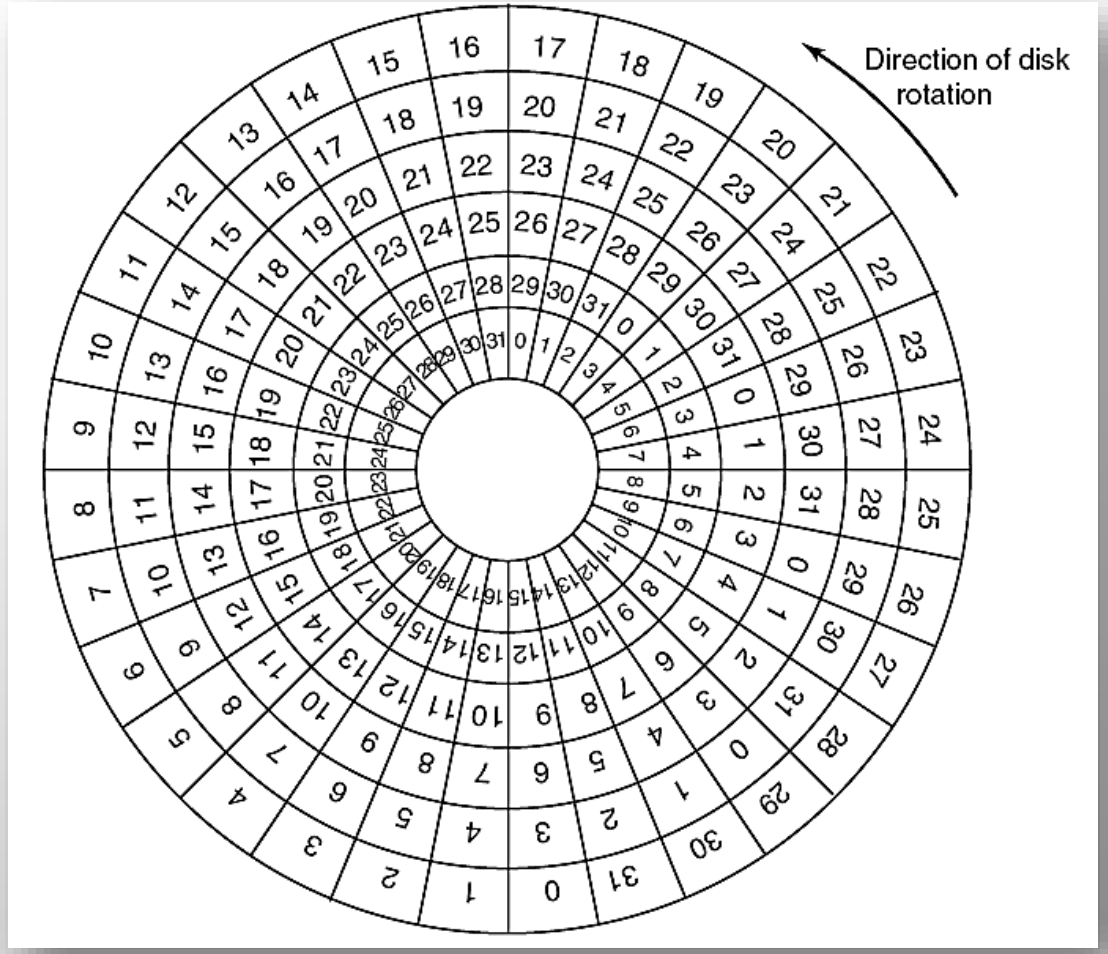
- Düşük seviye format,
  - Yazılım boş diskteki iz (*track*) ve sektörleri (*sector*) yerleştirir.
- Üst düzey format,
  - Bölümler (*partitions*).

Bir Disk Sektörü

- Sektör, temel veri saklama birimidir.
- Genellikle *512 - 4096 bayt* sabit miktarda veri saklar.
- Öncül (*preamble*), sektörünün adresi, durumu gibi bilgileri sağlar.
- ECC, veri yazma ve okuma sırasında oluşacak hataları tespit etmek ve düzeltmek için, sektörlere eklenen bir koddur.

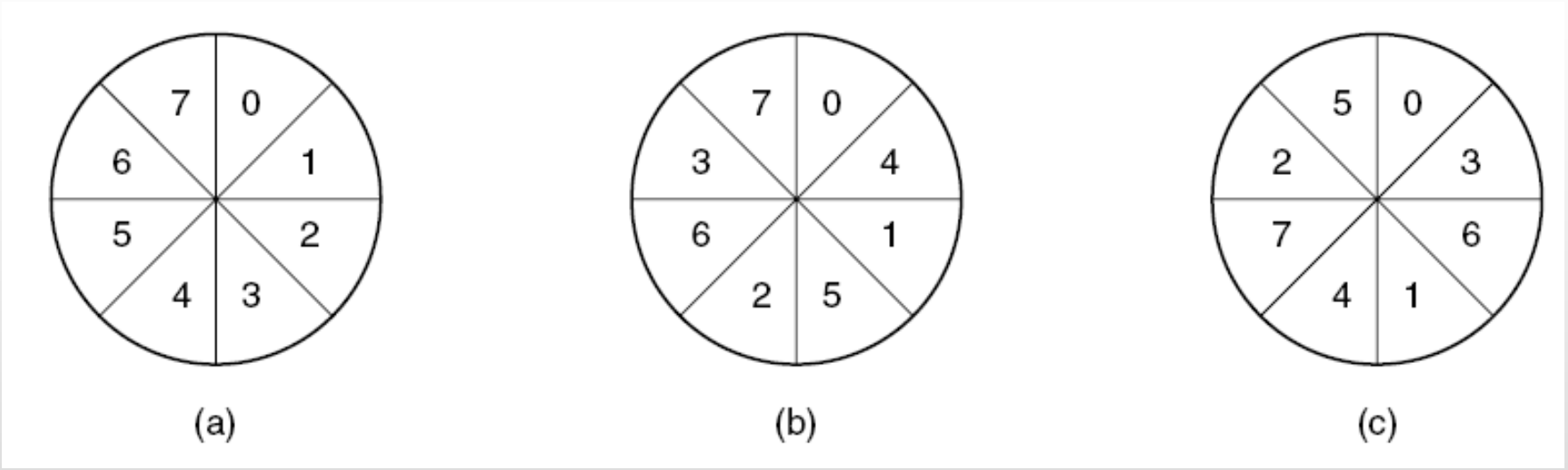
Preamble	Data	ECC

Silindir Eğriliği (Asimetri)



Disk Biçimlendirme

- Serpiştirme (*interleaving*) (a) yok. (b) tek aralıklı. (c) çift aralıklı.



Üst Düzey Format

- *High-level formatting is the process of setting up an empty file system on a disk partition or a logical volume and for PCs, installing a boot sector.*
- Ana önyükleme kaydı (*master boot record*),
  - Diskte bulunan ilk sektördür.
  - Bölüm tablosuna (*partition table*) sahiptir.
- Bölüm: aynı diske birden fazla işletim sistemi yüklenebilmesini sağlar.
  - Önyükleme bloğuna (*boot block*) sahiptir.
  - Disk 4 adet birincil (primary) bölüme sahip olabilir.
  - Önyükleme (*boot*) yapabilmek için aktif olarak seçilmelidir.

Her bir Bölüm için Üst Düzey Format

- Sektör 0'da ana önyükleme kaydı (*master boot record*).
- Bölüm tablosu (*partition table*).
  - Bölümde (*partition*) hangi dosya sisteminin olduğunu gösterir.
  - Önyükleme bloğu (*boot block*) programı.
  - Yönetmek için boş depolama alanı (*biteşlem* veya *boş liste*).
  - Kök dizini (*root*).
  - Boş dosya sistemi (*empty file system*).

Bilgisayara Güç Verildiğinde

- *BIOS*, ana önyükleme kaydını (*MBR*) okur.
- Önyükleme programı hangi bölümün aktif olduğunu belirler.
- Aktif bölümden önyükleme sektörünü (*boot sector*) okur.
- Önyükleme sektörü, ikinci bir önyükleme (*boot*) programı yükler.
- Önyükleme programı, işletim sistemi çekirdeğini yükler ve yürütür.

Disk Kolu Zamanlama Algoritması

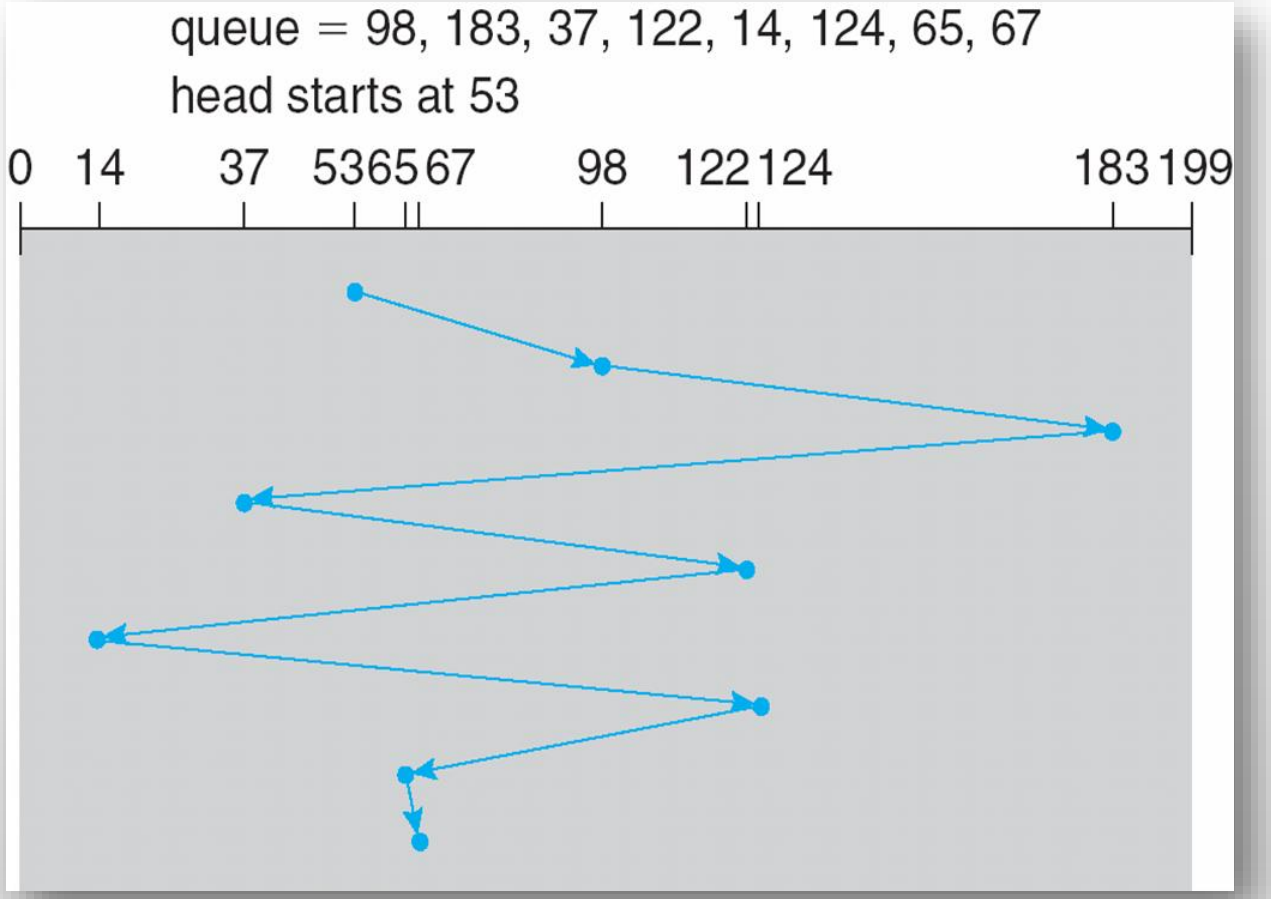
- Disk kafası hareketlerini en aza indirerek, disk gecikmesini azaltır ve disk verimini artırır.
- Arama süresi (*seek time*):
  - Kolun doğru ize ulaşana kadar geçen süre.
- Dönme gecikmesi (*rotational latency*):
  - Okuma kafasının doğru sektöre varması için geçen süre
- Veri transfer süresi (*transfer time*):
  - *access time = seek time + rotational latency.*
- Sürücü isteklerinin listesini tutar (silindir numarası, istek zamanı).
  - Arama süresini optimize etmeye çalışır.

Disk Kolu Zamanlama Algoritması

- FCFS (*first come first served*)
  - İlk gelen ilk hizmet alır.
- SSTF (shortest seek time first)
  - En kısa arama süresi olan ilk hizmet alır.
- SCAN (*Asansör Algoritması*)
- C-SCAN (*Döngüsel (Circular) SCAN*)
- LOOK

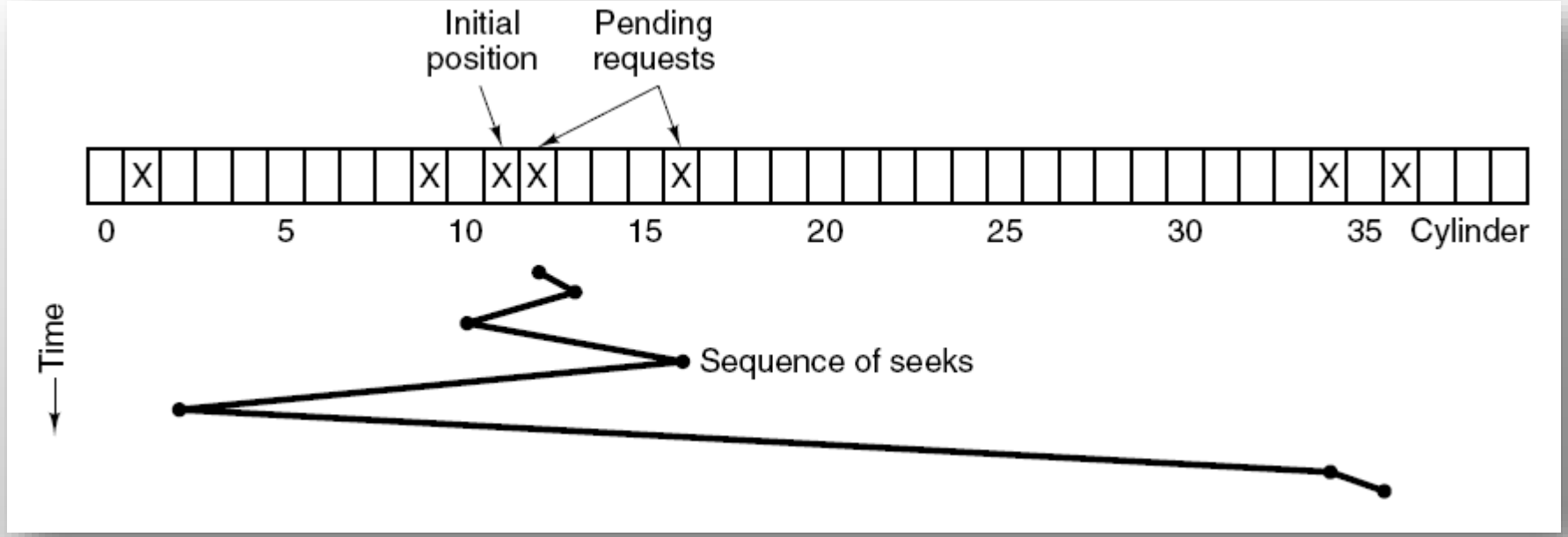
İlk Gelen İlk Hizmet Alır Algoritması

- Toplamda 640 disk silindir hareketi yapılır.



Önce En Kısa Arama Algoritması

- Kafa *11.* silindir üzerinde. Sırasıyla *1,36,16,34,9,12* istekleri gelir.
- *FCFS: 111 (10+35+20+18+25+3)*,
- *SSTF: 61 (1+3+7+15+33+2)* silindir hareketi yapar.

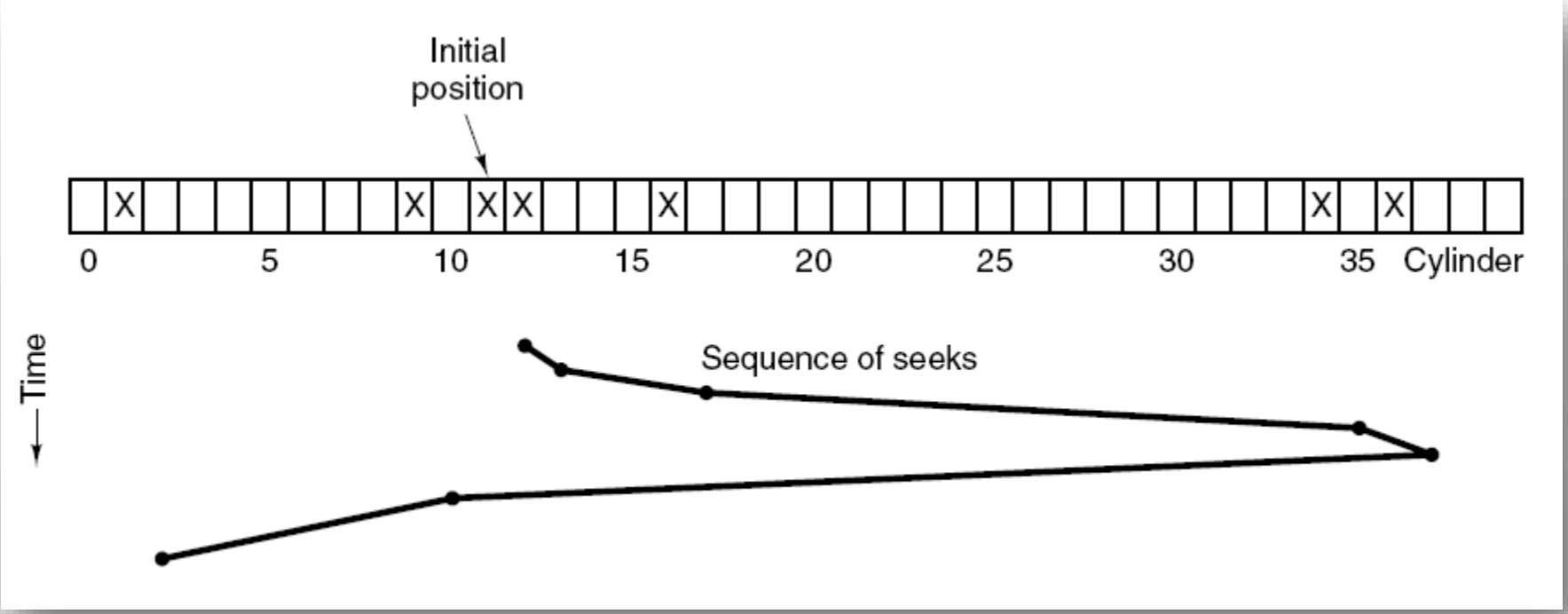


Asansör Algoritması

- Açgözlü (*greedy*) bir algoritma.
- Yoğun kullanımda kafa, diskin bir bölümünde sıkışabilir.
- Talep kalmayana kadar bir yönde devam eder, ardından ters yönde devam eder.
- Gerçek asansörler bu algoritmayı kullanır.
- Önce bir yöne git, sonra ters yönde git.

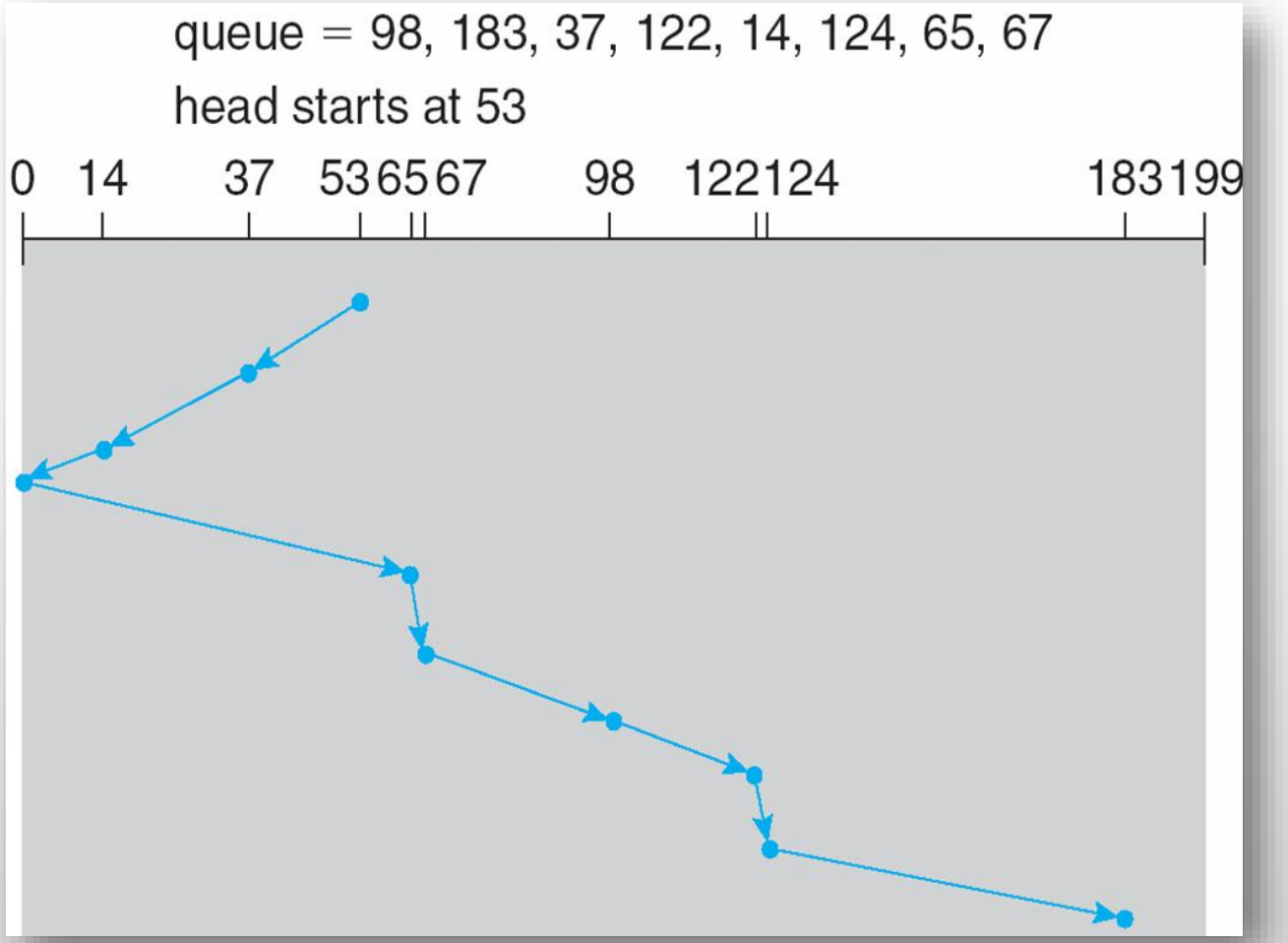
Asansör Algoritması

- Kafa *11.* silindir üzerinde. Sırasıyla *1,36,16,34,9,12* istekleri gelir.
- *SCAN: 60 (1+4+18+2+27+8)* silindir hareketi yapar.



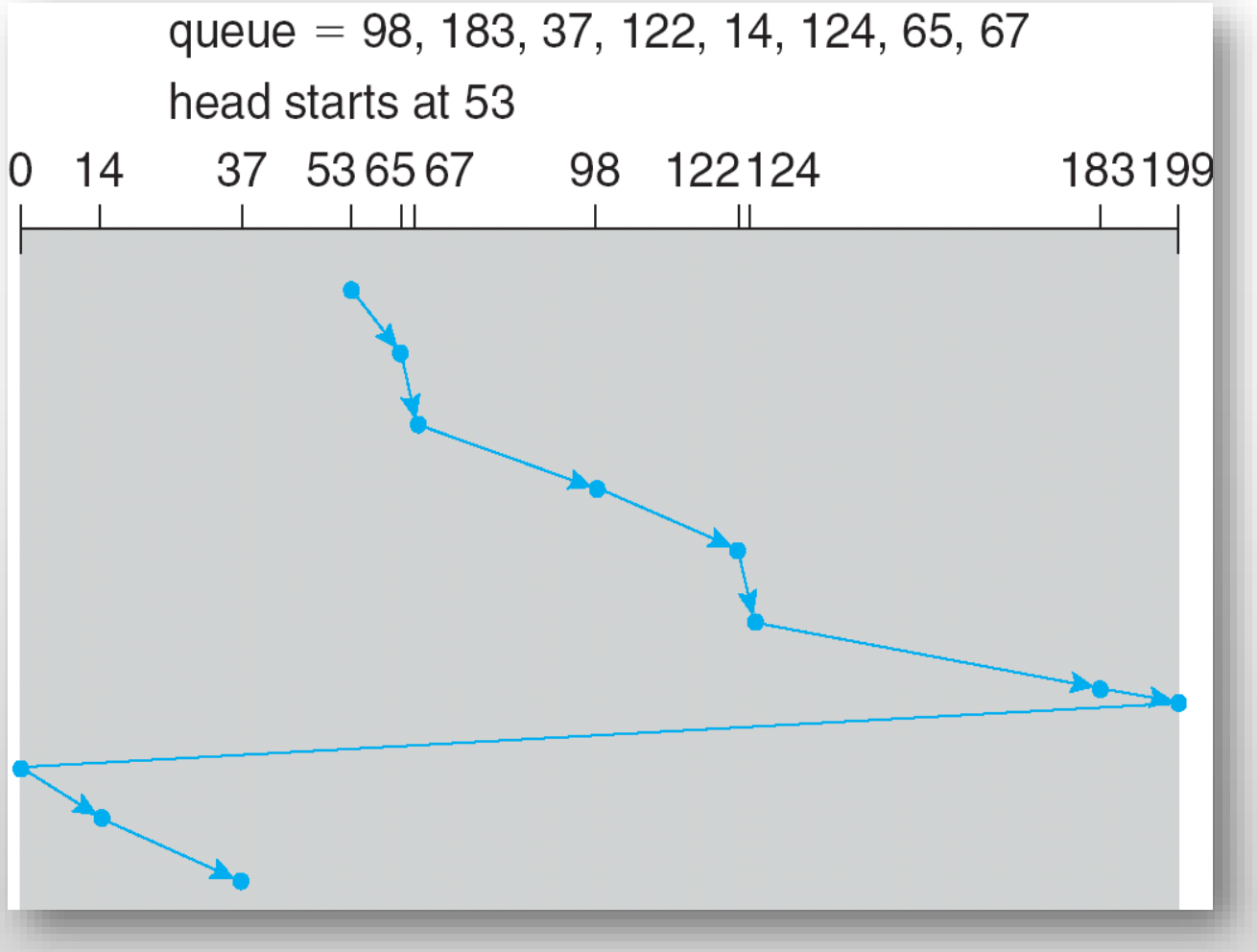
Asansör Algoritması

- Toplamda 208 disk silindir hareketi yapılır.



C-SCAN Algoritması

- SCAN algoritmasına benzer.
- Bir yönde istekler bitince, ters yöne dönmez, en baştan tekrar başlar.



Disk Denetleyici Önbelleği

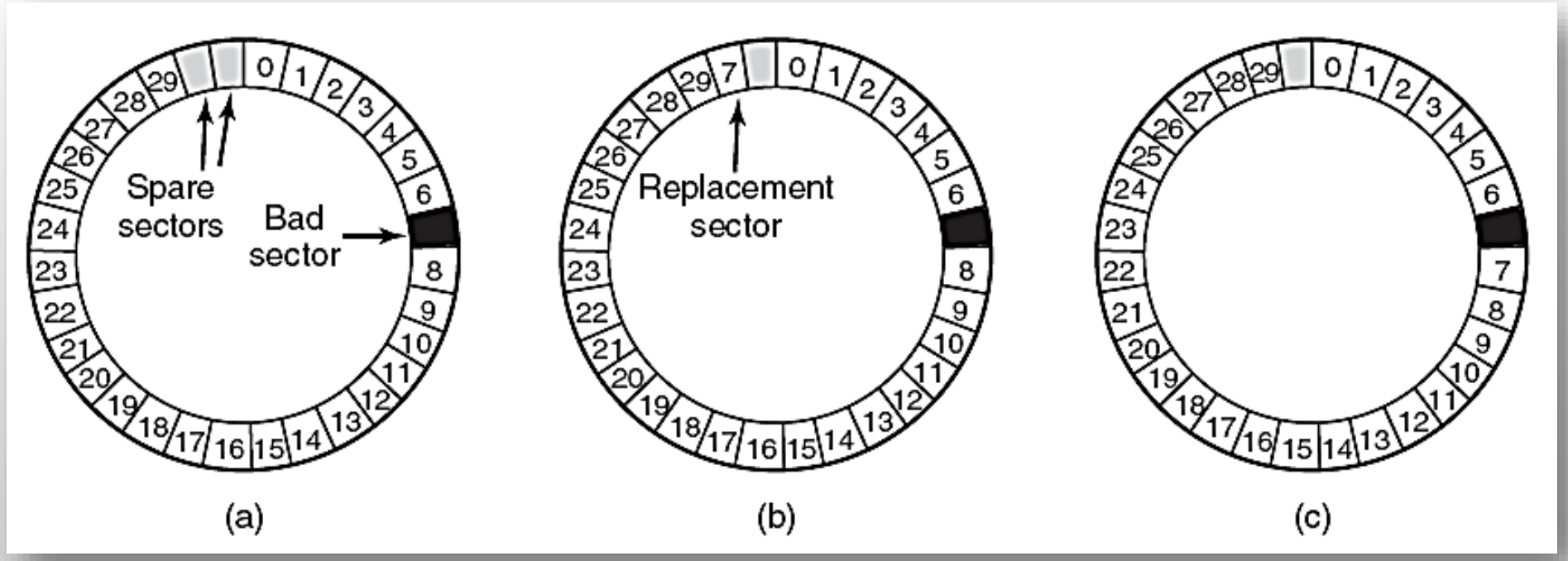
- Disk denetleyicilerinin *kendi önbelleği* vardır.
- Önbellek, işletim sistemi önbelleğinden ayrıdır.
- İşletim sistemi,
  - Blokları diskte bulundukları yerden, bağımsız olarak önbelleğe alır.
- Denetleyici,
  - Okunması kolay olan, o anda disk kafasına yakın olan,
  - Ancak zorunlu olarak talep edilmeyen blokları önbelleğe alır.

Bozuk Sektörler – Denetleyici Yaklaşımı

- Üretim hatası: yazılan veri ile geri okunan veri uyuşmaz.
- Denetleyici ve işletim sistemi bozuk sektörleri ele alır.
- Denetleyici bozuk sektörlerin bir listesini üreticiden sağlar,
  - Bozuk sektörleri, sağlam yedek sektörler ile eşler.
- Denetleyici, bozuk sektörleri disk kullanımda iken fark eder ve eşler.

Bozuk Sektörleri Ele Alma

- (a) Bozuk bir sektöre, iki tane yedek sektöre sahip bir disk izi (*track*).
- (b) Bozuk sektör sağlam bir yedek ile eşlenir.
- (c) Bozuk olan sektör atlanır, diğer sektörler kaydırılır.



Kararlı (Stable) Depolama

- Ya doğru veriler yazılır, ya da eski veriler yerinde kalır.
- Kaybedilemeyecek veriler için gereklidir.
- Özdeş diskler kullanılarak kararlı depolama:
  - Kararlı yazma,
  - Kararlı okuma,
  - Çökmeden kurtarma (*crash recovery*).
  - *RAID* bozulacak sektörlere karşı koruma sağlayabilir.
  - Yazma sırasında çökmelere karşı koruma sağlayamaz.

Varsayımlar

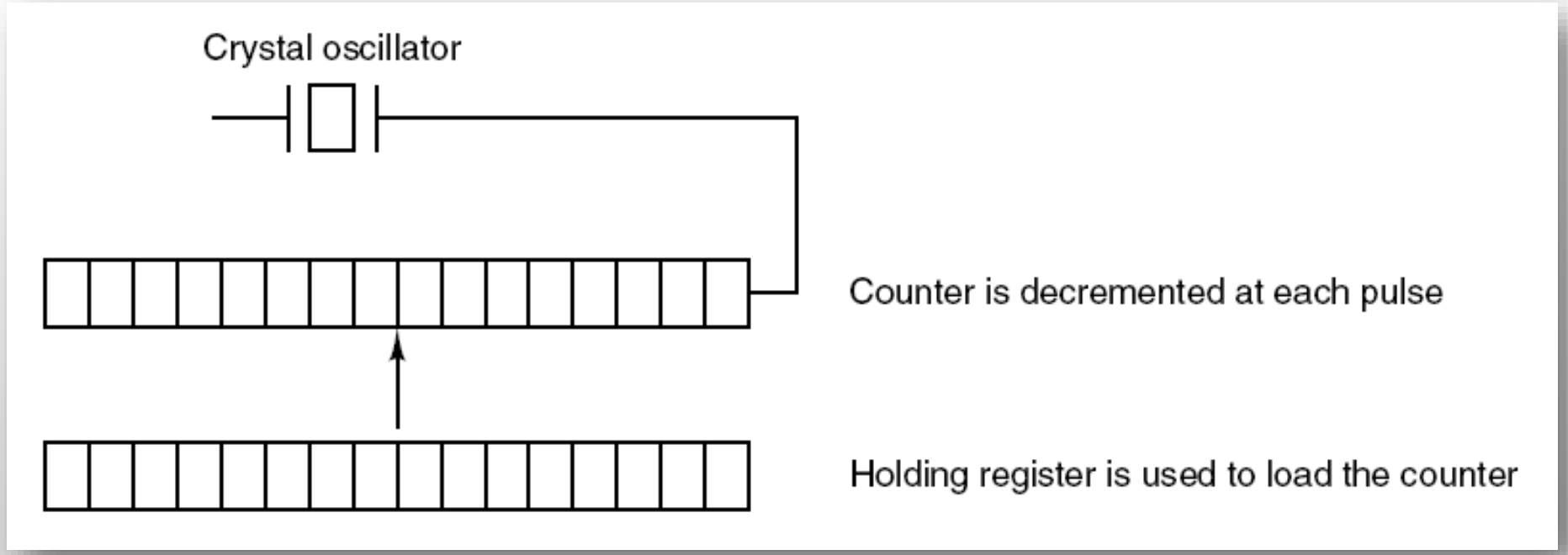
- İki farklı diskte hatalı veri bulunma olasılığı ihmal edilebilir düzeydedir.
- CPU hatası olursa, devam eden yazma işlemi durur.
- Hatalı veriler, okuma işlemi sırasında *ECC* ile tespit edilebilir.

Fikir ve İşlemler

- 2 tane özdeş disk kullanılır.
- **Kararlı yazma**: yaz, oku, karşılaştır.
  - Başarılı ise ikinci diske yaz. Başarısız ise, *n* defa dene.
  - Hala başarısız ise, başarılı olana kadar yedek sektörleri kullan.
  - Ardından ikinci diske yaz.
- **Kararlı okuma**: doğru *ECC* elde edene kadar birinci diskten *n* defa oku.
  - Aksi takdirde ikinci diskten oku.
- **Hatadan kurtarma**: iki diskten de oku ve karşılaştır.
  - Bir blokta *ECC* hatası varsa, üzerine doğru bloğu yaz.
  - İkisinde de *ECC* hatası yoksa, birini seç.

Programlanabilir Saat (Clock)

- Bir yazmaçta sayaç değeri tutulur.
- Sayaç her bir salınım üreteci (*oscillator*) darbesinde bir azaltılır.

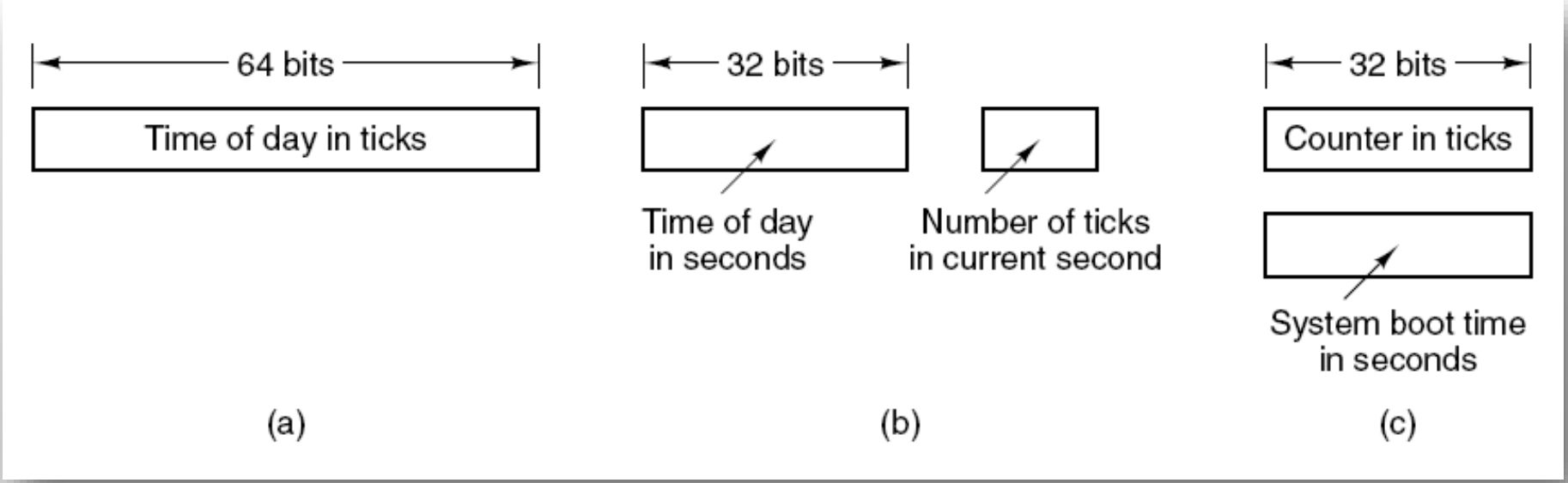


Bir Saat (Clock) Sürücüsünün Görevleri

- Günün saatini sürdürür (*maintain*).
- Süreçlerin izin verilen süreden daha uzun çalışmasını önler.
- CPU kullanımını hesaplar.
- Süreçler tarafından yapılan *alarm()* sistem çağrısını ele alır.
- Bekçi (*watchdog*) uygulaması için zamanlayıcılar (*timers*) sağlar.

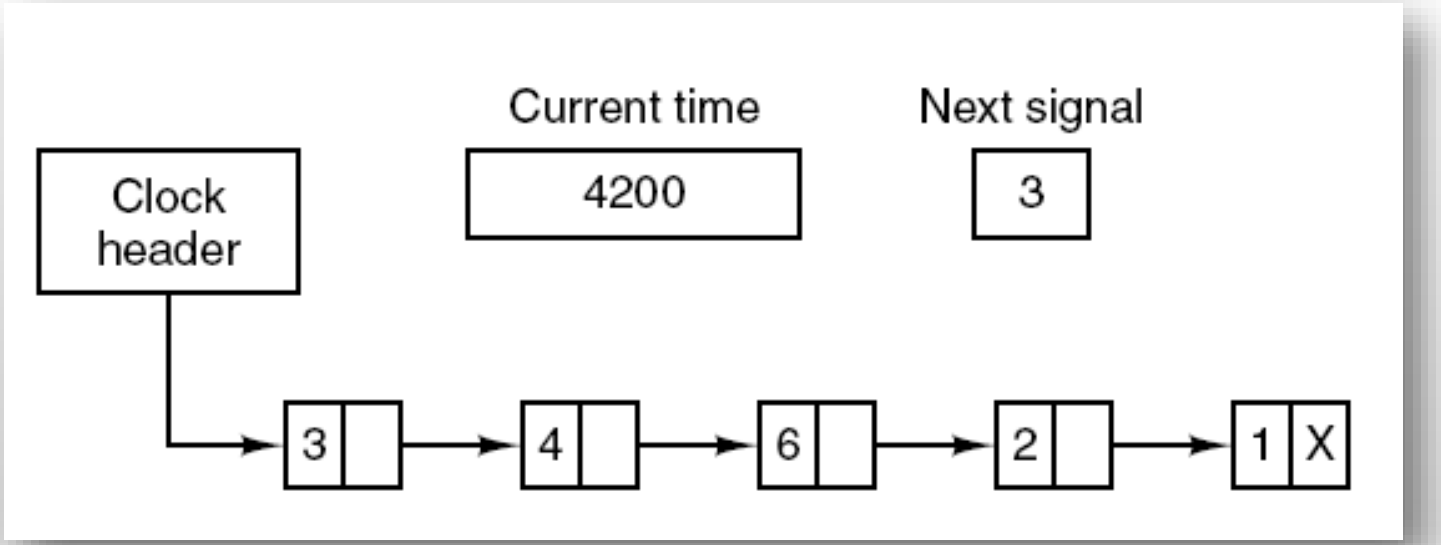
Saat Yazılımı

- Günün saati üç yolla saklanabilir. (a) *64 bitlik* yazmaçta tık (*tick*) sayısı tutulur. (b) *32 bitlik* yazmaçta saniye bilgisi, ayrı bir *32 bitlik* yazmaçta tık (*tick*) sayısı tutulur. (c) *32 bitlik* yazmaçta tık (*tick*) sayısı, ayrı bir *32 bitlik* yazmaçta sistem ayağa kalkma zamanı tutulur.



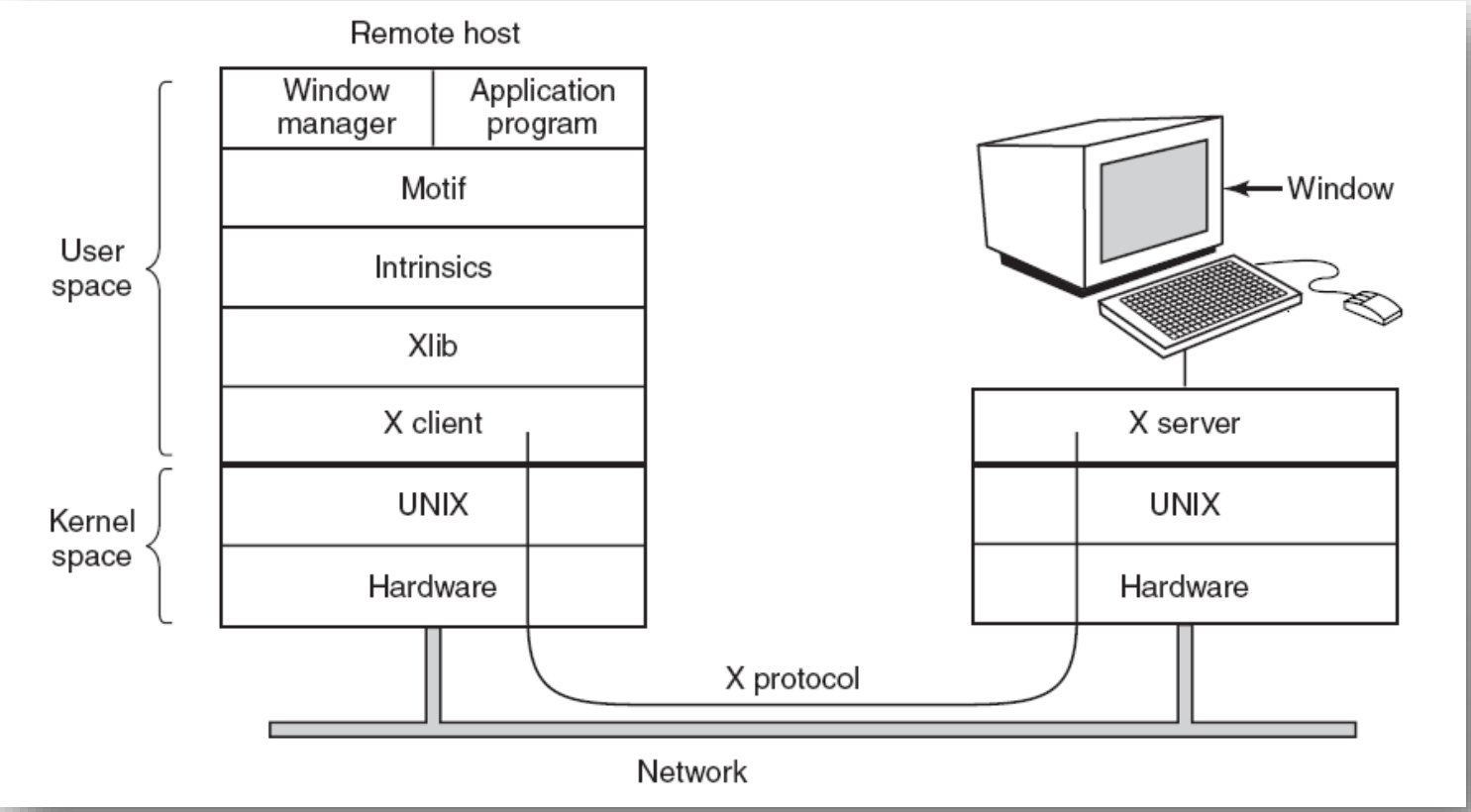
Saat Yazılımı

- Tek saat (*clock*) ile birden çok zamanlayıcı (*timer*) kullanılabilir.



X Pencere Sistemi

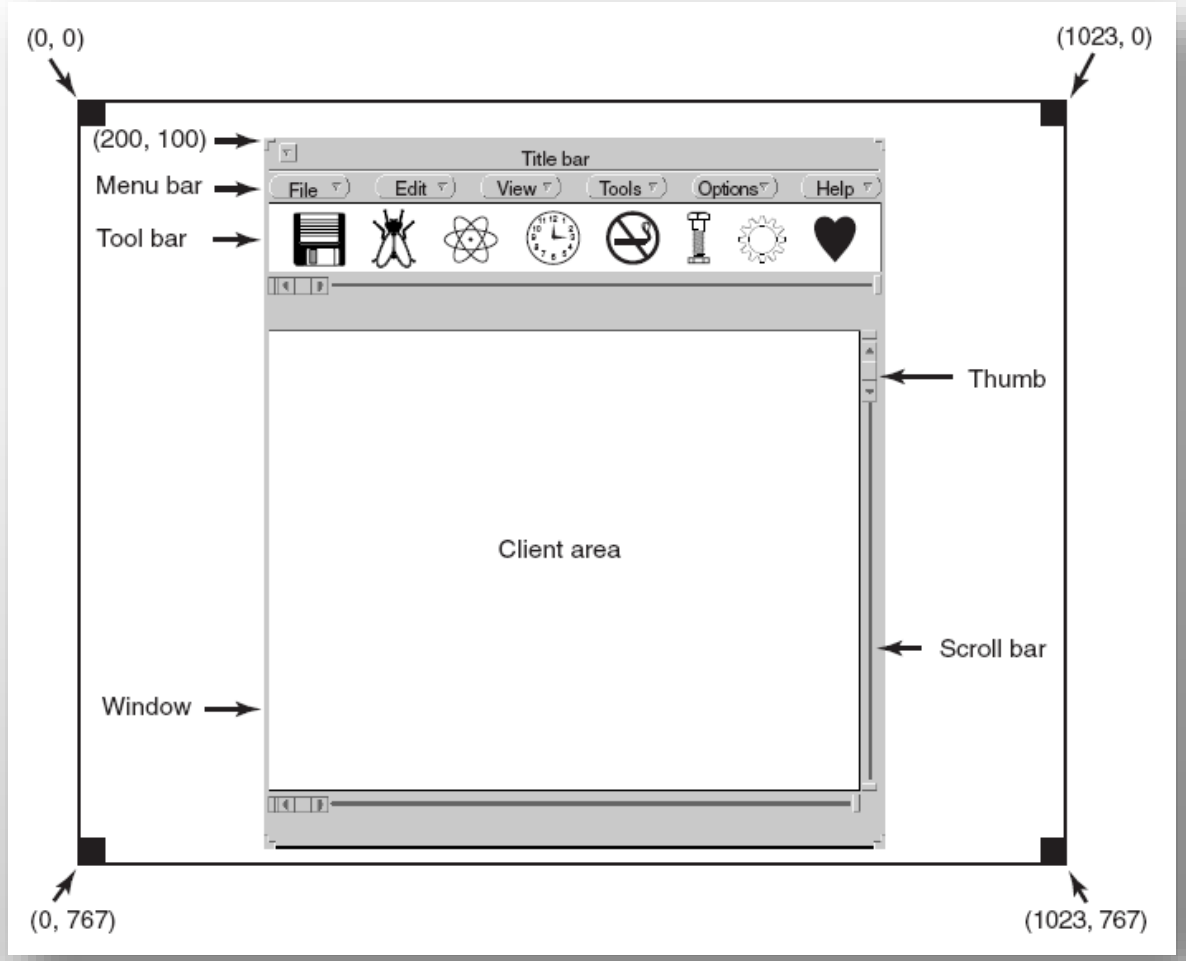
- X Pencere (*window*) sisteminde istemci ve sunucular.



X Pencere Sistemi

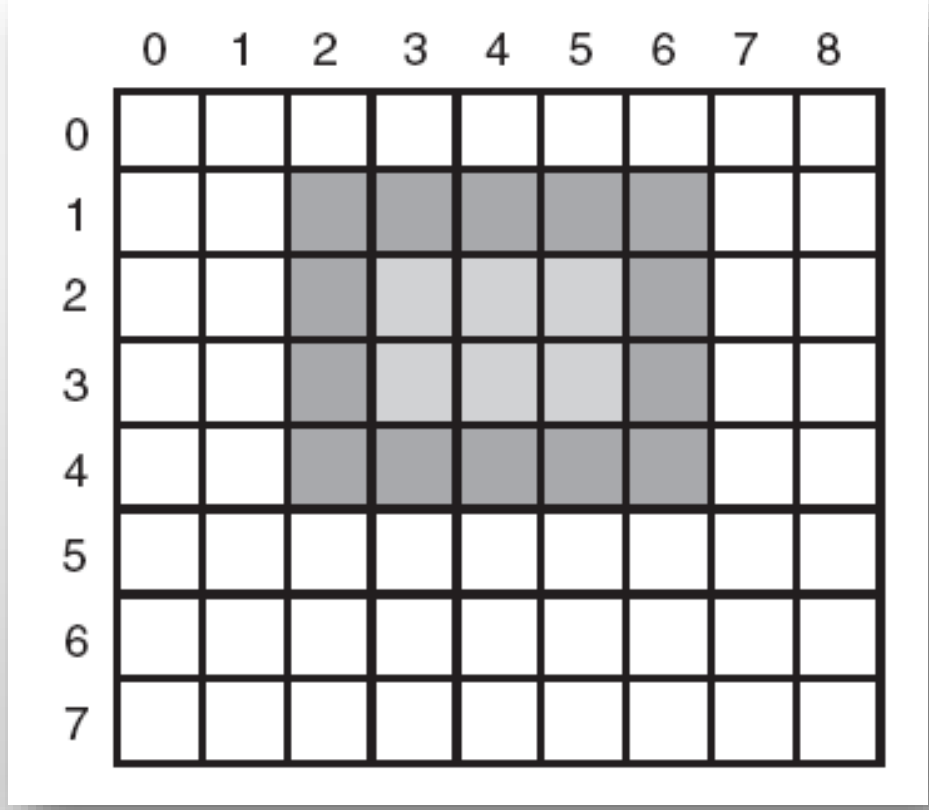
- İstemci ve sunucu arasındaki mesaj türleri:
  - Programdan iş istasyonuna çizim komutları.
  - Program sorgularına iş istasyonu tarafından yanıtlar.
  - Klavye, fare ve diğer etkinlik bildirimleri.
  - Hata mesajları.

Kullanıcı Ara Yüzü (Örnek Pencere)



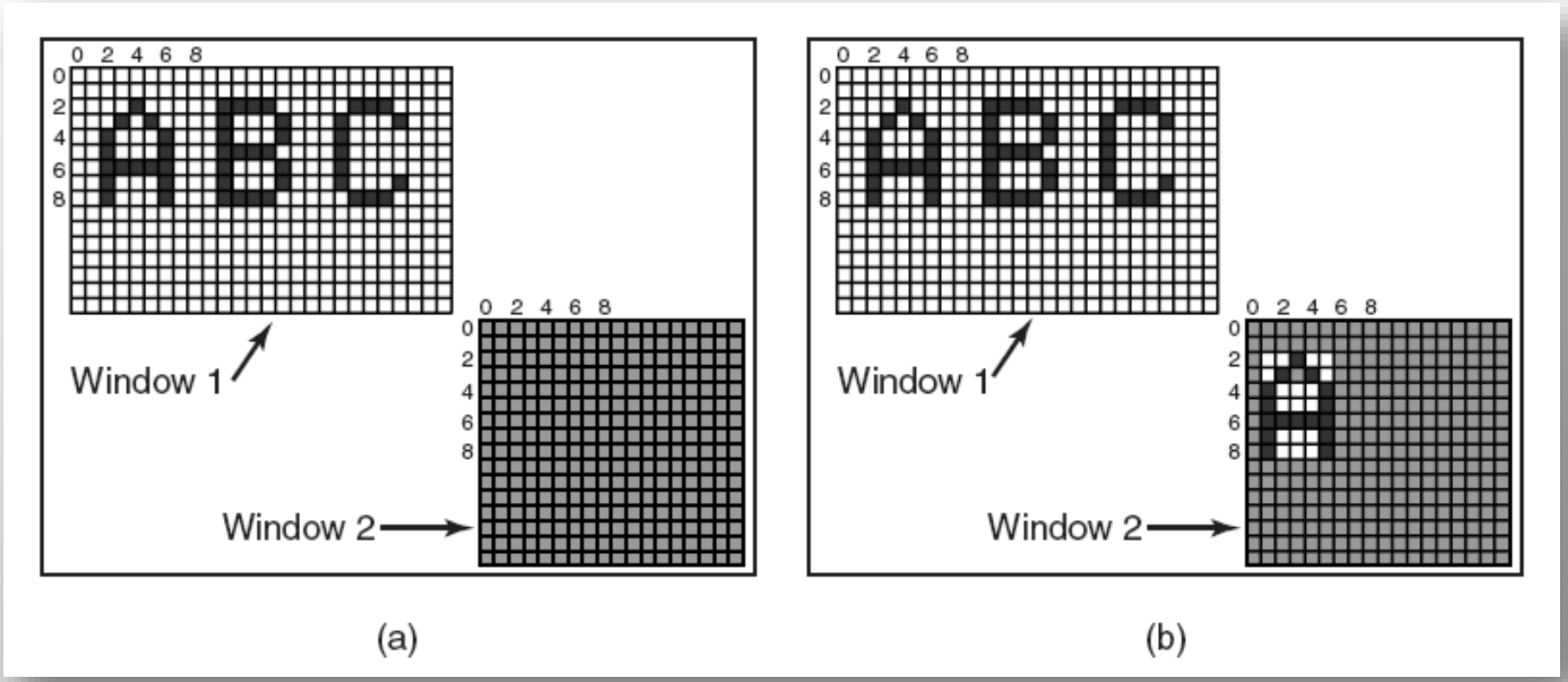
Biteşlem (Bitmap)

- Her kutu bir *pikseli* temsil eder.



Biteşlem

- *BitBlt* kullanarak bit eşlemleri. (a) önce. (b) sonra.



Biteşlem

- Farklı nokta boyutlarında (*point size*) karakter ana hatları.

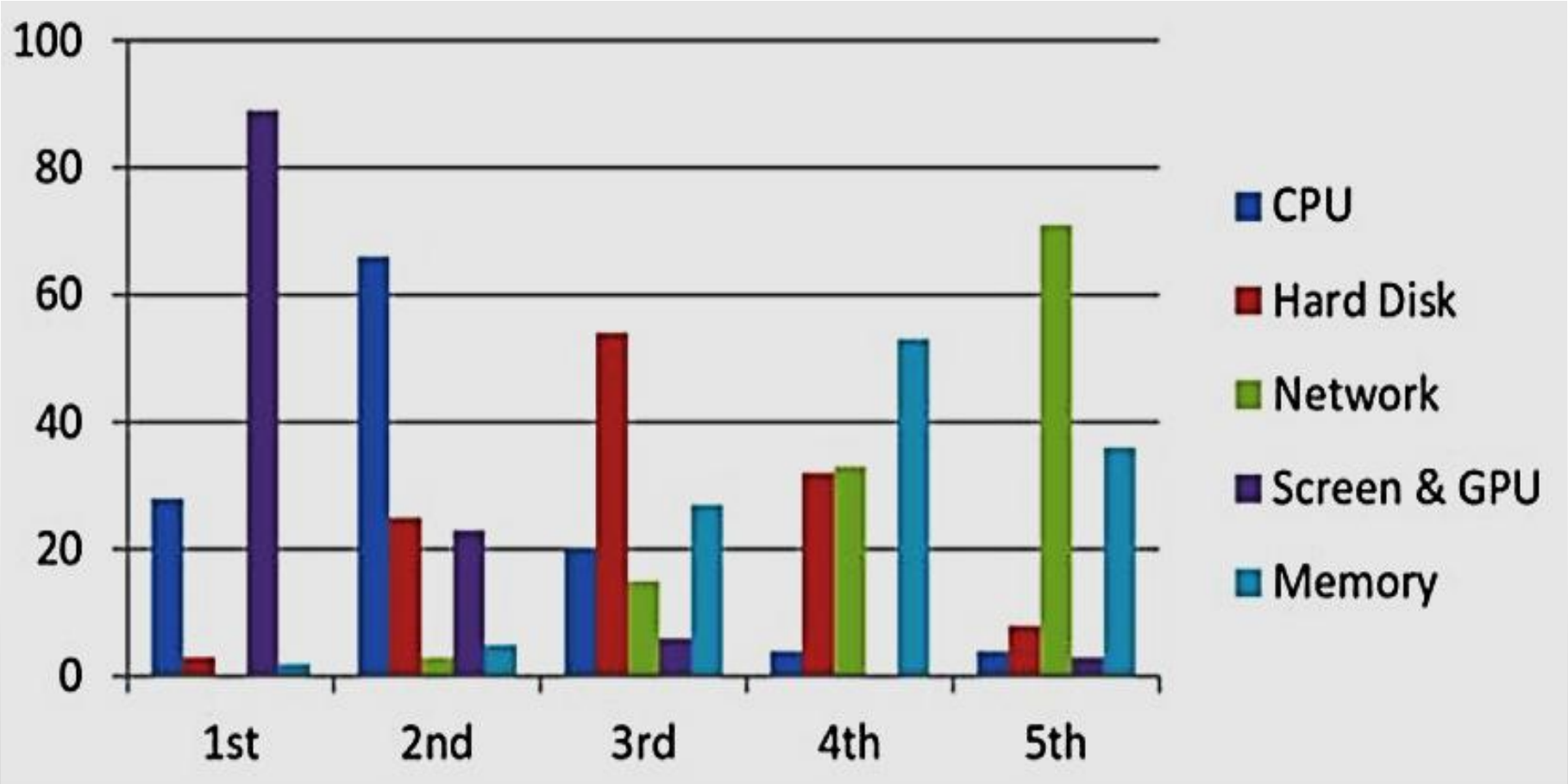
İnce İstemciler (Thin Clients)

- İnce istemci protokolü, bir istemcinin uzak bir sunucudaki kaynaklara erişmesine izin verir.
- İstemci ile sunucu arasında,
  - Düşük bant genişliğine sahip,
  - Düşük gecikmeli bir bağlantı sağlar.
- Kısıtlı kaynağa sahip, düşük performanslı ortamlar için ideal.
- Düşük maliyetli, az bakım gerektiren bir çözüm sağlar.

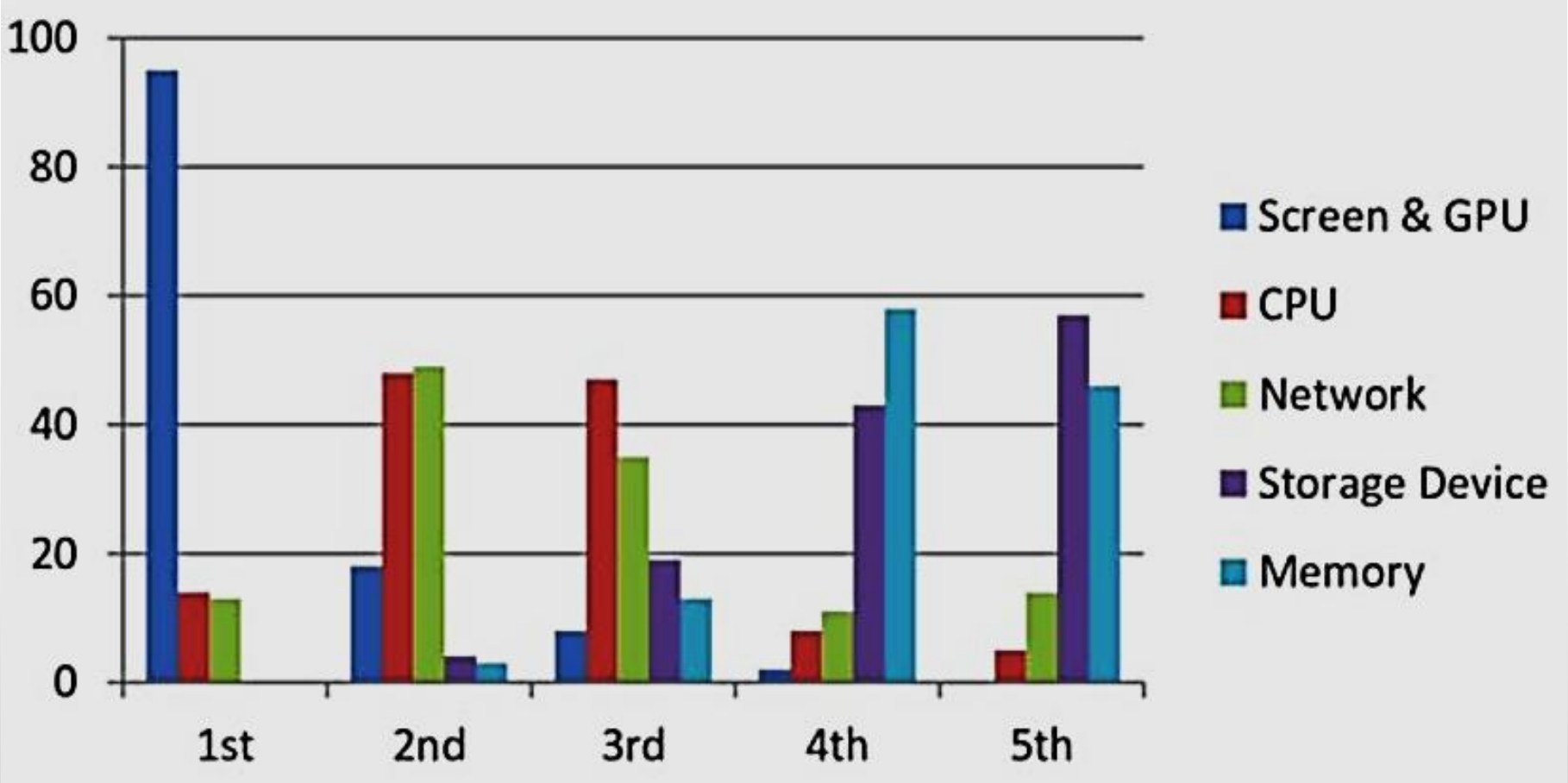
THINC (Thin Client) Protokolü

Komut	Açıklama
RAW	Verilen pozisyonun ham piksel verilerini görüntüler.
COPY	Çerçeve arabellek alanını belirtilen koordinatlara kopyalar.
SFILL	Bir alanı verilen piksel renk değeriyle doldurur.
PFILL	Bir alanı verilen piksel deseniyle doldurur.
BITMAP	Bit eşlem görüntüsü kullanarak bir alanı doldurur.

Masaüstü Aygıtların Güç Tüketimi



Dizüstü Aygıtların Güç Tüketimi



SON