

İşletim Sistemleri

Girdi - Çıktı işlemleri

Emir ÖZTÜRK

İşletim Sistemleri

IO

- İşlemler, adres uzayları ve dosyalarda olduğu gibi girdi çıktı işlemlerinde de soyutlama gerekir
- Cihazlara komut gönderme, kesme yakalama, hata yakalama gibi işlemlerin üstlenmesi gerekir
- Arayüz mümkünse her cihaz için aynı olmalı
 - Cihaz bağımsızlığı

İşletim Sistemleri

IO

- IO cihazları blok ve karakter cihazları olarak ikiye ayrılabilir
- Blok cihazlarda
 - Blok boyutu 512-65536
 - Bloklar bağımsız okunabilir
 - HDD- SSD
- Karakter cihazlarda
 - Karakter akışı olarak veri gelir
 - Adreslenebilir değildir, gözetme (seek) bulunmaz

İşletim Sistemleri

IO

- Bu ayrıma uymayan cihazlar da bulunmaktadır
- Saat (clock)
 - Adreslenebilir değil
 - Karakter akışı almaz veya döndürmez
 - Yalnızca belirli aralıklarla kesme gönderir
- Dokunmatik ekranlar
- Yine de böyle bir grupta bir çok cihaz için geçerli olduğundan bu genelleştirme işletim sisteminin geliştirilmesi aşamasında kullanılabilir

İşletim Sistemleri

IO

- Cihazların belirli bir grubu mekanik ve elektronik iki parça içerir
- Elektronik kısım kontrolör (controller) olarak adlandırılır
- Cihaz ile kontrolör arasında bir arayüz bulunmaktadır

Device	Data rate
Keyboard	10 b/s
Mouse	100 b/s
56K modem	7 kb/s
Bluetooth 5 BLE	256 kb/s
Scanner 300 dpi	1 mb/s
Digital video recorder	3.5 mb/s
802.11n Wireless	37.5 mb/s
USB 2.0	60 mb/sn
16x Blu-ray disc	72 mb/sn
Gigabit Ethernet	125 mb/sn
SATA 3 disk drive	600 mb/sn
USB 3.0	625 mb/sn
Single-lane PCIe 3.0 bus	985 mb/s
802.11ax Wireless	1.25 gb/s
PCIe Gen 3.0 NVMe M.2 SSD	3.5 gb/s
USB 4.0	5 gb/s
PCI Express 6.0	126 gb/s

İşletim Sistemleri

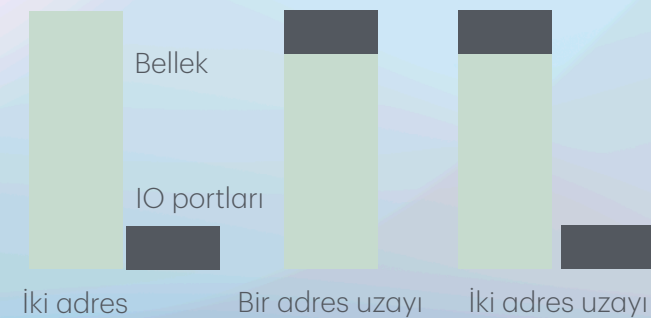
Bellek haritalamalı IO

- Her kontrolör cpu ile haberleşmek için register'lar içerir
- İşletim sistemi bu register'lar üzerinden cihaz ile haberleşir
- Bunun dışında cihazlarda işletim sisteminin okuyup yazabileceği buffer alanları da bulunmaktadır
- Bu alanlar farklı şekilde tanımlanabilirler

İşletim Sistemleri

Bellek haritalı IO

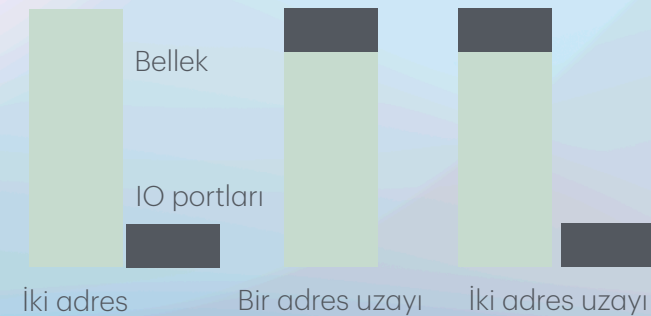
- Port uzayı açılıp bellekten bağımsız yapılabilir
 - Yalnızca işletim sistemi erişebilir
 - Komutlar (assembly) farklı olmalı
- Bu register değerleri kullanılmayan bir bellek alanında yer alabilir
 - Memory mapped IO
- İkisinin hibrit kullanıldığı bir yöntem olabilir
 - x86



İşletim Sistemleri

Bellek haritalamalı IO - Avantajlar

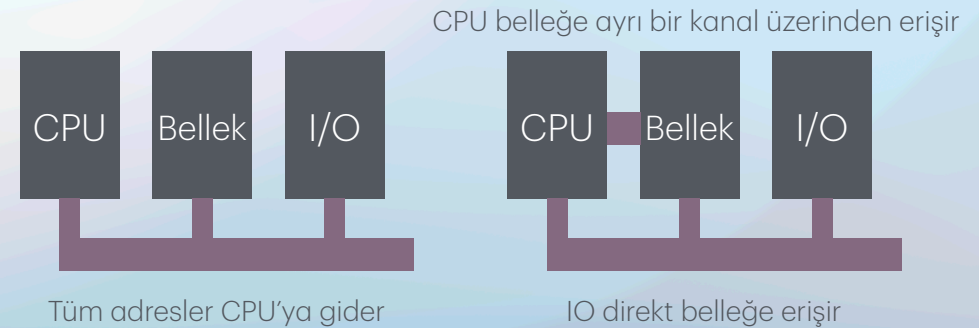
- Bellek haritalaması ile herhangi bir programlama dili kullanılarak standart bellek erişimi ile cihaz registerlarına erişim sağlanabilir
- Ayrıca bir koruma mekanizmasına gerek duyulmaz. İşletim sistemi bellekte bunu üstlenmiş bulunmaktadır
- Ortak bir assembly



İşletim Sistemleri

Bellek haritalamalı IO - Dezavantajlar

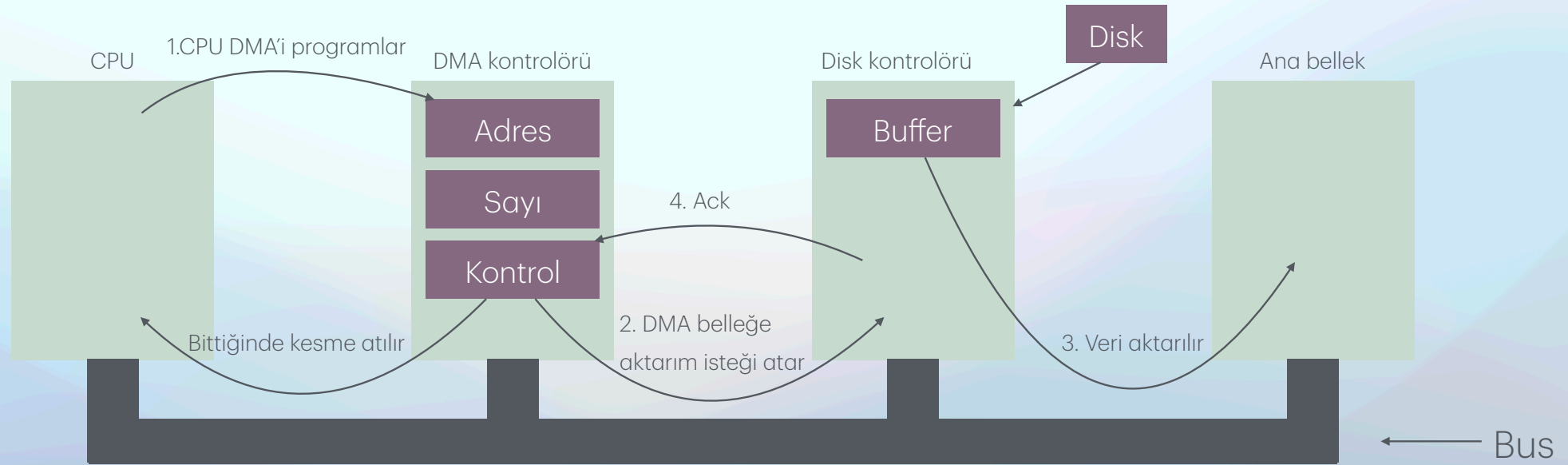
- Bir çok işletim sistemi bellek alanını tekrar erişim maliyetinden kurtulmak için yedekler (caching)
- Bu durumda cihazdaki güncel veri yerine eski veriye erişilecektir
- Bellekte hangi alanlara cevap verileceğini io cihazlarının takip etmesi gerekir
- Bunun yerine CPU bellek arası daha hızlı bir yol eklenerek bus'ın daha yavaş bir io cihazı ile meşgul olması engellenebilir



İşletim Sistemleri

Direkt bellek erişimi

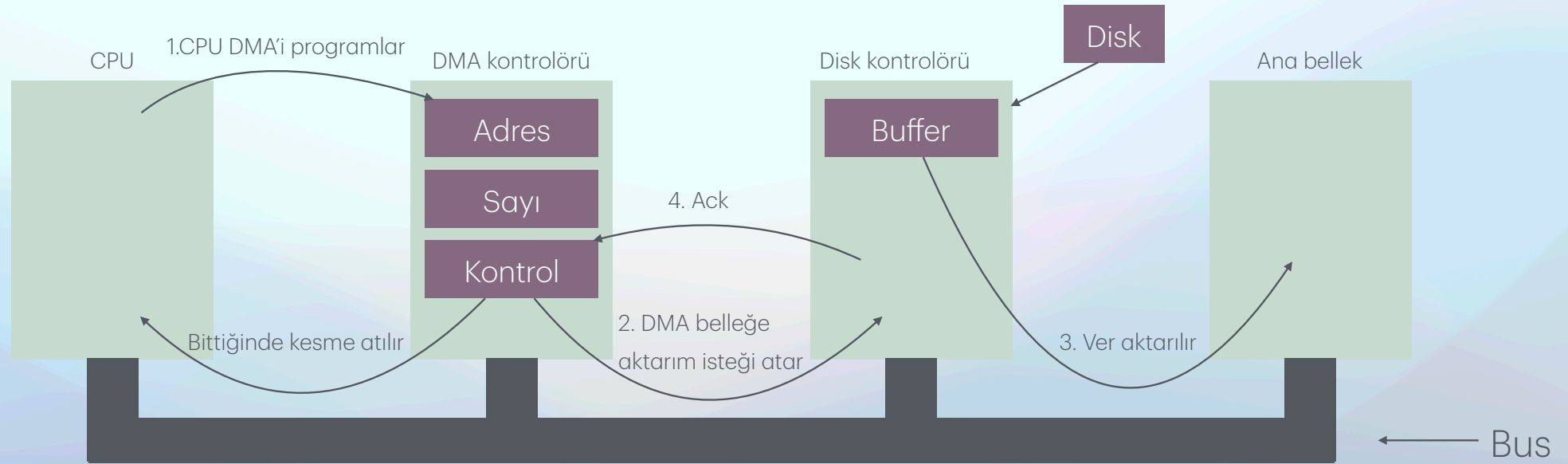
- DMA olmadığı durumda CPU kontrolörden veriyi okuyup belleğe aktarmalıdır
- DMA kontrolörü olduğunda CPU DMA kontrolörüne bildirimde bulunur ve aktarım işi DMA üzerinden gerçekleştirilir



İşletim Sistemleri

Direkt bellek erişimi

- Birden fazla DMA kontrolörü olması mümkündür
- IO cihazı darboğaz oluşturmuyorsa CPU bu işlemi daha hızlı yapacağından DMA kullanılmayabilir



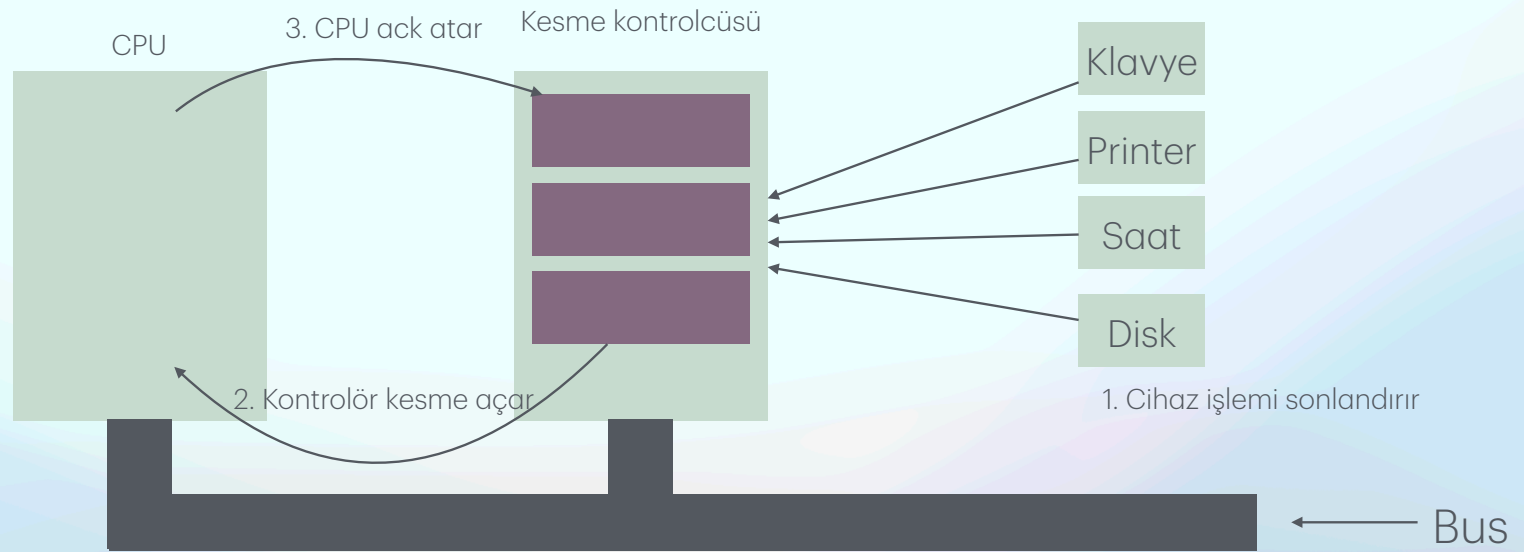
İşletim Sistemleri

Kesmeler

- Interrupt, trap, exception, fault ...
- Farklı şekilde tetiklenseler de benzer şekilde işlenirler
- Bu aşamada kontrollü (cihazın istediği) kesmeler irdenelenmektedir
- Cihaz işini bitirdiğinde kesme atar
- Birden fazla kesme durumunda kararı anakart üzerindeki kontrolör yönetir
- Tek kesme olduğunda direkt işleme alınır

İşletim Sistemleri

Kesmeler



İşletim Sistemleri

Kesmeler

- Bir kesme yapıldığında bir işlemin instruction'ları sıraları bozulmuş bir şekilde çalıştırılıyor olabilir (optimizasyon)
- Kesme geldiğinde makinenin tanımlı bir durumda olmasına precise interrupt adı verilir
- Böyle bir durumda 4 koşul sağlanmalıdır
 - PC (Program counter) saklanmalıdır
 - PC'den önceki tüm instruction'lar bitirilmiş olmalıdır
 - PC'den sonraki hiçbir instruction bitmemelidir
 - PC'nin gösterdiği instruction'ın durumu bilinmelidir

İşletim Sistemleri

Kesmeler

- PC'den sonra yapılmış tüm değişiklikler iptal edilebilmelidir
- Bu da yapılan tüm değişikliklerin olmamış gibi geri alınabilmesidir
- Buna transient execution adı verilir
- Yeni nesil mimarilerde optimizasyon amaçlı tahmini instruction'lar oluşturulabilir
- Örneğin 50 kere true gelen bir if için 51. aşamada hız kazanmak adına true branch'i çalışacakmışçasına instructionlar hazırlanabilir
- False gelme durumunda ise bunların olmamış gibi geri alınabilmesi gerekir (transient)

İşletim Sistemleri

Kesmeler

- Precise ve imprecise kesmeler

PC →

Çalışmadı	332
Çalışmadı	328
Çalışmadı	324
Çalışmadı	320
Çalıştı	316
Çalıştı	312
Çalıştı	308
Çalıştı	304

Çalışmadı	332
%10 çalıştı	328
%40 çalıştı	324
%35 çalıştı	320
%20 çalıştı	316
%60 çalıştı	312
%80 çalıştı	308
Çalıştı	304

← PC

İşletim Sistemleri

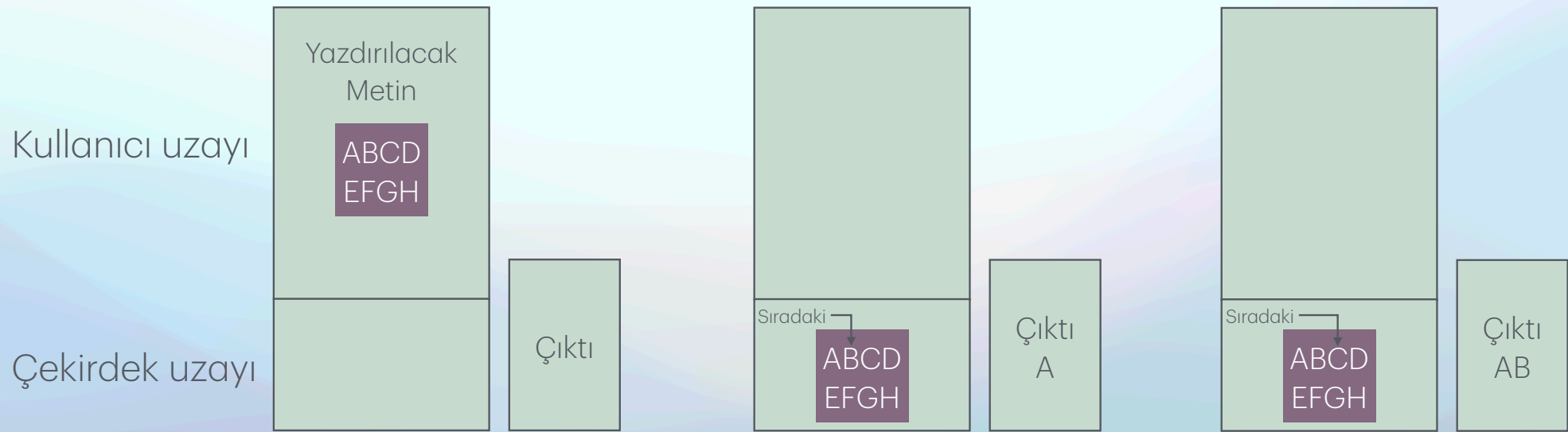
Programlanmış IO

- IO işlemi CPU üzerinden, interrupt ile ve DMA yolu ile gerçekleştirilebilir
- Tüm IO işinin CPU üzerinde yapılmasına programlanmış girdi çıktı adı verilir

İşletim Sistemleri

Programlanmış IO

- Örneğin bir yazdırma işinde öncelikle yazılacak string bir buffer alanına doldurulur
- Daha sonra bu buffer çekirdek alanına kopyalanır ve bu alanda karakter karakter buffer'dan yazıcının register'larına aktarım işi gerçekleştirilir



İşletim Sistemleri

Kesme yönetimli IO

- CPU böyle bir durumda çıktıyı hazırlayıp yazıcıya iletmeye başlar
- Yazıcı meşgul olduğunda CPU başka bir işleme verilir
- Yazıcı hazır olduğunda bir kesme ile tekrar CPU'yu devralmak ister

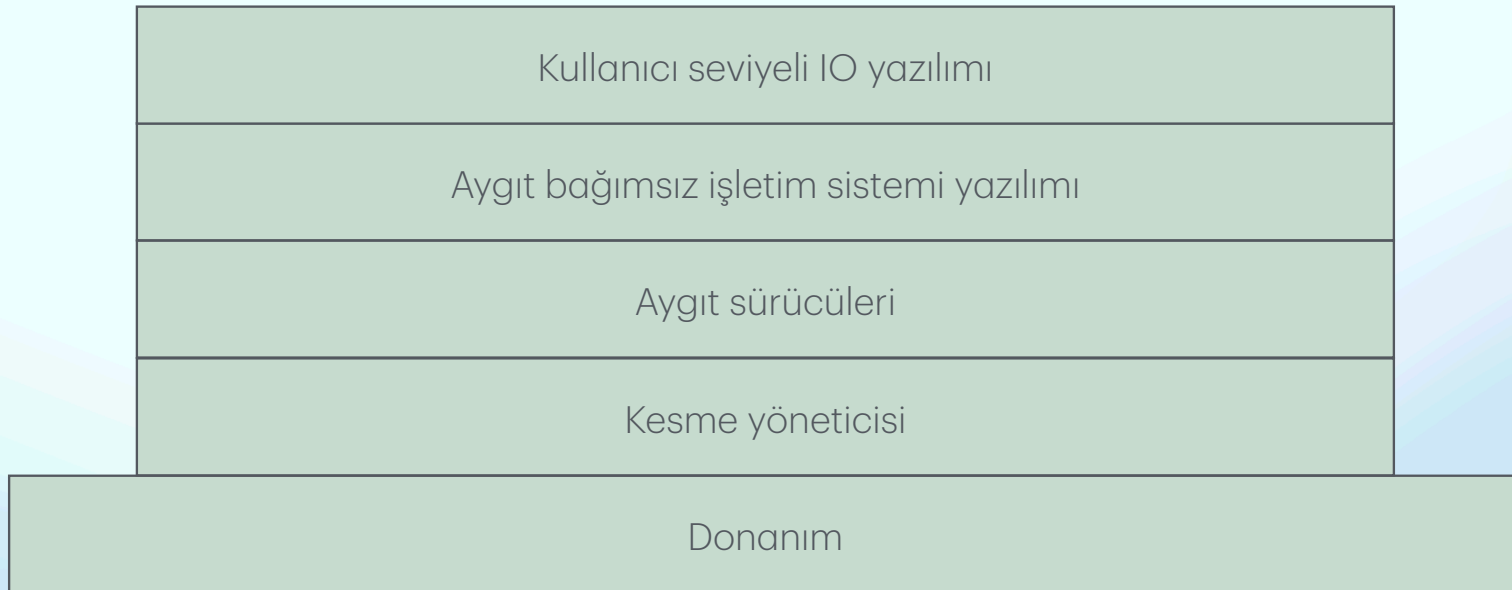
İşletim Sistemleri

DMA ile IO

- Bir önceki senaryoda yazıcı her karakter için bir kesme isteyecektir
- Kesmeler ile işlemlerin yer değiştirmesi maliyetliir
- DMA kontrolörünün bulunması durumunda bu işi CPU yerine DMA üstlenir
- CPU buffer'daki veriyi DMA çipine kopyalar ve bundan sonra yazıcı müsait olup her karakter istediğinde DMA ile haberleşir

İşletim Sistemleri

IO yazılım katmanları



İşletim Sistemleri

Interrupt handler

- Bir kesme geldiğinde kesmenin yönetilebilmesi için belirli işlemlerin gerçekleştirilmesi gerekir
 - Donanımın saklamadığı tüm registerların kaydedilmesi
 - Kesme servis prosedürü için sayfa tablosu MMU gibi alanların ayrılması
 - Kesme servis prosedürü için stack bölgesi ayarlanması
 - Kesmenin kabul edilmesi
 - Register'ların kaydedildiği yerden işlem tablosuna taşınması

İşletim Sistemleri

Interrupt handler

- Kesme servis prosedürünün çalıştırılması
- Sırada hangi işlemin çalışacağını belirlenmesi
- Sıradaki işlem için MMU içeriğinin hazırlanması
- Yeni işlemin register'larının yüklenmesi
- Yeni işlemin başlatılması

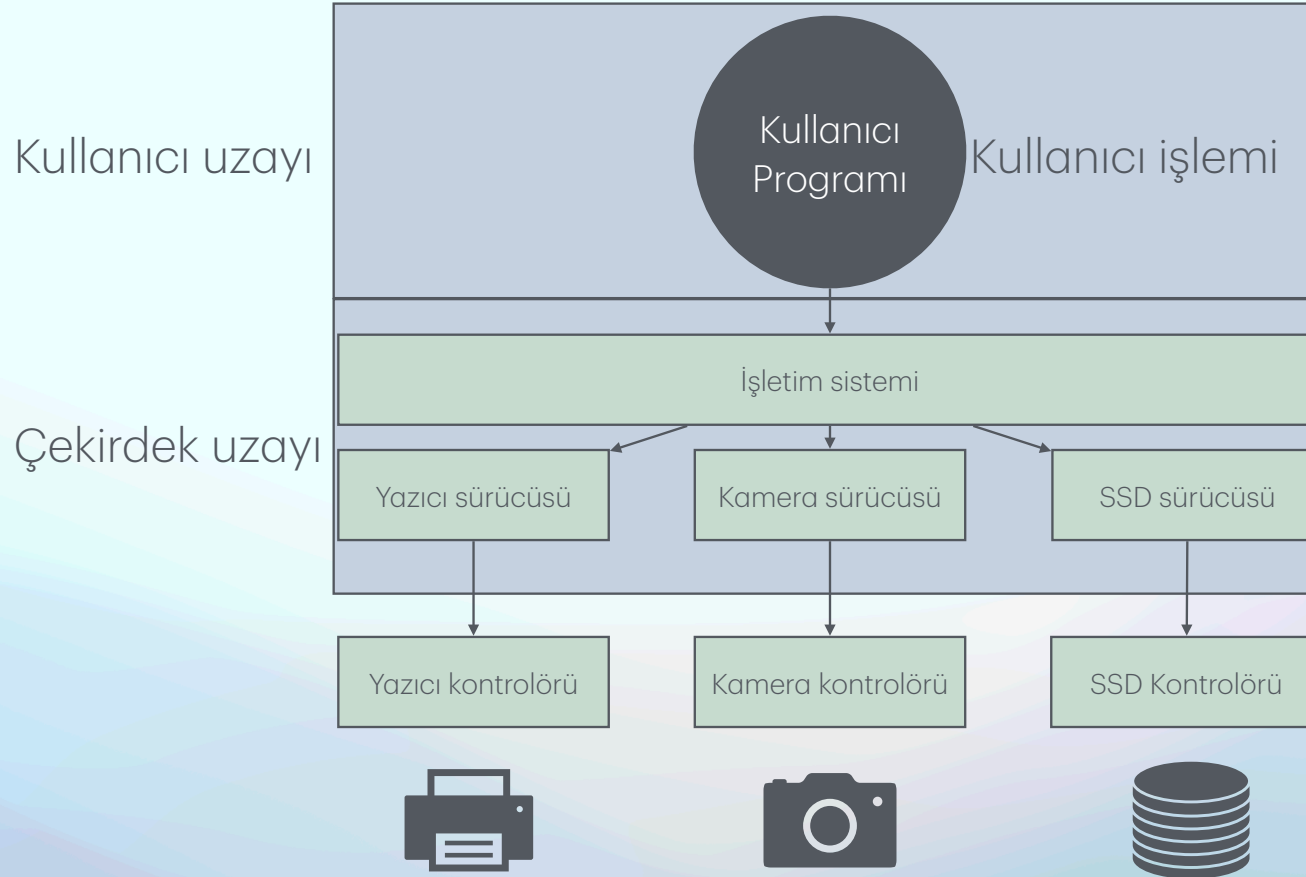
İşletim Sistemleri

Aygıt sürücüler

- Bağlanan cihazın yönetimi için gereklidir
- Genellikle her sürücü bir cihazı yönetir
- Belirli durumlarda ortak bir sürücü yazılması mümkündür
 - SATA
 - Ses?
- İşletim sistemleri içerisine sürücü yüklenmesinin bir yolunu sunmalıdırlar

İşletim Sistemleri

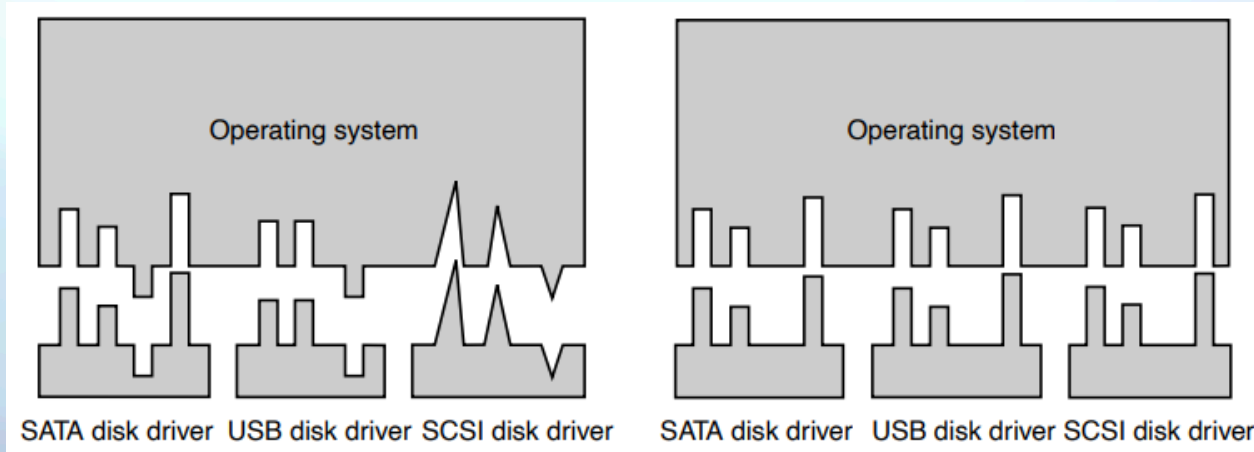
Aygıt sürücüler



İşletim Sistemleri

Aygıt sürücüleri

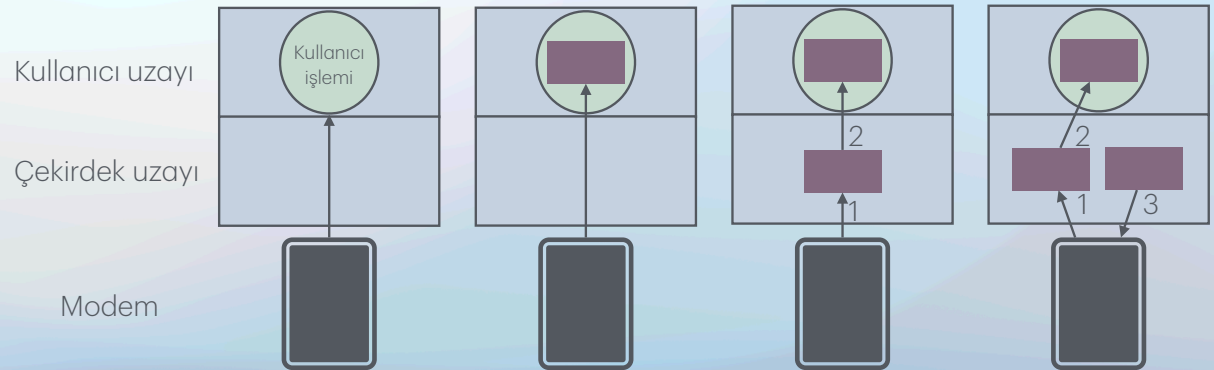
- Aygıt sürücüleri için farklı arayüzler sunmak işletim sistemini karmaşıklştırır
- Her aygıt sürücüsü farklı işletim sistemi fonksiyonlarına erişim isteyebilir
- Buna rağmen her aygıt sürücüsünün ortak kullanabileceği bir minimum standart belirlenebilir



İşletim Sistemleri

Aygıt sürücüler - Buffering

- Buffer olmadığı durumda kesme sayısı artacaktır
- Buffer alanı farklı uzaylarda tanımlanabilir
- Kullanıcı uzayında olursa buffer'a erişim sırasında kilit mekanizması kullanıldığından beklemler oluşur
- Çekirdek uzayında olması durumunda buffer dolduğunda kullanıcı uzayına aktarılabilir
- Bu sırada yeni gelen veri?
- Yedek bir buffer bulunabilir



İşletim Sistemleri

Aygıt sürücüler - Hata raporlama

- IO cihazlarında da hata oluşması olasıdır
- Programlama tarafında hatalar olabilir
 - Yazılmayacak bir yere yazmak (klavyeye output göndermek)
 - Okunmayacak yerden veri okumak (printerden input beklemek)
- Böyle bir durumda hata kodu çağıran işleme yönlendirilir

İşletim Sistemleri

Aygıt sürücüleri - Hata raporlama

- Cihaz probleminden oluşan bir hata olabilir
- Böyle bir hata durumunda sürücünün üstlenmesi gerekir
 - Bir hata kodu döndürülebilir
- Sürücü üstlenmediyse cihazın uygulaması üstlenmiş olabilir

İşletim Sistemleri

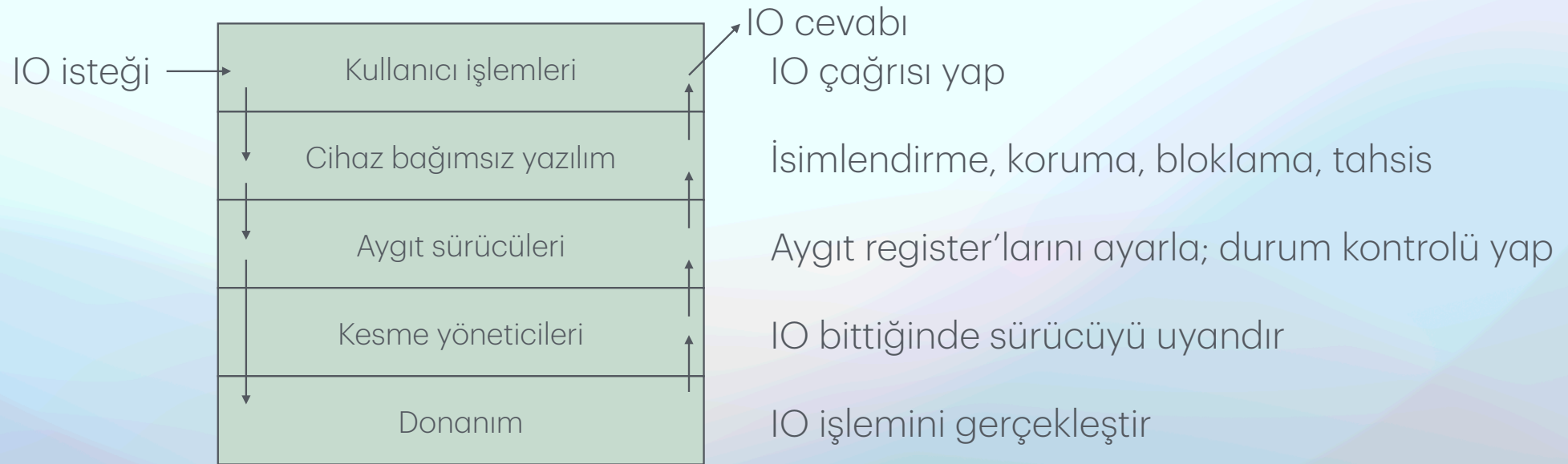
Aygıt sürücüler - Ayrılmış cihazların yönetimi

- Yazıcı ve tarayıcı gibi cihazlar aynı anda bir kullanıcıya hizmet vermelidir
- Bu cihazların erişiminde kilit mekanizmaları yönetilmelidir
- Ayrıca kuyruk yönetimi de gerçekleştirilmelidir

İşletim Sistemleri

Kullanıcı uzayındaki IO yazılımları

- printf() scanf() fwrite() gibi fonksiyonlar kullanıcı uzayında olsa da io cihazları ile haberleşir
- Bu işlemin gerçekleştirilmesi için belirli adımlar izlenir



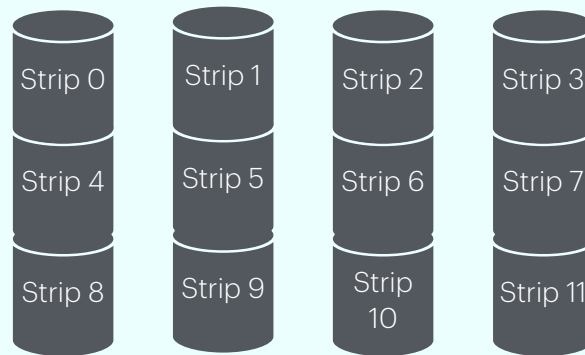
İşletim Sistemleri

RAID

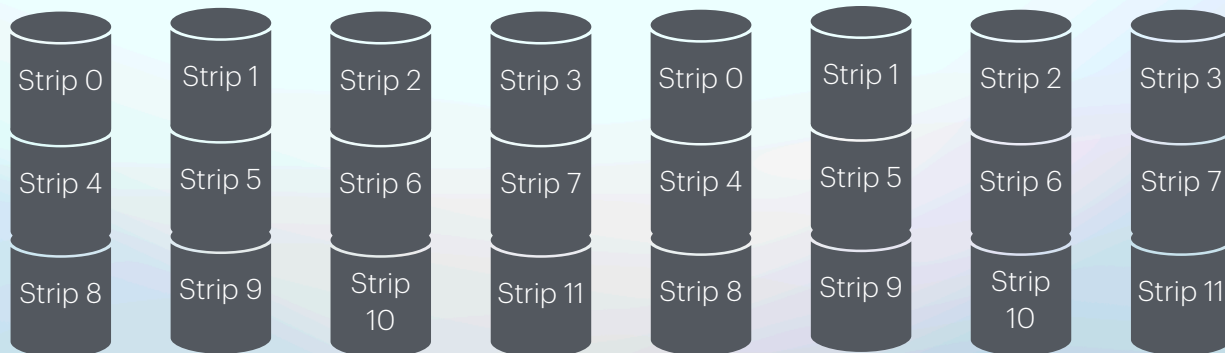
- Diskler SSD'lerden önce genellikle en sık darboğaz oluşturan bileşenlerdi
- Disklerin paralel kullanımı ile hız kazancı sağlanabileceği fikri
- Redundant array of inexpensive disks (RAID)
- RAID seviyeleri
 - Level 0-6

İşletim Sistemleri

RAID



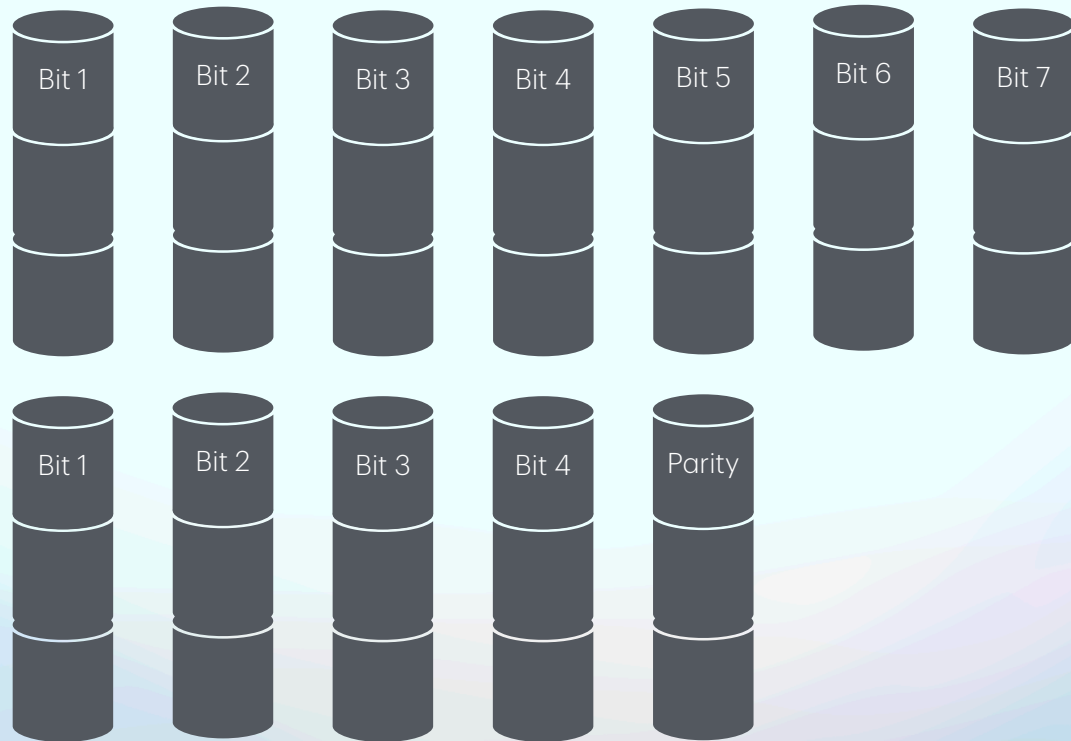
Raid 0



Raid 1

İşletim Sistemleri

RAID

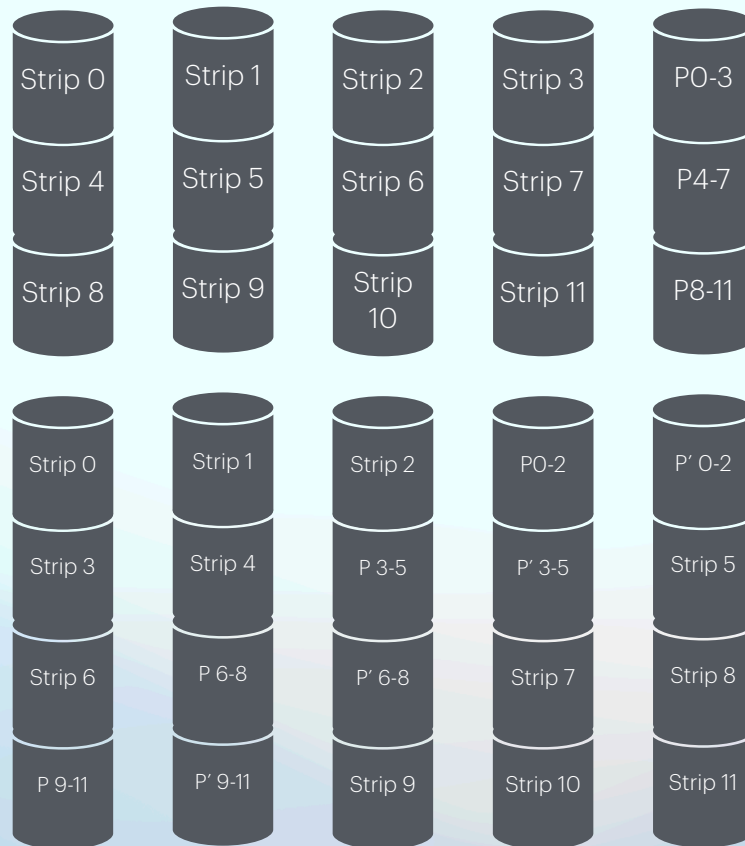


Raid 2

Raid 3

İşletim Sistemleri

RAID

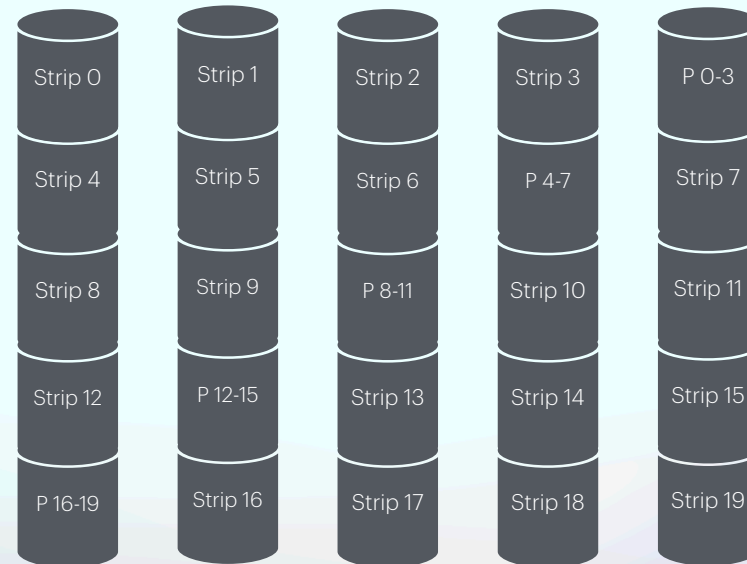


Raid 4

Raid 6

İşletim Sistemleri

RAID



Raid 5

İşletim Sistemleri

Saat (Clock)

- CPU'da çalışma zamanının hesabı
- Tarihin tutulması
- İşlemlerin keskin bir şekilde yapılması
- İşlemcinin her adımda bir iş icrası
- NOP