Bölüm 3: İşlemler

Bölüm 3: İşlemler

- İşlem Kavramı
- İşlem Zamanlaması (Process Scheduling)
- İşlemler Üzerindeki Faaliyetler
- İşlemler Arası İletişim (Interprocess Communication)
- IPC Sistemi Örnekleri
- İstemci-Sunucu Sistemlerde İletişim

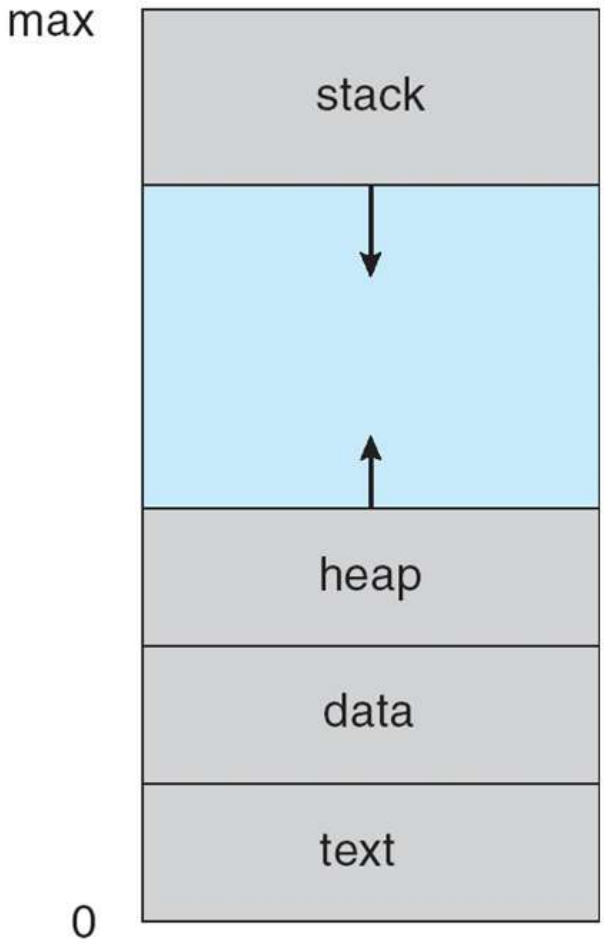
Hedefler

- İşlem kavramını (çalışmakta olan bir program) tanıtmak
- İşlemlerin pek çok özelliklerini tanıtmak: zamanlama, oluşturma, sonlandırma ve iletişim
- İstemci-sunucu sistemlerinde iletişimi açıklamak

İşlem Kavramı

- İşletim sistemleri farklı tipte programlar çalıştırabilir:
  - Toplu iş sistemleri - iş
  - Zaman paylaşımlı sistemler (time-shared systems) – kullanıcı programları veya görevleri
- Ders kitabı **iş (job)** ve **işlem (process)** kelimelerini kabaca birbirleri yerine kullanabilmekte
- İşlem – çalışmakta olan bir programdır
- İşlemler aşağıdakileri içermelidir:
  - **program sayacı (program counter)**
  - **yığın (stack)**
  - **veri bölümü (data section)**

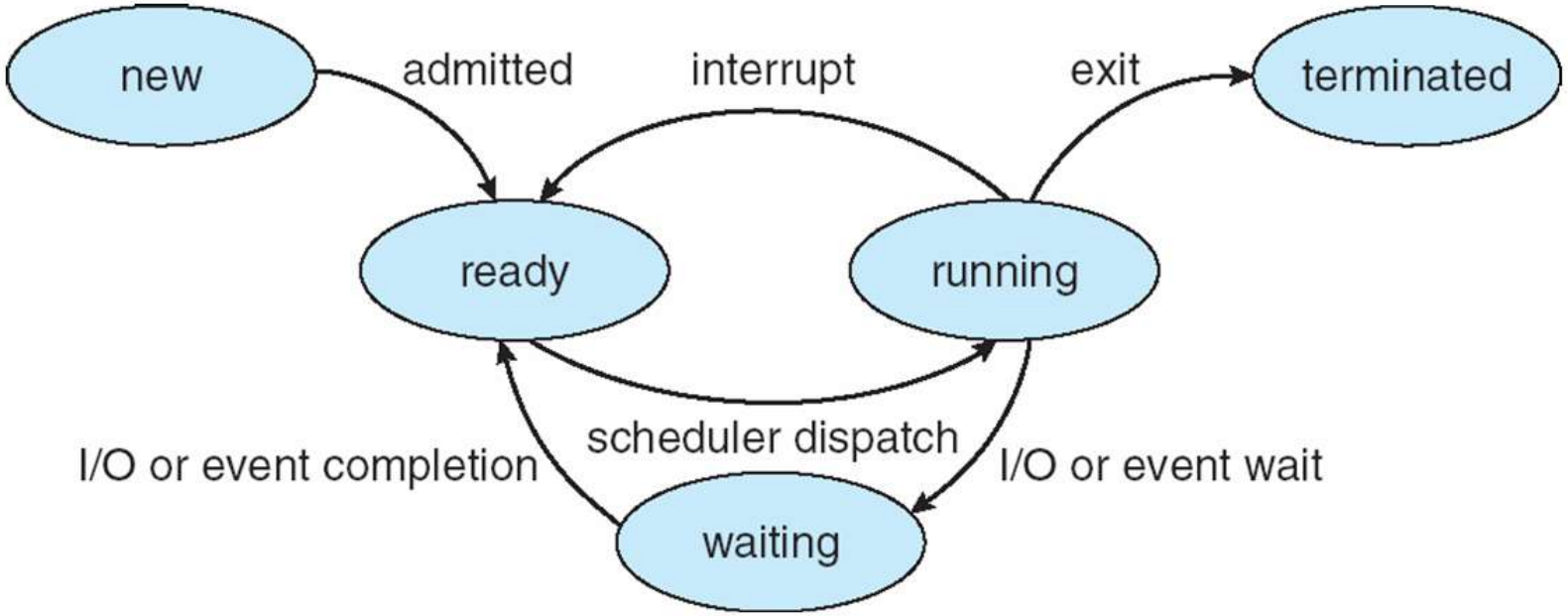
Hafızadaki İşlemler



İşlem Durumu

- Bir işlem çalıştırılırken durumunu (state) değiştirir
  - **yeni (new):** İşlem oluşturuldu
  - **çalışıyor (running):** İşlem komutları çalıştırılıyor
  - **bekliyor (waiting):** İşlem bir olayın gerçekleşmesini bekliyor
  - **hazır (ready):** İşlem bir işlemciye atanmayı bekliyor
  - **sonlandırılmış (terminated):** İşlem çalışmayı bitirmiş

İşlem Durumlarını Gösteren Şema



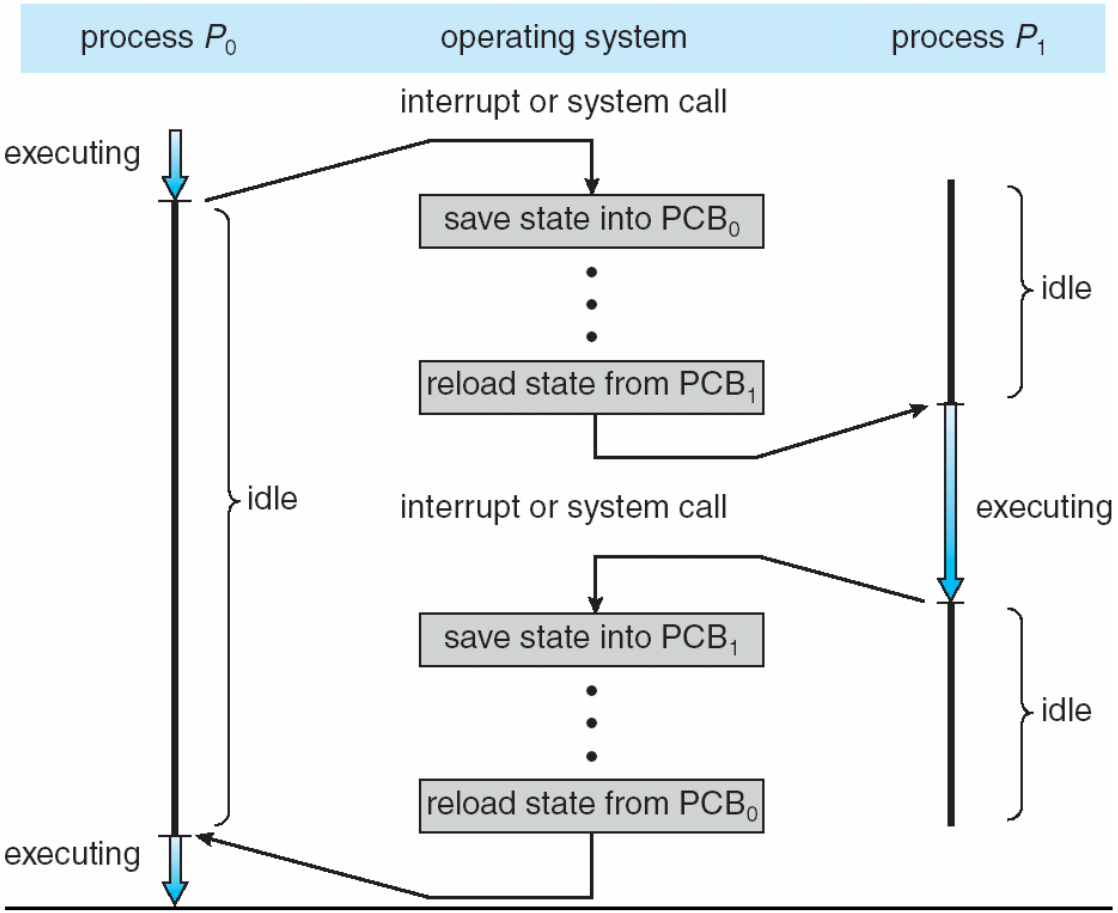
İşlem Kontrol Bloğu (PCB)

Herhangi bir işlem ile ilişkili bilgiler **(process control block)**

- İşlem durumu
- İşlem sayacı
- CPU yazmaçları (CPU registers)
- CPU zamanlama bilgileri
- Hafıza yönetim bilgileri
- Hesap (accounting) bilgileri
- I/O durum bilgileri

İşlem Kontrol Bloğu (PCB)

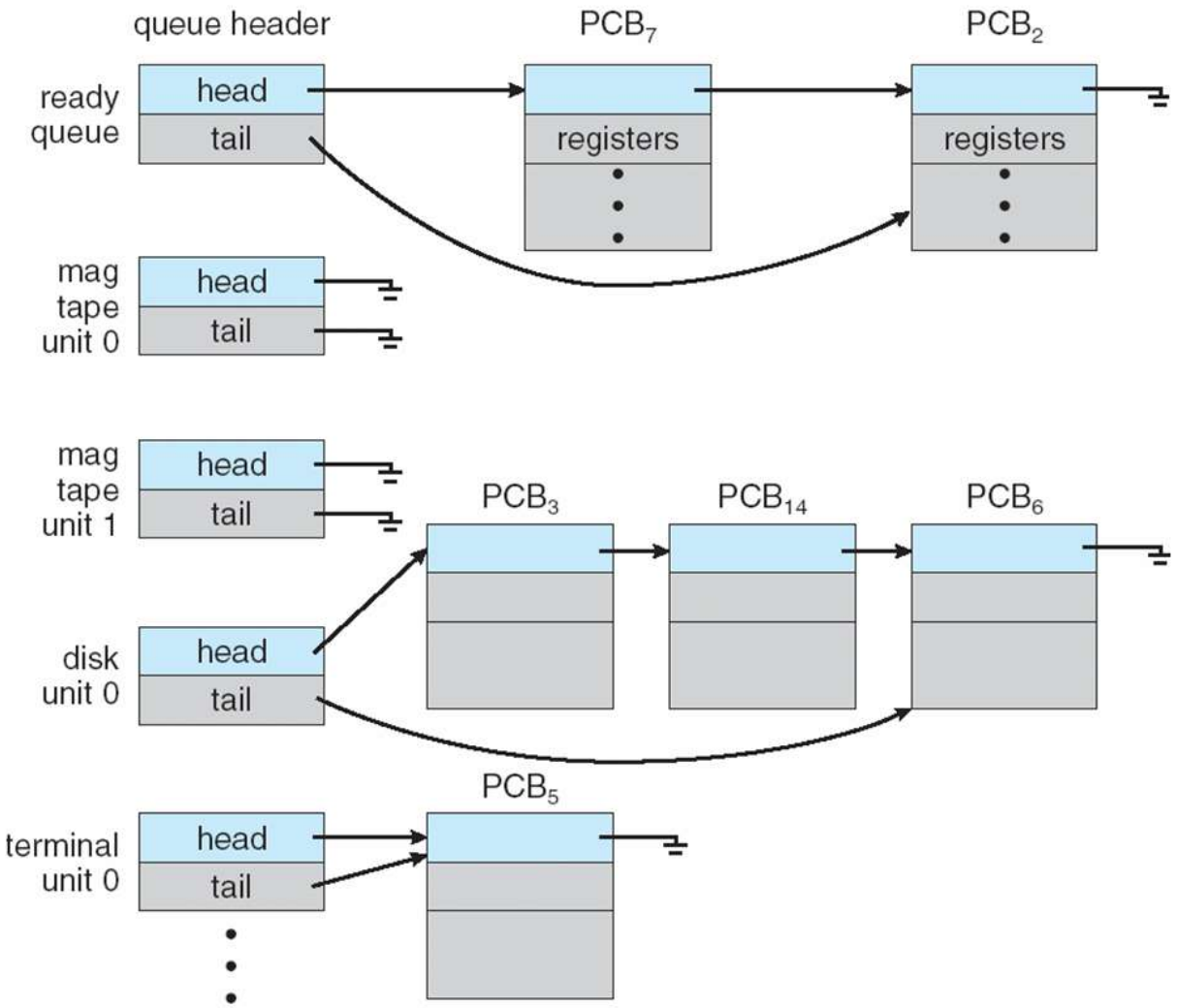
CPU İşlemden İşleme Geçiş Yapar



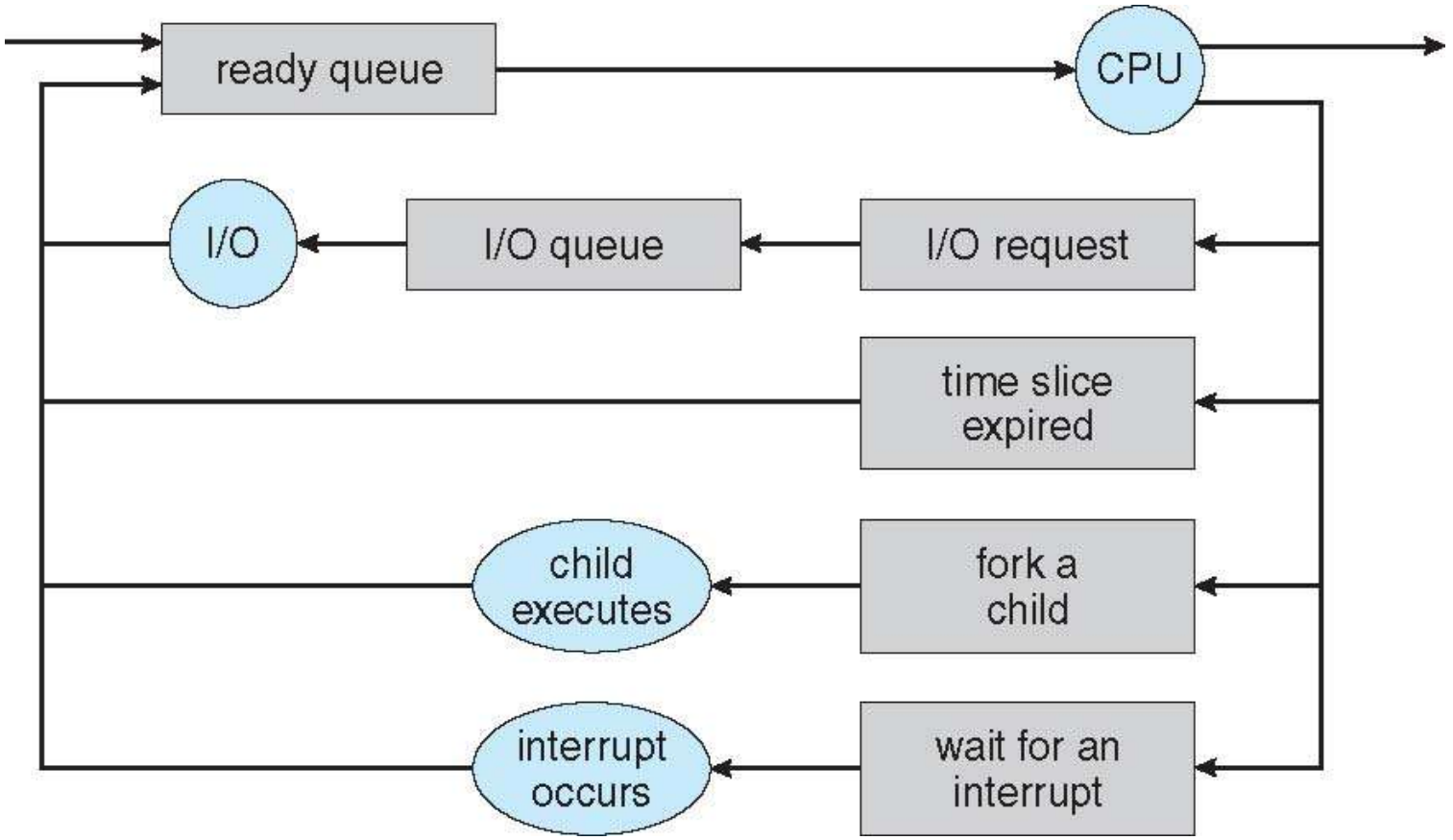
İşlem Zamanlama Kuyrukları

- Process Scheduling Queues
- **İş kuyruğu (job queue)** – sistemdeki tüm işlemlerin kümesi
- **Hazır kuyruğu (ready queue)** – ana hafızadaki, tüm işlemlerin kümesi - çalışmaya hazır ve çalıştırılmayı bekleyen
- **Cihaz kuyrukları (device queues)** – bir I/O cihazını kullanmayı bekleyen işlemler kümesi
- İşlemler değişik kuyruklar arasında geçiş yapar

Hazır Kuyruğu ve Bazı I/O Cihaz Kuyrukları



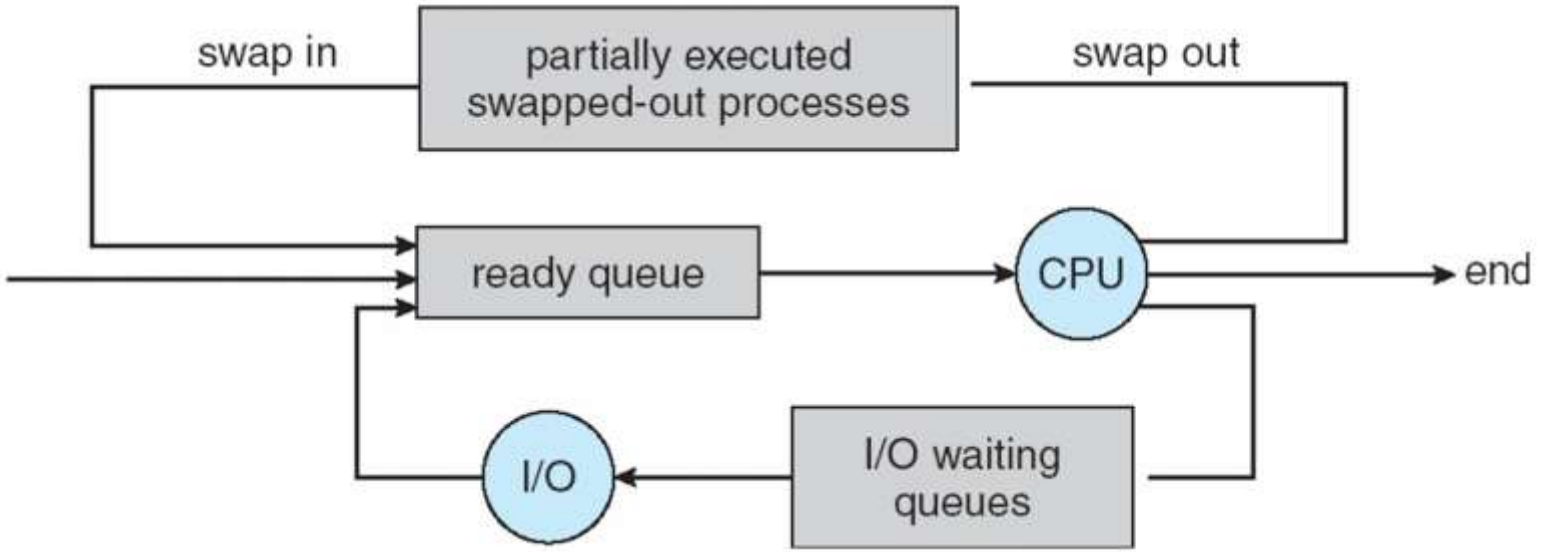
İşlem Zamanlaması Gösterimi



Zamanlayıcılar

- **Uzun vadeli zamanlayıcılar (long-term scheduler)**
  - veya iş zamanlayıcısı (job scheduler)
  - hangi işlemlerin hazır kuruğuna (ready queue) alınması gerektiğine karar verir
- **Kısa vadeli zamanlayıcılar (short-term scheduler)**
  - veya CPU zamanlayıcısı
  - sıradaki hangi işlemin CPU tarafından çalıştırılacağına karar verir

Orta Vadeli Zamanlama



Orta Vadeli Zamanlayıcı (medium-term schedular)

Zamanlayıcılar (devam)

- Kısa vadeli zamanlayıcı çok sık çalıştırılır (milisaniye) ⇒ hızlı çalışmalı
- Uzun vadeli zamanlayıcı çok sık çalıştırılmaz (saniye, sakika) ⇒ yavaş olabilir
- Uzun vadeli zamanlayıcı çokluprogramlamanın (multiprogramming) seviyesini kontrol eder
- İşlemler aşağıdaki iki kategoriye ayrılabilir:
  - **I/O ağırlıklı işlemler (I/O-bound process)** – CPU üzerinde kısa süreli işlerler yaparlar ve zamanlarının çoğu I/O işleri yaparak geçer
  - **CPU ağırlıklı işlemler (CPU-bound process)** – zamanlarının çoğunu CPU üzerinde uzun işlemler yaparak geçirirler, I/O işleri çok daha azdır

Ortam Değişikliği

- **Context Switch**
- CPU başka bir işleme geçerken, sistem eski işlemin durumunu kaydetmeli ve yeni işlemin kaydedilmiş durumunu yüklemelidir
- Bir işlemin **ortamı (context)** PCB'de tutulur
- Ortam değişikliği için harcanan zaman ek yüktür. Değişim sırasında işlemci kullanıcının işine direk yarayan bir iş yapmamaktadır
- Harcanan zaman donanım desteğine bağlıdır

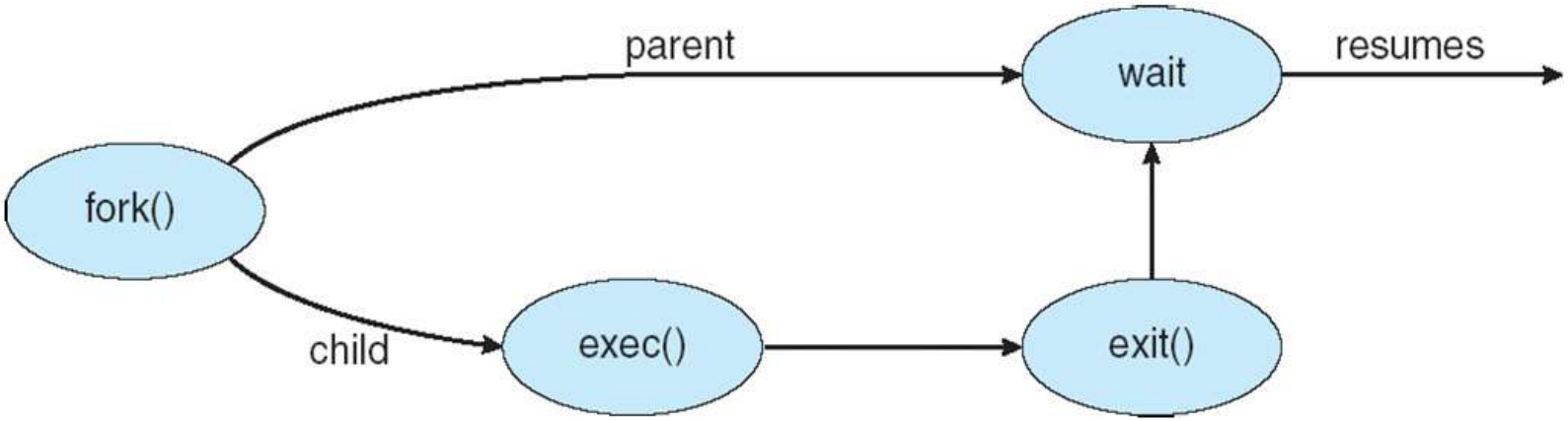
İşlem Oluşturma

- **Ana işlem** (parent process) **çocuk işlemleri** (children processes) oluşturur
- Çocuk işlemlerde yeni işlem oluşturabileceğinden, sistemde işlemlerin bir ağacı oluşur
- Genellikle işlemler **işlem belirteci (process identifier - pid)** kullanılarak birbirlerinden ayrılırlar ve yönetilirler
- Kaynak paylaşımı
  - Ana işlem ve çocuklar tüm kaynakları paylaşırlar
  - Çocuklar ana işlemin kaynaklarının belli bir alt kümesini paylaşır
  - Ana işlem ve çocuklar kaynak paylaşmazlar
- Çalıştırma
  - Ana işlem ve çocuklar aynı anda çalışır
  - Ana işlem, çocuk işlemler sonlanana kadar bekler

İşlem Oluşturma (devam)

- **Hafıza alanı (address space)**
  - Çocuk ana işlemin kopyasına sahip
  - Çocuk adres alanına yeni bir program yükler
- UNIX örnekleri
  - **fork** sistem çağrısı yeni bir işlem oluşturur
  - **exec** sistem çağrısı, **fork** sistem çağrısı ile yeni işlem oluşturulduktan sonra, işlemin hafıza alanına yeni bir program yüklemek için kullanılır

İşlem Oluşturma Şeması



Yeni İşlem Oluşturan C Programı

```
int main()
{
pid_t  pid;
    /* fork another process */
    pid = fork();
    if (pid < 0) { /* error occurred */
          fprintf(stderr, "Fork Failed");
          exit(-1);
    }
    else if (pid == 0) { /* child process */
          execlp("/bin/ls", "ls", NULL);
    }
    else { /* parent process */
          /* parent will wait for the child to
    complete */
          wait (NULL);
          printf ("Child Complete");
          exit(0);
    }
}
```

POSIX'te İşlem Oluşturma

```
#include <sys/types.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

int main()
{
pid_t pid;

    /* fork a child process */
    pid = fork();

    if (pid < 0) { /* error occurred */
       fprintf(stderr, "Fork Failed");
       exit(-1);
    }
    else if (pid == 0) { /* child process */
       execlp("/bin/ls","ls",NULL);
    }
    else { /* parent process */
       /* parent will wait for the child to complete */
       wait(NULL);
       printf("Child Complete");
       exit(0);
    }
}
```

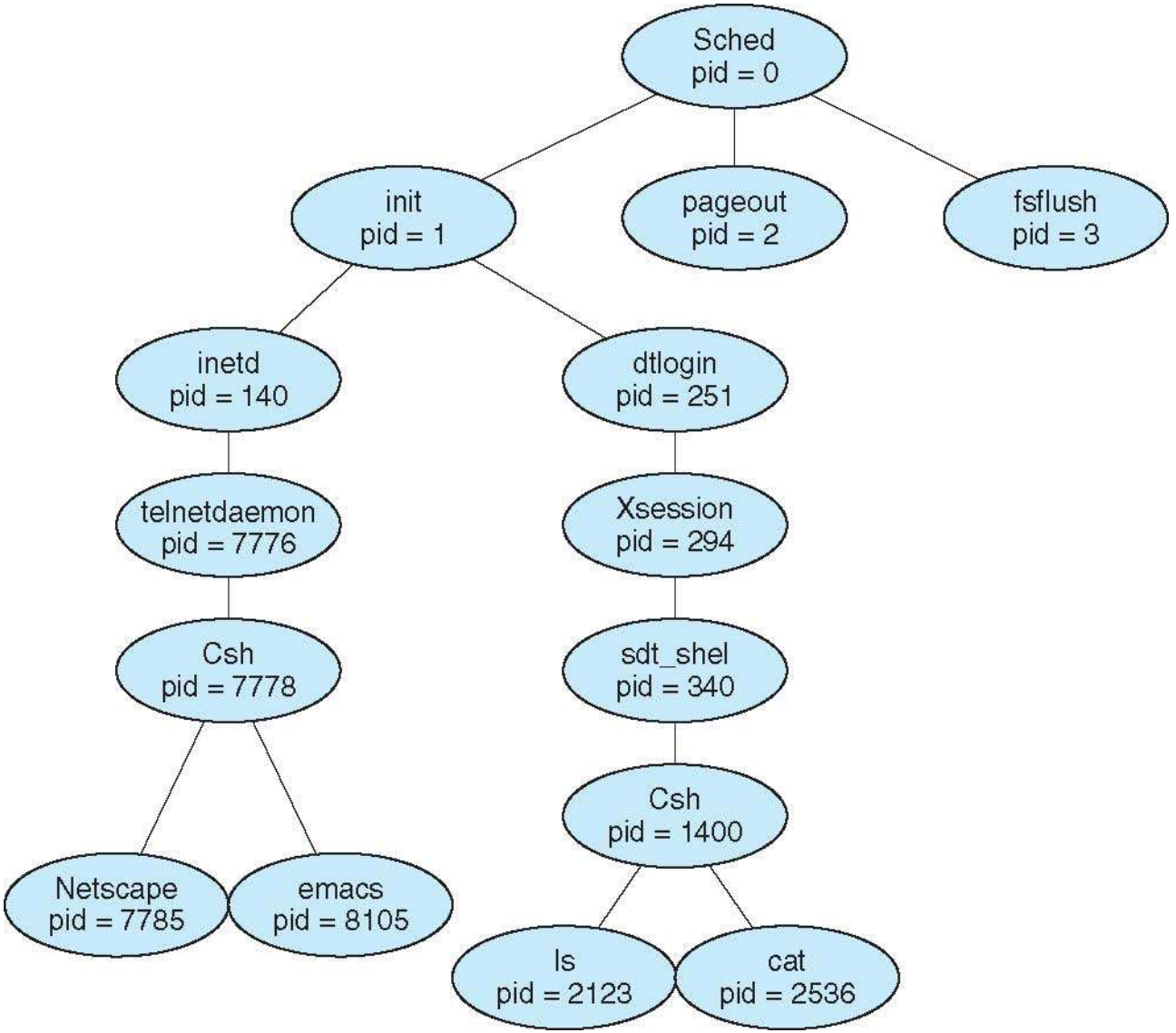
Win32'de İşlem Oluşturma

```
#include <stdio.h>
#include <windows.h>

int main(VOID)
{
STARTUPINFO si;
PROCESS_INFORMATION pi;

    // allocate memory
    ZeroMemory(&si, sizeof(si));
    si.cb = sizeof(si);
    ZeroMemory(&pi, sizeof(pi));

    // create child process
    if (!CreateProcess(NULL, // use command line
     "C:\\WINDOWS\\system32\\mspaint.exe", // command line
     NULL, // don't inherit process handle
     NULL, // don't inherit thread handle
     FALSE, // disable handle inheritance
     0, // no creation flags
     NULL, // use parent's environment block
     NULL, // use parent's existing directory
     &si,
     &pi))
    {
       fprintf(stderr, "Create Process Failed");
       return -1;
    }
    // parent will wait for the child to complete
    WaitForSingleObject(pi.hProcess, INFINITE);
    printf("Child Complete");

    // close handles
    CloseHandle(pi.hProcess);
    CloseHandle(pi.hThread);
}
```

Java'da İşlem Oluşturma

```
import java.io.*;

public class OSProcess
{
 public static void main(String[] args) throws IOException {
  if (args.length != 1) {
   System.err.println("Usage: java OSProcess <command>");
   System.exit(0);
  }

  // args[0] is the command
  ProcessBuilder pb = new ProcessBuilder(args[0]);
  Process proc = pb.start();

  // obtain the input stream
  InputStream is = proc.getInputStream();
  InputStreamReader isr = new InputStreamReader(is);
  BufferedReader br = new BufferedReader(isr);

  // read what is returned by the command
  String line;
  while ( (line = br.readLine()) != null)
    System.out.println(line);

  br.close();
 }
}
```

Solaris'te Tipik Bir İşlem Ağacı



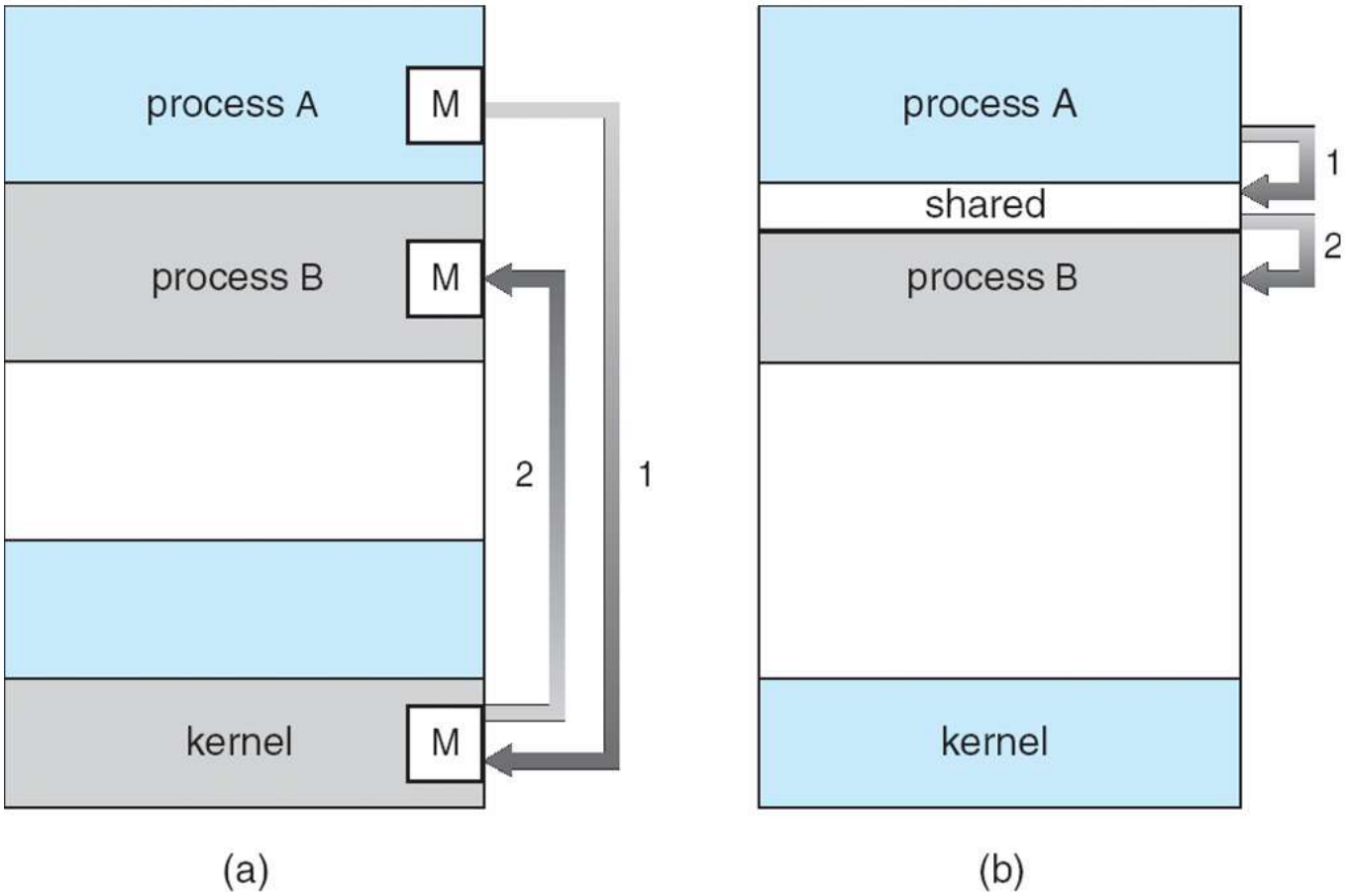
İşlem Sonlandırma

- Process Termination
- İşlemler son komutlarını çalıştırdıktan sonra işletim sistemine kendilerini silmelerini isterler (**exit**)
  - İşlemin dönüş değeri çocuktan ana işleme döndürülür (**wait** ile)
  - İşlemin kaynakları işletim sistemi tarafından geri alınır
- Ana işlem çocuk işlemlerin çalışmasını sonlandırabilir (**abort**)
  - Çocuk kendine ayrılan kaynakları aşmışsa
  - Çocuk işleme atanan göreve artık ihtiyaç yoksa
  - Eğer ana işlem sonlandırılıyorsa
    - Bazı işletim sistemleri ana işlem sonlandırıldıktan sonra çocuklarının çalışmaya devam etmesine izin vermez
      - **Peşpeşe sonlandırma (cascading termination)** ile tüm çocuk işlemler sonlandırılır

İşlemler Arası İletişim

- Interprocess Communication
- Bir sistemdeki işlemler **bağımsız (independent)** ya da **işbirliği yapıyor (cooperating)** olabilir
- İşbirliği yapan işlemler birbirlerini etkileyebilirler veya veri paylaşabilirler
- Neden işlemler işbirliği yapar?
  - Bilgi paylaşımı
  - İşlem hızını arttırmak
  - Modülerlik sağlamak
- İşbirliği yapan işlemler **işlemler arası iletişime (interprocess communication - IPC)** ihtiyaç duyar
- IPC'nin iki modeli
  - **Paylaşımlı bellek** (shared memory)
  - **Mesaj gönderme** (message passing)

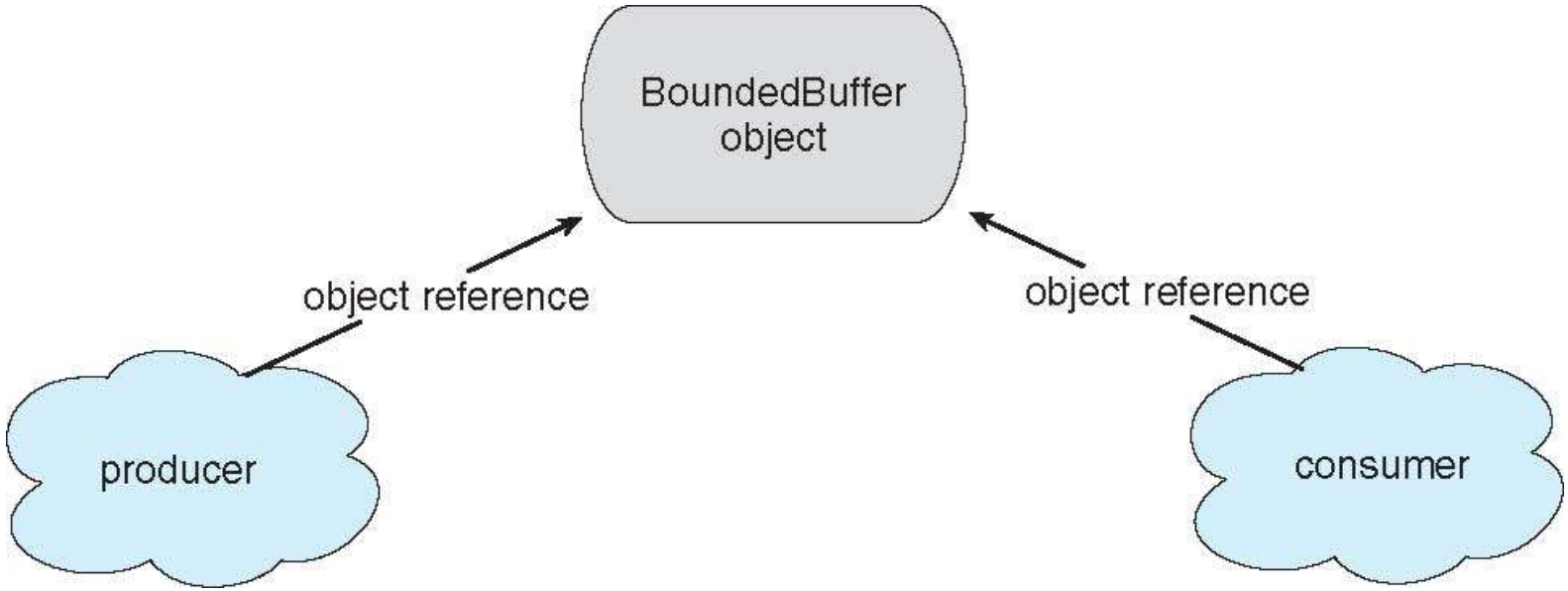
İletişim Modelleri



Üretici-Tüketici Problemi

- Producer-Consumer Problem
- İşbirliği yapan işlemler için problem örneği: **üretici (producer)** işlem bilgi üretirken, **tüketici (consumer)** işlem üretilen bilgiyi tüketir
  - **sınırsız tampon bellek** *(unbounded-buffer):* tampon bellek için herhangi bir pratik sınır getirmez
  - **sınırlı tampon bellek** *(bounded-buffer*): sınırlı boyutta bir tampon bellek kullanıldığını varsayar

Java'da Paylaşımlı Bellek Simülasyonu



Sınırlı Tampon Bellek Çözümü - Arayüz

```
public interface Buffer <E>
{
   // Producers call this method
   public void insert(E item);

   // Consumers call this method
   public E remove();
}
```

Sınırlı Tampon Bellek – Üretici

```
// Producers call this method
public void insert(E item) {
   while (count == BUFFER_SIZE)
        ; // do nothing -- no free space

   // add an item to the buffer
   buffer[in] = item;
   in = (in + 1) % BUFFER_SIZE;
   ++count;
}
```

Sınırlı Tampon Bellek – Tüketici

```
// Consumers call this method
public E remove() {
   E item;

   while (count == 0)
        ; // do nothing -- nothing to consume

   // remove an item from the buffer
   item = buffer[out];
   out = (out + 1) % BUFFER_SIZE;
   --count;

   return item;
}
```

İşlemler Arası İletişim – Mesaj Gönderme

- İşlemlerin iletişim kurması ve eylemlerini senkronize etmelerini sağlayan mekanizma
- Mesaj sistemi – işlemler birbirleriyle paylaşımlı değişkenlere bağlı kalmaksızın haberleşir
- IPC mekanizması iki işlemi sağlar:
  - **send** (*mesaj gönderme*) – mesaj boyutu sabit ya da değişken olabilir
  - **receive** (*mesaj alma*)
- Eğer *P* ve *Q* işlemleri iletişim kurmak isterse:
  - birbirleri arasında bir **iletişim bağlantısı (communication link)** sağlamalıdırlar
  - send/receive kullanarak mesajlaşmalıdırlar
- İletişim bağlantısının gerçekleştirimi
  - fiziksel (e.g., paylaşımlı hafıza, donanım hattı)
  - mantıksal (e.g., mantıksal özellikler)

Gerçekleştirim Soruları

- Bağlantılar nasıl sağlanır?
- Bir bağlantı ikiden fazla işlemle ilişkilendirilmeli midir?
- İletişim kuran işlemlerin her bir çifti arasında kaç tane bağlantı olabilir?
- Bağlantının kapasitesi nedir?
- Bağlantının desteklediği mesajların boyutu sabit mi yoksa değişken midir?
- Bağlantı çift yönlü mü (bi-directional) yoksa tek yönlü (unidirectional) müdür?

Direk İletişim

- İşlemler birbirlerini açıkça isimlendirmelidir:
  - **send (P, message)** – P işlemine bir mesaj gönder
  - **receive(Q, message)** – Q işleminden bir mesaj al
- İletişim bağlantısının özellikleri
  - Bağlantılar otomatik olarak sağlanır
  - Bir bağlantı sadece bir çift işlemci arasında oluşturulur
  - Her bir çift için sadece bir bağlantı oluşturulur
  - Bağlantı tek yönlü olabilir, ama genellikle çift yonlüdür

Dolaylı İletişim

- Mesajlar **posta kutusuna (messagebox)** yönlendirilir ve post kutusundan alınır
  - Posta kutusu yerine **port** terimi de kullanılır
  - Her bir posta kutusu özgün bir ada sahiptir (**unique id**)
  - İşlemler sadece bir post kutusunu paylaşıyor ise iletişime geçebilir
- İletişim bağlantısının özellikleri
  - Bağlantı sadece işlemler ortak bir posta kutusunu paylaşıyor ise oluşturulur
  - İkiden fazla işlem tek bir posta kutusu ile ilişkilendirilebilir
  - Bir işlem çifti birden fazla iletişim bağlantısına sahip olabilir
  - Bağlantı tek yönlü veya çift yönlü olabilir

Dolaylı İletişim (devam)

- İşlemler
  - yeni bir posta kutusu oluşturma
  - posta kutusu aracılığıyla mesaj gönderme veya alma
  - posta kutusunun yok edilmesi
- Temel bileşenler:

  send(A, message) – A posta kutusuna bir mesaj gönder

  receive(A, message) – A posta kutusundan bir mesaj al

Posta Kutusu Paylaşımı

- Posta kutusu paylaşımı
  - P_1, P_2, ve P_3 A posta kutusunu paylaşıyor
  - P_1, meaj gönderir; P_2 *ve* P_3 alır
  - Mesajı kim alır?
- Çözümler
  - Bir bağlantının en fazla iki işlem ile ilişkilendirilmesine izin ver
  - Herhangi bir anda sadece bir işlemin mesaj almasına izin ver
  - Sistemin herhnagi bir alıcıyı seçmesine izin ver. Gönderici kimin mesajı aldığı konusunda bilgilendirilir

Senkronizasyon

- **Synchronization**
- Mesaj gönderme **bloklanan (blocking)** veya **bloklanmayan (non-blocking)** şekilde gerçekleşebilir
- Bloklanan mesajlaşma senkrondur (synchronous)
  - **Bloklanan gönderimde**, alıcı taraf mesajı alana kadar, gönderici taraf bloklanır
  - **Bloklanan alımda**, gönderici taraf mesajı gönderene kadar, alıcı taraf bloklanır
- Bloklanmayan mesajlaşma asenkrondur (asynchronous)
  - **Bloklanmayan gönderimde**, gönderici taraf mesajı gönderdikten sonra beklemeksizin çalışmaya devam eder
  - **Bloklanmayan alımda**, alıcı taraf ya geçerli bir mesaj alır ya da null mesaj alarak çalışmaya devam eder

Tampon Bellek Kullanımı

- Bağlantı ile ilişkilendirilen kuyruk üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir
  1. **Sıfır kapasite** – 0 mesaj
     Gönderici alıcıyı beklemelidir: randevu (rendezvous)
  2. **Sınırlı kapasite** – *n* mesajı alacak şekilde sınırlı kapasite
     Gönderici bağlantı kapasitesi dolu ise beklemelidir
  3. **Sınırsız kapasite**
     Gönderisi asla beklemez

IPC Sistem Örnekleri - POSIX

- POSIX Paylaşımlı Hafıza
  - İşlem öncelikle paylaşımlı hafıza segmentini oluşturur

```
segment id = shmget(IPC PRIVATE, size, S IRUSR | S
   IWUSR);
```

  - Paylaşımlı belleğe erişmek isteyen işlem, bu paylaşım alanı ile bağlantı kurmalıdır

```
shared memory = (char *) shmat(id, NULL, 0);
```

  - Şimdi işlem paylaşımlı hafızaya yazabilir

```
sprintf(shared memory, "Writing to shared memory");
```

  - Paylaşım alanı ile yapacak işi kalmayan işlem,bu paylaşım alanı ile bağlantısını sonlandırmalıdır

```
shmdt(shared memory);
```

IPC Sistem Örnekleri - Mach

- Mach iletişimi mesaj tabanlıdır
  - Sistem çağrıları dahi sisteme mesaj olarak gönderilir
  - Her bir işlem oluşturulduğunda iki posta kutusuna sahiptir - **Kernel** and **Notify**
  - Mesaj transferi için sadece üç sistem çağrısı kullanılır

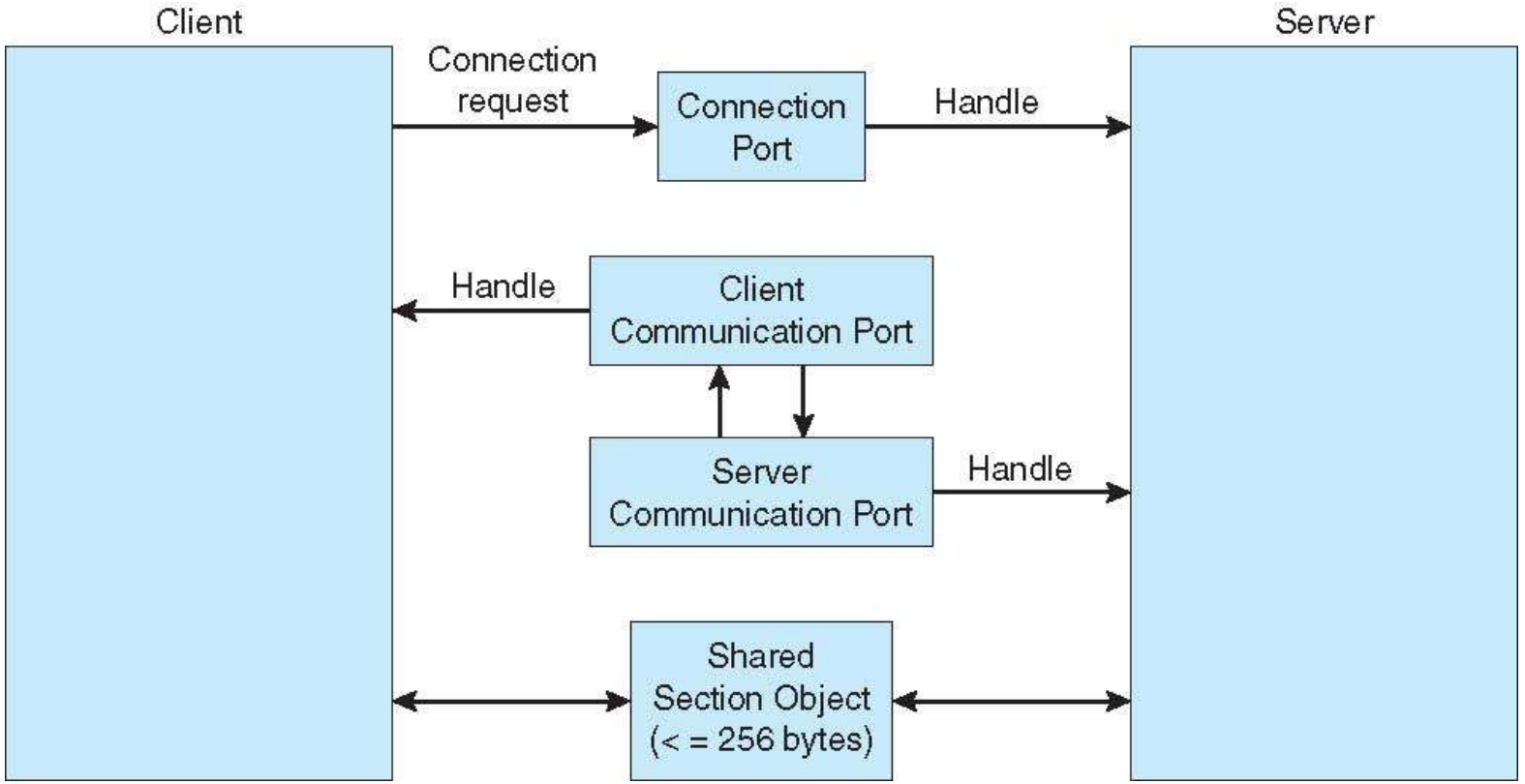
    `msg_send(), msg_receive(), msg_rpc()`
  - İletişim kurmak için gereken posta kutuları aşağıdaki komutla oluşturulabilir

    `port_allocate()`

IPC Sistem Örnekleri – Windows XP

- **Yerel metot çağrımı (LPC)** ile mesaj tabanlı iletişim
  - Sadece aynı sistemde bulunan işlemler arasında gerçekleşebilir
  - İletişim kanalları oluşturmak için **portları (posta kutuları gibi)** kullanır
  - İletişim şu şekilde çalışır:
    - İstemci, iletişim portu nesnesine bir **kulp (handle)** açar
    - İstemci bir bağlantı isteği gönderir
    - Sunucu iki özel iletişim portu açar ve bunlardan birini istemciye gönderir
    - İstemci ve sunucu mesaj göndermek, **geri arama (callback)** göndermek ve yanıtları dinlemek için ilgili port kulpunu (port handle) kullanır

Windows XP'de Yerel Metot Çağrımları



Yerel Metot Çağrımları (Local Procedure Calls)

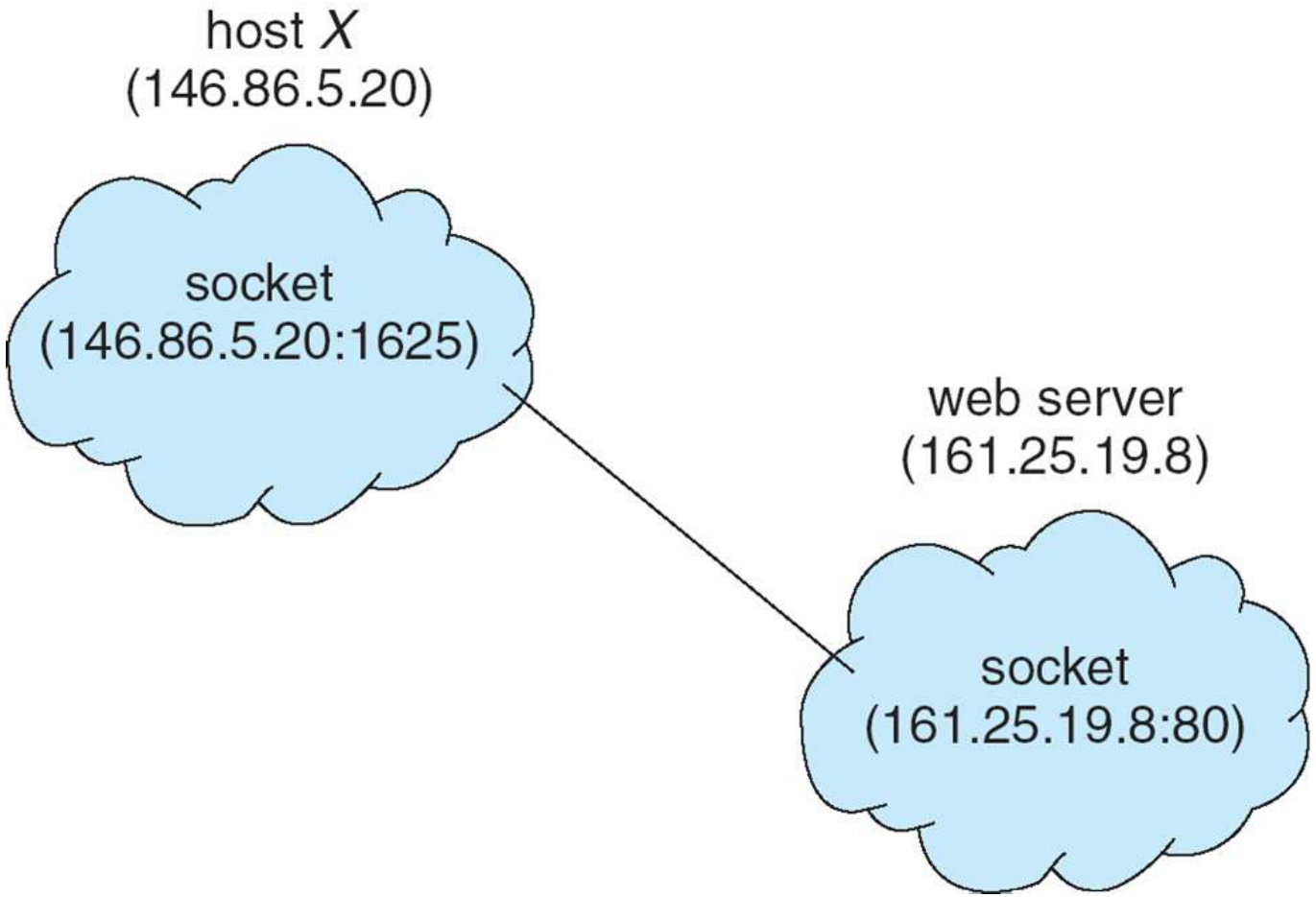
İstemci-Sunucu Sistemlerinde İletişim

- **Soketler** (Sockets)
- **Uzak Prosedür Çağrıları** (Remote Procedure Calls)
- **Uzak Metot Çağırma** (Remote Method Invocation)

Soketler

- Soketler iletişim amaçlı bağlantı noltaları olarak tanımlanır
- IP adresi ve portun birleşimidir
- **161.25.19.8:1625** soketi **161.25.19.8** IP'li makinanın **1625** numaralı portuna arşılık gelmektedir
- İletişim bir çift soket arasında gerçekleşir

Soket İletişimi



Java'da Soket İletişimi - Sunucu

```
public class DateServer
{
   public static void main(String[] args) {
      try {
         ServerSocket sock = new ServerSocket(6013);

         // now listen for connections
         while (true) {
            Socket client = sock.accept();

            PrintWriter pout = new
             PrintWriter(client.getOutputStream(), true);

            // write the Date to the socket
            pout.println(new java.util.Date().toString());

            // close the socket and resume
            // listening for connections
            client.close();
         }
      }
      catch (IOException ioe) {
         System.err.println(ioe);
      }
   }
}
```

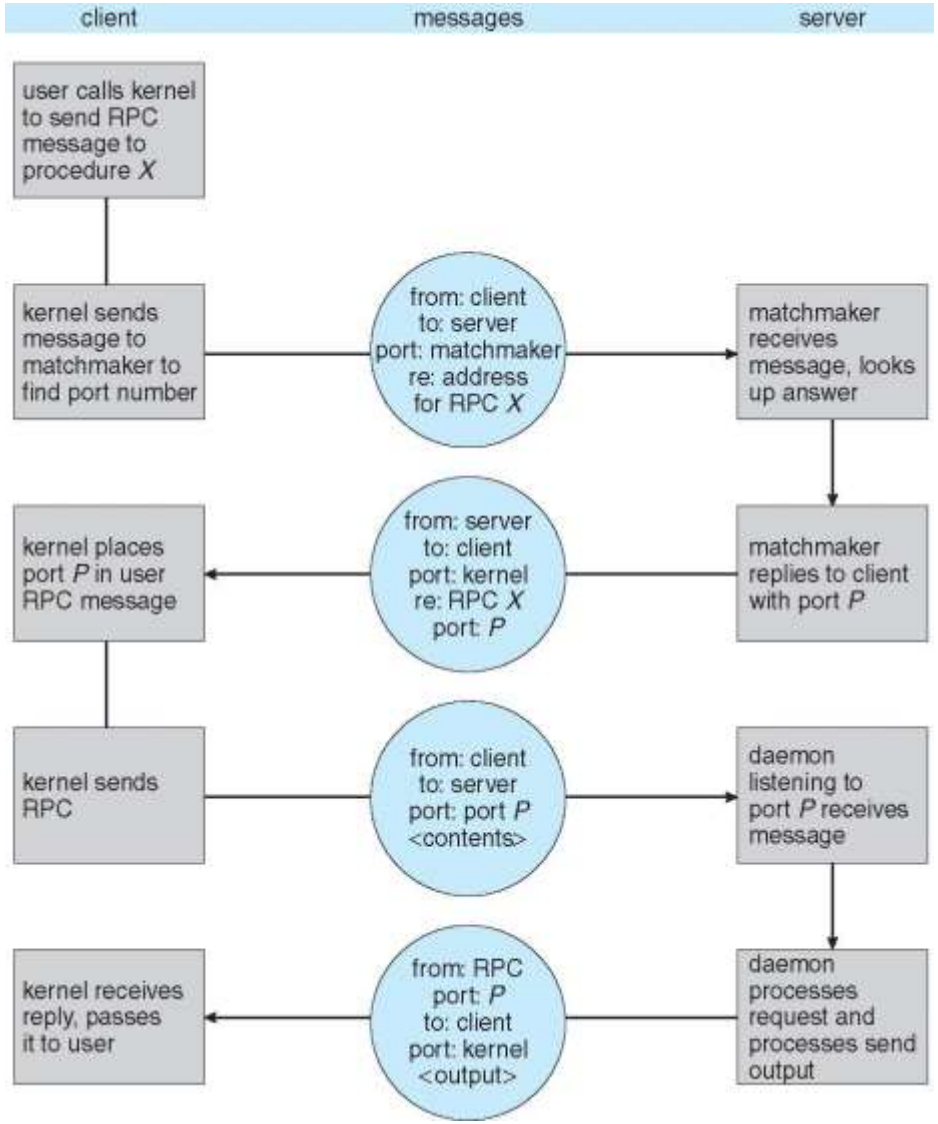
Java'da Soket İletişimi - İstemci

```
public class DateClient
{
   public static void main(String[] args) {
      try {
         //make connection to server socket
         Socket sock = new Socket("127.0.0.1",6013);

         InputStream in = sock.getInputStream();
         BufferedReader bin = new
            BufferedReader(new InputStreamReader(in));

         // read the date from the socket
         String line;
         while ( (line = bin.readLine()) != null)
            System.out.println(line);

         // close the socket connection
         sock.close();
      }
      catch (IOException ioe) {
         System.err.println(ioe);
      }
   }
}
```

Uzak Prosedür Çağrıları (RPC)

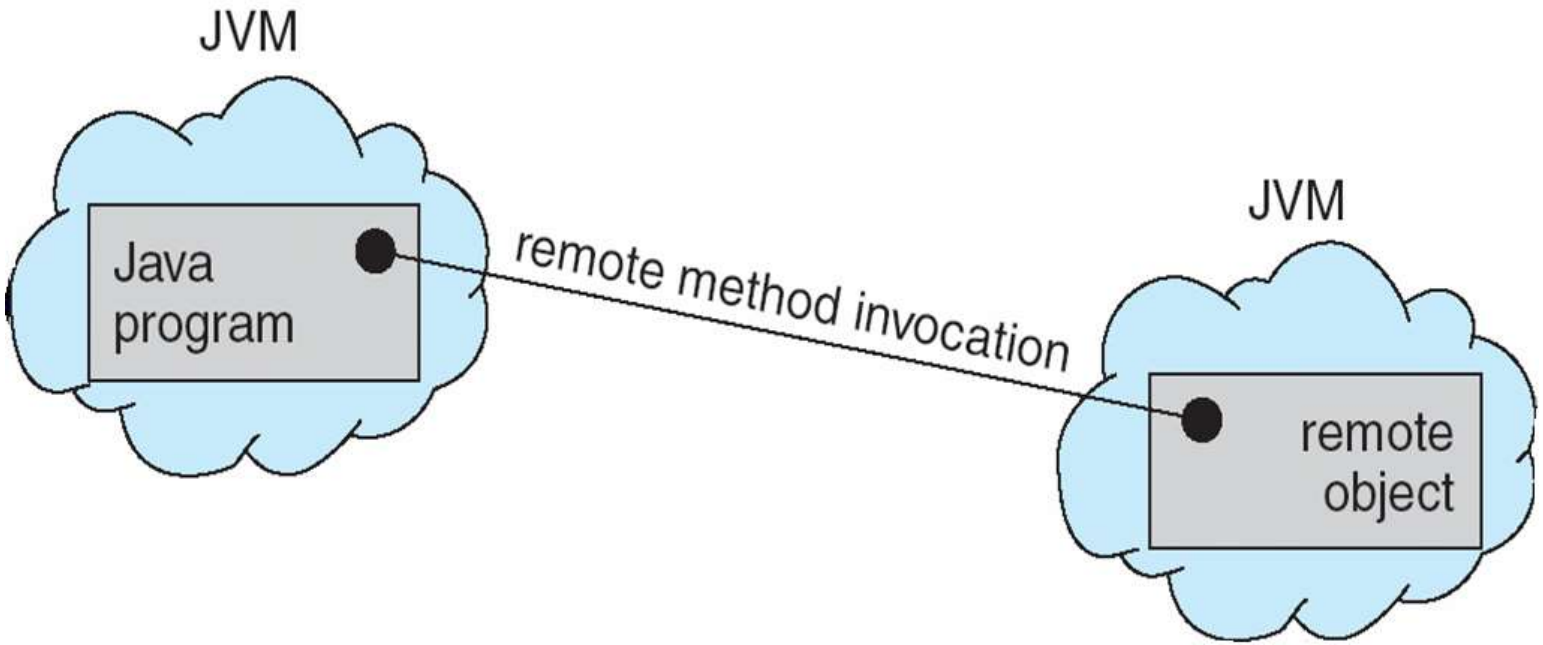
- Remote procedure call (RPC)
- Ağa bağlı sistemlerdeki işlemler arasında metot (prosedür, fonksiyon) çağrımını soyutlar
- **Stub** – sunucudaki asıl metot için istemci tarafında bulunan vekildir
- İstemci tarafı sunucuyu konumlandırır ve metot parametrelerini paketler
- Sunucu tarafı mesajı alır, parametreleri açığa çıkarır ve sunucudaki metotu çalıştırır

RPC'nin Çalıştırılması

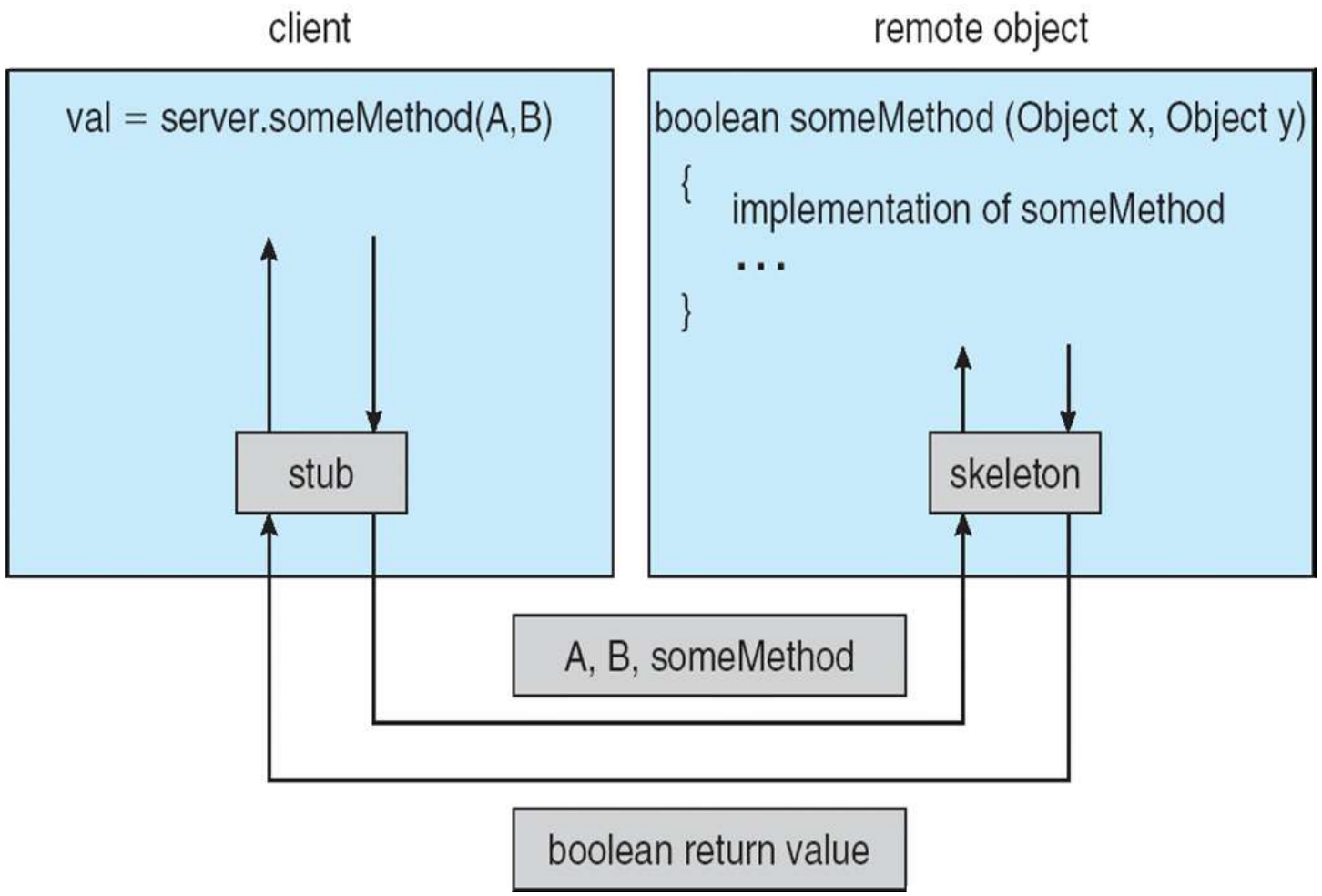


Uzak Metot Çağırma (RMI)

- **Remote Method Invocation (RMI)**
- RPC'ye benzer Java mekanizmasıdır
- RMI, bir Java programının, uzak bir nesnede bulunan bir metotu çağırmasını sağlar



Parametrelerin Paketlenmesi



RMI Örneği - Arayüz

```
public interface RemoteDate extends Remote
{
   public abstract Date getDate() throws RemoteException;
}
```

RMI Örneği – Sunucu Taraf

```
public class RemoteDateImpl extends UnicastRemoteObject
      implements RemoteDate
{
   public RemoteDateImpl() throws RemoteException { }

   public Date getDate() throws RemoteException {
      return new Date();
   }

   public static void main(String[] args) {
      try {
         RemoteDate dateServer = new RemoteDateImpl();

         // Bind this object instance to the name "DateServer"
         Naming.rebind("DateServer", dateServer);
      }
      catch (Exception e) {
         System.err.println(e);
      }
   }
}
```

RMI Örneği – İstemci Taraf

```
public class RMIClient
{
   public static void main(String args[]) {
      try {
         String host = "rmi://127.0.0.1/DateServer";

         RemoteDate dateServer = (RemoteDate)Naming.lookup(host);
         System.out.println(dateServer.getDate());
      }
      catch (Exception e) {
         System.err.println(e);
      }
   }
}
```