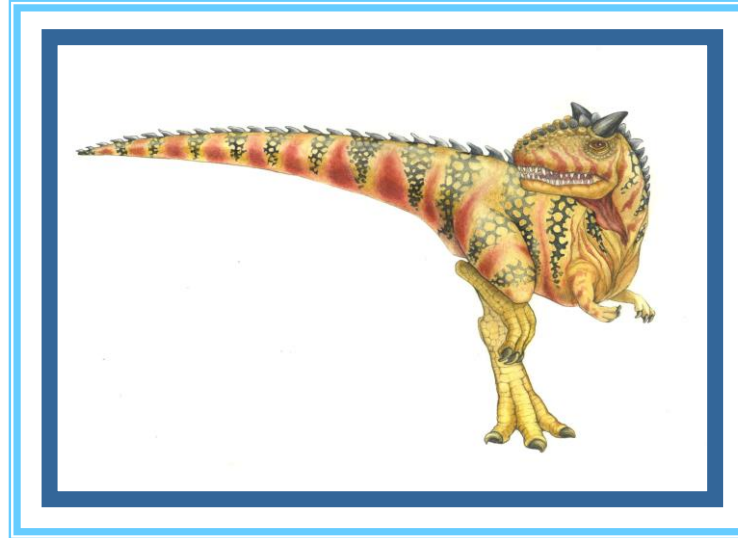


Bölüm 4: İş Parçacıkları (Threads)





Hafta 4: İş Parçacıkları

- ❑ Genel Bakış
- ❑ Çoklu iş parçacığı (Multithreading) Modelleri
- ❑ İş parçacığı Kütüphaneleri
- ❑ Örtülü (Saklı) İş parçacıkları
- ❑ İş parçacığı sorunları
- ❑ İşletim Sistemi Örnekleri
- ❑ Windows İş parçacıkları
- ❑ Linux İş parçacıkları





Hedefler

- İş parçacığı kavramını tanıtmak —CPU kullanımının en temel birimi (A thread is a basic unit of CPU utilization)
- Pthreads API'leri, Win32 ve Java iş parçacığı kütüphanelerini tanıtmak
- Çoklu iş parçacığı programlaması ile ilgili sorunları incelemek
- Örtülü (Implicit) iş parçacığını sağlayan stratejileri öğrenmek
- Windows ve Linux işletim sistemlerinde iş parçacığı desteğini kavramak





Motivasyon

- Çoğu modern uygulamalar çoklu iş parçacıklıdır
- İş parçacıkları uygulamanın içinde çalışırlar.
- Uygulama içinde birden fazla görev, ayrı iş parçacıkları tarafından gerçekleştirilebilir.
 - Güncellemeleri göstermek
 - Veri çekmek
 - Yazım denetimi, tuşa basılması, karakterin ekrana basılması
 - Ağ taleplerini yanıtlama
- Proses oluşturma fazla zaman alan ve kaynak tüketen bir işlemdir, iş parçacığı oluşturma ise daha az kaynak ve zaman tüketir.
- Kodu basitleştirmek, verimliliği arttırmak
- Çekirdekler(kernel) genellikle çoklu iş parçacığı olarak çalışırlar.





İş parçacığı ne demektir?

(Bilişim Terimleri Sözlüğü-ODTU)

- *izlek - iş parçacığı*
 - Bir bilgi işleme sürecinde gerçekleştirilebilecek en küçük işlem birimi





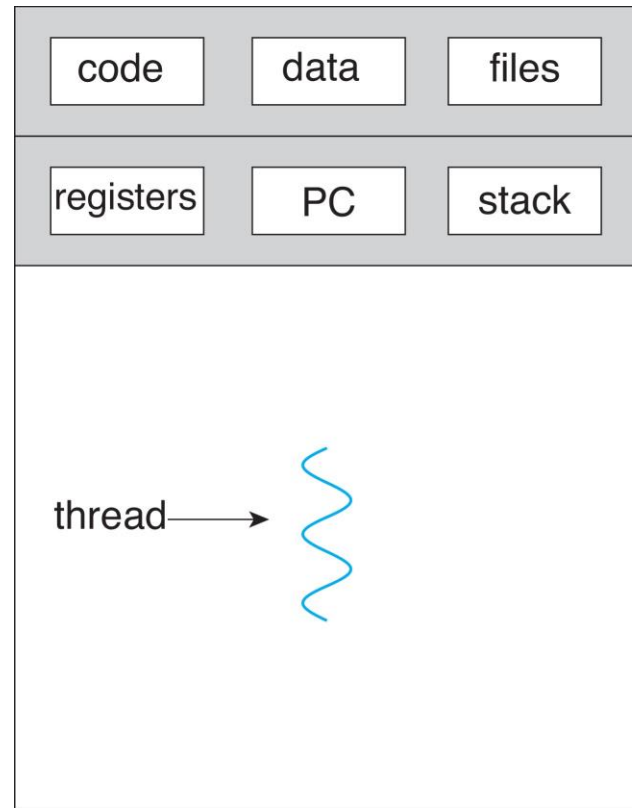
İş parçacığı ne demektir? (wikipedia)

- İş parçacığı (iş parçacığı) bilgisayar biliminde, bir programın kendini eş zamanlı olarak çalışan birden fazla iş parçasına ayırabilmesinin bir yoludur.

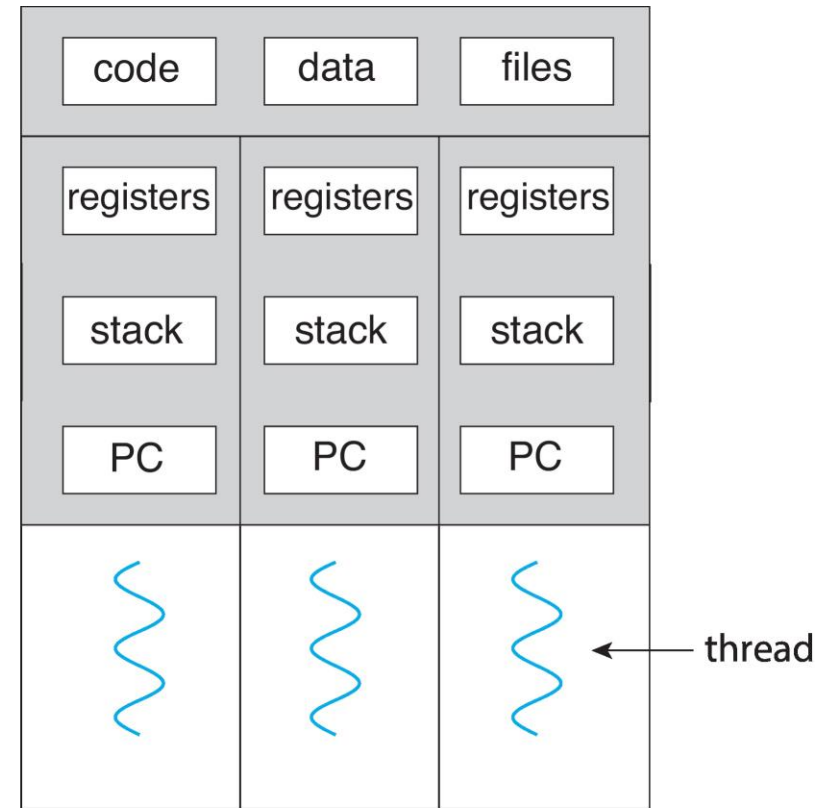




Tekli ve Çoklu iş parçacıklı Prosesler



single-threaded process



multithreaded process

- Bir iş parçacığının kendisine ait bir ID'si, program sayacı, a register kümesi, ve yığını(stack) vardır





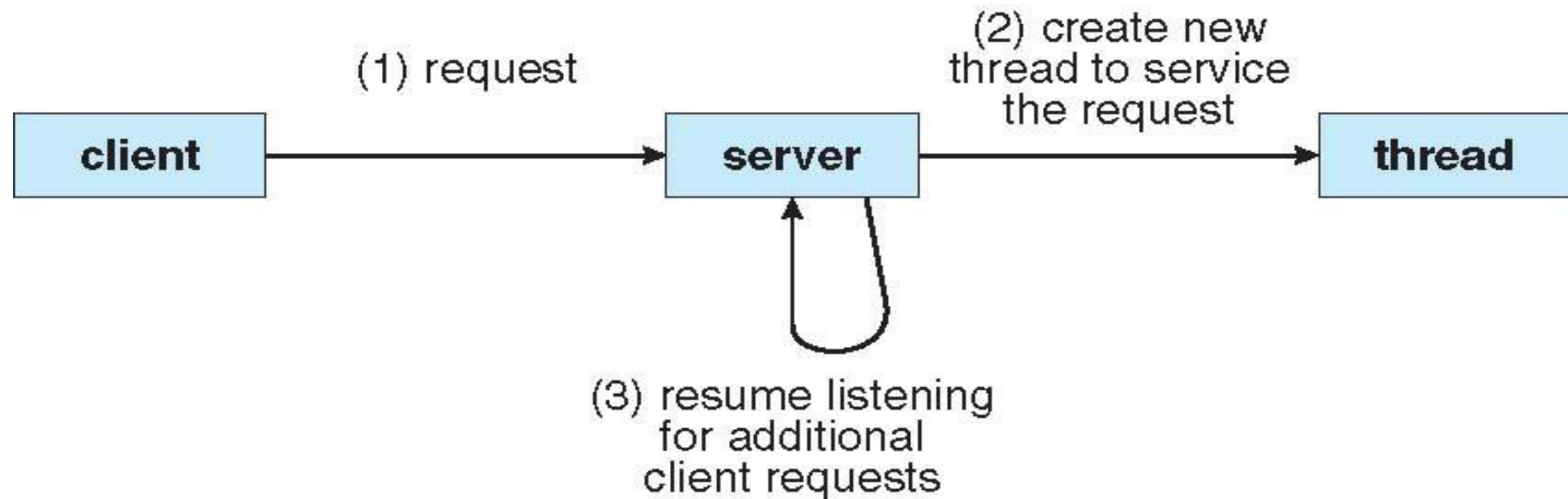
Faydaları

- **Duyarlılık/Hassasiyet:** Prosesin bir kısmı bloke olmuş olsa ise bile yürütmenin/programın devam etmesine izin verir. Özellikle arayüzlerde çok kullanışlı
- **Kaynak Paylaşımı:** İş-parçacıkları prosesin kaynaklarını kullanır. Paylaşılmış bellek veya mesajlaşma gibi haberleşmeye gerek yok zaten aynı belleği kullanırlar
- **Tasarruf:** prosesin oluşturulmasına göre daha kolay daha az masraflı. İş-parçacıklarının değiştirilmesi içerik değiştirmekten daha kolay (Solaris de proses oluşturma 30 kat daha yavaş)
- **Ölçeklenebilirlik:** Çoklu-işlemcili sistemlerin mimarilerinin avantajlarından faydalanabilir. Çoklu iş parçacıkları paralel olarak değişik çekirdeklerde çalışabilir





Çoklu iş parçacığı Sunucu Mimarisi





Çok Çekirdekli (Multicore) Programlama

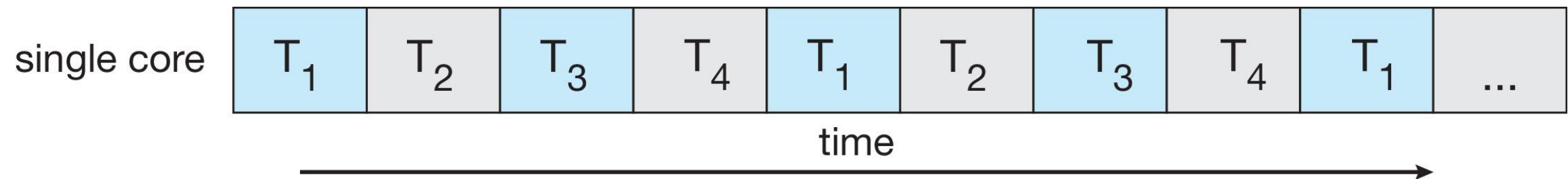
- Çok çekirdekli sistemler, programcılarını verimlilik amacıyla aşağıdaki konulara zorlamaktadır:
 - Aktiviteleri bölme
 - Denge
 - Veri Bölümleme-Data splitting
 - Veri Bağımlılığı-Data dependency
 - Test ve Hata Ayıklama
- **Paralellik**, birden fazla görevi aynı anda yapmamıza olanak sağlar
- **Eş zamanlılık(Concurrency)**, birden fazla görevin yürütülmesini destekler
 - Tek çekirdekli/işlemcili sistemlerde çizelgeleyiciler eş zamanlılığı sağlar



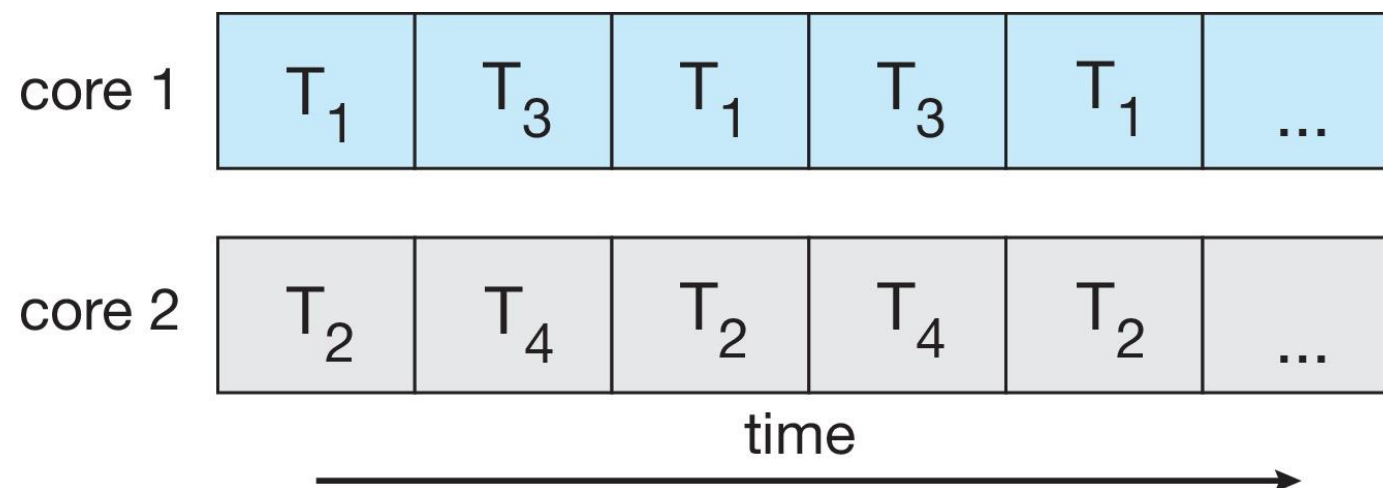


Tek Çekirdekli Sistemlerde Eşzamanlılık

□ Tek-çekirdekli sistemlerde eş-zamanlı yürütme



□ Çok-çekirdekli sistemlerde paralellik





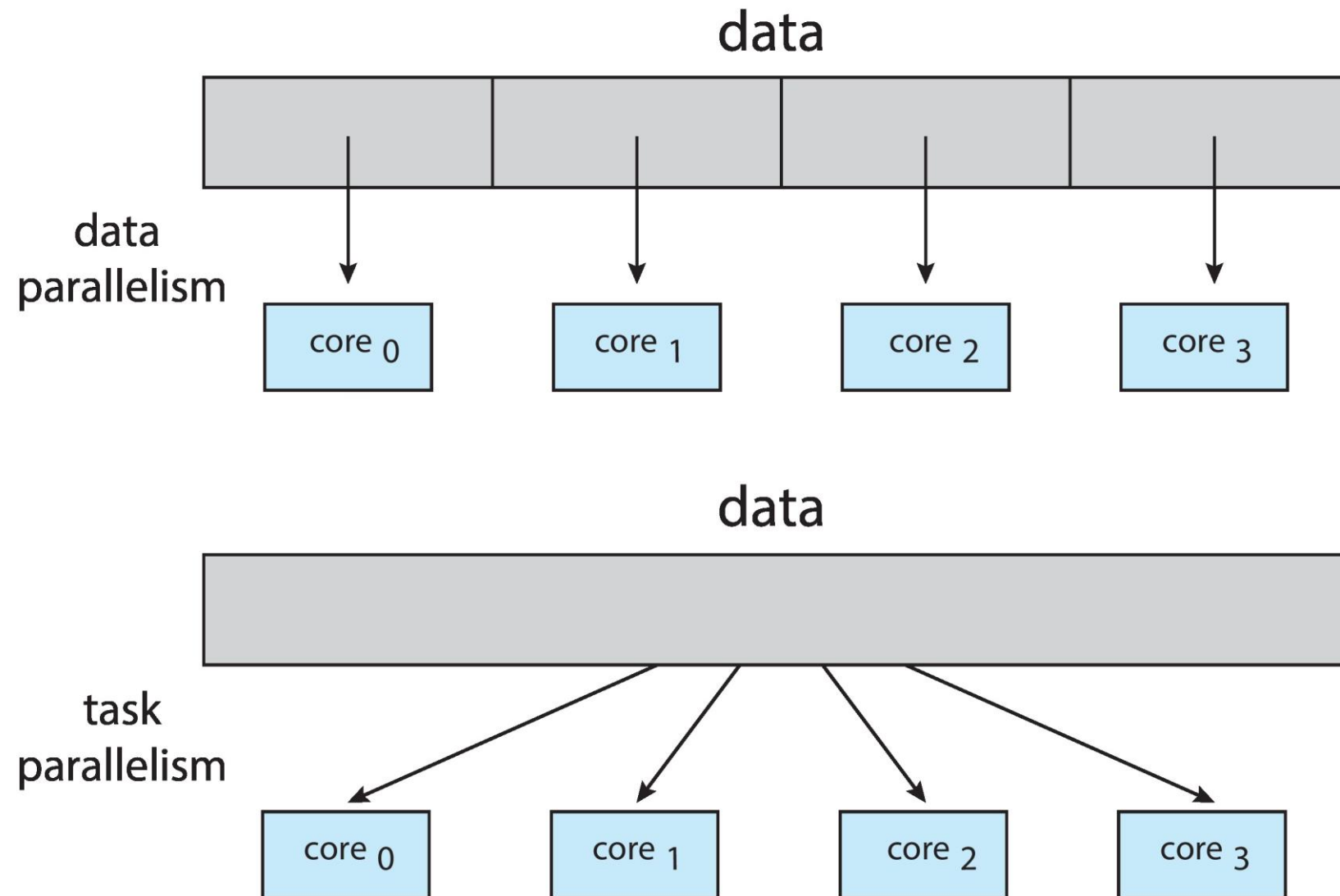
Multicore Programming (Cont.)

- Paralellik çeşitleri
 - **Veri Paralelliği**– Aynı verinin alt kümelerini birden çok çekirdeğe dağıtır, (her birinde aynı işlem)
 - **Görev Paralelliği**– İş parçacıklarını çekirdeklere dağıtır, her iş parçacığı ayrı bir işlem gerçekleştirir.
 - İş parçacıklarının sayısı arttıkça, iş parçacığı için mimari destek de artar
 - ▶ Donanım İş parçacığı sayısı kadar CPU’da çekirdek vardır
 - ▶ 8 çekirdekli Oracle SPARC T4 ve çekirdek başına 8 donanım iş parçacığı düşünün.





Data and Task Parallelism





Amdahl Kanunu

- Hem seri hem de paralel bileşenlere sahip bir uygulamaya ek çekirdek eklenmesinden elde edilen performans artışlarını belirler.
- S seri bölümdür
- N işlemci sayısı

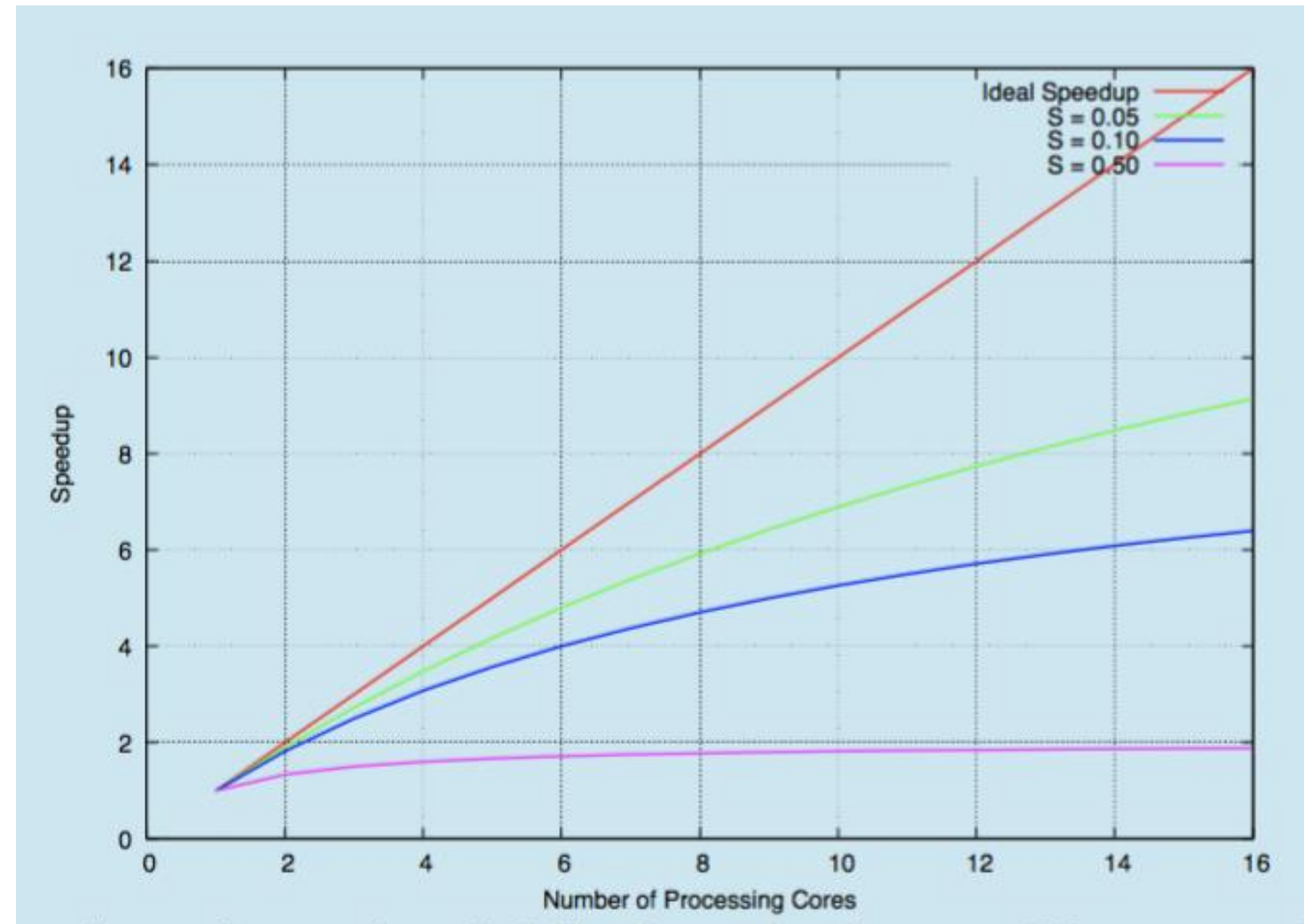
$$speedup \leq \frac{1}{S + \frac{(1-S)}{N}}$$

- Yani, eğer uygulama% 75 paralel /% 25 seri ise, 1'den 2 çekirdeğe çıkma, 1,6 kat hızlanma sağlar
- N , sonsuzluğa yaklaşırken, hızlanma $1 / S$ 'ye yaklaşır





Amdahl's Law





Kullanıcı İş Parçacıkları

- Kullanıcı İş parçacığı, kullanıcı seviyeli iş parçacığı kütüphaneleri ile yönetilir.
- 3 adet temel iş parçacığı kütüphanesi vardır:
 - POSIX **iş parçacığı (Pthreads)**
 - Win32 iş parçacıkları
 - Java iş parçacıkları





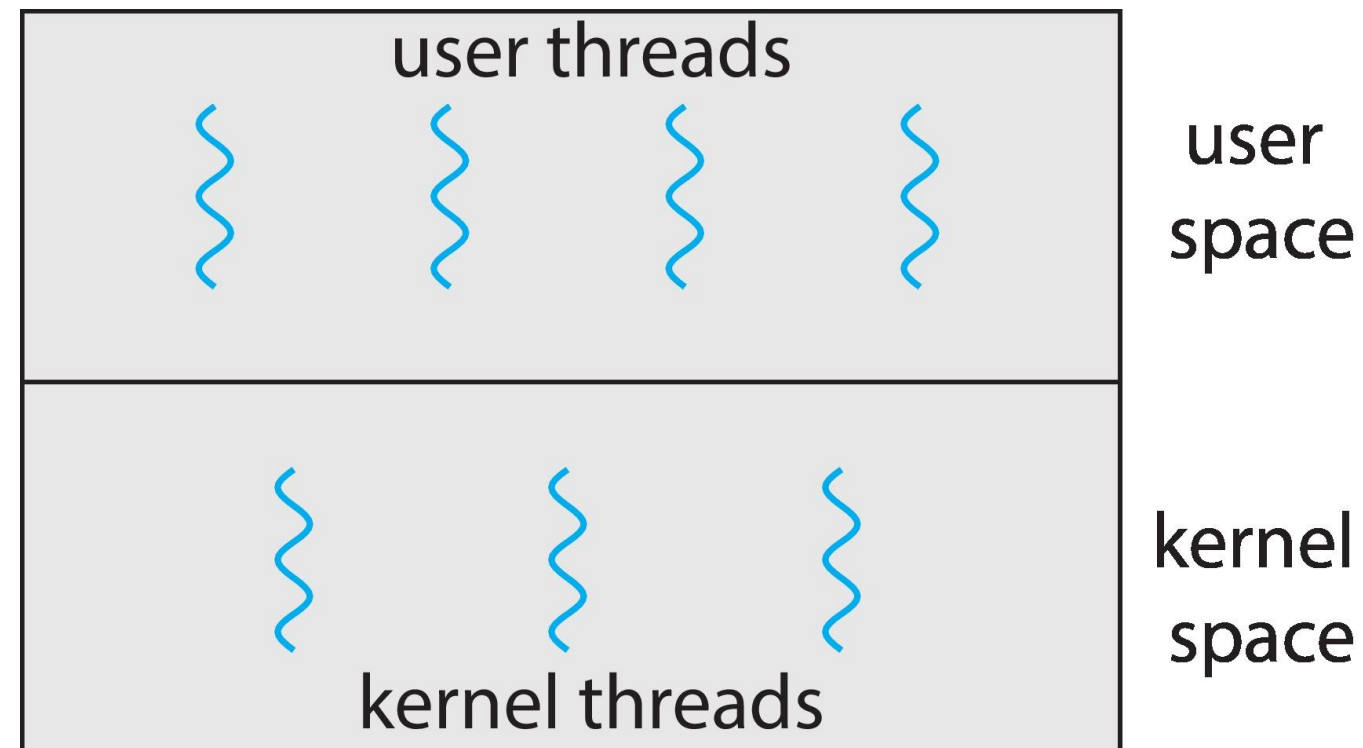
Çekirdek İş Parçacıkları

- Çekirdek tarafından çalıştırılır.
- Örnekler (Hemen hemen tüm genel amaçlı işletim sistemleri):
 - Windows
 - Solaris
 - Linux
 - Tru64 UNIX
 - Mac OS X
 - iOS
 - Android





User and Kernel Threads





Çoklu İş Parçacığı Modelleri

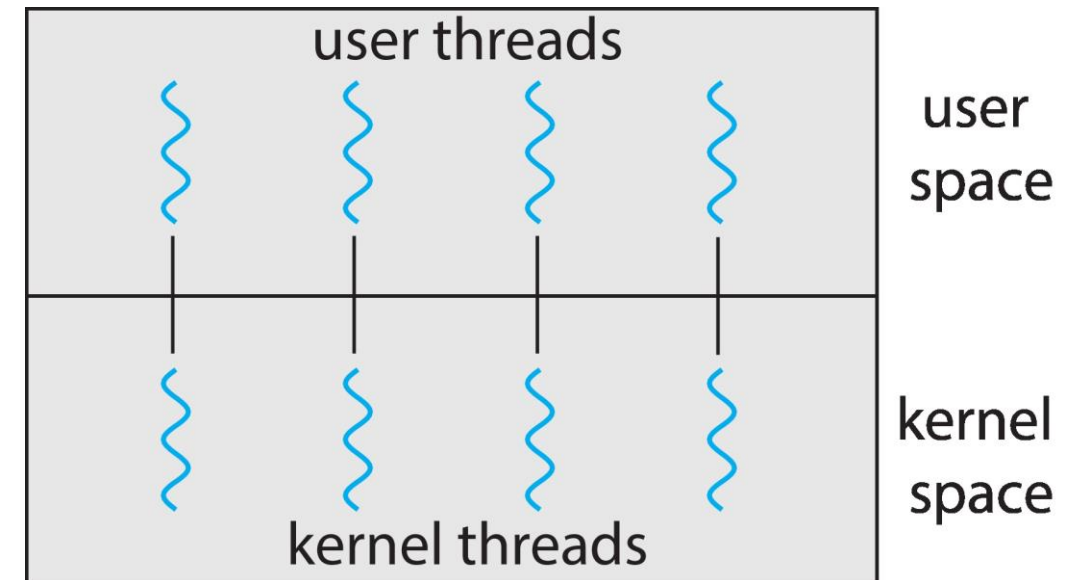
- Çok-a-bir
- Bir-e-bir
- Çok-a-çok





Bir-e-Bir

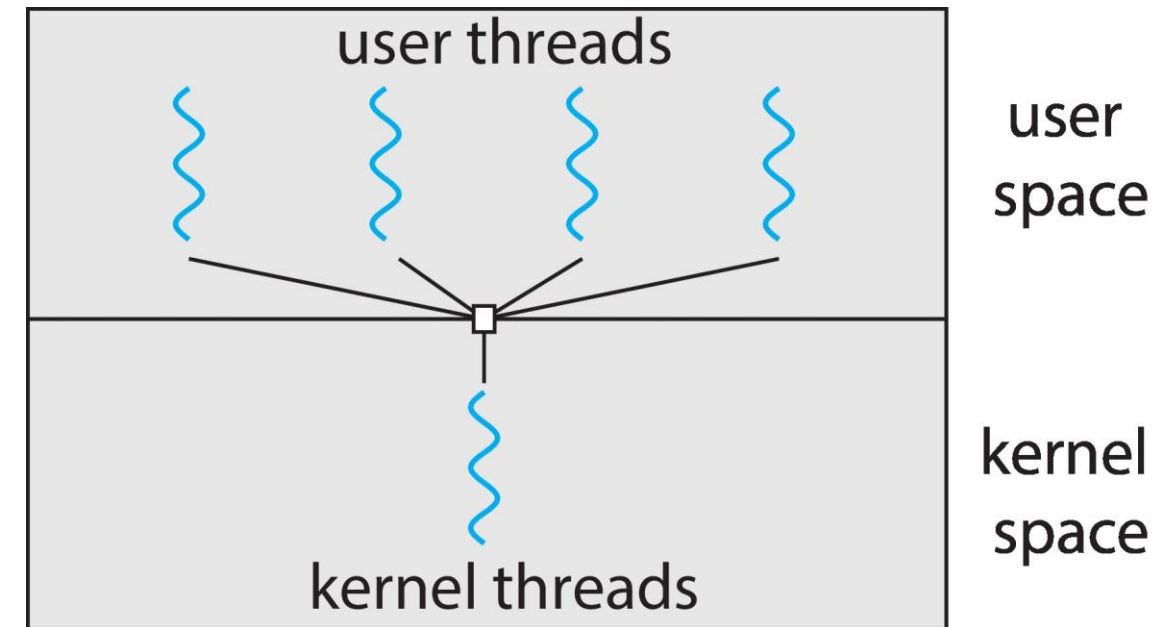
- Her kullanıcı-seviyeli iş parçacığı, bir çekirdek iş parçacığı ile ilişkilendirilir.
- Kullanıcı düzeyinde bir iş parçacığı oluşturmak, bir çekirdek iş parçacığı oluşturur
- Çok-a-tek'e göre daha fazla eşzamanlılık sağlar
- İşlem başına düşen iş parçacığı sayısı, bazen ek yük(overhead) nedeniyle kısıtlanmıştır
- Örnekler:
 - Windows
 - Linux
 - Solaris 9 ve üstü





Çok-a-bir

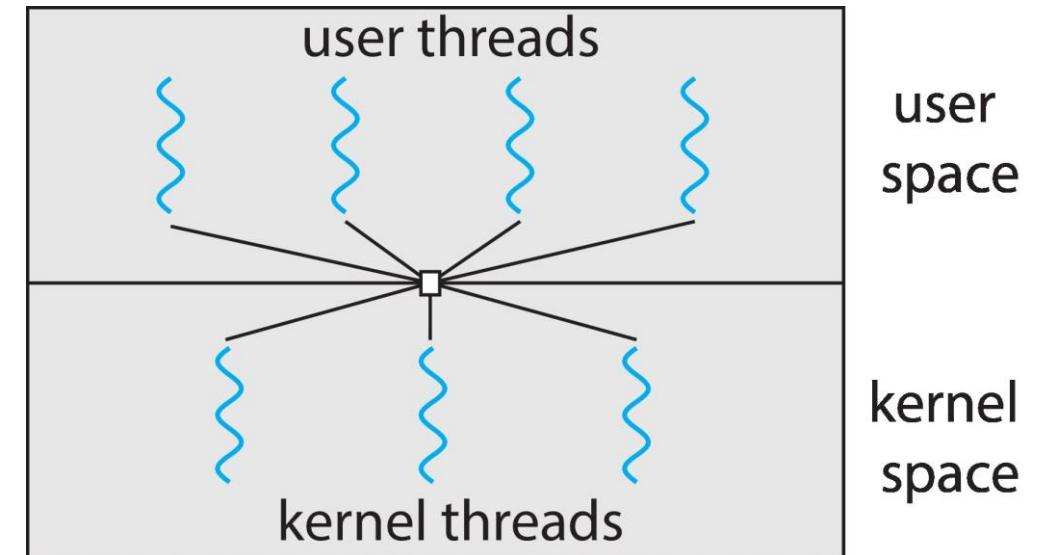
- Birden fazla kullanıcı-seviyeli iş parçacığı, tek bir çekirdek iş parçacığı ile ilişkilendirilir.
- Bir iş parçacığı engelleme herkesin engellenmesine neden olur
- Birden çok iş parçacığı, çok çekirdekli sistemde paralel çalışmayabilir, çünkü bir seferde sadece bir tane çekirdek işlemde olabilir.
- Az miktardaki sistemler bu modeli kullanır
- Örnekler :
 - **Solaris Green iş parçacığı**
 - **GNU Portable iş parçacığı**





Çok-a-Çok Modeli

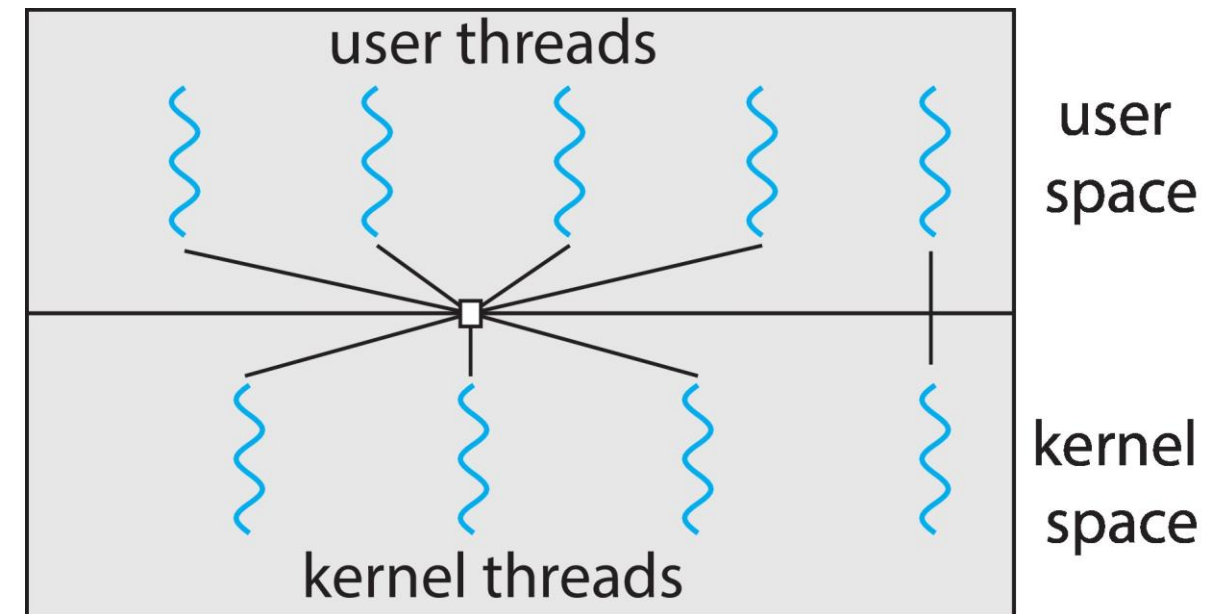
- ❑ Çok sayıda kullanıcı-seviyeli iş parçacığının, yine çok sayıda çekirdek iş parçacığı ile ilişkilendirilmesine izin verir.
- ❑ İşletim sisteminin yeterli sayıda çekirdek iş parçacığı oluşturmaya izin verir.
- ❑ Solaris 9 ve önceki sürümlerinde
- ❑ *ThreadFiber* paketi ile Windows NT/2000





İki-Seviyeli Model

- Bir kullanıcı-iş parçacığının, bir çekirdek iş parçacığına bağlı olmasına izin vermesi dışında Çok-a-Çok modeli ile benzerdir.
- Örnekleri :
 - IRIX
 - HP-UX
 - Tru64 UNIX
 - Solaris 8 ve önceki sürümler





İş Parçacığı Kütüphaneleri

- **İş parçacığı kütüphanesi** programcılara API vasıtasıyla iş parçacıkları oluşturma ve bunları yönetme imkanı sağlar.
- İki temel uygulama yöntemi
 - Kütüphane tamamen kullanıcı tarafındadır(Çekirdek desteği olmadan). Kütüphane için **kodlar ve veri yapıları kullanıcı tarafındadır.** Kütüphaneden bir fonksiyonun çağırılması yerel fonk. çağırma gibi olur sistem çağırısı değil.
 - Çekirdek-seviyesinde kütüphane, işletim sistemi tarafından sağlanır. Kütüphane için **kodlar ve veri yapıları çekirdek tarafındadır.** Kütüphaneden bir fonksiyonun çağırılması sistem çağırısı çağırma gibi olur.
- İki türlü iş parç. oluşturma tekniği var; Asenkron şekilde, ebeveyn çocuk iş parçacığını oluşturduktan sonra çalışmaya devam eder (Eş zamanlı çalışırlar). Senkron şekilde çocuk iş parç. İşleminin bitirilmesi beklenir





Java İş parçacığı

- Java iş parçacıkları JVM tarafından yönetilir.
- Genelde, işletim sistemi tarafından sağlanan iş parçacığı modelleri kullanılarak gerçekleştirilir.
- Java iş parçacıkları şunlar tarafından oluşturulabilir :
 - iş parçacığı sınıfından türetilerek, ve run() metodu override edilerek kullanılır
 - Runnable arayüzünün (Interface) uygulanması ile (standart olan)

```
public interface Runnable
{
    public abstract void run();
}
```





Java Threads

Implementing Runnable interface:

```
class Task implements Runnable
{
    public void run() {
        System.out.println("I am a thread.");
    }
}
```

Creating a thread:

```
Thread worker = new Thread(new Task());
worker.start();
```

Waiting on a thread:

```
try {
    worker.join();
}
catch (InterruptedException ie) { }
```





Java Çoklu İş parçacığı Programı

```
class Sum
{
    private int sum;

    public int getSum() {
        return sum;
    }

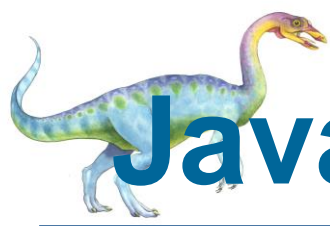
    public void setSum(int sum) {
        this.sum = sum;
    }
}

class Summation implements Runnable
{
    private int upper;
    private Sum sumValue;

    public Summation(int upper, Sum sumValue) {
        this.upper = upper;
        this.sumValue = sumValue;
    }

    public void run() {
        int sum = 0;
        for (int i = 0; i <= upper; i++)
            sum += i;
        sumValue.setSum(sum);
    }
}
```





Java Çoklu İş parçacığı Programı (Devam)

```
public class Driver
{
    public static void main(String[] args) {
        if (args.length > 0) {
            if (Integer.parseInt(args[0]) < 0)
                System.err.println(args[0] + " must be >= 0.");
            else {
                Sum sumObject = new Sum();
                int upper = Integer.parseInt(args[0]);
                Thread thrd = new Thread(new Summation(upper, sumObject));
                thrd.start();
                try {
                    thrd.join();
                    System.out.println
                        ("The sum of "+upper+" is "+sumObject.getSum());
                } catch (InterruptedException ie) { }
            }
        }
        else
            System.err.println("Usage: Summation <integer value>"); }
}
```





Pthread İş parçacığı

- ❑ Kullanıcı-seviyesinde ya da çekirdek-seviyesinde olabilir.
- ❑ İş parçacığı oluşturma ve senkronizasyon için bir POSIX standardı (IEEE 1003.1c) vardır.
- ❑ Tanımlama, uygulama değil
- ❑ API, iş parçacığı kütüphanesinin davranışını belirtir. Uygulama kütüphanenin oluşumuna/gelişimine bağlıdır.
- ❑ UNIX işletim sistemlerinde (Solaris, Linux, Mac OS X) yaygındır.





Pthreads Example

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

#include <stdlib.h>

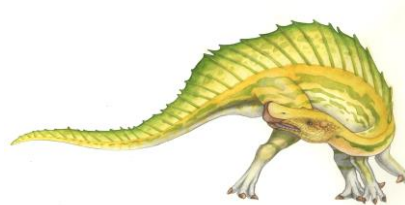
int sum; /* this data is shared by the thread(s) */
void *runner(void *param); /* threads call this function */

int main(int argc, char *argv[])
{
    pthread_t tid; /* the thread identifier */
    pthread_attr_t attr; /* set of thread attributes */

    /* set the default attributes of the thread */
    pthread_attr_init(&attr);
    /* create the thread */
    pthread_create(&tid, &attr, runner, argv[1]);
    /* wait for the thread to exit */
    pthread_join(tid, NULL);

    printf("sum = %d\n", sum);
}
```

```
int pthread_create(pthread_t *thread, const pthread_attr_t *attr,
void *(*start_routine) (void *), void *arg);
```





Pthreads Example (cont)

```
/* The thread will execute in this function */  
void *runner(void *param)  
{  
    int i, upper = atoi(param);  
    sum = 0;  
  
    for (i = 1; i <= upper; i++)  
        sum += i;  
  
    pthread_exit(0);  
}
```





Pthreads Code for Joining 10 Threads

```
#define NUM_THREADS 10

/* an array of threads to be joined upon */
pthread_t workers[NUM_THREADS];

for (int i = 0; i < NUM_THREADS; i++)
    pthread_join(workers[i], NULL);
```





Win32 API Çoklu iş parçacığı

- ❑ iş parçacığı kütüphanesi Çekirdek tarafındadır
- ❑ Birçok açıdan Pthreads tekniğine benzer yapıda
- ❑ windows.h header dosyasını içermesi zorunlu
- ❑ Herhangi bir veri global olarak deklare edilir. Prosesdeki bütün fonk. ulaşabilir





Windows Multithreaded C Program

```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>
DWORD Sum; /* data is shared by the thread(s) */

/* The thread will execute in this function */
DWORD WINAPI Summation(LPVOID Param)
{
    DWORD Upper = *(DWORD*)Param;
    for (DWORD i = 1; i <= Upper; i++)
        Sum += i;
    return 0;
}
```





Windows Multithreaded C Program (Cont.)

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    DWORD ThreadId;
    HANDLE ThreadHandle;
    int Param;

    Param = atoi(argv[1]);
    /* create the thread */
    ThreadHandle = CreateThread(
        NULL, /* default security attributes */
        0, /* default stack size */
        Summation, /* thread function */
        &Param, /* parameter to thread function */
        0, /* default creation flags */
        &ThreadId); /* returns the thread identifier */

    /* now wait for the thread to finish */
    WaitForSingleObject(ThreadHandle, INFINITE);

    /* close the thread handle */
    CloseHandle(ThreadHandle);

    printf("sum = %d\n", Sum);
}
```





Implicit (Örtülü) Threading

- İş parçacıkları sayısı arttıkça, program doğrulama daha da zorlaştı.
- İş parçacıklarının oluşturulması ve yönetimi programcılar yerine derleyiciler ve run-time kütüphaneleri tarafından yapılmaya başlandı
- Genel 5 metot var;
 - Thread havuzları
 - Fork-Join
 - OpenMP
 - Grand Central Dispatch (Gönderim merkezleri). /Apple/
- Diğerleri, Intel Threading Building Blocks ve `java.util.concurrent` package





İş Parçacığı Havuzları

- Bir havuz içerisinde, çalışmayı bekleyen iş parçacığı dizisi oluşturulur
- Avantajları:
 - Genellikle var olan bir iş parçacığına cevap vermek yeni bir iş parçacığı oluşturmaktan biraz daha hızlıdır.
 - Uygulama içindeki iş parçacıkları sayısının havuz boyutuyla sınırlandırılmasını sağlar
 - Görev oluşturma mekanizmasında gerçekleştirilecek görevin ayrı olması, görevin yürütülmesi için farklı stratejilere izin verir.
 - ▶ Görevler periyodik olarak çalışacak şekilde planlanabilir
- Windows API İş parç. Havuzlarına izin verir

```
DWORD WINAPI PoolFunction(AVOID Param) {  
    /*  
    * this function runs as a separate thread.  
    */  
}
```





Java Thread Pools

□ Executors sınıfında iş parçacığı havuzu oluşturmak için üç factory metodu:

- `static ExecutorService newSingleThreadExecutor()`
- `static ExecutorService newFixedThreadPool(int size)`
- `static ExecutorService newCachedThreadPool()`





Java Thread Pools (cont)

```
import java.util.concurrent.*;

public class ThreadPoolExample
{
    public static void main(String[] args) {
        int numTasks = Integer.parseInt(args[0].trim());

        /* Create the thread pool */
        ExecutorService pool = Executors.newCachedThreadPool();

        /* Run each task using a thread in the pool */
        for (int i = 0; i < numTasks; i++)
            pool.execute(new Task());

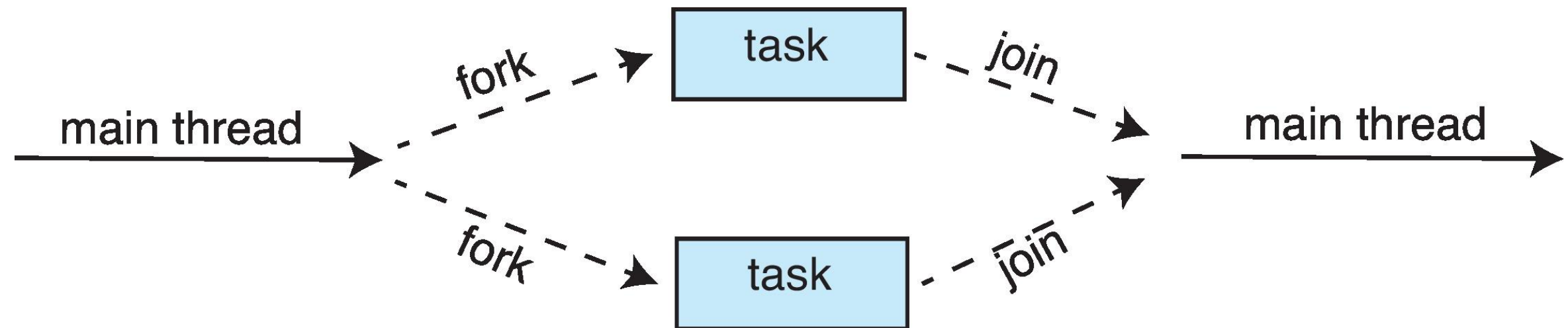
        /* Shut down the pool once all threads have completed */
        pool.shutdown();
    }
}
```





Fork-Join Parallelism

- Birden çok iş parçacığı (görevler) çatallanır ve ardından birleştirilir.





Fork-Join Parallelism

- Çatallanma-Birleşme stratejisi için genel algoritma:

```
Task(problem)
  if problem is small enough
    solve the problem directly
  else
    subtask1 = fork(new Task(subset of problem))
    subtask2 = fork(new Task(subset of problem))

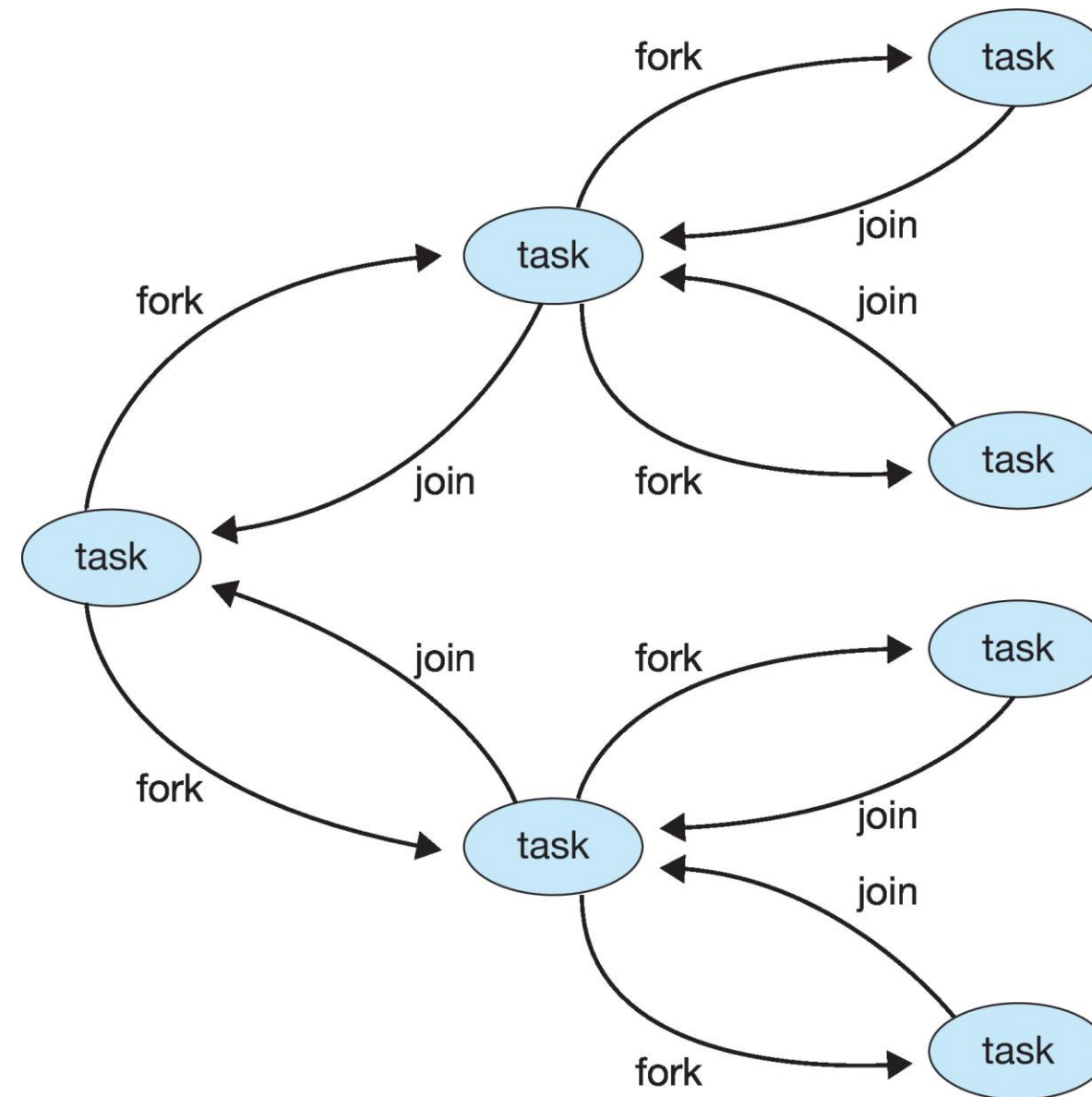
    result1 = join(subtask1)
    result2 = join(subtask2)

    return combined results
```





Fork-Join Parallelism





Fork-Join Parallelism in Java

```
ForkJoinPool pool = new ForkJoinPool();  
// array contains the integers to be summed  
int[] array = new int[SIZE];  
  
SumTask task = new SumTask(0, SIZE - 1, array);  
int sum = pool.invoke(task);
```





Fork-Join Parallelism in Java

```
import java.util.concurrent.*;

public class SumTask extends RecursiveTask<Integer>
{
    static final int THRESHOLD = 1000;

    private int begin;
    private int end;
    private int[] array;

    public SumTask(int begin, int end, int[] array) {
        this.begin = begin;
        this.end = end;
        this.array = array;
    }

    protected Integer compute() {
        if (end - begin < THRESHOLD) {
            int sum = 0;
            for (int i = begin; i <= end; i++)
                sum += array[i];

            return sum;
        }
        else {
            int mid = (begin + end) / 2;

            SumTask leftTask = new SumTask(begin, mid, array);
            SumTask rightTask = new SumTask(mid + 1, end, array);

            leftTask.fork();
            rightTask.fork();

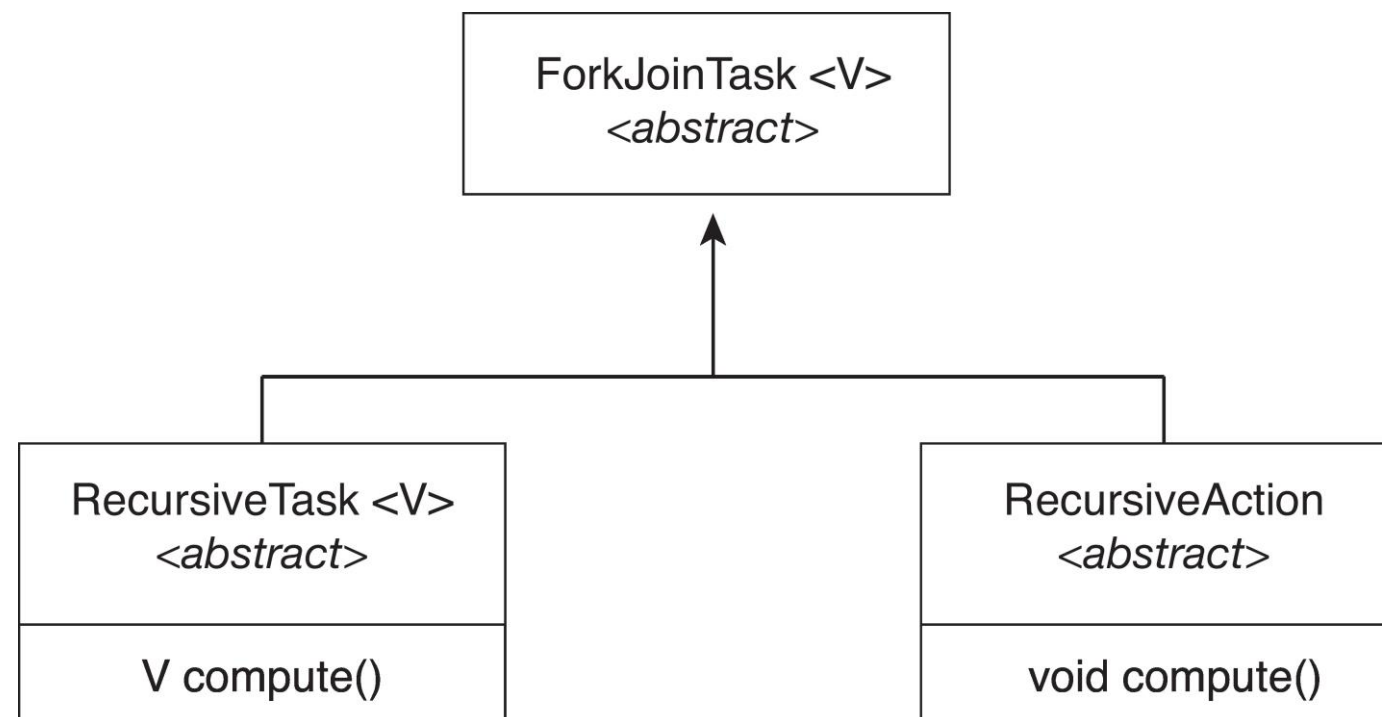
            return rightTask.join() + leftTask.join();
        }
    }
}
```





Fork-Join Parallelism in Java

- **ForkJoinTask** bir temel soyut sınıftır.
- **RecursiveTask** ve **RecursiveAction** sınıfları, **ForkJoinTask**'dan türetilir
- **RecursiveTask** bir sonuç döndürür (compute () metodundan dönüş değeri aracılığıyla)
- **RecursiveAction** bir sonuç döndürmez





OpenMP

- C, C ++, FORTRAN için bir API ve Derleyici yönergesi kümesi
- Solaris, IBM AIX , HP-UX, GNU/LINUX, MAC OS X ve Windows üzerinde çalışır.
- Paylaşılan bellek ortamlarında paralel programlama için destek sağlar
- Paralel bölgeleri tanımlar - paralel çalışabilen kod blokları

#pragma omp parallel

- Çekirdek kadar çok İş parç. Oluşturun

```
#pragma omp parallel for
    for(i=0;i<N;i++) {
        c[i] = a[i] + b[i];
    }
```

- For döngüsünü paralel olarak çalıştır

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

int main(int argc, char *argv[])
{
    /* sequential code */

    #pragma omp parallel
    {
        printf("I am a parallel region.");
    }

    /* sequential code */

    return 0;
}
```





Grand Central Dispatch (Büyük Merkezi Gönderim)

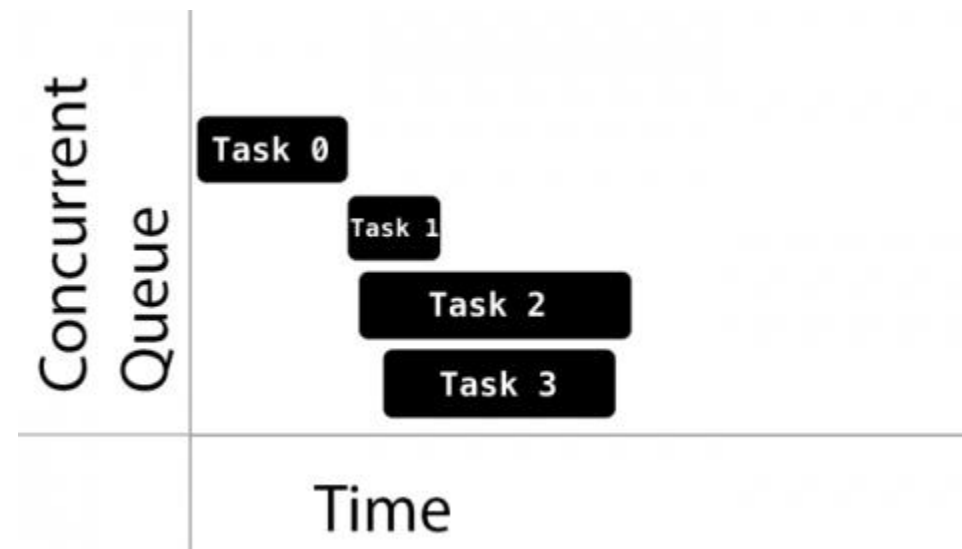
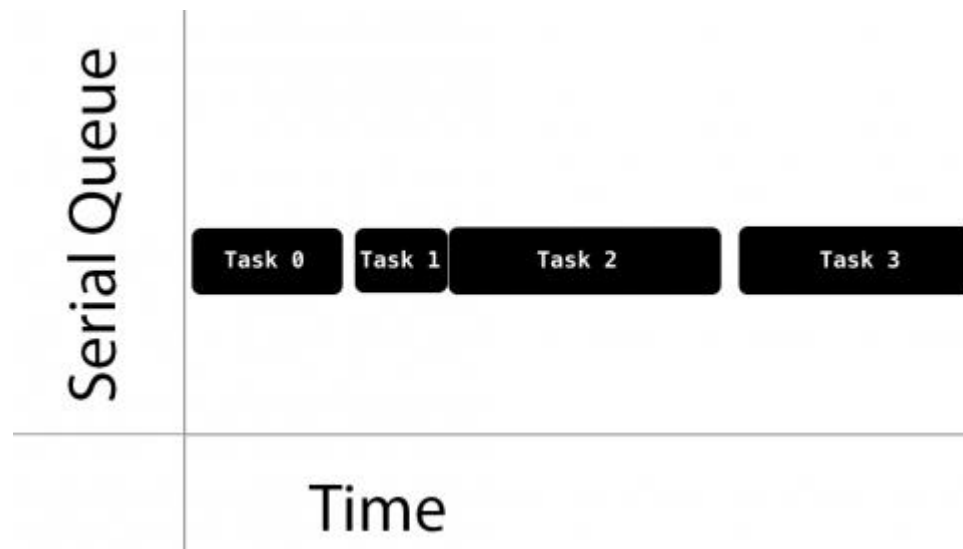
- ❑ Mac OS X ve iOS İşletim Sist. İçin geliştirilmiş **Apple teknolojisi**
- ❑ C, C ++ dilleri, API ve run-time kütüphaneleri için eklenti/uzantı
- ❑ Paralel bölümlerin tanımlanmasına izin verir
- ❑ İş parçacıklarının detaylarını yönetir
- ❑ İş parçacığı havuzu desenine dayalı görev paralelliğinin bir uygulamasıdır.
- ❑ Blok, basitçe kendi başına çalışan bir iş birimi.
- ❑ Blok “^{}” içinde tanımlanır `^{ printf("I am a block"); }`
- ❑ Bloklar Gönderim (Dispatch) kuyruğuna yerleştirilir
 - ❑ Kuyruktan kaldırıldığında, Bloku, yönettiği iş parçacığı havuzundan mevcut bir iş parçacığına atar.





Büyük Merkezi Gönderim

- İki tür gönderme kuyruğu:
 - **seri** - bloklar FIFO düzenine göre kaldırılır, herbir prosesin kendine ait kuyruğu vardır, **ana kuyruk** olarak adlandırılır
 - ▶ Programcılar, program içinde ek seri kuyruklar oluşturabilir
 - **Eş zamanlı** - FIFO sırasına göre kaldırılır, ancak aynı anda birkaç tane çıkartılabilir
 - ▶ Hizmet kalitesine göre bölünmüş dört kuyruk modeli
 - QOS_CLASS_USER_INTERACTIVE, QOS_CLASS_USER_INITIATED
 - QOS_CLASS_USER_UTILITY, QOS_CLASS_USER_BACKGROUND



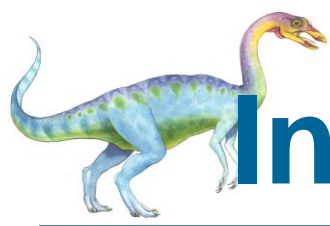


Grand Central Dispatch

- Bir görev(task) Swift dili için kapatma olarak tanımlanır - bir bloğa benzer şekilde,
- Kapatmalar, `dispatch_async()` işlevi kullanılarak kuyruğa gönderilir:

```
let queue = dispatch_get_global_queue  
            (QOS_CLASS_USER_INITIATED, 0)  
  
dispatch_async(queue, { print("I am a closure.") })
```





Intel Threading Building Blocks (TBB)

- Paralel C ++ programlarını tasarlamak için şablon kütüphanesi
- Basit bir döngü için bir seri sürümü

```
for (int i = 0; i < n; i++) {  
    apply(v[i]);  
}
```

- Parallel_for ifadesi ile TBB kullanılarak yazılmış döngü için de aynı:

```
parallel_for (size_t(0), n, [=](size_t i) {apply(v[i]);});
```





İş parçacığı Sorunları

- **fork()** ve **exec()** sistem çağrılarının anlamı çoklu iş parçacıklı yapıda değişir.
- **Sinyal** işleme
 - Senkron ve Asenkron
- **Hedeflenen iş parçacıklarının sonlandırılması**
 - Asenkron ya da deferred (gecikmeli)
- **İş parçacığı- Yerel depolama**
- **Çizelgeleyici aktivasyonları**





fork() ve exec()'in Semantiği

- fork() yalnızca çağırılan iş parçacığını mı kopyalar yoksa tüm iş parçacıklarını mı?
- Proseslerde fork() sistem çağrısının yeni proses oluşturduğundan bahsetmiştik. Unix'de iki türlü fork() çağrısı vardır;
 - Fork() çağrısında bulunan iş parçacığı kopyalanır
 - Fork() çağrısında bulunan iş parçacığının prosesindeki tüm iş parçacıkları kopyalanır
- exec() sistem çağrısı Aynı şekilde çalışır ve tüm proses (Bütün iş parçacıkları dahil) yer değiştirir





Sinyal İşleme

- Sinyaller UNIX sistemlerde belirli bir olayın meydana geldiğini belirtmek için kullanılır.
- **Sinyal işleyiciler** sinyalleri işlemek için kullanılır
 1. Belirli bir olay tarafından sinyal oluşturulur.
 2. Sinyal prosese iletilir.
 3. 2 Sinyal işleyicisi tarafından sinyaller işlenir.
 1. Varsayılan
 2. Kullanıcı tanımlı
- Her sinyalin varsayılan bir işleyicisi vardır ve sinyal işleneceği zaman çekirdek tarafından yürütülür
 - Kullanıcı tanımlı işleyiciler varsayılan değerin üzerine yazılabilirler
 - Tek iş parçacıklıda sinyal prosese iletilir. !





Sinyal İşleme

- Çoklu iş parçacıklı da seçenekler:
 - Sinyali uygulayan iş parçacığına sinyali gönder
 - Sinyali proses içindeki herbir iş parçacığına gönder
 - Sinyali proses içindeki belirli iş parçacıklarına gönder
 - Proses içinde tüm sinyalleri alan özel bir iş parçacığı belirle
- Senkron gönderimde sinyal sadece olay olmasına sebep olan iş parçacığına gönderilir
- Asenkron gönderim ise tam kesin değil mesela bir olay olduğunda (Mesela Ctrl+c'ye basıldı) bu olay tüm iş parçacıklarına gönderilebilir.





Sinyal İşleme

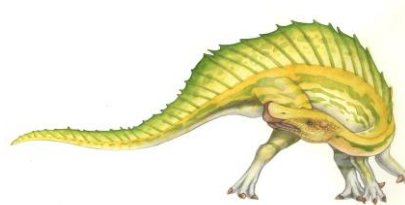
- Sinyal ileten UNIX fonksiyonu:

```
kill(pid_t pid, int signal)
```

- POSIX Pthread'lerinde istenilen iş parçacığına sinyal gönderilebilmesi aşağıdaki komutla sağlanmaktadır;

```
pthread_kill(pthread_t tid, int signal)
```

- Windows açıktan sinyalleri desteklemez. Asenkron prosedür çağrısı kullanarak sinyallerin benzeri işleri görmektedir
 - APC ≈ UNIX'de asenkron sinyal





Sinyal İşleme

□ waitpid()

```
pid_t waitpid(pid_t pid, int *status, int options);
```

- **pid:** beklenecek çocuğun PID'si veya çocuk proseslerden herhangi birinin beklenmesi için -1
- **status:** çocuğun durumu (veya NULL=durum ile ilgilenmiyor) ör: WIFEXITED, WIFSIGNALED
- **options:**
 - **WUNTRACED** - bir çocuğun durdurulmasını bekleyin
 - **WCONTINUED** - bir çocuğun devam etmesini bekleyin
 - **WNOHANG** – engelleme / don't block
 - **0** ise herhangi bir bayrak yok





Signals

Signal	Value	Action	Comment
SIGHUP	1	Term	Hangup detected on controlling terminal or death of controlling process
SIGINT	2	Term	Interrupt from keyboard
SIGQUIT	3	Core	Quit from keyboard
SIGILL	4	Core	Illegal Instruction
SIGABRT	6	Core	Abort signal from abort(3)
SIGFPE	8	Core	Floating point exception
SIGKILL	9	Term	Kill signal
SIGSEGV	11	Core	Invalid memory reference
SIGPIPE	13	Term	Broken pipe: write to pipe with no readers
SIGALRM	14	Term	Timer signal from alarm(2)
SIGTERM	15	Term	Termination signal
SIGUSR1	30,10,16	Term	User-defined signal 1
SIGUSR2	31,12,17	Term	User-defined signal 2
SIGCHLD	20,17,18	Ign	Child stopped or terminated
SIGCONT	19,18,25	Cont	Continue if stopped
SIGSTOP	17,19,23	Stop	Stop process
SIGTSTP	18,20,24	Stop	Stop typed at tty
SIGTTIN	21,21,26	Stop	tty input for background process
SIGTTOU	22,22,27	Stop	tty output for background process

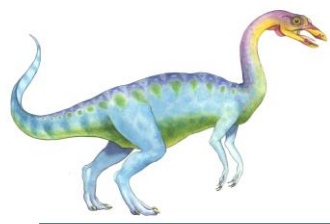
Ctrl + C - SIGINT

Ctrl + \ - SIGQUIT

Ctrl + Z - SIGTSTP

```
#define SIGHUP 1      /* hangup */
#define SIGINT 2      /* interrupt */
#define SIGQUIT 3     /* quit */
#define SIGILL 4      /* illegal instruction (not reset when caught) */
#define SIGTRAP 5     /* trace trap (not reset when caught) */
#define SIGABRT 6     /* abort() */
#define SIGPOLL 7     /* pollable event ([XSR] generated, not supported) */
#define SIGFPE 8      /* floating point exception */
#define SIGKILL 9     /* kill (cannot be caught or ignored) */
//(...)
```





İş Parçacığı İptali

- ❑ İş parçacığının işlemi bitmeden önce sonlandırılması.
- ❑ İptal edilecek iş parçacığı **hedef iş parçacığı** olarak adlandırılır.
- ❑ İki genel yaklaşım vardır:
 - ❑ **Asenkron** iptalde, hedef iş parçacığı hemen sonlandırılır.
 - ❑ **Gecikmeli** iptal, periyodik olarak hedef iş parçacığının iptal edilmesinin gerekip gerekmediğinin kontrol edilmesi sağlanır. Aslında iş parçacığına kendisini sonlandırma fırsatı sunar.
- ❑ Pthreads de iş parçacığı oluşturma ve iptal etme;

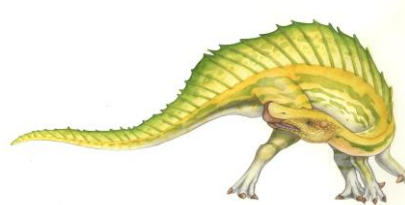
```
pthread_t tid;

/* create the thread */
pthread_create(&tid, 0, worker, NULL);

. . .

/* cancel the thread */
pthread_cancel(tid);

/* wait for the thread to terminate */
pthread_join(tid, NULL);
```





İş Parçacığı İptali

- İş parçacığının iptal edilmesi isteği geldiğinde sonlandırma işlemi iş parçacığının durumuna göre gerçekleşir;

Mode	State	Type
Off	Disabled	–
Deferred	Enabled	Deferred
Asynchronous	Enabled	Asynchronous

- İş parçacığı iptal edilmeyi geçersiz duruma getirmiş ise iptal işlemi için geçerli durumuna gelene kadar beklenir
- Varsayılan tip gecikmeli dir.
 - İptal edilme işlemi sadece iş parçacığının **iptal edilme noktasına** geldiğinde gerçekleşir.
 - ▶ `pthread_testcancel()`
 - ▶ Sonra `cleanup handler` çağrılır
 - ▶ Linux sistemlerinde, iş parçacığı iptali sinyallerle ele sağlanır.





Exit codes

Exit Code Number	Meaning	Example	Comments
1	Catch all for general errors	let "var1 = 1/0"	Miscellaneous errors, such as "divide by zero" and other impermissible operations
2	Misuse of shell builtins (according to Bash documentation)	empty_function() {}	Missing keyword or command, or permission problem (and diff return code on a failed binary file comparison).
126	Command invoked cannot execute	/dev/null	Permission problem or command is not an executable
127	"command not found"	illegal_command	Possible problem with \$PATH or a typo
128	Invalid argument to exit	exit 3.14159	exit takes only integer args in the range 0 - 255 (see first footnote)
128+n	Fatal error signal "n"	kill -9 \$PPID of script	\$? returns 137 (128 + 9)
130	Script terminated by Control-C	Ctl-C	Control-C is fatal error signal 2, (130 = 128 + 2, see above)
255*	Exit status out of range	exit -1	exit takes only integer args in the range 0 - 255





Thread Cancellation in Java

- Gecikmeli iptal, interrupt () yöntemini kullanır.

```
Thread worker;
```

```
. . .
```

```
/* set the interruption status of the thread */  
worker.interrupt()
```

- Bir iş parçacığı, kesintiye uğrayıp uğramadığını görmek için kontrol edilebilir:

```
while (!Thread.currentThread().isInterrupted()) {  
    . . .  
}
```





İş Parçacığına Özel Veri

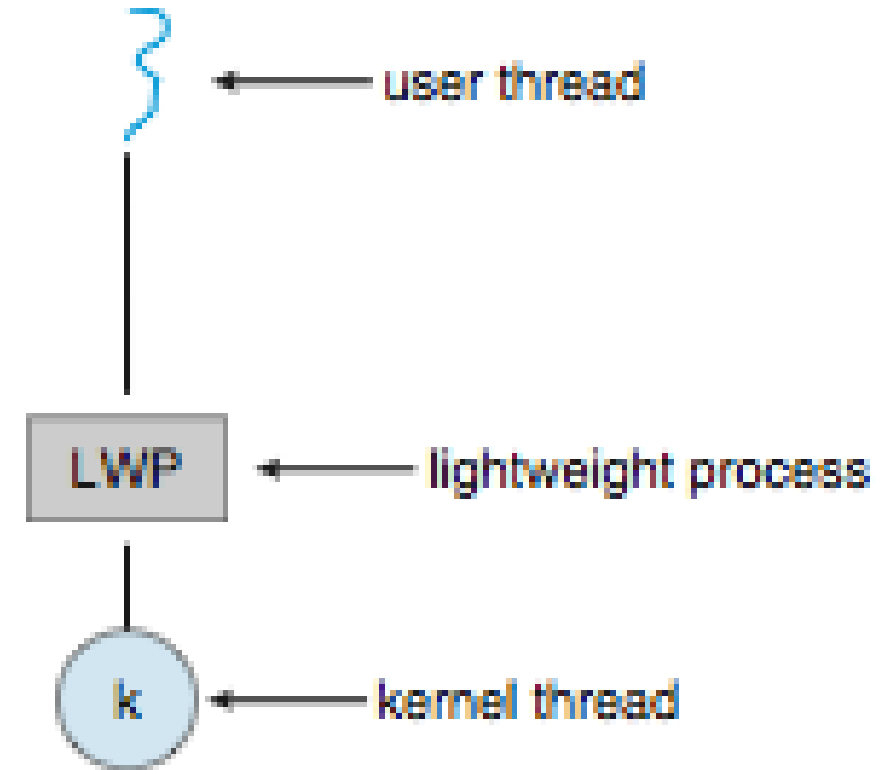
- **Thread-local storage (TLS)** olarak adlandırılır
- Her iş parçacığı kendi verisinin kopyalanmasına izin verir.
- İş parçacığı oluşturma sürecinin kontrol edilemediği durumlarda yararlıdır. (örneğin, iş parçacığı havuzu kullandığınızda)
- Yerel değişkenlerden farklıdır
 - Yerel değişkenler sadece fonksiyon çağırıldığı süre boyunca görünür olur
 - TLS ise fonksiyon çağırımları arasında da görünür olur
- Statik veriye benzerdirler
 - TLS her bir iş parçacığı için tekildir





İş Çizelgeleyici Aktivasyonları

- ❑ Çekirdek ile iş parçacığı kütüphanesi arasında iletişime ihtiyaç duyulur (Hem Çok-a-Çok hemde İki-seviyeli modellerde). Bu sayede uygulamaya tahsis edilen çekirdek iş parçacıklarının sayısı ayarlanır
- ❑ Kullanıcı iş parç. ile çekirdek iş parç. Ortasında bir veri yapısı kullanılır. Buna hafif prosesler denir.
 - ❑ Hangi prosesin kullanıcı iş parçacığını yürütmesine karar verir
 - ❑ Herbir LWP çekirdek iş parçacığı ile ilişkilendirilmiştir
 - ❑ Ne kadar LWP üretilecek?
 - ▶ Tek işlemci de CPU-bağımlı uygulama varsa 1 LWP gerekli. Eğer I/O bağımlı uyg için birden fazla LWP olabilir.





İş Çizelgeleyici Aktivasyonları

- İş çizelgeleyici aktivasyonları, **upcalls**'ı destekler. – çekirdekten iş parçacığı kütüphanesine yönelik bir iletişim mekanizmasıdır.
- Bu iletişim, bir uygulamanın yeter sayıda çekirdek iş parçacığını sürdürebilmesini sağlar





İşletim Sistemleri Örnekleri

- Windows XP iş parçacıkları
- Linux iş parçacıkları





Windows XP iş parçacıkları

- Bir-e-bir model uygulanır.
- Her iş parçacığı şu özellikleri içerir :
 - Bir iş parçacığı id'si
 - İşlemci durumunu gösteren kayıt kümesi
 - İş parçacığının kullanıcı modunda veya çekirdek modunda çalışması için ayrı kullanıcı ve çekirdek yığınları
 - Run-time kütüphaneleri ve dinamik bağlantı kütüphanesi (DLL) tarafından kullanılan özel veri depolama alanı
- Kaydedici seti, yığınlar ve özel depolama alanı, iş parçacığının **İçeriği** olarak bilinir.





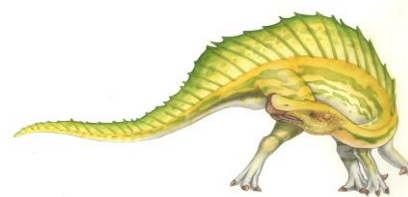
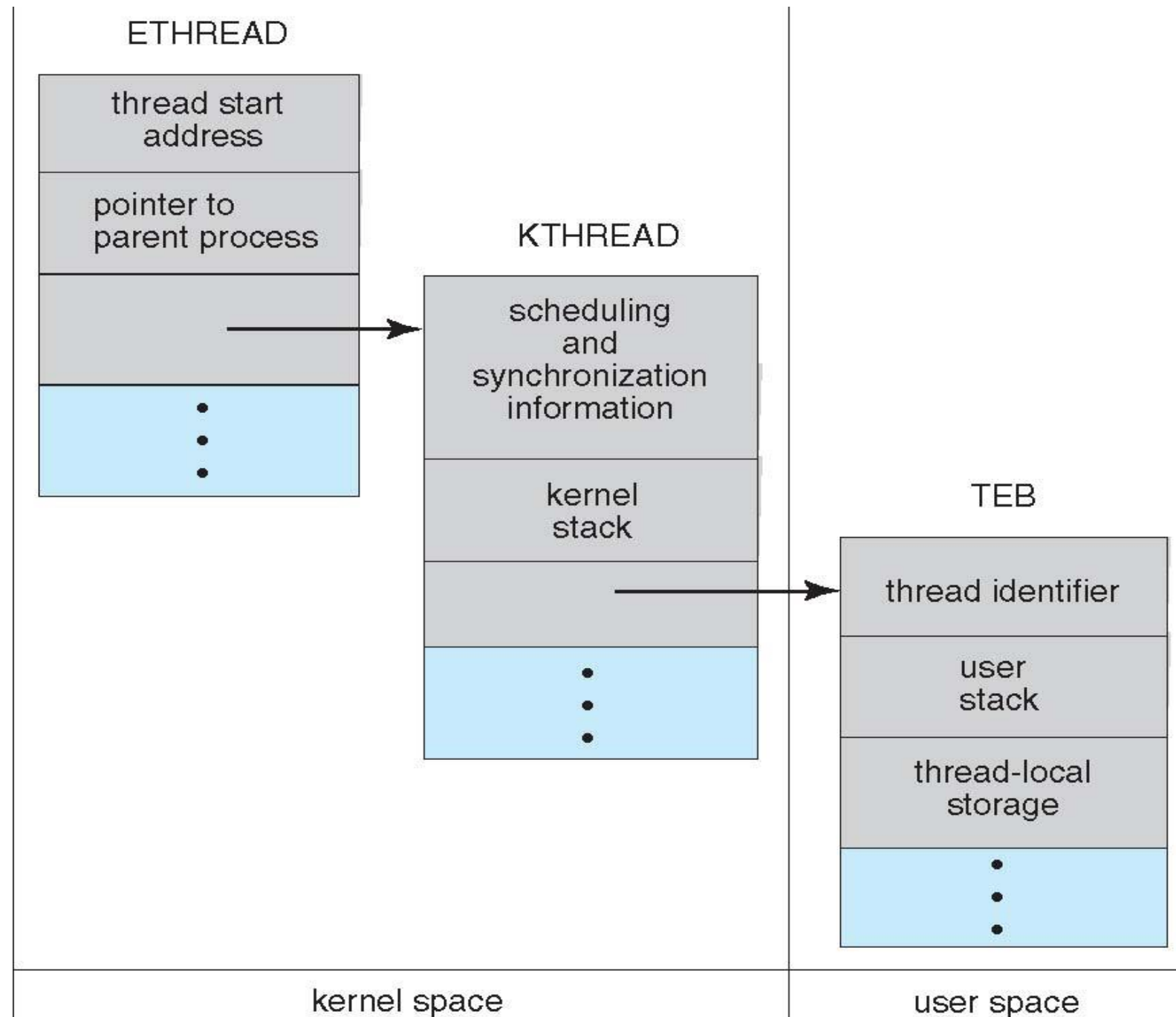
Windows XP iş parçacıkları

- Bir iş parçacığının birincil veri yapıları şunları içerir:
 - ETHREAD (yürütücü iş parçacığı bloğu)
 - ▶ (çekirdek alanında) ait iş parçacığının ve KTHREAD'in işlemcisini içerir.
 - KTHREAD (çekirdek iş parçacığı bloğu)
 - ▶ çizelgeleme ve senkronizasyon bilgisi, çekirdek modu yığını, TEB'e işaretçi, (çekirdek alanında)
 - TEB (iş parçacığı ortamı bloğu)
 - ▶ - iş parçacığı kimliği, kullanıcı modu yığını, iş parçacığı yerel depolama alanı, (kullanıcı alanı)





Windows XP iş parçacığı Veri Yapıları





Linux İş Parçacığı

- ❑ Linux iş parçacığı yerine görevler terimini kullanır
- ❑ İş parçacığı oluşturulma işlemi `clone()` sistem çağrısı ile yapılır.
- ❑ `clone()` çocuk görevin (task), ebeveyn görevin adres alanını paylaşmasını sağlar.





Linux İş Parçacığı

- ❑ `fork()` ve `clone()` sistem çağrıları
- ❑ Proses ve iş parçacığı arasında ayırım yapmaz.
- ❑ `clone()` proses oluşturma üzerine paylaşımı belirlemek için seçeneklere sahiptir
- ❑ `struct task_struct` proses veri yapılarını gösterir (paylaşımlı veya tek)
 - ❑ Bayraklar davranışı belirler

flag	meaning
<code>CLONE_FS</code>	File-system information is shared.
<code>CLONE_VM</code>	The same memory space is shared.
<code>CLONE_SIGHAND</code>	Signal handlers are shared.
<code>CLONE_FILES</code>	The set of open files is shared.



Bölüm 4 Sonu

