Programlama Dillerinin Prensipleri

Hafta 12 – Eş Zamanlı Programlama

Dr. Öğr. Üyesi M. Fatih ADAK

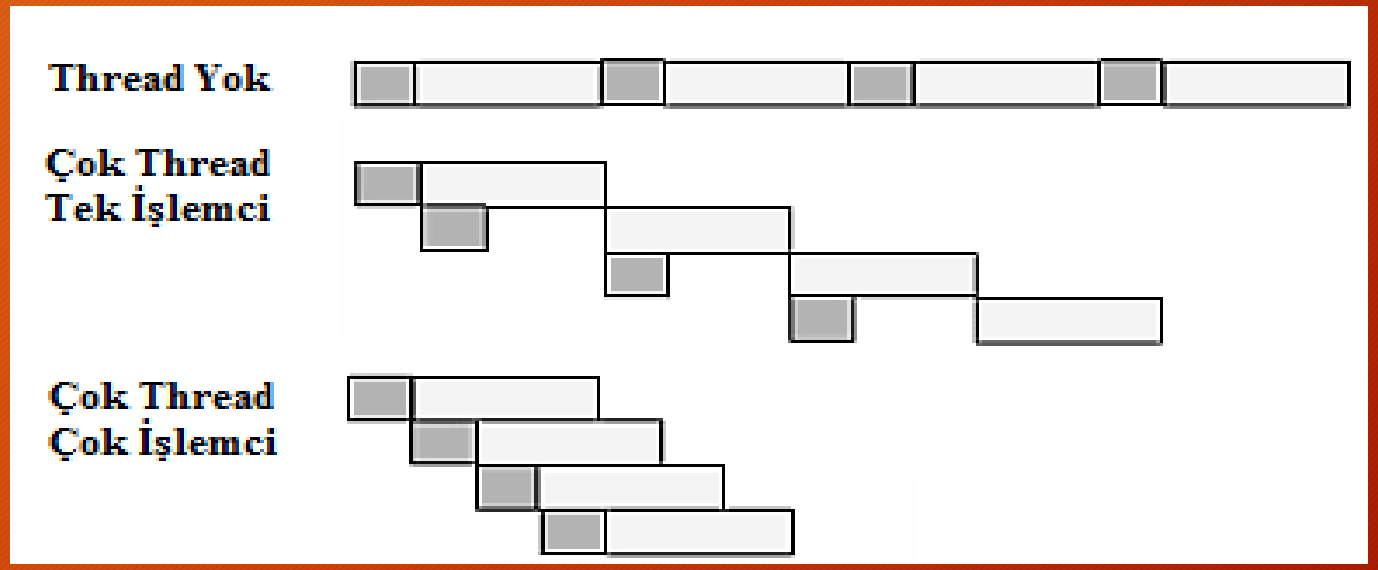
İçerik

- Tanım
- Öncelik Grafları
- Eşzamanlık Şartları
- Fork ve Join Yapıları
- Parbegin ve Parend Yapıları
- Programlama Dillerinde Eş Zamanlılığın Gerçekleştirimi
- İşlem Durumları
- İşlem Grafları
- Kritik Bölge
- Semaforlar

Tanım

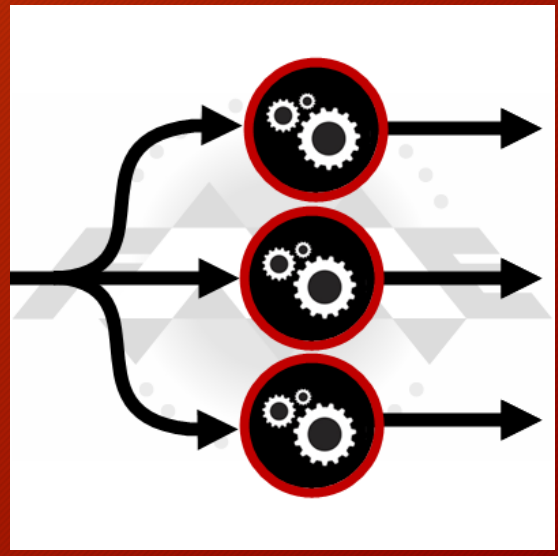
- Programlama dillerindeki eş zamanlılık kavramı ile bilgisayar donanımındaki paralel çalışma birbirinden bağımsız kavramlardır.
- Programlama dillerinde eş zamanlılık belli kavramlar kullanılarak gerçekleştirilebilir.
- Amaç programın hesaplama hızını arttırıp verimi yükseltmektir.
- Bir programda eş zamanlılık **kullanılmamışsa** varsayılan olarak bir thread o programı yürütecektir.

Donanımsal Paralellik



Eş Zamanlılık Türleri

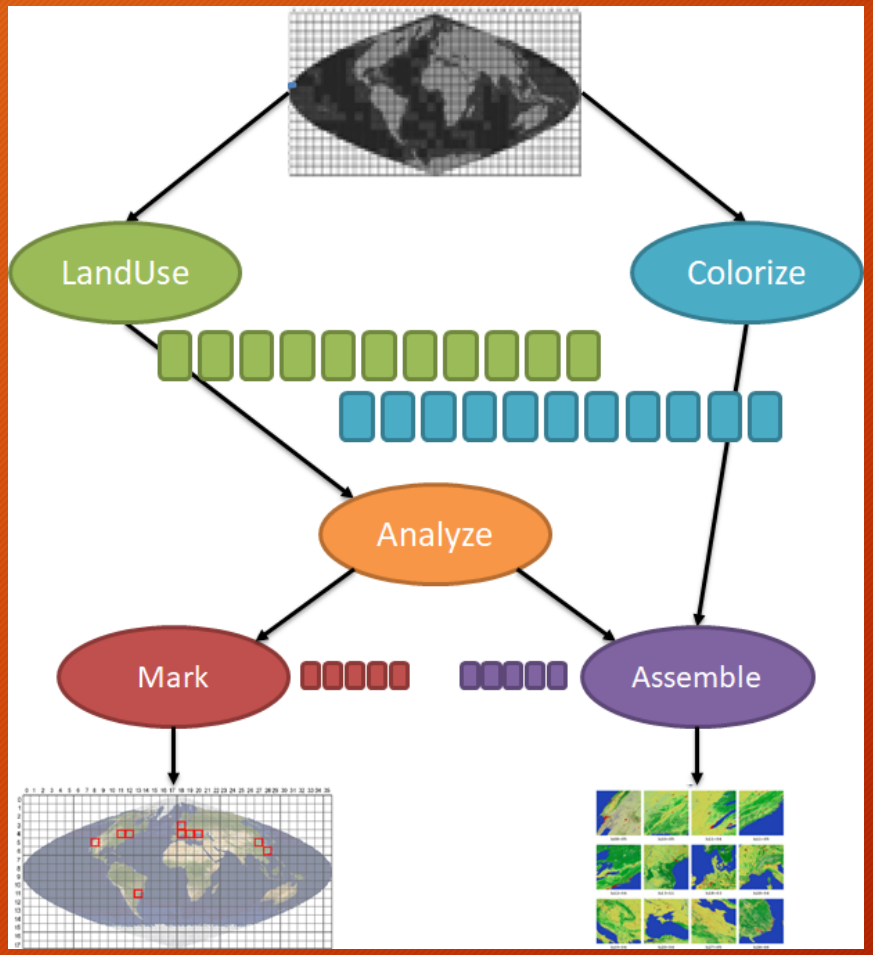
- Program içerisindeki eş zamanlılık 4 farklı şekilde gerçekleşebilir.
  - **Makine komutu düzeyinde :** 2 veya daha fazla makine komutunun paralel çalıştırılması
  - **Program kod satırı düzeyinde:** 2 veya daha fazla program kod satırının paralel çalıştırılması
  - **Birim seviyesinde :** 2 veya daha fazla fonksiyonun paralel çalıştırılması
  - **Program seviyesinde :** 2 veya daha fazla programın paralel çalıştırılması



Programlama Dillerinde Gerçekleştirimi

- Bazı dillerde kütüphaneler yardımıyla gerçekleştirilir.
  - Örnek: OpenMP – C/C++ ve Fortran
- Diğer bazı diller bunu kendi içerisinde sağlayabilir.
- Bu şekilde ilk destek PL/I programlama dili ile başlamıştır.
- Daha sonra bunu, Ada95, Java, C#, Python ve Ruby takip etmiştir.

Python Paralelleştirme Örneği

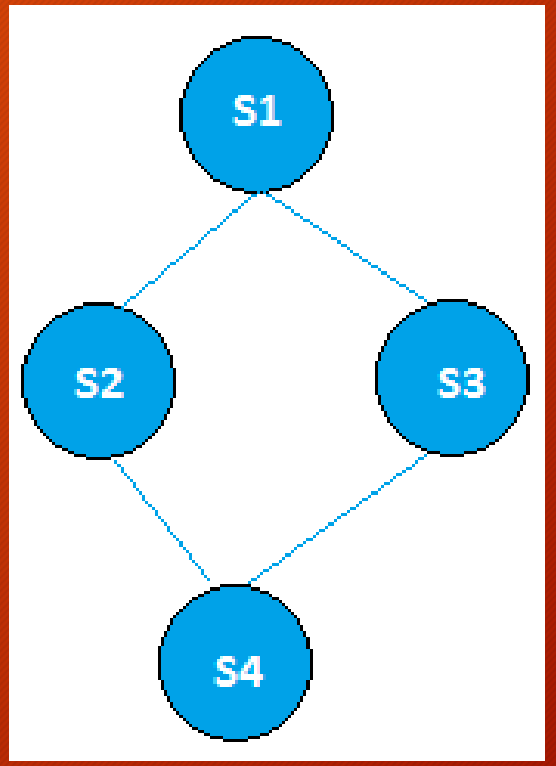


Öncelik Grafları

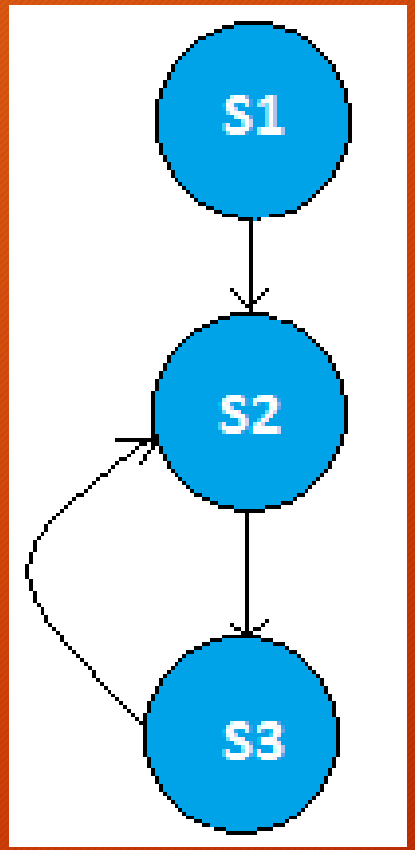
- Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tespit edilip hangi işlerin eş zamanlı çalıştırılabileceği belirlenir.
- Bir öncelik grafı hangi işlemlerin eş zamanlı hangi işlemlerin seri olarak çalıştırılması gerekeceğini gösterir.
- Hangi işlemlerin hangi işlemleri bekleyeceği görülebilir.

Öncelik Grafları

- S2 ve S3 çalıştırılabilmesi için S1 ifadesi işlemini bitirmelidir.
- S2 ve S3 eş zamanlı çalıştırılabilir.
- S4 çalışabilmesi için hem S2 hem de S3 işlemini bitirmelidir.



Hatalı Öncelik Grafı



Eşzamanlık Şartları

$R(Si) = \{a1, a2, \ldots, an\}$: Si için "oku" kümesi.

$W(Si) = \{b1, b2, \ldots, bn\}$: Si için "yaz" kümesi.

S1 ve S2 eşzamanlı çalışması için aşağıdaki 3 şart gerçekleşmelidir.

1. $R(S1) \cap W(S2) = \{\}$
2. $W(S1) \cap R(S2) = \{\}$
3. $W(S1) \cap W(S2) = \{\}$

Eşzamanlık Şartları

S1 a:=x + y;
S2 b:= z + 1;
S3 c:= a - b;

R(S1)={x, y}
R(S2)={z}
R(S3)={a, b}
W(S1)={a}
W(S2)={b}
W(S3)={c}

S1 ve S2 deyimleri eş zamanlı olarak çalışabilir mi?

Koşul 1.R(S1)∩ W(S2)= {x,y}∩{b}={}

Koşul 2.W(S1) ∩ R(S2)={a}∩ {z}= {}

Koşul 3.W(S1) ∩ W(S2)={a}∩ {b}= {}

S1 ve S3 deyimleri eş zamanlı olarak çalışabilir mi?

Koşul 1.R(S1) ∩ W(S3)= {x,y} ∩{c}={}

Koşul 2.W(S1) ∩ R(S3)={a} ∩ {a,b}= {a}

Koşul 3.W(S1) ∩ W(S3)={a} ∩ {c}= {}

S2 ve S3 deyimleri eş zamanlı olarak çalışabilir mi?

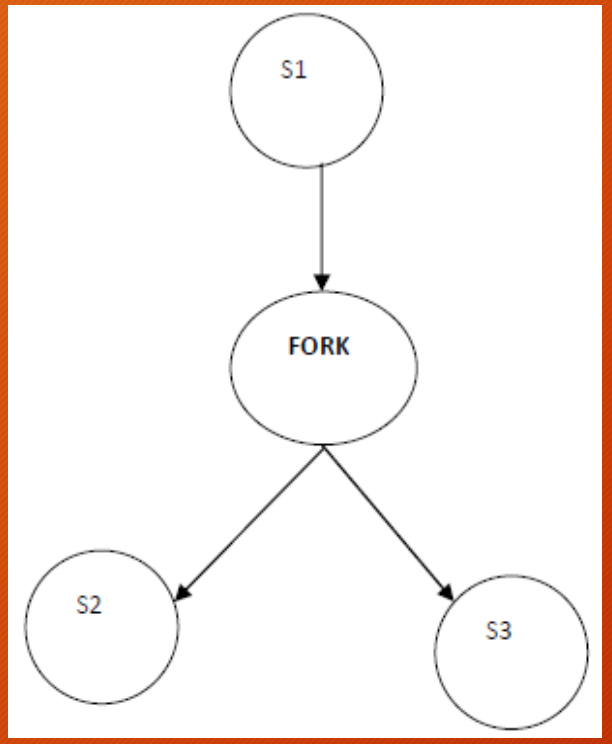
Koşul 1.R(S2) ∩ W(S3)= {z}∩{c}={}

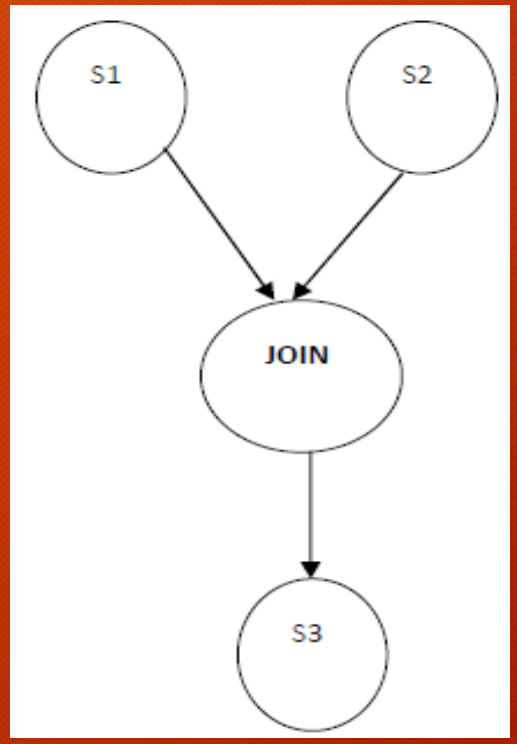
Koşul 2.W(S2) ∩ R(S3)={b}∩ {a,b}= {b}

Koşul 3.W(S2) ∩ W(S3)={b}∩ {c}= {}

Fork ve Join Yapıları

- Eş zamanlılığı tanımlayan ilk programlama dili notasyonlarından biridir.

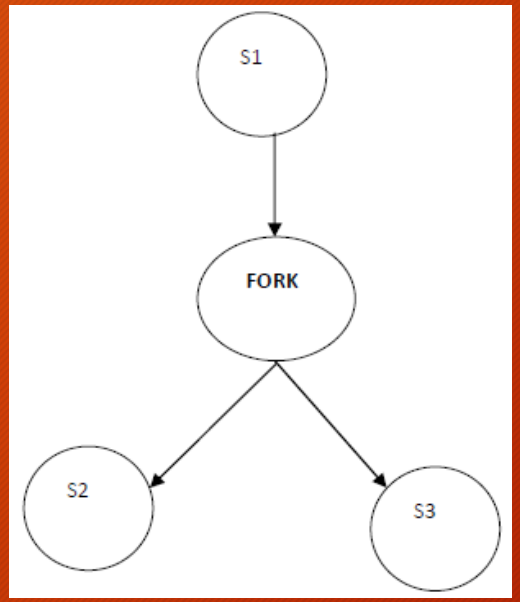




Fork Yapısı

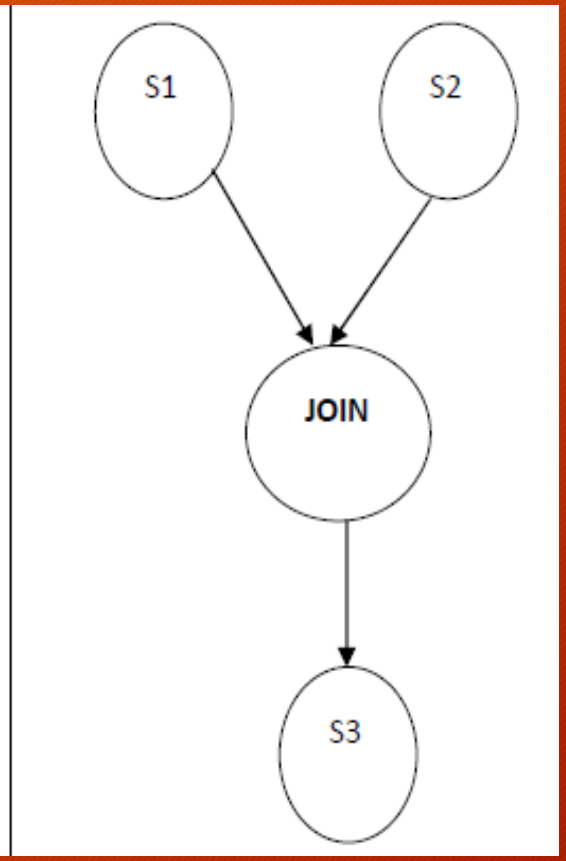
- İki eş zamanlı eşleme üretir.

```
S1;
FORK L
S2;
…
…
L:S3;
```



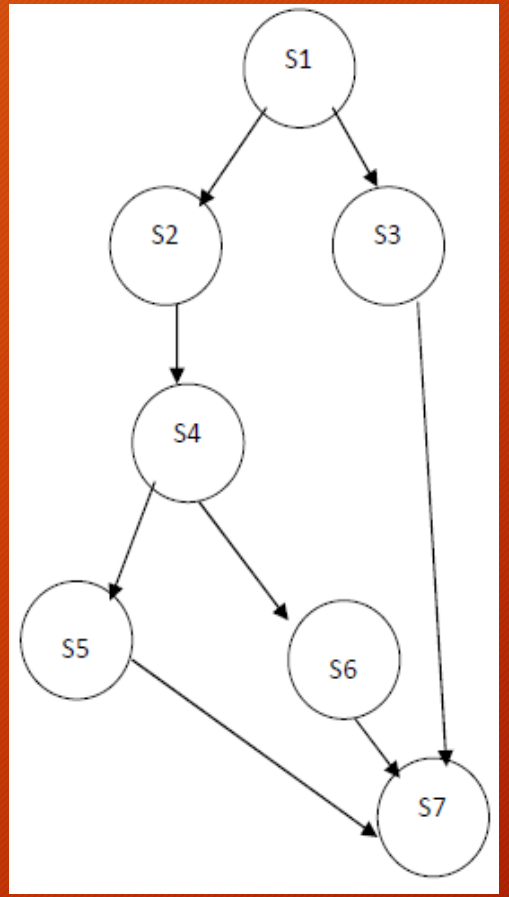
Join Yapısı

```
Count:=2;

FORK L1;

...

...

S1;

Go to L2;


L1:S2;

L2:JOIN count;

S3;
```



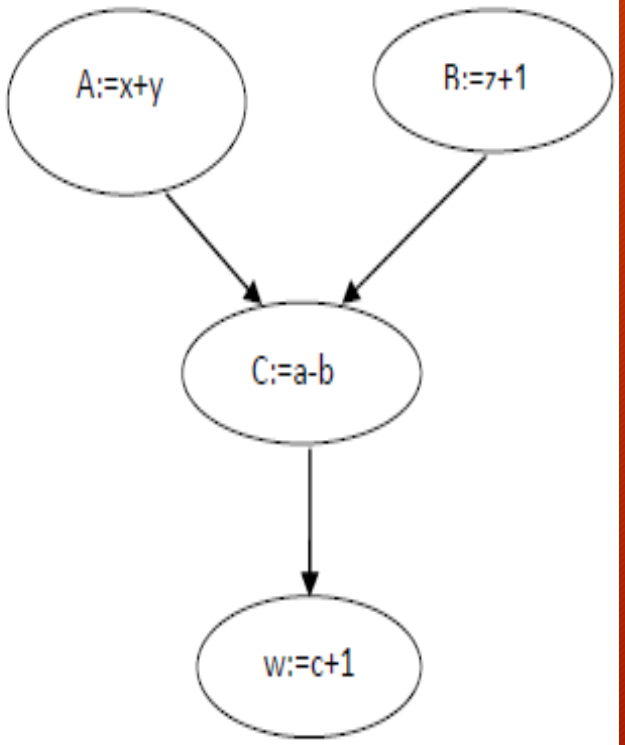
Fork Join Örneği

```
S1
Count:=3;
FORK L1;
S2;
S4;
FORK L2;
S5;
Goto L3;
L2:S6;
Goto L3;
L1:S3;
L3: JOIN count;
S7;
```



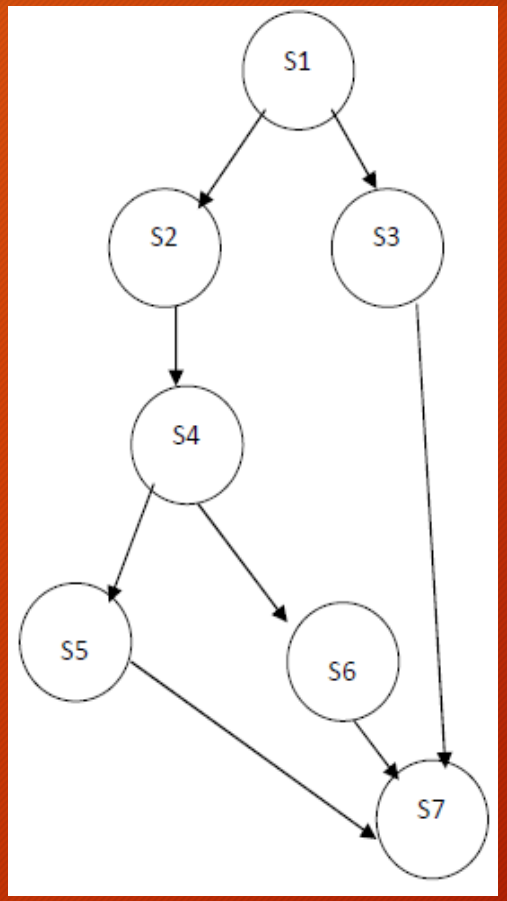
Parbegin ve Parend Yapıları

```
Parbegin
a:= x + y;
b:= z + 1;
parend;
c:= a – b;
w:=c + 1;
```

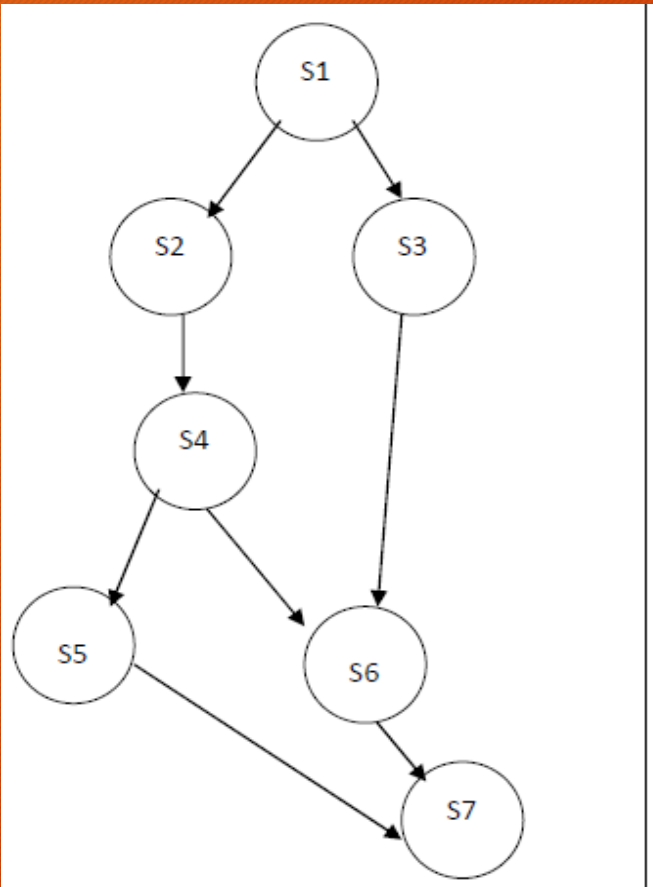


Parbegin ve Parend Yapıları

```
S1;
Parbegin
S3;
Begin
S2;
S4;
Parbegin
S5;
S6;
Parend;
End;
Parend;
S7;
```



Fork Join ile Yapılıp Parbegin Parend ile Yapılamayan Örnek




```
S1;
Count1:=2;
FORK L1;
S2;
S4;
Count2:=2;
FORK L2;
S5;
Goto L3;
L1:S3;
L2:JOIN count1;
S6;
L3:JOIN count2;
S7;
```

Fonksiyonel Dillerde Eş Zamanlılık

- Multi-LISP
  - 1985 Yılında tanıtılan bu dil program parçalarının eş zamanlı çalışmasına izin veriyordu.
  - pcall yapısı ile bu gerçekleştiriliyordu.

(fonk x y z) → Eş Zamanlılık olmayan normal bir fonksiyon çağrımı

(pcall fonk x y z) → Eş Zamanlılık içeren fonksiyon çağrımı

  - pcall ile çağrılması x, y ve z parametrelerinin eş zamanlı çalışmasını sağlayacaktır. x y ve z parametreleri yine bir fonksiyon olabilir bu durumda bu fonksiyonlar eş zamanlı çalıştırılır.

Thread Yield Metodu

- yield metodu geçici olarak diğer threadlere zaman verir.
- Thread.yield(); şeklinde kullanılır.
- O satıra gelen her thread bu komutu uygulayacaktır.

Thread Sleep Metodu

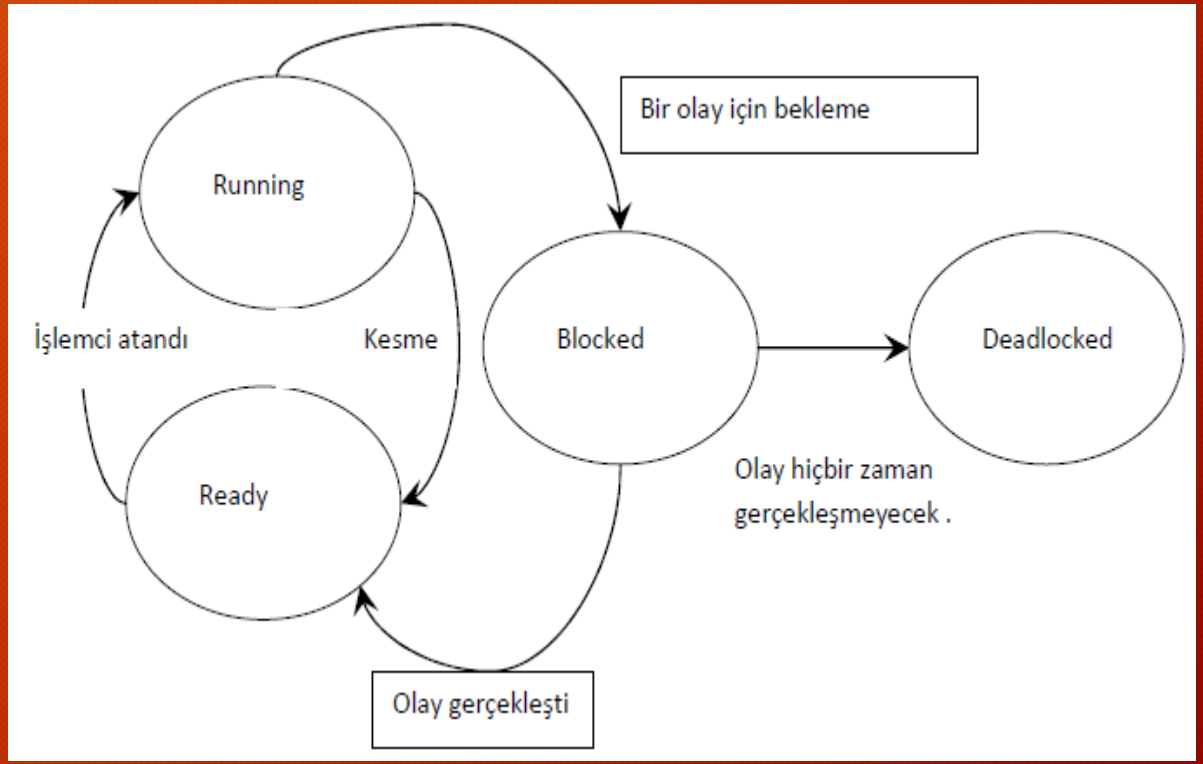
- Belirtilen süre boyunca thread uykuya geçer.
- Bu tepki süresinin uzun olduğu bazı durumlarda zorunlu olarak kullanılabilmektedir.
- Thread.sleep(1); 1 milisaniye uykuya geçirir.
- Java dilinde sleep metodu yakalanması zorunlu bir hata fırlatma durumu olduğu için try catch bloklarında kullanımı zorunludur.

Sleep ve Yield Metotları

- Bu metotların kullanımı için eş zamanlılık şart değildir.
- Programa atanan varsayılan thread bu komutlara denk geldiğinde işleyişi uygular.

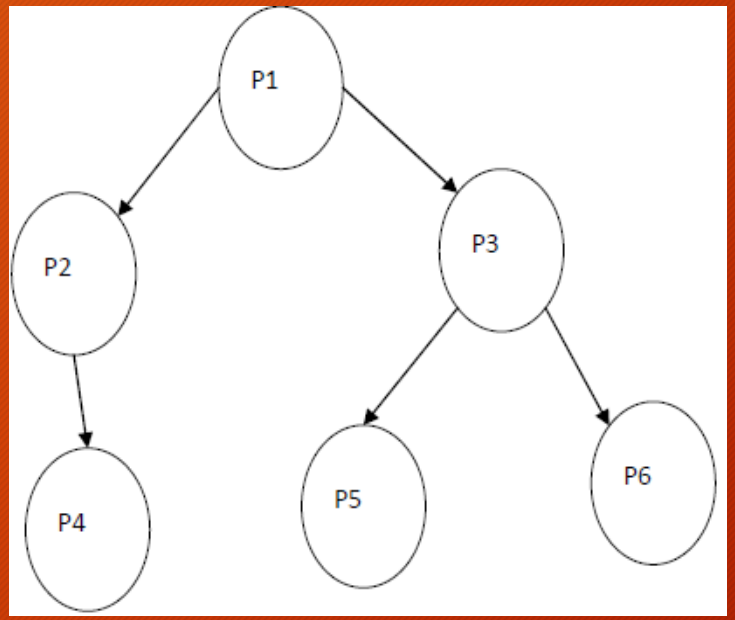
İşlem Durumları

- Running: Komutlar işletiliyor.
- Blocked: Sistem bazı durumlar için bekletiliyor.
- Ready: İşlem bir işlemciye atanmak için hazır durumda bekletiliyor.
- Deadlock: İşlem hiç bir zaman gerçekleşmeyecek olayları bekliyor.



İşlem Grafları

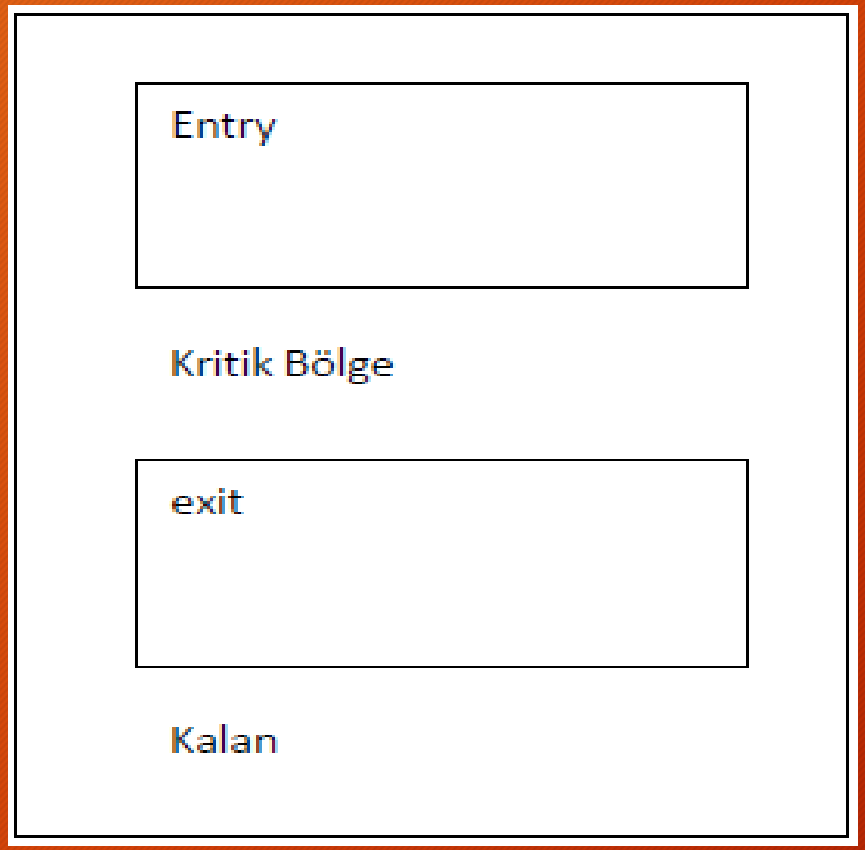
- Bir işlem grafı düğümleri işlemlere karşılık gelen yönlendirilmiş köklü bir graftır.
- P_i düğümünden P_j düğümüne gelen ok işareti P_i'nin P_j'yi oluşturduğunu ifade eder.



Kritik Bölge

- Birlikte çalışan n adet işlemden {P1, P2, …,Pn} oluşan bir sistem olduğu düşünülürse.
- Her bir işlem ortak değişkenleri okuyan bir tabloyu güncelleyen, bir dosyayı yazan vb. işlemleri içerebilir.
- Bu bölümlere kritik bölge ismi verilir.
- Bu bölgelere aynı anda sadece bir thread girmelidir.

Kritik Bölgenin Yapısı



Kritik Bölge Gerçekleştirimi için Yaklaşımlar

Örnek Algoritma 1

```
Repeat

While turn <> i do skip;

Kritik Bölge

Turn=j;

Kalan

Until false;
```

Analiz:

- **Algoritma hangi işlemin kritik bölgesine girmesine izin verdiğini hatırlar**
- **İşlemin hangi aşamada olduğunu hatırlayamaz.**

Kritik Bölge Gerçekleştirimi için Yaklaşımlar

Örnek Algoritma 2

Analiz:

- **Algoritma hangi işlemin kritik bölgesine girmesine izin verdiğini hatırlar**
- **İşlemin hangi aşamada olduğunu hatırlar.**
- **Fakat bir dizi kontrol edildiği için aynı anda birden fazla thread'in kritik bölgeye girme ihtimali vardır.**

Kritik Bölge Gerçekleştirimi için Yaklaşımlar

Örnek Algoritma 3

```
Repeat

flag[i]:=true;
turn:=j;
While (flag[j] and turn=j)do skip;

Kritik Bölge

Flag[i]:=False;

Kalan

Until false;
```

Analiz:

- **Algoritma hangi işlemin kritik bölgesine girmesine izin verdiğini hatırlar**
- **İşlemin hangi aşamada olduğunu hatırlar.**
- **Birden fazla thread'in kritik bölgeye girmesine ihtimal yoktur.**

Semaforlar

- Karşılıklı hariç bırakma (mutual exclusuion) problemi için yapılan çözümleri daha komplex problemler için genelleştirmek kolay değildir.
- Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için semaforlar olarak adlandırılan bir senkronizasyon aracı kullanılabilir.

Semaforlar

Repeat

P(Multex)

Kritik Bölge

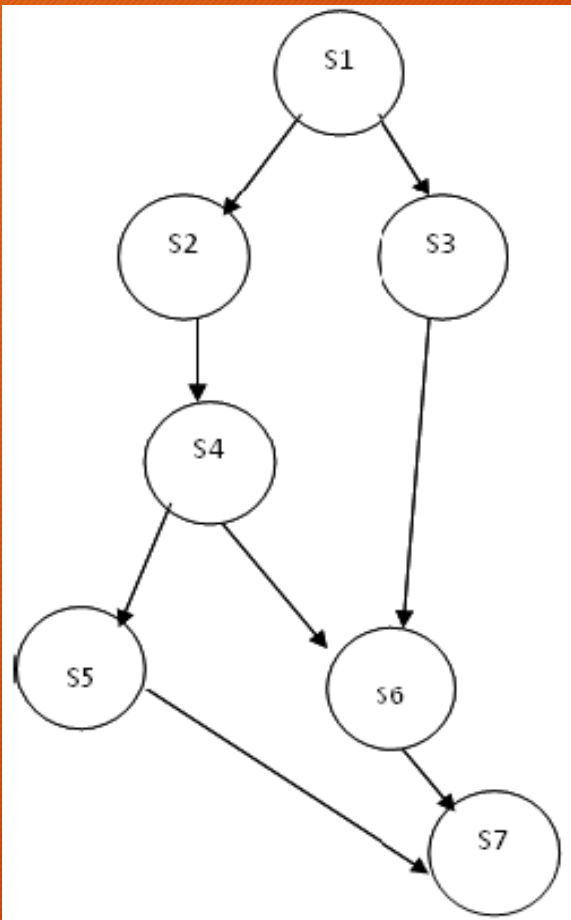
V(Multex)

Kalan

Until false;

S1; V(synch);	P1 işlemine konulur.
P(synch); S2;	P2 işlemine konulur.

Semaforların Örnek Üzerinde Kullanımı




```
Var a, b, c, d, e, f, g: semaphore;
Begin
Parbegin
Begin S1; V(a); V(b) end;
Begin P(a); S2; S4; V(c); V(d); end;
Begin P(b); S3; V(e); end;
Begin P( c); S5; V(f); end;
Begin P(d); P(e); S6; V(g); end;
Begin P(f); P(g); S7; end
Parend;
End;
```

Kaynaklar

- Yumusak N., Adak M.F. *Programlama Dillerinin Prensipleri*. 1. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 2018
- Sebesta, Robert W. *Concepts of programming languages*.11 ed. Pearson Education Limited, 2016.
- Sethi, Ravi. *Programming languages: concepts and constructs*. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1996.
- Watt, David A. *Programming language design concepts*. John Wiley & Sons, 2004.
- Malik, D. S., and Robert Burton. *Java programming: guided learning with early objects*. Course Technology Press, 2008.
- Waite, Mitchell, Stephen Prata, and Donald Martin. *C primer plus*. Sams, 1987.
- Hennessey, Wade L. *Common Lisp*. McGraw-Hill, Inc., 1989.
- Liang, Y. Daniel. Introduction to Java programming: brief version. pearson prentice hall, 2009.
- Yumusak N., Adak M.F. *C/C++ ile Veri Yapıları ve Çözümlü Uygulamalar*. 2. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 2016