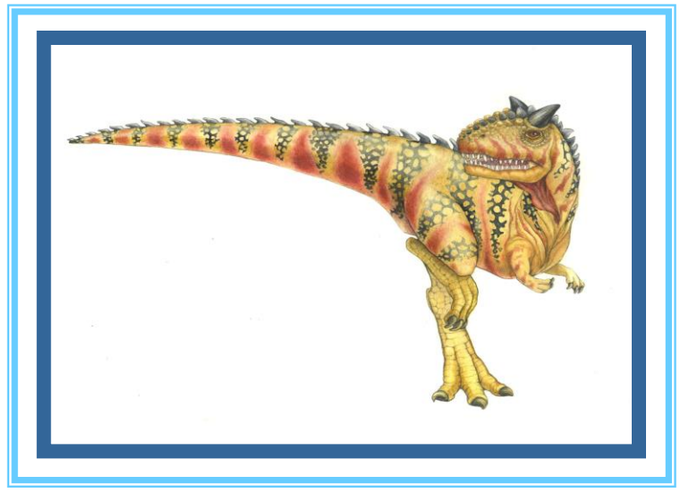
5. Bölüm: İş Sıralama (CPU Scheduling)



5. Bölüm: İş Sıralama (CPU Zamanlama / Planlama / Çizelgeleme)

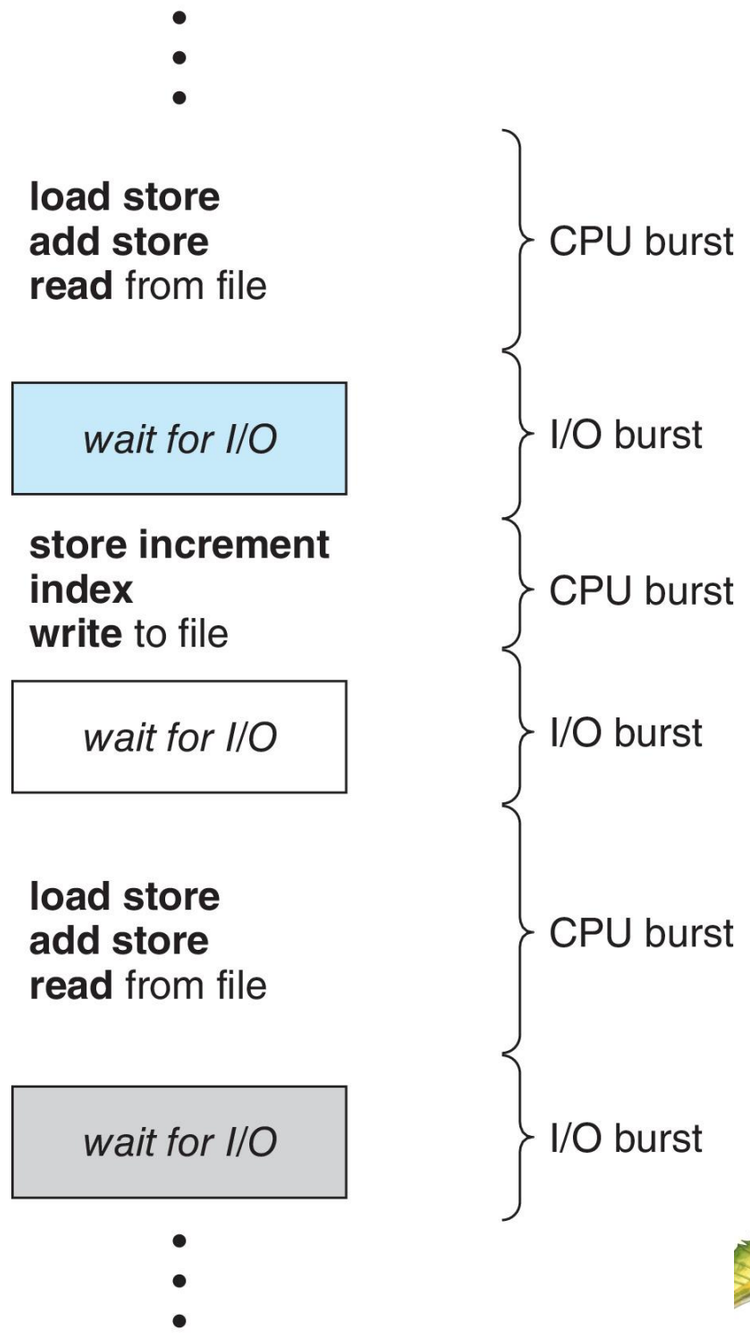
- Temel Kavramlar
- Sıralama Kriterleri
- İş Sıralama Algoritmaları

Hedefler

- Çeşitli CPU iş sıralama algoritmalarını tanımlamak
- CPU iş sıralama algoritmalarını değerlendirmek
- Çok işlemcili ve çok çekirdekli iş sıralama ile ilgili sorunları açıklamak
- Çeşitli gerçek zamanlı iş sıralama algoritmalarını tanımlamak
- Windows, Linux ve Solaris işletim sistemlerinde kullanılan iş sıralama algoritmalarını açıklamak
- CPU iş sıralama algoritmalarını değerlendirmek için modelleme ve simülasyon yönteminden faydalanmak
- Belirli bir sistem için CPU İş sıralama algoritma seçim kriterlerini değerlendirmek

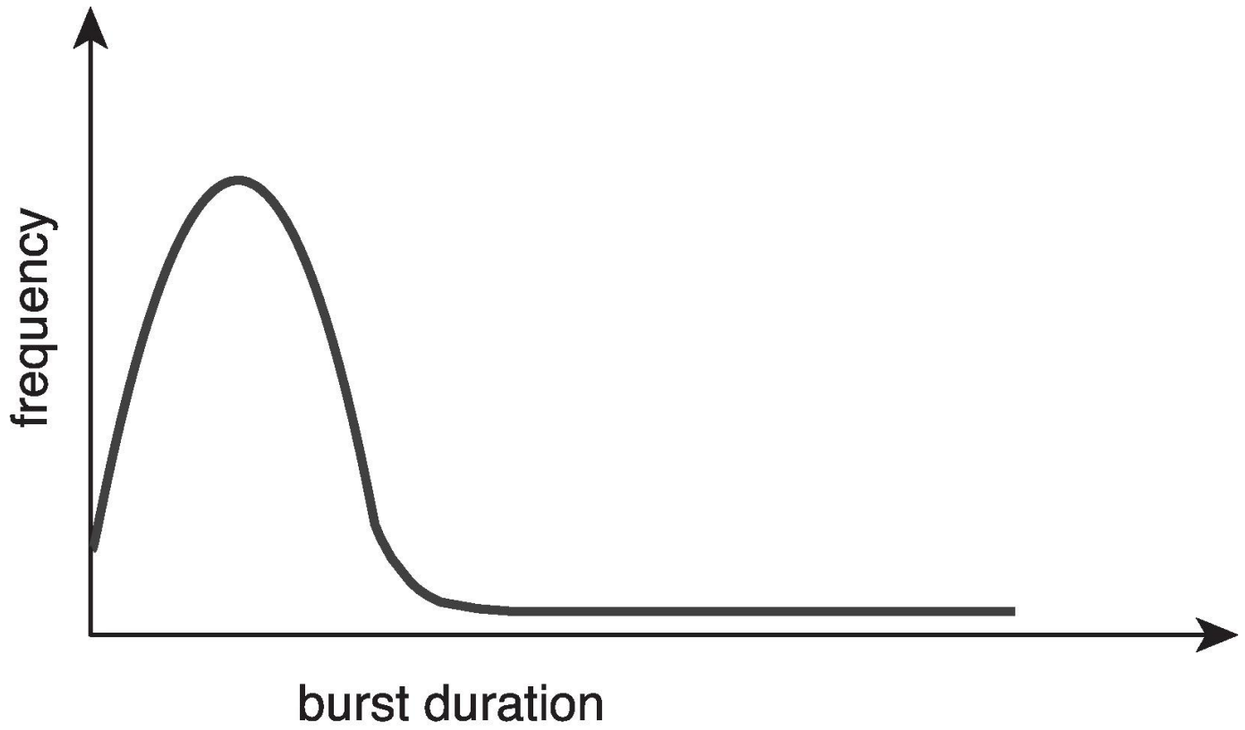
Temel Kavramlar

- Çoklu programlama ile elde edilen maksimum CPU kullanımı
- CPU–I/O Patlama (Burst) Çevrimi – Proses çalışması CPU çalışması **çevrimi** ve G/Ç beklemesinden oluşur
- **CPU patlamasını G/Ç patlaması** takip eder
- **CPU patlama** dağılımı ana ilgi noktasıdır



CPU Patlama Zamanları Histogramı

- Çok sayıda kısa patlama
- Az sayıda daha uzun patlama
- Histogram



CPU İş Sıralayıcı(Scheduler)

- Hazır kuyruğunda bekleyen prosesler arasından seçim yapar ve CPU çekirdeğini bir tanesine tahsis eder.
  - Kuyruk çeşitli şekillerde sıralanabilir
- CPU iş sıralama kararları aşağıdaki durumlarda verilir:
  1. Çalışıyor durumundan bekleme durumuna geçerken
  2. Çalışıyor durumundan hazır durumuna geçerken
  3. Bekleme durumunda hazır durumuna geçerken
  4. Proses sonlanınca

- 1 ve 4 durumları için iş sıralama bakımından başka seçenek yoktur. Yeni bir proses (eğer hazır kuyruğunda bulunuyorsa) çalışması için seçilir.
- 2 ve 3 nolu durumlarda bir seçenek vardır.

Kesintili (Preemptive) ve Kesintisiz(Nonpreemptive) İş Sıralama

- 1 ve 4 durumları **kesintisizdir**
- Diğer tüm iş sıralama işlemleri **kesintilidir**

- Kesintisiz iş sıralamada, CPU bir prosese tahsis edildikten sonra, proses CPU'yu sonlanana veya bekleme durumuna geçene kadar elinde tutar.

- Windows, MacOS, Linux ve UNIX dahil olmak üzere neredeyse tüm modern işletim sistemleri kesintili iş sıralama algoritmaları kullanır.

Kesintili İş Sıralama ve Yarış Koşulları

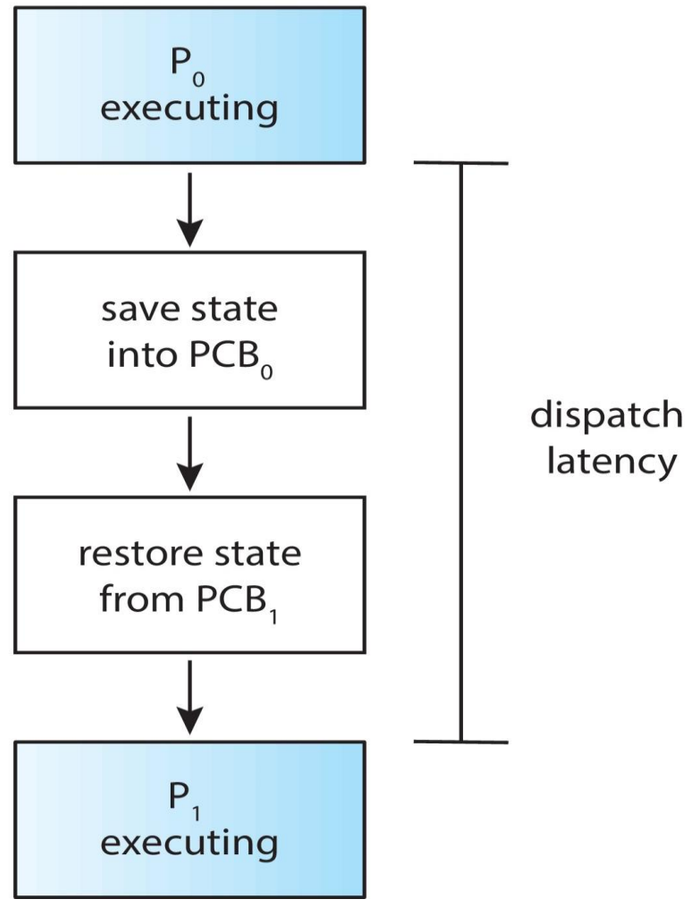
- Kesintili iş sıralama, verilerin çeşitli prosesler arasında paylaşılması durumunda yarış koşullarına neden olabilir.

- Verileri paylaşan iki proses düşünün. Bir proses verileri güncellerken, diğer bekleyen proses çalışabilsin diye çalışması yarıda kesilir. İkinci proses daha sonra tutarsız bir durumda olan verileri okumaya çalışır.

Görevlendirici - Dispatcher

- Görevlendirici modülü CPU'nun kontrolünü iş sıralayıcı tarafından seçilen prosese verir. Bu aşağıdaki işlemleri içerir:
  - Bağlam anahtarlama
  - Kullanıcı moduna değişim
  - Kullanıcı programını yeniden başlatmak için programdaki uygun bir konuma dallanma

- **Görevlendirme Gecikmesi**– bir prosesi sonlandırmak ve bir başkasını çalıştırmak için geçen süre



İş Sıralama Kriterleri

- **CPU kullanım oranı (utilization)**– CPU'yu olabildiğince meşgul tut
- **Çıkış (throughput)** – birim zamanda çalışmasını tamamlayan proses sayısı
- **Tamamlanma (turnaround) zamanı** – belirli bir prosesin çalışması için gerekli zaman
- **Bekleme zamanı** – hazır kuyruğundaki beklemekte olan prosesin geçirdiği süre
- **Cevap zamanı** – bir istek gönderildikten ilk cevap alınana (çıkış değil) kadarki geçen süre

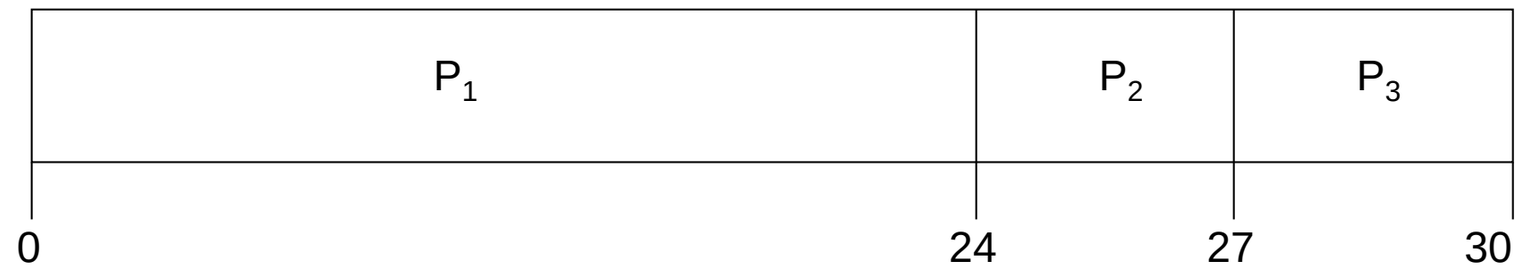
İş Sıralama Algoritması Optimizasyon Kriterleri

- Max CPU kullanımı
- Max çıkış
- Min tamamlanma zamanı
- Min bekleme zamanı
- Min cevap zamanı

İlk Gelen İlk Çalışır Algoritması (First-Come, First-Served - FCFS)

Proses	Patlama zamanı
P_1	24
P_2	3
P_3	3

- Proseslerin P_1 , P_2 , P_3 *sırasında geldiğini varsayalım*
  Gantt Diyagramı :



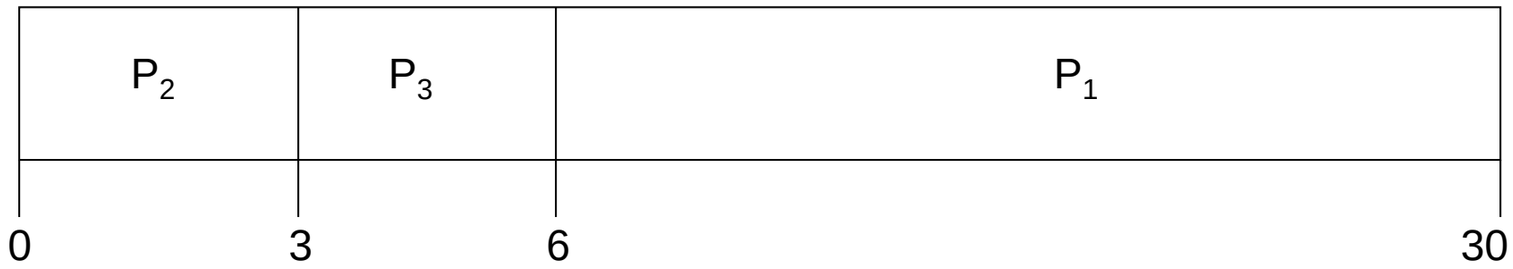
- *Bekleme zamanları* P_1 = 0; P_2 = 24; P_3 = 27
- Ortalama bekleme zamanı: (0 + 24 + 27)/3 = 17

FCFS İş Sıralama (Devam)

Proseslerin aşağıdaki sırada geldiğini varsayalım:

$$P_2 , P_3 , P_1$$

- Gantt diyagramı :



- Bekleme zamanı $P_1 = 6; P_2 = 0, P_3 = 3$
- Ortalama bekleme zamanı: (6 + 0 + 3)/3 = 3
- Az önceki durumdan daha iyi
- **Konvoy etkisi** – uzun proseslerin kısa proseslerden önce gelmesi
  - Bir adet CPU-bağımlı proses ve birden fazla I/O-bağımlı prosesler durumu gibi

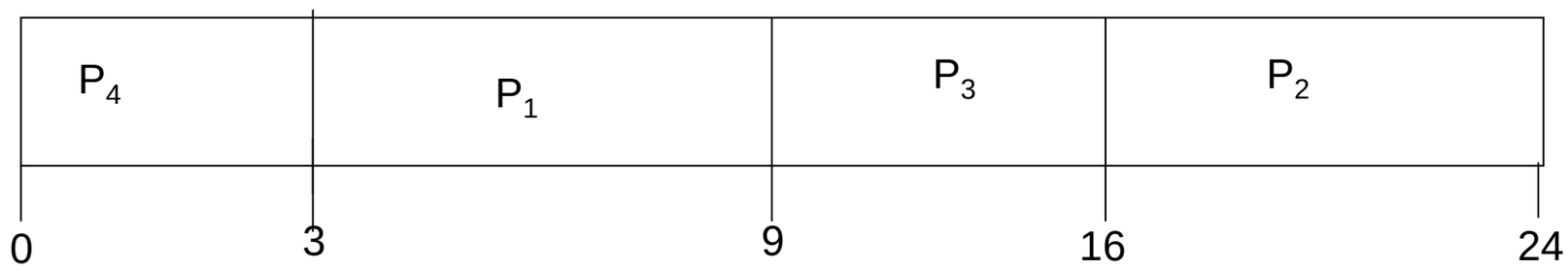
En Kısa İş Önce (Shortest-Job-First - SJF) Algoritması

- Her bir proses bir sonraki CPU patlama süresiyle ilişkilendir
  - En kısa zamanlı prosesi tespit etmek için bu zaman değerlerini kullan
- SJF en uygundur – verilen bir grup proses için minimum ortalama bekleme zamanına neden olur
- Zorluk bir sonraki CPU isteğinin patlama süresinin hesaplanmasındadır
  - Kullanıcıdan istenir
  - Veya hesaplanır

SJF örneği

Proses	Patlama Zamanı
P_1	6
P_2	8
P_3	7
P_4	3

- SJF iş sıralama diyagramı



- Ortalama bekleme zamanı= (3 + 16 + 9 + 0) / 4 = 7

Bir Sonraki CPU Patlama Zamanının Belirlenmesi

- Süre sadece tahmin edilebilir – bir öncekine benzer olur
  - Bir sonraki CPU patlaması tahmin edilen en kısa süreli prosesi al

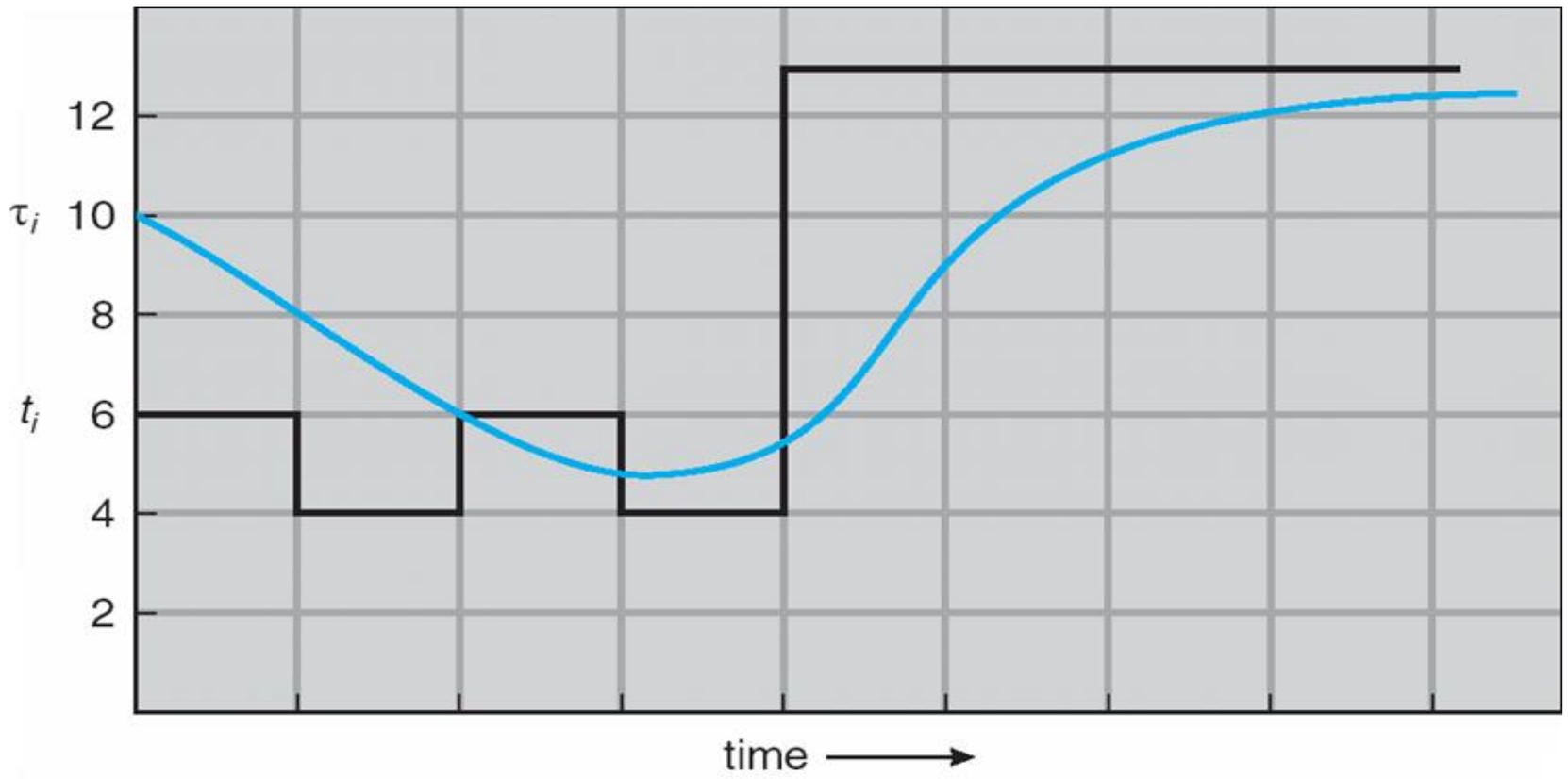
- Üstel ortalama ve bir önceki CPU patlama süresi kullanılarak hesaplanabilir

1. t_n = actual length of n^{th} CPU burst
2. τ_{n+1} = predicted value for the next CPU burst
3. $\alpha, 0 \le \alpha \le 1$
4. Define :

$$\tau_{n+1} = \alpha\, t_n + (1-\alpha)\tau_n$$

- Genelde , α ½ seçilir

Bir Sonraki CPU Patlamasının Süresinin Tahmini



CPU burst (t_i)		6	4	6	4	13	13	13	...
"guess" (τ_i)	10	8	6	6	5	9	11	12	...

Üstel Ortalama Örnekleri

- $\alpha = 0$
  - $\tau_{n+1} = \tau_n$
  - Son kayıtlar hesaba katılmaz
- $\alpha = 1$
  - $\tau_{n+1} = \alpha\, t_n$
  - Sadece en son gerçek CPU patlaması hesaba katılır
- Eğer formülü genişletirsek:

$$\tau_{n+1} = \alpha\, t_n + (1 - \alpha)\alpha\, t_{n-1} + \ldots$$
$$+ (1 - \alpha)^j \alpha\, t_{n-j} + \ldots$$
$$+ (1 - \alpha)^{n+1} \tau_0$$

- α ve $(1 - \alpha)$ 1 e eşit veya daha küçük olduğu için, her bir terim kendisinden bir öncekine göre daha az ağırlığı vardır

En Kısa Kalan Zaman Önce Sıralama - Shortest Remaining Time First -SRTF

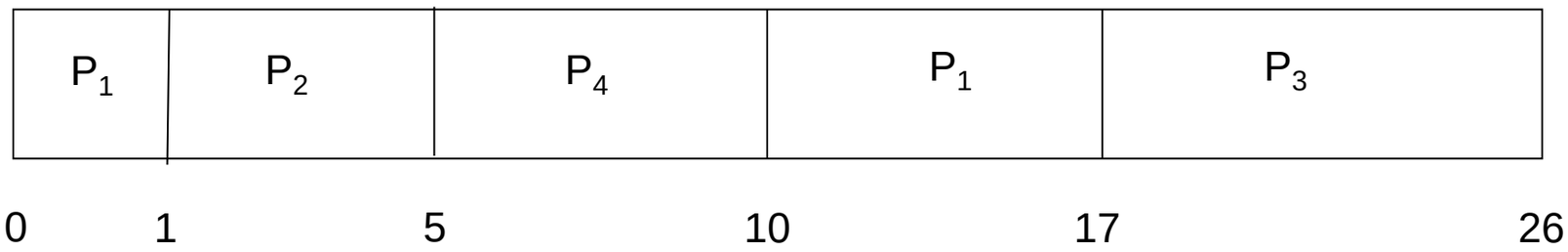
- SJF'nin kesintili sürümü
- Hazır kuyruğuna yeni bir proses geldiğinde, bundan sonra hangi prosesin seçileceği kararı, SJF algoritması kullanılarak yeniden yapılır.
- SRTF, belirli bir proses kümesi için minimum ortalama bekleme süresi açısından SJF'den daha "optimal" midir?

En Kısa Kalan Zaman Önce Örneği

- Bu örnekte farklı varış zamanı ve kesintili olan prosesleri analiz ederiz.

Proses	*Varış Zamanı*	Patlama Zamanı
P_1	0	8
P_2	1	4
P_3	2	9
P_4	3	5

- *Kesintili* SJF Gantt Diyagramı



- Ortalama Bekleme zamanı= [(10-1)+(1-1)+(17-2)+5-3)]/4 = 26/4 = 6.5 msec

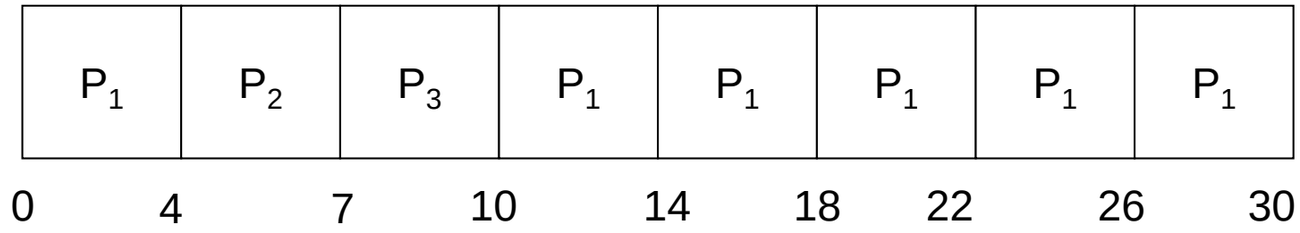
Çevrimsel Sıralı (Round Robin - RR)

- Her bir proses genellikle 10-100 milisaniye arası küçük bir zaman süresince CPU'ya sahip olur .
- Bu zaman değerine **kuantum zamanı** denir ve q ile gösterilir.
- Bu süre tamamlandıktan sonra proses kesilir ve hazır kuyruğunun sonuna eklenir.
- Eğer hazır kuyruğunda n adet proses varsa ve kuantum zamanı değeri q ise her bir proses 1/n kadar CPU 'yu elde eder. Hiçbir proses $(n\text{-}1)q$ süresinden daha fazla beklemez
- Zamanlayıcı bir sonraki prosesi devreye almak için her bir kuantum süresi sonunda keser.
- Performans
  - q büyük⇒ FIFO
  - q küçük⇒ q bağlam değişimine göre büyük olmalıdır aksi halde sistem kasılır

RR Örneği (q = 4)

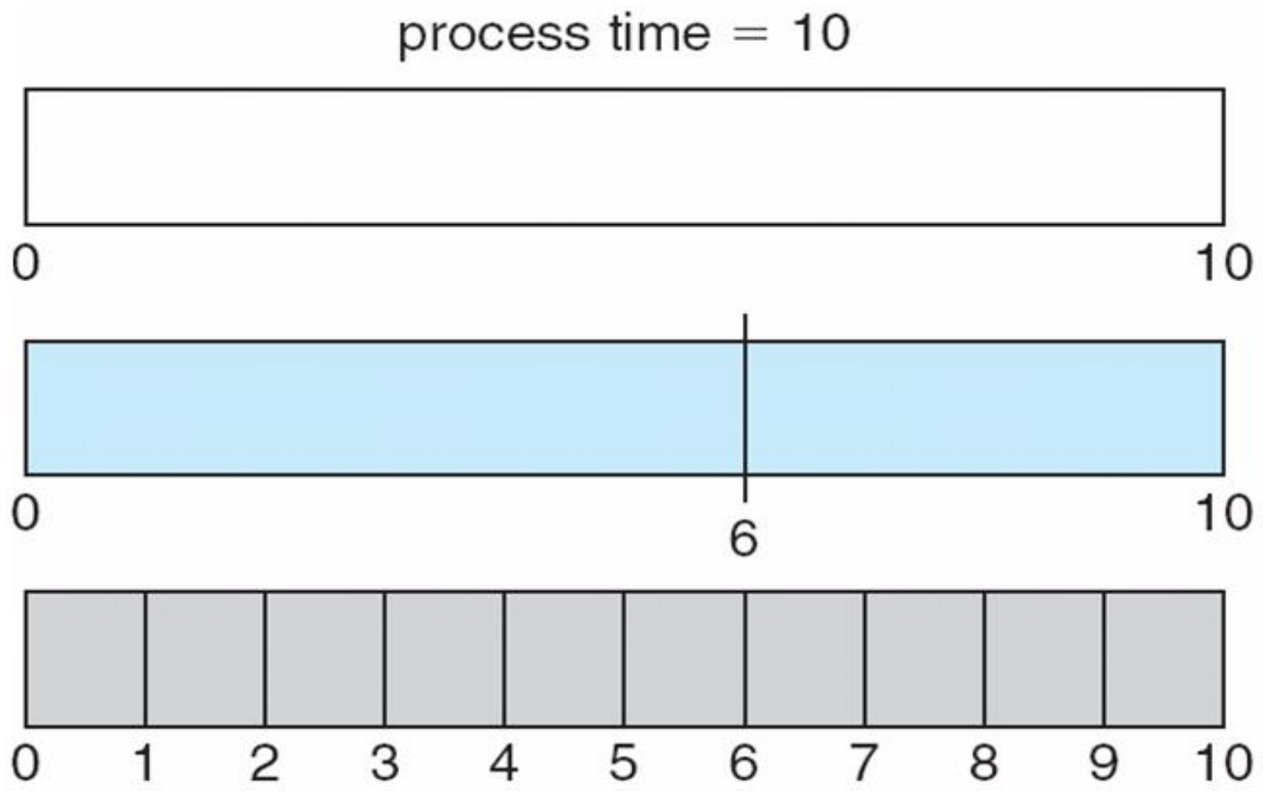
Process	Patlama Zamanı
P_1	24
P_2	3
P_3	3

- Gantt diyagramı:



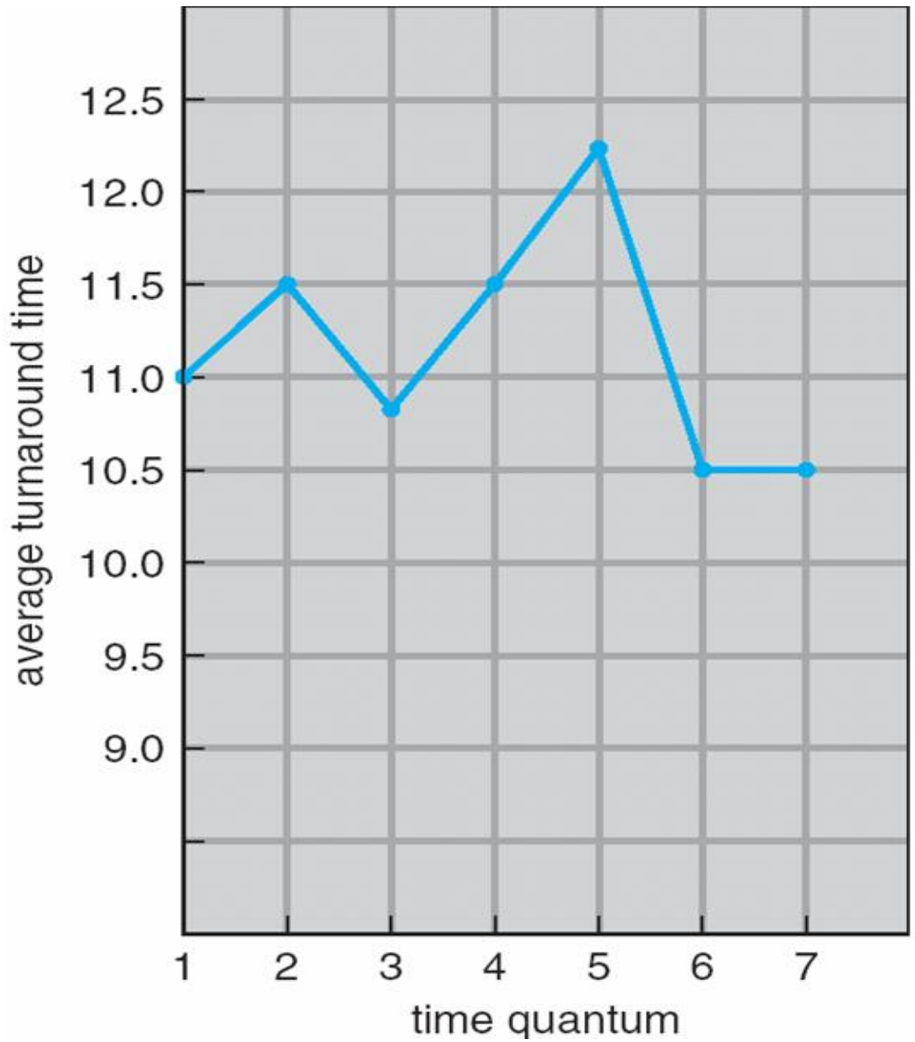
- Tipik olarak, SJF'den daha yüksek bir tamamlanma zamanı, ancak daha iyi bir cevap zamanına sahiptir.
- q bağlam değişimi zamanına göre büyük olmalıdır
  - q genellikle 10ms ila 100ms,
  - bağlam değişimi < 10 mikrosaniye

Kuantum ve Bağlam Değişim Zamanı



quantum	context switches
12	0
6	1
1	9

Tamamlanma Zamanının Kuantum Zamanıyla Değişimi



process	time
P_1	6
P_2	3
P_3	1
P_4	7

CPU patlamalarının 80% i
q dan daha küçük olmalıdır

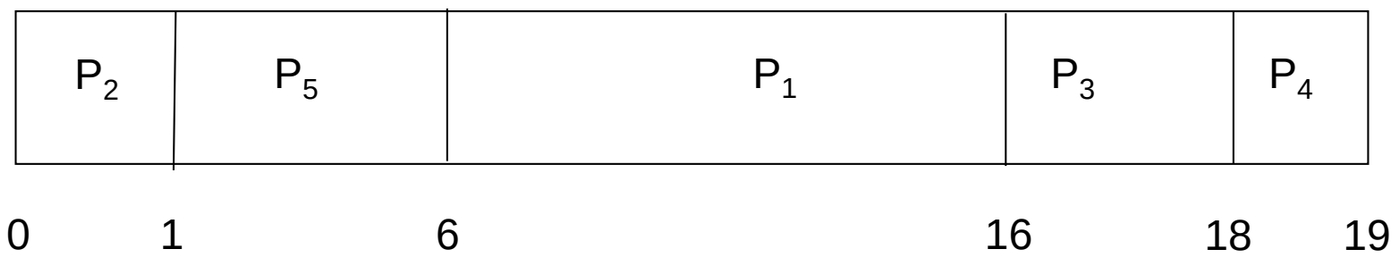
Öncelikli İş Sıralama

- Bir öncelik sayısı (tamsayısı) her bir prosese atanır
- CPU en yüksek öncelik değerine sahip prosese tayin edilir (en küçük tamsayı ≡ en yüksek öncelik)
  - Kesintili
  - Kesintisiz
- SJF öncelik değerinin tahmini bir sonraki CPU patlama zamanının tersinin olduğu bir öncelikli iş sıralama yaklaşımıdır
- Problem ≡ **Açlıktan Ölme (Starvation)** – düşük öncelikli prosesler hiç çalışmayabilir
- Çözüm ≡ **Yaşlandırma** – zaman ilerlerken proses önceliğini artır
- Not: SJF, önceliğin tahmin edilen bir sonraki CPU patlama süresinin tersi olduğu öncelikli bir sıralama algoritmasıdır

Öncelikli İş Sıralama Örneği

Proses	Patlama Zamanı	Öncelik
P_1	10	3
P_2	1	1
P_3	2	4
P_4	1	5
P_5	5	2

- Öncelikli İş Sıralama Gantt Diyagramı



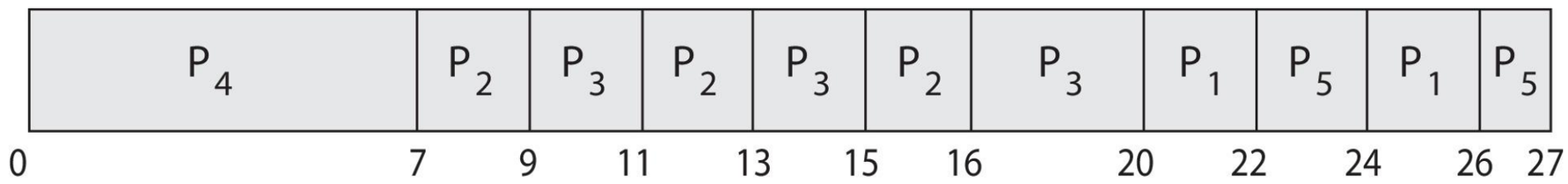
- Ortalama bekleme zamanı = 8.2 msec

Çevrimsel Sıralı + Öncelikli Sıralama

Process	Patlama Zamanı	Öncelik
P_1	4	3
P_2	5	2
P_3	8	2
P_4	7	1
P_5	3	3

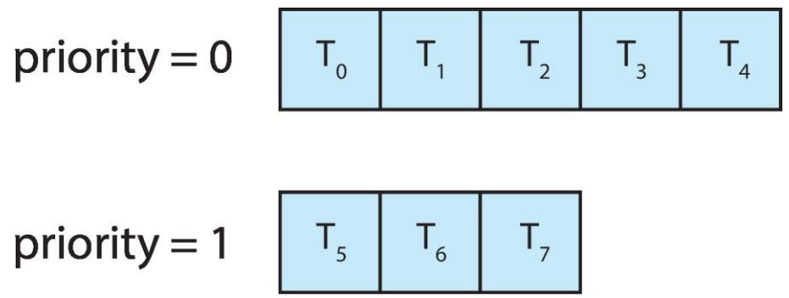
- En yüksek öncelikli prosesi çalıştır. Öncelik aynı ise çevrimsel sıralı

- Gantt Diyagramı, quantum = 2



Çok Seviyeli Kuyruk

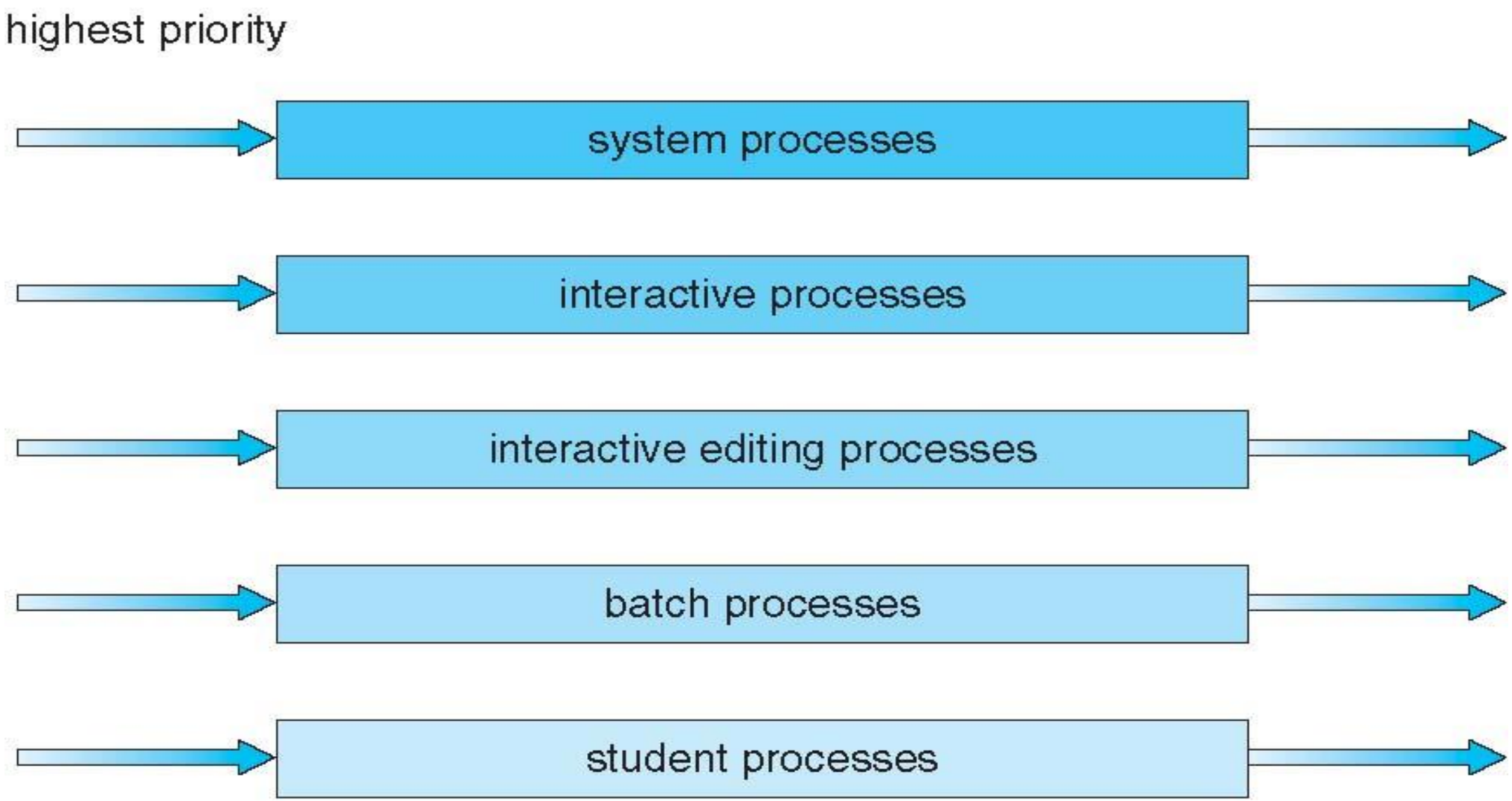
- Her öncelik için ayrı kuyruğun olduğu öncelikli sıralama
- En yüksek öncelikli kuyruktaki prosesler en önce sıralanır



Çok Seviyeli Kuyruk

- Hazır kuyruğu ayrı kuyruklar halinde düzenlenir, ör:
  - Ön plan (interaktif)
  - Arkaplan (toplu iş - batch)
- Proses sürekli bir kuyruktadır
- Her kuyruk kendi iş sıralama algoritmasına sahiptir.
- ön plan – çevrimsel sıralı - RR
- arka plan – FCFS
- İş sıralama kuyruklar arasında yapılmalıdır:
  - Sabit öncelikli iş sıralama (ön plandakilerin tümü bittikten sonra arka plandakilere hizmet edilir). Ölüm olasılığı.
  - Zaman dilimli iş sıralama– her kuyruk belirli bir CPU zamanını elde eder ve prosesleri arasında paylaştırır, RR' de ön plana kadar 80%
  - FCFS'de arka plan için 20%

Çok Seviyeli Kuyruk

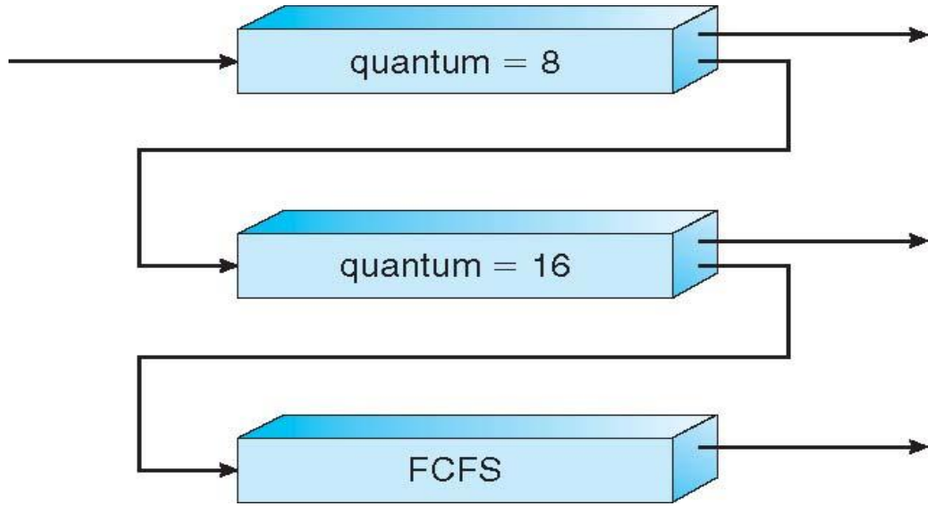


Çok Seviyeli Geri Beslemeli Kuyruk

- Bir proses çeşitli kuyruklar arasında hareket edebilir;
- Bir tür yaşlandırma - aging uygulamasıdır
- Çok seviyeli-geri besleme kuyruğu iş sıralama işlemi aşağıdaki parametreler ile tanımlanır :
  - Kuyruk sayısı
  - Her kuyruğun iş sıralama algoritması
  - Bir prosesin ne zaman bir üst kuyruğa geçeceğini belirleme yöntemi
  - Bir prosesin ne zaman bir alt kuyruğa geçeceğini belirleme yöntemi
  - Bir prosesin çalışmaya ihtiyaç duyduğunda hangi kuyruğa ekleneceğini belirleme yöntemi

Çok Seviyeli Geri Beslemeli Kuyruk Örneği

- Üç adet kuyruk:
  - Q_0 – 8 milisaniye kuantum değerine sahip RR
  - Q_1 – 16 milisaniye kuantumlu RR
  - Q_2 – FCFS
- İş Sıralama
  - Yeni bir görev Q_0 kuyruğuna girer ve FCFS olarak hizmet görür
    - CPU'yu ele geçirdiğinde 8 milisaniyesi vardır
    - 8 milisaniyede işini bitiremezse, Q_1 kuyruğuna geçer
  - Q_1 kuyruğunda görev yine FCFS gibi işlenir ve ilave 16 milisaniye alır
    - hala işini tamamlayamazsa kesilir ve Q_2 ye iletilir.



End of Chapter 5a