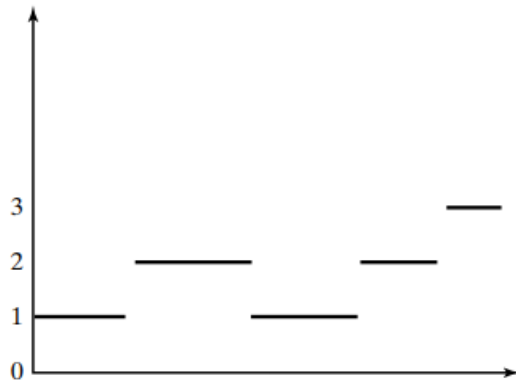
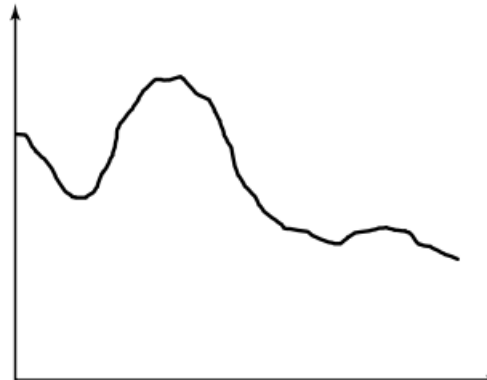


- **Stokastik Sistem:** Sistemin önemli bir bileşeni rassal davrandığı durumda
- **Deterministik Sistem:** Rassal davranışın önemli bir boyutta olmadığı durumda
- **Statik Sistem:** Sistem davranışının zamana bağlı olarak değişmediği durumda
- **Dinamik Sistem:** Sistem davranışının zamana bağlı olarak değiştiği durumda



Kesikli zaman dinamik sistem: Olaylar kesikli zamanlarda oluyorsa



Sürekli zaman dinamik sistem: Olaylar sürekli zamanlarda oluyorsa

Benzetim, bir sistemi **taklit etmek** için veya sisteme **benzetmek** için kurulan, kullanılan ve **gözlemlenen** bir **model**dir.

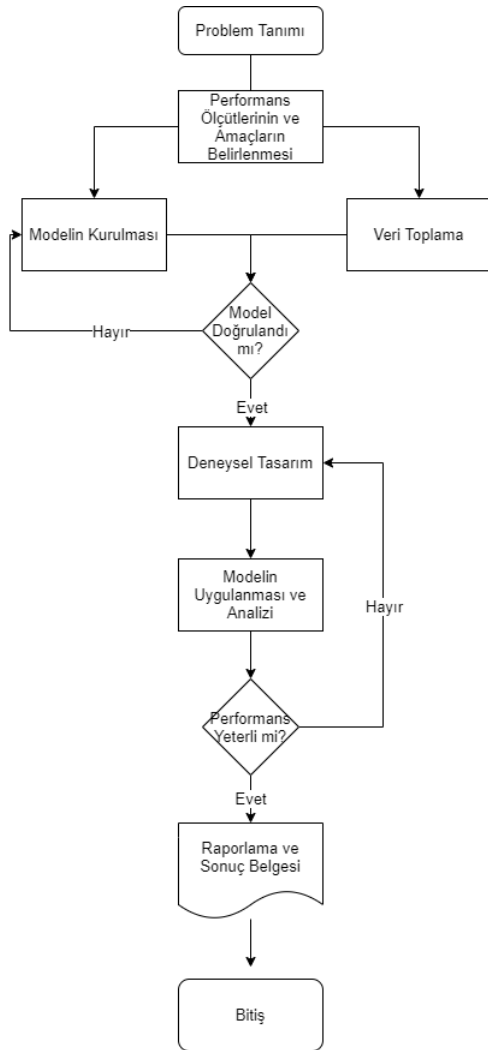
Modelleme, karmaşık sistemlerin özetlenerek ifade edilmesi ve belirlenen metrikler ile performansının ölçülmesidir.

- Matematiksel Modelleme
- Fiziksel Modelleme
- Bilgisayar Modelleme (Monte Carlo Benzetimi)

Benzetim Modelleme Aşamaları

1. Sorunu tanımla.
2. Değerlendirme için performans ölçütlerini oluştur.
3. Alternatif çözümleri belirle.
4. Çözümleri sırala.
5. Çözümleri yeniden değerlendir
6. Çözümleri uygula ve sonuçları değerlendir.

Benzetim Çalışmalarının Akış Şeması



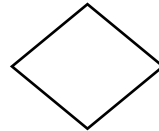
Akış şeması algoritmaları ve işlemleri birbirine oklarla bağlı değişik tiplerdeki kutular içerisinde gösteren yaygın bir şema tipidir.



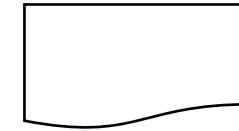
Başlangıç Bitiş için



Süreçler için



Mantıksal kararlar için



Belge için



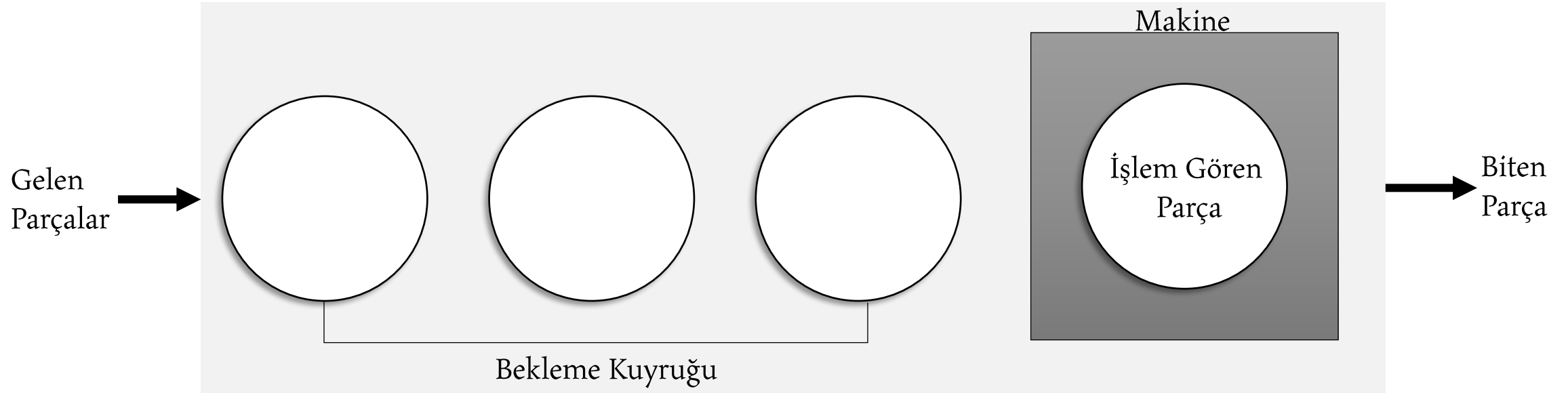
Veri giriş bilgisi için

Bir Benzetim Modeli Örneği

FIFO: First in first out

LIFO: Last in first out

Tek makineli bir üretim sistemi



Sistemin Gözlemlenmesi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

- Toplam üretim, 20 dakika sonunda kaç parçanın üretileceği
- Ortalama kuyrukta bekleme süresi: 20 dakika boyunca bir parça ortalama ne kadar dakika kuyrukta bekledi.

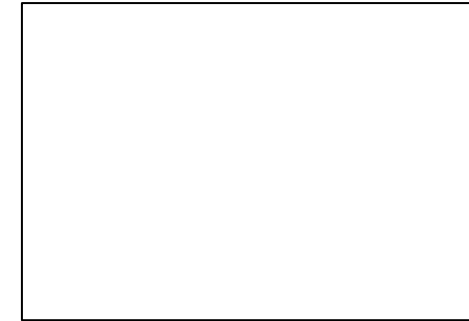
$$\sum_{\{i=1\}}^N \frac{WQ_i}{N}$$

- Bir parçanın kuyrukta maksimum bekleme süresi
- Kuyrukta bekleyen işlerin maksimum sayısı
- İşlemi biten işlerin sistemde kalma sürelerinin ortalaması
- Makinenin kullanım oranı

20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

t=0



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

t=0



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

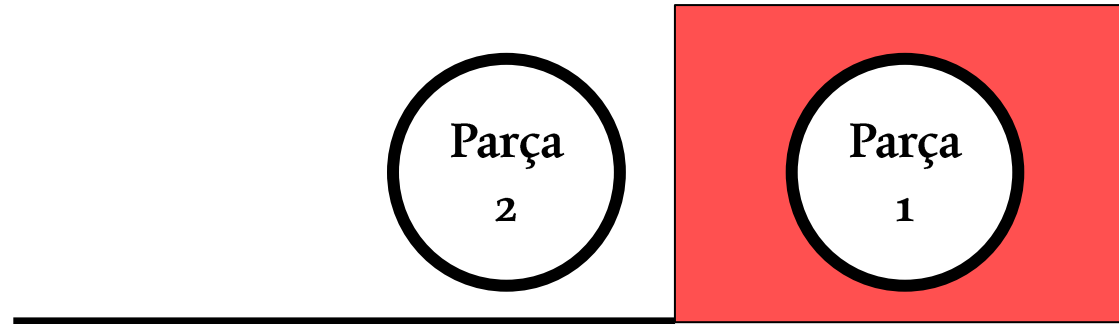
t=5



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

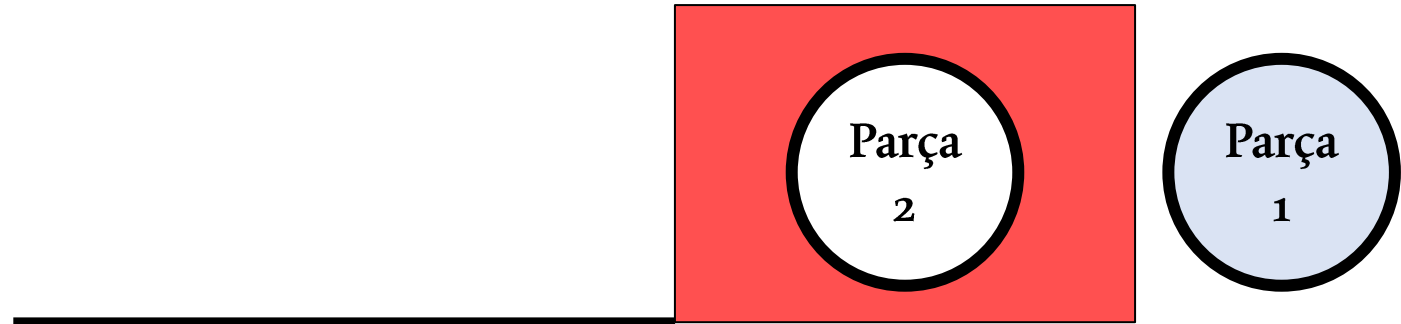
t=5



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

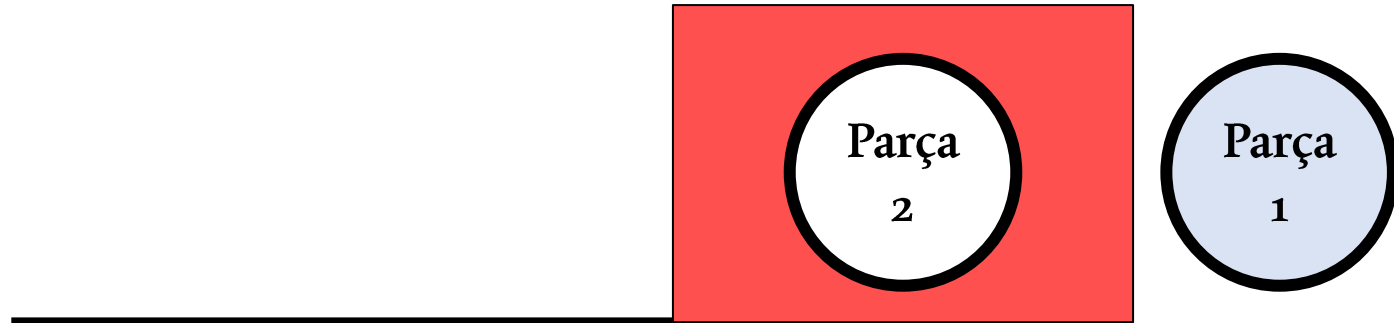
t=6



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

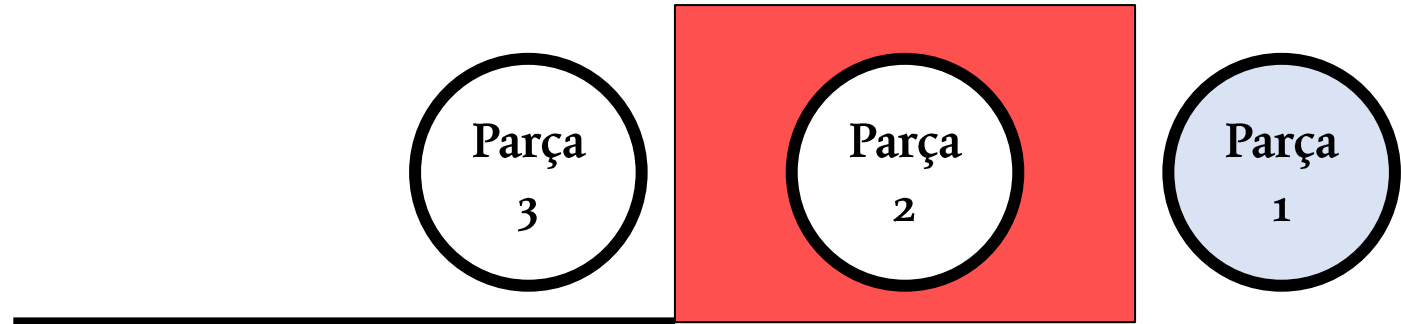
t=9



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

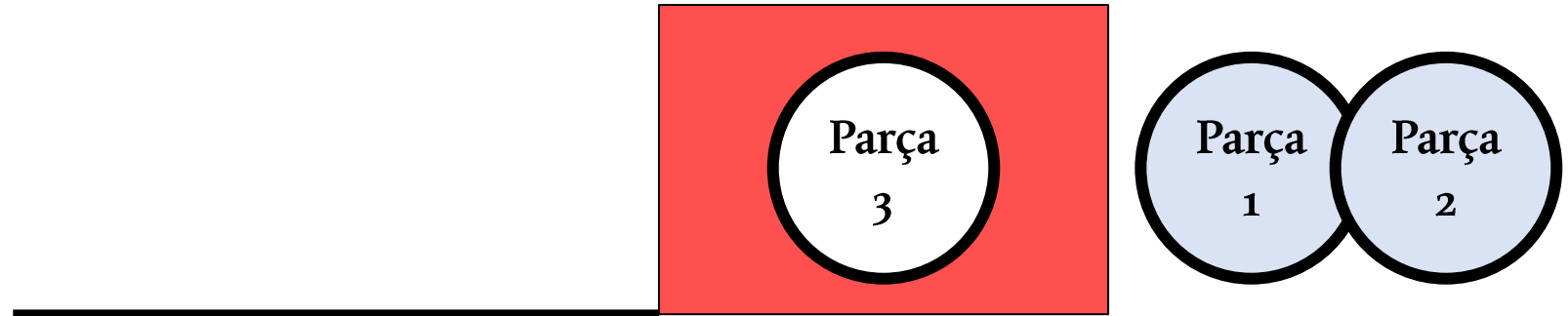
t=9



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

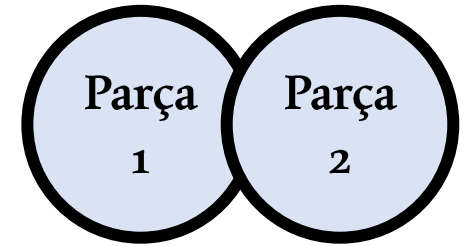
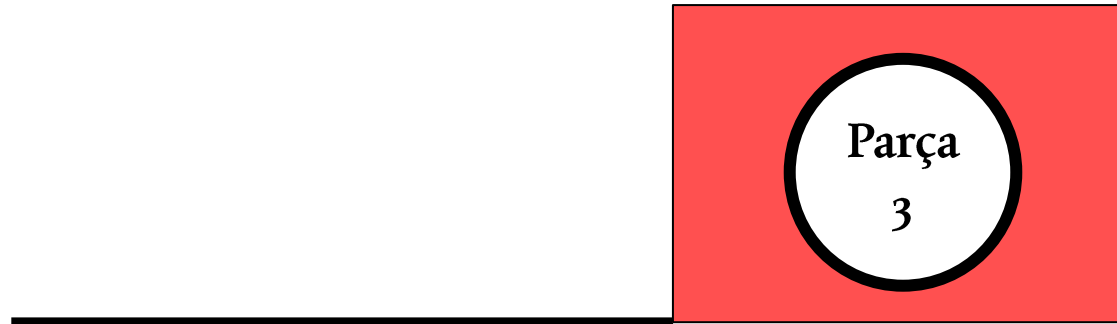
t=10



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

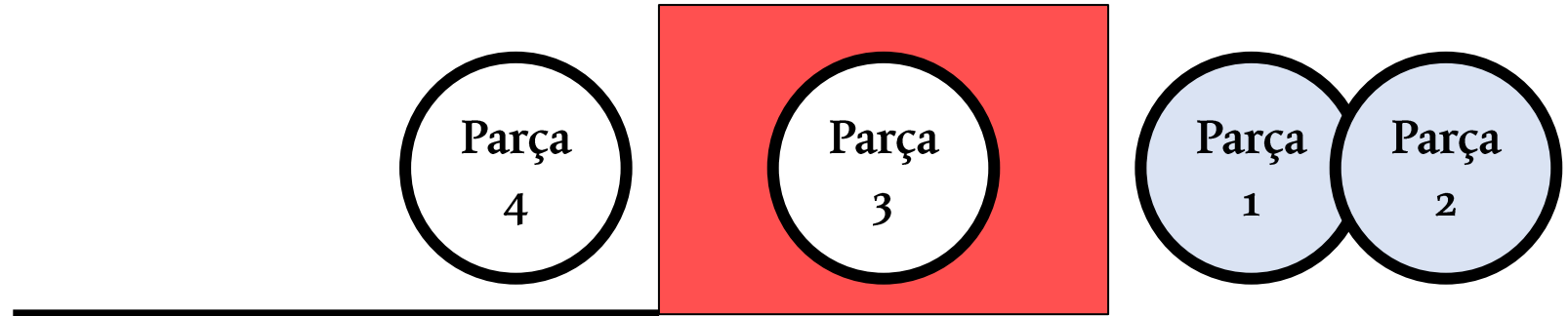
t=11



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

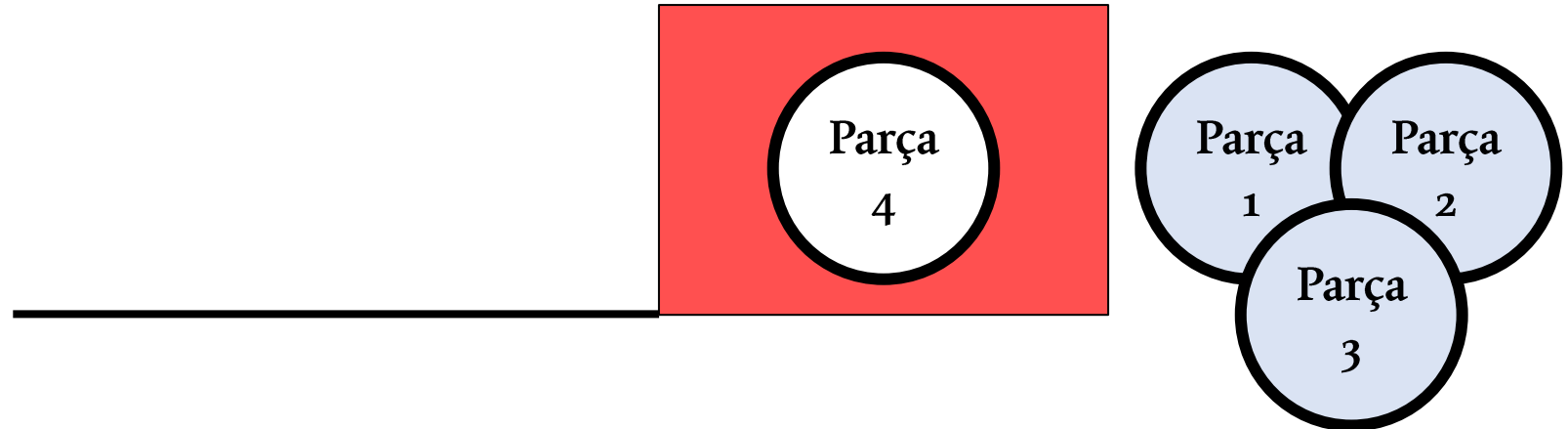
t=11



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

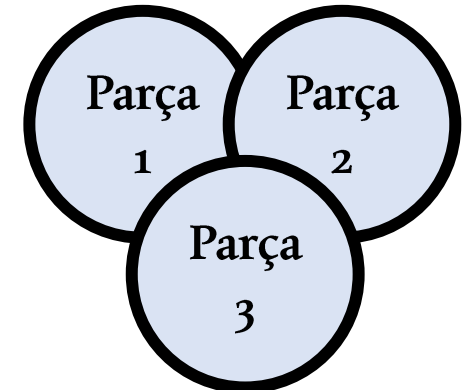
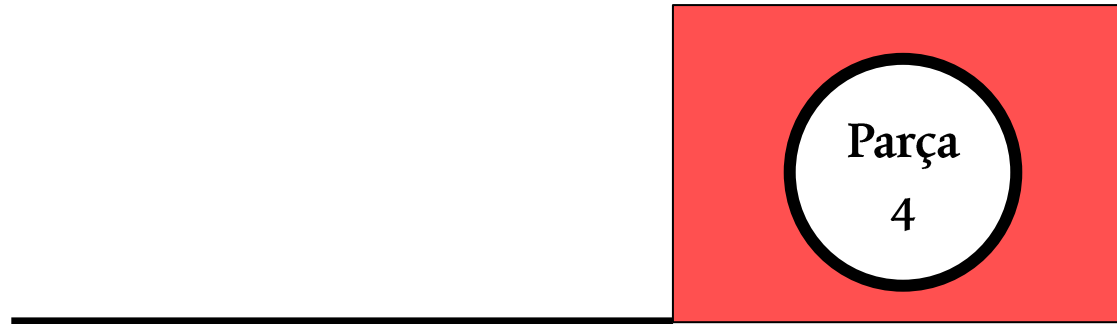
t=14



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

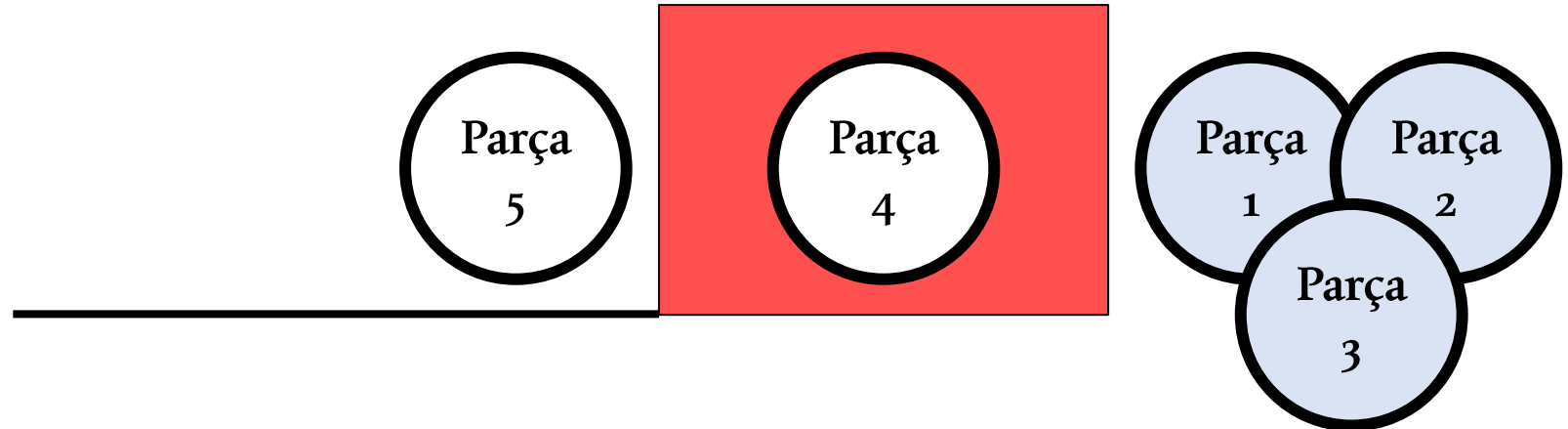
t=19



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

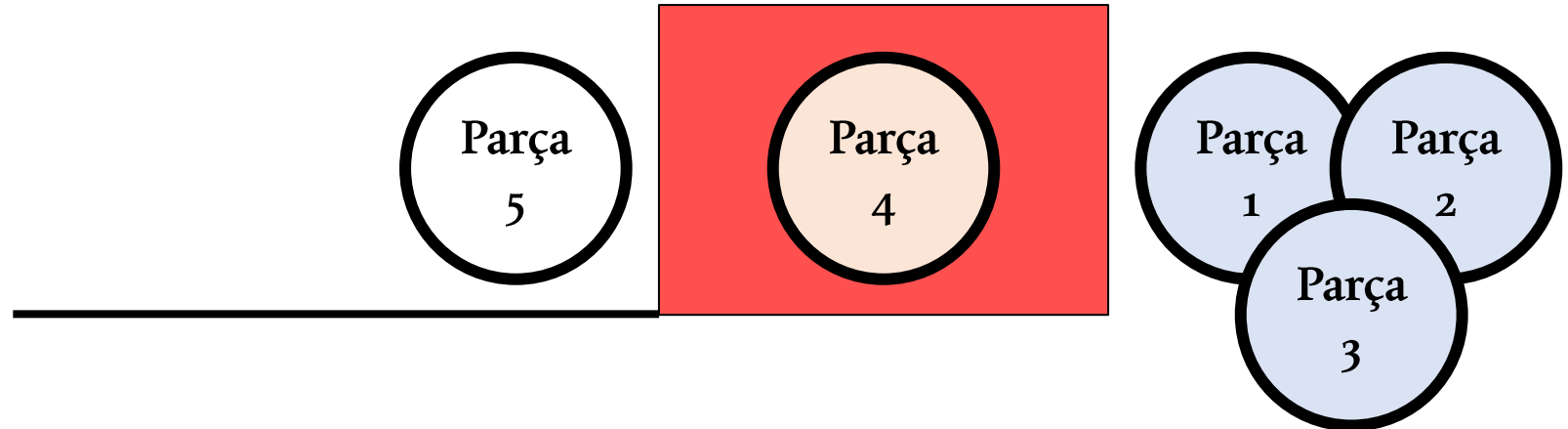
t=19



20 dk sonunda üretilen parça sayısı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

t=20



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı
1	0	5	6
2	5	4	4
3	9	2	4
4	11	8	9
5	19	7	11
6	26	7	8
...	...	...	...
...	...	...	...

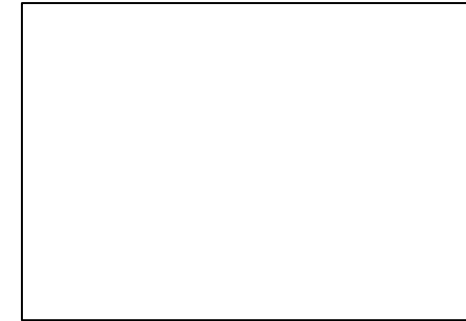
Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6			
2	5	4	4			
3	9	2	4			
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6			
2	5	4	4			
3	9	2	4			
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

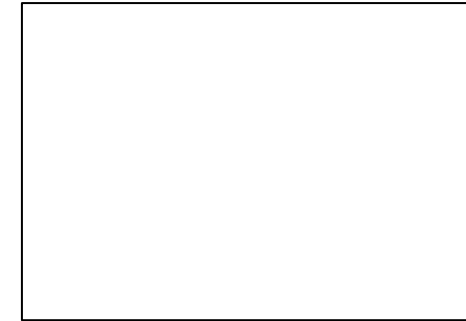
t=0



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4			
3	9	2	4			
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

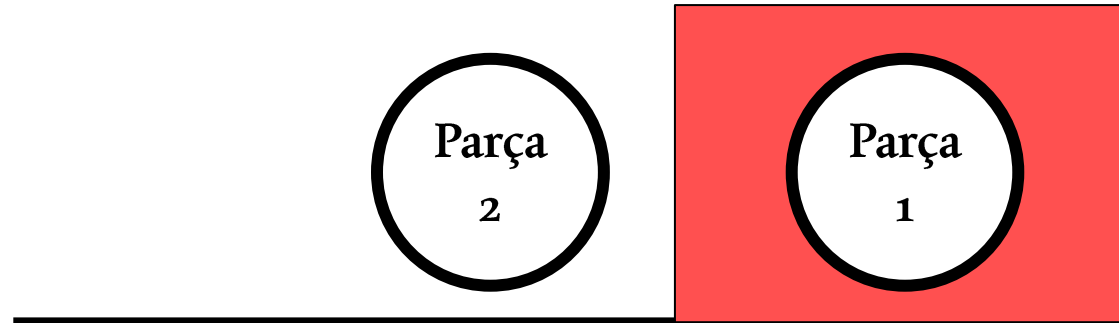
t=0



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4			
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

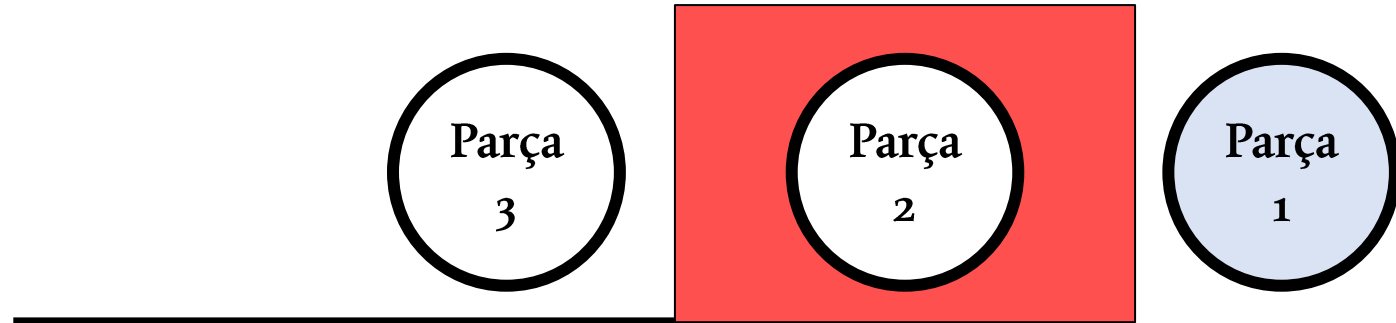
t=5



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

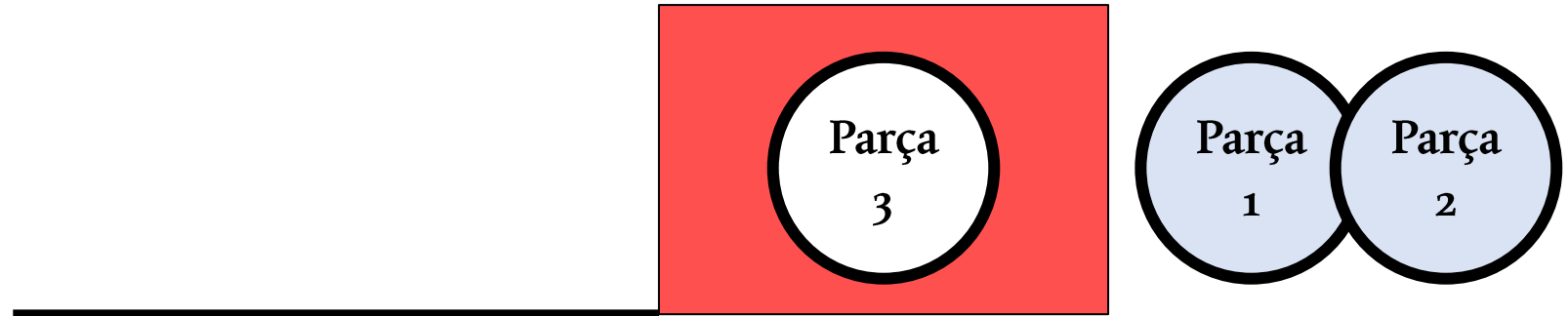
t=9



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9			
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

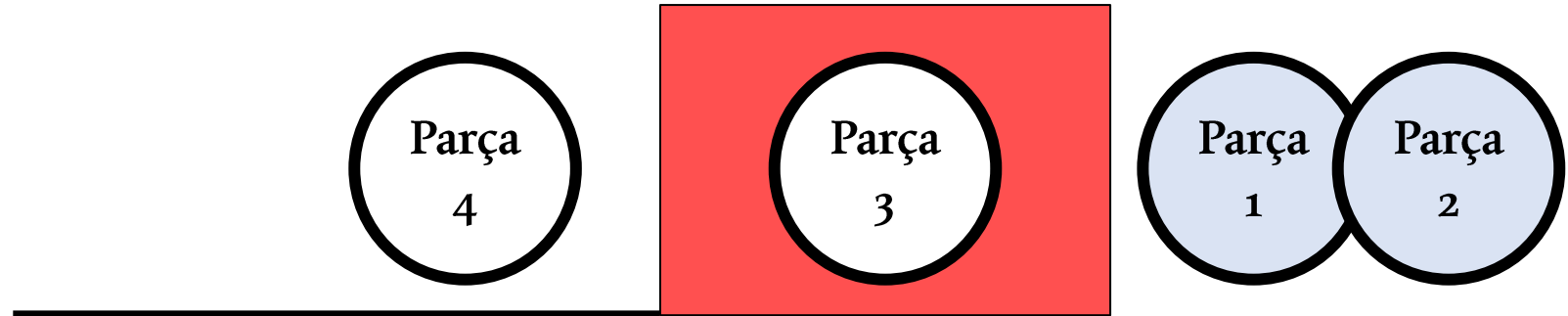
t=10



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9	14	23	3
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

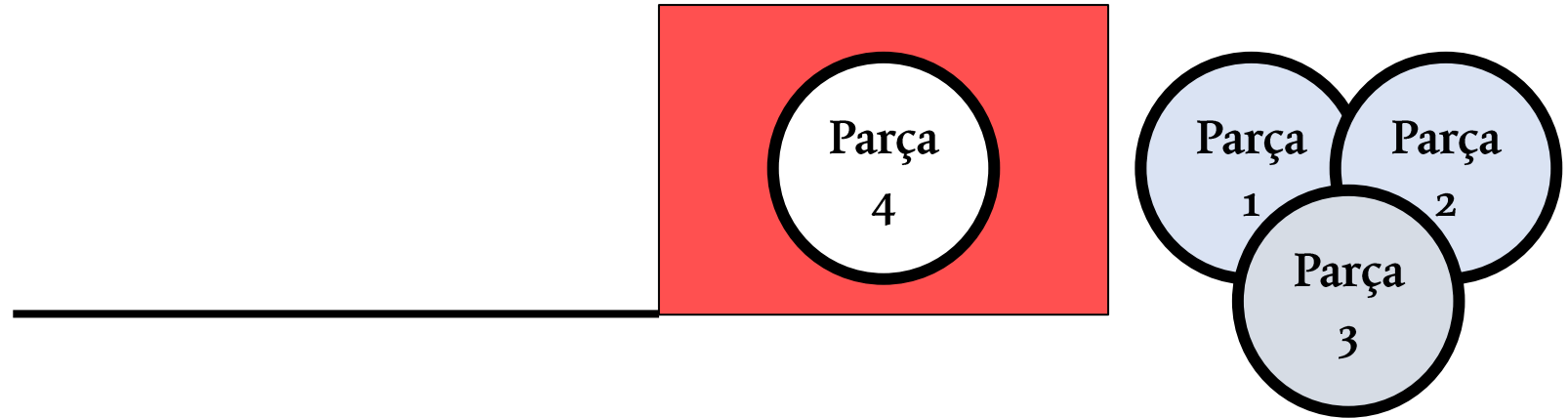
t=11



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9	14	23	3
5	19	7	11			
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

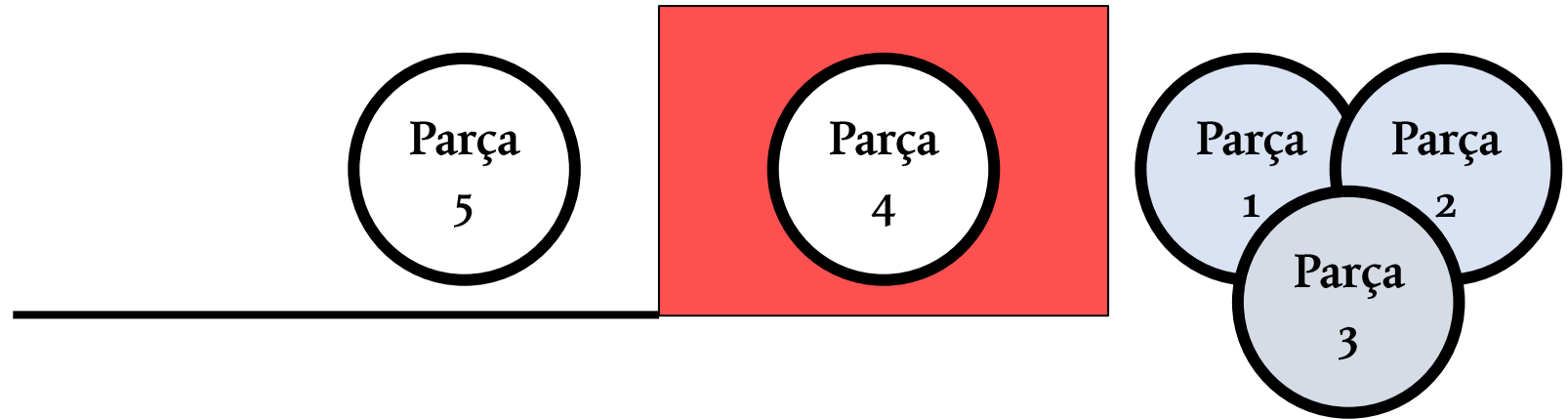
t=14



Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9	14	23	3
5	19	7	11	23	34	1
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

t=19

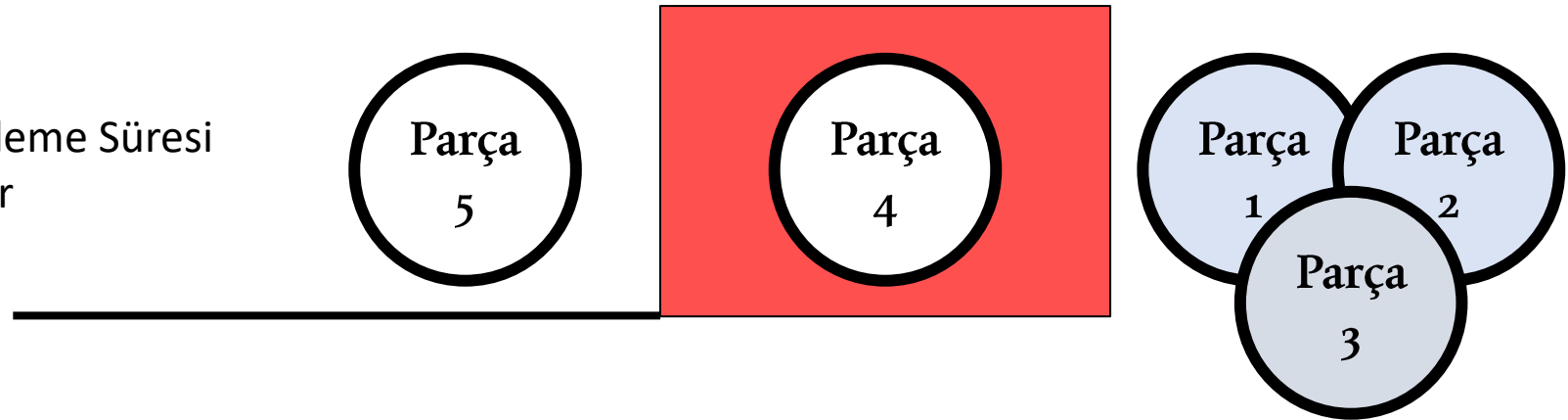


Ortalama kuyrukta bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9	14	23	3
5	19	7	11	23	34	1
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

t=20

Ortalama Kuyrukta Bekleme Süresi
 $0+1+1+3+1/5=6/5$ dk'dir

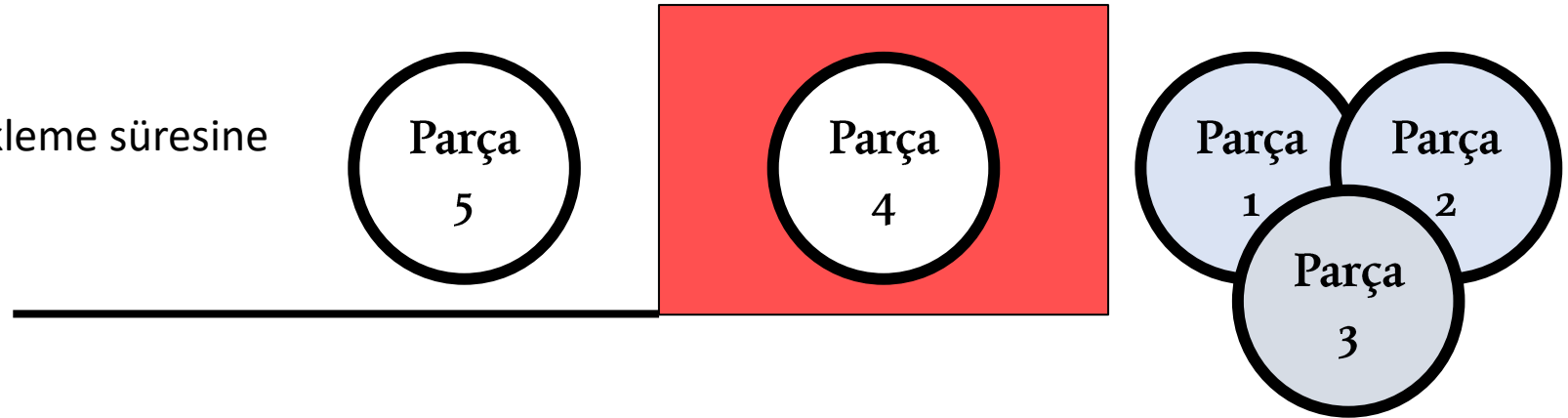


Bir parçanın kuyrukta maksimum bekleme süresi

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi
1	0	5	6	0	6	0
2	5	4	4	6	10	1
3	9	2	4	10	14	1
4	11	8	9	14	23	3
5	19	7	11	23	34	1
6	26	7	8			
...	...	...	...			
...	...	...	...			

t=20

4. Parça maksimum bekleme süresine
Sahiptir. 3 dk'dır

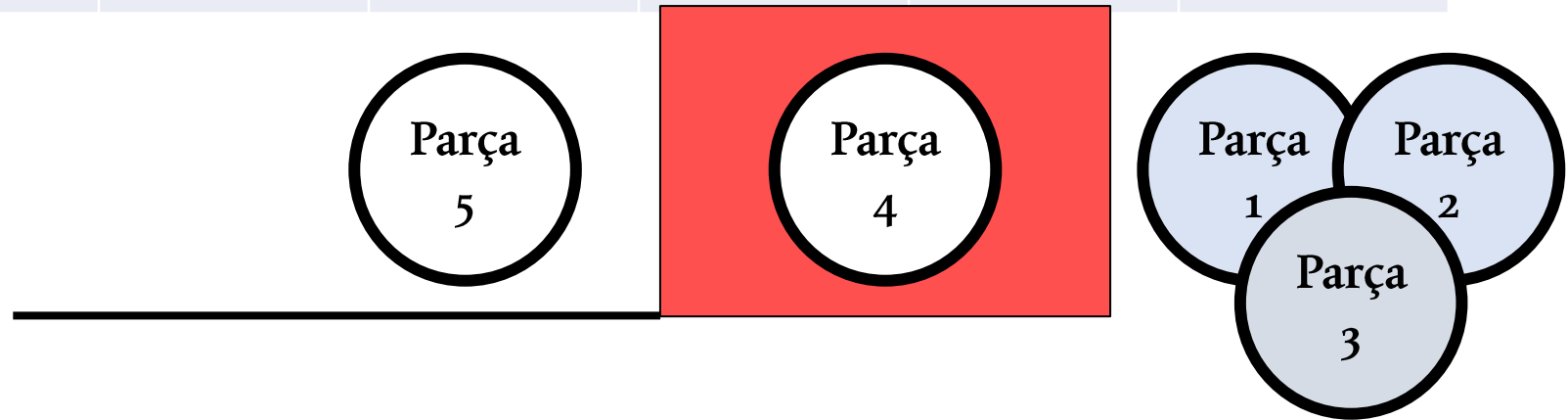


İşlemi biten işlerin sistemde kalma sürelerinin ortalaması

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi	Sistemde Kalma Süresi
1	0	5	6	0	6	0	6
2	5	4	3	6	10	1	5
3	9	2	4	10	14	1	5
4	11	8	9	14	23	3	9
5	19	7	11	23	34	1	1
6	26	7	8				
...	...	...	...				
...	...	...	...				

t=20

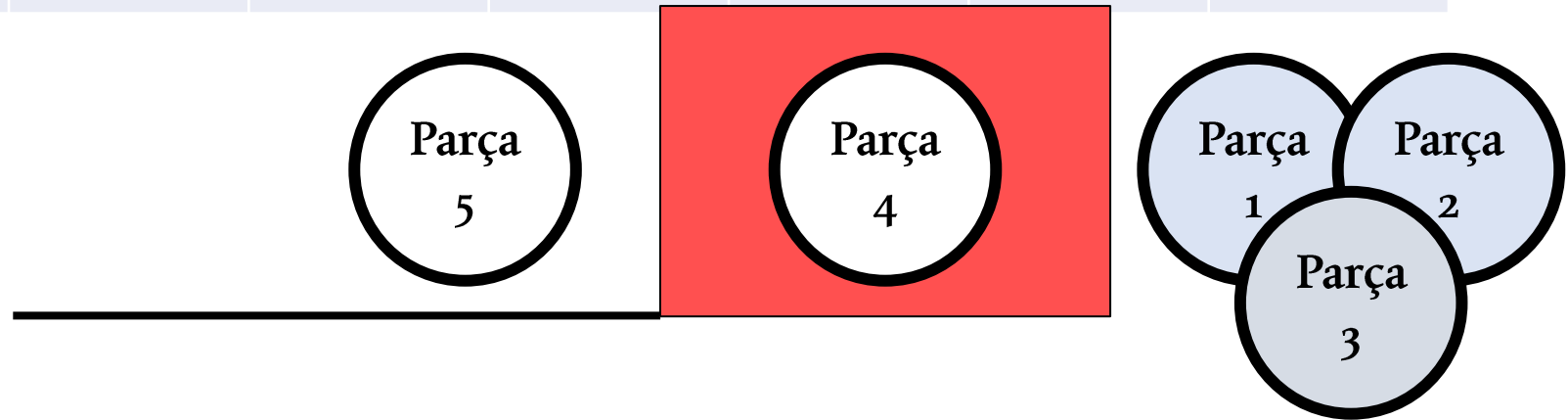
~~$6+5+5+9+1+5 = 21,5$~~ dk'dır



Makinenin kullanım oranı

Parça No	Geliş Zamanı	Gelişler Arası Süre	Servis Zamanı	Servise Başlama Zamanı	Servis Bitiş Zamanı	Kuyrukta Bekleme Süresi	Sistemde Kalma Süresi	Makinenin Boş Kalma Süresi
1	0	5	6	0	6	0	6	0
2	5	4	3	6	10	1	5	0
3	9	2	4	10	14	1	5	0
4	11	8	9	14	23	3	9	0
5	19	7	11	23	34	1	1	0
6	26	7	8					
...	...	...	...					
...	...	...	...					

t=20



- Bir makine aynı anda bir işi işleyebilir.
- Bir iş bir makinede işlenebilir.
- Makinelerin bozulmadığı,
- Hazırlık süresinin olmadığı,
- Makinenin operatörünün sürekli hazır olduğu,

Varsayılmıştır.

Çevrim Zamanı : Parçanın üretilme zamanı

Doluluk (kullanım) Oranı : Çalışma oranı

Bekleme Zamanı : Kuyrukta geçirilen zaman

Kalite : Beklenen özelliklere sahip ürünlerin yüzdesi