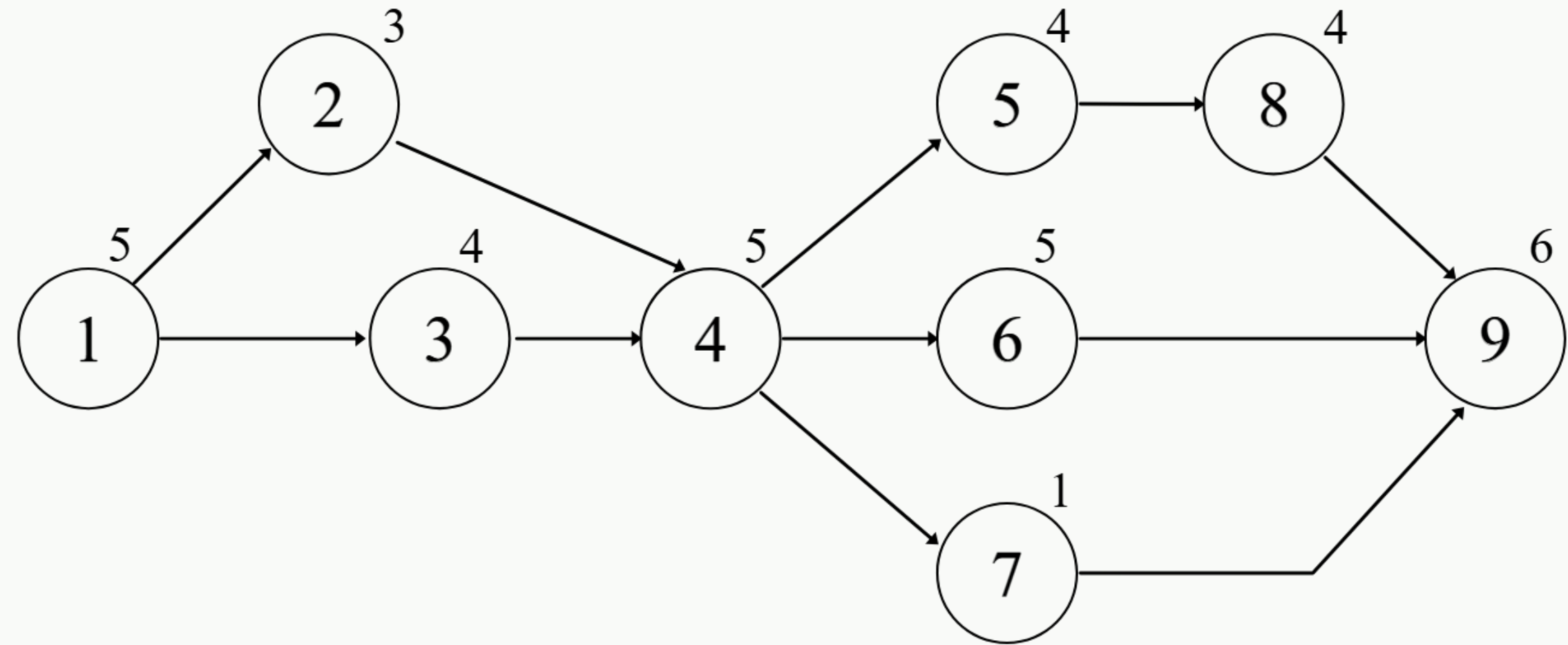


Jaeschake Öncelik Diyagramı

ooo

- 9 görev
- Öncelik ilişkileri
- Görev süreleri
- $K = 4$
- Tip 2



Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo

A26	×	✓	f_x	Arcus1
	A	B	C	
24	Problems and optimal solutions			
	Precedence graph	c	m*	
25				
119	Heskiaoff	342	3	
120	Jackson	7	8	
121	Jackson	9	6	
122	Jackson	10	5	
123	Jackson	13	4	
124	Jackson	14	4	
125	Jackson	21	3	
126	Jaeschke	6	8	
127	Jaeschke	7	7	
128	Jaeschke	8	6	
129	Jaeschke	10	4	
130	Jaeschke	18	3	
131	Kilbridge	56	10	

K = 4 için C = 10 olmalı.

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



* 1. KUMELER (SETS)

Set i "Gorevler" / 1*9 /;

Set k "Istasyonlar" / 1*4 /;

* K=4 olduğu için

Alias(i, j);

* 2. PARAMETRELER (GOREV SURELERI)

Parameter t(i) "Gorev Sureleri"

/

1 5.0

2 3.0

3 4.0

4 5.0

5 4.0

6 5.0

7 1.0

8 4.0

9 6.0

* 3. ONCELİK İLISKILERİ (PRECEDENCE)

* Excel'deki oklara göre: Kimden önce kim geliyor?

Set Oncelik(i,j) "i, j'den önce yapılmalı"

/

1.2

1.3

2.4

3.4

4.5

4.6

4.7

5.8

6.9

7.9

8.9

/;

* 4. DEĞİSKENLER

Binary Variable x(i,k) "i görevi k istasyonuna atanırsa 1, değilse 0";

Positive Variable C "Cevrim Zamani (Minimize edilecek)";

Variable Z "Amac Fonksiyonu Degeri";

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



* 5. DENKLEMLER

Equations

AmacFonksiyonu	"Cevrim zamanini minimize et"
AtamaKisiti(i)	"Her gorev mutlaka bir istasyona atanmali"
KapasiteKisiti(k)	"Istasyonun yuku C'yi asamaz"
OncelikKisiti(i,j)	"Oncelik sirasina uyulmali";

* --- DENKLEM TANIMLARI ---

* Amacimiz C'yi (Cycle Time) en kucuk yapmak:

AmacFonksiyonu..

$Z = C;$

* Her i gorevi, tum k istasyonlari icinde yalnızca birine atanmali:

AtamaKisiti(i)..
 $\sum(k, x(i,k)) = 1;$

* Her k istasyonundaki islerin toplami C'den kucuk veya esit olmalı:

KapasiteKisiti(k)..
 $\sum(i, t(i)*x(i,k)) \leq C;$

* Eger i, j'den once geliyorsa (Oncelik setinde varsa);

* j'nin istasyon numarası, i'nin istasyon numarasından büyük veya esit olmalı.

* Örnek: i 1. istasyondaysa, j 1, 2 veya 3'te olabilir. Ama j 1'deyse i 2'de olamaz.

OncelikKisiti(i,j)\$(Oncelik(i,j))..
 $\sum(k, k.val * x(j,k)) \geq \sum(k, k.val * x(i,k));$

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



```
* 6. MODEL VE COZUM
```

```
Model Tip2_MHD /all/;
```

```
* C'ye bir baslangic alt siniri verelim (En buyuk tekil is suresinden az olamaz)
```

```
C.lo = smax(i, t(i));
```

```
Solve Tip2_MHD using MIP minimizing Z;
```

```
* 7. SONUCLARI GOSTER
```

```
Display "SONUC: Minimum Cevrim Zamani (C):", C.l;
```

```
Display x.l;
```

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



```
----- 91 SONUC: Minimum Cevrim Zamani (C):  
          VARIABLE C.L                      =      10.000  Cevrim Zamani (Minimize edilecek)  
  
----- 92 VARIABLE x.L  i gorevi k istasyonuna atanirsa 1, degilse 0  
  
          1          2          3          4  
  
1      1.000  
2          1.000  
3      1.000  
4          1.000  
5          1.000  
6          1.000  
7          1.000  
8          1.000  
9          1.000
```

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



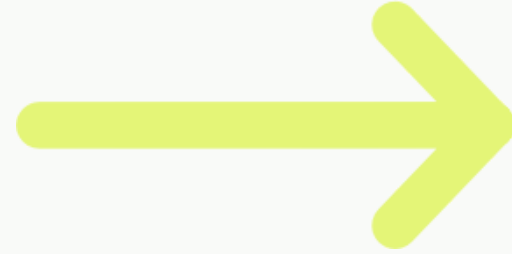
İstasyon	Atanan Görevler	İşlem Süreleri	İstasyon Yüğü	Boş Zaman
1	1, 3	5 + 4	9	10 - 9 = 1
2	2, 4	3 + 5	8	10 - 8 = 2
3	5,6,7	4+5+1	10	10 - 10 = 0
4	8, 9	4 + 6	10	10 - 10 = 0
TOPLAM			37	3

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo

Görev No	Ardıl Sayısı	Atandığı İstasyon
1	8	1. istasyon
2	6	2. istasyon
3	6	1. istasyon
4	5	2. istasyon
5	2	3. istasyon
6	1	3. istasyon
7	1	3. istasyon
8	1	4. istasyon
9	0	4. istasyon

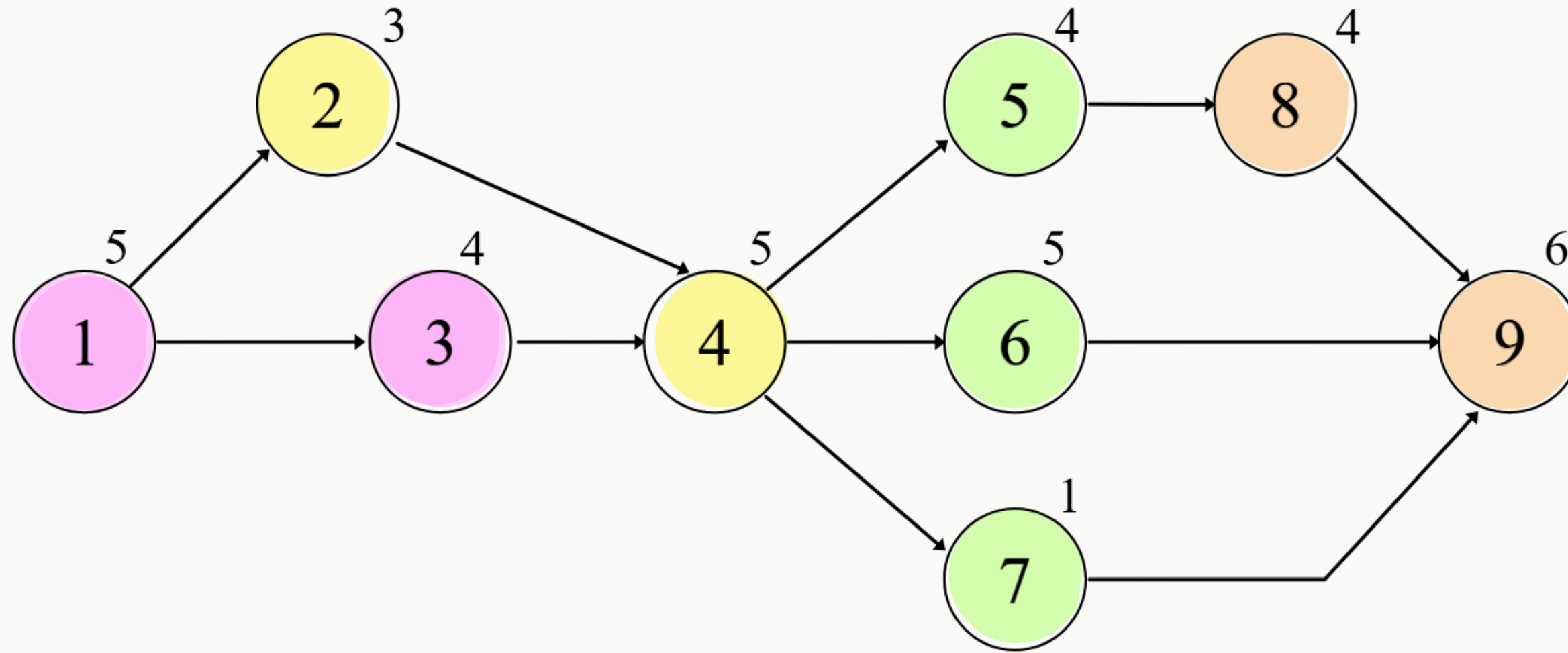


Görev No	Ardıl Sayısı	Atandığı İstasyon
1	8	1. istasyon
3	6	1. istasyon
2	6	2. istasyon
4	5	2. istasyon
5	2	3. istasyon
6	1	3. istasyon
7	1	3. istasyon
8	1	4. istasyon
9	0	4. istasyon

Jaeschake Öncelik Diyagramı Optimal Hat Dengeleme Çözümü

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



- 1. İstasyon
- 2. İstasyon
- 3. İstasyon
- 4. İstasyon

Jaeschake Benzetim Tavlama Sezgiseli Çalışma Mantığı

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo

Hangi sıcaklıkta (T)

komşu çözüm

komşu çözümün c'si

yeni çözümle mevcut çözüm arasındaki farkı gösterir.

i	T	s	s'	f(s)	f(s')	Δ	$e^{-\Delta/T}$	u	Karar	Best
1	100.000	[1, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	[1, 3, 2, 8, 5, 6, 7, 4, 9]	10.0003	-	-	-	-	RED (öncelik)	10.0003
2	95.000	[1, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	10.0003	10.0003	+0.0000	1.000	0.875	KABUL	10.0003
3	90.250	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	10.0003	10.0003	+0.0000	1.000	0.363	KABUL	10.0003
4	85.737	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	10.0003	10.0003	+0.0000	1.000	0.334	KABUL	10.0003
5	81.451	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9]	10.0003	11.0005	+1.0001	0.988	0.087	KABUL	10.0003
6	77.378	[1, 2, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9]	11.0005	11.0005	+0.0000	1.000	0.159	KABUL	10.0003
7	73.509	[1, 2, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9]	[1, 5, 3, 4, 2, 8, 7, 6, 9]	11.0005	-	-	-	-	RED (öncelik)	10.0003
8	69.834	[1, 2, 3, 4, 5, 8, 7, 6, 9]	[1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 6, 9]	11.0005	11.0005	+0.0000	1.000	0.807	KABUL	10.0003
9	66.342	[1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 6, 9]	[1, 2, 3, 8, 5, 7, 4, 6, 9]	11.0005	-	-	-	-	RED (öncelik)	10.0003
10	63.025	[1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 6, 9]	[7, 2, 3, 4, 5, 1, 8, 6, 9]	11.0005	-	-	-	-	RED (öncelik)	10.0003

mevcut görev sıralaması

mevcut çözümün c'si

bazen daha kötü çözümler de kabul edilebilir

Eğer $\Delta > 0$:

$u < P \rightarrow \text{KABUL}$

$u \geq P \rightarrow \text{RED}$

- $\Delta > 0$: Yeni çözüm, mevcut çözüme göre daha kötü bir değere sahiptir.
- Yüksek T: Algoritma, kötü çözümleri de kabul edebilir
- Eğer $\Delta > 0$ ve sıcaklık düştüyse, kötü çözüm kabul edilmez.

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



DETAYLI İSTASYON ATAMA TABLOSU (C = 10.0003)

=====				
===				
İstasyon	Görevler	Süreler	Yük	
Boş (Idle)				

1	1, 2	5+3	8	
2.0003				
2	3, 4	4+5	9	
1.0003				
3	6, 5, 7	5+4+1	10	
0.0003				
4	8, 9	4+6	10	
0.0003				

TOPLAM BOŞ ZAMAN (Total Idle Time): 3.0013				
HAT ETKİNLİĞİ (Line Efficiency): %92.50				
=====				
===				

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



İTERASYON	SICAKLIK (T)	MEVCUT C	EN İYİ C	DURUM
1	100.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
2	100.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
5	100.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
8	100.00	12.0006	11.0005	⚠ KÖTÜLLEŞME (Kabul)
9	100.00	11.0005	11.0005	✓ İYİLEŞME
11	90.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
14	90.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
18	90.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
22	81.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
26	81.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
29	81.00	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
32	72.90	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
33	72.90	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
38	72.90	12.0006	11.0005	⚠ KÖTÜLLEŞME (Kabul)
42	65.61	11.0005	11.0005	✓ İYİLEŞME
45	65.61	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
46	65.61	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
49	65.61	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
50	65.61	11.0005	11.0005	● EŞİT (Kabul)
60	59.05	10.0003	10.0003	★ REKOR KIRILDI!
61	53.14	11.0005	10.0003	⚠ KÖTÜLLEŞME (Kabul)
66	53.14	10.0003	10.0003	✓ İYİLEŞME

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



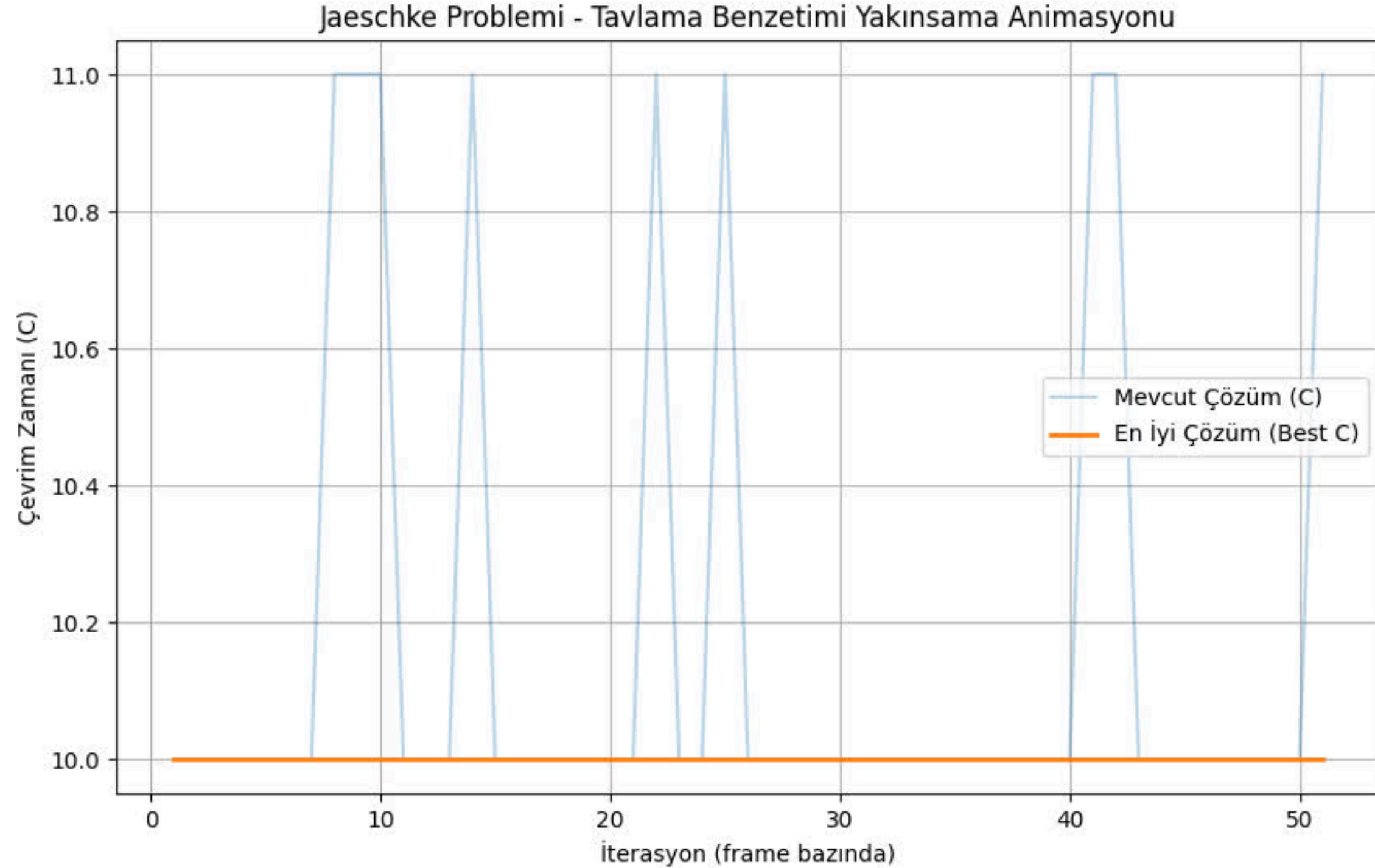
439	1.08	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
446	0.97	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
450	0.97	11.0005	10.0003	⚠ KÖTÜLEŞME (Kabul)
452	0.87	11.0005	10.0003	● EŞİT (Kabul)
454	0.87	10.0003	10.0003	✓ İYİLEŞME
456	0.87	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
461	0.79	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
462	0.79	10.0003	10.0003	✗ RED
464	0.79	10.0003	10.0003	✗ RED
465	0.79	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
(Kabul)				
483	0.64	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
490	0.64	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
491	0.57	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
493	0.57	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
496	0.57	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
497	0.57	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
499	0.57	10.0003	10.0003	✗ RED
502	0.52	10.0003	10.0003	✗ RED
506	0.52	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)
507	0.52	10.0003	10.0003	● EŞİT (Kabul)

SONUÇ: En İyi C = 10.0003

Jaeschke Benzetim Tavlama Sezgiseli Animasyonu

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo

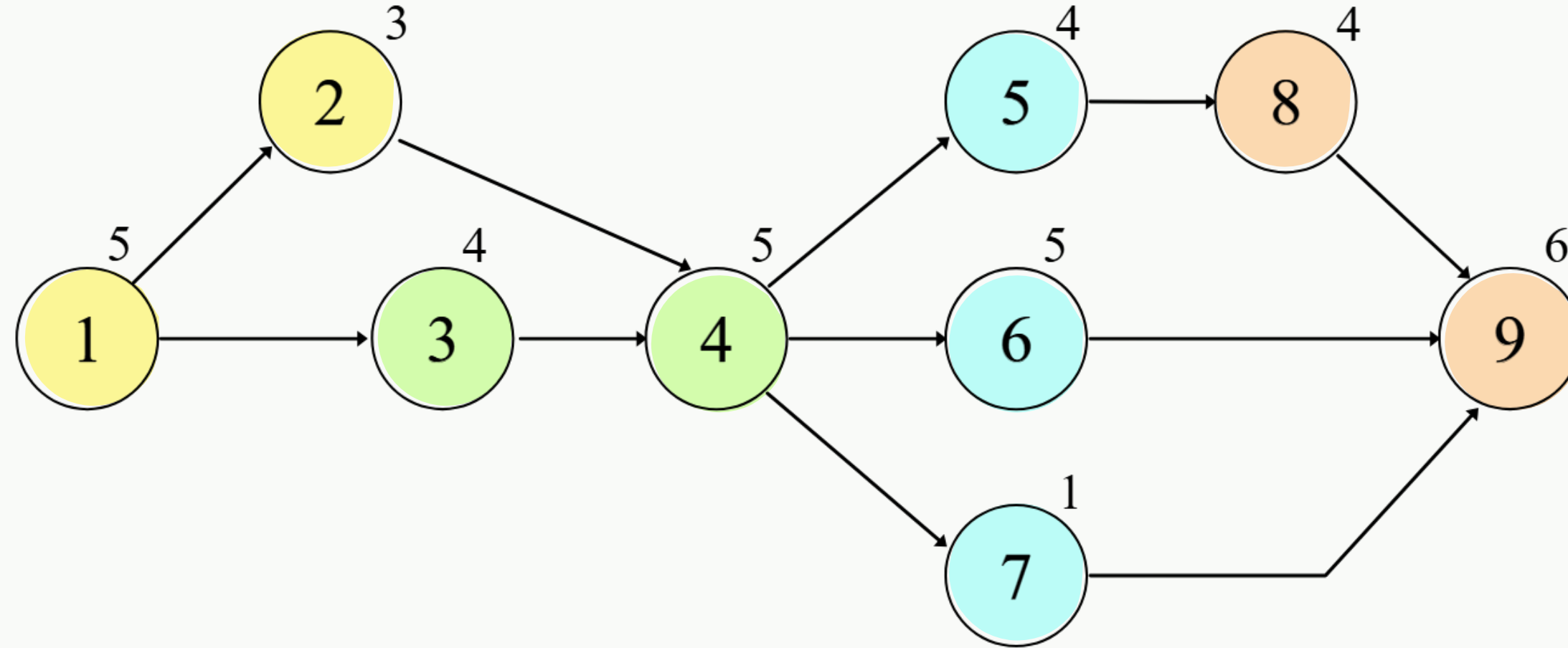


İstasyon No	Atanan Görevler (Sırasıyla)	İşlem Süreleri (ti)	İstasyon Yüğü	Boş Zaman (Idle)
1	1, 2	5 + 3	8	10 - 8 = 2
2	3, 4	4 + 5	9	10 - 9 = 1
3	6, 5, 7	5+4+1	10	10 - 10 = 0
4	8, 9	4 + 6	10	10 - 10 = 0
TOPLAM	9 Görev		37	3

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



- 1. İstasyon
- 2. İstasyon
- 3. İstasyon
- 4. İstasyon

Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



İstasyon No	Atanan Görevler (Sırasıyla)	İşlem Süreleri (ti)	İstasyon Yüğü	Boş Zaman (Idle)
1	1, 2	5 + 3	8	$10 - 8 = 2$
2	3, 4	4 + 5	9	$10 - 9 = 1$
3	6, 5, 7	5+4+1	10	$10 - 10 = 0$
4	8, 9	4 + 6	10	$10 - 10 = 0$
TOPLAM	9 Görev		37	3

C=10.0003



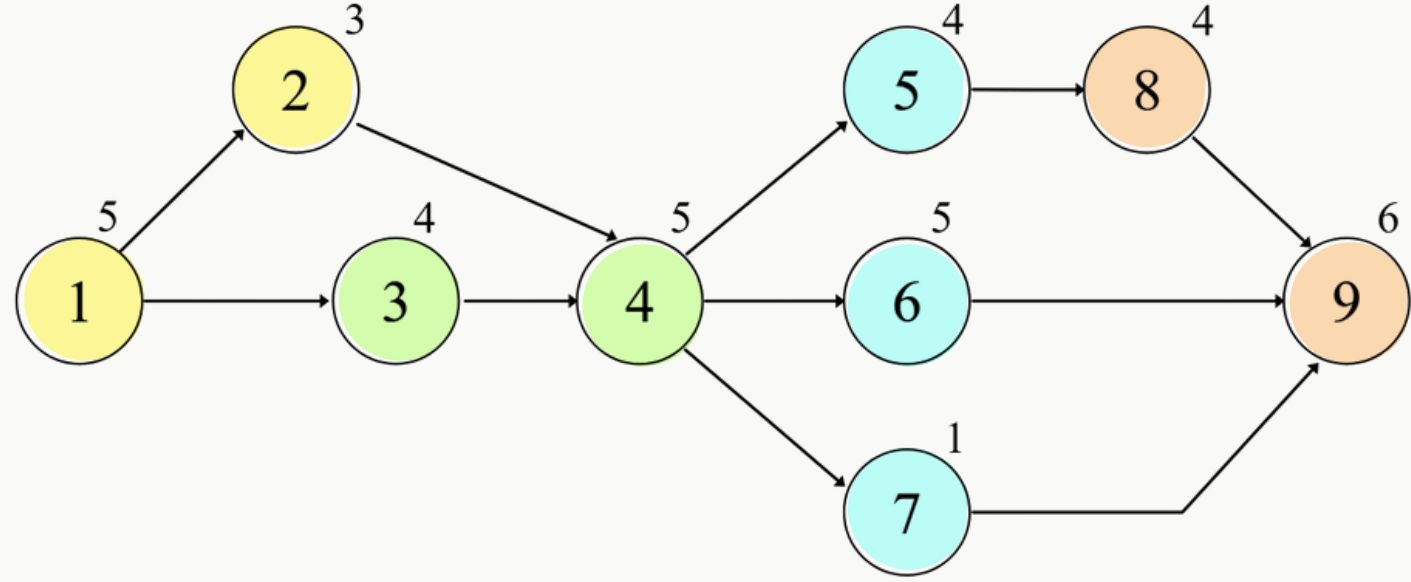
İstasyon	Atanan Görevler	İşlem Süreleri	İstasyon Yüğü	Boş Zaman
1	1, 3	5 + 4	9	$10 - 9 = 1$
2	2, 4	3 + 5	8	$10 - 8 = 2$
3	5,6,7	4+5+1	10	$10 - 10 = 0$
4	8, 9	4 + 6	10	$10 - 10 = 0$
TOPLAM	9 Görev		37	3

C=10

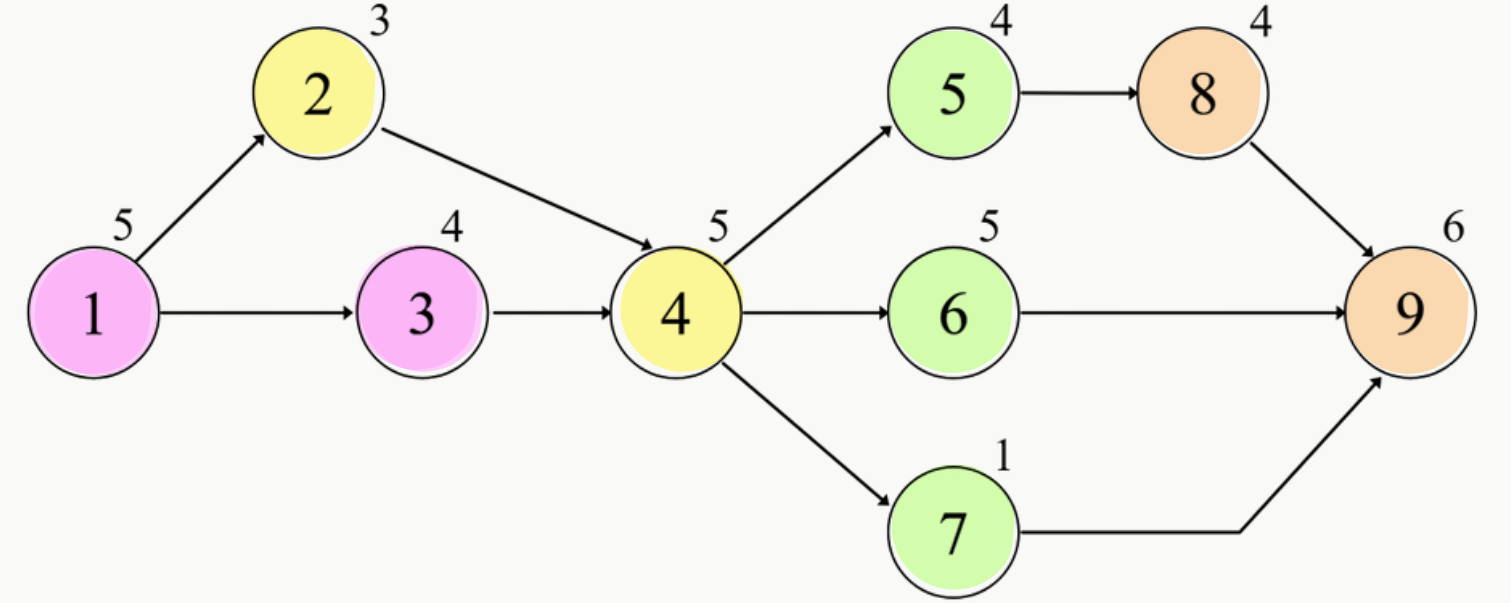
Jaeschake Öncelik Diyagramı | Benzetim Tavlama Sezgiseli

Görev sayısı (N): 9 | İstasyon sayısı (k): 4

ooo



- → 1. İstasyon
- → 2. İstasyon
- → 3. İstasyon
- → 4. İstasyon



- → 1. İstasyon
- → 2. İstasyon
- → 3. İstasyon
- → 4. İstasyon

Kaynakça

Sawyer, J. H. F. (1970). Line balancing with variable element times. Industrial Engineering, 2(1), 24-29.

Jaeschke, G. (1964). Eine allgemeine Methode zur Lösung kombinatorischer Probleme. Ablauf- und Planungsforschung, 5, 133-153.

Jaeschke, G. (1964). Eine allgemeine Methode zur Lösung kombinatorischer Probleme. Ablauf- und Planungsforschung, 5, 133-153.

Dinlediğiniz için Teşekkürler.