

PROJE YÖNETİMİ DERSİ

Ders 8

Prof. Dr. Aydın Sipahioğlu

8. Haftanın Kapsamı

- Proje sıkıştırma analizi (Süre-maliyet analizi)

Süre Maliyet Analizi

- Projenin bazı faaliyetlerinde daha fazla kaynak kullanarak faaliyetin daha kısa sürede bitirilmesi mümkün olabilir.
- Bu durumda proje tamamlanma zamanı da etkilenecek, projenin bitiş zamanı öne çekilebilir.
- Ancak daha çok kaynak kullanmak ek maliyete yol açar.
- Bu durumda ne kadar maliyete katlanarak ne kadar sıkıştırma (hızlandırma) yapılması gerektiğinin belirlenmesi gerekir.

Önemli Sorular

Proje sıkıştırma analizinde şu sorular önem kazanır.

- Hangi faaliyetler, ne kadarlık bir ek maliyetle kısaltılabilir?
- Bu kısaltma proje tamamlanma zamanına nasıl yansır?
- Projeyi bir gün önce tamamlamak, proje bütçesini ne kadar artırır?
- Bu işlem devam ettirilirse bir projeyi en kısa sürede ve çok maliyetle bitirmek mi, yoksa en az maliyetle ama uzun sürede bitirmek mi daha iyidir?
- Son olarak bu iki uç durumun arasındaki bir çözümü araştırmak için toplam maliyeti göz önüne alan bir yaklaşım belirlenebilir mi?

Bu soruların cevapları **süre maliyet analizi (crashing analysis)** diğer adlarıyla **proje sıkıştırma veya proje hızlandırma analizi** ile verilir.

Kavramlar

S_n : Bir faaliyeti elde bulunan kaynaklarla tamamlamak için gereken süre,

S_s : Faaliyetin mümkün olan en fazla kaynak kullanımıyla gerçekleştirilebileceği en kısa süre,

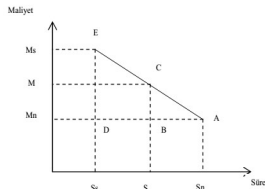
M_n : Faaliyetin normal süresinde yapılması halinde gerçekleşen maliyet,

M_s : Faaliyetin sıkıştırılmış sürede yapılması halinde gerçekleşen maliyet,

m : Faaliyeti birim zaman kısaltmanın maliyeti (TL/gün)

$$m = (M_s - M_n) / (S_n - S_s)$$

(m , EA doğrusunun eğimidir)



Küçük Bir Örnek

Bir duvar örme faaliyeti için elimizde bu faaliyeti yapabilecek yetenekte 1 işçi olsun ve faaliyet 1 işçi ile toplam 12 günde tamamlanabiliyor olsun.

İşçinin günlük maliyeti 100 lira ise toplam işin maliyeti 1200 lira olacaktır.

Bu durumda normal süre değeri $S_n=12$ gün ve normal maliyet değeri $M_n=1200$ liradır.

Bir faaliyeti daha fazla kaynak kullanarak kısaltmak mümkün olsa da, bir sınırı vardır. Örneğin duvar örme işi için 2 işçi kullanarak işi 6 günde veya 3 işçi kullanarak 4 günde bitirmek mümkün olabilir, ama büyük olasılıkla 12 işçi kullanarak 1 günde bitirmek mümkün olmaz.

Varsayalım ki mümkün olan en kısa süre 3 işçi ile 4 günde bitirmek olsun. Ancak dışardan 2 yeni işçi alınacağı için bunların maliyeti daha fazla olacaktır. Varsayalım ki yeni işçilerin maliyeti 120 lira/gün olsun. Bu durumda sıkıştırılmış süre $S_s=4$ gün, sıkıştırılmış maliyet $M_s=1*4*100+2*4*120=1360$ lira olacaktır.

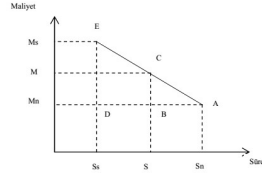
Zamanı 1 gün kısaltmanın maliyeti ise;

$$m = (1360 - 1200) / (12 - 4) = 160 / 8 = 20 \text{ lira/gün'dür.}$$

Süre Maliyet Analizi

$$\Delta = \frac{M - M_n}{S_n - S} = \frac{M_s - M_n}{S_n - S_s}$$

Δ , birim zaman kısaltma süresi olarak tanımlanır; $\Delta = S_n - S$ eşitliğinden yararlanarak yukarıdaki eşitlik yeniden düzenlenebilir,



$$M = M_n + \left(\frac{M_s - M_n}{S_n - S_s} \right) \cdot \Delta$$

$$M = M_n + m \cdot \Delta$$

Dolaylı ve Dolaysız (Doğrudan) Maliyet

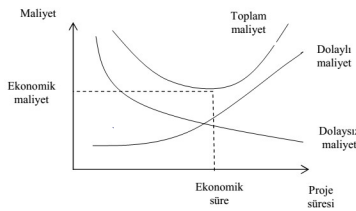
Projede süre kısaltma nedeniyle oluşacak maliyetlere **dolaysız maliyet** (doğrudan maliyet, direct cost) denir.

- Daha fazla kaynak kullanımı nedeniyle oluşan maliyet türüdür.
- Örneğin daha fazla işçilik, malzeme ve donanım kullanılması halinde ek işçilik ve malzeme gideri ve donanım kirası nedeniyle oluşan maliyetler bu gruba girer.
- Proje süresini daha da kısaltmak istedikçe dolaysız maliyetler hızla artar.

Dolaylı maliyetler (indirect cost) ise doğrudan faaliyetlerle ilgili olmayan daha çok proje süresinin planlanmayan (istenmeyen) nedenlerle uzaması sonucu ortaya çıkan maliyetleri temsil eder.

- Örnek olarak proje süresinin uzaması nedeniyle sigorta bakım masraflarının artması,
- Enflasyon nedeniyle oluşan kayıplar, gecikme bedeli olarak ödenen para,
- Üst düzey yöneticilere ödenen para verilebilir.
- Proje süresi uzadıkça dolaylı maliyetler artar.

Dolaylı ve Dolaysız (Doğrudan) Maliyet



Dolaylı ve dolaysız maliyetler birbiriyle çelişir. Süre arttıkça dolaylı maliyetler, kısaltıkça dolaysız maliyetler artar. İki değer toplamıyla toplam maliyet hesaplanır. Toplam maliyetin en küçük olduğu seçenek, projede benimsenmesi gereken süre ve maliyet değerini gösterir. Bu değerlere **ekonomik süre** ve **ekonomik maliyet** denir.

Süre Maliyet Analizi İçin Çözüm Yaklaşımları

- Süre maliyet analizi için;
 - doğrusal karar modelinden veya
 - özel olarak geliştirilmiş algoritmalarından yararlanılmaktadır.
- Algoritmalar, daha fazlası mümkün olsa bile, faaliyetin kısaltılacak süresini genellikle 1 birim olarak almaktadır. Bu yolla süresi 1 birim kısaltıldığı halde maliyet değeri aynı kalan çözümler bulunabilir.
- Maliyet değerleri aynı ama süre değerleri farklı iki çözüm arasında baskınlık söz konusudur. Süresi kısa olan çözüm baskın çözüm olarak kabul edilir, diğeri elenir. Geriye birbirleriyle yenilemeyen çözüm ikilileri kalır. Bunlara Pareto optimal çözümler de denir.

Süre Maliyet Analizi İçin Bir Algoritma

k indisi artırma sayısını, i indisi faaliyetleri, m_i ise i . faaliyetin birim zaman kısaltma maliyetini göstermek üzere algoritma şöyledir:

Adım 1: Bütün faaliyetlere ait birim zaman kısaltma maliyetlerini hesapla. $k=1$ olarak al.

Adım 2: Normal sürelerden yararlanarak proje tamamlanma zamanını ve proje maliyetini hesapla. Bunları S_k , M_k olarak isimlendir. Projedeki kritik faaliyetleri belirle.

Adım 3: Kritik faaliyetler arasından proje süresini 1 birim kısaltmaya imkân verecek, toplamda en düşük birim zaman kısaltma maliyetine sahip faaliyeti veya faaliyetleri belirle, bunları 1 birim ($\Delta=1$) kısalt. Yeni duruma göre proje tamamlanma zamanını hesapla, $k=k+1$, $M_{k+1}=M_k+\Delta \cdot m_i$ ve $S_k=PTZ_k$ olarak hesapla. Yeni kritik faaliyetleri bul.

Süre Maliyet Analizi İçin Bir Algoritma

Adım 4: Proje tamamlanma zamanını azaltacak şekilde herhangi bir faaliyeti veya faaliyetler grubunu kısaltmak mümkün mü? Evet ise 3. adıma git. Hayır ise 5. adıma git.

Adım 5: Elde edilen süre maliyet ikilileri arasında baskın olanlar varsa bunları ayırarak yeni bir grup oluştur. Elde edilen maliyet değerleri dolaysız maliyetlerdir. Probleme bağlı olarak, eğer hesaplanabiliyorsa dolaylı maliyet değerlerini belirle. Toplam maliyet değerlerini hesapla. En küçük toplam maliyet değerini veren çözümü ekonomik süre ve ekonomik maliyet olarak belirle.

Örnek

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms
A	-	3	50	2	70
B	A	6	80	4	160
C	A	10	60	9	90
D	A	11	50	7	150
E	B	8	100	6	160
F	C, D	5	40	4	70
G	E, F	6	70	6	70

Projede kira ve sigorta ücretlerinin zamana bağlı olarak doğrusal arttığı ve 21 gün için 200s iken 25 gün için 400s olduğu bilinmektedir.
Projenin ekonomik tamamlanma zamanı ve maliyeti nedir?

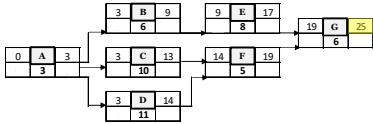
Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

Kritik faaliyetleri belirlemek için öncelikle projenin FDT tipi serimi çizilir. Bu aşamada S_n değerleri kullanılacaktır.

Örnek (devam)

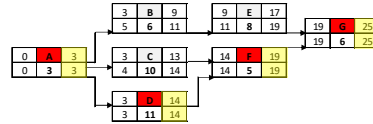
Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!



PTZ=25

Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!



$S_1=25$
 $M_1=450$

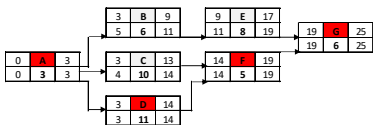
Kritik yol:
A D F G

Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

En düşük maliyet.

O halde A faaliyeti 1 gün kısaltılır.

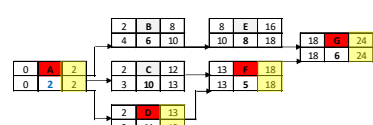


Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

$S_2=24$
 $M_2=450+20.1$
 $=470$

Kritik yol:
A D F G

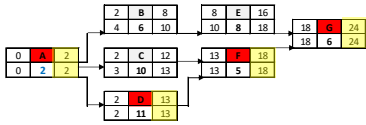


Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

En düşük maliyet

O halde D faaliyetinin süresi 1 gün kısaltılır.



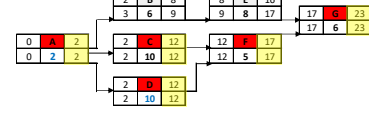
Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

$$S_3=23$$

$$M_3=470+25.1$$

$$=495$$

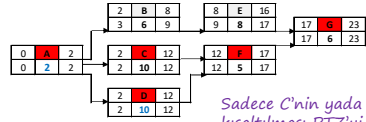
Kritik yollar:
A D F G
A C F G

Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

En düşük maliyet

Sadece C'nin ya da D'nin tek başına kısaltılması PTZ'yi azaltamaz. Ancak her ikisi birden 1 birim kısaltılırsa veya sadece F faaliyeti kısaltılırsa PTZ 1 gün kılabilir.



Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

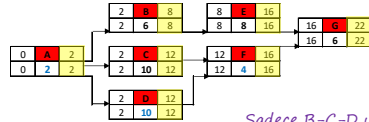
$$S_4=22$$

$$M_4=495+30.1$$

$$=525$$

Kritik yollar:
A D F G
A C F G
A B E G

Sadece B-C-D ya da E-C-D faaliyetleri 1'er gün kısaltılırsa PTZ 1 gün kılabilir.



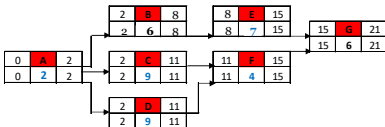
Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

$$S_5=21$$

$$M_5=525+1.85$$

$$=610$$

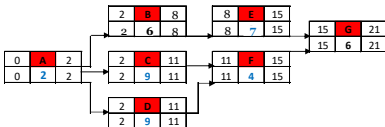
Kritik yollar:
A D F G
A C F G
A B E G

Örnek (devam)

Faa	Öncül	Sn	Mn	Ss	Ms	m
A	-	3	50	2	70	-20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	sıkıştırılmaz!

Ancak B-C-D ya da E-C-D faaliyetleri 1'er birim kısaltılırsa PTZ 1 birim kılabilir.

Ama 2. kritik yoldaki hiçbir faaliyet daha fazla (A-C-F-G) kısaltılamayacağı için daha fazla devam edilemez ve algoritma sonlanır.



Örnek (devam)

Proje Süresi	Dolaysız M.	Dolaylı M.	Toplam M.
25	450	400	
24	470	350	
23	495	300	
22	525	250	
21	610	200	

günlük artış = $(400-200)/(25-21) = 50$ 'dir.

Kira maliyetinin 21 gün için 200\$ iken 25 gün için 400\$ olduğu bilinmektedir. Bu durumda dolaylı maliyet ve toplam maliyet hesaplanabilir. Kira'nın doğrusal arttığı varsayılırsa;

Örnek (devam)

Proje Süresi	Dolaysız M.	Dolaylı M.	Toplam M.
25	450	400	850
24	470	350	820
23	495	300	795
22	525	250	775
21	610	200	810

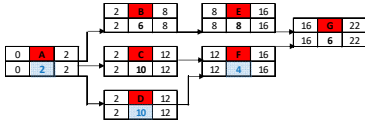
En düşük toplam maliyet

O halde $S_4=22$ olan çözüm kullanılması gereken çizelgedir.

Sonuç

Faa	Öncül	S _n	M _n	S _s	M _s	m
A	-	3	50	2	70	20
B	A	6	80	4	160	40
C	A	10	60	9	90	30
D	A	11	50	7	150	25
E	B	8	100	6	160	30
F	C, D	5	40	4	70	30
G	E, F	6	70	6	70	

$S^*=22$
 $TM^*=775$



Ancak bu algoritmayı proje devam ederken gecikme olacağı anlaşıldığında, projeyi tekrar rayına oturtmak için kullanmak daha yararlı olur.

Bir Faaliyetin Süresi Nasıl Kısaltılır?

- Personele fazla mesai yaptırılabilir,
- Personel özel günlerde (bayramlarda, yılbaşında vb.) çalıştırılabilir,
- Mümkünse kaynak arttırımı yapılabilir,
- Fason iş yaptırılabilir. Taşeron firmadan hizmet alınabilir.
- İşin sadece bir kısmının tamamlanmasına razı gelinir. Kalan kısım sonradan tamamlanır.



Haftaya aynı saatte görüşmek üzere,