

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI-II

Hafta 12

Proje Yönetimi

KRİTİK YOL METODU (CPM)

Şebeke modelleri çok fazla sayıda faaliyet içeren büyük ölçekli, karmaşık projelerin çizelgelenmesinde etkin şekilde kullanılabilir.

Eğer her bir faaliyetin süresi kesin olarak biliniyorsa, projenin tamamlanma süresini belirlemek için Kritik Yol Metodu (CPM) kullanılabilir.

Ayrıca CPM ile projenin tamamlanma süresini geciktirmeksizin, her bir faaliyetin başlangıcının ne kadar ertelenebileceği de belirlenebilir.

Olasılıksal Proje Deęerlendirme ve Gözden Geęirme Teknięi

PERT (Probabilistic Evaluation and Review Technique)

Eğer projenin faaliyetlerinin tamamlanma süresi kesin olarak bilinmiyorsa, projelerin verilen bir termin süresi içinde tamamlanıp, tamamlanamayacağının olasılık tahmini için PERT kullanılabilir.

CPM ve PERT'in Uygulama Alanları

- Ofis, Otoyol, Stadyum, vb. inşaat projelerinin çizelgelenmesi
- Fabrikaların yapım, taşınma vb. projelerinin çizelgelenmesi
- Yeni bir bilgisayar sisteminin kurulması
- Yeni bir ürün tasarım ve pazarlanması
- Gemi, Uçak vb. üretimi

Faaliyet ve Olay

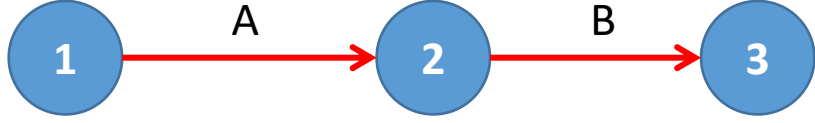
CPM ve PERT uygulaması için öncelikle projeyi oluşturan faaliyetler ve öncelik ilişkileri listelenmelidir.

Şebekede;

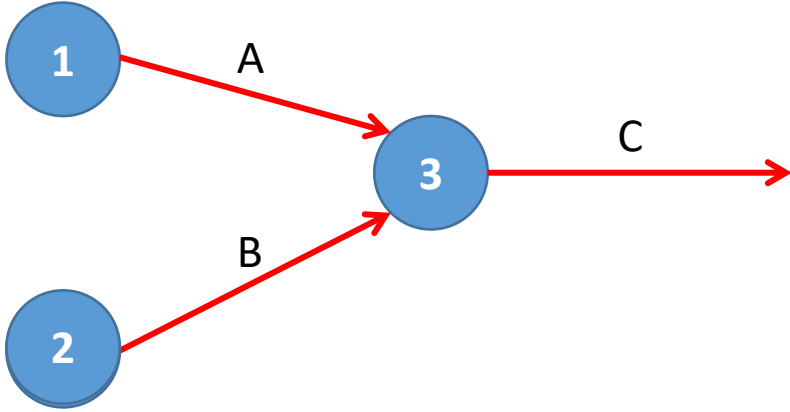
Ayrıtlar, faaliyetleri

Düğümmler, faaliyetler setinin tamamlanması olayını gösterir.

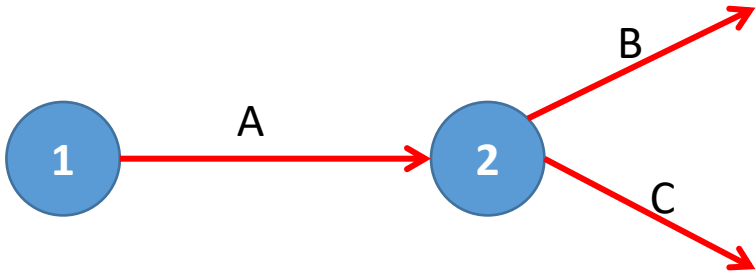
Faaliyet İlişkileri



B faaliyeti başlamadan önce A faaliyeti tamamlanmalıdır. 2 no'lu düğüm, A faaliyetinin tamamlanması ve B faaliyetinin başlaması olayını gösterir.



C faaliyeti başlamadan önce, A ve B faaliyetleri tamamlanmalıdır.



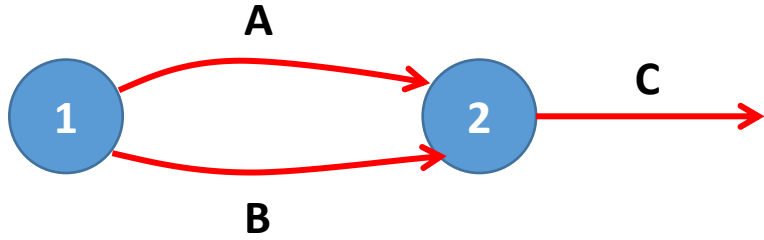
B ve C faaliyetleri başlamadan önce, A faaliyeti tamamlanmalıdır.

Verilen faaliyet ve öncelik listene göre bir proje şebekesi aşağıdaki kurallara göre oluşturulmalıdır:

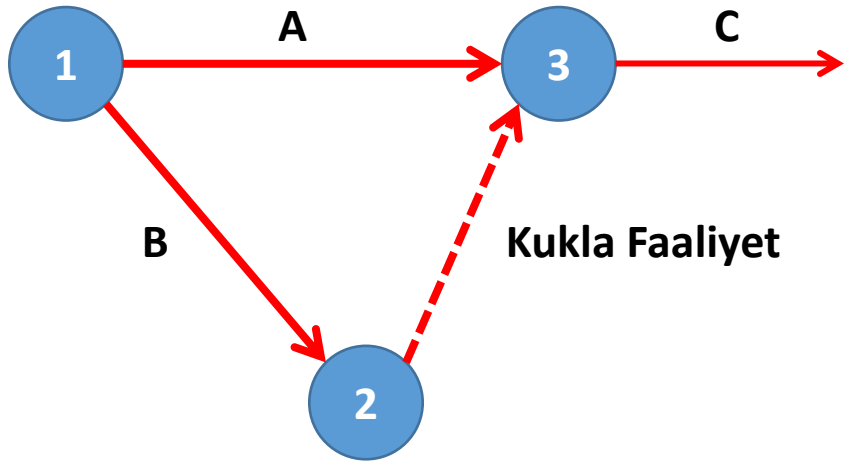
- 1) 1 no'lu düğüm projenin başlangıcını gösterir. 1. düğümden çıkan ayrıtlardan öncelikli bir faaliyet olmamalıdır.
- 2) Projenin tamamlanmasını gösteren bir bitim düğümü şebekede yer almalıdır.
- 3) Bir faaliyet, şebekede birden fazla ayrıtlarla gösterilmemelidir.
- 4) İki düğüm en çok bir ayrıtlarla bağlanabilir.

3 ve 4 no'lu kuralı ihlal etmemek için bazen kukla faaliyet kullanmak gerekebilir.

Örneğin A ve B faaliyetlerinin hem aynı anda başlaması gerektiğini ve hem de C faaliyetinden önce tamamlanması gerektiğini varsayalım.

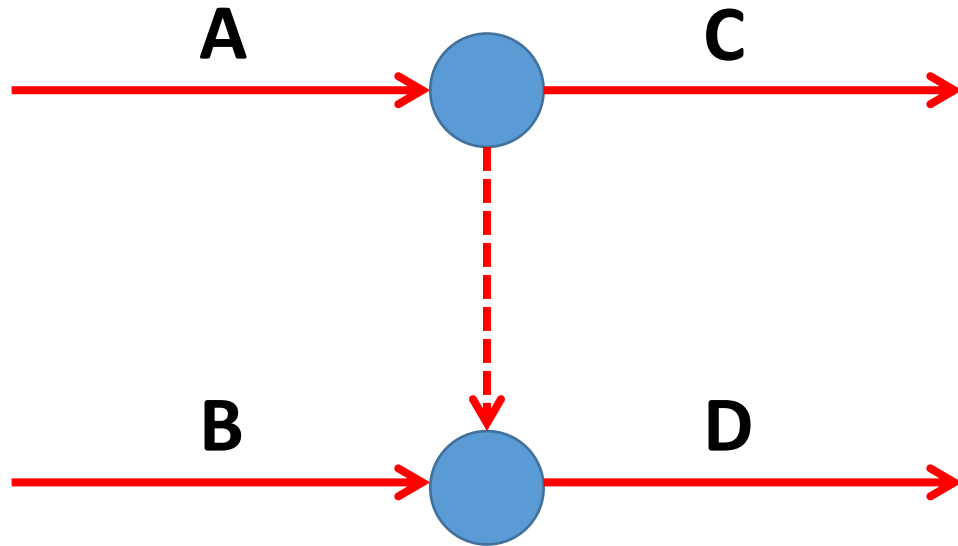


Şebekeyi bu şekilde oluşturduğumuzda 4 no'lu kural ihlal edilir.



Kukla faaliyet kullanarak 4 no'lu kuralı ihlal etmeden, A ve B faaliyeti tamamlanmadan C faaliyetinin başlamamasını garanti ederiz.

Kukla Faaliyet Örnekleri



Faaliyetler

A

B

C

D

Başlangıç Önceliği

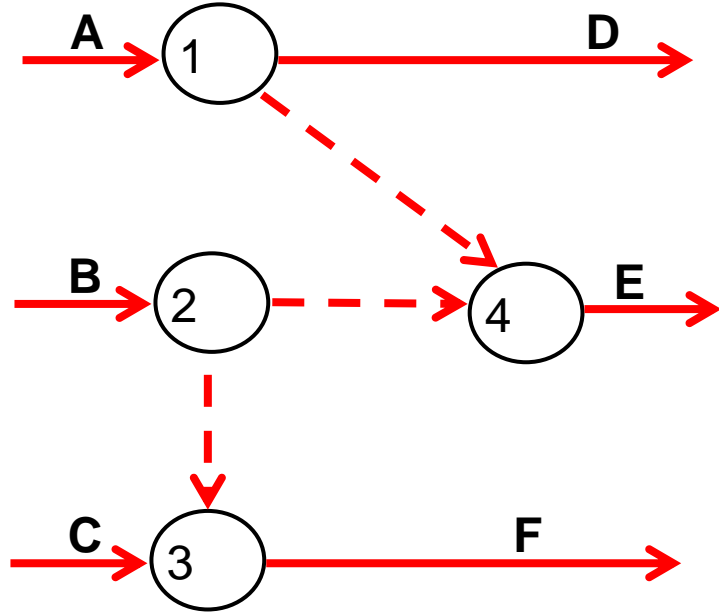
-

-

A

A,B

Kukla Faaliyet Örnekleri



Faaliyetler

A
B
C
D
E
F

Başlangıç Önceliği

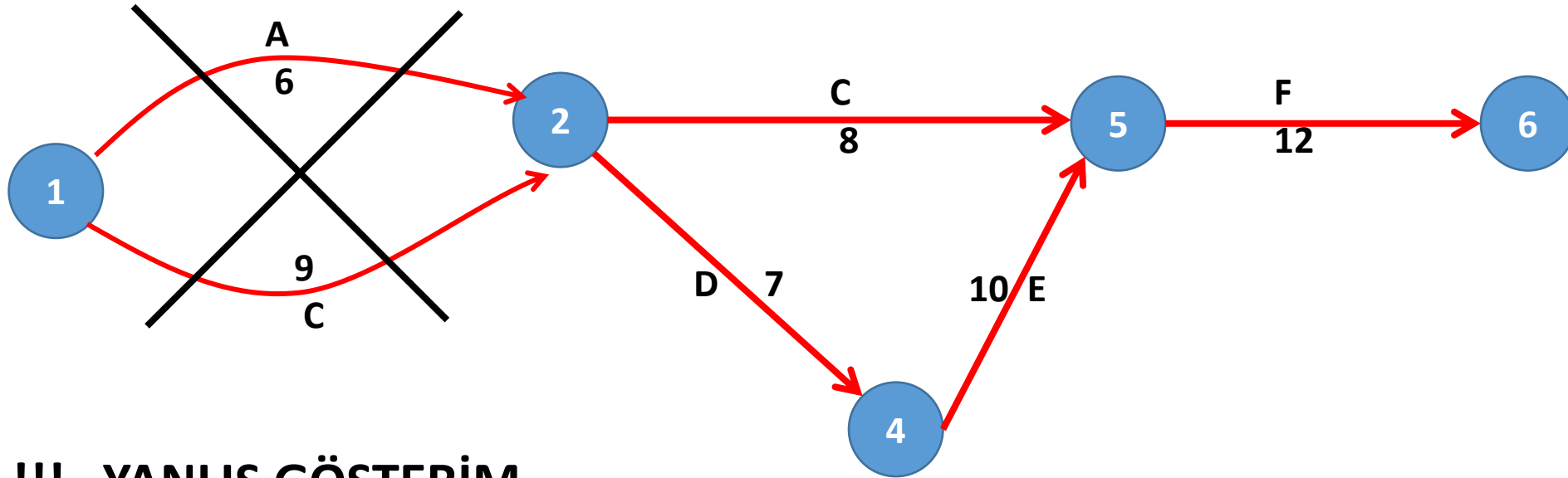
-
-
-
A
A,B
B,C

ÖRNEK:

XYZ şirketi piyasaya yeni bir ürün (ürün 3) sunacaktır. 1 birim ürün 3, 1 birim ürün 1 ve 1 birim ürün 2'nin montajlanmasıyla üretilir. Üretim başlamadan önce hem ürün 1 ve hem de ürün 2'nin hammaddeleri satın alınıp, işçiler eğitilmelidir. Ürün 1 ve ürün 2, son ürün 2'nin muayenesinden sonra ürün 3'e montajlanabilir.

Ürün 3 üretimi ile ilgili faaliyet ve öncelik listesi ile faaliyet süreleri aşağıda verilmiştir.

FAALİYET	ÖNCELİK	SÜRE (GÜN)
A= İşçilerin Eğitimi	-	6
B=Hammadde Temini	-	9
C=Ürün 1 üret	A,B	8
D=Ürün 2 üret	A,B	7
E=Ürün 2'nin test edilmesi	D	10
F= Ürün 1 ve 2 montaj	C,E	12

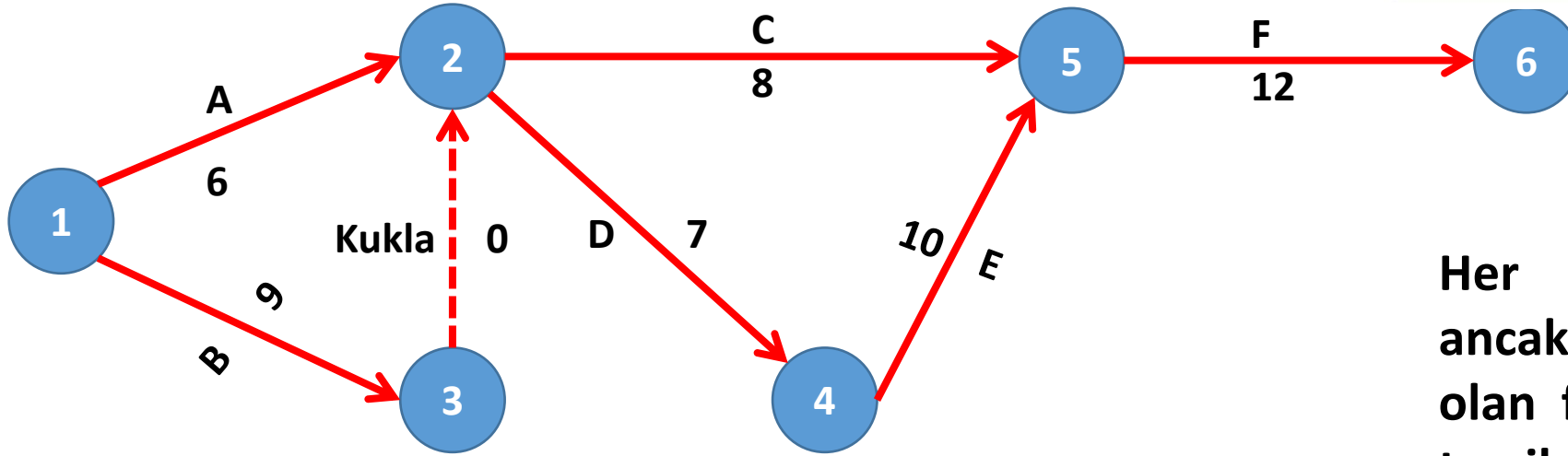


!!! YANLIŞ GÖSTERİM

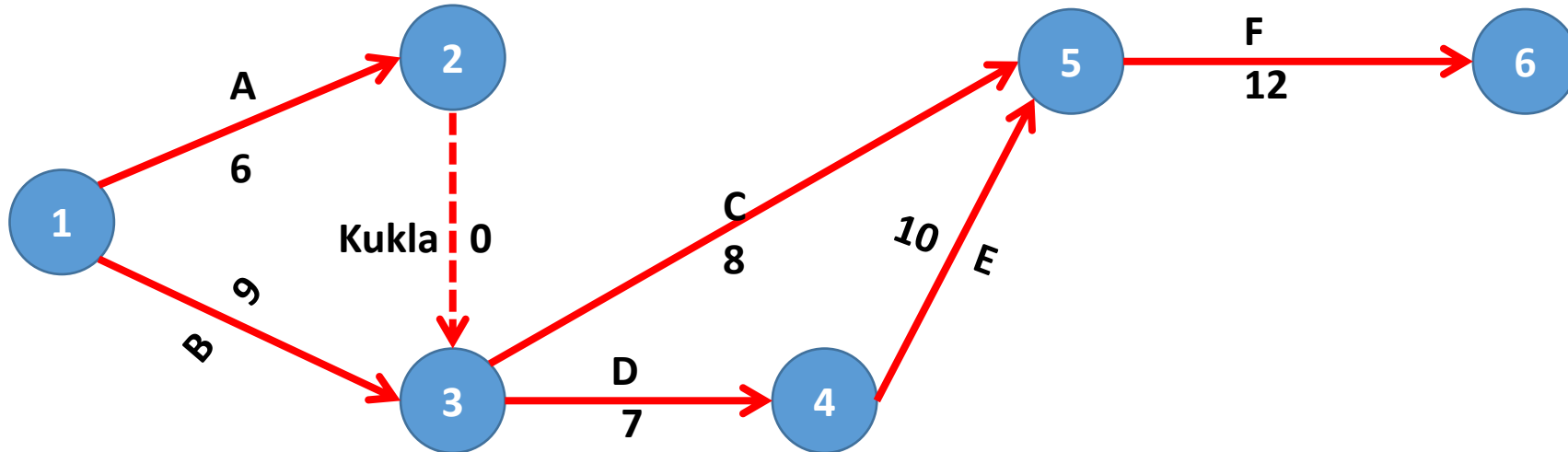
İki düğüm en çok bir ayrıyla bağlanabilir.

Kukla Faaliyet: Faaliyet zamanı gerektirmeyen faaliyetlerdir.

FAALİYET	ÖNCELİK	SÜRE (GÜN)
A= İşçilerin Eğitimi	-	6
B=Hammadde Temini	-	9
C=Ürün 1 üret	A,B	8
D=Ürün 2 üret	A,B	7
E=Ürün 2'nin test edilmesi	D	10
F= Ürün 1 ve 2 montaj	C,E	12



Her iki gösterim de doğru, ancak kukla faaliyeti, süresi kısa olan faaliyetten sonra koymayı tercih edin.



Tanım $\{EF(i)\}$: i . düğüm için **En Erken Bitirme Zamanı (Earliest Finish) $EF(i)$** , i düğümüyle ilişkili olayın en erken bitirilebileceği zamandır.

Tanım $\{LS(i)\}$: i . düğüm için **En Geç Başlama Zamanı (Latest Start) $LS(i)$** , projenin tamamlanma süresini geciktirmeksizin i düğümüyle ilişki olayın en geç başlanabileceği zamandır.

Bir Düğümün En Erken Bitirme Zamanının Hesaplanması

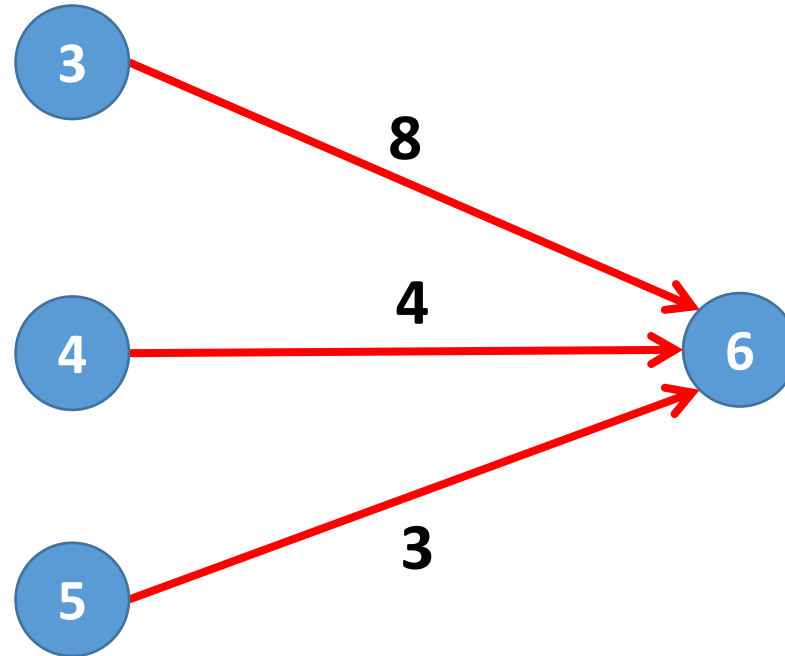
Bir proje şebekesindeki her bir düğümdeki olayın en erken bitirme zamanının hesaplanması için projenin başlangıç düğümü $EF(1)=0$ ile başlanır.

Sonrasında bitiş düğümüne kadar her bir düğümün en erken bitirme zamanı hesaplanır.

$$EF(3) = 6$$

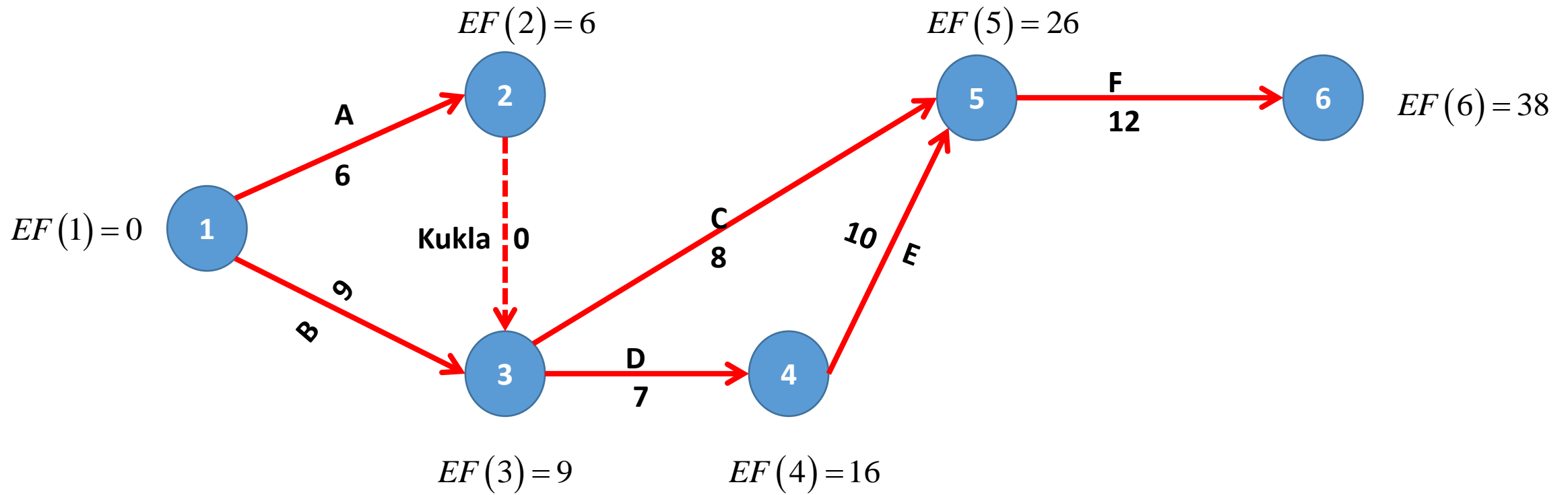
$$EF(4) = 8$$

$$EF(5) = 10 \quad \text{olsun.}$$



$$EF(6) = \max \begin{cases} EF(3) + 8 = 14 \\ EF(4) + 4 = 12 \\ EF(5) + 3 = 13 \end{cases}$$

$$= 14$$



$$EF(2) = \max \{ *EF(1) + 6 \} = 6$$

$$EF(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} *EF(1) + 9 = 9 \\ EF(2) + 0 = 6 \end{array} \right\} = 9$$

$$EF(4) = \max \{ *EF(3) + 7 \} = 16$$

$$EF(5) = \max \left\{ \begin{array}{l} EF(3) + 8 = 17 \\ *EF(4) + 10 = 26 \end{array} \right\} = 26$$

$$EF(6) = \max \{ *EF(5) + 12 \} = 38$$

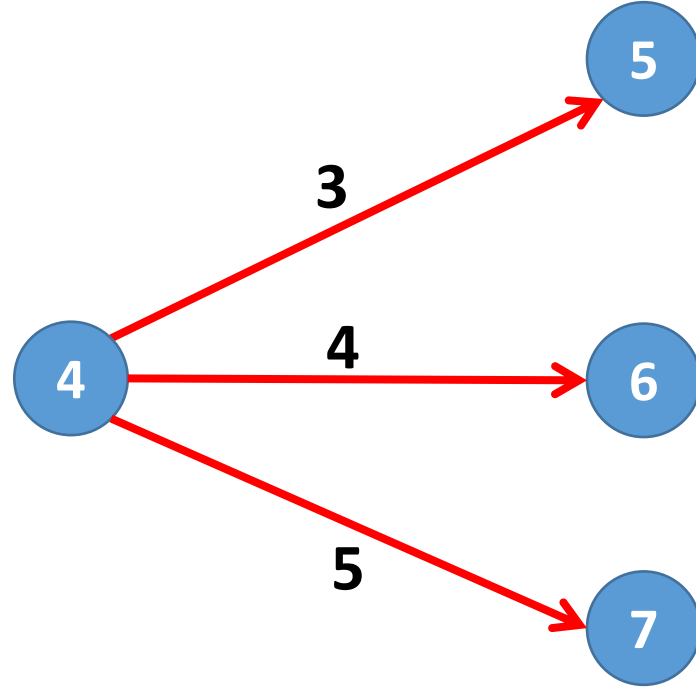
Bir Düğümün En Geç Başlama Zamanının Hesaplanması

Bir proje şebekesindeki her bir düğümdeki olayın en geç başlama zamanının hesaplanması için projenin bitiş düğümü ile başlanır ve $LS(1)$ 'e kadar azalan sırada düğümle devam edilir.

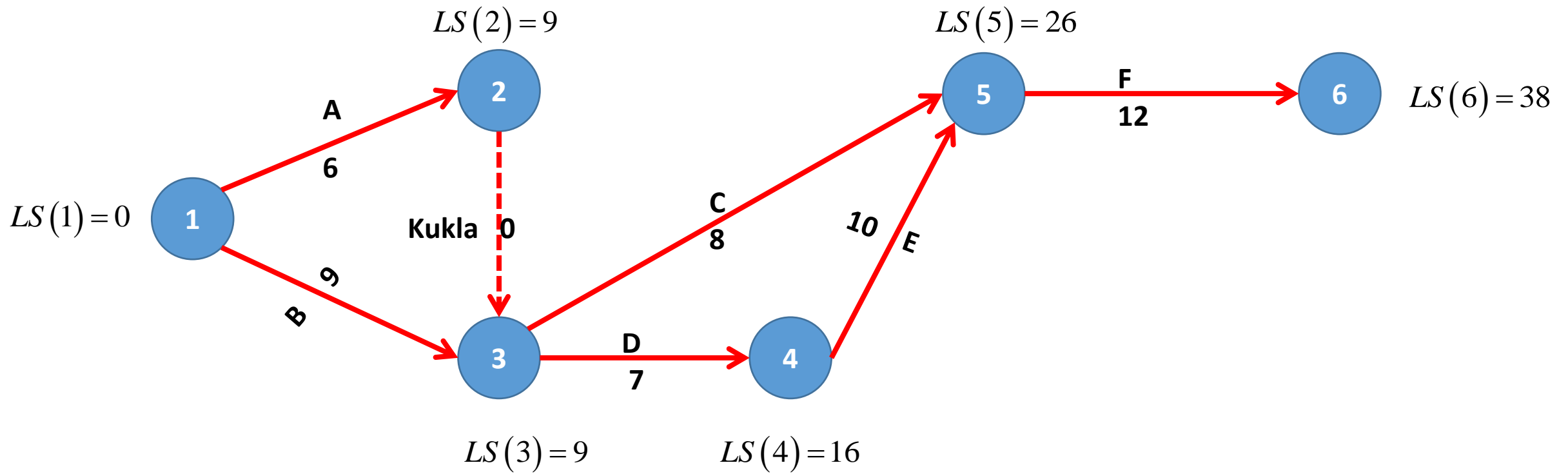
$$LS(5) = 24$$

$$LS(6) = 26$$

$$LS(7) = 28 \quad \text{olsun.}$$



$$LS(4) = \min \begin{cases} LS(5) - 3 = 21 \\ LS(6) - 4 = 22 \\ LS(7) - 5 = 23 \end{cases} = 21$$



$$LS(6) = LS(6) = 38$$

$$LS(5) = \min \{ *LS(6) - 12 \} = 26$$

$$LS(4) = \min \{ LS(5) - 10 \} = 16$$

$$LS(3) = \min \left\{ \begin{array}{l} LS(5) - 8 = 18 \\ *LS(4) - 7 = 9 \end{array} \right\} = 9$$

$$LS(2) = \min \{ LS(3) - 0 \} = 9$$

$$LS(1) = \min \left\{ \begin{array}{l} LS(2) - 6 = 3 \\ *LS(3) - 9 = 0 \end{array} \right\} = 0$$

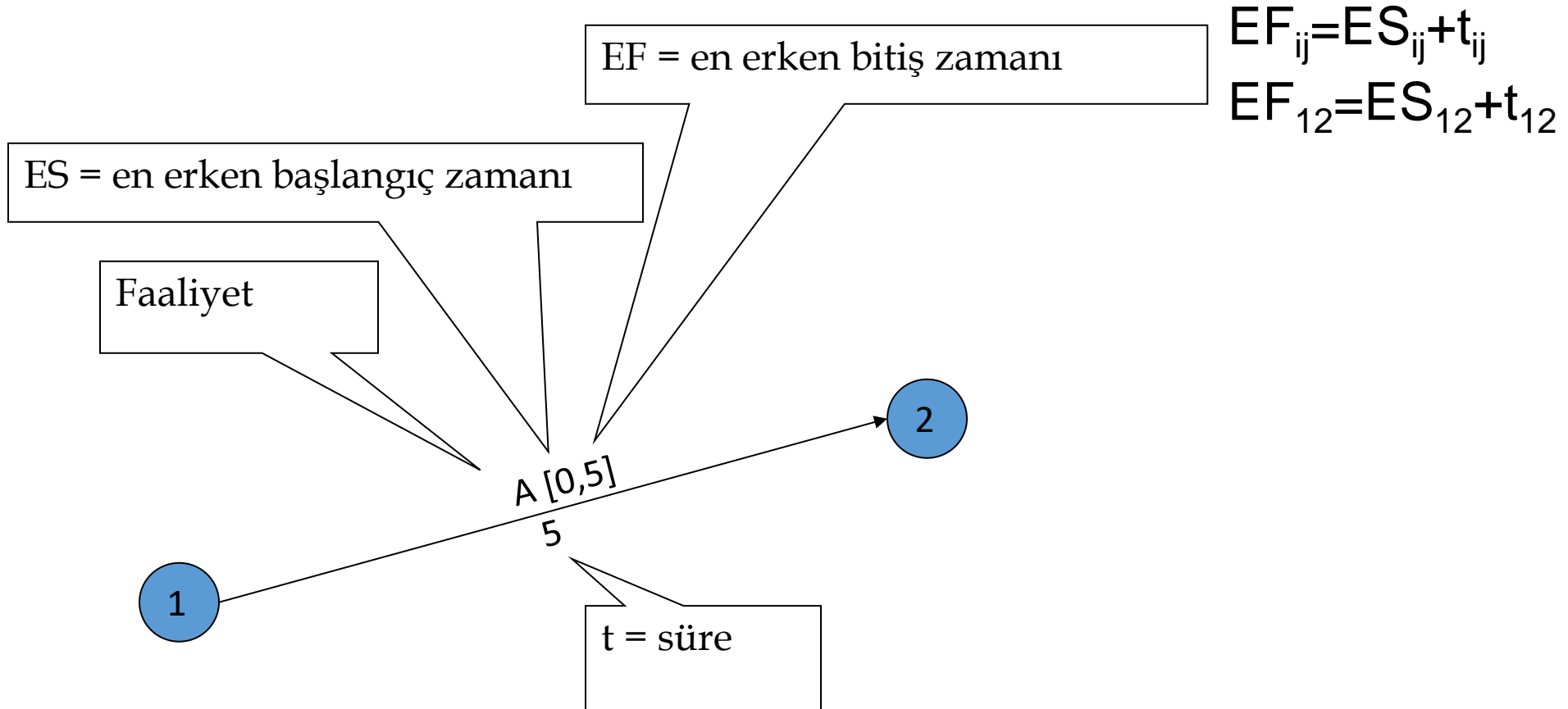
Bir Faaliyetin En Erken Başlama ve En Erken Bitiş Zamanı

En Erken Başlangıç Kuralı:

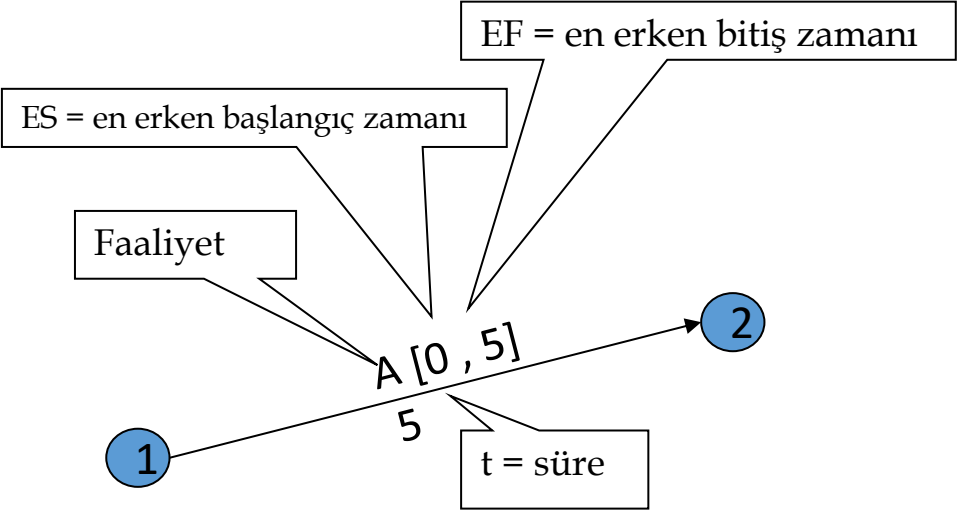
Belli bir düğümden ayrılan bir faaliyetin en erken başlama zamanı, ilgili düğüme giren tüm faaliyetlerin en uzun bitiş zamanıdır.

$$ES_{ij} = EF(i)$$

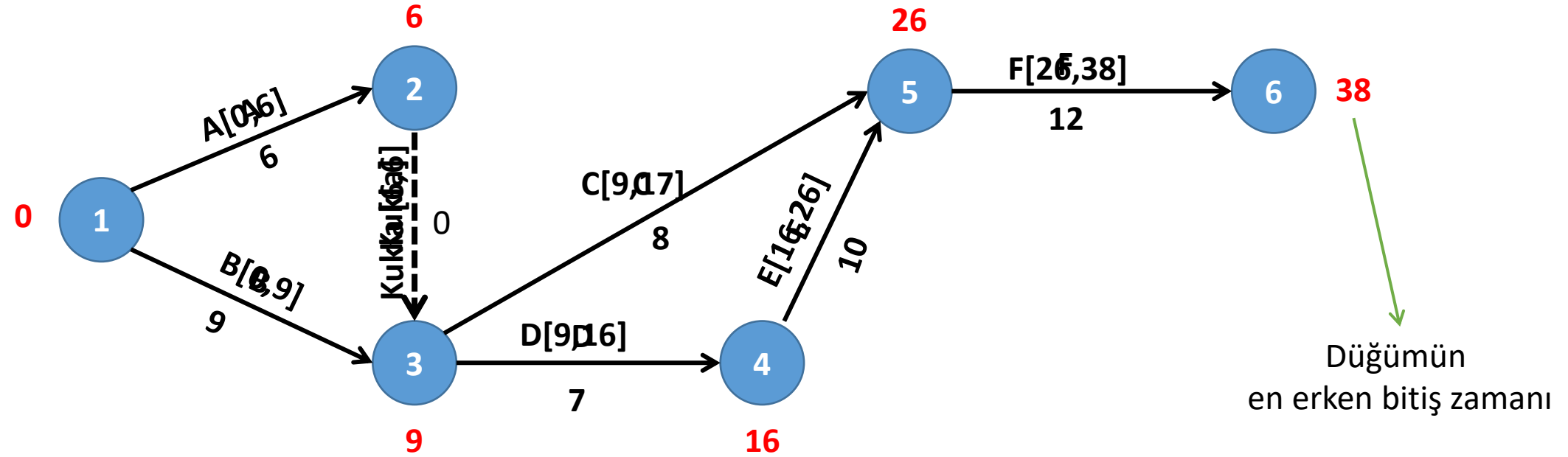
$$ES_{12} = EF(i)$$



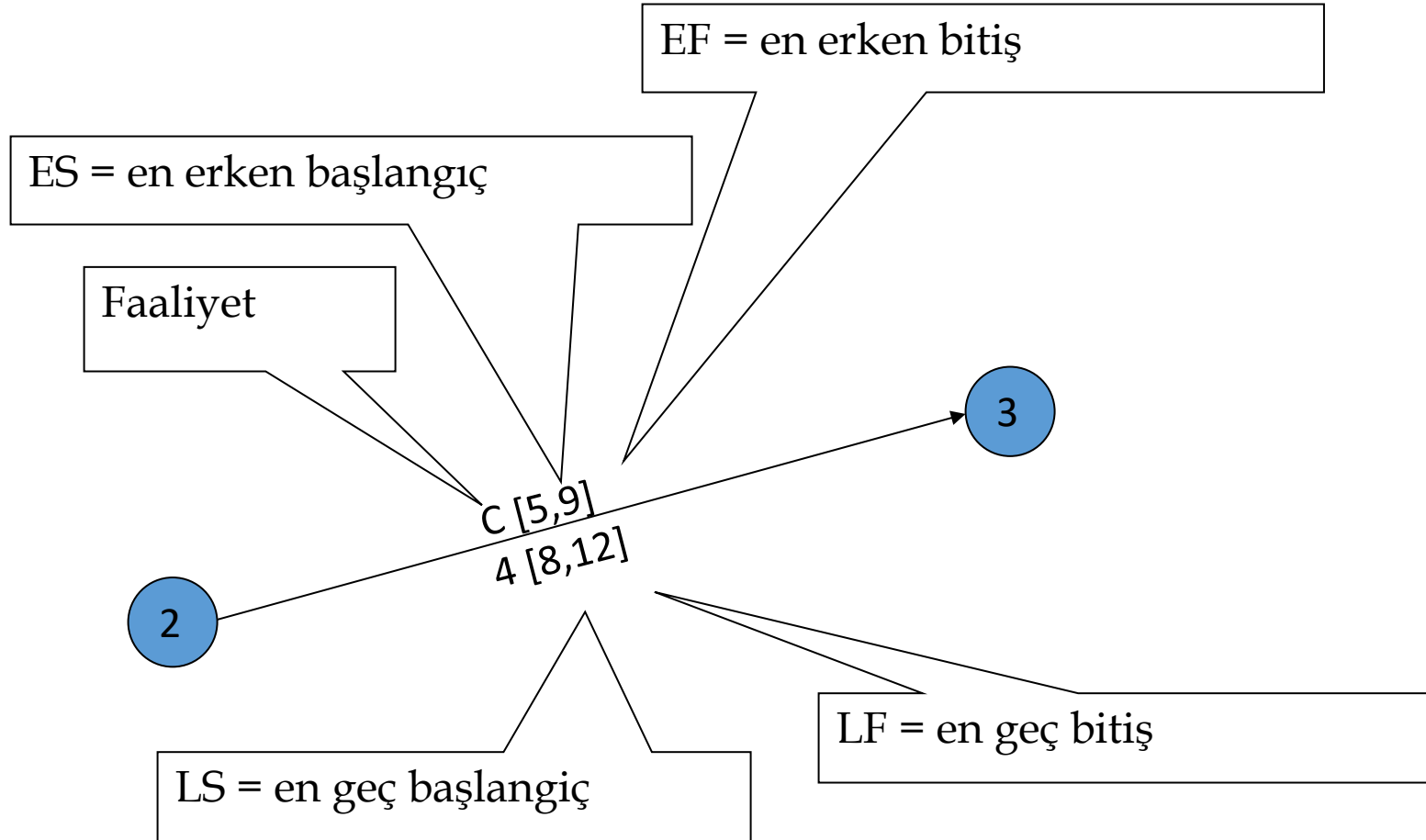
En Erken Başlangıç ve En Erken Bitiş Faaliyet Süreleri



DÜĞÜM (i)	EF(i)	LS(i)
1	0	0
2	6	9
3	9	9
4	16	16
5	26	26
6	38	38



Faaliyetler İçin Süre, ES, EF, LS, LF



Faaliyetlerin En Geç Başlangıç ve En Geç Bitiş Süreleri

Bir faaliyetin en geç bitiş zamanını belirlemek için son düğümden başlayarak geriye doğru düğümlerin en geç bitiş zamanlarını kullanın.

$$LF_{ij} = LF(j)$$

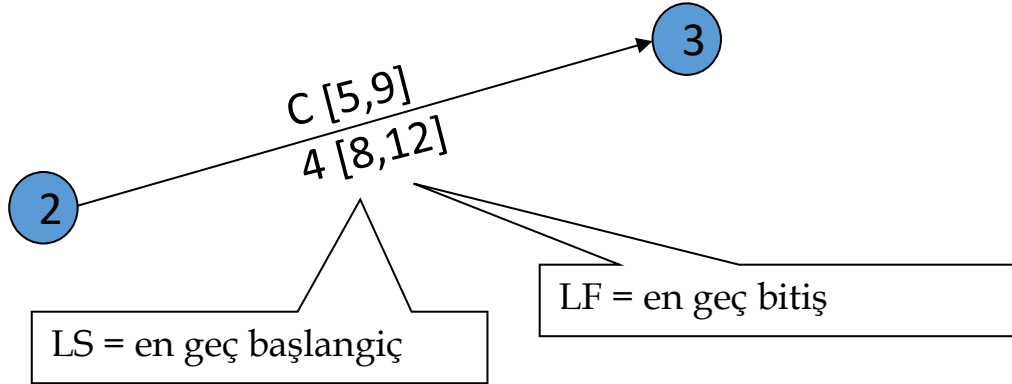
$$LS_{ij} = LF(j) - t_{ij}$$

En Geç Bitiş Zamanı Kuralı:

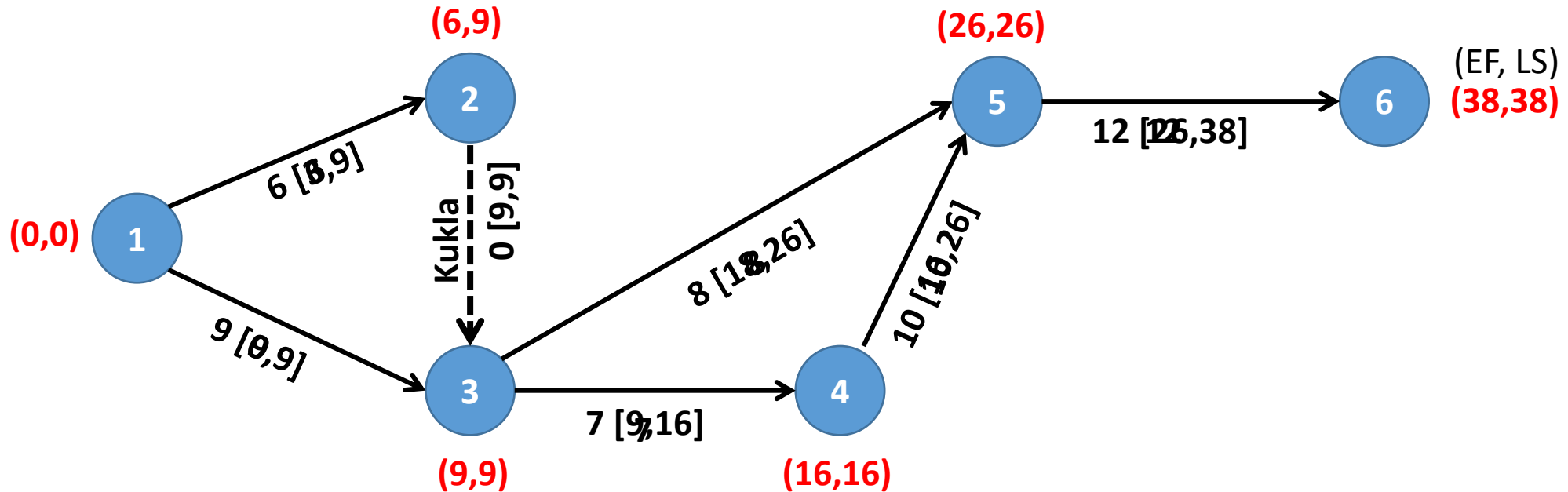
Belli bir düğüme giren bir faaliyetin en geç bitiş zamanı, ilgili düğümden ayrılan tüm faaliyetlerin en küçük en geç başlangıç zamanıdır.

En Geç Başlangıç ve En Geç Bitiş

Faaliyet Süreleri



DÜĞÜM (i)	EF(i)	LS(i)
1	0	0
2	6	9
3	9	9
4	16	16
5	26	26
6	38	38

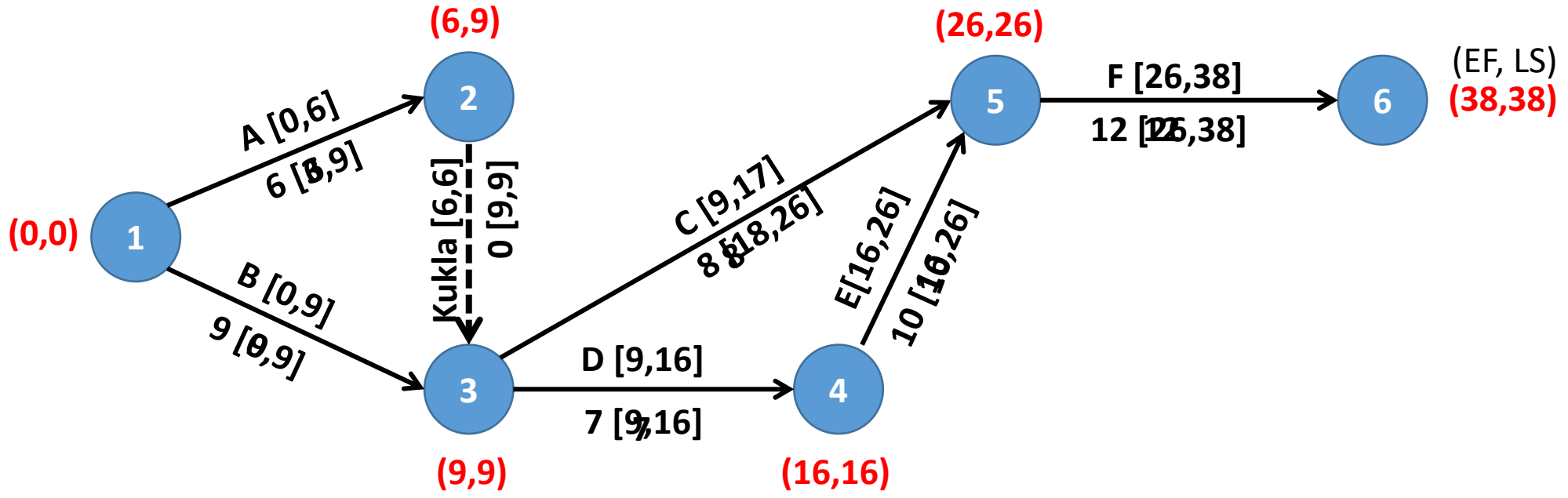


En Erken Başlangıç ve En Erken Bitiş

En Geç Başlangıç ve En Geç Bitiş

Faaliyet Süreleri

DÜĞÜM (i)	EF(i)	LS(i)
1	0	0
2	6	9
3	9	9
4	16	16
5	26	26
6	38	38



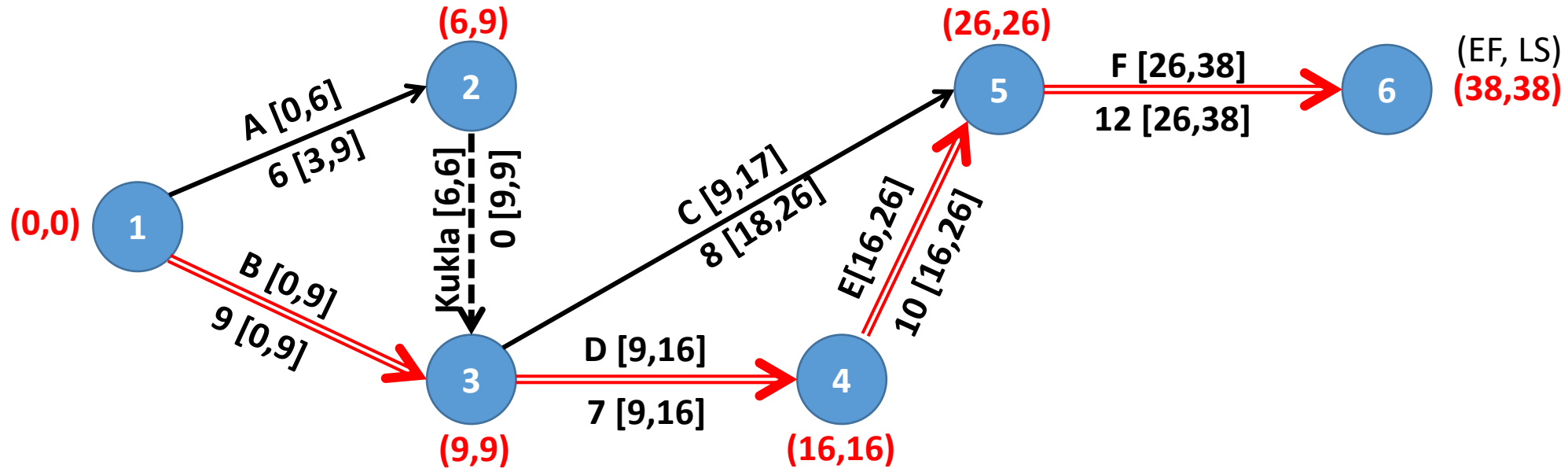
KRİTİK YOLUN BULUNMASI

En Erken Bitirme (EF) ve En Geç Başlama (LS) zamanları aynı olan düğümler kritik yoldaki olayları gösterir.

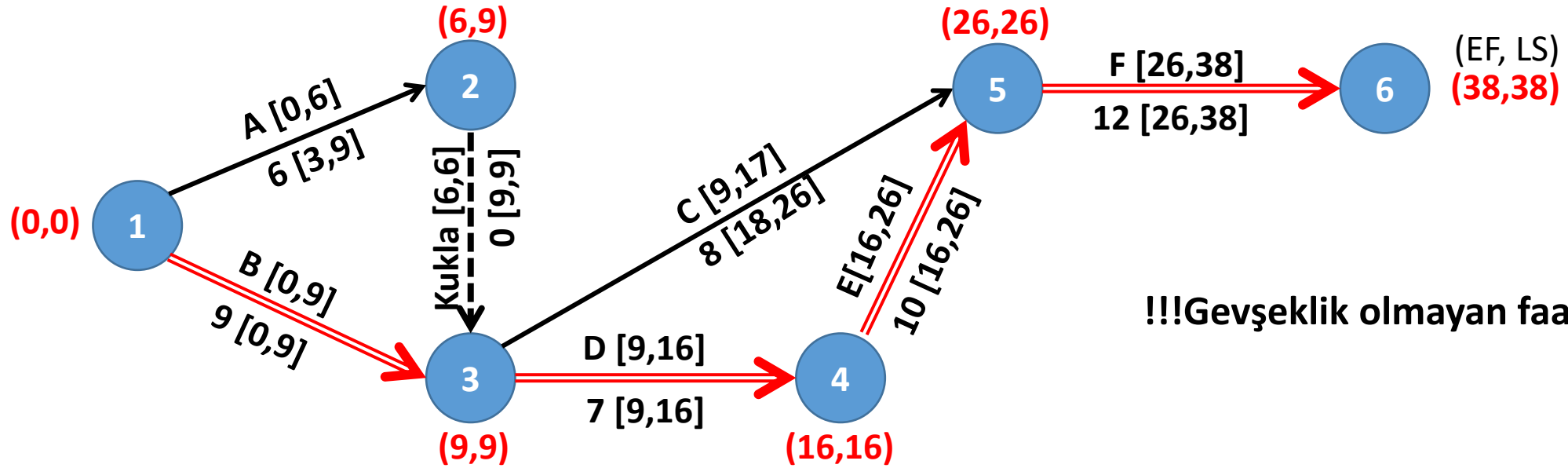
Buna yol: 1-3-4-5-6 dır.

Kritik Yoldaki Faaliyetler: B-D-E-F

DÜĞÜM (i)	EF(i)	LS(i)
1	0	0
2	6	9
3	9	9
4	16	16
5	26	26
6	38	38



FAALİYET	ES	EF	LS	LF	GEVŞEKLİK
A	0	6	3	9	3
B	0	9	0	9	0
C	6	14	18	26	8
D	9	16	9	16	0
E	16	26	16	26	0
F	26	38	26	38	0
KUKLA	6	6	9	9	3



!!!Gevşeklik olmayan faaliyetler kritiktir.

KRİTİK YOLUN ÖNEMİ

1. Gevşeklikler, projenin tamamlanma süresini etkilemeksizin her bir faaliyetin ne kadar geciktirilebileceğini gösterir.
2. Kritik yol, başlangıçtan sona, gevşekliği olmayan faaliyetler dizisidir. Kritik yol üzerindeki faaliyetler, kritik faaliyetlerdir.
3. Kritik yol, projenin en kısa tamamlanma süresini tanımlar.
4. Eğer kritik yol üzerindeki herhangi bir faaliyetin süresi kısaltılır/uzatılırsa; projenin tamamlanma süresi kısalır/uzar.

KRİTİK YOLUN ÖNEMİ

5. Bir projenin teslim süresini yetiştirebilmek için kritik yol üzerindeki faaliyetler üzerinde çaba harcanmalıdır. Kritik yol üzerindeki bir faaliyetin gecikmesi halinde, projenin teslim süresinin de gecikeceğine dikkat edin.
6. Eğer bazı faaliyetleri hızlandırmak için kaynak harcanacaksa, sadece kritik faaliyetler için bunu yapın
7. Kritik olmayan faaliyetlere kaynak harcamayın, proje zamanı bu şekilde kısalmaz.
8. Eğer bazı faaliyetlerin süresini uzatarak kaynak kazanımı yapabiliyorsanız, bunu gevşeklik limitine kadar kritik olmayan faaliyetlerde yapın.

ÖRNEK

FAALİYET	ÖNCEKİ FAALİYET	SÜRE (GÜN)
A	-	16
B	-	20
C	-	30
D	B	15
E	B	10
F	A	15
G	D	3
H	D	16
I	E,F,G	12

- Projenin şebeke diyagramını çizin.
- Her faaliyet için en erken bitirme zamanını bulun.
- Eğer proje en kısa sürede tamamlanıyorsa, her bir faaliyetin bitebileceği en geç zamanı bulun.
- Kritik yolu bulun.