

YAPI YÖNETİM PROJESİ & İNŞAAT PROJELERİNİN ŞEBEKE (AĞ) DİYAGRAMLARI İLE PLANLANMASI

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 1

Grafik ve şematik modellerin kullanımındaki amaçlardan biri, sistemi bir bütün olarak görmemize yardımcı olmasıdır. Noktalarla gösterilmiş fonksiyonel ilişkiler, organizasyon şemaları , iş akış diyagramları ve GANTT diyagramları bu modellere örnek verilebilir. Fakat bu gösterimlerde, sistem bileşenleri arasındaki ilişkilerin matematik tanımı mevcut değildir. Bu nedenle bu tip grafikler, matematik analiz ve basitleştirme aracı olarak kullanılamazlar.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 2

GANTT şeması, günümüzde hala pek çok alanda yaygın olarak kullanılmakta ise de, CPM ve PERT yöntemlerinin bazı yararlı özelliklerine sahip değildir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 3

Gantt şeması, özellikle faaliyetler arasındaki ilişkiyi çok açık bir şekilde gösterememektedir. Zaman çizelgesinde hangi faaliyetin diğerinden önce yapılacağını göstermekte ise de, bir gecikme durumunda etkilenecek faaliyetleri kesin olarak belirtememektedir. Faaliyetlerdeki bollukları kolayca teşhis etmemize yardımcı olamamaktadır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 4

İşte bu aşamada imalatlardaki gecikmelerin diğer imatlara ve projeye olan etkisini kontrol edebilen
* CPM (Critical Path Method) ve
* PERT (Program Evaluation and Review Technique) yöntemleri geliştirilmiştir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 5

Bu yöntemler şebeke bazlı yöntemlerdir ve çok sayıda faaliyetlerden meydana gelen karmaşık projelerin planlanmasında ve kontrolünde yaygın bir uygulama alanı bulmuşlardır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 6

Şebeke diyagramının temelini, **olay-faaliyet** ilişkisi oluşturur.

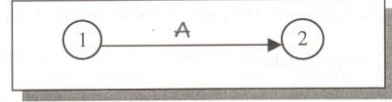
Faaliyet; tamamlanması zaman ve kaynak harcanmasını gerektiren proje elemanıdır. Faaliyet, projenin ilerleyen yönünü gösteren oklarla temsil edilir.

Olay; zaman içinde belli bir anda meydana gelen, buna karşın oluşumu **zaman ve kaynak gerektirmeyen** proje elemanıdır. Olay, faaliyetlerin başlangıç ve bitiş noktalarında yer alır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 7

Burada;
1 ve 2 Olayı,
A ise Faaliyeti ifade etmektedir.



Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 8

Ağ Diyagramı Oluşturulma Kuralları ve Aşamaları

Bir inşaat projesinde, ilk aşamada faaliyetler ve olaylar saptandıktan sonra gerekli kurallar göz önünde bulundurularak projenin şebeke diyagramı (veya proje modeli) kurulur. Şebeke kurmadaki kurallar şu şekilde özetlenebilir;

Dr. Mürsel ERDAL

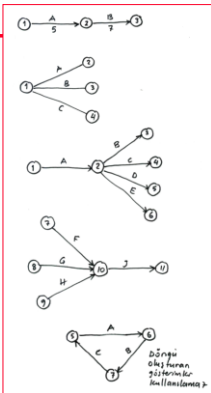
Sayfa 9

- a) Bir faaliyet, kendisinden önceki faaliyetler bitmeden başlayamaz.
- b) Bir okun uzunluk ve yönünün önemi yoktur, oklar yalnızca öncelikleri belirtir.
- c) İki olay en fazla bir faaliyet ile direkt olarak bağlanabilir.
- d) Her olayın bir numarası olmalıdır.
- e) Bir şebekede yalnız bir başlama olayı ve yalnız bir bitme olayı bulunmalıdır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 10

Faaliyetlerin muhtelif ilişkilerinin gösterilmesi



Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 11

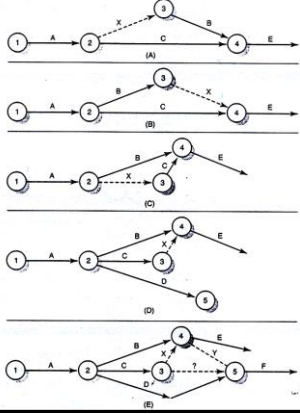
Bazı özel durumlarda, faaliyetlerin birbiriyle öncelik ilişkisini göstermede, iki olayı birbirine bağlayan fakat bunun için kaynak ve zaman harcaması gerektirmeyen faaliyetlere gerek duyulur. Bu faaliyetlere **kukla (boş, fiktif veya sıfır süreli) faaliyet** denir. Bir şebekede hesaplamaların yapılabilmesi için, iki düğüm noktası en fazla bir bağ ile birleştirilmelidir.

Bir şebekede başlama olayı aynı olan iki faaliyet, aynı bitme olayı ile gösterilemez. Ancak başlangıç olayı aynı olan iki faaliyet boş faaliyet kullanılarak aynı bitme olayı ile gösterilir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 12

Kukla faaliyet örnekleri



Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 13

Yukarıdaki öngörülen kuralları göz önünde bulundurarak, bir projenin şebeke modelini oluşturmak için aşağıdaki süreç izlenir:

- 1-Projenin gerçekleştirilmesi için gerekli bütün elemanlar, faaliyetler ve olaylar belirlenmelidir.
- 2-Teknolojik ve yönetsel bağımlılıklar dikkate alınarak faaliyetlerin öncelik ilişkileri saptanmalıdır.
- 3- Birbirleriyle ilişkili bu olay ve faaliyetler; şebekenin izlenmesini sağlamak için proje ilerleme yönünü belirleyecek sırada alfabetik, nümerik veya alfa-nümerik olarak kodlanmalıdır.
- 4- Kurulan bu şebeke modelinin, ilişkileri doğru olarak gösterip göstermediği test edilmelidir.
- 5- Her faaliyetin gerektirdiği süreler, kaynaklar ve maliyetler tahmin edilmelidir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 14

KRİTİK YOL YÖNTEMİ (CPM)

Kısa adıyla CPM (Critical Path Method) olarak bilinen bu yöntem, projenin toplam süresini ve projedeki faaliyetlerin bir programını elde eder. CPM yöntemi, faaliyetlerden hareket ederek, faaliyetler için tek zaman tahmini kullanır. Bu nedenle daha önceden uygulanmış, faaliyet süresi ve maliyeti hakkında bilgiler bulunabilen deterministik projeleri planlamak ve kontrol etmek üzere uygulanır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 15

KRİTİK YOL YÖNTEMİ (CPM)

CPM metodunda, aralarında başlama ve bitiş zamanları bakımından bağımlılık bulunan ve sonunda aynı noktada birleşen faaliyetler grubunun programlaması yapılır.

Bitiş noktasına istenilen zamanda ulaşabilmek için, üzerinde dikkatle durulması gereken nokta **kritik yolun saptanması** ve **faaliyet sürelerinin değişmesi halinde ortaya çıkacak alternatiflerin incelenmesi**' dir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 16

KRİTİK YOL YÖNTEMİ (CPM)

CPM yöntemi, projeyi tamamlamak için geçen minimum süreyi, yani, başlama noktasından bitiş noktasına olan en uzun yolu bulma işidir. Bu en uzun yola "**kritik yol**" ve bu yol üzerindeki faaliyetlere de "**kritik faaliyetler**" denir.

Kritik faaliyetlerden herhangi birinin başlama süresindeki gecikme, tüm projenin tamamlanma süresinde de bir gecikmeye neden olacaktır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 17

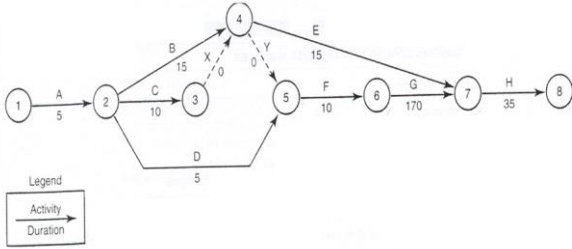
ÖRNEK UYGULAMA

- A şebekenin ilk eylemidir.
- B, C ve D eylemleri A eyleminden sonra gelir.
- E eylemi B ve C eylemlerinden sonradır.
- F eylemi D, B ve C eylemlerinden sonradır.
- G eylemi F eyleminden sonradır.
- H eylemi projenin son eylemidir ve E, G eylemlerinden sonradır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 18

Şebeke diyagramı



Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 19

Faaliyet Zamanlarının Programlanması

Faaliyet zamanlarının programlanması için, hem bilgisayar programlamasına hem de işlemlerin elle yapılmasına uygun bir algoritma kullanılır.

Bu algoritmada ilk önce şebeke, başlangıç olayından bitiş olayına doğru **ileri gidiş kurallarının** uygulanması ile çözülür. Bu kurallar;

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 20

1 - Projeyi başlatan olayın en erken olay zamanı olarak sıfır alınır.

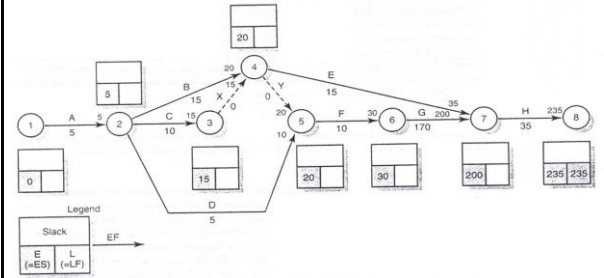
2- Her faaliyetin kendisini başlatan olay gerçekleştiği anda başladığı varsayılır. **Bir faaliyetin en erken tamamlanma zamanı** en erken başlama zamanına kendi süresinin eklenmesiyle bulunur.

3- **En erken olay zamanı**, bu olayla birleşen faaliyetlerin en erken tamamlanma zamanlarının, en uzununa eşittir. Bitiş olayına gelinceye kadar ikinci adıma dönülür.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 21

Erken başlama sürelerini içeren hesaplamaların diyagrama işlenmesi (İleri gidiş hesaplamaları)



Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 22

Şebeke diyagramı, bundan sonra benzer şekilde bitiş olayından geriye doğru, **geri dönüş kurallarının** uygulanması ile çözülür. Bu kurallar;

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 23

1) Projeyi bitiren olayın en erken olay zamanı, en geç olay zamanına eşitlenir.

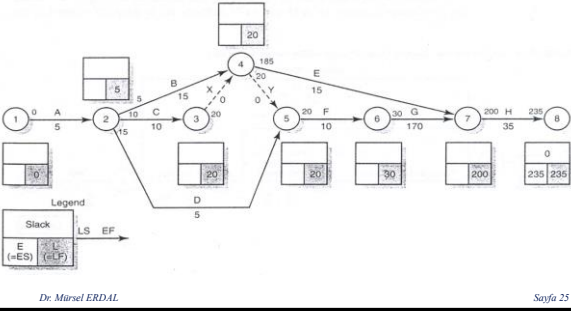
2) **Bir faaliyetin en geç tamamlanma zamanı**, kendisini bitiren olayın en geç olay zamanına eşittir. **Faaliyetin en geç başlama zamanı** en geç tamamlanma zamanından faaliyet süresinin çıkarılmasıyla belirlenir.

3) **En geç olay zamanı**, kendisinden çıkan faaliyetler arasından en geç başlama zamanlarının en kısıasına eşittir. Başlangıç olayına gelinceye kadar ikinci adıma dönülür.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 24

Geç başlama sürelerini içeren hesaplamaların diyagrama işlenmesi (Geri gidiş hesaplamaları)



Olay ve faaliyetlere ilişkin zamanlar için aşağıdaki matematik semboller kullanılır:

- t: Faaliyet süresi
- te: En erken olay zamanı
- tl: En geç olay zamanı
- ES: Faaliyetin en erken başlama zamanı
- EF: Faaliyetin en erken tamamlanma zamanı
- LS: Faaliyetin en geç başlama zamanı
- LF: Faaliyetin en geç tamamlanma zamanı.

Yukarıdaki matematik sembollerini kullanarak ileri gidiş kuralları şöyledir:

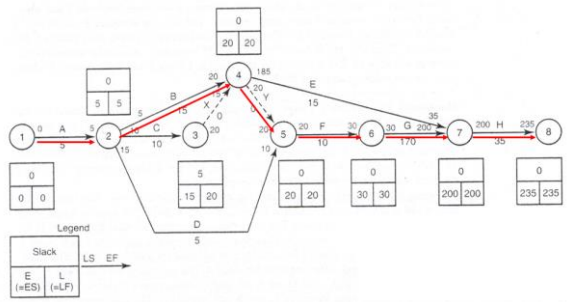
- 1) $TE = O$ (Başlangıç olayı için)
- 2) $ES = TE$ (Bu olayla başlayan faaliyetlerin her biri için) $EF = ES + t$
- 3) $te = \max \{ EF_1, EF_2, \dots, EF_n \}$ (Bu olayla biten faaliyetlerin her biri için) 2. adıma dönülür.

Geriye dönüş kuralları:

- 1) $TL = TE$ (Bitiş olayı için)
- 2) $LF = TL$ (Bu olayla biten faaliyetlerin her biri için) $LS = LF - t$
- 3) $TL = \min (LS_1, LS_2, \dots, LS_n)$ (Bu olayla başlayan faaliyetlerin her biri için) 2. adıma dönülür.

Yukarıdaki ileri gidiş ve geriye dönüş kurallarının uygulanması ile faaliyet zamanları programlanır. **En erken başlama** ve **en geç başlama** zamanları eşit (veya en erken tamamlanma ile en geç tamamlanma zamanı eşit) olan faaliyetler **kritik faaliyet** olarak belirlenecektir. Çünkü bu faaliyetlerdeki herhangi bir gecikme projenin tamamlanma zamanında bir gecikmeye neden olmaktadır. Şebekedeki bitiş olayının en erken (veya en geç) olay zamanı, **projenin tamamlanma zamanını** verecektir.

Erken ve geç başlama-bitme sürelerinin işlendiği diyagramın son hali



Bu hesaplamalardan sonra faaliyetlerin geciktirilebilme süreleri hakkında bilgi veren serbest süreler hesaplanmalıdır. İki önemli serbest süre vardır. TF ile gösterilen "**toplam serbest süre**" ve FF ile gösterilen "**serbest süre**"

"**Toplam Serbest Süre**" bir faaliyetin proje tamamlanma süresini etkilemeden geciktirilebileceği süredir. Bu faaliyetin en geç tamamlanma ile en erken tamamlanma zamanları arasındaki fark (veya en geç başlama ile en erken başlama zamanları arasındaki fark) alınarak hesaplanır;

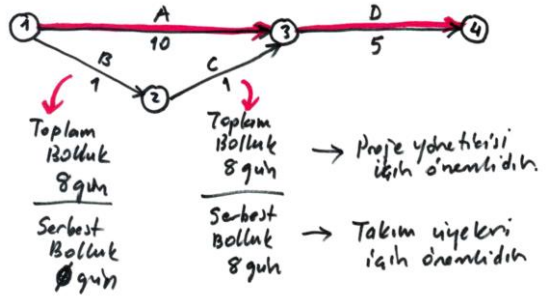
$$TF_{ij} = LF_{ij} - EF_{ij} \text{ (veya } TF_{ij} = LS_{ij} - ES_{ij})$$

"**Serbest süre**", kendisini hemen izleyen faaliyetleri etkilemeden bir faaliyetin geciktirilebileceği süredir. Bu sürenin hesaplanmasında, kendisini izleyen faaliyetin en erken başlama zamanı ile bu faaliyetin en erken tamamlanma zamanı arasındaki fark alınır:

$$FF_{ij} = |EF_{ij} - ES_{ij}|$$

Şebekenin tümüne bağlı olmayan serbest süre, daha çok maliyet hesaplamalarında ve kaynak dağıtım problemlerinde kullanılır.

Toplam Bolluk-Serbest Bolluk



Bir şebekede kritik faaliyetin en erken başlama zamanı ile en geç başlama zamanları eşit olması gerekmektedir.

Buna göre, toplam serbest süresi sıfır olan faaliyetler kritik faaliyet olarak da tanımlanabilir. Bir faaliyetin toplam serbest süresi sıfır ise, serbest süresi de sıfır olacaktır. Fakat bu ifadenin tersi doğru değildir. Kritik olmayan bir faaliyetin serbest süresi, toplam serbest süreden küçük, hatta sıfır olabilmektedir.

Toplam serbest süre, **projenin tamamlanma zamanını geciktirmeden bir faaliyetin ne kadar geciktirebileceği veya yavaşlatılabileceği** hakkında bilgi verdiğine göre, bir faaliyetin kritiklik ölçüsü olarak değerlendirilebilir.

Proje tamamlanma zamanını kısaltmak için, toplam serbest süresi sıfır olan kritik faaliyetlerin süresini kısaltmak gerekir. Toplam serbest süresi sıfır olmayan, diğer bir deyişle kritik olmayan bir faaliyetin süresini kısaltmak veya hızlandırmak, proje tamamlanma zamanını kısaltmayacaktır.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 37

Şebeke Diyagramlarının Sağladıkları Faydalar;

1- Tüm proje akışının anlaşılabilir, açıkça görülebilir ve anlamlı bir biçimde değişik seçeneklerle gösterilmesine ve sunulmasına olanak sağlar ve raporlamayı kolaylaştırır.

2- Proje ekibinin gösterdiği çabanın akışının ve her işin bitirilmesi için değişik gruplar halinde nasıl bir çalışma gerektiğinin görülmesine, tüm önlemlerin ve sonuçların düzeltilmesine yol açan öğrenim sürecinin başlatılmasına yardımcı olurlar.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 38

3- Projeye ilişkin ayrıntıların dikkate alınmasını sağlarlar. Sorunların çözümlenmesini ve zamanın kullanılmasını, olası gecikmelerin tüm projedeki etkilerinin görülmesini ve gerekli önlemlerin alınmasını kolaylaştırır.

4- Çeşitli olaylar arasındaki ilişkileri ortaya koyarak projenin başlama ve bitiş tarihlerinin en iyi şekilde belirlenmesini ve her olayı oluşturan işlemler için kaynakların atanmasını sağlarlar. (Yani para-zaman-işgücü kaynaklarının en iyi kullanımını sağlarlar.)

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 39

Böylece proje yöneticileri, şebeke modelleri üzerinde faaliyetlerdeki gecikmenin diğer faaliyetlere ve tüm projeye olan etkisini çıkartabilecek, projenin tamamlanabileceği en kısa süreyi ve hangi faaliyetlerin hızlandırılmasıyla proje süresini kısaltılabileceğini belirleyebilecektir.

Bazı faaliyet şebekeleri olarak tanımlanan bu şebeke modellerinin, ağ yöntemleri ile çözülmesiyle; projedeki zaman, kaynak ve maliyetler daha iyi planlanabilecek ve kontrol edilebilecektir.

Dr. Mürsel ERDAL

Sayfa 40