

## PROJE PLANLAMA VE DENETİM YÖNTEMLERİ

Ass. Tuncer TOKOL (MBA)

### I — GİRİŞ

Yakın zamana kadar, bir proje hazırlanırken projenin mühendislik alanına giren bütün hesaplar en ince ayrıntılarına kadar yapılmakta, fakat buna karşılık projenin realize edilebilmesi için gerekli faaliyet, plân, program ve hesapları yapılmamakta idi. Bu noksanlık, projelerin mühendislik yönünden mükemmelliği fakat süre, maliyet, kontrol, organizasyon ve koordinasyon yönlerinden önemli derecede aksaması sonucunu doğuruyordu. Bugün artık işletmelerin araştırma ve geliştirme faaliyetlerine önem verdiği, ağır bir rekabet havasına girildiği ve işletme iriliklerinin arttığı bir ortamda, çalışmaların mühendislik yönü yanında proje planlaması ve denetimi önmeli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Gerçekten memleketimizde de bu konunun önemi son yıllarda hissedilmeye başlamış ve başta Devlet Plânlama Teşkilâtı olmak üzere çeşitli resmî ve özel kuruluşlar bu önemli konu üzerine eğilmişlerdir. Yöneticinin kullanabileceği proje planlama ve denetim yöntemlerini üç bölümde inceleyebileceğimiz bu etüdümüzün birinci ve ikinci bölümünde Türkiye'de uygulama alanı bulan klasik ve modern yöntemlerden üçüncü bölümde ise Amerika'da bu konudaki gelişmelerin sonucu olarak ortaya çıkan yeni yöntemlerden bahsedeceğiz. Amacımız günümüzün hareketli ortamında karar verme durumunda bulunan bütün işletme yöneticilerine yöntemlerin kullanılış yerlerini ve işleyiş mekanizmalarını tanıtarak onlara yardımcı olmaktır.

### II — PROJE PLANLAMA VE DENETİM YÖNTEMLERİ

#### A — KLASİK YÖNTEMLER

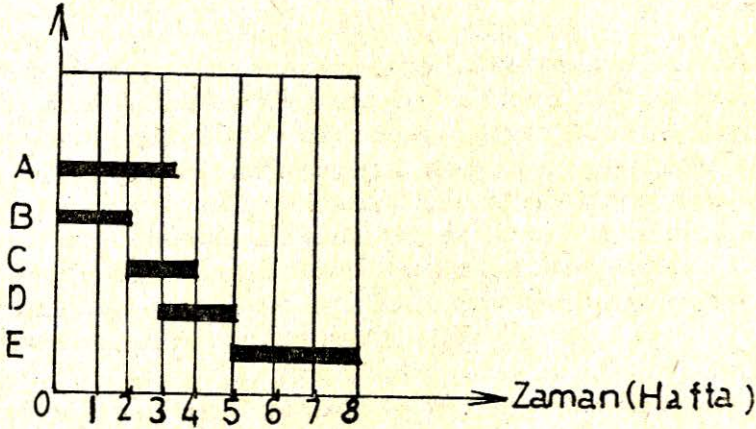
#### 1 — BASİT GANTT CETVELİ (ÇUBUK GRAFİK YÖNTEMİ)

X ekseninde zamanın y ekseninde ise faaliyetlerin gösterildiği Gantt cetvelinde projedeki çeşitli faaliyetler başlama ve bitme ta-



rihleri belirlenmiş olarak çubuklarla gösterilir. Üretim denetiminde kullanılan bu yöntem sayesinde yönetici faaliyetlerin plânlanan tarihte başlayıp yine planlanan tarihte bitip bitmeyeceğini kolaylıkla denetleyebilir. (1)

## Faaliyetler



No: 1 Basit Gantt Cetveli

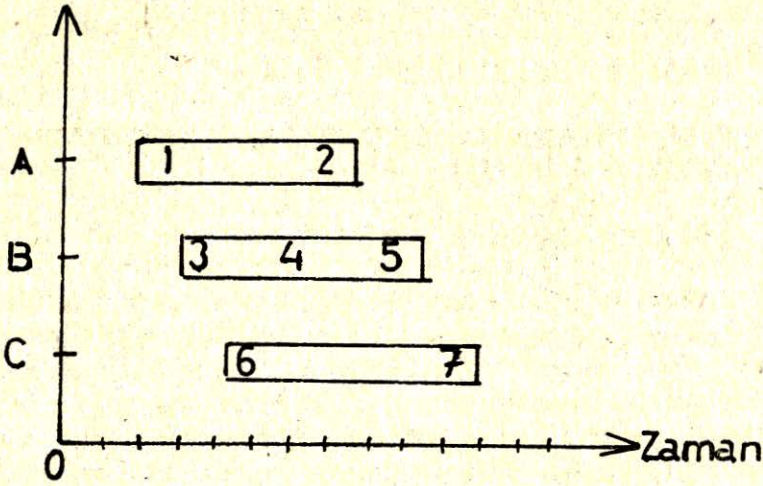
## 2 — GANTT AŞAMA CETVELİ

Zamanla gelişen proje planlaması ve denetim faaliyetlerinde bir işletme faaliyetinin başlama ve bitiş tarihlerinin bilinmesinin yetersiz olduğu anlaşılmış ve etkin bir denetimin yapılması ve gerekli kararların alınması için bir faaliyet içindeki aşama noktalarının bilinmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle GANTT., «GANTT Aşama Cetveli» diye adlandırdığı ve faaliyetlerdeki aşama noktalarını belirleyen cetvelini ortaya atmıştır.

- (1) MARWIN E. MUNDEL, A Conceptual Framework for the Management Sciences, Mc Graw-Hill Book Comp, New York 1967, S. 249; HARRY F. EVARTS - Introduction to Pert, Allyn and Bacon, Inc; Boston 1964, S. 13.



Faaliyetler



No: 2 Gantt Aşama Cetveli

Altta zaman ölçeği de bilinen böyle bir cetvel sayesinde belirli bir projenin ne kadar zamanda bitirileceğini görmek mümkündür. Burada her daire projenin belirli bir aşamasını göstermekte ve her dikdörtgen de birbirine bağlı aşamalardan meydana gelen bir faaliyeti anlatmaktadır. Üç dikdörtgenin tümü de bir projeyi temsil etmektedir.

GANTT Aşama Cetveli, görüldüğü gibi, aynı faaliyet içerisindeki aşamaların birbirine bağlantısını göstermektedir. Örneğin, A faaliyetinde birinci aşama tamamlanmadan ikinci aşamaya gidilememektedir. Aynı şekilde B faaliyetinde üçüncü aşama bitmeden dördüncü aşamaya başlanamamaktadır. Demek ki aynı bir faaliyetin çeşitli aşamaları arasındaki ilişkiler bu cetvelde açıkça görülebiliyor. Fakat acaba B faaliyeti ile A faaliyeti arasındaki, ya da B faaliyeti ile C faaliyeti arasındaki bağlantılar nelerdir? İkinci aşamayı bitirmeden üçüncü aşamaya başlayabilecek miyiz? Ya da örneğin, altıncı ve yedinci aşamalarla A faaliyetindeki aşamalar arasında bir ilişki var mıdır?

İşte GANTT Aşama Cetveli de bu konularda bize hiçbir şey söylemiyor. Onun için GANTT' Aşama Cetvelinin değiştirilip daha iyi



hale getirilmesi yoluna gidilmiş ve bir projedeki bütün aşamaların birbiriyle ilgi ve bağlantısını gösterecek PERT ve CPM olarak isimlendirilen 2 modern yöntem ortaya konmuştur (2).

## B — MODERN YÖNTEMLER

### 1. PERT (PROGRAM DEĞERLENDİRME VE GÖZDEN GEÇİRME YÖNTEMİ)

#### a — PERT KAVRAMI :

Pert, daha önce planlanmış bir işi, bir zaman limiti içinde başarmak için mevcut kaynakları plânlama yöntemidir. Üretimdeki gecikme ve takımları, çeşitli çatışmaları minimuma indiren, işin bütününe çeşitli parçalarını koordine eden ve işlerin aynı bir zaman ölçeğine uydurulmasını sağlayan bu yöntem, işteki olumlu olumsuz gelişmelerden yöneticiyi daima haberdar edip ortaya çıkan çeşitli sorunlara dikkatlerini çektiğinden aynı zamanda bir haberleşme aracıdır. (3) Yöntem, Amerikan Deniz Kuvvetleri Proje Bürosu tarafından geliştirilmiş olup ilk çalışma 1958 de Polaris Atom Denizaltısı Projesi için yapılmıştır. (4)

Bugün ise artık, yalnız ordu tarafından kullanılan bir yöntem olmaktan çıkmış ve üreticilerden inşaatçılara ve reklâm bürolarına kadar pek çok işletmelerin araştırma ve geliştirmede, yapı işlerinde, piyasaya yeni mamul çıkarmada ve çeşitli pazarlama faaliyetlerinde kullandıkları bir yöntem olmuştur. (5)

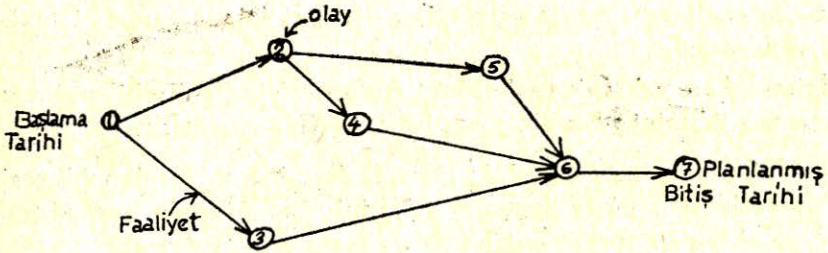
- (2) RICHARD I LEVIN, CHARLES A. KIRKPATRICK: Pert ve CPM ile Plânlama ve Denetim, O.D.T.Ü. İdari İlimler Fakültesi Yayını No: 2, Ankara 1968, s. 9 - 10, ROBERT W. MILLER, Schedule: Cost and profit with PERT, Mc Graw - Hill Book, New-York 1963, s. 24.
- (3) DONALD G. MALCOLM, LAWRENCE S. HILL : Graphical and Network Planning Techniques, Industrial Engineering Handbook Edited by. H. B. MAYNARD, Section 8, Chapter 3, Mc Graw - Hill Book Comp, New York 1971, S. 58.
- (4) ROBERT W. MILLER, Pert And Other Network Techniques, Handbook of Business Administration edited by H. B. MAYNARD, Section 17, Chapter 6, Mc Graw - Hill Book Comp, New York, 1967, S. 84.
- (5) LEVIN, KIRKPATRICK, S. 14-15.



**b — PERT ŞEBEKESİ :**

Pert şebekesi projenin objektifine erişebilmesi için yapılması gereken faaliyetler ve olaylardan meydana gelmiş olup faaliyetlerin ve olayların birbirleriyle olan bağlantı ve ilişkilerini gösteren bir şemadır. Bu şemada olay, bir projede belirtilmiş zamanlarda erişilecek belirli aşamaları, faaliyet ise projenin çalışma güçlerini yani kaynakların belirli bir zaman süresi içerisinde genel objektifin elde edilmesine uygun olarak kullanılmasını gösterir. (6)

Aşağıdaki 3 nolu şemada olaylar dairelerle, faaliyetler ise olayları birbirine bağlayan oklarla gösterilmiştir. Şemadan açıkça görüleceği gibi Pert şebekesinde 1 nolu olay işin zaman olarak başlama noktasını, 7 nolu olay ise işin bitiş tarihini göstermektedir.



**No: 3 Pert Şebekesi**

Bir faaliyetin daima kendinden önce ve sonra gelen bir olayı vardır. Kendinden önce gelen olay tamamlanıncaya kadar faaliyet oku ile gösterilen iş başlatılamaz. Faaliyetler dizayn ve üretim gibi fonksiyonel sorumluluklarla ilgili olabileceği gibi zaman ve insan gücünün kullanılmasını da gösterebilirler. Bir faaliyet aynı zamanda şebekede noktalı hat olarak gösterilen bir bekleme hattını da gösterebilir. Fakat genellikle faaliyetlerin iş ve bekleme zamanını temsil ettiklerini söyleyebiliriz. (7) Projenin tamamlanabilmesi için yapılması gerekli bütün faaliyetlerin neler olduğunun tayin ve tesbiti, faaliyetler arasındaki ilişkilerin kurulması ve bunlar arasındaki iliş-

(6) ADNAN GÜLERMAN - Pert-Maliyet Tekniğinin İşletmede bir Yönetim aracı olarak kullanılması, (Doktora Tezi), Ankara İ.T.İ.A. Yayın No.: 37, Ankara 1970, S. 15 - 21

(7) MALCOLM, HİLL, S. 59



kilerin şebeke üzerinde belirtilmesinden sonra projedeki faaliyetlerin sürelerinin tahmin edilmesi ve toplam proje süresinin tesbit edilmesi gerekir. (8)

### c — ŞEBEKEDEN FAALİYET ZAMANLARININ HESAPLANMASI

Topyekûn proje faaliyetinin ne kadar süreceği yöneticiler tarafından bilinmesi gereken en önemli hususlardan biri olduğu için yöneticiler zaman tahminlerini dikkat ve titizlikle yapmak zorundadırlar. Topyekûn bir faaliyet süresinin tahmini oldukça zor ve yanılma ihtimali de oldukça yüksek olduğundan, projenin faaliyetlerine ayrılması ile her faaliyet için zaman tahmini yapmak ve süreleri topluyarak proje süresini bulmak emin bir yoldur. Zaman hesaplamaları bakımından Pert yönteminin en önemli özelliği, tahminlerde yanılma payını azaltacağı düşüncesiyle her faaliyet için 3 zaman tahmininin yapılmasıdır.

İyimser, en yaklaşık ve kötümser olarak isimlendirilebileceğimiz bu 3 zaman tahmini sırasıyla a, m, b harfleriyle gösterilir.

— İyimser zaman tahmini: Bir faaliyetin tamamlanabilmesi için kullanılacak en kısa zamanın tahmini olup projede normal gecikme ve aksamaların mevcut olmadığı varsayımına dayanır.

— En yaklaşık zaman tahmini: İyimser ve kötümser zaman tahminleri arasındaki bir zaman tahmini olup faaliyette normal sayılabilecek gecikmelerin ve aksaklıkların olabileceğini kabul eder.

— Kötümser zaman tahmini: Bir faaliyeti tamamlayabilmek için düşünülen en uygun zaman olup faaliyette bütün muhtemel gecikmelerin ve aksaklıkların bulunduğunu varsayar. (9)

Pert teorisinde 3 zaman tahmini simetrik olmayan bir dağılım eğrisi üzerinde 3 nokta olarak görülür. En yaklaşık zaman tahmini, tahminler arasında gerçekleşme ihtimalinin en yüksek olduğu za-

---

(8) GÜLERMAN, S. 33

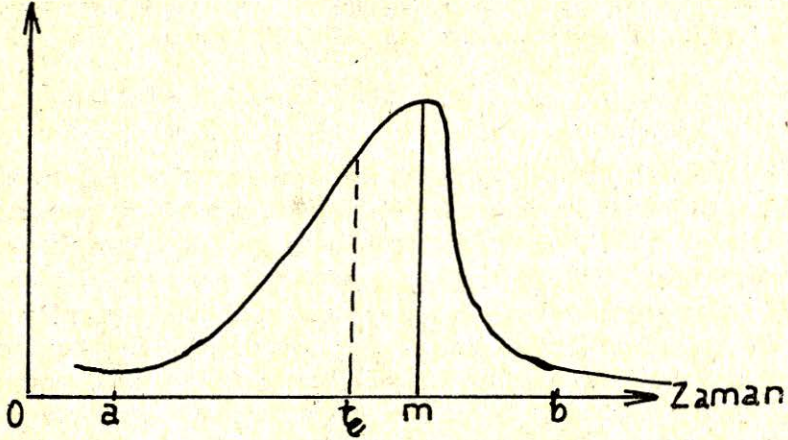
(9) A. T. ARMSTRONG - WRIGHT, Critical Path Method, Longman, London 1970 S. 94-95.  
RUSSEL ARCHIBALD AND RICHARD VILLORIA, Network - Based Management Systems (Pert-CPM), John Willey and Sons Inc, New York 1967, S. 80.



## Yöneticilerin Sosyalleşmesi

man tahminidir. Ve dağılım şemasında dağılımın mod değeri ile temsil edilir. Bu değer, extremleri teşkil eden iyimser ve kötümser zaman tahminleri arasında herhangi bir noktada bulunabilir.

İhtimal



No: 4 Beta Dağılımı

a = İyimser Zaman Tahmini

b = Kötümser Zaman Tahmini

m = En Yaklaşık Zaman Tahmini

te = Beklenen Zaman

Projenin her faaliyeti için tahmin edilen 3 zaman değeri yanında yine her faaliyet için bir beklenen zamanı (te) bulmak gerekir.

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Eğer bir faaliyet için 3 zaman tahminininin a = 2 hafta, m = 4 hafta, b = 8 hafta olduğunu varsayarsak o faaliyet için gerekli beklenen zaman aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$t_e = \frac{4 + (4)(4) + 8}{6} = \frac{26}{6} = 4 \frac{1}{3} \text{ Hafta } (10)$$

Her faaliyetin standart sapması ise  $\sigma = \frac{b-a}{6}$  formülü ile bu-

lunur. Eğer faaliyet için 3 zaman tahmininin  $a = 2$  hafta,  $m = 4$  hafta,  $b = 8$  hafta olduğunu varsayarsak standart sapma,

$$\sigma = \frac{8-2}{6} = 1 \text{ dir. } (11)$$

Şebekenin akış planı hazırlanıp her faaliyet için beklenen zaman hesaplandıktan sonra kritik yolun (yani şebekenin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar faaliyet süresi en uzun olan yolun) tayini önem kazanır. Zira proje yöneticisinin amacı, projeyi mümkün olan en kısa sürede ve en düşük maliyette tamamlamaktır. Onun için kritik yolu zorlayarak proje süresini kısaltması gerekecektir. Yönetici çalışmalarında yalnızca her faaliyetin ne zaman tamamlanması gerektiğini tesbit etmekle kalmıyacak, aynı zamanda faaliyet boş zamanlarını da dikkate alarak bir faaliyetin en erken ve en geç başlama, en erken ve en geç bitirme tarihlerini de belirtecektir.

#### d — ŞEBEKED E OLAY ZAMANLARININ HESAPLANMASI

Analizde aşağıdaki semboller kullanılır :

$T_E$  = Mümkün olan en erken tarih

$T_S$  = Proje için hedef olarak tesbit edilen tamamlanma tarihi

$T_L$  = Mümkün olan en geç tarih

Verilen herhangi bir olayın  $T_E$  değeri, projenin başlangıç noktasından verilen olaya kadarki en uzun yol üzerinde bulunan faali-

---

(10) Süre birimi, işletmenin büyüklüğü ve faaliyet süresiyle ilgili bir unsurdur.

Çok kısa faaliyetler için birimin gün olarak kabulü zorunlu olduğu halde toplam süresi büyük olan projelerde süre birimi hafta ve hatta ay kabul edilir.

Fakat genel temayül haftanın kullanılmasıdır.

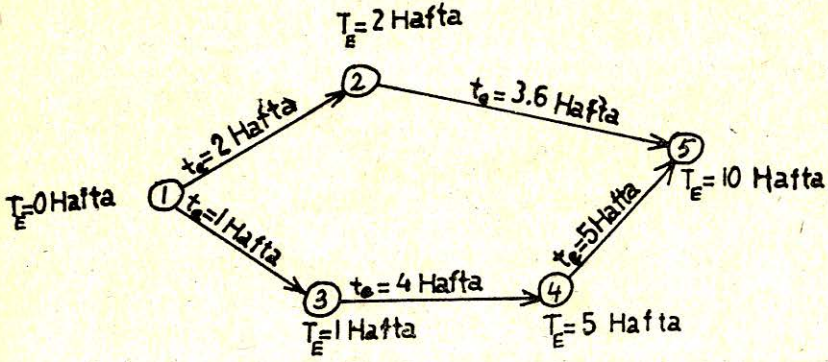
Bkz. MALCOLM, HILL, s. 60

(11) A. T. ARMSTRONG - WRIGHT, S. 96.



## Proje Plânlama ve Denetim

yetlerin geçmesi beklenen zamanlarının ( $t_e$ ) toplamı olarak hesaplanabilir.



No: 5 Şebeke olayları için  $T_E$ 'nin hesaplanması

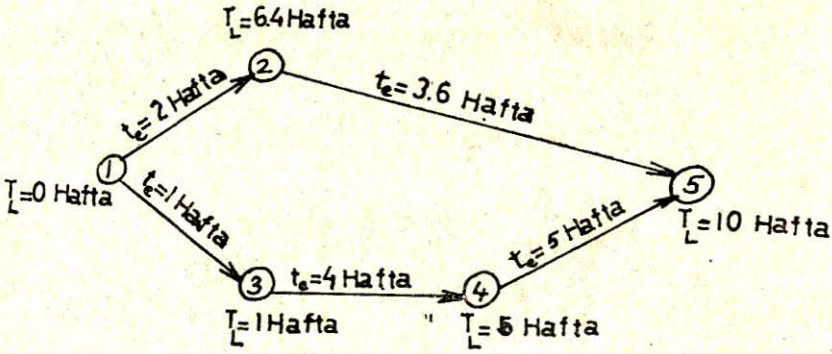
1 nolu olaydan önce hiçbir faaliyet ve olay bulunmadığından  $T_E$  değeri 0 dır. 2 nolu olayın  $T_E$  değeri 1 nolu olayın değeri ile 1 nolu faaliyetin beklenen zamanının ( $t_e$ ) toplamıdır. Yani  $0 + 2 = 2$  haftadır. 5 nolu olayın  $T_E$  değeri ise  $(1 - 3 - 4 - 5)$  faaliyet yolunun değerine yani  $1 + 4 + 5 = 10$  haftaya eşittir. Sebebi, olaya götüren çeşitli faaliyet yolları olduğu zaman, olayın  $T_E$  değerinin daima en büyük toplam olmasıdır. Bu hesaplama şekline «İLERİYE DOĞRU HAREKET» denilmektedir.

Projedeki son olay için mümkün olan en erken bitiş tarihi tesbit edildikten sonra projedeki her olay için mümkün olan en geç bitiş tarihi tesbit edilebilir.

Verilen herhangi bir olay için  $T_L$  değeri, verilen olaydan projenin son noktasına kadarki en uzun yol üzerinde bulunan faaliyetlerin geçmesi beklenen zamanların toplamından çıkarılması yoluyla hesaplanabilir. Bu hesaplama şeklinde de «GERİYE DOĞRU HAREKET» denilmektedir.

Aşağıda  $T_L$  değerinin 10 hafta olduğu kabul edilerek bir örnek yapılmıştır.

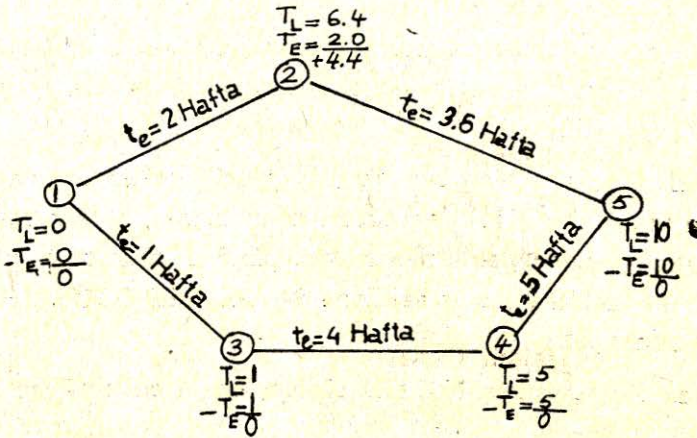




No: 6

$T_L = 10$  için faaliyet beklenen zamanlarının ( $t_e$ ) çıkarılması sonucu dördüncü olayda 5 haftalık, üçüncü olayda 1 haftalık, ikinci olayda 6.4 haftalık bir değer elde edilmektedir. 2 faaliyet yolu bir olayda birleştikleri zaman birleşen 2 faaliyet yolundan en küçük değerlisi seçileceğinden (5—2—1) faaliyet yolu 1 nolu olay için  $T_L = 4.4$  değeri meydana getirmesine rağmen, (5—4—3—1) yolu  $T_L = 0$  değerini meydana getirdiği için 1 nolu olayın  $T_L'$  değeri 0 olarak kabul edilmektedir.

Şimdi artık her olay için boş zamanları tesbit edebiliriz. Tarif olarak kritik yol üzerindeki herhangi bir olay için boş zaman  $O$ 'a eşittir. Yani  $T_L - T_E = \text{Boş zaman}$



No: 7 5 ve 6 nolu şebekelerin  $T_E$  ve  $T_L$  değerlerini kullanarak boş zamanların hesaplanması.



## Proje Plânlama ve Denetim

Son olayın  $T_L$  değeri  $T_E$  değerine eşit olduğu zaman, bu şartlar altında verilen herhangi bir olayın  $T_L$  değeri  $T_E$  değerinden daha geç ise pozitif bir boş zaman, eğer son olay için  $T_L$  değeri  $T_E$  değerinden daha erken olan  $T_s$  değerine eşitse, negatif bir boş zaman var demektir.

Ancak karıştırılmaması gereken husus, faaliyet boş zamanının olay veya yol ile ilgili olan boş zamanlardan farklı mânasının olmasıdır. Bir faaliyetin boş zamanı, faaliyetin kendinden sonra gelen olayın  $T_L$  değeri ile faaliyetin  $T_E$  değeri arasındaki farka eşittir.

Faaliyet boş zamanlarının özelliği 7 nolu şemada görülebilir. (1—2—5) yolunun faaliyet boş zamanı değeri, yolun  $T_E$  değeri (2 + 3,6 = 5,6) hafta olduğundan, 4,4 haftaya eşittir.

Yine açıkça görülebileceği gibi, 5 nolu olayın 10 hafta içinde bitme gereğinin tesiri olmaksızın 2 nolu olay 4,4 hafta kaydırılabilir.

### e — PROJENİN TAMAMLANMA TARİHİNİN GERÇEKLEŞME İHTİMALİNİN HESAPLANMASI :

Pert tekniğini diğer yönetim sistemlerinden ayıran bir özellik de tahminlerde olasılık teorisini kullanmasıdır.

Şebekede her faaliyet ile ilgili varyans aşağıdaki gibidir.

$$\sigma^2 = \left( \frac{b-a}{6} \right)^2$$

Şebekedeki son olayın standart sapması ise o olaya en uzun yol üzerinde bulunan faaliyet varyanslarının toplamının kare köküne eşittir.

$$\sigma_{TE} = \sqrt{\sum (\sigma_{te})^2}$$

Standart sapma, beklenen zaman ve hedef tamamlanma tarihinden elde edilen Z faktörünü kullanarak ve normal eğri altındaki alan tablolarından faydalanarak projenin son olayının planlanan tarihte tamamlanma ihtimalini tayin edebiliriz.

Bu gaye için de önce aşağıdaki formül yardımıyla Z değerini bulur, ondan sonra da buna tekabül eden değeri normal eğri altındaki tablolardan bulabiliriz. (12)

$$Z = \frac{T_s - T_E}{\sigma_{TE}}$$

(12) MALCOLM - HILL, S. 61 - 63.



## 2 — CPM (KRİTİK YOL YÖNTEMİ)

### a — CPM KAVRAMI :

1957 yılında A.B.D. lerinde Dupont firmasının mühendislik hizmetleri servisinden Morgan R. Walker ile James Kelley tarafından geliştirilmiş olan ve Pert'e yakınlığı ile tanınan bir proje planlama ve denetim yöntemi de CPM dir <sup>(13)</sup> Esas olarak bir projeyi oluşturan faaliyetler serisi olup, gayesi projede verilen bir faaliyetin hem diğer bir faaliyeti ve hem de projenin tümünü geciktirmeden zamanını tayin olduğu kadar projenin asgari zamanda tamamlanmasını hedef tutan bir analiz tekniğidir. <sup>(14)</sup> Esasları birbirinin aynı olan bu 2 yöntemde yalnızca yaklaşımlar farklıdır. Birinci fark faaliyet süresi tahmininde ortaya çıkmaktadır.

Pert yönteminin her faaliyet için iyimser, kötümser ve en yaklaşık olmak üzere 3 süre tahmini yapmasına karşılık, CPM en yaklaşık zamanı en iyi tahmin kabul ederek her faaliyet için tek bir süre tahmininde bulunmaktadır. Bundan dolayı da CPM'in Pert'e nazaran en iyi neticeyi vereceği söylenememekle beraber daha az karışık olduğu söylenebilir. <sup>(15)</sup>

İkinci fark ise CPM'in planlama ve denetim sürecine maliyet kavramını sokmasında ortaya çıkmaktadır. Gerçi Pert'in maliyet kavramını yok saydığını söylemek istemiyoruz. <sup>(16)</sup>

Ancak Pert'te proje içindeki bütün işlemler için maliyetin zamanla doğru orantılı olarak değiştiğini varsayıyoruz. Yani demek ki

(13) ROBERT W. MILLER, Pert, CPM and other Network Techniques, S. 84

(14) SCOTT. T. POAGE, Quantitative Management Methods for Practicing Engineers, Barners - Noble, Inc, New York 1970, S. 87.

(15) RALPH F. LEWIS Planning and Control for Profit, Harper - Raw Inc, New York 1970, S. 207

(16) Pert'in orijinal şeklinde zaman ile maliyet arasındaki direkt ilişki dikkate alınmamakta, yalnızca zaman üzerinde durulmaktadır. Bununla beraber Pert'in son gelişmiş şeklinde zaman - maliyet ilişkileri üzerinde durulmakta ve oldukça karışık maliyet analizleri kullanılmaktadır. Pert-Maliyet analizleri için Bkz: H. V. PAIGE. How Pert/Cost Helps the General Manager, Harward Business Review Vol 41, Nov 1963, S. 87-95 ve Shortcutfor Project Planning; Pert/Cost is Hotest New Tool in Space Age Research and Development, Business Week Jul 7, 1962, S. 104.

MALCOLM, HILL, S. 60-61.



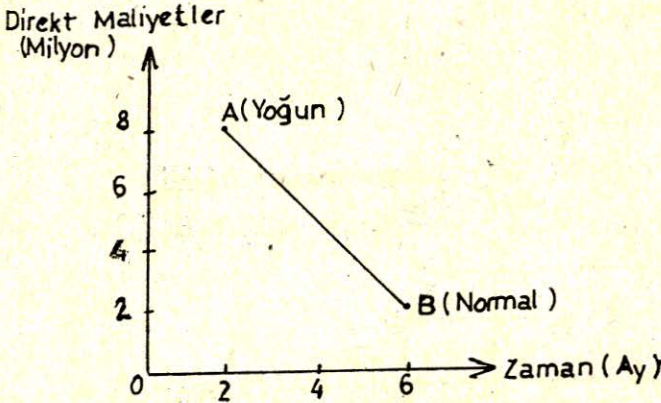
zaman azaltılınca maliyetin de azalmış olduğunu kabul ediyoruz. (17)

CPM şebekesinin çizim ilkeleri Pert'inin aynı olduğu için burada tekrar etmeye lüzum olmadığı kanısındayız. Ancak 2 yöntem arasındaki gerçek fark, her faaliyet için zaman tahmininde ortaya çıktığından CPM'in zaman tahmini üzerinde durmanız gerekmektedir.

### b — CPM'DE ZAMAN - MALİYET İLİŞKİLERİ

CPM sisteminde her faaliyet için ikişer tane zaman ve maliyet tahmini verilir. Bu iki tahminden biri «NORMAL TAHMİN» diğeri de «SIKIŞIK TAHMİN» dir. Normal zaman tahmini Pert'teki en yaklaşık zaman tahminine benzer. Yoğun (sıkışık) zaman tahmini ise, proje süresini kısaltmak için hiçbir masraftan kaçınılmadığı zaman ortaya çıkan süreyi gösterir. Bu durumda, yönetici işi hızlandırmak için ne mümkünse yapmaktadır. Bundan dolayı normal maliyet, normal zamanda projeyi tamamlamak için lüzumlu masrafları, yoğun (sıkışık) maliyet ise sıkışık zamanda işin tamamlanması için gerekli masrafları gösterir.

Bu durumu aşağıdaki grafikte inceleyebiliriz :



No: 8 Sıkışık zaman ve maliyetin, normal zaman ve maliyetle karşılaştırılması



Grafikte Y eksenı projenin tamamlanma maliyetini, x eksenı ise tamamlanma için gerekli zamanı göstermektedir.

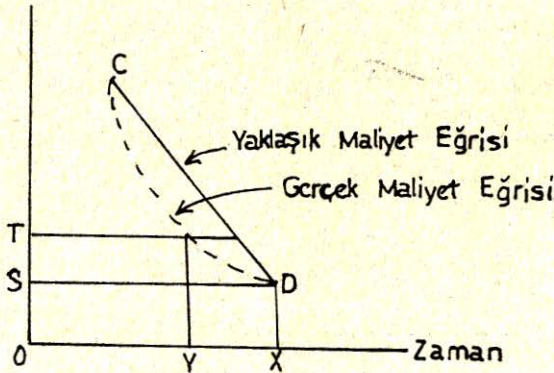
Grafiğın ifade ettiği mâna şudur:

Normal bir çalışmanın projenin tamamlanması için 6 ayı gerek-tirmesine ve bunun 2 milyon dolara mal olmasına rağmen proje yo-ğun bir çalışmayla ve 6 milyon dolar maliyetle 2 ay içinde tamamlanabilecektir. İşlem üzerinde daha geniş araştırma ve maliyet çözümlenmesi yapmadan zaman - maliyet ilişkilerinin gerçekte nasıl geli-şeceğini kesin olarak bilemeyeceğimiz için A, B noktalarını birleştiren doğruya «Yaklaşık zaman - Maliyet eğrisi» denir.

9 no.lu grafikte, zamanda yapılacak ilk kısaltmaların çok küçük bir maliyet artışı ile sağlanabileceği bir durumun zaman - maliyet ilişkisi görölmektedir. Burada yaklaşık eğri düz çizgi ile, gerçekte eğri ise kırık çizgi ile gösterilmiştir. Gerçekten burada projenin tamamlanma zamanı x noktasından y noktasına düşürüldüğünde, maliyet sadece S den T ye çıkmaktadır. İlk başlarda maliyetteki artış zamandaki azalma ile karşılaştırılınca önemsiz olduğuna göre, bu işlem hızlandırılabilir, ve tamamlanma zamanı oldukça kısaltılabilir.

Zamanda küçük bir azalmanın maliyette büyük bir artış doğurduğu zaman - maliyet eğrisi ise 10 nolu grafikte gösterilmiştir. Bura-

### Direkt Maliyetler

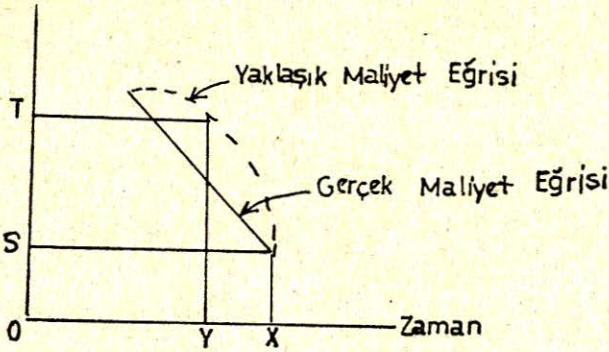


No: 9

daki ilişkiler 9 nolu grafiktekilerin tam tersidir. Yani zamanı X noktasından y noktasına gelecek şekilde kısaltabilmek için, maliyet S den T ye çıkarmak gerekmektedir.



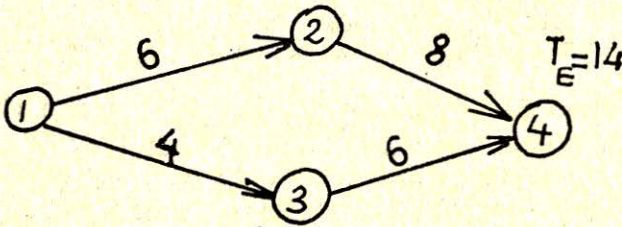
Direkt Maliyetler



No: 10

Ancak zamandaki artışa oranla maliyetteki artış çok yüksek olduğundan, bu durumda bu işlemin hızlandırılması pahalıdır, yahut da bu işlemin süresini kısaltmak pahalıdır diyebiliriz.

Şimdi CPM'in esaslarını şebeke üzerinde göstermek amacıyla aşağıda çizeceğimiz 2 şebekeden birinde bütün faaliyetler için normal zamanları, diğerinde ise sıkışık zamanları esas alacağız.



No: 11 Bütün faaliyetler için normal zamanlar

Yukarıda normal zamanları gösterilmiş olan şebekenin son olayının beklenen en erken tarihi 14 hafta olup (1-2-4) yolu kritik yoldur. Sorun, bütün işlemleri hızlandırmamız halinde hızlandırma programının maliyetinin ne olacağıdır.

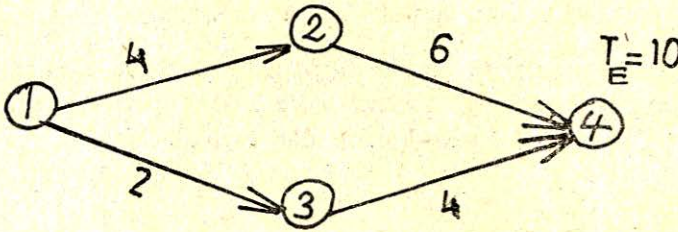


Program hızlandırma maliyetinin hesaplanması

Faaliyet	ZAMAN (Hafta olarak)		Maliyet		İşlemi hızlandırmanın haftalık maliyeti
	normal	Yoğun	Normal	Yoğun	
1 - 2	6	4	\$ 8.000	\$12.000	\$ 2.000
1 - 3	4	2	\$ 6.000	\$ 9.000	\$ 1.500
2 - 4	8	6	\$ 6.000	\$ 8.000	\$ 1.000
3 - 4	6	4	\$10.000	\$16.000	\$ 3.000
			\$30.000	\$45.000	

$$\text{İşlemi Hızlandırmanın Maliyeti} = \frac{\text{Yoğun Maliyet} - \text{Normal Maliyet}}{\text{Normal zaman} - \text{Yoğun zaman}}$$

Her faaliyet için işlemi hızlandırmanın haftalık maliyeti hesaplandıktan sonra biz her faaliyet için yoğun (sıkışık) zaman kullanarak yeni bir şebekeyi teşkil edebiliriz.



No: 12 (Bütün faaliyetler için Sıkışık zamanlar)

Bütün faaliyetleri hızlandırdığımız zaman şebekenin son olayı için beklenen en erken tarihin 1 haftaya düştüğünü görürüz. Bu durumda kritik yol yine (1-2-4) yoludur. Fakat şimdi projenin direkt maliyeti normal zaman altındaki \$30.000 lik maliyete karşılık, yoğun (sıkışık) maliyet sütununun toplamı olan \$54.000 dir. Proje 4 hafta önce bitirilmiş olmakla beraber burada esas sorumuz şebekenin her işlemini sıkıştırmak zorunda kalmadan projeyi hızlandırıp hızlandıramayacağımızı tayin etmektedir. Eğer şebekedeki faaliyetlerin herbirini hızlandırmaksızın projeyi hızlandırabiliyorsak bu, toplam maliyetleri 30.000 den 45.000'e yükselmeksizin beklenen en erken tarihi 10 haftaya düşürebiliriz demektir.

Program hızlandırma maliyetinin hesaplanması tablosu incelendiğin-

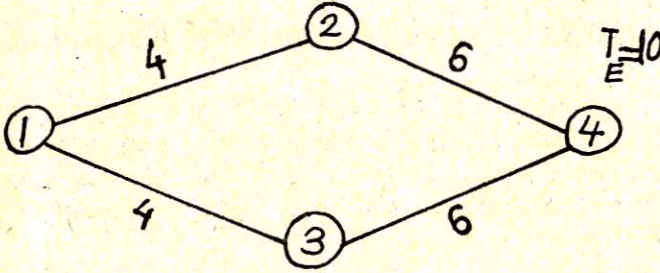


## Proje Plânlama ve Denetim

de programı hızlandıran en az maliyetli faaliyetin kritik yol üzerinde 2-4 nolu faaliyet olduğu görülür.

Süre haftalık 1.000 dolarlık bir masrafla 2 hafta azaltılabilir. Eğer bu yapılmışsa beklenen en erken tarih 12 hafta ve programın toplam maliyeti 32.000 dolar olmaktadır. Kritik yol üzerindeki 1-2 nolu faaliyet ise haftada 2.000 dolarlık bir masrafla 2 hafta azaltılabilir. Bundan dolayı da beklenen en erken tarih \$ 36.000 lik bir toplam maliyetle 10 hafta olur.

12 nolu şebekemiz incelendiğinde hem (1-2-4) ve hem de (1-3-4) yolların kritik yollar olduğu görülür. Zira her iki yolda projenin tamamlanması için 10 haftayı gerektirmektedir.



**No: 13 1-2 ve 2-4 faaliyetleri için sıkışık zamanlar**

Bundan dolayı, diğer yolda benzer bir zaman azalması olmaksızın yollardan birinde herhangi bir zaman azalması şebekenin bitiş olayının beklenen en erken tarihini kısaltmayacaktır. (18)

### III — PROJEDE KULLANILACAK ŞEBEKE ANALİZ YÖNTEMİNİN SEÇİMİNDE KRİTERLER

Şimdiki sorunumuz bir projede esasları aynı fakat yaklaşımları farklı olan CPM ve Pert'ten hangisinin kullanılacağıdır. Hemen şunu söyleyebiliriz ki; birinin diğerine tercihinde projenin tipi veya programın ihtiyaçları rol oynar. Zamanın tam olarak tahmin edilebildiği, maliyetlerin önceden tespit edilebildiği an CPM, Pert'ten daha iyidir diyebiliriz. Bu tip projelerin tipik örneğini materyel ve işçilik masraflarının önceden tam olarak tayin edilebildiği inşaat proje-

(18) JAMES H. DONNELLY, JOHN M. İVANCEVİCH, Analysis for Marketing Decisions, Richard D. İrvin Illinois 1970, S. 180-184.



leri teşkil eder. Bununla beraber, oldukça yüksek bir belirsizlik veya zaman ve maliyetler üzerinde denetim ihtiyacı olduğu zaman Pert, CPM'e nazaran daha iyi bir seçim olur. (19) Bir çok pazarlama projeleri (Örneğin, yeni bir mamülün piyasaya tanıtımı, yeni bir satış mağazasının açılması, yeni alınan satış elemanlarının eğitilmeleri, satış bölgelerinin yeniden organizasyonu, özel bir reklâm kampanyasının yürütülmesi, memleket çapında bir tüketici anketinin yapımı gibi) bu kategoriye girdiği için pazarlamada Pert önem taşımaktadır. (20) Onun içinde etüdümüzde, mamül planlaması programlarında geniş bir kullanma alanı olması nedeniyle, Pert'e CPM'e nazaran daha fazla ağırlık verdik diyebiliriz.

## C — SON YILLARDA ORTAYA ÇIKAN YENİ YÖNTEMLER

Türkiye'de uygulanmamakla beraber Amerika'da yaygın olarak kullanılan Pert'in geliştirilmesiyle meydana gelmiş oldukça çok proje plânlama ve denetim yöntemi vardır. Ancak biz burada, bu yöntemlerden birkaçının ismini saymakla ve kısaca açıklamakla yetineceğiz.

### 1 — Denge Çizgisi Yöntemi :

Projenin tamamlanmasını etkileyen önemli faaliyetlerin süreleri üzerinde duran bir üretim planlama ve denetim yöntemidir. Pert yöntemine çok yararlı bir ektir. Genellikle projede, projenin ilk mamülün yapımına kadar olan kesiminin planlama ve denetiminde Pert uygulanmakta, malın büyük ölçüde yapımı başladığında ise denge çizgisi, projenin geri kalan kesimini denetlemekte Pert'e nazaran daha uygun olmaktadır. Zira denge çizgisi kronolojik bilgileri daha hızla ortaya koymakta ve bu sebepten de proje boş zamanlarının daha çok kısılmasını sağlamaktadır. (21)

---

(19) A.g.k., S. 179 - 180

(20) PHİLİP KOTLER, Marketing Managment: Analysis, Planning and Control, Prentice Hall Inc, New Jersey 1967, S. 163.

(21) LEVİN - KIRKPATRİCK, S. 142; A. T. ARMSTRONG - WRİGHT. S. 105 - 109.



**2 — En düşük Maliyet Tahmini ve Programlama Yöntemi :**

Projeyi hazırlama ve tamamlamanın en hızlı ve en ekonomik yolunu bulmaya yarıyan bir yöntemdir.

Amacı projenin en az maliyetle gerçekleşmesi için optimum proje zamanını tesbittir. Orijinal Pert kavramından oldukça farklıdır. Çünkü her işlem için sadece zaman değerini vermekle kalmayıp aynı zamanda maliyetleri de vermektedir. İlk defa IBM tarafından ortaya atılan bu yöntem şebeke analizleri için çok önemli sayılmaktadır. (22)

**3 — Yönetim Planlama ve Denetim Yöntemi :**

Mali verilerle, insan gücüne ait verilerin, muhasebeye ve program yöneticilerine ulaştırılmasında kullanılan bu yöntem, yöneticiye proje başlangıcından o güne kadar harcanmış ve tahsisi yapılmış paralarla ilgili verileri temin ederek yöneticinin doğru bir maliyet tahmini yapmasını sağlar. (23)

**4 — İnsan gücü Kullanımı :**

Bu yöntem Proje içinde insan gücünün optimum dağılımını düzenlemekte kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde yöneticiler eldeki insan gücünü proje içinde dağıtabilmekte, ve iş yükünde ve görevlerde yapılacak değişikliklerin proje amaçları üzerindeki olası etkilerini tahminliyebilmektedirler. (24).

**5 — Kaynak Dağıtım ve Birden çok Projenin Programlanması :**

Hammade, malzeme, insan gücü ve paranın bir projedeki faaliyetler arasında veya birden çok projenin bir arada yürütülmesi halinde projeler arasında en uygun dağıtım yöntemidir.

---

(22) A. T. ARMSTRONG - WRIGHT, S. 62 - 72; LEVİS N. GOSLİN, The Product Planning System, Richard Irvin Inc. Illinois 1967, S. 81.

(23) LEVİN - KIRKPATRİCK, S. 146.

(24) A.g.k., S. 141 - 142.



**6 — İşlem Denge Hattı Değerlendirilmesi :**

Bir programın tahmin, ölçme ve raporlama tekniğidir.

**7 — Yöneticiler İçin Elektronik Değerlendirme Yöntemi :**

Elektronik makinalara uygulanabilecek şekilde tertip edilmiş olan bir planlama, programlama ve uygulama yöntemidir. (25)

**IV — SONUÇ :**

Etüdümüzün birinci bölümünde klasik yöntemler olarak incelediğimiz Gantt cetvelleri, gerçekte kullanma gücünü yitirmiş, terk edilmiş yöntemler değillerdir. Klasik olmaları, çok hızlı gelişmeler kaydedilmiş olan 2. Dünya Savaşı sonrası döneminden önce ortaya atılıp uygulanmış olmalarındandır. Grafik analizine dayanan bu cetveler bu gün bile değerlerinden hiçbirsey kaybetmeksizin yöneticinin elinde bir planlama aracı olarak kullanılmaktadır.

Grafik analizinin büyük projelerin denetimindeki yetersizliği nedeniyle ikinci bölümde şebeke analizi üzerinde durduk. Gerçi şebeke analizinin her derde çare bulucu bir ilaç olduğunu iddia etmiyoruz, fakat son birkaç yıl içinde birçok firma ve Devlet Planlama Teskilatınca da kabul edildiği gibi bu analizler proje planlama ve denetim alanına büyük venilikler getirmişlerdir. Gerçekten de 2. plan döneminde yapılan Keban Barajı ve Petrol Kimya İzmit Rafinerisi yapım projeleri Pert tekniği çalışmalarının tipik örneklerini teşkil etmektedir.

Üçüncü bölümde Türkiye'de uygulama alanı bulunmamakla beraber orijinal Pert yönteminin geliştirilmesiyle oluşan yeni yöntemlerden bazılarına değindik. Ancak burada bir noktaya dikkatleri çekmemizin verinde olacağı kanısındayız. Söyle ki: Ne Gantt cetvelleri ne CPM ne Pert ve ne de üçüncü bölümde bahsedilen yeni yöntemler işletmecinin problemlerini onun namına çözemezler. Bu yöntemler sadece işletmecive problemlerin neler olduğunu, bunların gerçekçi bir şekilde çözümünün nasıl olabileceğini göstermevararlar. Onun için işletmecinin tecrübesinin, sağ duyusunun, zekâsının, sorunları kavrama kabiliyetinin yerine geçemez, fakat karar vermede işletmeci için çok değerli birer araç olabilirler.

(25) ROBERT W. MILLER, Schedule, Cost, and Profit Control With Pert, Mc Graw Hill Book Com., New York 1963, s. 207 - 215.