

Proje Planlama Teknikleri ve Madencilik Projelerine Uygulanması

Project Planning Techniques and
Their Application on Mining Projects

AliKAHRİMAN (*)
Yakup CEBECİ (**)
Mehmet CANBAZOĞLU (***)

ÖZET

Kabul edilen bir yatırım projesinin uygulanması, projenin hazırlanması kadar önemlidir. Büyük kaynak harcanarak hazırlanan ve kabul edilen bir proje, zamanında tamamlanmalıdır.

Bu yazıda, CPM ve PERT gibi proje planlama teknikleri ve madencilik projeleri ile başka çalışmalara uygulamaları ele alınmıştır. Ayrıca konuya ilişkin bir örnek verilmiştir. Bu tekniklerin büyük boyutlu projelerde uygulanmasının yararlarına ve madencilik projelerine uygulanmasının gerekliliğine değinilmiştir.

ABSTRACT

Application of an accepted investment project is as important as to design. The project designed and accepted by spending great source must be completed on time.

This paper deals with the investigation of the CPM and PERT project planning methods and their application on the mining projects and on the other works. A simple example is also given about the subject. It is mentioned that these methods are very useful to manage the large size project and it is necessary to apply for all mining projects.

(*) Öğr. Gör., C. Ü.Müh.Fak. Maden Müh. Böl., SİVAS

(**) Arş. Gör., CÜ Müh. Fak. Maden Müh. Böl., SİVAS

(***) Doç.Dr., CÜ Müh. Fak. Maden Müh. Böl., SİVAS

1. GİRİŞ

Ülkelerin kalkınmalarına sistemli bir şekilde katkıda bulunacak önemli araçlardan biri proje kavramıdır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde var olan kıt kaynakların, maksimum yarar sağlayacak tarzda, savurganlığa meydan verilmenden tüketilmesi konusu ise çok daha önem taşımaktadır. Kıt kaynakların en etkin şekilde kullanılmasını sağlamak ise ancak proje bazında yaklaşımlarla olanaklı olur.

Kişi ve kuruluşların çok yönlü çabalarına rağmen, projelerin çoğu zamanında tamamlanamamaktadır. Bu ise maliyetlerin yükselmesine, kaynakların atıl bırakılarak beklenen yararın zamanında sağlanamamasına neden olmaktadır. Özellikle yatırım projelerinin zamanında, öngörülen süre ve maliyetlerle bitirilememesinin en önemli nedenleri; sistematik ve etkin proje planlama tekniklerinin gereğince kullanılmaması ve yönetim kusurlarıdır.

Teknolojideki hızlı gelişmelerden madencilik projelerinin hazırlanmasında da yararlanılması doğaldır. Ancak etkin proje planlama tekniklerinden yararlanılarak, bu gelişmeleri optimum kaynak kullanımı ve en fazla fayda sağlayacak şekilde uygulamaya yansıtma daha çok önem taşımaktadır.

Günümüz projelerinin artan karmaşıklığı nedeniyle, klasik planlama tekniği olan çubuk diyagramlar yetersiz kalmaktadır. Bilgisayar kullanımının artan yaygınlığı ve kolaylığı da dikkate alınarak madencilik projelerinin planlanmasında, daha etkin analitik tekniklerden CPM (Critical Path Method) ve PERT (Project Evaluation and Review Technique)den yararlanmak gerekmektedir. Böylece proje yönetimindeki esas aşamalar olan planlama, uygulama, izleme, değerlendirme ve kontrol fonksiyonlarının tümü birden ve sayısal verilerle gerçekleştirilebilecektir. Karşılaştırmalar zamanında yapılabilecek ve sapmaların düzeltilmesi için önlemler alınabilecektir. Böylece istenen amaca ulaşmak mümkün olabilecektir.

2. MÜHENDİS VE PROJE KAVRAMLARI

Mühendis, kendi ihtisası ile ilişkili olarak işlerliği bulunan alternatif üretim yöntemlerinin tasarımını yapan ve bunları karşılaştırarak en uygun ekonomik boyut vereni saptamaya çalışan kişi olarak tanımlanabilir. Çok kısa bir tanımlama yapmak gerekirse; mühendis bir projedir, denilebilir.

Proje, ekonomik ve teknik yapılabiliğe sahip en düşük yatırım olarak ya da bir toplumda belirli bir zaman içinde mal ve hizmetlerin üretimini artırmak için, bazı olanakları yaratma, genişletme ya da geliştirmeye dönük bir öneri olarak tanımlanabilir (DYB, 1985).

Proje kavramını, proje yönetimi yönünden de; bütün iş tamamlanmadan önce belirli bir sırada yapılmak zorunda olan, birbiri ile ilişkili faaliyetler kombinasyonu şeklinde tanımlamak mümkündür. Daha geniş bir ifade ile proje, belirli bir amacı olan ve bir zaman süresi içinde birbiri ile ilişkili faaliyetlerin gerçekleştirilmesi suretiyle tamamlanan bir sistem çalışması olarak da tanımlanabilir (Hallaç, 1983).

Bu tanımlamalardan hareketle bir projenin karakteristikleri;

1. Tek ve belirli bir amaç,
2. Geçici bir organizasyon,
3. Sınırlı zaman ve kaynaklar,
4. Kaynak ihtiyacında dalgalanmalar,
5. Birbiri ile ilişkili faaliyetler dizisi ve
6. Dışarıdan ortaya konulan kısıtlamalar olarak sıralanabilir (Soysal, 1986).

3. PROJELERDE KULLANILAN KAYNAKLAR

Projelerde kullanılan kaynaklar şu şekilde sıralanabilir.

3.1. Zaman

Projelerde kullanılan en önemli kaynak olup, proje yöneticilerinin en önemli görevi projenin zamanında bitirilmesini sağlamaktır.

3.2. Finansman

Her projenin bir finansman gereksinimi olacağı açıktır. Dolayısıyla her projenin bir maliyeti vardır. Bir proje uygulamasında değişik zamanlarda değişik miktarlarda finansman ihtiyacı doğabilir. Her faaliyetin gereksinime doycacağı zamanda karşılanmak üzere, finansmanının önceden planlanmış olması önem taşır.

3.3. İşçilik

Projelerin uygulanması sırasında; projeyi oluşturan faaliyetler dizisinin karakterine uygun olarak değişik nicelik ve nitelikte personelin kullanılması gerekir. Projenin tüm süresinde farklı yapı ve karakterde faaliyetler için muhtelif zamanlarda, çeşitli nicelik ve nitelikte personele

ihtiyaç olabilir. Bu nedenle iyi bir personel planlaması gereklidir.

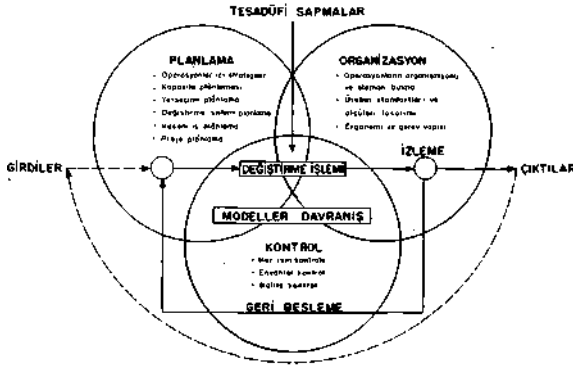
3.4. Malzeme - Teçhizat

Projelerin gerçekleştirilmesinde çeşitli malzemelere ve teçhizata ihtiyaç duyulur. Her faaliyetin sırası geldiğinde kullanacağı malzemelerin ve teçhizatın hazır tutulması gerekir. Bu nedenle malzeme ve teçhizat temini ve gerekli finansmanın sağlanması önem taşır.

3.5. Teknik, İdari Personel

Projenin yürütülmesinde ve başarılı sonuçlandırılmasında önemli etkenlerden biri de; teknik, idari ve yönetici personelin bulunmasıdır. Bu konuda yeterli deneyimi olan, yetenekli, eğitilmiş yöneticilere de ihtiyaç duyulacaktır.

Projede kullanılacak kaynaklar sınırsız değildir. Bu nedenle en düşük kaynak tüketimi ile en düşük maliyetle projelerin gerçekleştirilmesi temel hedeftir.



Şekil 1. Proje yönetimi yapısı

4. PROJE PLANLAMADA AMAÇLAR

Proje planlamada çeşitli amaçlar sözkonusu olabilir. Amaca göre de yapılacak planlar farklılık arzedecektir.

Bu amaçlar şu şekillerde ortaya konulabilir.

- Eldeki kaynaklar çerçevesinde projenin en kısa sürede bitirilmesi.
- Önceden belirlenmiş olan proje süresi içinde projenin en az kaynak kullanımı ile sonuçlandırılması.
- Projenin, maliyetini en az yapacak bir süre içinde tamamlanması.

Bu amaçlardan seçilen herhangi birini gerçekleştirmek için planlar yapıldığında; belirli süre, maliyet ve kaynak ihtiyacı olan proje faaliyetleri

olurlu bir şekilde seri ve paralel olarak düzenlenir. İlişkileri planda gösterilir (Hallaç, 1983; Gençyılmaz, 1986; Soysal, 1986).

5. PROJE YÖNETİMİ

Proje yönetimi, genel olarak, örgüt amaçlarının (mal ve hizmet üretmek) gerçekleştirilmesi için, üretim faktörlerini biraraya getirme, planlama, örgütlenme, yürütme, uyumlaştırma ve denetim işlevlerine ilişkin, ilke ve tekniklerin, sistemli bir şekilde uygulanması faaliyetlerinin tümü olarak tanımlanabilir. Yönetimin bu işlevleri, proje yönetimi için de geçerlidir. Projenin planlanması, uygulamaya konulması, izlenmesi, raporlanması, gelişmelerin değerlendirilmesi ve aksaklıkların giderilmesi işlerinin bir organizasyonla sağlanması, projenin istenen zamanda gerçekleştirilmesi için önem taşımaktadır.

Bunun için proje faaliyetlere ayrılır, faaliyetlerin birbiri ile ilişkileri belirlenir. İş analizlerinden yararlanılarak standartlar oluşturulur, faaliyetlerin süresi, ihtiyaç duyacağı kaynaklar saptanır. Daha sonra kaynaklar temin edilerek uygulamaya geçilir. Uygulama sırasında faaliyetler izlenir, denetlenir. Bu aşamada süre ve kaynak açısından saptamalar tespit edilerek ve gerekli değerlendirmeler yapılarak yeni önlemler alınır. Böylelikle proje etkin bir şekilde gerçekleştirilebilecektir. Bu işlemler için ise yetkin kişilerden oluşan bir proje yönetimi olmalıdır. Yukarıda kısaca özetlenmeye çalışılan proje yönetiminin Şekil Vdeki gibi bir diyagram üzerinde şematize edilmesi mümkündür (Shafer ve diğerleri, 1965; Moder ve Phillips, 1970; Ercan, 1986).

6. PROJE PLANLAMA TEKNİKLERİ

Proje planlama ve kontrol işlerinde yaygın olarak kullanılan teknikler şunlardır.

FAALİYETİN ADI	1. YIL				2. YIL			
	I. ÜÇ AY	II. ÜÇ AY	III. ÜÇ AY	IV. ÜÇ AY	I. ÜÇ AY	II. ÜÇ AY	III. ÜÇ AY	IV. ÜÇ AY
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								

Şekil 2. Çuouk atıyagramı

6.1. Çubuk (GANTT) Diyagramlar

Yakın zamana kadar en iyi bilinen ve en çok uygulanan proje planlama tekniğidir. Küçük ve orta büyüklükteki projelerde yaygın bir kullanımı hâlâ devam etmektedir (Şekil 2).

Olasılık arzeden işlerde kullanılmaması, proje süresi içinde kritik faaliyetler zincirini ve faaliyetlerin kendi içindeki ilişkilerini gösterememesi olumsuz yanıdır. Pratik ve kolay anlaşılır bir yöntem olması ise olumlu yanıdır.

Yöntemin esası: Yatay bir zaman ekseninde her faaliyetin başlama ve bitiş zamanlarını belirleyen çubuk diyagramlardır. Uygulamada planlanmış bir faaliyetin gerçekleşme durumu ile doğruya (çubuğa) paralel olarak çizilen ikinci bir doğru ile gösterilmektedir.

6.2. PERT (Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği)

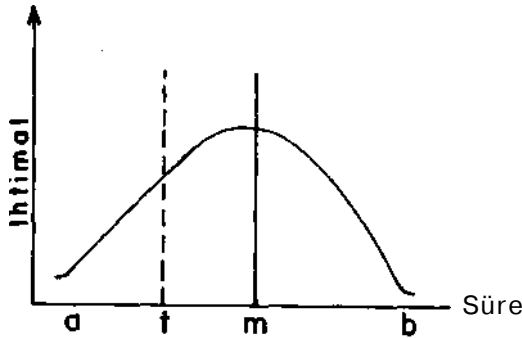
Proje süresini ve herhangi bir aşamada zamanlanmış sürenin, ne kadar önünde ya da gerisinde bulunduğu konusunda net bilgiler sunabilen zaman esaslı bir planlama tekniğidir. Zaman birimi olarak, genellikle hafta alınır.

PERT, genellikle yeni projelerde kullanılır. Bu nedenle faaliyetlerin sürelerini benzer projelerden yararlanarak belirlemek mümkün değildir. Faaliyet süresinde belirsizlik vardır. Bu nedenle de her faaliyet için 3 zaman tahmini yapılır. Bu tip projelerin faaliyet sürelerinde olasılıklar sözkonusu olacaktır. Olasılığı en yüksek olan değere, beklenen değer denir. Bunun tanımlanması gerekir.

a- En iyimser zaman (a) : En olumlu koşullar altında, bir faaliyetin tamamlanabilmesi için kullanılacak en kısa zamanın tahminidir.

b- En kötümser zaman (b) : Bir faaliyeti tamamlayabilmek için, düşünülen en uzun zaman tahminidir.

c- En muhtemel zaman (m) : İyimser ve kötümser zaman tahminleri arasındaki zaman tahminidir. Tahmin edilen diğer iki zamanın en kötü ve en iyimser taraflarını atmak suretiyle tanımlanabilir.



Şekil 3. Beta dağılımı

Bu özelliği nedeniyle BETA dağılımı (Şekil 3)PERT türü projelere uygulanabilmektedir. Böyle bir dağılımda, faaliyetin beklenen zaman değeri (t); şu şekilde tanımlanabilir.

$$t = [2m + (a+b) / 2] / 3 \text{ ya da } t = (a + 4m + b) / 6$$

Bu şekilde projeyi oluşturan faaliyetlerin süreleri, beklenen değerle hesaplanır. Bu tür projelerde tamamlanma süresi (hesapla bulunan) olasılığı %50 düzeyinde olacaktır. Her faaliyet için beklenen değer bulunduktan sonra, CPM tekniğinde açıklanan hesap yöntemi ile, projenin tamamlanma süresi ve kritik faaliyetler bulunabilir (Moder ve Phillips, 1970; Hallaç, 1983; DYB, 1985).

6.3. CPM (Kritik Yörünge - Yol Metodu)

CPM 'de PERT gibi zaman esaslı bir planlama tekniğidir. Genellikle daha önce benzerleri uygulanmış olan ve faaliyetlerinin süreleri benzer projelerden belirlenmiş olan ya da bilinen tip projelere uygulanan bir yöntemdir. CPM 'de maliyet önem taşıyabildiği halde, PERT de ilk defa uygulamadan dolayı önem taşımayabilir.

CPM, günümüz projelerinin artan karmaşıklığı nedeniyle projenin uygulamasında etkinliği artıran çok önemli bir tekniktir. Yatırımların ana ve detay iş programlarının, bu teknikle yönetilmesi; kişi ve kuruluşlara çok önemli yararlar getirmektedir.

Madencilikte de projelerin ana ve detay iş programlarının, CPM tekniği ile değerlendirilmesi, kuşkusuz, projelerin en az kaynak tüketilerek, zamanında gerçekleştirilmeleri açısından çok büyük yararlar sağlamaktadır. Klasik yönetim biçiminin yerini çağın gerçeklerini dikkate alan, sayısal karar verme tekniklerini kullanarak, alternatif karar önerileri arasında tercihini yapan yönetici biçimine terkedeceği dikkate alınırsa, bu yöntemin önemli bir karar aracı olacağı açıktır.

6.3.1. CPM'de Aşamalar

1. Planlama aşaması: Bu aşamada proje ayrı faaliyetlere bölünür. Her faaliyetin süresi tahmin edilir ve şebeke diyagramı, herbiri ayrı faaliyetleri temsil eden oklarla kurulur. Bu şekilde çizilen şebeke diyagramı projenin faaliyetleri arasında ilişkileri temsil eden bir çizelgedir.

Bu aşamada farklı işler ayrıntıları ile incelenebileceği gibi proje için program geliştirmede de yararlanılır.

2. Programlama aşaması: Her bir faaliyet için başlama ve bitiş zamanını gösteren bir zaman diyagramını hazırlamak bu aşamanın en önemli özelliğidir.

Bir diyagram, belirlenen faaliyetin diğer proje faaliyetleri ile ilişkisini de ortaya koyar. Ayrıca bu program projenin zamanında tamamlanması için özen gerektiren zaman açısından kritik faaliyetleri de gösterir.

Kritik olmayan faaliyetler için ise geciktirildikleri zaman ya da kısıtlı kaynaklar etkin bir şekilde kullanıldıklarında kullanılması avantajlı olan gecikme miktarı ya da serbestlik süresini de göstermelidir. Bu yolla da kaynak tahsisi ya da kaynak düzleştirme problemleri en uygun şekilde çözümlenebilecektir (Hallaç, 1983; DYB, 1985; Gençyılmaz, 1986).

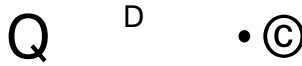
3. Kontrol aşaması: Düzenli aralıklarla proje için ilerleme raporları düzenlemek aşamanın özelliğidir. Bu amaçla şebeke diyagramı ile zaman diyagramı kullanılır. Bu aşamada proje güncelleştirilir. Tüm faaliyetler süre ve kaynak kullanımını yönünden analiz edilir. Gerekli önlemler alınarak projeye dinamizm kazandırılır.

6.4. CPM'de Şebeke Diyagramı Hazırlama

Proje için şebeke diyagramı hazırlanması suretiyle faaliyetler ve ilişkileri ile kullanılacak kaynaklar belirlenir. Diyagram hazırlama, proje planlamada ilk adımdır.

6.4.1. Şebeke Hazırlamada Temel Tanımlar

Faaliyet: Projenin zaman ve kaynak tüketen herhangi bir parçasıdır. Başlangıç ve bitimi tanımlanabilir. Şebeke içinde oklarla gösterilir. Süresi ok üzerinde yazılıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Faaliyet

Olay: Faaliyetlerin başlama ve bitim noktalarıdır. Gerçekleşmesi için herhangi bir süre gerekmez. Şebeke içinde küçük bir daire (Düğüm) ile gösterilir (Şekil 5a).



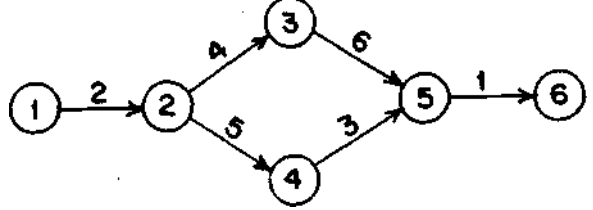
Şekil 5. Olay (a) ve boş faaliyet (b)

Boş (Kukla) Faaliyet: Bir faaliyetin başka bir faaliyetle yalnız bağımlılığını gösterir. Bu nedenle "bağımlılık oku" olarak adlandırılır (Şekil

5-b).

Böyle bir faaliyetin süresi sıfır olup kesikli çizgili bir okla gösterilir. Okun yönü bir önceki faaliyete göre belirlenir.

Şebeke: Bir projenin grafik olarak gösterilmesi şeklindedir. Projedeki faaliyetler arasındaki ilişkiyi gösterir. Ok ve düğümlerden oluşur (Şekil 6).

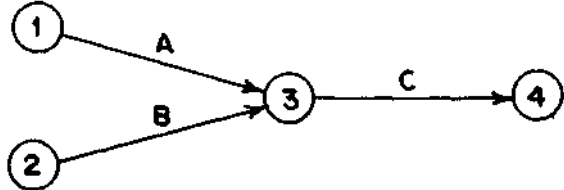


Şekil 6. Şebeke

6.4.2. Şebeke Diyagramı Hazırlama Kuralları

A-Temel kurallar

1- Bir faaliyetin başlayabilmesi için; kendisinden önceki tüm faaliyetlerin bitirilmiş olması gerekir (Şekil 7).



Şekil 7. Kural 1

2- Oklar yalnız mantıksal öncelikleri gösterir. Uzunluğunun önemi yoktur.

3- Şebeke başlangıç olayının gerçekleşme zamanı sıfırdır (Hallaç, 1983; DYB, 1985; Gençyılmaz, 1986).

B- Bilgisayar kullanım kuralları

1- Bir şebekede aynı olay birden fazla kullanılmaz.

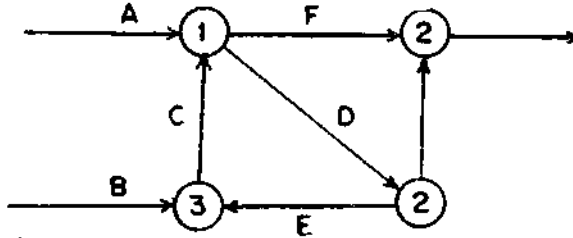
2- İki olay birden çok faaliyet ile birbirine bağlanamaz.

3- Şebekenin yalnız bir başlangıç olayı ve yalnız bir bitim olayı olabilir (Hallaç, 1983; DYB, 1985; Gençyılmaz, 1986).

6.4.3. Şebeke Diyagramı Hazırlamada Mantıksal Hatalar

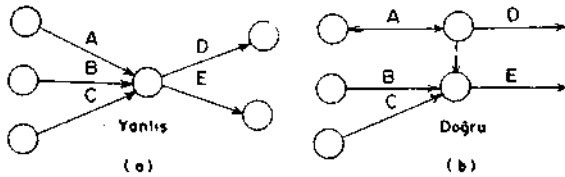
1. Döngü oluşturma: Şekil 8'deki C,D,E faaliyetleri döngü oluşturmaktadır. Bu ise, istenmeyen bir durumdur.

Burada D faaliyeti, A ve C'den sonra başlar. Oysa C ise E'ye dolayısıyla D'ye bağlı olarak başlayacaktır ki bu durumda D'nin başlaması mümkün değildir. Bir döngü hatası söz konusudur.



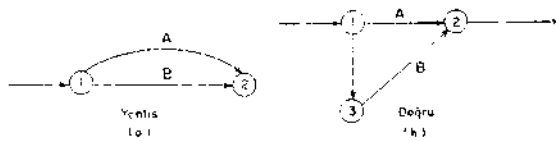
Şekil 8. Döngü oluşturma

2. Yanlış bağımlılık: Şekil 9a'daki D faaliyeti yalnızca A faaliyetine bağımlı ise, gösterim yanlıştır. Boş faaliyet kullanılarak Şekil 9-b'deki gibi düzeltilmelidir.



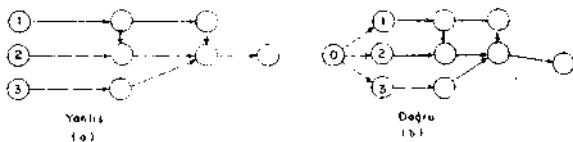
Şekil 9. Yanlış bağımlılık

3. Eş faaliyetler: İki olayı, birden fazla faaliyetle göstermemek gerekir. Eğer bilgisayarda faaliyetler, olay numaralarına göre tanımlanıyorsa; A ve B faaliyetleri eş faaliyet olarak tanımlanır. İki faaliyet arasında bir fark olmaz (Şekil 10).



Şekil 10. Eş faaliyet

4. Tek bir başlangıç ya da bitim olayının olmaması: Şekil 11a'da gösterilen durum bazı bilgisayar kodları için hatalı bir gösterim olabilir. Boş faaliyet kullanılarak Şekil 11b'deki gibi düzeltilmelidir (Gençyılmaz, 1986).



Şekil 11. Tek başlangıç olayı

6.5. Şebeke Programlama

Projenin tamamlanma süresi ve faaliyetlerin ne zaman başlayıp bitirileceği hesaplanmalıdır. Hesaplama işlemi iki aşamada gerçekleştirilir. 1. Aşamada, ileriye doğru hesaplama yapılarak her faaliyetin en erken başlama ve bitme zamanları belirlenir. 2. Aşamada ise, geriye doğru hesaplama yapılarak, her faaliyetin izin verilen en geç başlama ve bitiş zamanları elde edilir. Hesaplama için, son olayın izin verilen gerçekleşme zamanının verilmesi gerekir. Hesaplama da zaman birimi olarak tercihen iş günlerini ya da hafta almak uygun olur. Bu şekilde yapılan hesaplarla bulunan zamanlar; gerekirse takvim haline dönüştürülür (Moder ve Phillips, 1970; Halaç, 1983; DYB, 1985; Gençyılmaz, 1986).

6.5.1. Hesaplamalar

Hesaplamalarda kullanılan semboller şunlardır.

(i-J) : Başlangıç olayı numarası i, bitiş olayı numarası J olan faaliyet,

D (i,J) : (i-J) faaliyetinin sürmesi,

E (i) : i olayının en erken gerçekleşme zamanı,

L (i) : i olayının en geç gerçekleşme zamanı,

ES (i, J) : (i- J) faaliyetinin en erken başlama zamanı,

EF (i,J) : (i- J) faaliyetinin en erken bitim zamanı,

LS (i, J) : (i, J) faaliyetinin en geç başlama zamanı,

LF (i, J) : (i, J) faaliyetinin en geç bitme zamanı,

TB (i, J) : (i, J) faaliyetinin toplam gevşeklik (Bolluk) zamanı,

T (S) : Projenin tamamlanması için programlanan zaman.

6.5.1.1. İleriye Doğru Hesaplama

İleriye doğru hesaplamada dikkat edilecek kurallar şunlardır:

1 - Proje başlangıç olayı gerçekleşme zamanı sıfırdır:

$$E(i) = 0$$

2-Bütün faaliyetler, kendinden önceki faaliyetler biter bitmez başlar:

ES (i, J) = En fazla EF (hemen önceki faaliyetler).

3- Bir faaliyetin erken bitme zamanı, erken başlama zamanı ile faaliyetin süresinin toplamına eşittir:

$$EF(i,J) = ES(i,J) + D(i,J).$$

6.5.1.2. Geriye Doğru Hesaplama

Geriye doğru hesaplama yapılmaya geçebilmek için; projenin tamamlandığı olay için izin verilen en geç zamanın (yöneticilerce keyfi olarak belirlenen zamandır) bilinmesi gerekir. Eğer bu T (S) zamanı keyfi olarak alınmıyorsa, projenin son olayı için ileri doğru hesapla elde edilmiş bulunan en erken gerçekleşme zamanı olarak kabul edilir. Bu varsayım sonucunda, şebekedeki faaliyetlerin, oluşturduğu yollardan en az birisinin gevşekliği (Bolluğu) sıfır olur.

Keyfi olarak verilen T(S) zamanı kabul edilirse, yolun gevşekliği pozitif, sıfır ve negatif olabilir.

Geriye doğru hesaplamada da şu kurallara uyulmalıdır:

1- Projenin son olayının en geç bitme zamanı (t), ya keyfi olarak seçilen T(S) zamanında; ya da ileriye doğru hesaplama ile bulunan en erken gerçekleşme zamanına eşit kabul edilir;

$$L(i) = t = T(S) \text{ ya da } E(i).$$

2- (i, J) faaliyetinin en geç bitme zamanı kendisinden hemen sonra gelen faaliyetlerin en geç başlama zamanlarının en azına eşittir:

$LF(i, J) = \text{En az LS (Hemen sonraki faaliyetler)}$.

3- (i, J) faaliyetlerinin en geç başlama zamanı, en geç bitme zamanından faaliyetin süresi çıkarılarak bulunur:

$$LS(i-J) = LF(i, J) - E(i, J),$$

İleriye ve geriye doğru hesaplar düzenlenecek bir çizelge ile çok daha kolay çözümlenebilecektir.

6.6. Kritik Yolun Belirlenmesi

Kritik Yol: Şebeke diyagramının başlama ve bitiş olaylarını birleştiren kritik faaliyetler zinciri olarak tanımlanabilir. Başka bir ifade ile kritik yol, projenin tüm kritik faaliyetlerini tanımlar.

Kritik yol faaliyetleri aşağıdaki şekilde bulunur.

1- $1 = T(S)$ kabul edilen projeler için proje başlangıcından bitimine kadar bolluklarının toplamı en az olan faaliyetler kritiktir.

2- $1 = E(i)$ alınan faaliyetler için,

Sıfır toplam bolluklu faaliyetler kritik faaliyetlerdir. Kritik yol şebekedeki en uzun yoldur.

Toplam bolluk ise, projedeki bir faaliyetin, projenin tamamlanma süresini etkilemeden uzayabileceği süredir ve

$TB = LF(i, J) - ES(i, J) - D(i, J)$ formülü ile bulunur.

Kritik yol üzerindeki faaliyetlerin toplam bolluklarının sıfır ya da en düşük olacağı açıktır.

Tüm bilgiler tablo üzerinde gösterilerek kritik yol ve proje gerçekleşme süresi bulunur (Hallaç, 1986; Gençyılmaz, 1986).

7. ÖRNEK

Bir kuruluşun kendisine ait maden yatağında, açık işletme yöntemiyle cevher üretmek için hazırladığı projenin ana faaliyetleri aşağıdaki gibi olsun. Buna göre projenin tamamlanma süresini ve kritik yörüngesini bulalım (Kahriman ve diğerleri, 1986).

7.1. Proje Faaliyetleri

Faaliyet No	Faaliyetin Adı (hafta)	Süre
0-1	Arama Ruhsatı Alınması	8
1-2	Arama ve Rezerv Tespit Çalışmaları	96
2-3	Proje Hazırlama	24
3-4	İşletme Ruhsatı Alınması	10
4-5	Boş Faaliyet	0
4-6	Arazi Sorununun Çözülmesi	8
4-7	Finansman Temini ve İşletme İçin Akreditiflerin Açılması	10
4-8	Boş Faaliyet	0
4-9	Boş Faaliyet	0
5-6	Su Temini	6
6-10	Boş Faaliyet	0
6-11	Cevher Hazırlama İçin Akreditif Açılması	6
6-12	Patlayıcı Madde Deposu Yapımı	12
6-13	Yol Yapımı	10
6-16	İdan-Sınai Tesislerin Yapımı	30
6-18	Cevher Hazırlama Tesislerinin Yapımı	24
6-20	Sosyal Tesislerin Yapımı	60
7-13	İşletme Amaçlı Makina Ekipman Siparişi	4
13-14	İşletme Makina Ekipmanının Ocağa Nakli ve Montajı	24
8-14	Enerji Nakil Ekipmanının Çekilmesi	8
9-14	İşletme Teçhizatı Personeli Temin ve Eğitimi	10
11-17	Cevher Hazırlama Makina Ekipman Siparişi	4
12-15	Patlayıcı Madde Temin	4
14-15	İşletme Makinaları Deneme Çalışmaları	2*
15-15	Düzeltilme Dekapajı	8
17-18	Cevher Hazırlama Makinaları Temini ve İşyerine Naldi	12
18-19	Cevher Hazırlama Tesislerin Montaj Çalışmaları	16
10-19	Cevher Hazırlama Tesisten Personel Eğitimi	8
19-20	Cevher Hazırlama Tesisi Deneme Çalışmaları	2
16-20	Cevhere Ulaşmak Üzere Dekapaj Çalışmaları	52

7.2. Örnek Şebeke Diyagramı



Şekil 12. Örnek şebeke

7.3. Hesaplama Çizelgesi

Faaliyet No	Faaliyet Süresi	Başlama ES	Zamanı LS	Bitme Zamanı EF	Toplam LF	Açıklama Bolluk
0-1	8	0	0	8	8	0 Kritik
1-2	96	8	8	104	104	0 Kritik
2-3	24	104	104	128	128	0 Kritik
3-4	10	128	128	138	138	0 Kritik
4-5	0	138	140	138	140	2
4-6	8	138	138	146	146	0 Kritik
4-7	10	138	142	148	152	4
4-8	0	138	172	138	172	34
4-9	0	138	170	138	170	32
5-6	6	138	140	144	146	2
6-10	0	146	232	146	232	86
6-11	6	146	202	152	208	56
6-12	12	146	166	158	178	20
6-13	10	146	146	156	156	0 Kritik
6-16	30	146	160	176	190	14
6-18	24	146	200	170	224	54
6-20	60	146	182	206	242	36
7-13	4	148	152	152	156	4
13-14	24	156	156	180	180	0 Kritik
8-14	8	138	172	146	180	34
9-14	10	138	170	148	180	32
11-17	4	152	208	156	212	56
12-15	4	158	178	162	182	20
14-15	2	180	180	182	182	0 Kritik
15-16	8	182	182	190	190	0 Kritik
17-18	12	156	212	168	224	56
18-19	16	170	224	186	240	54
10-19	8	146	232	154	240	86
19-20	2	186	240	188	242	54
16-20	52	190	190	242	242	0 Kritik

Proje tamamlanma süresi: 242 hafta
Kritik yörünge 0-1-2-3-4-6-13-14-15-16-20 dir.
Örnek şebeke Şekil 12'de gösterilmiştir.

8. SONUÇ

Günümüz madencilik projelerinin artan karmaşıklığı, beklenen amaç doğrultusunda gerçekleştirilmelerini güçleştirmektedir. Ancak, bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişme ve kullanımındaki yaygınlık nedeniyle, sadece hazırlanan projelerin ana faaliyetlerini değil, her faaliyetin detaylarını da CPM ve PERT gibi proje programlama tekniklerini etkin bir şekilde kullanarak yönetmek mümkündür. Böylece, esasen kıt olan kaynaklarımızın, optimum kullanımı sağlanacaktır.

Gerek yerüstü, gerekse yeraltı madencilik faaliyetlerinin tüm detayları ile birlikte, bu tekniklerle yönetilmesi, yöneticilere önemli avantajlar sağlayacaktır. Gerçekçi verilerle izleme ve gerektiğinde müdahale etme olanağının elde bulundurulması, faaliyetlerin zamanında tamamlanmasında çok önemli bir etken olacaktır.

KAYNAKLAR

- Devlet Yatırım Bankası Yayını, 1985; "Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi," Cilt I-II, Ankara.
- ERCAN, S., 1986; Sistem, Proje Yönetimi Semineri, İstanbul.
- GENÇYILMAZ, G., 1986; CPM, Proje Yönetimi Semineri, İstanbul.
- HALLAÇ, O., 1983; "Kantitatif Karar Verme Teknikleri", Cilt I, İstanbul.
- KAHRİMAN, A., PEKDEMİR, E., ÇETİN, O., 1986, "360.000 Ton Kapasiteli Silopi Harbul Asfaltit Filonu Açık İşletme Projesi", GAL, Mardin.
- MODER, J.J., PHILLIPS, L R., 1970; "Project Management with CPM and PERT", Reinhold Pub. Co., New-york.
- SHAFRER, L. R, RITTER, J.B. ve MAYER, W.L., 1965; The Critical Path Method, Me. Graw Hill.
- SOYSAL, A., 1986; "Proje Yönetimine Giriş", Seminer Notları, İstanbul.