

## *Sınırlı Kaynaklarla Proje Planlama ve Madencilğe Uygulanması*

Project Planning With Limited Sources and  
Its Application on Mining

Ali KAHRİMAN (\*)  
Mehmet CANBAZOĞLU (\*\*)

### ÖZET

Kabul edilen bir yatırım projesinin uygulaması, planlaması kadar önemlidir. Kaynakların kısıtlı olduğu bilindiğinden etkin ve akılcı kullanılmaları gerekir. Bu nedenle, büyük emek ve kaynaklar harcanarak tasarlanan ve kabul edilen proje zamanında tamamlanmalıdır.

Sınırlı kaynaklarla proje planlama tekniklerinin araştırılmasına ilişkin olan bu yazıda metotlar genel olarak açıklanmış ve her metod için birer basit örnek verilmiştir.

Bu yazıda mekanize yöntemlerin uygulanamadığı küçük bir kömür işletmesinin ana hazırlık projesi örnek olarak alınmıştır. Örnek proje uygulamasında işgücünün sınırlı olduğu dikkate alınmıştır.

### ABSTRACT

Implementation of an accepted investment project is as important as its planning. As the sources are limited eventually the accepted project which is designed with spending great sources and effort should be completed on time, it is necessary to use them efficiently and cleverly.

In this study, project planning methods with limited sources are investigated. The methods are described generally and a simple example is given for each problem.

As an example the main development work project of a small coal mine which the mechanized methods can not be applied is investigated in this paper.

It is considered that the man-power is limited during the application of example project.

(\*) Maden Y.Müh., C.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Görevlisi, SİVAS  
(\*\*) Doç.Dr., C.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi, SİVAS

## 1. GİRİŞ

Bu yazı Madencilik dergisinin Haziran 1991 sayısında yayımlanan "Madencilikte Proje Planlama Teknikleri ve Madencilik Projelerine Uygulanması" başlığı altındaki bilgilere dayanılarak hazırlanmıştır.

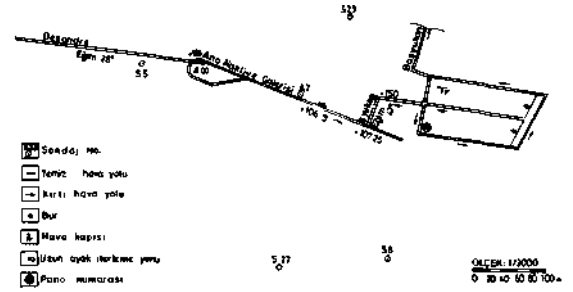
Günümüz proje yönetiminin en önemli konusu değişik konularda farklı seçenekler arasından en uygun kararı verebilmektir. Bu da ancak, proje yöneticilerinin modern proje planlama tekniklerini etkin bir şekilde kullanmaları ile olanaklı olabilir. CPM ya da PERT yöntemleriyle projeler programlandığında, verilen süre, kaynak kısıtı olmadığı varsayılarak sonuçlandırılır. Kritik yörünge tesbit edilir. Zaman diyagramı çizilir. Bu çalışmalarda, faaliyetlerin teknolojik sırası dikkate alınmaktadır. Başka bir deyişle, bir faaliyet, ancak teknolojik sırası kendinden önce gelen tüm faaliyetler bitirildikten sonra başlayabilmektedir. Eğer tüm faaliyetler, teknolojik yapılabirlikleri mümkün olur olmaz programlanırsa, erken başlamalı bir program elde edilir. Benzer şekilde, izleyen faaliyetler dikkate alınarak geç başlamalı bir program elde edilir. Her bir program birbirin-

den farklı ise, ilgili gevşek süreler (bolluklar içinde kalmak koşuluyla) faaliyetleri ileri, geri kaydırarak başka programlar elde edilebilir. (Gençyılmaz, 1986; Hallaç, 1983).

Bu programlar, yalnızca şu verilerden elde edilir:

- Faaliyetler arasındaki öncelik ilişkileri,
- Faaliyetlerin süreleri.

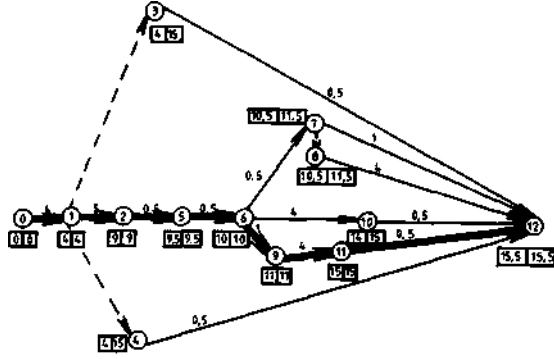
Buradan çıkan sonuç, faaliyetleri gerçekleştirmek için gerekli olan kaynakların, elde sınırsız olarak bulunduğu varsayılmaktadır. Ya da her faaliyetin kendi tanımlamalı tarihleri arasında başlatılmaları için yeterli kaynağın varolduğu varsa-



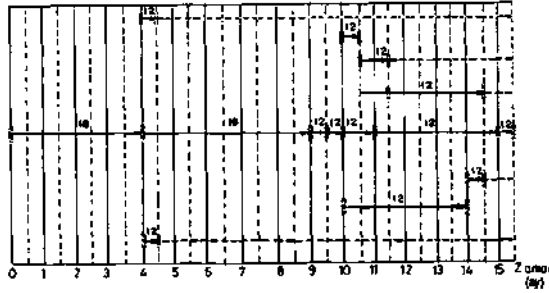
Şekil 1. Örnek imalat panosu (Köse, 1986)

Çizelge 1. Örnek Projedeki Faaliyetler ve Süreleri ile İşçi Sayıları

Faaliyet No	Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (Ay)	Kaynak (İşçi Sayısı)
0-1	Desandre sürme	4	18
1-2	Ana nakliye galerisi açma	5	18
1-3	Kukla faaliyet	-	-
1-4	Kukla faaliyet	-	-
2-5	Nakliyat başyukarı açma	0,5	12
5-6	Rekup galerisi açma	0,5	12
6-7	Damar içi 1. başyukarı sürme	0,5	12
6-10	Orta taban sürme	4	12
6-9	Damar içi başyukarı sürme	1	12
7-12	Havalandırma başyukarı sürme	1	12
7-8	Kukla faaliyet	-	-
8-12	Üst taban yolu sürme	4	12
9-11	Alt taban yolu sürme	4	12
10-12	Damar içi 2 nolu başyukarı sürme	0,5	12
11-12	Damar içi 3 nolu başyukarı sürme	0,5	12
3-12	Desandre dibi (skip için) bür açılması	0,5	12
4-12	Desandre dibi akrosaj galerisi açma	0,5	12



Şekil 2. Örnek şebeke diyagramı



Şekil 3. Erken başlamalı proje programı

Çizelge 2. örnek Projedeki Faaliyetlerle İlgili Parametreler

Faaliyet Adı	Faaliyet Süresi (Ay)	Başlama Zamanı		Bitme Zamanı		Bolluk	Açıklama
		ES	LS	EF	LF		
0-1	4	0	0	4	4	0	K
1-2	5	4	4	9	9	0	K
1-3	0	4	15	4	15	11	
1-4	0	4	15	4	15	11	
2-5	0,5	9	9	9,5	9,5	0	K
5-6	0,5	9,5	9,5	10	10	0	K
6-7	0,5	10	11	10,5	11,5	1	
6-9	1	10	10	11	11	0	K
6-10	4	10	11	14	15	1	
7-12	1	10,5	14	11,5	15	3,5	
7-8	0	10,5	11,5	10,5	11,5	1	
8-12	4	10,5	11,5	14,5	15,5	1	
9-11	4	11	11	15	15	0	K
10-12	0,5	14	15	14,5	15,5	1	
11-12	0,5	15	15	15,5	15,5	0	K
3-12	0,5	4	15	4,5	15,5	11	
4-12	0,5	4	15	4,5	15,5	11	

ES : Erken Başlama, LS: Geç Başlama, EF: Erken Bitme LF: Ergeç Bitiş, K: Kritik

yılmaktadır. Ancak bu varsayımlar pek gerçekçi değildir. Uygulamada, çoğu proje yöneticileri için, işgücü, üretim araçları ve bütçe kısıtları vardır.

Kaynak kısıtlarının şebeke programlamasına getirdiği yeni boyut ve problem konuya örnek proje üzerinde daha iyi açıklanabilecektir.

## 2. KONUYA ÖRNEK PROJE

Bir yeraltı linyit işletmesinde, üretimi gerçekleştirmek üzere, planlanan ana ve damar içi hazırlıklar Şekil 1 ; projeyi gerçekleştirmek üzere yapılacak faaliyetler ve süreleri de Çizelge 1'deki gibi olsun.

Problemin çözümü için, Şebeke diyagramı çizilir CPM ile kritik yörünge belirlenir (Gençylmaz, 1986; Hallaç, 1983; Kahrıman ve ark;1991).

Bu aşamada kaynak kısıtı söz konusu değildir. Daha sonra, sınırsız kaynak kullanımına göre programlanmış projenin, erken başlamalı za-

man diyagramı; Şekil 3' deki gibi çizilir.

Şekildeki okların uzunlukları, faaliyet süreleri ile orantılıdır. Üzerlerindeki rakamlar ise ilgili faaliyetler için gerekli iş gücünün miktarlarını göstermektedir.

Bu durumda faaliyetlerin ne şekilde programlandığı görülebilir.

0 -1 Faaliyeti, 0 zamanında başlamak üzere programlanabilir.

1-2,1 - 3 ve 1-4 faaliyetleri, 4. aydan sonra başlayabilir.

2 - 5 faaliyeti 9. aydan sonra başlayabilir.

5 - 6 faaliyeti 9,5. aydan sonra başlayabilir.

6 - 7,6 - 10,6 - 9 faaliyetleri, 10. aydan sonra başlayabilir.

7 - 12 ve 8 - 12 faaliyetleri, 10,5. aydan sonra başlayabilir.

9- 11 faaliyeti, 11. aydan sonra başlayabilir.

10-12 faaliyeti, 14. aydan sonra başlayabilir.

11-12 faaliyeti, 15. aydan sonra başlayabilir.

Buna göre proje ise 15,5 ayda tamamlanabilir. Görüleceği gibi, sınırsız kaynak ve herfaaliyet için teknolojik sırası gelir gelmez başlayacağı düşünülerek, programlama yapılmıştır. Ancak pratikte çeşitli nedenlerle kaynak kısıtı olasıdır. Konuya örnekle devam edilirse, bu hazırlık programını, gerçekleştirmek üzere, 24 kişilik bir işgücü kadrosu tahsis edilmişse, yani kaynak (işgücü) kısıtlaması olması durumunda ne olacaktır? Problemin çözümünde, desandre ve ana nakliyat galerisinde 6 kişi/vardiya, diğer işlerde ise 4 kişi/vardiya'lık ekipler gerekeceği ve tüm faaliyetler için, 3 vardiya çalışılacağı varsayılmaktadır.

Bu şartlar altında, 1-3,1-2,1-4 faaliyetleri birlikte, 6-7, 6-9, 6-10 faaliyetleri de birlikte başlayıp, devam edemez. Keza, 7-12,8-12,9-11 ve 6-10 faaliyetleri birlikte; 10-12, 6-11,8-12 faaliyetleri de birlikte devam edemez.

Bu taktirde, sorunun çözülebilmesi için; bazı faaliyetlerin önce başlaması, diğerlerinin ise, ertelenmesi söz konusu olacaktır. Kaynak kısıtı dolayısıyla yapılacak bu tür ertelemeler, proje süresinin uzamasına ya da maliyet artışlarının gündeme gelmesine neden olacaktır.

Buradan çıkarılacak sonuçlar şunlardır:

- Faaliyetlerin başlama zamanları sadece öncelik ilişkilerine göre değil, aynı zamanda, eldeki kaynak miktarına da bağlıdır.

- Bolluk ve kritiklik kavramları da normal anlamlarını yitirmişlerdir (Gençyılmaz, 1986; Haltaş, 1983).

Kısıtlı kaynaklarla proje programlamada, birden fazla kaynak çeşidinde de sınırlamalar bulunabilir. Bu taktirde hem kaynak kısıtlarını aşmak, hem teknolojik sırayı bozmamak, hem de projenin tamamlanma süresini en az yapmaya çalışarak bir uygun program elde etmek, doğal olarak güç olacaktır:

Kısıtlı kaynaklarla şebeke programlama için şu temel varsayımlar sözkonusu olacaktır:

- Programlanacak projelerin, başlama ve bitiş tarihleri belirlenmiştir.

- Her projeye ait bir ön şebeke diyagramı, elde bulunmaktadır.

- Her kaynak türüne ait miktarlar, zaman periyoduna göre belirlenmiştir.

- Her faaliyetin kaynak ihtiyacı hesaplanmış olup, bunlar, faaliyetin gerçekleştirilmesi sırasında değişmemektedir.

Bu varsayımlar çerçevesinde karşılaşılabilecek başlıca proje programlama problemleri; kaynak düzgünleştirme ve kaynak tahsis problemi.

### 3. KAYNAK DÜZGÜNLEŞTİRME PROBLEMİ

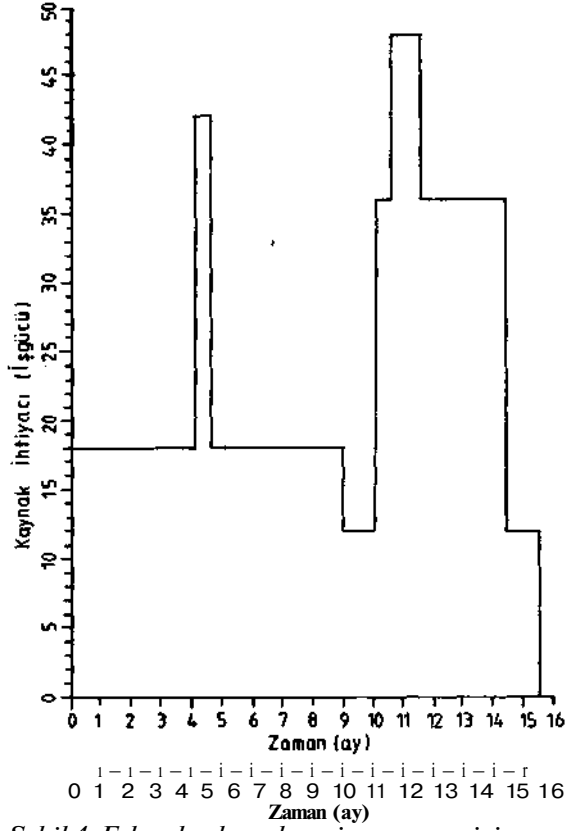
Bazı projelerde, kaynak düzeyleri istenildiği kadar artırılabilir ya da azaltılabilir. Bunun bir maliyeti olacaktır. Ancak, proje yöneticileri çoğunlukla, kaynaklardan zamana göre değişmeyen miktarlarda yararlanmak isterler. Özellikle işgücü kaynağı için, yürürlükteki iş mevzuatı çerçevesinde işlem yapılacağı da dikkate alındığında bu husus çok daha önemli olmaktadır. Projeyi gerçekleştirecek işgücü kaynağının belirlenmesi, seçimi, istihdamı ve işten ayrılması gibi hususların yasal ve sosyal boyutunun varlığı da hatırlanırsa kaynakların zaman periyodu içinde, belirli düzeylerde olması gerekecektir. Özetle, proje yöneticileri, projelerinin gerçekleştirilmesi çalışmalarında, kaynak düzgünleştirme problemi ile karşı karşıyadırlar. İlgili örnek aşağıda verilmiştir.

Daha önce verilen örnekle kaynak düzgünleştirme probleminin çözümüne sezgisel yolla çözüm aranır, izlenecek işlemler aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

Problemin çözümünde, faaliyetlerin bollukları, kriter olarak alınmaktadır.

Öncelikle, problemin şebeke diyagramı çizilir. (Şekil 2).

Kritik yörünge bulunur. Faaliyetlerin gevşeklikleri hesaplanır (Çizelge 1) ve daha sonra, projenin erken başlamalı programı (zaman diyagramı)



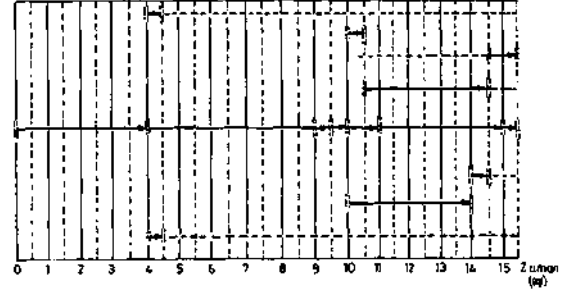
Şekil 4. Erken başlamalı proje programı için kaynak yükü diyagramı

mı) hazırlanır (Şekil 3). Buradan hareketle projenin kaynak yükü diyagramı çizilir (Şekil 4).

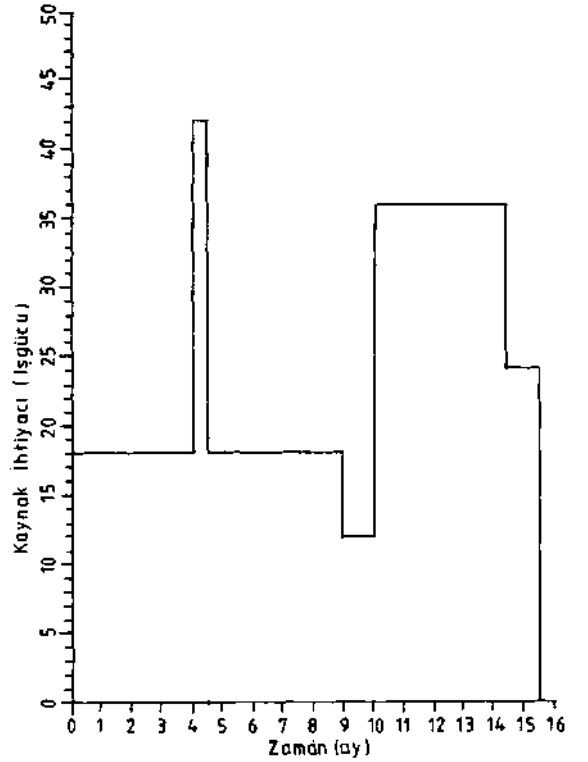
Çizilen diyagramdan görüleceği gibi, işgücü ihtiyacı çok anormal bir zaman dağılımı göstermektedir. Bu şekilde bir prevünün yaratacağı sorunlar daha önce özetlenmişti. Diyagram incelendiğinde; 4. ayın sonuna kadar 18 kişilik işgücü ihtiyacı varken, 4. ayın sonundan 5. ayın ortasına kadar, 42 kişilik, 11. ayın ortasından 12. ayın ortasına kadar yapılacak faaliyetler için, en fazla 48 kişilik işgücüne ihtiyaç olacaktır. Sonraki dönemlerde de benzer düzensiz dağılımlar söz konusudur.

Problemin çözümü için, söz konusu dönemlerdeki faaliyetler ve bollukları gözönünde tutulacaktır. Buna göre;

Faaliyet	Bolluk
6-10	1
6-9	0
7-12	4
8-12	1



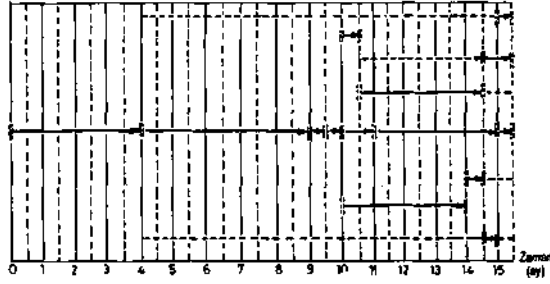
Şekil 5. Düzgünleştirme proje programı (1. aşama)



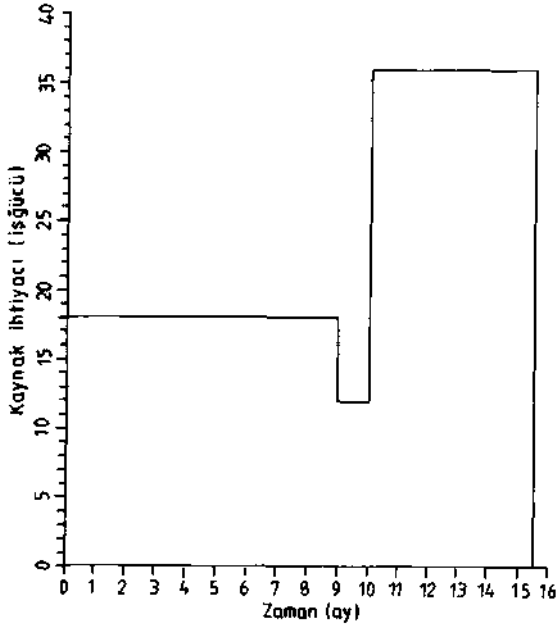
Şekil 6. Düzgünleştirme proje programı iş yükü diyagramı (1. aşama)

Şekil 6. Düzgünleştirme proje programı iş yükü diyagramı (1. aşama)

Bu faaliyetlerden, bolluğu en fazla olanı; 7-12 faaliyetidir. Öyleyse ertelenecek olan faaliyet budur. Bu faaliyet, bolluk süresi kadar ertelenir. Bu taktirde program Şekil 5 ve işyükü diyagramı, Şekil 6'daki gibi olur. Bu diyagram incelendiğinde de, işçilik prevüsü yönünden yine çok sağlıklı olmayan bir durum söz konusudur: 5. ayın başından ortasına kadar 42 kişilik işgücü ihtiyacı gerekirken, 11. ayın başından 15. ayın ortasına kadar 36 kişilik ve daha sonraki proje süresi için de 24 kişilik işgücü ihtiyacı gerekecektir. Bu durum işgücü planlama ve istihdam politikası yönünden



Şekil 7. Düzgünleştirilmiş proje programı (son aşama)



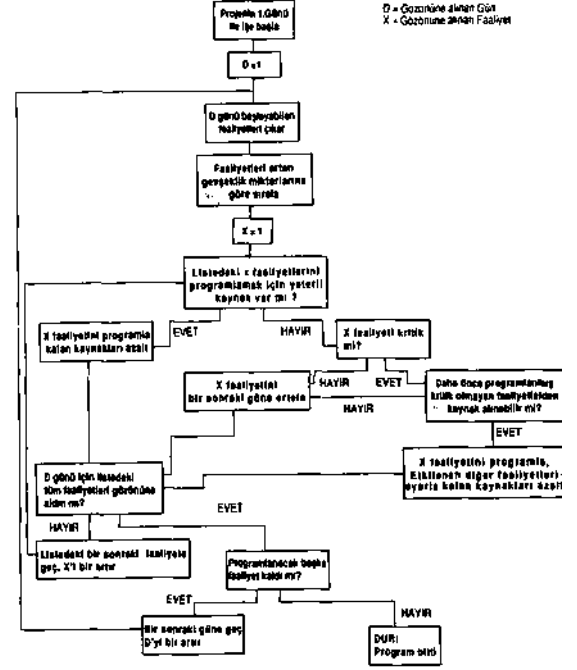
Şekil 8. Düzgünleştirilmiş proje programı iş yükü diyagramı (son aşama)

iyi olmayacaktır. Bu nedehle kaynak düzgünleş-tirmeye devam edilecektir.

Yine en anormal dağılım gösteren dönemdeki faaliyetler ve bolluklar dikkate alınacaktır.

Faaliyet	Bolluk
1 -2	0
1-3	11
1-4	11

1 - 3 faaliyeti bolluk süresi kadar ve 1 -4 faaliyeti de 10,5 ay kadar ertelendiğinde; program ve işyükü diyagramı Şekil 7 ve Şekil 8 deki gibi olacaktır.



Şekil 9. Kaynak tahsis problemi sezgisel çözüm akis diyagramı (Gençyılmaz, 1986)

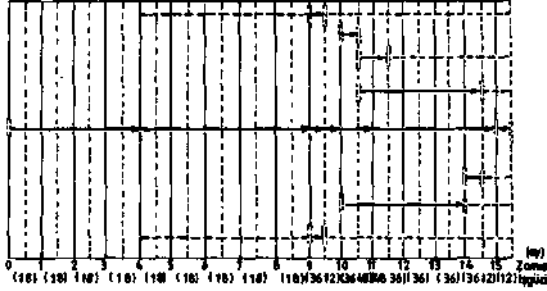
Elde edilen bu diyagram, işgücü istihdamı ya da prevüsü bakımından, daha düzgün bir niteliktedir. Planlamada daha çok kolaylıklar olacaktır. Böylelikle, hem kaynaklar daha dengeli hale gelmiş olacak, hem projenin gerçekleşme süresi aşılmamış olacak, hem de yönetimde kolaylıklar sağlanmış olacaktır (Gençyılmaz, 1986).

#### 4. KAYNAK TAHSİS PROBLEMİ

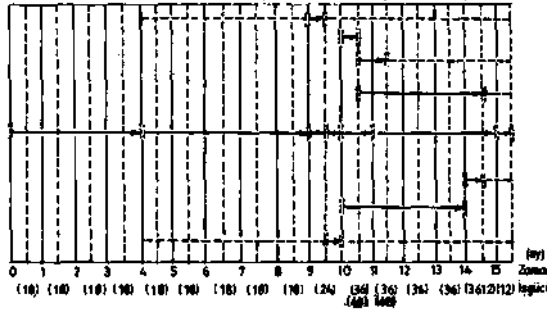
Bu tür problemlerde amaç, eldeki sabit kaynak kısıtlarına göre projenin tamamlanma süresini en aza indirmeye çalışmak olup, çözüm daha ziyade sezgiseldir. Çözümlemede, yapılacak işlemlerin azaltılmasına da dikkat edilerek izlenecek adımları aşağıdaki gibi özetlemek olanaklıdır.

1. Adım: Başlangıçta uygun bir program ile başlanır.

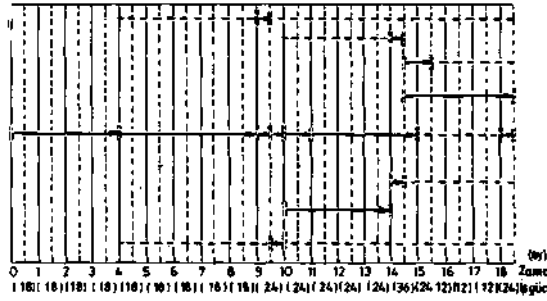
2. Adım: Daha sonra bu program üzerinde ayarlamalar yapılarak, kullanılan kaynak miktarlarını en az yapan program elde edilir. Bu yaklaşımın somut uygulaması Şekil 9'daki akım semasıyla ifade edilebilir. Problemin çözümünde aşacaktır.



Şekil 10. Kaynak tahsisi problemi (1. aşama)



Şekil 11. Kaynak tahsisi problemi (2. aşama)



Şekil 12. Kaynak tahsisi problemi (3. aşama)

Şekil 12'deki kriterler dikkate alınacaktır (Gençyılmaz, 1986, Hallaç, 1983).

- Her ay (birim zaman), faaliyetler, sadece kaynak limitlerine kadar programlanır. Limitleri aşan faaliyetler, programlama için, kaynaklar yeterli oluncaya kadar ertelenir.

- Yöntemde önemli olan, hangi kriterlere göre faaliyetlerin öncelikle programlanacağını bilmesidir. Bu konuda en çok kullanılan kriter; faaliyetlerin bolluk miktarlarıdır.

Daha önce verilen örnek üzerinde, problemin çözümü şu şekilde olacaktır:

Daha önceki problemde (Hazırlık İş Programı), yönetimce bu işe tahsis edilen işgücü sayısı-

nın 24 kişiyi aşamayacağı belirtilmişse, problemin çözümü ne olacaktır? Yani mevcut kaynak kısıtları altında, projenin tamamlanma süresi nasıl en aza indirilecektir.

Sezgisel çözüm yönteminin temel kuralları şunlar olacaktır:

• Kaynaklar zamana göre, sıra ile tahsis edilir. Bunun anlamı şudur; Her gün ya da ay, sırayla mümkün olan faaliyetler programlanır.

- Aynı kaynaklardan yararlanan birden çok faaliyet olduğu zaman; bolluk miktarı en az olan faaliyete öncelik verilir.

- Kritik ya da bolluğu olmayan faaliyetler için, kaynakları serbest bırakmak amacıyla, kritik olmayan faaliyetler, tekrar programlanır.

Problemin çözümü için, öncelikle şebeke diyagramı çizilir (Şekil 2). Kritik yörünge bulunur. Faaliyetlerin bollukları hesaplanır. Kaynak kısıtı yokmuş gibi, program yapılır. Bu şekilde hazırlanan program Şekil 3'deki gibi olacaktır.

1. aydan 4. ayın sonuna kadar 0-1 faaliyeti programlanır. Artan 6 kişilik işgücü, işletmenin başka işlerinde kullanılabilir.

5. ayın başından ortasına kadar 1-3, 1-2 ve 1 - 4 faaliyetleri teknolojik sıraları bakımından programlanabilir de, yeterli sayıda işgücü yoktur. Bu nedenle bollukları en fazla olanlardan başlayarak bazılarını ertelemek gerekecektir.

Faaliyet	Bolluk	İşgücü İhtiyacı
1-2	0	18
1-3	11	12
1-4	11	12

Bu devrede de bolluğu en az olan 1 - 2 faaliyeti programlanır. Kalan 6 kişi başka işlerde vardiya eksiği ile hazırlıklarda kullanılabilir. 1 - 3 ve 1-4 faaliyetleri ertelenir.

5. ayın ortasından 9. ayın sonuna kadar yine 18 kişi gerektiren ve kritik olan 1 -2 faaliyetine devam edilerek tamamlanır. 1-3 ve 1-4 faaliyetleri ertelenir. Artan 6 kişilik işgücü başka işlerde kullanılabilir. Bu aşamadan sonra program; Şekil 10'daki hale dönüşür.

Bu durumda; 10. ayın başından ortasına kadar 1-3, 1-4 ve 2-5 faaliyetleri, başlayabilir de, kaynak yetersizdir.





hale gelmiş olan 8-12 faaliyetine başlanır. 7-12 ve 10-12 faaliyetleri (bollukları daha fazla olduğundan) ertelenir. Yeni program Şekil 13 deki gibi olur.

Bu durumda, 16. ayın başından itibaren başlayacak faaliyetlerle ilgili bilgiler şu şekildedir.

Faaliyet	Bolluk	Kaynak İhtiyacı
8- 12	0	12
7- 12	2,5	12
11 -12	3	12
10 -12	3	12

16. ayın başından itibaren, kritik 8-12 ve bolluğu en az olan 7-12 faaliyetleri programlanır, 11 - 12 ve 10-12 faaliyetleri ertelenir. Bu şekilde programlanmış işlere 7-12 faaliyetinin süresi olan 1 ay kadar devam edilirse, 17. aya gelmiş olur. 17. aydan itibaren devam edebilecek faaliyetler; 8-12, 10 -12 ve 11 -12 faaliyetleridir.

Faaliyet	Bolluk	Kaynak İhtiyacı
F12	0	12~
10-12	2	12
11-12	2	12

Ancak kaynaklar üçüne birden yetmeyeceğinden, başlamış olan 8-12 ve 10-12 faaliyetlerine (10-12 ve 11-12 faaliyetlerinin bollukları eşit olduğundan 10-12 faaliyeti seçilmiştir) devam edilir. Bu işleme 10-12 faaliyeti bitene kadar devam edilerek, 17. ayın ortasına gelinir. Bu tarihten sonra başlayacak ya da devam edecek faaliyetler; 8-12 ve 11 -12 faaliyetleri olacaktır. Her iki faaliyet birlikte 18. aya kadar devam eder. 18. aydan itibaren 19. ayın ortasına kadar 12 iş gücü gerektiren 8-12 faaliyeti sürdürülerek, proje tamamlanmış olur. Bu taktirde sonuç program Şe-

kil 14'deki gibi olacaktır.

## 5. SONUÇ

Sonuç olarak, sınırsız kaynaklarla 15,5 ayda tamamlanabilecek proje, kaynak kısıtı dolayısıyla 3 aylık bir gecikme ile 18,5 ayda tamamlanmış olacaktır.

Günümüz madencilik projelerinin, beklenen amaç doğrultusunda tamamlanarak hizmete sokulması için; proje programının, önemi büyüktür. Gelişmekte olan ülkemizde ise; kısıtlı olan kaynakların akılcı ve verimli bir şekilde kullanılması zorunludur. Hazırlanacak projelerde doğal olarak kaynakların kullanımı sınırsız olmayacaktır.

Öyleyse sınırlı kaynaklarla proje programının önemi açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Projelerin çok mükemmel olarak hazırlanması yeterli değildir. Aynı zamanda düzgün ve optimum kaynak kullanımı ile olabilir en kısa sürede tamamlanması da büyük önem taşımaktadır. Bunun için, uygun tekniklerin kullanılarak yönetimde etkinliğin sağlanması; günümüz proje yöneticilerinin vazgeçilmez görevi olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- GENÇYILMAZ, G., 1986; CPM, Proje Yönetimi Semineri, İSTANBUL
- HALLAÇ, O., 1983; "Kantitatif Karar Verme Teknikleri" Cilt 1, İSTANBUL
- KAHRİMAN, A., CEBECİ, Y., CANBAZOĞLU, M.. 1991; "Proje Planlama Teknikleri ve Madencilik Projelerine Uygulanması", Madencilik Dergisi, Cilt 30, Sayı 2.
- KÖSE, H., 1986; "Aydın Şahinali Linyit Havzası Güney Panosu Yeraltı İşletme Projesi", İZMİR.

