

RI
RIES
RIE
RIE

B

CILT
VOLUME
BAND
TOME

31



SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1981

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



KRİTİK YÖRÜNGE METODU (CPM) İLE PROGRAMLARI DEĞERLENDİRME VE GÖZDEN GEÇİRME TEKNİĞİ (PERT) NİN TANITILMASI VE AMENAJMAN PLANI YAPIMINDA KULLANILMASI¹

Asis. Ünal ASAN²

1. GİRİŞ

1956 yılından bu yana kamu ve özel kuruluşlarına ait büyük yatırım projelerinin kontrol ve yürütülmesinde CPM ve PERT adı verilen Yöneylem Araştırma Metodları kullanılmaktadır. Proje uygulamalarının yönetim ve organizasyonunda matematiksel yöntemler olarak da ifade edebileceğimiz bu metodların amacı, birbirile ilişkili pek çok safhaları bulunan karmaşık projeleri en kısa sürede tamamlayabilmek için, mevcut iş gücü ve makinelerin kanalizasyonunda yöneticiye ışık tutmaktır. Başka bir deyişle, proje içinde gerçekleştirilecek faaliyetler arasındaki ilişkileri zaman önceliği açısından iyice etüd ederek, eldeki iş gücü ve makinelere göre en uygun çalışma organizasyonunun kurulmasını sağlamaktır.

Metodlardan proje maliyetinin hesaplanmasında da yararlanılmakla birlikte, burada bu hesaplamalara girilmeyecektir.

2. METODLARIN TANITILMASI VE GENEL KAVRAMLAR

2.1. Doğuş ve Kısa Tarihçe

CPM sözcüğü «Critical Path Method» kelimelerinin baş harflerinden türetilmiş ve *Kritik Yörünge Metodu* adı ile dilimize çevrilmiştir. İlk defa 1956 yılında İngiltere'de Dupont ve Remington Rand Şirketleri tarafından ortaya konmuştur (SCHULYER, S. 1). Metod, bir işi en iyi ve en ekonomik şekilde yapabilmek için gerekli ekip çalışmasını mantıksal bir faaliyet sırası halinde grafik ile ifade etmek ihtiyacından doğmuştur.

PERT ise, «Program Evoulution and Review Technique» kelimelerinin baş harflerinden türetilmiştir. *Programları Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği* olarak dilimize çevrilen bu metod, 1958 yılında Amerikan Deniz Kuvvetleri bünyesindeki Özel Projeler Ofisi (Polaris Missile Programı) tarafından geliştirilmiştir (SCHULYER, S. 1). 1963 yılına kadar yalnızca Millî Savunma alanında yararlan-

¹ Bu yazı, 1976 - 1978 yılları arasında Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Matematik ve İstatistik Enstitüsü'nde "Ormanlık Sektöründe Matematiksel Programlamanın Kullanılması ve Amenajman Planı yapımında CPM ve PERT yöntemlerinin uygulanması" adı ile yapılan Master çalışmasından özetlenerek hazırlanmıştır.

² İ.O. Orman Fakültesi, Orman Amenajmanı Kürsüsü, Bahçeköy - İstanbul.

nilan bu metod, ancak bu yıldan sonra sivil endüstrinin dikkatini çekmiş, planlama, programlama ve kontrol faaliyetlerinde uygulanmaya başlanmıştır (GÜLERMAN, S. 8).

İşletme yönetiminde matematiğe dayalı olarak geliştirilen ve genel tanımı ile «Yöneylem Araştırma Metodları - Operations Research» olarak bilinen bu yöntemler, bu gün en çok çeşitli yatırım projelerinin gerçekleştirilmesinde, bina inşaatlarında, baraj, santral ve diğer konstrüksiyon projelerinin uygulamalarında kullanım yeri bulmaktadır (ÇETMELİ, S. 4). Petrol rafinerisi ve benzer tesislerin bakımı, bilgisayar sistemlerinin yerleştirilmesi, gemi inşa ve tamirlerinin programlanması da bu metodların kullanım yerleri arasındadır (HALAÇ, S. 249). Büyük araştırma faaliyetleri, sistem mühendisliği programları, üretim ve pazarlama gibi alanlarda yapılan uygulamalar, bu metodların bu alanlarda da kullanılabilirliğini ortaya koymuştur (GÜLERMAN, S. 8).

2.2. Temel Özellikler

Temel düşünce ve kullanım açısından CPM ve PERT metodları arasında önemli bir fark yoktur. Her iki yöntem bağımsız olarak geliştirilmelerine rağmen birbirinin aynıdır (HALAÇ, 1978; S. 248). Olaylar arasında mantıksal ilişkiler kurmak suretile elde edilen *ok diyagramı* (=Proje ana çatısı), her iki metodda da aynı esasa dayanır. Ancak PERT metodunda faaliyetler üzerinde faaliyet süresinden çok o faaliyetin olasılığı etkilidir. Proje içindeki bazı faaliyetlerde belirsizlik söz konusu ise, PERT, CPM'e tercih edilir. Keza, ok diyagramındaki bazı faaliyetlere ait süreler, toplam proje süresinin yüzde üçünden fazla ise PERT metodunu seçmek gerekir (BITTING and PFISTER, S. 92).

CPM, proje içindeki her faaliyetin *ne kadar zamanda* bitirileceğini kesin olarak belirlemeyi esas alır. PERT ise, sonucu ancak belirli olasılıklar içinde verir. Bu metodda proje içinde belirtilmesi gerekli faaliyetlerle ilgili zamanların *Beta dağılışı* gösterdiği varsayılır. CPM ve PERT'in bu noktadaki farkı, ileride «Faaliyet Sürelerinin Saptanması ve Önemi» bahsinde daha iyi anlaşılacaktır.

2.3. Ormancılıktaki Yeri

Ormancılıkta ana obje biyolojik ve faaliyet gösterilen alanlar doğaya açık olduğundan, çeşitli amaçlara yönelik projelerin düzenlenişi ve bunların uygulanmaya konuluşu özellikler arz etmektedir. Bununla beraber, bazı temel faaliyetlerin mantıksal bir düzen içinde zamanlaması yapılarak, kısa ya da uzun vadede ulaşılmak istenen amaçlar için bir «Amaçlar Arası İlişkiler Diyagramı» oluşturulabilirse, en son amaca ulaşmak için izlenecek *kritik yörünge* bu metodlar yardımı ile belirlenebilir. Ancak geniş kapsamlı ve çok boyutlu böyle bir diyagramın düzenlenmesi konumuz dışı olduğundan burada sadece CPM ve PERT'in kullanım yerlerine işaret edilecek ve PERT'in Amcnajman Planı yapımında kullanımına bir örnek vermekle yetinilecektir.

Bitting, Pfister ve Schulyer, çeşitli ormancılık faaliyetlerinde bu metodlardan faydalanmışlardır. *Eraslan*, Orman Amenajman Planı yapmak amacıyla ormanda yapılan envanter çalışmalarının ve bu envanterle ilgili olarak büroda yapılan değerlendirmelerin amaç, zaman, eleman, mekân ve ödenek faktörlerine göre düzenlenmesinde ve denetlenmesinde bu metodlardan yararlanılabileceğini söylemektedir. CPM ve PERT'in ormancılığın hemen bütün işlemlerinde kullanılabilirliğini ifade

eden *Sun*, geniş sahada yapılan orman envanter çalışmalarına ilişkin bir örneği bu amaçla verirken (SUN, S. 44), *Kalıpsız*, dış ülkelerde ormancuların, işletmelerin üretim, pazarlama ve transport problemlerinin çözümlerinde bu metodlardan yararlandıklarını ifade etmektedir (KALIPSIZ, S. 47).

Ormancılıkta yapılan uygulamalar gözden geçirildiğinde bu metodların aşağıdaki amaçlar için düzenlenen çalışma planlarında ve projelerde de kullanılabilir oldukları anlaşılmaktadır :

- Amenajman Planlarının düzenlenmesinde,
- Düzenlenen amenajman planları için, tüm plan periyodunu içeren uygulama planlarının yapımında,
- İşletmeler için yıllık üretim planları yapımında,
- Çeşitli yol ve diğer transport tesis ve taşıtlarının proje uygulamalarında,
- Hizmet binası, fabrika, atölye ve garaj gibi çeşitli inşaatların yapımında,
- Ağaçlandırma projelerinin gerçekleştirilmesinde,
- Örköy proje kredilerinin kontrol ve denetiminde.

2.4. Ok Diyagramı (Proje Ana Çatısı)'nın Oluşturulması

Bu metodları uygulayarak verimli bir sonuç elde edebilmek için, proje safhalarının iyi etüd edilerek ayrıntıların özenle değerlendirilmesi ve her safhanın kendisinden önce ve sonra gelen safhalarla olan ilişkisinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekir. Bu safhaların birbirini izleyen mantıksal faaliyetler dizisi olması ve projenin en son amacı gerçekleştirilene kadar birbirlerini kontrollü bir şekilde izlemeleri zorunludur. Bu sebeple işe başlamadan önce yapılacak işler sıraya konur ve aralarındaki ilişkiler de dikkate alınarak bir diyagram oluşturulur. Proje ana çatısı adı da verilen bu diyagram oluşturulurken her safhada şu sorulara yanıt aranır :

- Hangi faaliyet ya da faaliyetler bundan önce gelir,
- Bu faaliyetten sonra hangi faaliyetler başlayabilir?
- Hangi faaliyetler hangi faaliyetleri izler?

Ok diyagramı oluşturulduktan sonra proje özelliğine ilişkin bazı bilgilere de gereksinim vardır. Bunlar :

- Başlama tarihi nedir?
- Projenin en son amacı nedir?
- Faaliyetler hangi araç ve insan gücü ile nasıl yürütülecektir?
- İnsan gücü ve araçlar arasında ikâme olanağı var mıdır?
- Faaliyetlerin izlenmesinde kontroller hangi esaslara göre yapılacaktır ve değerlendirmelerde ne gibi kriterlere dayanacaktır?
- Hangi safhalarda değişiklik yapılabilir?
- Proje esnasında bir kere kullanıldıktan sonra, bir daha kullanılmayacak araç var mıdır? Var ise bu aracın kiralanma olanağı nedir?

Projenin özelliğine göre bu ve bunun gibi daha bir çok sorunun yanıtlanması metodun başarısı üzerinde etkilidir.

2.5. Faaliyet Sürelerinin Saptanması ve Önemi

Uygulamada kesin ve geçerli sonuç alabilmek için proje ana çatısının iyi kurulması yanında her faaliyete ait sürenin de gerçeğe yakın bir şekilde saptanması

gerekir. Bu sürelerin belirlenmesinde iyimser veya kötümser davranmak projenin toplam süresini değiştireceğinden en iyisi objektif esaslardan hareket etmektir. Her bir faaliyete ait süre üzerinde karar verirken şü kriterlerden yararlanılır.

- Daha önce yapılmış projelerdeki benzer faaliyetlerin süreleri dikkate alınır.
- Kaynak tahsislerinin normal olarak zamanında karşılanacağı varsayılır.
- Kesin olarak bir süre saptanamazsa ;

$$t = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

formülünden yararlanılır. Formüldeki :

- t ; Tahmin edilecek süre
- a ; Her şeyin normal gitmesi halinde olası süre (iyimser)
- b ; Her şeyin anormal gitmesi halinde olası süre (kötümser)
- m ; İki olay arasında geçmesi en olası bulunan süre'dir.

CPM metodunun, her faaliyete ait bitirilebilme süresinin gerçeğe yakın bir şekilde bilinmesini esas aldığı 2.2 bahsinde belirtilmişti. Bu metodun PERT metodundan temel farkı faaliyet sürelerinde bir belirsizliğin söz konusu olmadığıdır. PERT metodunda ise, faaliyet süreleri olasılık esasına göre saptanır ve bu saptama işinin matematiksel metodolojisinde, 1 No.lu formüldeki iyimser süre (a)'nın, yalnız başına güvenli olamayacağı; kötümser süre (b)'nin ise, kendisini daha fazla aşamayacağı varsayımına dayanan *Beta Dağılımı* esas alınır (SUN, S. 53).

Beta dağılımında ortalama zaman (1) No.lu formül ile bulunur.

Varyans :

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

Standart hata :

$$s = \frac{b-a}{6} \quad (3)$$

formülü ile hesaplanır.

Böylece her bir faaliyet için bulunan bu muhtemel sürelerle dayanarak projenin tamamını bitirebilmek için gerekli süre, belli bir olasılık dahilinde hesaplanır.

2.6. Genel Kavramlar

Metodların genel tanımlarını bu şekilde yaptıktan sonra uygulamada kullanılan terimlerin anlamlarını verelim.

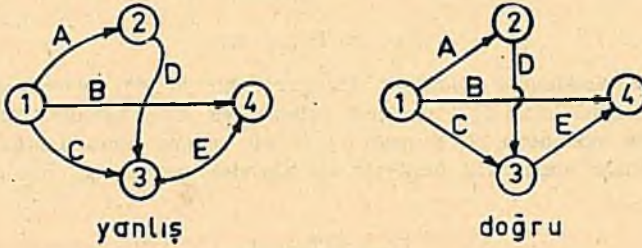
Aktivite : (=faaliyet) projede esas unsur olan herhangi bir faaliyete verilen genel addır. t_j rumuzu ile gösterilir.

Ok : Herhangi bir faaliyeti kendinden sonrakine bağlamak için kullanılan bir gösterim şeklidir. Ucu faaliyetin gidiş yönünü gösterir. Boyutu, ölçeği, şiddeti yoktur. Her ok yalnızca bir faaliyeti gösterir, uzun ya da kısalığı önemli değildir.

Düğüm Noktası : Biten ve başlayan iki ya da daha fazla faaliyetin birleşme noktasına denir. Diyagram içinde daire şeklinde gösterilirler.

Diyagram : Proje içindeki tüm faaliyetlerin oklar halinde gösterilmesiyle düzenlenen şebekeye denir. Diyagram oluşturulurken şu hususlara dikkat edilir.

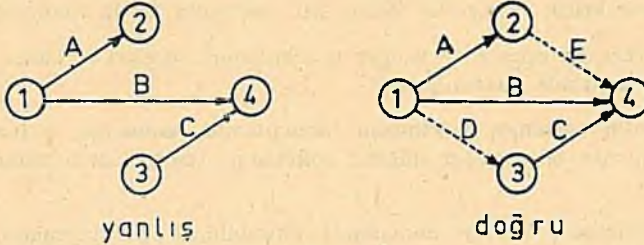
1. İki düğüm noktası arasındaki bütün faaliyetler doğru ya da kırık çizgilerle gösterilir. Eğri çizgilere şebeke içinde yer verilmez (Şekil 1).



Şekil 1.

2. Bir faaliyet asla, kendinden önce biten bir faaliyetin başlangıç noktasına bağlanmaz.

3. Bütün düğüm noktaları başlangıç ve bitim düğüm noktalarına bağlanmalıdır (Şekil 2).



Şekil 2.

4. Ana program içindeki detay faaliyetler, detayını teşkil ettikleri faaliyete ait başlangıç ve bitiş düğüm noktaları arasında kapalı bir şebeke oluşturmalıdır.

Projenin ana çatısına şekli ve mantık yönünden uyumlu bir diagram oluşturduktan sonra, faaliyetlerin numaralanmasına geçilir. Bu işlem esnasında numaralar düğüm noktalarını belirleyen daireler içine yazılır. Bu iş yapılırken herhangi bir okun ucundaki bir numaranın, başlangıcındaki numaradan büyük olmasına çalışılır. Proje esnasında yapılacak ek ve değişiklikler de göz önünde tutularak numaralamada atlama yapılabilir.

Aktivite Zamanı : Herhangi bir faaliyetin tamamlanabilmesi için gereken süreye denir ve (T_{ij}) ile gösterilir.

En Erken Tamamlama Zamanı : Herhangi bir düğüm noktasına kadar olan faaliyetlerin bitirilebilmesi için geçmesi gereken en kısa süredir. (T_E) ile gösterilir.

rılır. Bu sembol, j inci düğüm noktasına varabilmek için gereken en kısa zaman demektir. Bu değer, kendinden bir evvelki düğüm noktasına (j) ait en erken varabilme zamanı ile söz konusu nokta (j) arasındaki faaliyete ait aktivite zamanı (t_{ij}) nin toplamına eşit olup

$$(T_E)_{ij} = (T_E)_i + t_{ij} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır.

Son düğüm noktasına ait en erken tamamlama zamanı, proje süresine eşittir.

$$(T_E)_{\text{son}} = (T_E)_{\text{yat. tır.}} \quad (3)$$

En Geç Tamamlanma Zamanı : Herhangi bir düğüm noktasına kadar olan faaliyetlerin bitirilebilmesi için geçmesi gereken en uzun süredir. Bu değer ($(T_G)_{ij}$) ile gösterilir ve kendinden bir sonraki (j)'ne ait en geç tamamlanma zamanından, iki düğüm noktası arasındaki faaliyete ait aktivite zamanı (t_{ij})'nin çıkarılmasıyla elde edilir.

$$(T_G)_{ij} = (T_G)_j - t_{ij} \quad (4)$$

formülü ile hesaplanır.

Kritik Faaliyet : Herhangi bir faaliyete ait aktivite zamanı (t_{ij}) ile bu faaliyetin başlangıç ve sonundaki düğüm noktalarının tamamlanma zamanları arasında

$$(T_G)_i = (T_E)_i + t_{ij} = (T_E)_j \quad (5)$$

bağıntısı var ise, bu faaliyet *kritik faaliyettir*. Diyagram içinde bu eşitliği sağlayan faaliyetlere kritik faaliyetler denir. Bir faaliyetin kritik olabilmesi için :

— Faaliyetin, en erkene ve en geç tamamlanma süreleri birbirine eşit olan düğüm noktaları arasında olması şarttır.

— Faaliyetin başlangıç noktasının tamamlanma zamanına, o faaliyetin süresi eklenirse faaliyetin bitimindeki düğüm noktasının tamamlanma zamanı elde edilmelidir.

Kritik Yörünge : Projeyi zamanında bitirebilmek için izlenmesi zorunlu bulunan faaliyetlerin oluşturduğu zincire *kritik yörünge* denir. Ok diyagramının en uzun yolu olan bu yörünge, toplam bollukları sıfır olan kritik faaliyetler dizisi'dir.

Bolluk : Ok diyagramı içindeki faaliyetlerin bir kısmı kritik, bir kısmı da kritik olmayan faaliyetlerdir. Kritik faaliyetler, belli bir zaman içinde tamamlandığı takdirde projenin toplam süresini değiştirmeyen faaliyetlerdir. Bu faaliyetlere bolluğu olan faaliyetler denir.

Bolluklar :

- Toplam bolluk
- Bağımsız bolluk
- Ara bolluk
- Serbest bolluk

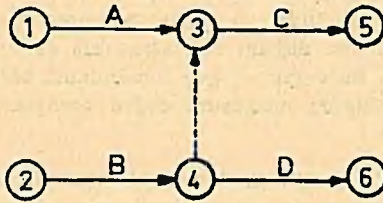
olmak üzere dört türüdür. Bunlar içinde kritik yörüngeyi belirlemede en önemli rolü toplam bolluk oynar. Bu bolluğun sıfır olduğu iki düğüm noktası arasındaki

faaliyet, kritik faaliyettir. Kritik yörünge, diyagram içinde toplam bollukları sıfır olan noktaların birleştirilmesiyle bulunur. Bu bolluk

$$TB = (TG)_j - (TE)_i \quad (6)$$

formülü ile hesaplanır.

Kukla Faaliyet : Herhangi iki A ve B faaliyeti bittikten sonra, A ve B'nin birlikte bitmesiyle bir C faaliyeti, yalnızca B'nin bitmesiyle bir D faaliyeti başlasa, B ile C arasındaki ilişkiye kukla faaliyet denir (Şekil 3).



Şekil 3.

4. ve 3. düğüm noktaları arasındaki faaliyet kukla faaliyettir. Burada C'nin başlayabilmesi için A ve B faaliyetlerinin her ikisinin de tamamlanmış olması zorunlu iken D faaliyetinin başlayabilmesi için yalnızca D'nin tamamlanmış olması yeterlidir.

Kesik çizgi ile gösterilen kukla faaliyetin zaman birimi sıfırdır. Okunucu faaliyetin akış yönünü gösterir. Dolayısıyla kukla faaliyetin hangi düğüm noktasının hangisine bağlanacağını belirler. Bunlar lojik ilişkileri şebeke diyagramına yansıtma için de kullanılabilir (HALAÇ, S. 251).

2.7. Zaman Hesapları

Proje içindeki her bir faaliyet için, bir işlemlerin akış yönüne (başlangıçtan sona) doğru, diğeri ters yönde (sondan başa doğru) olmak üzere iki türlü zaman hesaplanır.

2.7.1. İleriye Doğru Zaman Hesaplama

Bu hesaplamada faaliyetlerin zaman hesapları diyagramın akışı yönünde yapılır. Her bir faaliyetin en erken başlama ve bitme zamanı ile, müteakiben gelecek faaliyetin en erken işleme sokulabilme olanağı, hesaplamamızın temelini oluşturur. Bu sebeple projedeki ilk faaliyet için en erken işleme sokma zamanı sıfır olarak alınır. Bu durumda ilk düğüm noktasına ait en erken tamamlama zamanı $(T_E)_1 = 0$ dir.

Daha sonra birbiri ardı sıra gelen faaliyetlerin işleme sokma zamanları, kendilerinden önce biten faaliyetlerin en erken tamamlama zamanlarına eşit alınır. Böylece j. faaliyetin işleme sokma zamanı, i. faaliyetin en erken tamamlama zamanına eşit olur. j. faaliyetin en erken tamamlama zamanı :

$$(T_E)_j = (T_E)_i + t_{ij}$$

şeklinde hesap edilir. Şayet herhangi bir faaliyet kendinden evvel biten birkaç faaliyetten sonra başlayabiliyorsa bu faaliyete ait en erken işleme sokma zamanı; evvel biten faaliyetler içindeki en erken tamamlama zamanı en büyük olanıdır. Örneğin, C faaliyeti, A ve B faaliyetleri tamamlandıktan sonra başlayabiliyorsa C faaliyetinin işleme sokma zamanı olarak A ve B'den hangisinin en erken tamamlama zamanı büyükse onunki alınır.

2.7.2. Geriye Doğru Zaman Hesaplama

Bu hesaplama şeklinde faaliyetlere ait en geç tamamlanma zamanları ve hesaplar diyagramın akış yönünün tersi istikametinde yapılır. Bu hesaplamalarda, herhangi bir faaliyete ait en geç tamamlama zamanı; kendinden sonra gelen faaliyetin en geç tamamlama zamanından, o faaliyetin süresi çıkarılarak bulunur. Hesaplamalara; projenin süresi son düğüm noktasına ait en erken tamamlanma süresine eşit alınarak başlanır. Bu değer en geç tamamlama zamanı olarak kabul edilerek buradan itibaren ilk düğüm noktasına doğru hesaplara devam edilir. Yani; geriye doğru hesaplamalarda :

$(T_E)_{\text{son}} = \text{Proje süresi} = (T_O)_{\text{son}}$ eşitliği temel alınarak işlemler yürütülür. Buna göre herhangi bir i noktasındaki en geç tamamlanma zamanı

$$(T_O)_i = (T_O)_j - t_{ij}$$

dir.

Bu hesaplamalarda da herhangi bir faaliyet, kendinden sonra birçok faaliyeti başlatıyorsa söz konusu faaliyete ait en geç tamamlama zamanı hesap edilirken kendinden sonra gelecek faaliyetlerden en geç tamamlama zamanı $(T_O)_i$; en küçük olan esas alınarak faaliyet süresinin bu değerden çıkarılmasıyla bulunur.

2.8. Kritik Yörünge'nin Tayini

Bütün düğüm noktalarına ait en erken tamamlanma zamanı $(T_E)_i$ ve en geç tamamlanma zamanı $(T_O)_i$ ler hesaplandıktan sonra kritik yörünge'nin tayini safhasına gelinir. Bu safhada önce kritik faaliyetler tespit edilir, sonra da bu faaliyetleri içeren düğüm noktaları birbiri ardına gelecek şekilde ikinci bir çizgi ile birleştirilir. Bu şekilde elde edilen hatta, kritik yörünge denir.

Kritik faaliyetler toplam bolluğu sıfır olan faaliyetler olduğuna göre, kritik yörüngeyi bulmak için ilk yapılacak iş; her düğüm noktasına ait toplam bolluğu hesap etmek ve bu bolluğun sıfır olduğu düğüm noktalarından ikinci bir çizgi geçirmektir.

Bu yoldan başka kritik yörünge'nin tayininde kare matriksin özelliklerinden yararlanılan ve *Martin Yöntemi* adıyla bilinen bir metod daha vardır. Fakat çalışmanın hacmi sınırlı olduğundan bu metod burada anlatılmayacaktır.

2.9. CPM ve PERT Metodlarının Yarar ve Sakıncaları

Herhangi bir projede CPM ve PERT metodları uygulanmak istenirken, metodların yarar ve mahzurlarını önceden dikkate almak gerekir. Örneğin, 150'den fazla faaliyeti içeren bir projeye bu metodları uygulamak oldukça zordur ve *komputer* kullanmayı zorunlu kılar. Bu ise proje maliyetini % 5 civarında arttırıcı yönde etkili olur. Bu metodların mahzurları şu şekilde sıralanabilir :

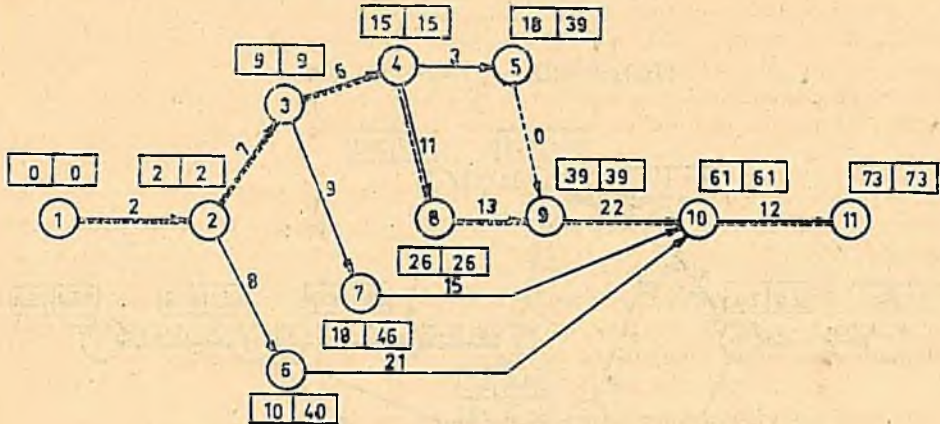
1. Sonuçları değerlendirmek kolay değildir.
2. Eksiksiz bir şekilde tüm faaliyetleri dikkate alarak bir diyagram hazırlamak zaman alıcıdır.
3. Her faaliyet için gerçeğe uygun faaliyet süresi temin etmek veya tahmin etmek, keza zaman alıcıdır.

Faaliyet adedinin az olduğu projelerde bu metodların yararlarını şöyle sıralayabiliriz :

1. Proje içindeki istenen herhangi bir faaliyetin ne zaman başlayıp ne zaman biteceğini bildirir ve böylece faaliyet için gereken herhangi bir gereksinim için hazırlanma olanağı doğar.
2. Faaliyetlerin kontrolü daima mümkündür.
3. Çeşitli faaliyetlerin birbirine etkileri bilinir. Böylece yapılan bir hatanın nereden kaynaklandığı ve ileride ve geride neleri etkilediği bilinir.
4. Ortaya çıkacak gecikmeler önlenir.
5. Proje süresini gereksiz yere uzatan faaliyetlerin süreleri ayarlanabilir. Bu şekilde proje süresi kısalmayacağından genel masraflarda kısıntı sağlanır.
6. Herhangi bir faaliyet için gerekli işgücü bilindiği için mevcut sınırlı kaynakların dengeli bir şekilde dağıtılması mümkün olur.
7. Herhangi bir faaliyet üzerinde gerektiğinde detaylı bir çalışma yapılabilir.

2.10. CPM ve PERT Uygulamasına İlişkin Bir Örnek

Metodlarla ilgili hesap şekillerini göstermek amacıyla aynı örnekten yararlanılacaktır. 11 düğüm noktasından oluşan örnek projenin kritik yörüngesi önce CPM metoduna göre bulunacak (Şekil 4a), daha sonra aynı işlemler PERT metodunun hesap şekillerine göre yinlenecektir (Şekil 4b).



Şekil 4 a.

¹ Örnek proje «SCHULYER S. DAVIS, An Adaptation of Critical Path Method of Resource Allocation S. 4» ten alınmıştır ancak, faaliyetlere alt süreler, örneği somutlaştırmak amacıyla biz tarafından belirlenmiştir.

2.10.1. Kritik Yörünge'nin CPM Metodu İle Bulunması

Örnek projeye ait faaliyetler ve her faaliyete ait süreler Şekil 4a'da görülmektedir. Önce her düğüm noktası için en erken ve en geç tamamlanma zamanları hesaplanarak, noktalar üzerindeki kutular içine yazılacak, sonra da toplam bollukları sıfır olan noktalar birleştirilerek kritik yörünge belirlenecektir.

En erken tamamlanma zamanları için genel formül :

$$(TE)_{ij} = (TE)_i + t_{ij}$$

Düğüm noktaları için bu formüle göre hesaplanan değerler aşağıdaki gibidir.

$$(TE)_{1,2} = (TE)_1 + t_{1,2} = 0 + 2 = 2 \text{ gün}$$

$$(TE)_{2,3} = (TE)_2 + t_{2,3} = 2 + 7 = 9 \text{ gün}$$

$$(TE)_{2,6} = (TE)_2 + t_{2,6} = 2 + 8 = 10 \text{ gün}$$

$$(TE)_{10,11} = (TE)_{10} + t_{10,11} = 61 + 12 = 73 \text{ gün}$$

En geç tamamlanma zamanları için genel formül:

$$(TG)_{ij} = (TG)_j - t_{ij}$$

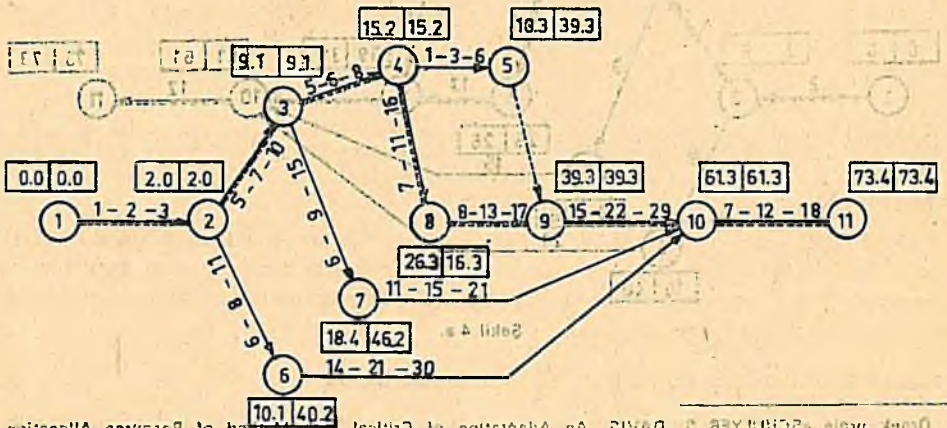
Her düğüm noktası için bu değerler şöyledir.

$$(TG)_{10,11} = (TG)_{11} - t_{10,11} = 73 - 12 = 61 \text{ gün}$$

$$(TG)_{10,9} = (TG)_{10} - t_{10,9} = 61 - 22 = 39 \text{ gün}$$

$$(TG)_{10,7} = (TG)_{10} - t_{10,7} = 61 - 15 = 46 \text{ gün}$$

$$(TG)_{2,1} = (TG)_2 - t_{2,1} = 2 - 2 = 0 \text{ gün}$$



Şekil 4 b. Network diagram showing activities and their durations. Nodes are numbered 1 to 11. Each node has a box containing its Earliest Time (TE) and Latest Time (TG). The activities and their durations are as follows:

Proje içindeki 11 düğüm noktası arasında yer alan 13 adet faaliyete ait bu şekilde hesaplanan değerler Tablo No. 1'de topluca verilmiştir.

Tablo No. 1

Faaliyetler	Faaliyet süresi (gün)	En erken Tamamlama zamanı (TE)	En geç Tamamlama zamanı (TG)
1- 2	2	2	0
2- 3	7	9	2
2- 6	8	10	32
3- 4	6	15	9
3- 7	9	18	34
4- 5	3	18	36
4- 8	11	26	15
5- 9	0	18	39
6-10	21	31	40
7-10	15	33	46
8- 9	13	39	26
9-10	22	61	39
10-11	12	73	61

Altı çizili olan değerler bir düğüm noktası için birden fazla sonuç bulunduğu anda müteakip hesaplamaya esas olan değerleri göstermektedir.

Kritik yörünge toplam bollukların sıfır olduğu noktalardır. Her düğüm noktası için bu değerler 6 No.lu formüle göre ayrı ayrı hesaplanırsa :

1. Düğüm noktasında $TB = 0 - 0 = 0$
2. » » $TB = 2 - 2 = 0$
3. » » $TB = 9 - 9 = 0$
4. » » $TB = 15 - 15 = 0$
5. » » $TB = 39 - 18 = 21$
6. » » $TB = 40 - 10 = 30$
7. » » $TB = 46 - 18 = 28$
8. » » $TB = 26 - 26 = 0$
9. » » $TB = 39 - 39 = 0$
10. » » $TB = 61 - 61 = 0$
11. » » $TB = 73 - 73 = 0$

bulunur.

Görüldüğü gibi 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 No.lu düğüm noktaları arasında $TB=0$ dir ve bu düğüm noktaları arasındaki faaliyetler kritik faaliyetlerdir. O halde bu projenin 73 gün içinde bitirilmesi için isgücü potansiyelinin bu faaliyetler üzerinde yoğunlaştırılması gerekmektedir.

2.10.2. Kritik Yörünge'nin PERT Metodu İle Bulunması

Şimdi aynı örnek proje üzerinde her faaliyete ait iyimses, kötümser ve en olası süreleri göstererek kritik yörüngeyi PERT Metodu'na göre bulalım. (Şekil 4b)u

Bunun için öncelikle her faaliyetin ortalama süresi (t), standart ayrılığı (S) ve varyansın (S²) bulunması gerekir. (1), (2) ve (3) No.lu formüllere göre ilk iki düğüm noktası arasındaki faaliyet için bu değerler :

$$t_{1,2} = \frac{a+4m+b}{6} = \frac{1+4 \times 2+3}{6} = 2 \text{ gün}$$

$$S_{1,2} = \frac{b-a}{6} = \frac{3-1}{6} = \frac{2}{6} = 0,3$$

$$S^2_{1,2} = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 = \left(\frac{3-1}{6}\right)^2 = \left(\frac{2}{6}\right)^2 = 0,09$$

dur. Proje içindeki 13 faaliyete ait bu değerler ile, her faaliyete ait en erken ve en geç tamamlanma süreleri hesaplanarak Tablo No. 2'de topluca verilmiştir.

Tablo No. 2

Faaliyetler	Faaliyet süreleri (gün)			Orta- lama faaliyet süresi t	Stan- dart hata S	Varyans S ²	En erken tam. zam. (TE)	En geç tam. zam. (TG)
	En iyimser (a)	En olası m	En kötümser b					
1- 2	1	2	3	2,0	0,3	0,09	2,0	0,0
2- 3	5	7	10	7,1	0,8	0,64	9,1	2,0
2- 6	6	8	11	8,1	0,3	0,64	10,1	32,1
3- 4	5	6	8	6,1	0,5	0,25	15,2	9,1
3- 7	6	9	15	9,3	1,5	2,25	18,4	36,9
4- 5	1	3	6	3,1	0,8	0,64	18,3	36,2
4- 8	7	11	16	11,1	1,5	2,25	26,3	15,2
5- 9	0	0	0	0,0	0,0	0,00	18,3	39,3
6-10	14	21	30	21,1	2,7	7,29	31,2	40,2
7-10	11	15	21	15,1	1,7	2,89	33,5	46,2
8- 9	9	13	17	13,0	1,3	1,69	39,3	26,3
9-10	15	22	29	22,0	2,3	5,29	61,3	39,3
10-11	7	12	18	12,1	1,5	2,25	73,4	61,3

Yukarıdaki tablonun son iki sütununa göre toplam bolluklar hesaplanırsa; 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10 ve 11 No.lu düğüm noktalarında bunların sıfır olduğu görülür. O halde beklendiği gibi CPM ve PERT'te kritik yörünge aynıdır. Ancak proje süresi PERT'te 0,4 gün daha uzundur. Bu fark ortalama faaliyet sürelerinin hesaplanması esnasındaki küsürlü sonuçlar nedeniyle meydana gelmiştir.

3. CPM VE PERT METODLARININ AMENAJMAN PLANI YAPIMINDA KULLANILMASI

Amenajman Planları, sahibi, sınırları ve amaçları belli ormanlar için düzenlenirler. Bu planların ana hedefi, orman sahibinin isteklerini ulusal ormancılık amaçları dışına çıkmadan, yetişme ortamı koşullarının sağladığı olanaklar ölçüsünde yerine getirebilmek için, mevcut ormanda yapılması zorunlu faaliyetleri yer ve za-

man göstererek bir plana bağlamaktır. Amenajman bu görevi yerine getirirken, gösterilen saha içindeki orman kuruluşları ve yetişme ortamının özellikleri hakkında sayısal bilgiler toplayarak işe başlar. Ulusal ormancılık amaçları ile orman sahibinin isteklerini belirten idare ya da işletme amaçları kendisine hazır olarak verilir. Plan ünitesi içinde yaptığı ölçme ve tesbitleri verilen amaçlar ile birlikte gözönüne alan amenajman, bu amaçları gerçekleştirmek için ormanda ne yapılması gerektiğine karar vererek yapılması gereken işleri yer ve zamanı ile birlikte planlar.

Düzenlenen amenajman planlarının kapsamı ülkedeki genel ormancılık entansitesi, planlanacak ünite için belirlenen işletme amaçları, ulaşım olanakları ve istenilen bilgi çeşidinin miktar ve doğruluk derecesine bağlı olarak değişmektedir. Ülkemiz koşulları içinde bir amenajman planının genel kapsamı ve bu kapsamı içerecek şekilde düzenlenecek bir amenajman planında izlenecek faaliyetlerin sırası *Eraslan* tarafından ortaya konmuştur (ERASLAN, S. 397-404). Önceleri sadece Örnek Orman İşletmeleri'nin Amenajman Planlarının düzenlenmesine uygulanan bu sıra, daha sonra Orman Genel Müdürlüğü tarafından genelleştirilerek Türkiye'deki tüm ormanların amenajman planlarının düzenlenmesinde, uygulanmasında ve yenilenmesinde başvurulacak bir yönetmelik haline getirilmiştir. Anılan yönetmeliğin birinci maddesi gereğince, 1973 yılından bu yana Türkiye'de Amenajman Planları bu yönetmelik esaslarına uygun olarak yapılmaktadır (O.G.M., 1973, S. 2).

Yönetmelikte saha, servet ve artım envanteri ile yetişme ortamına ilişkin bilgilerin toplanma şekilleri genel hatlarıyla verilmiştir. Bu bilgilerin plan yapımında nasıl değerlendirileceği ve bu değerlendirme işleminin hangi dizpozisyona göre yapılacağı belirtilmiş, fakat bir amenajman planı yapmak amacıyla işe önce nereden başlanacağı ve prosedürün ne şekilde sürdürüleceği plan yapıcıya bırakılmıştır. Bu nedenle, ok diyagramının oluşturulmasında yönetmelik esasları baz alınmakla birlikte, faaliyetlerin sıralanmasında *Eraslan*'ın diğer yayınları da dikkate alınmıştır (ERASLAN, S. 219 - 220).

3.1. Ok Diyagramının Oluşturulması

Proje ana çatısı üç ana faaliyet grubuna dayatılmıştır. Bunlar :

- Ormana çıkmadan önce yapılacak işler,
- Ormanda yapılacak işler,
- Ormandan döndükten sonra yapılacak işler.

Birinci gruba giren işler: Planın yapılmasına karar verilmesinden, araziye intikal edilmesine kadar olan faaliyetleri içermektedir. Servet, artım ve yetişme ortamına ilişkin çeşitli bilgilerin toplanması ve bazı değerlendirmelerin yapılması ikinci grup faaliyetleri, tüm bilgilerin değerlendirilmesi ve yönetmelikte belirtilen sıra dahilinde plan haline getirilmesi üçüncü grup faaliyetleri meydana getirmektedir.

Buna göre bir plan ünitesinin Amenajman Planı'nı yapmak için aşağıdaki işlerin (faaliyetlerin) yapılması gerekmektedir.

- 1 — Planın yapılmasına karar verme
- 2 — Orman sahibinin isteklerinin belirtilmesi
- 2.1 — Envanterle ilgili isteklerin belirtilmesi
- 2.2 — Planın doğruluk derecesiyle ilgili isteklerin belirlenmesi
- 2.3 — Bilgi çeşitleriyle ilgili isteklerin belirlenmesi

- 3 — İşletme amaçlarının belirtilmesi
- 4 — Millî ormancılık amaçlarının belirlenmesi
- 5 — Orman sahibinin isteklerine ve mevcut dökümanlara göre envanter metodunun seçimi, (yersel metod, fotoğrametik metod, kombine metod.)
- 6 — Planlanması istenen ormana alt envanter için gerekli dökümanların toplanması
 - 6.1 — Meşcere haritasının hazırlanması
 - 6.1.2 — Hava fotoğraflarının temin ve seçilmesi
 - 6.1.3 — Hava Fotoğraflarından meşcere tiplerinin ayrılması
 - 6.1.4 — Çizilen tiplerin paftalara geçirilmesi
 - 6.2 — İlgili paftaların temin edilmesi
 - 6.3 — Varsa eski planların temin edilmesi
 - 7 — Yapılacak ölçümlerin belirlenmesi
 - 7.1 — Deneme sahalarının şekil ve büyüklüğünün belirlenmesi
 - 7.2 — Deneme sahalarının adedinin belirlenmesi
 - 7.3 — Deneme sahalarının bulunuş şeklinin belirlenmesi
 - 7.4 — Her deneme sahasında yapılacak ölçümlerin belirlenmesi
 - 8 — Mali kaynakların tesbiti ve finanse edilmesi
 - 8.1 — Harcama kalemlerinin tesbiti ve miktarlarının belirlenmesi
 - 8.2 — Finansman kaynaklarının tesbiti ve miktarlarının aktarılması
 - 9 — Çalışılacak malzemelerin belirlenmesi
 - 9.1 — Yeni malzeme alımları
 - 9.2 — Mevcut malzemelerin bakım ve onarımı
 - 10 — Kamp yeri tesbiti ve intikal
 - 10.1 — Kamp yerinin tesbit edilmesi
 - 10.2 — Malzeme ve ödeneklerin kamp yerine intikali
 - 10.3 — Yerleşme ve sosyal gereksinimlerin temin edilmesi
 - 10.4 — İş düzeninin kurulması ve arazide çalışılacak malzemelerin hazırlanması
 - 10.5 — İş gücünün temini ve eğitimi
 - 10.6 — Çalışılacak sahanın belirlenmesi
 - 10.7 — Ön bilgileri temin etmek için, çalışılacak sahanın tanınması (İstikşaf)
 - 10.8 — Meşcere tiplerinin arazide kontrolü
 - 11 — Envanter için döküman toplama
 - 11.1 — Deneme sahalarının arazide bulunması
 - 11.2 — Hacimle ilgili ölçümlerin yapılması
 - 11.3 — Artımla ilgili ölçümlerin yapılması
 - 11.4 — Verimlilikle (Bonitet) ilgili ölçümlerin yapılması
 - 11.5 — Yaş ile ilgili ölçümlerin yapılması (işletme şekline göre)
 - 11.6 — Yetiştirme ortamı ile ilgili gözlemlerin yapılması
 - 11.7 — Kaliteyle ilgili ölçümlerin yapılması
 - 11.8 — Amaç kuruluşunun belirlenmesi ve bu amaca ulaşmak için gerekli silvi-kültürel müdahalelerin şekil ve şiddetinin saptanması
 - 12 — Ölçümlerin değerlendirilmesi
 - 12.1 — Orta boy ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi
 - 12.2 — Artım ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi
 - 12.3 — Bonitet ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi
 - 12.4 — Yaş ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi
 - 12.5 — Orman kuruluşlarıyla ilgili gözlemlerin değerlendirilmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılması
13. — Merkez dönüş

- 13.1 — Malzemelerin onarım ve ambalajlanması
 13.2 — Ödeneklerle ilgili hesap mutabakatlarının yapılması
 13.3 — Kamp nakli ve merkeze intikal
 14 — Karnelerin bilgisayarda değerlendirilmek üzere hazırlanması
 14.1 — Hektara çevirme emsallerinin hesaplanması
 14.2 — F/n değerlerinin hesaplanması
 14.3 — Karne eksikliklerinin giderilmesi ve kontroller
 14.4 — Hacim ve artım tablosunun tanzimi
 14.5 — Bilgi İşlem Merkezinde değerlendirme
 15 — Orijinal haritanın elde edilmesi
 15.1 — İç taksimat şebekesinin tanzimi ve yolların belirlenmesi
 15.2 — Meşcere haritasıyla bölme hudutlarının çakıştırılması
 15.3 — Harita çoğaltma
 16 — Yetiştirme ortamı haritasının hazırlanması
 16.1 — Bitki sosyolojisi haritasının hazırlanması
 16.2 — Ekolojik üniteler haritasının hazırlanması
 17 — Yaş sınıfları haritasının hazırlanması
 18 — Bonitet sınıfları haritasının hazırlanması
 19 — Saha envanterinin tamamlanması (harita üzerinde)
 20 — Harita boyama işleri
 21 — Ortalama bonitetin bulunması
 22 — Tüm sahanın ortalama bonitete redüksiyonu
 23 — Saha ile ilgili tabloların tanzimi
 24 — Servet ile ilgili tabloların tanzimi
 25 — Aktüel ve optimal durumun saptanması (sayısal olarak)
 25.1 — Aktüel ve optimal saha, servetin ve artımın kıyaslama grafiklerinin çizimi
 26 — Eta kararlaştırılması
 27 — Ağaçlandırılacak sahaların tesbiti ve tablosunun düzenlenmesi
 28 — Gençleştirilecek sahaların belirlenmesi ve son hasılat kesim planının düzenlenmesi
 29 — Ara hasılatın alınacağı sahaların belirlenmesi ve bakım bloklarının ayrılması
 30 — Olağanüstü durumların belirlenmesi
 31 — Plan müddeti içinde elde edilecek etanın, diğer eta tesbiti yöntemleriyle karşılaştırılması
 32 — Rapor yazımı
 32.1 — Ormanın geçmişteki durumunun belirlenmesi
 32.2 — Bugünkü durumun belirlenmesi
 32.3 — Klimatik etmenlerin belirlenmesi
 32.4 — Coğrafi konum ve sınırların belirlenmesi
 32.5 — Jeolojik ve mineorolojik etmenlerin belirlenmesi
 32.6 — Faydalanmanın düzenlenmesi
 32.7 — Geleceğe dönük kararların saptanması
 32.8 — Mali portelerin hesaplanması
 33 — Bakım ve kontroller
 34 — Çiftleme ve dağıtım
- Bu faaliyetler arasındaki ilişkileri gösteren ok diyagramı Şekil 5'de olduğu gibi düzenlenmiştir. Hem etüdümüzün kapsamını genişletmemek, hem de diyagramın boyutunu küçük tutmak amacıyla bu düzenlemede, birbiri ardına gelen ve bir başlık

altında toplanabilen faaliyetler tek faaliyet olarak gösterilmiştir. Böyle faaliyetlerin aktivite zamanları, faaliyet içindeki alt faaliyetlerin toplamı şeklinde alınmıştır.

3.2. Faaliyet Sürelerinin Saptanması

Amenajman çalışmalarında faaliyet sürelerinin uzun ya da kısa oluşu üzerinde pek çok faktör etkili olmaktadır. Bu faktörlerden bazıları çalışan elemanın yeteneği ile ilgili iken, bazıları da çalışılan ortam ile ilgili bulunmaktadır. Örneğin arazide bir deneme alanının ölçülerek kayıtların yapılması için gerekli süre üzerinde;

- Elemanın yetişmiş olması,
- İstenilen bilgi çeşidinin miktarı,
- Ormanın saf veya karışık oluşu,
- Kuruluşun tek ve çok tabakalı oluşu,
- Arazinin meyilli veya yayvan oluşu,
- Ormanın içindeki floranın çeşit ve miktarı,

etkili olmaktadır. Keza herhangi bir ormanın envanterinin yapılarak Amenajman Planının tamamlanması için gerekli süre üzerinde :

- Ormanlık sahanın büyüklüğü,
- Orman sahibinin istediği bilgi çeşidi ve doğruluk derecesi,
- Elemanın sayısı, bilgi seviyesi ve fiziki gücü,
- Plan ünitesindeki işletme sınıfı sayısı,
- Arazinin genel topoğrafik yapısı ve rakımı,
- İş mevsiminin uzun ya da kısa oluşu,

gibi faktörler etkin olmaktadır.

Bu faktörler dikkate alınırca amenajman faaliyetlerinin aktivite zamanları üzerinde bir belirsizliğin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu nedenle, proje süresinin bulunmasında ve kritik yörüngenin belirlenmesinde yalnızca PERT metodundan yararlanılacaktır.

Buna göre diyagramda gösterilen faaliyetler ile bu faaliyetlere ait süreler aşağıdaki tabloda olduğu gibidir (Tablo No. 3).

Bu faaliyetlere ait ortalama süreler ile her bir faaliyetin varyans ve standart hataları, en erken ve en geç tamamlanma zamanları ayrı ayrı hesaplanarak 4 nolu tablo da verilmiştir. Hesaplama yöntemleri örnek projede gösterildiğinden tekrar edilmemiştir.

52 düğüm noktasının her birine ait en erken ve en geç tamamlanma zamanları, ilgili düğüm noktalarının kutuları içine yazılmıştır. Bu değerlere göre toplam bolluklar hesaplandığında 1, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 35, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51 ve 52 No.lu düğüm noktalarında bunların sıfır olduğu ve kritik yörüngenin bu düğüm noktaları üzerinden geçtiği görülmektedir.

Tablo No. 3

Faaliyet No.	A  ı k l a m a	Faaliyet Süreleri		
		En iyimser a	En olası m	En kötümser b
1- 2	Karar verme	5	7	9
2- 3	Orman sahibinin isteklerinin belirlenmesi	2	3	7
2- 4	İşletme (=idare) amaçlarının belirlenmesi	3	4	7
2- 5	.....	0	0	0
4- 5	.....	0	0	0
5- 6	Envanter metodunun seçimi	3	5	7
5- 8	Kaynakların belirlenmesi ve transferi	10	15	20
5-38	.....	0	0	0
6- 7	Yapılacak ölçümlerin belirlenmesi	1	3	5
7-18	.....	0	0	0
8- 9	Pafta (1/25.000 ölçekli haritalar) ve planların temini	2	5	8
8-10	Hava fotoğraflarının temin edilmesi	1	4	7
8-11	Eksik mal ve malzemelerin satın alınması	15	20	25
8-12	Mevcut malzemenin bakım ve onarımı	20	25	30
9-10	Plan ünitesinin sınırlarının paftalara geçirilmesi	1	3	5
10-12	Meşcere haritası taslağının hazırlanması	20	25	30
11-12	.....	0	0	0
12-13	Deneme alanlarının sayısının belirlenmesi	1	2	3
13-14	Deneme alanlarının harita üzerinde dağıtılması	1	3	5
13-15	Kamp yerinin belirlenmesi ve araziye intikal	3	7	11
14-16	.....	0	0	0
15-16	Yerleşme ve sosyal ihtiyaçların sağlanması	1	3	5
15-17	İş gücünün sağlanması ve eğitilmesi	1	3	5
16-18	Meşcere tiplerinin arazide kontrolü	3	5	7
17-18	.....	0	0	0
18-19	Deneme alanlarında gözlem ve ölçmeler	85	100	115
19-20	Hacim ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi	3	6	9
19-22	Meşcere haritasının düzeltilmesi	1	4	7
20-21	Artım ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi	1	2	3
21-22	Tek ağaç hacim ve artım tablosunun elde edilmesi (tek girişli)	2	4	6
22-23	Hazırlıklar ve merkeze dönüş	5	9	13
23-24	Karnelerin Bilgisayara hazırlanması	5	7	10
23-25	Yağ ve yağ sınıfları ile ilgili ölçümlerin değerlendirilmesi	1	3	5
23-26	Yetiştirme ortamına ilişkin ölçüm ve gözlemlerin değerlendirilmesi	4	7	10
23-27	İç taksimat haritasının yapılması	2	5	7

Tablo No. 3 (devam)

Faaliyet No.	A  ı k l a m a	Faaliyet Süreleri		
		En iyimser a	En olası m	En kötümser b
24-36	Karnelerin bilgisayarda değerlendirilmesi, servet ve artımın meşcere tipleri itibarile hektar değerlerinin elde edilmesi	10	15	23
25-29	.....	0	0	0
26-29	.....	0	0	0
27-28	Meşcere haritası ve iç taksimat haritasını birleştirerek orijinal haritanın elde edilmesi	2	5	8
28-29	Harita çoğaltma	1	1	1
29-30	Ekolojik üniteler haritasının yapılması	1	3	5
29-31	Bitki sosyolojisi haritasının yapılması	1	3	5
29-33	Bonitet haritasının yapılması	2	5	8
29-34	Yaş sınıfları haritasının yapılması	3	4	5
31-32	Yetiştirme muhiti haritasının yapılması	3	5	7
29-33	Saha döküm tablosunun hazırlanması (saha ölçümü)	7	10	13
30-31	.....	0	0	0
32-35	.....	0	0	0
33-35	.....	0	0	0
34-35	.....	0	0	0
35-37	Saha ile ilgili tabloların düzenlenmesi	2	4	6
35-50	Harita boyama	45	60	75
36-37	.....	0	0	0
37-39	Ortalama bonitelin hesaplanması ve tüm sahaların ortalama bonitete redüksiyonu	3	5	7
37-40	Servet ile ilgili tabloların düzenlenmesi	4	7	10
38-39	İdare müddetinin belirlenmesi	7	10	13
39-42	Optimal kuruluşun tesbit edilmesi	1	1	1
40-41	Aktüel kuruluşun tesbit edilmesi	1	2	3
41-42	.....	0	0	0
42-43	Aktüel ve optimal durumun saha, servet ve artım itibarile karşılaştırılması	1	2	3
43-45	Periyodik faydalanma alanının belirlenmesi ve son hasılat kesim planının düzenlenmesi	2	4	6
43-44	Ara hasılatın tüm plan ünitesi için belirlenmesi	1	2	3
44-46	Bakım bloklarının ayrılması ve ara hasılat kesim planının düzenlenmesi	3	5	7
45-46	Ağaçlandırılacak sahaların belirlenmesi	1	1	1
46-47	Kesim haritasının düzenlenmesi	1	2	3
46-48	Bulunan etanın, diyer metodlarla elde edilen eta ile karşılaştırılması	1	3	5
47-50	Harita boyama	0	0	0
48-49	Olağanüstü durumların belirlenmesi ve olağanüstü hasılat etasının hesaplanması	2	4	6
49-50	Rapor yazımı	25	35	45
50-51	Basım ve kontroller	10	15	20
51-52	Ciltleme ve dağıtım	10	15	20

Tablo No. 4.

Faaliyet No.	Ortalama aktivite zamanı gün	Standart hata	Varyans	En erken tamamlama zamanı	En geç tamamlama zamanı
1- 2	7,0	0,67	0,45	7,0	0,0
2- 3	3,5	0,83	0,69	10,5	9,6
2- 4	4,3	0,67	0,45	11,3	8,8
2- 5	6,1	0,83	0,69	13,1	7,0
3- 5	0,0	0,00	0,00	10,5	13,1
4- 5	0,0	0,00	0,00	11,3	13,1
5- 6	5,0	0,67	0,45	18,1	63,1
5- 8	15,0	1,67	2,79	28,1	13,1
5-38	0,0	0,00	0,00	13,1	220,9
6- 7	3,0	0,67	0,45	21,1	68,1
7-18	0,0	0,00	0,00	21,1	71,1
8- 9	5,0	1,00	1,00	33,1	28,1
8-10	4,0	1,00	1,00	32,1	32,1
8-11	20,0	1,67	2,79	48,1	41,1
8-12	25,0	1,67	2,79	53,1	36,1
9-10	3,0	0,67	0,45	36,1	33,1
10-12	25,0	1,67	2,79	61,1	36,1
11-12	0,0	0,00	0,00	48,1	61,1
12-13	2,0	0,33	0,11	63,1	61,1
13-14	3,0	0,67	0,45	66,1	69,1
13-15	6,0	1,33	1,77	69,1	63,1
14-16	0,0	0,00	0,00	66,1	72,1
15-16	3,0	0,67	0,45	72,1	69,1
15-17	3,0	0,67	0,45	72,1	74,1
16-18	5,0	0,67	0,45	77,1	72,1
17-18	0,0	0,00	0,00	72,1	77,1
18-19	100,0	5,00	25,00	177,1	77,1
19-20	6,0	1,00	1,00	183,1	177,1
19-22	4,0	1,00	1,00	181,1	185,1
20-21	2,0	1,00	1,00	185,1	183,1
21-22	4,0	0,67	0,45	189,1	185,1
22-23	9,0	1,33	1,77	198,1	189,1
23-24	7,1	0,83	0,69	205,2	200,3
23-25	3,0	0,67	0,45	201,1	205,9
23-26	7,0	1,00	1,00	205,1	201,9
23-27	4,8	0,83	0,69	202,9	198,1
24-36	15,5	2,17	4,71	220,7	207,4
25-29	0,0	0,00	0,00	201,1	208,9
26-29	0,0	0,00	0,00	205,1	208,9
27-28	5,0	1,00	1,00	207,9	202,9
28-29	1,0	0,00	0,00	208,9	207,9

Tablo No. 4 (devam)

Faaliyet No.	Ortalama aktivite zamanı gün	Standart hata	Varyans	En erken tamamlama zamanı	En geç tamamlama zamanı
29-30	3,0	0,67	0,45	211,9	210,9
29-31	3,0	0,67	0,45	211,9	210,9
29-33	5,0	1,00	1,00	213,9	213,9
29-34	4,0	0,33	0,11	212,9	214,9
29-35	10,0	1,00	1,00	218,9	208,9
30-31	0,0	0,00	0,00	211,9	213,9
31-32	5,0	0,67	0,45	216,9	213,9
32-35	0,0	0,00	0,00	216,9	218,9
33-35	0,0	0,00	0,00	213,9	218,9
34-35	0,0	0,00	0,00	212,9	218,9
35-37	4,0	0,67	0,45	222,9	218,9
35-50	60,0	5,00	25,00	278,9	222,9
36-37	0,0	0,00	0,00	220,7	222,9
37-39	5,0	0,67	0,45	227,9	225,9
37-40	7,0	1,00	1,00	229,9	222,9
38-39	10,0	1,00	1,00	23,1	220,9
39-42	1,0	0,00	0,00	228,9	230,9
40-41	2,0	0,33	0,11	231,9	229,9
41-42	0,0	0,00	0,00	231,9	231,9
42-43	2,0	0,33	0,11	233,9	231,9
43-45	4,0	0,67	0,45	237,9	235,9
43-44	2,0	0,33	0,11	235,9	233,9
44-46	5,0	0,67	0,45	240,9	235,9
45-46	1,0	0,00	0,00	238,9	239,9
46-47	2,0	0,33	0,11	242,9	280,9
46-48	3,0	0,67	0,45	243,9	240,9
47-50	0,0	0,00	0,00	240,9	282,9
48-49	4,0	0,67	0,45	247,9	243,9
49-50	35,0	3,33	11,09	282,9	247,9
50-51	15,0	1,67	2,79	297,9	282,9
51-52	15,0	1,67	2,79	312,9	297,9

4. SONUÇ

1973 yılından bu yana Amenajman Planı, bu tarihte çıkan ve «Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik» esaslarına göre yapılmaktadır. Uygulamada, iş programları önceden saptanarak planlanacak serilere alt hava fotoğrafları Orman Genel Müdürlüğü'nce sağlanmakta ve interpretasyonu yapılarak heyetlere verilmektedir. Yönetmelikte bulunan, fakat ormancılık entansitesi açısından şimdilik gereksinim duyulmayan bazı bilgiler istenmediği halde ortalama büyüklüğü 5-6 bin hektar olan bir serinin

Amenajman Planının düzenlenebilmesi, standart kuruluştaki bir Amenajman Heyetinin¹ 330 - 380 gününü alabilmektedir.

Bu etüdde plan ünitesinin büyüklüğü 5.500 hektar alınmıştır. Hava fotoğraflarının temin edilmesi hariç, yönetmelikte gösterilen bütün işlerin heyetçe yapılabacağı varsayılmış ve proje süresi buna göre hesaplanmıştır.

Görüldüğü gibi hem meçcere tipleri taslak haritasının heyet tarafından hazırlanması, hem de istenilen tüm hususları içerecek bir plan düzenlenmesi halinde bile bu süre 313 gün kadar olmaktadır. Buna göre, bu metodları uygulamak suretile Amenajman Planlarının düzenlenmesinde yaklaşık 87 günlük bir zaman tasarrufu sağlamak olası görünmektedir.

KAYNAKLAR

BITTING, B. and PFISTER, F., 1971. Experience Gained with Network Technique in Avalanche Control. Operation Research and the Managerial Economics of Forestry. London.

ÇETMELİ, Enver, 1972. Yatırımların programlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metodları. Çağlayan Yayınevi, İstanbul.

ERASLAN, İsmail, 1971. Orman Amenajman Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 169. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

GÜLERMAN, Adnan, 1970. PERT/MALİYET TEKNİĞİ. İşletmede, Bir Yönetim Aracı Olarak Kullanılması. A.I.T.I.A. Yayınları No. 137, Sevinç Matbaası, Ankara.

HALAÇ, Osman, 1978. Kantitatif Karar Verme Teknikleri. İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları, No. 86, Arpac Matbaacılık, İstanbul.

KALIPSIZ, Abdülkadir, 1969. Orman Amenajmanında Yöncylem Araştırmalarından Faydalanma İmkânları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 19, Sayı 1.

KALIPSIZ, Abdülkadir, 1973. Ormancılıkta Matematiksel Modeller ve Yöncylem Araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 23, Sayı 1.

O. G. M., 1973. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik.

SCHULYER, S., Davis, 1967. An Adaptation of the Critical Path Method of Resource Allocation State of Washington. Department of Natural Resource.

SUN, Osman, 1972. Ormancılık Çalışmalarında Yürütülecek Projelere İlişkin Birbirini İzleyen İşlem Akımlarının Düzenlenmesi ve Değerlendirme Yöntemleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 18, Sayı 2.

¹ Standart heyet kuruluşu bir başkan, üç mühendis, bir daktilo, bir desinatör ve bir şoförden oluşmaktadır.