

Review Article

Corresponding Author:

Nail ÖZER

Submission Date

13 / 05 / 2020

Admission Date

12 / 10 / 2020

Author(s)Nail ÖZER¹**ORCID No:**

0000-0002-6775-9260



Availability of Network Analysis in Turkey Forestry

Nail ÖZER



How to Cite ÖZER, N. (2020). Şebeke Analizinin Türkiye Ormanlığındaki Durumu. JENAS Journal of Environmental and Natural Studies , Volume: 2 Issue: 2, Fall 2020, Pages, 96-101.

Şebeke Analizinin Türkiye Ormanlığındaki Durumu

ABSTRACT:

In this study, general evaluations were made on PERT (Project Evaluation Review Technique) and CPM (Critical Path Method), which are network analysis techniques. Turkey uses in forestry applications are evaluated. It is listed in the statistical formulas and methods used in the application of PERT and CPM techniques. Finally, suggestions were made on possible application areas of network analysis techniques in the country forestry.

Keywords: PERT, CPM, Operatition Researchs

ÖZ:

Bu çalışmada, şebeke analizi tekniklerinden olan PERT (Project Evaluation Review Technique - Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) ve CPM (Critical Path Method - Kritik Yol Yöntemi) üzerine genel değerlendirilmelerde bulunulmuştur. Türkiye ormancılık uygulamalarındaki kullanım alanları değerlendirilmiştir. PERT ve CPM tekniklerinin uygulanmasında kullanılan istatistiksel formül ve yöntemler sıralanmıştır. Son olarak, şebeke analizi tekniklerinin ülke ormancılığındaki olası uygulama alanlarına dair önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: PERT, CPM, Yöneylem Araştırmaları

¹ İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Orman Fakültesi
e-mail: ozernail@gmail.com

GİRİŞ

Şebeke (*network*) analizi birçok çözüm yöntemine sahip olan optimizasyon amaçlı istatistiksel programlama tekniğidir. Bu analiz sayesinde, birleşen noktalara veya düğümlere sahip olan hatlar veya kanallar sisteminde optimum veya en etkili yol bulunmaya çalışılmaktadır. Yani bir projeyi faaliyetlere ve olaylara ayıran, faaliyetler arasındaki mantıksal ilişkiyi saptayan, faaliyetlerin süresini ve maliyetini hesaplayan ve böylece projenin süresinin ve maliyetinin minimum yapılmasına ve kontrolünün sağlanmasına olanak veren analizdir (Daşdemir, 2012).

Şebeke analizi bir planlama tekniği olup genellikle büyük ölçekli projelerin planlanması, bir noktadan diğer bir noktaya olan en kısa yolun bulunması, inşaat planlaması, yeni ürünlerin pazarlanmasının programlanması, belirli sistemlerdeki maksimum akışın (örneğin trafik akışı, sıvı akışı gibi) bulunması, büyük çaplı ihalelerin hazırlanması ve televizyon programının yapılması gibi birçok alanda kullanılabilir (Öztürk, 2011).

Şebeke analizi tekniklerinden olan PERT (Project Evaluation Review Technique- Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) ve CPM (Critical Path Method - Kritik Yol Yöntemi) projelerin planlanması ve uygulanmadaki denetimi için bir yöntem sağlarlar (Öztürk, 2016).

Günümüzde inşaat, maden, tarım, ormancılık, gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Proje esaslı olarak boru hattı, hava alanı, yol, yeni bilgisayar ve programın sisteme yüklenmesi, yeni ürün tasarımı ve pazarlanması, su altı ve üstü araçların imalatı gibi geniş bir yelpazede pert ve cpm teknikleri uygulanmaktadır.

Kritik yol yöntemi (CPM); Dupont ve Remington Rand şirketleri tarafından geliştirilirken, Amerikan donanması için bir denizaltı projesi sırasında Booz Allen Hamilton tarafından proje değerlendirme ve gözden geçirme tekniği (PERT) uygulanmış ve proje, iki yıl erken bitirilmiştir (URL-1). Türkiye’de ise planlı ekonomi dönemlerinde Keban Barajı (1965) ve 15 Temmuz Şehitler Köprüsü (1. Köprü-1970) gibi büyük ölçekli projelerin yatırımlarında kullanıldığı görülmektedir (Öztürk, 2016).

CPM ve PERT tekniklerinin Türkiye ormancılığı açısından incelendiğinde orman amenajman planlarının yapımının planlanması için PERT/CPM teknikleri (Asan, 1981), orman fidanlık faaliyetlerinin planlanmasında (Erkan, 1988), milli parkların kuruluşu ve rekreasyon alanlarının düzenlenmesi için (Akesen, 1977), odun hammaddesi üretiminin PERT tekniği ile planlanması (Göksu, 2010) ve devlet orman fidanlıklarında fidan üretiminin CPM tekniği ile planlanması (Tolunay & Çavuşoğlu, 2015) çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı; birbirine yakın şebeke analizi yöntemleri olan CPM ve PERT’in teorik yapısını açıklamak, şebeke analizi ile yapılan çalışmalara değinmek ve Türkiye ormancılığındaki literatür değerlendirmelerini ele alarak şebeke analizinin kullanım alanı hakkında araştırmacılara bilgi sunmak ve yol haritası çıkarmaktır.

1. MATERYAL ve METOT

1.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Türkiye ormancılığında uygulanan şebeke analizi tekniklerine yer verilmiştir. Literatürdeki CPM ve PERT’e ait derlenmiş her türlü makale, kitap, rapor, belge, elektronik belge vb. ile masaüstü program yazılımlarından faydalanılmıştır.

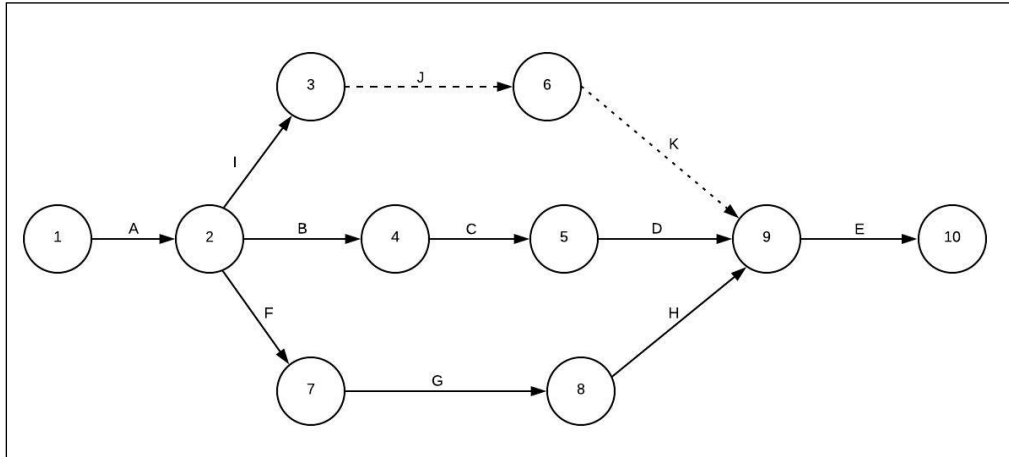
1.2. Metot

PERT, faaliyet süreleri rassal olan problemler ile ilgilenirken CPM ise tamamen deterministik problemlerle ilgilenir (Öztürk, 2011). Her iki yöntem içinde kullanılan temel terimler vardır. Bunlar:

Faaliyet (İşlem); bir işin tamamlanması için zaman ve kaynak harcanması gerektiren hareketi ifade eder (Öztürk, 2011). Faaliyetin gerçekleşmesi için bir önceki faaliyetin tamamlanması gerekir.

Olay (Düğüm Noktası); zaman içinde belirli bir anda oluşan fakat kendisi hiçbir zaman ve kaynak gerektirmeyen bir oluşumdur (Akesen, 1977). Genel kullanımda faaliyetler ok ve harf ile gösterilirken, düğüm noktaları ise daireler ve sayılar ile sembolize edilir (Şekil 1.1).

Kukla Faaliyet (Gölge İşlem); Şebekede faaliyetlerin mantıksal sıralama ilişkisini ortaya koyar. Zaman ve kaynak kullanımı gerektirmeyen işlemlerdir. Şebeke diyagramında kesik çizgilerle gösterilirler (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Şebeke Analizi Örnek Diyagramı

Faaliyetler, CPM ve PERT tekniklerine göre hazırlanan programlarda bir okla gösterilirler. Oklar, mantık düzenine göre akışı tarif ettikleri için okların boyu işlemlerin süresinden bağımsızdır. Okların yönü işlemlerin bitiş doğrultusunu gösterir (Çetmeli, 1982).

Programların içinde bulunan faaliyetlerin zaman birimi hep aynı olmalıdır. Uzun sürecek yatırımlarda birimin ay, yıl olarak seçilmesi, kısa süreli ve uygulamada kullanılacak detay programlarda ise zaman biriminin saat, gün veya hafta olarak seçilmesi uygun olmaktadır (Göksu, 2010).

CPM ve PERT programlarında önemli olan şebekeye dahil bütün faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin aynı birimle gösterilmesidir. Birim zamanda yapılan iş miktarının belirlenmesinde, faaliyetlerin içerdiği iş gücünün (insan, makine) bilinmesi zorunludur. Ayrıca faaliyetlerin her biriminin (m, m³, ton vb.) net bir şekilde ifade edilmesi şarttır (Çetmeli, 1982).

Bir projenin şebeke analizi teknikleri ile oluşturulabilmesi için düğüm noktaları belirgin, faaliyetleri açık bir şekilde ortaya konulduktan sonra 16 basamaktan oluşan formül dizisi (Tablo 1.1) ile hesaplamaları yapılır. Tablo 1.1'deki formül dizisi Öztürk (2016), Daşdemir (2012) ve Göksu'nun (2010) kaynaklarından yararlanılarak derlenmiştir.

Faaliyet tablosundaki belirgin düğüm noktaları diyagrama aktarılır ve ardından 16 basamaklı formül dizisinden çıkan sonuçlar kritik yolu belirler. Böylelikle kritik yol izlenerek projenin en erken, en olası ve en geç bitiş zamanları hesaplanır. Zaman analizinde neticesinde birim maliyet cetveline yerleştirilen veriler, projenin toplam maliyetini ortaya koyar ve bir sonraki adımda tercih edilecek ekonomik analize veya başarı ölçütüne ışık tutar. Böylelikle kıt olan ekonomik kaynakların verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı bilimsel bir şekilde ortaya çıkar.

Herhangi bir projede önceden hazırlanmış şebeke analizi tekniğine uygun, 16 basamaklı formül birleşenlerini ihtiva eden arazi karnesi doldurulduktan sonra PERT ve CPM tekniklerinin uygulamaya konulması için veri setlerini aktaracak bir Microsoft Excel tablosuna ve diyagramı çizecek bulut yazılım olan Google Chrome uygulaması olan Lucidchart'a ihtiyaç duyulmaktadır (URL-2). Ücretli yazılımlar ile Excel tablolarına ihtiyaç duyulmadan da araştırmacıların direkt veri işleyebileceği paket programlarda mevcuttur.

Tablo 1.1. Şebeke Analizinde Kullanılan Formül Birleşenlerinin Sembol, Birim ve Açıklamaları

Formül	Tanım	Birim
$ES = (T_E)_i$	En erken başlama zamanı	Yapılacak projenin muhteviyatına ve hassasiyetine göre zaman birimi; saat, gün, hafta, ay şeklinde ölçülür.
$EF = ES + t_{ij} = (T_E)_i + t_{ij}$	En erken bitiş zamanı (Eğer birden fazla ise hepsi hesaplandıktan sonra en büyüğü dikkate alınır)	
$LS = LF - t_{ij} = (T_G)_j - t_{ij}$	En geç başlama zamanı	
$LF = (T_G)_j = (LS) + t_{ij}$	En geç bitiş zamanı (Eğer birden fazla ise hepsi hesaplandıktan sonra en küçüğü dikkate alınır)	
$t_m = \frac{(t_a + t_b)}{2}$	En olası zaman	
$t_e = \frac{(t_a + 4t_m + t_b)}{6}$	Beklenen tamamlanma zamanı (Aritmetik ortalama ile hesaplanır)	
$\sigma_{te} = \frac{(t_b - t_a)}{6}$	Beklenen tamamlanma zamanının standart sapması	
$(\sigma_{te})^2 = \left[\frac{(t_b - t_a)}{6} \right]^2$	Standart sapmanın varyansı	
$\mu = \sum t_e$	Projenin beklenen tamamlanma süresi	
$(\sigma_{Pr})^2 = \sum \sigma^2$	Beklenen tamamlanma zamanının varyansı	
$Z = \frac{T_S - t_e}{\sigma_{(en\ uzun\ yol)}}$	Gerçekleşme olasılığı (değerleri normal dağılım tablosundan alınır)	
$T_S = t_e + Z \cdot \sigma_{(en\ uzun\ yol)}$	Hedeflenen süre	
$TB = (T_G)_j - [(T_E)_i + t_{ij}]$	Toplam bolluk	
$SB = (T_E)_j - [(T_E)_i + t_{ij}]$	Serbest bolluk	
$BB = (T_E)_j - [(T_G)_i + t_{ij}]$	Bağımsız bolluk	
$AB = (T_G)_j - [(T_G)_i + t_{ij}]$	Ara bolluk	

2. Bulgular ve Tartışma

Türkiye ormancılığındaki çalışmalara dair bulgular aşağıda sıralanmıştır:

Sun (1972), CPM ve PERT'in ormancılığın hemen hemen bütün faaliyetlerinde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Orman envanterine ilişkin bir çalışmayı örnek olarak incelemiş ve 42 adet faaliyetten oluşan temel dizisi 754 günde tamamlandığını ifade etmiştir. Ayrıca şebekedeki faaliyetlerin tamamlanma sürelerini hesaplayarak kritik yolu belirlemiş ve diyagramını oluşturmuştur.

Ormancılık uygulamalarında ise Akesen (1977) tarafından ulusal parkların planlamasına ait bir çalışmada şebeke analizi yöntemleri ele alınmıştır. Kritik yolun 8 numaralı inşaat faaliyetlerinde olduğu ortaya konulmuştur. Akesen'e göre (1977) ulusal parkın kuruluş kararı alınmasından işletmeye açılmasına kadar geçen tüm aşamalar tamamlanmadan toplumun bir kısmı ya da tamamının yararlanması mümkün değildir. Bu ilke ışığında PERT yönteminin benimsenmesi maliyet ve zaman açısından değerlendirildiğinde olumlu etki yapacaktır. Fakat zaman/maliyet durumuna söz konusu yayında değinilmemiştir.

Asan (1981) çalışmasında, orman amenajman planlarının yapımında PERT tekniğinin kullanışını örnek şebeke diyagramı üzerinde açıklamıştır. PERT tekniğinin orman amenajman planlarının yapımında kullanılması sayesinde 87 günlük zaman tasarrufunun sağlanabileceği öngörülmüştür. Plan büyüklüğü 5500 hektar alan olarak alınmış ve hava fotoğraflarının temin süresi hesaba katılmadan tüm hususların düzenlenmesi dahilinde 313 günde gerçekleştiği hesaplanmıştır. Lakin bu çalışmada planlama için gerekli olan bütçe kalemlerine değinilmemiştir. Maliyet değerlerine yer verilmemiştir.

Erkan (1988) tarafından PERT tekniğinin orman fidanlıklarında uygulanabilirliği ele alınmış, fidan üretim süreci PERT – zaman uygulama planı çerçevesinde anlatılmıştır. PERT tekniğinin fidanlıklarda uygulanabilir olduğu gösterilmesi amaçlanmıştır. 76 faaliyetten oluşan şebeke diyagramı çizilmiştir. İstanbul Çobançeşme Fidanlığı'ndaki 2-0 yaşlı karaçam fidanlarında uygulanmış olup, kritik yolu çizilmiş ve 617 günde fidanlık işlerinin tamamlanabileceği ortaya konmuştur.

Göksu (2010), çalışmasına göre, üretim faaliyetlerinin zamansal hesaplamalar yapılarak kritik yolu çıkarılmış, bu kritik yol doğrultusunda masraflar ortaya konulmuştur. Üretim faaliyetleri yapılan hesaplamada 97,5 günde tamamlandığı ortaya konulmuştur. Oysa uygulamalardaki standart sapma $\pm 4,76$ gün hesaba katıldığında üretim faaliyetleri 12 gün daha erken bitirildiği hesaplanmıştır. Öte yandan çalışmanın maliyet hesabı kısmında ise göknar ve kayın tomrukları açısından yapılan işlerde orman köylüsüne toplamda birim fiyat bazında %6,5'luk daha az bir ödeme yapıldığı ortaya konmuştur.

Kiracıoğlu ve diğerleri (2013) tarafından Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü bünyesinde yapılan doğa yürüyüşü güzergahlarının incelenmesi (Ovacık-Sinancılar Örneği) 9 ana faaliyette 15100 metre uzunluğundaki parkurun 343,1 dakikada geçileceği CPM yöntemi ile hesaplanmıştır.

Tolunay ve Çavuşoğlu (2015) tarafından yapılan devlet orman fidanlıklarında fidan üretiminin CPM ile planlanması çalışmasında 1+0 yaşlı 1000 adet kızılçam fidan üretiminin 387 günde tamamlandığı hesaplanmıştır. Üretim sürecinin kritik yolu belirlenmiş ve 8 faaliyetin kritik faaliyet olduğu ortaya konmuştur.

Uygulamada projeleri ön görülen sürelerden daha erken bitirebilmek için proje yöneticisinin iki seçeneği vardır: Ek kaynak kullanmak ve maliyetlere katlanmak ya da projenin şebeke analizini ortaya koyup zaman analizi ile birlikte birim maliyet hesabını ortaya koymak. Yani bir proje yöneticisi hangi faaliyetlerin kritik olacağını ve ne kadar zaman tasarrufu sağlayacağını rasyonel bir şekilde şebeke analizi yöntemleri ile bulur. Bu şekilde gereksiz yere kaynak kullanımı ve masraftan kaçınılarak kamu ekonomisine pozitif dışsallık sağlanmış olunur. Ormanlık uygulamalarındaki kamu kaynaklarının verimli, iktisadi bir şekilde kullanılmasının önü açılır.

Bu sebeple veri setlerinin belirli bir mantık çerçevesinde uygulanarak şebeke analizlerine aktarılması ve ihtiyaç dahilinde uygulanan projeye göre zaman/maliyet kriterlerinin belirlenerek proje kritik yolunun ortaya konulması önem teşkil etmektedir. Şebeke ağı bir kere oluşturulduktan sonra amaca yönelik öncelikli gelişmelerin sağlanması ulusal ormanlık politikasında karşılaştırmalı üstünlük sağlayacaktır. Üretim planlama, silvikültürel planlama, taşıma ve dağıtım planlaması, sektör planlaması, havza ıslahı, işletme ekonomisi, yönetim ve organizasyon, pazarlama, kaynak tahsisi, proje değerlendirme, orman köyleri, çok yönlü yararlanma, işletmelerin işlevsel sınıflandırması gibi konularda da şebeke analizi tekniklerine başvurulduğu anlaşılmaktadır (Daşdemir & Güngör, 2002).

Şebeke analizinin günümüze kadar gelen Türkiye'deki ormanlık uygulamalarında fidanlık, depo, odun üretim, amenajman, ulusal park planlama gibi alanda kullanılmıştır. Öte yandan ülkemiz için ağaçlandırma çalışmaları, toprak haritalama çalışmaları, silvikültürel faaliyetlerin uygulamaları, orman zararları ile ilgili mücadelede bulunan faaliyetlerin kritik yolları, ormanlık yönetim birimlerinin faaliyetleri ile ilgili, orman inşaatı ve transportu süreci; kadastro, mülkiyet ve izinlerle ilgili olarak şebeke analizi çalışmalarına rastlanılmamıştır. Bu başlıklara ilave olarak su üretimi, yaban hayatı, avlak yönetimi, ot üretimi, karbon birikimi, erozyon çalışmaları eksiktir. Ayrıca orman yangınlarına müdahalenin PERT tekniği ile araştırılması, kritik yollarının belirlenerek yangına müdahale sürelerini kısaltılması hedeflenmelidir. Aynı zamanda maliyet hesaplamalarıyla yangın sırasında ve sonrasında oluşacak maddi kayıpların minimize edilerek daha rasyonel kaynak kullanımı ortaya konulmasının eksikliği literatürde ve uygulamada ortaya çıkmaktadır.

SONUÇ

Şebeke analizi çalışmaları 1950'lerdeki keşfinden bu yana birçok alanda kullanılmakta olup projelerin zaman analizini ortaya koymaktadır. Kritik faaliyetlerin zamanlamasında aksama olduğu takdirde proje kritik yoldan sapmış ve tamamlanması gecikmiş olacaktır. Bu durumda proje kaynaklarına ek maliyet getirecektir. Serbest zamanı sıfırdan farklı olmayan faaliyetler kritik olan faaliyetlerdir. Proje gözden geçirilip, kritik olmayan faaliyetler gözden çıkarılarak hedeflenen süreden kısaltma yapılabilir. Böylelikle projenin kritik faaliyetlerine ek kaynak ve süre aktarılmasına olanak sağlanır. Bu durumda proje beklenenden daha kısa sürede kritik yol vasıtasıyla tamamlanabilir ya da kullanılan kaynak ve finansman daha verimli ve ihtiyacı olan faaliyetlere aktarılabilir.

Türkiye'deki ormanlık uygulamalarında şebeke analizi teknikleri geniş alanlara ve konu başlıklarına henüz yayılmamıştır. 1972'den günümüze gelen süreçte kendini ispatlamış 7 yayın ile literatür mevcudiyetini korumaktadır. Bu açıklığın giderilmesi; kaynakların etkili ve verimli kullanılması, herhangi bir ormanlık projesinde zaman ve maliyet açısından ulusal ekonomiye katkı sağlayacaktır. Makroekonomik olarak değerlendirildiğinde şebeke analizi teknikleri zaman ve maliyet açısından proje esaslı katma değer yaratırken, ülkemizde ormanlık sektörünün bir kamu finansmanı konusu olduğu ve her bir projenin yaratacağı istihdam ve milli gelir etkisinin pozitif dışsallık yaratacağı göz ardı edilmemelidir.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik Kurul İzni: Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

Finansal Destek: Yok

Teşekkür: Yok

KAYNAKÇA

Akesen, A. (1977). PERT Yönteminin Ulusal Park Kuruluş Çalışmalarında Uygulanması. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 27, Sayı 2, s.146-165.

Asan, Ü. (1981). Kritik Yörünge Metodu ile Programları Değerlendirme ve Gözden Geçime Tekniğinin Tanıtılması ve Amenajman Planı Yapımında Kullanılması. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 31, Sayı 2, İstanbul, s.221-241.

Çetmeli, E. (1982). Yatırımların Planlanmasında Kritik Yörünge (CPM) ve PERT Metotları. Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 160 s.

Daşdemir, İ. & Güngör, E. (2002). Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Yıl 2002, Cilt 4 s. 1-19 s. Bartın.

Daşdemir, İ. & Güngör, E. (2010). Çok Kriterli ve Katılımcı Yaklaşımla Orman Kaynaklarının İşlevsel Önceliklerinin Belirlenmesi: Ulus Devlet Orman İşletmesi Örneği. Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 12. 11-25 s. Bartın.

Daşdemir, İ. (2012). Orman Mühendisliği için Planlama ve Proje Değerlendirme (2. Baskı). Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:6/4, ISBN:978-605-60882-7, Bartın, 169 s.

Erkan, N. (1988). Bir Orman Fidanlığındaki Faaliyetlerin Pert Metodu ile Planlanması. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 70 s.

Göksu, E. (2010). Devlet Orman İşletmelerinde Odun Hammaddesi Üretimine PERT Tekniği ile Planlanması (Ardıç Orman İşletme Şefliği Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın. 117 s.

Kiracıoğlu, Ö. vd. (2013). Doğa Yürüyüşü Güzergahların İncelenmesi (Ovacık-Sinancılar Örneği). Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Müdürlük Yayın No.73, ISSN: 1300-9508, İzmir. 123 s.

Öztürk, A. (2011). Yöneylem Araştırmasına Giriş. Ekin Basın Yayın Dağıtım. ISBN:978-605-5431-58-7, Bursa, 573 s.

Öztürk, A. (2016). Yöneylem Araştırması (Genişletilmiş 16. Baskı). Ekin Basın Yayın Dağıtım. ISBN:978-605-327-288-5, Bursa, 878 s.

Sun, O. (1972). Ormancılık Çalışmalarında Yürütülecek Projelere İlişkin Birbirini İzleyen İşlem Akımlarının Düzenlenmesi ve Değerlendirme Yöntemleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 18 (2): 44-57.

Tolunay, A., Çavuşoğlu, C., (2015). Devlet Orman Fidanlıklarında Fidan Üretimine Kritik Yol Yöntemi (CPM) ile Planlanması: Fethiye Orman Fidanlık Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 16(1): 20-26.

Winston, W. L. (2004), Operation Research-Applications and Algorithms, Brooks/Coles, US, 1418 s.

URL-1, (2020). Anomim PERT History

https://en.wikipedia.org/wiki/Program_evaluation_and_review_technique PERT History, 8 Mayıs 2020.

URL-2 (2020). Lucidchart Diagrane Programı, Google Chrome Uygulaması

<https://chrome.google.com/webstore/detail/lucidchart-diagrams-deskt/djejcklhojeokkfmldelnempiecmomj?hl=tr> 04 Nisan 2020.