

Yayın Geliş Tarihi: 10.09.2015
Yayına Kabul Tarihi: 26.02.2016
Online Yayın Tarihi: 02.06.2016
DOI: 10.18613/deudfd.57749

Araştırma Makalesi (Research Article)

Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt:8 Sayı:1 Yıl:2016 Sayfa:1-29
ISSN:1309-4246
E-ISSN: 2458-9942

PERT TEKNİĞİ'NİN LİMAN DENİZ HİZMETLERİ OTOMASYONU PROJESİNE UYGULANMASI

Nurcan TEMİZ¹
Elifcan DURSUN²

ÖZET

Proje; belirli bir zaman içerisinde, belirlenen hedefler doğrultusunda gerçekleşmesi gereken ve kaynak tüketen faaliyetler bütünüdür. Proje yönetimi projedeki faaliyetlerin planlanması, programlanması ve kontrolü aşamalarından oluşmaktadır. Proje yönetiminde proje planlama tekniklerinden yararlanılmaktadır. Gantt şemaları, CPM ve PERT yöntemleri proje planlama tekniklerindedir. CPM faaliyet sürelerinin kesin olarak bilindiği varsayımına dayanmaktadır. Fakat bu durum çoğu proje için her zaman mümkün olmayabilir. Çünkü proje ya ilk kez uygulanan ya da çok nadir uygulanan bir projedir. Bu durumda PERT Tekniği kullanılmakta ve her bir faaliyet için üçlü süre tahmini yapılmaktadır. Küresel rekabetin artması ile birlikte uluslar arası taşımacılık ve lojistik kavramları da önem kazanmıştır. Denizyolu taşımacılığının ayrılmaz bir parçası olan limanlarda rekabet avantajı elde edebilmek amacıyla, müşterilere minimum maliyetle daha etkin hizmet sağlanması hedeflenmektedir. Limanlarda sağlanan geçici depolama, ulaştırma, iç dolum ve boşaltım gibi hizmetlerin yanı sıra gemilerin liman rıhtımlarına yanaştırılıp ayrıldığı deniz hizmetleri bulunmaktadır. Römorkör adı verilen deniz araçları ile gerçekleştirilen bu hizmet, römorkaj hizmeti olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, PERT Tekniği liman deniz hizmetleri otomasyonu projesine uygulanmıştır. Projenin ortalama tamamlanma süresi ve varyansı bulunmuş ve projenin farklı sürelerde tamamlanma olasılıkları hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Proje yönetimi, proje planlama teknikleri, PERT, denizyolu taşımacılığı, liman deniz hizmetleri otomasyonu.*

¹ Yrd.Doç.Dr., Mersin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, nur76tr@hotmail.com.

² Doktora öğrencisi, Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, elifcandursun@hotmail.com.

APPLICATION OF PERT TECHNIQUE TO HARBOR MARINE SERVICE AUTOMATION PROJECT

ABSTRACT

A project involves the overall activities which consume resources and have to be completed according to determined goals within a specified time. Project management consists of planning, programming and controlling of project activities. Project planning methods are used for project management. Gantt charts, CPM and PERT methods are the project planning methods. CPM assumes that duration of activities are known with certainty. However for many projects it is not possible because the project is either applied for the first time or it is applied rarely. PERT is applied in these situations and for each activity three time estimations are done. International transportation and logistic terms also have gained importance by the increasing global competition. In order to get competitive advantage at harbors, which are inseparable part of marine transportation, it is aimed to provide more efficient service to customers at minimum costs. In addition to the services provided at harbors, such as temporary storage, transportation, stuffing and unstuffing, there are also marine services berthing and leaving of vessels. The latter, which is provided by tugboat, is named as a tugboat service.

In this study PERT is applied to Harbor Marine Service Automation Project. The mean completion time and variance of project is found and probabilities of different completion time of project are calculated.

Keywords: *Project management, project planning techniques, PERT, marine transportation, harbor marine service automation.*

1. GİRİŞ

Proje yönetimi; ulaşılmak istenen amaç doğrultusunda belirli bir süre ve kaynaklar ile gerçekleştirilmesi gereken faaliyetlerin planlanması, programlanması ve kontrolünü kapsamaktadır. Proje yönetimi aşamaları çeşitli planlama teknikleri ile gerçekleştirilmektedir. Belirlenen planlama metodu bütün projenin akışını ve koordinasyonunu etkilediği için seçimi çok önemlidir. Projelerin gerçekleştirilmeleri sırasında planlama, programlama ve kontrol aşamalarında oluşabilecek istenmeyen durumlar projenin uzamasına, maliyetin artmasına, kaynakların verimsiz kullanılmasına yol açabilir. Proje yönetiminde proje planlama tekniklerinden yararlanılmaktadır. Proje planlama teknikleri, üretim, dağıtım, lojistik, kaynak yönetimi ve finansal planlama problemleri, inşaat sektörü ve araştırma-geliştirme projeleri gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır.

Lojistik sektöründe denizyolu taşımacılığına olan talebin yıllar içerisinde artması ile birlikte liman yönetimi de önem kazanmaya başlamıştır. Limanlar; gemilerin yanaştıkları, gemilerin yük tahliye edip yükledikleri ve çeşitli ihtiyaçlarını karşıladıkları, gerekli ekipman donanımına sahip alanlar olarak tanımlanabilir.

Lojistik sektörünün diğer alanlarında olduğu gibi limanlarda da çeşitli projeler gerçekleştirilmektedir. Bu projelerin uygulanmasında da çeşitli proje planlama tekniklerinden yararlanılmaktadır. Çalışmaya konu örnek bir limanda, gemilerin liman rıhtımlarına yanaşması ve ayrılmasını sağlayan römorkör adı verilen deniz araçları ile sağlanan liman deniz hizmetlerinin otomasyon projesi incelenmiştir.

Öncelikle projedeki faaliyetler arasındaki öncelik ilişkileri belirlenmiş ve her bir faaliyet için üçlü süre tahmininde bulunulmuştur. Daha sonra projenin şebekesi çizilmiş ve bu şebekede baştan sona kadar olan yollar içinde en uzun olan yol (kritik yol) ve bu yol içindeki kritik faaliyetler bulunmuştur. Kritik faaliyetler, projede kritik öneme sahip olup, projenin planlanandan daha uzun sürede bitmesine neden olabilecek faaliyetlerdir. Ayrıca projenin beklenen tamamlanma süresi, varyansı ve standart sapması hesaplanmıştır. Normal dağılımdan yararlanarak, projenin farklı sürelerde tamamlanma olasılıklarının hesaplanması ise yapılan diğer çalışmalar arasındadır.

2. PROJE YÖNETİMİ

Proje; belirli bir zaman dilimi içerisinde, belirlenen hedefler doğrultusunda mevcut kaynaklar ile yapılması gereken işler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Çimen, 1994: 4). Esas amaç ise mevcut kaynaklardan en etkili şekilde yararlanarak belirlenen hedefe ulaşabilmektir. Her projenin bir hedefi, süresi ve bütçesi bulunmaktadır.

Projeler, amaçlarına, büyüklüklerine, yarattıkları katma değere, niteliklerine, sektörlerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Büyüklükleri bakımından, büyük, orta, küçük ölçekli projeler; yürütücü kuruluşları bakımından, kamu ve özel sektör projeleri; amaçları bakımından, kar amacı güden ve kar amacı gütmeyen projeler; yer aldıkları sektör bakımından, tarımsal projeler, imalat sanayi, ulaştırma-haberleşme, madencilik, eğitim projeleri şeklinde farklı şekillerde ele alınabilmektedir (Demirel, 2014: 16). Gerçekleştirilen projelerin niteliği de küreselleşmeyle birlikte değişmekte ve Proje Yönetimi kavramının önemi her geçen gün artmaktadır. Proje yönetimi planlama, programlama ve uygulama, kontrol aşamalarından oluşmaktadır (Kutlu, 2001: 2).

Proje planlama aşaması, proje yönetiminin ilk aşaması olup gelecek aşamalar için temel oluşturmaktadır. Projenin tanımlandığı, hedeflerin ortaya konduğu, bu hedeflerin gerçekleşmesi için nasıl bir yöntem izlenmesi gerektiğinin belirlendiği aşamadır. Bu aşama neyin, ne için, nasıl, ne zaman yapılacağıının belirlendiği aynı zamanda kaynak planlamasının da yapıldığı aşamadır. Projedeki roller, sorumluluklar ve projenin ilerleyişi belirlenir. Yapılacak en ufak bir hata bütün projeyi etkileyeceği için proje yönetiminde çalışacak personelin titizlikle seçilmesi gerekmektedir. Bu aşamadaki en önemli bölümlerden biri de proje için gerekli olan bütçenin hazırlanmasıdır. Proje planlamada, öncelikle faaliyetler belirlenmeli, proje ana faaliyet gruplarına ayrılarak, her grup içindeki temel faaliyetler tespit edilmelidir. Daha sonra faaliyetlerin sırası belirlenmeli ve faaliyet süreleri tespit edilmelidir (Kutlu, 2001: 2). Proje programlama ve uygulama aşamasında proje planına uygun olarak bütün kaynak gereksinimleri göz önünde bulundurularak projenin programlanır ve bu program uygulanır. Bu aşamadaki kritik nokta, faaliyetler arasındaki öncelik-sonralık ilişkilerini gösteren proje şebekesinin çizilmesidir (Kutlu, 2001: 2).

Bir projede karşılaşılan sorunların önüne geçilebilmesi için, projenin planlanması ve programlanmasından sonra, kontrolünün de yapılması gerekir. Proje kontrol aşaması projeyi aksatabilecek herhangi bir duruma karşı önlem almak ve projenin değerlendirmesini yapmak için gerçekleştirilen faaliyetler bütünüdür (Kutlu, 2001: 2). Proje kontrolü; standartların oluşturulması, performans değerlendirmesi ve eğer gerekli ise düzeltici faaliyetlerden oluşmaktadır. Kontrol aşamasında doğru performans değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır. Projede belirlenen standartlara göre performansın gerçekleşip gerçekleşmediği ölçülmekte, herhangi bir sapma varsa sapmaların nedeni araştırılmaktadır. Zamanlama veya bütçe ile ilgili herhangi bir sapma mevcut ise proje yöneticileri düzeltici faaliyetlerle gerekli önlemleri almaktadır. Yeniden planlama, yeniden programlama, yeniden örgütleme faaliyetleri düzeltici faaliyetler arasında bulunmaktadır.

3. PROJE PLANLAMA TEKNİKLERİ

Proje ve proje yönetimi kavramı çok eski zamanlara dayanmaktadır. İlk bilimsel çalışmalar çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınan konuları geliştirerek Frederick W. Taylor tarafından gerçekleştirilmiştir. Taylor'ın çalışmalarından önce verimliliği arttırmak adına sadece işçiler daha fazla çalıştırılıyordu. İşçinin etkinliğine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiyordu. Charles Babbage, Frank ve Lillian Gilbreth çalışmalarında bu süreçte iş ve işçi arasındaki bağlantıları

araştırmışlardır. Araştırmaların sonucunda iş ve zaman etüdü teknikleri gelişmiştir (Akmüt, 1976: 3-4) .

Proje planlama tekniklerinin geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar 1950'li yılların sonlarına doğrudur. Henry Laurent Gantt ise çalışmalarında projede yer alan faaliyetler arasındaki ilişkileri araştırmıştır (Anderson vd. 2000: 478). Araştırmalarının sonucunda ise Henry Gantt, Gantt şemasını geliştirmiştir. Gantt şeması çubuk diyagramı olarak da bilinmektedir. Daha çok makro düzeydeki projelerde kullanılmakta olup proje planlama ve izleme amacıyla geliştirilmiştir. Gantt şeması hazırlanırken öncelikli olarak faaliyetler belirlenir. Faaliyetlerin belirlenmesinden sonra bu faaliyetlerin ne kadar sürede gerçekleşeceği belirlenir. Belirlenen faaliyetler eksen üzerinde yatay çubuklar halinde gösterilir (Wilkes, 1989: 161). Grafik üzerinde y ekseninde en üst sırada yer alan faaliyet önce başlaması gereken faaliyettir. Faaliyetlerin sıraları yukarıdan aşağıya, zamanları ise soldan sağa gösterilmektedir. Gantt şeması hazırlanması kolay bir tekniktir. Ancak yapılacak işin aşamaları arasındaki ilişkiyi bir dereceye kadar göstermekte ve kritik faaliyetleri göstermemektedir. Gantt şeması aynı faaliyetin çeşitli aşamaları arasındaki ilişkiyi göstermekte, ancak farklı faaliyetlerin aşamalarının birbiriyle olan ilişkisini göstermediği için, Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method: CPM) ve Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (Project Evaluation and Review Technique: PERT) geliştirilmiştir.

CPM, 1957 yılında J. E. Kelly ve M. R. Walker tarafından geliştirilmiştir. CPM'nin geliştirilme amacı kimya fabrikalarında bakım için oluşacak durmaların hesaplanabilmesi ve projenin mümkün olan en kısa sürede bitirilebilmesiydi. Kritik yol yönteminde faaliyet süreleri kesin olarak bilinmektedir (Taha, 2009: 258). Bu yöntemde şebeke (ağ) üzerindeki kritik faaliyetler ve projenin kritik yolu belirlenmektedir (Heizer ve Render, 2011: 785). Kritik yolun belirlenmesi projenin kontrol edilebilmesi için önemlidir. Çünkü kritik yol üzerinde gerçekleşebilecek en ufak bir gecikme bütün projenin aksamasına neden olacaktır. Proje yöneticisi esnekliği, kritik olmayan faaliyetler üzerinde gerçekleştirir. Bu teknikte En Erken Başlama Zamanı, En Erken Tamamlanma Zamanı, En Geç Başlama Zamanı, En Geç Tamamlanma Zamanı olmak üzere farklı hesaplamalar yapılmaktadır (Taha, 2009: 258).

Yönteme adını veren kritik yol, bir projede başlangıçtan sona kadar olan en uzun olan yoldur. Kritik yol, kritik faaliyetlerden oluşmaktadır ve bu faaliyetlerin toplam boşlukları sıfırdır. Boşluk, kritik olmayan faaliyetler için esnekliğe imkân veren süre olarak tanımlanabilir (Cooke,

1985: 545). Toplam boşluk, bir faaliyetin başlama zamanının tüm projenin tamamlanma süresini geciktirmeden ertelenebileceği süreyi göstermektedir. Serbest boşluk ise, bir faaliyetin başlama zamanının kendisinden sonra gelen başka bir faaliyetin başlamasını geciktirmeyecek biçimde ertelenebileceği süreyi göstermektedir. Kritik faaliyetlerin toplam boşluk ve serbest boşlukları sıfırdır. Yani bu faaliyetlerde yaşanacak herhangi bir gecikme tüm projenin aksamasına neden olacaktır. CPM'de her bir faaliyetin süresinin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır.

1958 yılında ABD Deniz Kuvvetleri Özel Projeler Bölümü'nün yaptıkları çalışmalar Project Evaluation and Review Technique (PERT) olarak adlandırılmıştır. PERT tekniği ilk olarak Polaris adlı roket programının geliştirilmesinde kullanılmıştır (Çetmeli, 1982: 5-6). Yapılan çalışmalar sonucunda proje, planlandığı tarihten 2 yıl önce tamamlanmıştır (Çetmeli, 1982: 5-6). PERT tekniğinde faaliyetlerin süreleri kesin olarak bilinmemektedir. Yani faaliyet süreleri deterministik değildir. Bu nedenle faaliyet sürelerinin rassal değişken olduğu ve Beta Dağılımına uydukları varsayılmaktadır (Anderson vd. 2000: 488). Genelde daha önceden yapılmamış, faaliyet süreleri ile ilgili net bir bilgi sahibi olunmayan projelerde PERT tekniği tercih edilmektedir. Her faaliyet için en iyimser süre, en olası süre ve en kötümser süre olmak üzere üçlü süre tahmini yapılmaktadır. Ayrıca hem projenin hem de her bir faaliyetin ortalama beklenen süresi, varyansı, standart sapması bulunmakta ve normal dağılım kullanılarak, projenin farklı sürelerde tamamlanma olasılıkları hesaplanabilmektedir.

PERT tekniğinde hesaplanan standart sapmalar ve varyanslar sayesinde, projede ortaya çıkabilecek sapmaları ortaya koymak ve projenin programlanandan ne kadar az veya ne kadar fazla sürede tamamlanacağını tespit etmek mümkündür. Üçlü süre tahminindeki en iyimser süre; her şeyin yolunda gitmesi durumunda bir faaliyetin gerçekleşeceği en kısa süreyi ifade etmekte ve "a" harfi ile gösterilmektedir. En kötümser süre, projede hiçbir şeyin yolunda gitmemesi durumunda bir faaliyetin tamamlanacağı en uzun süreyi ifade etmekte ve "b" harfi ile gösterilmektedir. En olası süre ise, en iyimser süre ile en kötümser süre arasında bulunan ve en çok karşılaşılma olasılığı olan süredir ve "m" harfi ile gösterilmektedir (Dyer, 1982: 327-329).

PERT Tekniği'nde faaliyet sürelerinin Beta dağılımına uyduğu, projenin tamamlanma süresinin ise normal dağılıma uyduğu varsayılmaktadır. Projenin tamamlanma süresi normal dağılıma uyduğu

için, standart normal dağılım tablosu kullanılarak projenin farklı sürelerde tamamlanma olasılıklarını bulmak mümkündür. Her faaliyet için üç süre tahmini yapıldıktan sonra, Beta Dağılımı kullanılarak 1 numaralı formül ile her bir faaliyetin ortalama tamamlanma süresi (μ) bulunur. 2 ve 3 numaralı formüller ile sırasıyla her bir faaliyetin varyansı ve standart sapması hesaplanmaktadır.

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

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

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

Projedeki tüm faaliyetlerin ortalama değerleri ve varyansları hesaplanır (Budnick vd. 1977: 547). Faaliyet süreleri belirlenirken çok dikkatli olunmalıdır. En İyimser Süre ve En Kötümser Süre arasındaki dengesizlik varyansı etkileyecek ve bunun sonucunda faaliyet sürelerindeki belirsizlik artacaktır (Anderson vd. 2000: 489). Faaliyet süreleri belirlendikten sonra kritik yol tespit edilir. Projenin tamamlanma süresi kritik yol üzerinde yer alan kritik faaliyetlerin sürelerinin toplamına eşittir. Ancak bu süre kesinlik arz etmemektedir. Faaliyet sürelerinin varyansları hesaplandığı için projenin belirlenen sürede gerçekleşmesinde de sapma hesaplanır. Sapma kritik yol üzerinde yer alan faaliyetlerinin sapmalarının toplamına eşittir. PERT analizinde sürelerin dağılımı beta dağılımı ile hesaplanırken, kritik yol tespitinde, merkezi limit teoremine göre, gözlem sayısı arttıkça dağılım normal dağılıma yaklaşır, bu yol üzerinde bulunan faaliyet sayılarının fazla olması dolayısıyla normal dağılıma uygundur (Winston, 1994: 428).

Projede birden fazla kritik yol bulunabilir. PERT tekniğinde genelde varyansı büyük olan yol kritik yol olarak kabul edilir. Bunun sebebi ise varyansın artmasıyla birlikte belirsizliğin de artması ve projenin tamamlanma süresine bu şekilde daha güvenilir ulaşılmasıdır (Uzel, 1986: 114). PERT'te projenin belli bir sürede tamamlanma olasılığını hesaplamak için 4 numaralı formülden yararlanılır:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (4)$$

- X = Projenin tamamlanması istenen süre
μ = Projenin ortalama tamamlanma süresi
σ = Projenin standart sapması

Yapılan işlem sonucunda bulunan değerin Z (Standart Normal Dağılım) Tablosu'na göre hangi alanda kaldığı belirlenir ve buna göre olasılığı hesaplanır (Hajek, 1977: 135-136).

4. LİMANLARDA DENİZ HİZMETLERİ

Küreselleşme ile birlikte gelişen ticaret, ulaştırma ve lojistik kavramlarına olan önemi arttırmıştır. Üretilen ürünlerin doğru zamanda, doğru yerde, etkin maliyetle ulaştırılması birçok firmanın küreselleşme ile birlikte artan rekabette avantaj elde etmesine neden olmuştur. Günümüzde karayolu, havayolu, denizyolu ve boru hatları taşımacılığı kullanılmaktadır. Kullanılan taşıma yöntemleri içerisinde en fazla kullanılanı, ölçek ekonomisinden maksimum düzeyde yararlanması, emniyetli olması, hızlı olması gibi nedenlerle denizyolu taşımacılığıdır (Ateş vd. 2010: 84).

Deniz taşımacılığında yükler bir noktadan diğer noktaya taşınırken limanlar da ara hizmet noktası görevi görmektedir. Limanlar özellikle yük taşımacılığında geçici depolama görevini üstlendikleri için denizyolu taşımacılığının temel öğelerindedir. Gemilerin yanaştırıldığı, yüklerin gemilerden tahliye edildiği ve gemiye yüklendiği, gerekli ekipmanlara sahip alanlar liman olarak tanımlanabilir (Alderton, 1999: 253). Yercan (1996: 13) ise limanı, gemilerin yanaşabilmesi için yeterli derinliğe ve emniyetli bir kara alanına sahip, gemilerin çeşitli ihtiyaçlarını karşılayabileceği gerekli gümrük, ambar vb. tesislerin bünyesinde yer aldığı alan olarak tanımlamaktadır.

Limanlar çeşitli amaçlara yönelik hizmetler verebilmektedir. Yük tipinin çeşitlenmesiyle birlikte geleneksel limanlardan belirli yük tiplerine hizmet veren terminaller oluşturulmaya başlanmıştır. Terminaller liman sahası içerisinde çeşitli hizmetleri sağlayabilecek ekipman ve altyapıya sahip alanlardır. Terminallere örnek olarak kuru yük, dökme yük, sıvı yük, yolcu ve konteyner terminalleri gösterilebilir. Limanların temel işlevleri yükün geçici olarak depolanması, bir noktadan diğerine ulaştırılması, yüklerin ilgili ekipmanlar yardımıyla gemiye yüklenmesi, gemiden tahliye edilmesi ve kontrol edilmesi olarak tanımlanabilir.

Bunların yanı sıra ilgili hizmetleri görececek gemilerin liman rıhtımlarına yanaşmasını ve ayrılmasını sağlayacak deniz hizmetlerini de limanlar sağlayabilmektedir. Gemilerin yanaştırılması ve ayrılmasında çeşitli deniz araçlarından yararlanılmaktadır. Bu deniz araçları gemilerin yanında bulunarak itme ve çekme kuvvetiyle gemileri liman rıhtımlarına yanaştırmakta ve liman hizmetleri biten gemileri rıhtımlardan ayırmaktadır.

Römorkörler gemilerin rıhtımlara yanaştırılmasında ve ayrılmasında, karaya oturmuş veya arızalı gemilerin kurtarılmasında, petrol, doğalgaz vb. arama çalışmalarında, su altı araştırmaları yapan firmaların operasyon konumlandırılmalarında kullanılmaktadır. Güçlü çelik yapılar ve stabilite değerleri ile inşa edilen römorkörler, yüksek manevra kabiliyeti ve çok kuvvetli sevk sistemine sahiptirler (Eke, 2010: 7). Römorkörler hem çalışma yerlerine hem de sevk sistemlerine göre sınıflandırılmaktadır. Römorkörler, çalışma yerlerine göre; nehir tipi römorkörler ve açık deniz römorkörleri; sevk sistemlerine göre; konvansiyonel uskurlu römorkörler, birleşik römorkörler, azimut kıçtan tahrikli römorkörler, Z-tek römorkörler, azimut pervaneli traktör römorkörler, rotor römorkör ve gemi yanaşma modülü şeklinde sınıflandırılabilir (Eke, 2010: 7). Tiplerine göre römorkörlerin birbirinden farklı kabiliyetleri mevcuttur. Verilmek istenen hizmete uygun olan römorkör tipi seçilirken geminin grostonu da göz önünde bulundurulmaktadır. Groston geminin güverte altı ve güverte üstü bütün kapalı yerlerinin hacmini ifade etmektedir. Tablo 1'de gros tonaja göre gemi ve deniz araçlarının alması gereken römorkör sayısı ve römorkörlerin çekme kuvveti verilmiştir.

Tablo 1: Gemi ve Deniz Araçlarının Alması Gereken Römorkör Sayısı ve Römorkör Çekme Kuvveti

Gemi Gross Tonajı	Gemi Tipi	İstenen Römorkör Sayısı (Asgari)	İstenen Toplam Çekme Kuvveti (Asgari)	Açıklama
2000 – 5000	Tüm Gemiler	1	16	En az 16 ton
5001 – 15000	Tüm Gemiler	2	32	Her biri en az 16 ton
15001 – 30000	Tüm Gemiler	2	60	Her biri en az 30 ton
30000 – 45000	Tüm Gemiler	2	75	Her biri en az 30 ton

Tablo 1: Gemi ve Deniz Araçlarının Alması Gereken Römorkör Sayısı ve Römorkör Çekme Kuvveti (Devamı)

45000 üstü	Tehlikeli Madde Taşımayan Gemiler	2	90	Her biri en az 30 ton
45001 – 75000	LPG, Parlayıcı, Patlayıcı ve Kimyasal Tankerler	3	90	Her biri en az 30 ton
75 000 üstü	LPG, Parlayıcı, Patlayıcı ve Kimyasal Tankerler	3	120	Her biri en az 30 ton
Her Tonaj	LNG Taşıyan Gemiler	3	150	Her biri en az 30 ton

Kaynak: <http://www.mevzuat.gov.tr>

Limanlarda römorkörler aracılığıyla sağlanan römorkaj hizmetinin yanı sıra gemilere kılavuz kaptan sağlanan kılavuzluk hizmeti, halat bağlama ve çözmeyi sağlayan palamar hizmeti verilmektedir.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Çalışmanın Amacı

PERT ve CPM teknikleri inşaat sektöründen lojistik sektörüne kadar birçok sektörde uygulanmaktadır. Lojistik sektörünün yapıtaşlarından olan limanlarda da birçok proje gerçekleştirilmektedir. Denizyolu taşımacılığına olan talebin artmasıyla birlikte liman hizmetleri de gün geçtikçe gelişmektedir. Limanlarda gerçekleştirilen kılavuzluk, römorkaj ve palamar hizmetleri de liman deniz hizmetleri olarak sınıflandırılabilir. Müşterilere sağlanan hizmet kalitesinin artırılabilmesi, daha doğru ve etkin analizler yapılabilmesi, veri yönetiminin sağlanabilmesi amacıyla römorkör aracılığıyla sağlanan deniz hizmetlerinin otomasyon haline getirilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın amacı, liman deniz hizmetleri otomasyon sistemi için oluşturulan projenin koordinasyonun gerçekleştirilebilmesi amacıyla, sözkonusu projeyi PERT Tekniği kapsamında ele almaktır. Çalışmada deterministik süreler yerine projenin bir ilk teşkil etmesi sebebiyle olasılıklı sürelerden yararlanılan PERT tekniği kullanılmış, projenin faaliyetleri arasındaki öncelik ilişkilerini gösteren proje şebekesinin çizilmesi, proje süresince oluşabilecek problemlerin önceden belirlenip alternatif çözüm yollarının araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için projedeki kritik faaliyetler ve kritik yol tespit edilerek, kritik olan hangi faaliyetlerde hiçbir gecikme yapılmaması, hangi faaliyetlerde (kritik olmayan faaliyetler) biraz daha esnek olunabileceği ortaya konmaya çalışılmıştır. Projedeki faaliyetlerin belirlenmesi, bu faaliyetler arasındaki öncelik ilişkilerinin oluşturulması proje ekibi tarafından yapılmış ve her

bir faaliyete ilişkin üçlü süreler yine proje ekibince deneyimlerine ve sezgilerine dayanarak tahmin edilmiştir. Daha sonra çalışmanın yazarları tarafından projenin şebekesi çizilmiş, her bir faaliyetin ortalama süresi, varyansı, standart sapması ve projenin ortalama süresi, varyansı ve standart sapması hesaplanmıştır. Ayrıca projenin % kaç olasılıkla belli bir zaman aralığında veya belli bir süreden daha kısa sürelerde tamamlanabileceğini bulmak için, Normal Dağılımdan yararlanarak hesaplamalar yapılmıştır.

5.2. Çalışma Hakkında Genel Bilgi

Çalışmada uygulamaya konu olan örnek bir limanda verilen römorkaj hizmetlerinde gerçekleştirilecek olan otomasyon projesine yer verilmiştir. Römorkörler gemilerin liman rıhtımlarına yanaştırılmasını ve ayrılmasını sağlayan yüksek manevra ve sevk kabiliyetine sahip deniz araçlarıdır. Liman deniz hizmetlerinde römorkörlerden yoğun olarak faydalanılmaktadır. Mevcut sistemde ilgili gemide kullanılan römorkör ve römorköre ait performans takibi, halat alma, kılavuz kaptanın gemiye çıkması ve inmesi, yanaşan ve ayrılan gemilere ait detaylı bilgiler manuel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu da deniz operasyonlarının takibini ve raporlamasını zorlaştırmaktadır. Söz konusu örnek limanda hizmet kalitesinin artırılması, verilerin daha etkin yönetimi için römorkörlerin yanaşmasının ve ayrılmasının, kılavuz kaptanın römorkörlerde çalışmasının, römorkörlerin liman ve çevresinde dolaşımının takibi gibi verilerin bünyesinde yer aldığı otomasyon projesinin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu projenin daha önceden uygulanmaması ve bir ilk olması sebebiyle olasılıklı sürelerden yararlanılan PERT tekniği uygulanmıştır. Ayrıca literatürde Gantt şemaları ve CPM'nin denizcilik alanındaki uygulamalarına rastlanılsa da, PERT Tekniği ile ilgili bu alanda herhangi bir çalışmaya rastlanmadığından, PERT Tekniğinin kullanılması düşünülmüştür. Projede PERT'in kullanılmasıyla projenin faaliyetleri arasındaki öncelik ilişkileri belirlenerek projenin şebekesi çizilmiş, her bir faaliyetin ve projenin ortalama tamamlanma süresi, varyansı ve standart sapması hesaplanmış, kritik faaliyetler ve kritik yol bulunmuştur. Ayrıca projenin belli sürelerde bitirilmesi olasılıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların yapılmasında TORA paket programı kullanılmıştır.

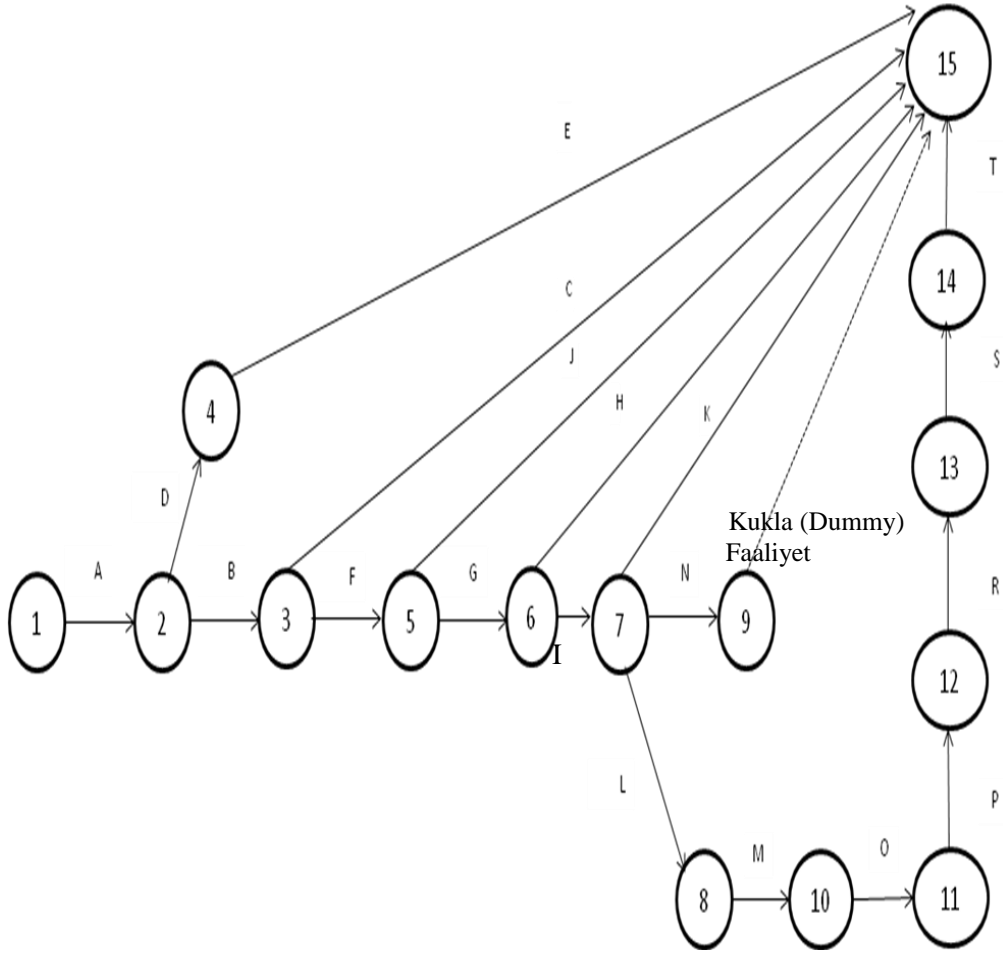
5.3. Projenin Şebekesinin Çizilmesi

Proje ekibinden alınan bilgi doğrultusunda gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler ve öncelik ilişkileri Tablo 2'deki gibidir.

Projedeki faaliyet süreleri gün cinsinden olup, projenin şebeke diyagramı 15 düğüm, 19 faaliyet ve 1 kukla (dummy) faaliyetten oluşmaktadır. Düğüm (olay), bir faaliyetin başlama veya bitiş anını gösteren noktalardır. Kukla faaliyet, şebekenin çizimini ve faaliyetler arasındaki öncelik ilişkilerini göstermeyi kolaylaştırmak için kullanılan ve herhangi bir kaynak (zaman, para) tüketmeyen faaliyetlerdir. Şebeke çizim kuralları gereğince 7 numaralı düğümden aynı anda hem K hem de N faaliyetleri çıkıp 15 numaralı düğüme bağlanamayacağından, Şekil 1'de, 9 ile 15 numaralı düğümler arasında 1 tane kukla faaliyet kullanılmıştır. Kukla faaliyetler şebekenin çizimi sırasında kesikli çizgilerle gösterilir. Şekil 1'de projenin şebekesi gösterilmektedir.

Tablo 2: Projedeki Faaliyetler ve Öncelik İlişkileri

Faaliyetler	Faaliyet Tanımları	Öncelik İlişkileri
A	Proje onayının alınması	-
B	Deniz hizmetleri iş akışlarının çıkarılması	A
C	Römorkör sistem ihtiyaçlarının belirlenmesi	B
D	Mevcut römorkörlerin kurulacak sisteme uygunluğunun incelenmesi	A
E	Proje ekibinin mevcut yazılımının kurulacak sisteme uygunluğunun değerlendirilmesi	D
F	Benzer yazılım programlarının incelenmesi	B
G	Benzer programların uygunluğunun proje ekibi tarafından değerlendirilmesi	F
H	Proje ekibi tarafından deniz hizmetleri otomasyon sistemi yazılımına başlanması	G
I	Römorkör GPS yazılımının geliştirilmesi	G
J	Otomasyon sistemi yazılım desteği alınması	F
K	Römorkörlere sistem ekranı yerleştirilmesi	I
L	Verilerin deniz otomasyon sistemine aktarılması	I
M	Terminal operasyon sistemi-deniz otomasyon sistemi entegrasyonunun sağlanması	L
N	Römorkör GPS sistemiyle yakın gemi hareketlerinin kontrolü	I
O	Terminal operasyon sistemi entegrasyonu - deniz operasyon sisteminin uyumunun kontrolü	M
P	Deniz operasyonları otomasyon sisteminin limana tanıtılması	O
R	Römorkör kaptanlarına römorkör ekranı kullanım eğitiminin verilmesi	P
S	Deniz operasyonları sistemi – kullanıcı uyum kontrolü	R
T	Manevra, halat, kaptan hareketlerinin sisteme aktarılması ve sistem üzerinden takibi	S



Şekil 1: Deniz Otomasyon Projesinin Şebekesi

Proje ekibi, her bir faaliyetin en iyimser (a), en olası (m) ve en kötümser (b) sürelerini sezgilerine ve deneyimlerine dayanarak tahmin etmiş ve onlardan alınan bilgiler, Şekil 2’de gösterildiği gibi TORA paket programına girilmiştir. Şekil 2’de ayrıca her bir faaliyetin başlangıcını ve bitişini belirten düğüm numaraları da gösterilmektedir.

INPUT GRID - PERT (PROGRAM EVALUATION & REVIEW TECHNIQUE)

Row	From Node	To Node	Activity Symbol	a	m	b
1	1	2	A	10,00	20,00	30,00
2	2	3	B	2,00	5,00	7,00
3	3	15	C	1,00	3,00	7,00
4	2	4	D	1,00	3,00	7,00
5	4	15	E	1,00	3,00	7,00
6	3	5	F	2,00	5,00	10,00
7	5	6	G	2,00	5,00	10,00
8	6	15	H	1,00	3,00	10,00
9	6	7	I	10,00	20,00	30,00
10	5	15	J	5,00	10,00	20,00
11	7	15	K	3,00	5,00	10,00
12	7	8	L	3,00	5,00	10,00
13	8	10	M	5,00	10,00	20,00
14	7	9	N	3,00	5,00	10,00
15	9	15	DUMMY	0,00	0,00	0,00
16	10	11	O	3,00	5,00	10,00
17	11	12	P	3,00	5,00	10,00
18	12	13	R	2,00	5,00	7,00
19	13	14	S	1,00	3,00	7,00
20	14	15	T	2,00	5,00	7,00

SOLVE Menu MAIN Menu Exit TORA

Şekil 2: Projedeki Faaliyetlere İlişkin En iyimser, En Olası ve En Kötümser Süre Tahminleri

ACTIVITY MEAN AND VARIANCE			
Activity	Activity Symbol	Mean Duration	Variance
1-2	A	20,00	11,11
2-3	B	4,83	0,69
3-15	C	3,33	1,00
2-4	D	3,33	1,00
4-15	E	3,33	1,00
3-5	F	5,33	1,78
5-6	G	5,33	1,78
6-15	H	3,83	2,25
6-7	I	20,00	11,11
5-15	J	10,83	6,25
7-15	K	5,50	1,36
7-8	L	5,50	1,36
8-10	M	10,83	6,25
7-9	N	5,50	1,36
9-15	DUMMY	0,00	0,00
10-11	O	5,50	1,36
11-12	P	5,50	1,36
12-13	R	4,83	0,69
13-14	S	3,33	1,00
14-15	T	4,83	0,69

Şekil 3: Projedeki Faaliyetlerin Beklenen Süreleri (Ortalamaları) ve Varyansları

PERT Tekniği'nde faaliyet sürelerinin Beta Dağılımına, projenin tamamlanma süresinin ise Normal Dağılıma uyduğu varsayılmaktadır. Şekil 3'de her bir faaliyetin ortalama süresi (beklenen tamamlanma süresi) ve bu faaliyetlerin varyansları gösterilmektedir. Buna göre proje onayının alınması ve römorkör yazılımı geliştirme faaliyetlerinin beklenen süresi diğer faaliyetlerden daha uzundur (20 gün). Kukla (dummy) faaliyet, herhangi bir kaynak tüketmediğinden ve sadece şebekenin çizimini kolaylaştırmak için kullanıldığından dolayı süresi sıfırdır. Örneğin, Şekil 3'de ilk satırda A faaliyetinin (proje onayının alınması) karşısındaki 20 değeri, A faaliyetinin ortalama tamamlanma süresinin 20 gün olduğunu ve 11.11 değeri A faaliyetinin varyansını

(değişkenliğini) göstermektedir. Yani A faaliyeti için tahmin edilen en iyimser ve en kötümser süreler arasındaki değişkenliği ifade etmektedir. Şekil 1'deki projenin şebeke diyagramından da görüldüğü gibi projede 7 yol bulunmaktadır. Projedeki 7 yolun süreleri (ortalama süreleri), varyansları ve standart sapmaları Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3: Projedeki Yolların Süreleri ve Standart Sapmaları

Projedeki Yollar	Yolların Süresi (Gün)	Yolların Varyansı	Yolların Standart Sapması
1. yol : A-D-E (1-2-4-15)	26.66	13.11	3.62
2. yol: A-B-C (1-2-3-15)	28.16	12.8	3.58
3. yol: A-B-F-J (1-2-3-5-15)	40.99	19.83	4.45
4.yol: A-B-F-G-H (1-2-3-5-6-15)	39.32	17.61	4.20
5.yol: A-B-F-G-I-K (1-2-3-5-6-7-15)	60.99	27.83	5.28
6.yol: A-B-F-G-I-N-Kukla Faaliyet (1-2-3-5-6-7-9-15)	60.99	32.72	5.72
7.yol: A-B-F-G-I-L-M-O-P-R-S-T (1-2-3-5-6-7-8-10-11-12-13-14-15)	95.81	39.18	6.26

Projenin kritik yolu, yani başlangıçtan bitişe kadar en uzun süreye sahip olan yolu 95.81 gün ile A-B-F-G-I-L-M-O-P-R-S-T (1-2-3-5-6-7-8-10-11-12-13-14-15 numaralı düğümler) yoludur. Kritik faaliyetler ise, A, B, F, G, I, L, M, O, P, R, S, T faaliyetleridir. Kritik faaliyetlerde meydana gelebilecek herhangi bir gecikme tüm projenin gecikmesine neden olacağından, kritik faaliyetlerde hiçbir aksaklık yaşanmamasına dikkat edilmelidir. Projenin ikinci kritik yolu (yarı kritik yolu), Tablo 3'de 5. Yol ve 6. Yol olarak gösterilen ve tamamlanma süreleri 60.99 gün olan A-B-F-G-I-K yolu ve A-B-F-G-I-N-Kukla Faaliyet (1-2-3-5-6-7-9-15) yoludur.

Projedeki 7 yolu tamamlanma sürelerindeki değişkenlik açısından karşılaştıracak olursak, sadece yolların standart sapmalarına bakmak yeterli olmayacaktır. Çünkü bu yolların ortalama tamamlanma süreleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle bu yolların tamamlanma sürelerindeki değişkenliği karşılaştırmak için ortalama tamamlanma sürelerinin de göz önünde bulundurulması gerekir. Bunu göz önünde bulunduran ölçü, değişim katsayısıdır.

Yolların tamamlanma sürelerindeki değişkenliği daha net biçimde görebilmek için, her bir yolun standart sapmasının, her bir yolun ortalama tamamlanma süresine bölünmesi yolu ile değişim katsayısı hesaplanmış

ve Tablo 4'de gösterilmiştir. Değişim katsayısı büyük olan yolun değişkenliği de daha fazladır. Bu durum o yolu oluşturan faaliyet sürelerindeki değişkenliğin de fazla olduğu anlamına geldiğinden, bu faaliyetlerin sürelerine dikkat edilmesi ve bu faaliyetlerde planlanandan daha fazla gecikme yaşanmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Aksi halde tüm projenin süresi uzayacak ve projenin tamamlanmasında gecikme yaşanacaktır. Tablo 4'de görüldüğu gibi değişim katsayısı (%13.58) en büyük olan yol 1.yoldur. Bu durum, bu yolu oluşturan faaliyetlerin sürelerindeki değişkenliğin daha fazla olduğunu göstermektedir. Örneğin 1. Yoldaki A faaliyetinin süresi 20 gün, D ve E faaliyetlerinin süreleri ise 3.33 gündür. Görüldüğu gibi bu faaliyetlerin süreleri arasındaki değişkenlik oldukça fazladır. 1.Yoldan sonra tamamlanma süreleri açısından değişkenlik gösteren diğer yollar sırasıyla, 2. Yol (%12.71); 3.Yol (%10.86) ve 4.Yoldur (%10.68). Değişkenliğin fazla olduğu yollara ve bu yollardaki faaliyetlere dikkat edilmesi, faaliyet sürelerindeki bu değişkenliği göz önünde bulundurarak, sürelerindeki değişimin fazla olmadığu faaliyetlerden, sürelerindeki değişimin fazla olduğu faaliyetlere doğru herhangi bir süre aktarımı yapmanın mümkün olup olmadığu incelenebilir.

Tablo 4: Projedeki Yolların Değişim Katsayıları

Projedeki Yollar	Projedeki Yolların Değişim Katsayısı (%)
1. yol : A-D-E (1-2-4-15)	13.58
2. yol: A-B-C (1-2-3-15)	12.71
3. yol: A-B-F-J (1-2-3-5-15)	10.86
4.yol: A-B-F-G-H (1-2-3-5-6-15)	10.68
5.yol: A-B-F-G-I-K (1-2-3-5-6-7-15)	8.66
6.yol: A-B-F-G-I-N-Kukla Faaliyet (1-2-3-5-6-7-9-15)	9.38
7.yol: A-B-F-G-I-L-M-O-P-R-S-T (1-2-3-5-6-7-8-10-11-12-13-14-15)	6.53

Projedeki kritik faaliyetlerin, Toplam Boşluk ve Serbest Boşluk değerlerine bakılarak bulunması Tablo 5'de gösterilmektedir. Toplam Boşluk ve Serbest Boşluğu sıfır olan faaliyetlerdir kritik faaliyetlerdir. Toplam boşluk, bir faaliyetin başlama zamanının tüm projenin tamamlanma süresini geciktirmeden ertelenebileceği süreyi göstermektedir. Serbest boşluk, bir faaliyetin başlama zamanının kendisinden sonra gelen başka bir faaliyetin başlama zamanını geciktirmeyecek biçimde ertelenebileceği süreyi göstermektedir. Bir faaliyetin toplam boşluk süresinin sıfır olması, bu faaliyette meydana gelecek herhangi bir gecikmenin projenin süresini

uzatacağını; pozitif olması, faaliyetin planlanan ilerisinde olduğunu; negatif olması ise faaliyetin planlanan gidişatın gerisinde olduğunu göstermektedir (Kutlu, 2001: 385). Serbest boşluk ve toplam boşluk sürelerinin hesaplanması 5 ve 6 numaralı formülde gösterilmiştir (Winston, 1994).

$$\text{Serbest Boşluk (i, j): EBZ(j) - EBZ(i) - } t_{ij} \quad (5)$$

$$\text{Toplam Boşluk (i, j): EGB(j) - EBZ(i) - } t_{ij} \quad (6)$$

EBZ(j): (i, j) ayrıtının j düğümünün en erken başlama zamanı

EBZ(i): (i, j) ayrıtının i düğümünün en erken başlama zamanı

EGB(j): (i, j) ayrıtının j düğümünün en geç bitiş zamanı

EGB(i): (i, j) ayrıtının i düğümünün en geç bitiş zamanı

t_{ij} : (i, j) ayrıtı ile gösterilen faaliyetin tamamlanma süresi

A, B, F, G, I, L, M, O, P, R, S, T faaliyetleri kritik faaliyet olduğundan bu faaliyetlerin toplam boşluk ve serbest boşluk süreleri sıfırdır. Yani bu faaliyetlerde herhangi bir gecikme yaşanmasına izin verilmemektedir. Aksi halde projenin tamamlanma süresi uzayacaktır. Kritik olmayan faaliyetlerde toplam boşluk süresi kadar bir gecikme olması projenin aksamasına neden olmamaktadır. Ancak toplam boşluk süresinden daha fazla gecikme olursa, projenin aksaması söz konusudur. Kritik olmayan faaliyetlerin toplam boşlukları ve serbest boşlukları Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5: Kritik Olmayan Faaliyetlerin Toplam Boşlukları ve Serbest Boşlukları

Faaliyetler (i,j)	EBZ (i)	EGB (j)	Süre (t_{ij})	Toplam Boşluk (Gün)
C (3,15)	24,83	95,81	3,33	67,65
D (2,4)	20	92,48	3,33	69,15
E (4,15)	23,33	95,81	3,33	69,15
H (6,15)	35,49	95,81	3,83	56,49
J (5,15)	30,16	95,81	10,83	54,82
K (7,15)	55,49	95,81	5,50	34,82
N (7,9)	55,49	95,81	5,50	34,82
Kukla Faaliyet (9,15)	60,99	95,81	0	34,82

(3, 15) ayrıtı ile gösterilen C faaliyetinin, Toplam Boşluk süresinin 67,65 olması, diğer faaliyetlerde herhangi bir gecikme yaşanmayacağı varsayımıyla, bu faaliyetin programlanan süreden 67,65 gün geç

başlamasının projenin tamamlanma süresini uzatmayacağı anlamına gelmektedir. Projenin şebeke diyagramına bakıldığında, C, E, H, J, K ve N faaliyetlerinden hemen sonra gelen faaliyetler olmadığından bu faaliyetlerin serbest boşluğu ile ilgili yorum yapılamamaktadır. D faaliyetinin Toplam Boşluğu 69,15, Serbest Boşluğu (EBZ(4)-EBZ(2)- $t_{24}= 23,33-20-3,33=0$) ise 0 olarak hesaplanmıştır. Toplam Boşluğun 69.15 olması, D faaliyetin başlamasının 69,15 güne kadar gecikmesinin projede herhangi bir aksamaya neden olmayacağı, ancak 69,15 günden daha fazla bir gecikme yaşanmasının projeyi de geciktireceği anlamına gelmektedir. Serbest Boşluk süresinin 0 olması ise, D faaliyetin kendisinden hemen sonra gelen E faaliyetinin gecikmemesi için hemen başlaması gerektiği, D faaliyetinin başlamasında yaşanacak bir gecikmenin E faaliyetinin de başlamasını geciktireceği anlamına gelmektedir. Diğer faaliyetlerin toplam boşluk süreleri ile ilgili yorum yapılacak olursa, örneğin K faaliyetinin başlamasında 34,82 güne kadar bir gecikme olması projenin tamamlanma süresinin uzamayacağı anlamına gelmektedir. Ancak K faaliyetinin başlamasında 34,82 günden daha fazla bir gecikme yaşanması, projenin tamamlanma süresinin de uzayacağı anlamına gelmektedir. Kukla faaliyet için de aynı yorum geçerlidir.

Projede bulunan 19 faaliyetin %99.99 olasılıkla gerçekleşebileceği süreler 4 numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır. Z değeri standart normal dağılım tablosundan 3.99 olarak bulunmuş ve formüde yerine koyarak faaliyetlerin %99 olasılıkla gerçekleşebilecekleri süreler bulunmuştur ve bulgular Tablo 6'da sunulmaktadır. Tablo 6'dan da görüldüğü gibi faaliyetlerin %99 olasılıkla gerçekleşeceği süreler kötümser süre tahminlerine daha yakındır.

Tablo 6: Projedeki Faaliyetlerin %99.99 Olasılıkla Gerçekleşebileceği Süreler

Projedeki Faaliyetler	Faaliyet Süresi (Gün)	%99 Olasılıkla Gerçekleşecekleri Süre (Gün)	Projedeki Faaliyetler	Faaliyetlerin Süresi (Gün)	%99 Olasılıkla Gerçekleşecekleri Süre (Gün)
A	20	33,29	K	5,50	10,17
B	4,83	8,14	L	5,50	10,17
C	3,33	7,32	M	10,83	20,81
D	3,33	7,32	N	5,50	10,17
E	3,33	7,32	O	5,50	10,17
F	5,33	10,64	P	5,50	10,17
G	5,33	10,64	R	4,83	8,14
H	3,83	9,82	S	3,33	7,32
I	20	33,29	T	4,83	8,14
J	10,83	20,81			

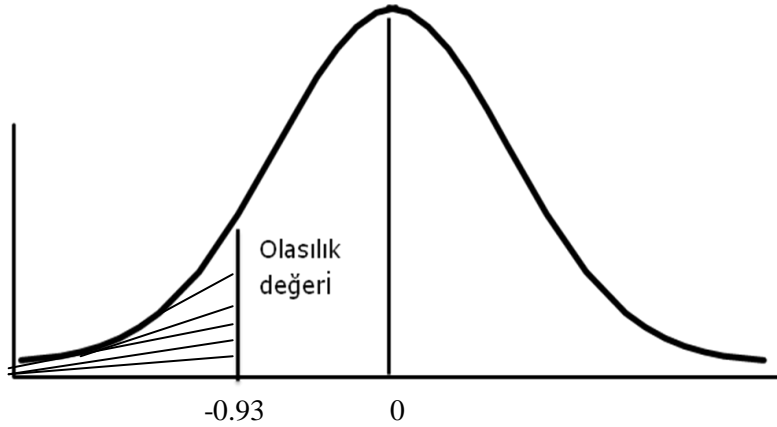
PERT'te projenin tamamlanma süresinin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Projenin varyansı kritik faaliyetlerin varyanslarının toplanmasıyla elde edilen 39,18'dir. Projenin standart sapması ise 39,18'in karekökünün alınması ile elde edilen 6,26'dır.

Çalışmada proje ekibine yol göstermesi ve bir fikir vermesi açısından, projenin beklenen (ortalama) süreden daha erken veya daha geç tamamlanma olasılıkları da hesaplanmıştır. Bunun için 4 numaralı formül yardımıyla elde edilen Z değerlerine ilişkin olasılıklar Normal Dağılım Tablosundan bulunmuş ve istenen değerler normal dağılım eğrisinin hangi alanına düşüyorsa, ona göre gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

İlk olarak projenin 90 günden daha az sürede tamamlanma olasılığı araştırılmıştır. İstenen olasılık $P(X < 90)$ şeklinde gösterilir. Normal dağılım tablosundan yararlanabilmek için buradaki X değerini Z standart değerine dönüştürmek gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki işlem yapılır:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}, \quad Z = \frac{90 - 95.81}{6.26} = -0.93$$

$P(Z < -0.93)$ olasılığını hesaplariken istenen alan Şekil 4'te gösterilen ve -0.93 değerinin sol kısmında kalan taralı alandır.



Şekil 4: Normal Dağılım Eğrisi

Önce normal dağılım tablosundan 0.93'e karşı gelen olasılık değeri bulunur. Bu değer 0.3238'dir. Şekil 4'teki X eksenine normal dağılım eğrisi arasında kalan alan 1'e eşittir. Normal Dağılım simetrik bir dağılım olduğundan, şeklin sol yarısı ve sağ yarısı ayrı ayrı 0.50'ye eşittir. Taralı alanın olasılığını bulmak için 0.3238 değeri 0.50'den çıkarılır. Projenin

90 günden daha kısa sürede tamamlanma olasılığı 0.1762 (%17.62) olarak bulunmuştur. Proje %17.62 gibi düşük bir olasılıkla 90 günden daha kısa sürede tamamlanacaktır. Projenin 93 gün ile 98 gün arasında tamamlanma olasılığını bulmak için 2 tane Z değeri hesaplanmıştır.

$$Z_1 = \frac{93 - 95.81}{6.26} = -0.45$$

$$Z_2 = \frac{98 - 95.81}{6.26} = 0.35$$

$P(93 < X < 98) = P(-0.45 < Z < 0.35)$ şeklinde standartlaştırdıktan sonra istenen olasılığı bulmak için normal dağılım tablosundan 0.45'e ve 0.35'e karşı gelen olasılık değerleri bulunup, bu değerler toplanır. Tablodan 0.45'e karşı gelen değer, 0.1736; 0.35'e karşılık gelen olasılık değeri 0.1368'dir. Projenin 93 gün ile 98 gün arasında tamamlanma olasılığı bu iki olasılık değerinin toplanması ile elde edilen 0.3104'tür. (%31.04). Proje %31.04 olasılıkla 93 gün ile 98 gün arasında tamamlanacaktır. Proje ekibi projenin %95 olasılıkla ne kadar sürede tamamlanabileceği konusunda bilgi sahibi olmak istemiştir. Bu süreyi bulmak için, önce normal dağılım tablosundan 0.95 olasılık değerine karşı gelen Z değeri bulunmuştur. Bu değer 1.645'tir. İstenen değer; $X = 95.81 + (1.645).(6.26) = 106.11$ gün yaklaşık 106 gün olarak bulunmuştur. Projenin %95 olasılıkla tamamlanabileceği sürenin yaklaşık 106 gün olacağı konusunda proje ekibine fikir verilmeye çalışılmıştır. Son olarak proje ekibi, projenin en geç 100 günde bitirilme olasılığını tahmin etmek istemiştir. Bu olasılığın istatistiksel olarak gösterimi $P(X < 100)$ şeklindedir. Bu X değeri önce Z standart değerine dönüştürülmüştür. Z değeri 0.67 olarak bulunmuştur. $P(Z < 0.67)$ olasılığı da 0.7486 (%74.86) olarak bulunmuştur. Projenin en geç 100 günde bitirilme olasılığı %74.86'dır.

5.4. Projenin Kritik Yolunun Doğrusal Programlama ile Bulunması

Çalışmanın bu kısmında projenin şebeke diyagramından hareketle, problemin doğrusal programlama modeli şeklinde formüle edilmesi gösterilmiştir. Bir amaç fonksiyonu ve 20 kısıttan oluşan doğrusal karar modeli aşağıdaki gibidir. Doğrusal programlama yöntemi ile kritik yolu bulurken amaç, projenin tamamlanması için gerekli sürenin minimize edilmesi olduğundan, amaç fonksiyonu minimizasyon biçiminde kurulur.

Ayrıca kısıtları oluştururken, (i, j) ayrıtına denk gelen her faaliyet için, j düğümünün oluşmasından önce, i düğümünün olması ve (i, j) faaliyetinin tamamlanması gerektiği bilindiğinden, projedeki her (i, j) ayrıtı için kısıtların $x_j \geq x_i + t_{ij}$ şeklinde oluşturulması gerekir (Winston, 1994). Bu modelde x_j ile gösterilen karar değişkeni, (i, j) ayrıtı ile gösterilen faaliyetin bitiş düğümünü ifade etmektedir. Projenin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki gibidir.

$$\text{Minimum } Z = x_{15} - x_1$$

Kısıtlayıcılar;

- $x_2 \geq x_1 + 20$ ((1,2) Ayrıtı ile gösterilen A faaliyetinin kısıtı)
 - $x_3 \geq x_2 + 4,83$ ((2,3) Ayrıtı ile gösterilen B faaliyetinin kısıtı)
 - $x_4 \geq x_2 + 3,33$ ((2,4) Ayrıtı ile gösterilen D faaliyetinin kısıtı)
 - $x_5 \geq x_3 + 5,33$ ((3,5) Ayrıtı ile gösterilen F faaliyetinin kısıtı)
 - $x_6 \geq x_5 + 5,33$ ((5,6) Ayrıtı ile gösterilen G faaliyetinin kısıtı)
 - $x_7 \geq x_6 + 20$ ((6,7) Ayrıtı ile gösterilen I faaliyetinin kısıtı)
 - $x_8 \geq x_7 + 5,50$ ((7,8) Ayrıtı ile gösterilen L faaliyetinin kısıtı)
 - $x_9 \geq x_7 + 5,50$ ((7,9) Ayrıtı ile gösterilen N faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{10} \geq x_8 + 10,83$ ((8,10) Ayrıtı ile gösterilen M faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{11} \geq x_{10} + 5,50$ ((10,11) Ayrıtı ile gösterilen O faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{12} \geq x_{11} + 5,50$ ((11,12) Ayrıtı ile gösterilen P faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{13} \geq x_{12} + 4,83$ ((12,13) Ayrıtı ile gösterilen R faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{14} \geq x_{15} + 3,33$ ((13,14) Ayrıtı ile gösterilen S faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_{14} + 4,83$ ((14,15) Ayrıtı ile gösterilen T faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_7 + 5,50$ ((7,15) Ayrıtı ile gösterilen K faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_6 + 3,83$ ((6,15) Ayrıtı ile gösterilen H faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_5 + 10,83$ ((5,15) Ayrıtı ile gösterilen J faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_3 + 3,33$ ((3,15) Ayrıtı ile gösterilen C faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} \geq x_4 + 3,33$ ((4,15) Ayrıtı ile gösterilen E faaliyetinin kısıtı)
 - $x_{15} - x_9 \geq 0$ ((9,15) Ayrıtı ile gösterilen Kukla faaliyetinin kısıtı)
- $x_{ij} \geq 0$

Kurulan doğrusal programlama modeli TORA paket programıyla çözülmüş ve 23 ardıştırma (iterasyon) sonucunda en iyi çözüme ulaşılmıştır.

6. TARTIşMA

Proje yönetiminin uygulandığı sektörler arasında lojistik sektörü de bulunmaktadır. Denizyolu taşımacılığı ve sağlanan diğer deniz hizmetlerine uygulanan proje yönetimi ve özellikle denizyolu taşımacılığı planlamasını etkileyen planlama ve programlamayla ilgili çalışmalar

incelendiğinde, Güner ve Turan (2013), kritik yol metodunu yeşil platform tedarik gemisi cidarı inşasına uygulamışlardır. Çalışmada Türkiye'de ilk defa inşası gerçekleştirilen yeşil platform tedarik gemisi inşası, kritik yol metodu, proje boyunca gerçekleşen kritik yol ve üzerindeki faaliyetler sunulmuştur. Aynı zamanda projede herhangi bir erteleme olmasını engellemek için alınan önlemler tartışılmıştır.

Litinas vd. (2004), denizyolu taşımacılığının büyüyen denizyolu taşımacılığı şirketlerinin, değişen koşulların, denizyolu taşımacılığının değişken, dinamik ve zorlayıcı koşullara sahip olmasının etkisiyle yönetiminin de kompleks olduğunu düşünmektedirler. Denizyolu taşımacılığında proje yönetimi tekniklerinin uygulanarak performansında olası bir iyileşme sağlanıp sağlanmayacağını denizcilik organizasyonlarında projeye göre yönetim adlı çalışmalarında araştırmışlardır. Bausch vd. (1998), sıvı yüklerin denizyolu ile kısa dönemli taşınmasının programlanmasını araştırmışlardır. Bireysel geliştirdikleri bilgisayar programlarında Gantt şemalarından da yararlanarak matematiksel bir taşımacılık modeli oluşturmuşlardır. Bu modele dayanarak sıvı yüklerin taşınmasındaki karmaşıklığın çözümlenmesini hedeflemişlerdir. Ronen (2003), "Gemi programlaması: son on yıl" adlı makalesinde son on yıl boyunca gemi programlaması adına yapılmış çalışmaları incelemiştir. Denizyolu taşımacılığı için gemi programlamasında Gantt şemaları kullanılmasıyla başlayıp bilgisayar programlarından yararlanılan süreçler incelenmiştir.

Appelgren (1971), "Gemi planlama problemi için tamsayılı programlama" adlı çalışmasında gemi planlamasının karmaşıklığından, bu karmaşıklığı azaltmak için çeşitli yöntemler araştırıldığından bahsetmiştir. Zamanlamayı etkinleştirmek için kullanılan çizelgeleme yöntemleri, simülasyon programları ve özellikle tamsayılı programlama metodu aktarılmıştır. Egan vd. (1966), doğrusal programlama ile gemi ataması çalışmalarında kömür, demir, tuz vb. gibi ürünlerin ulaştırılmasını sağlayan kargo gemilerinin hedeflenen zamanda ulaşması amacıyla oluşturulan zamanlama çizelgesinde doğrusal programlama metodundan yararlanmışlardır. Christiansen vd. (2004), "Gemi rotalama ve planlama: durum ve perspektifler" adlı çalışmalarında son 10 yılda gerçekleştirilmiş çalışmaları incelemiş yapılan çalışmaların çoğunun filo sayısı problemleriyle de ilgili olduğunu ortaya koymuşlardır. Filo sayısının gemi rotalama ve planlamaya olan etkisini araştırarak, gemi rotalama ve planlama için çeşitli programlama ve çizelgeleme tekniklerinden yararlanmışlardır.

Jinsong vd. (2009)'nin 2009 yılındaki deniz felaketi kurtarmada hızlı bir tepki için gerçekleştirilen sezgisel proje çizelgeleme yaklaşımı adlı çalışmalarında öncelikli olarak deniz felaketlerinin bir sürü can ve mal kaybına neden olduğuna, özellikle zamanın insanların hayatlarını kurtarmada büyük önem taşıdığına bu sebeple de doğru ve hızlı bir tepki vermenin çok önemli olduğuna değinmişlerdir. Hızlı ve doğru tepki verebilmek için geliştirdikleri projede çizelgeleme yöntemi olarak sezgisel yaklaşımlardan yararlanmışlardır.

Cao vd. (2011) planlanan bir rıhtımda rıhtım vinci çizelgeleme çalışmalarında konteyner terminallerde bulunan rıhtım vinçlerinin belirlenen rıhtımlara atanması ve çizelgelemesini çeşitli faktörleri de göz önünde bulundurarak gerçekleştirmişlerdir. Çizelgeleme yöntemi olarak Gantt şemalarının yerine sezgisel bir yaklaşım olan Tabu algoritmasından yararlanmışlardır.

Bostel vd. (2007) bir deniz terminalinde konteyner elleçleme sistemlerinin birleştirilmiş çizelgeleme problemi için tabu algoritması adlı çalışmalarında konteyner terminal operasyonlarının birden fazla tipte ekipmanın koordinasyonu ile meydana geldiğinden bahsetmişlerdir. Bu ekipmanların maksimum verimlilikle çalışmasını sağlaması için sezgisel yaklaşım metotlarından yararlanılmıştır. Algoritmanın kalitesi ve etkinliği için kesin mekanizmalar geliştirilmiştir.

7. SONUÇ

Proje yönetimi belirli bir zaman ve kaynak tüketen faaliyetlerin koordinasyonunu sağlamaktır. Bu kaynakların doğru zamanda, doğru yerde, doğru araçlarla kullanılması proje için çok önemlidir. Kaynakları verimli bir şekilde kullanabilmek, projenin koordinasyonunu sağlayabilmek ve arzu edilen hedefe ulaşabilmek için çeşitli tekniklerden yararlanılmaktadır.

Proje planlama teknikleri projenin planlanması, programlanması ve kontrolü aşamalarında kullanılmaktadır. Proje planlama teknikleri, proje ekibinin koordinasyonunu kolaylaştırmaktadır. Projenin gidişatı, faaliyetlerde yaşanabilecek aksaklıklar, aksaklıkların nasıl önlenebileceği gibi analizlerin yapılmasını proje planlama teknikleri sağlamaktadır. Bu tekniklerin tarihçesi çok eski yıllara dayanmaktadır. Yıllar içerisinde geliştirilen bu bilimsel tekniklerden ilki Gantt şemalarıdır. Gantt şemalarından sonra şebeke diyagramı temeline dayanan CPM (Kritik Yol Metodu) ve PERT (Project Evaluation and Review Technique) teknikleri geliştirilmiştir.

Çalışmadaki projenin bir ilk teşkil etmesi, daha önceden uygulanmamış bir proje olması nedeniyle olasılıklı sürelerin hesaplandığı PERT tekniğinden yararlanılmıştır. Belirlenen kritik yolun PERT tekniğinde 3'lü sürelerle dayanarak tahmin yapıldığı için proje ekibine koşulların nasıl düzenlenmesi gerektiğine dair fikir verilmeye çalışılmıştır.

Liman deniz hizmetleri otomasyon projesi 19 faaliyetten meydana gelmektedir. İlk faaliyet gerçekleştirilecek otomasyon projesi için üst yönetimden proje onayının alınmasıdır. Proje onayı alındıktan sonra proje ekibi tarafından mevcut durumdaki liman deniz hizmetlerinin nasıl sağlandığına dair iş akışları çıkartılacaktır. Römorkörlere uygulanacak olan bu projede iş akışları çıkartıldıktan sonra otomasyon için gerekli olan sistem ihtiyaçları belirlenecektir ve römorkörlerin bu sistem altyapısı için uygun olup olmadığı araştırılacaktır. Proje ekibi tarafından gerçekleştirilecek olan otomasyon projesi için mevcut yazılımın uygunluğu tartışılacak ve alternatif yazılım programlarının incelenmesi, değerlendirilmesi ve sonrasında ise deniz hizmetleri yazılımına başlanması faaliyetleri gerçekleştirilecektir. Römorkörlerin koordinatlarının takip edilebilmesi için de ayrıca GPS yazılımı geliştirilecektir. GPS yazılımın tamamlanmasından sonra elde edilen verilerin deniz otomasyon sistemine aktarılması gerekmektedir. Limanda mevcut durumda kullanılan terminal işletim sistemi ile römorkörlere uygulanan deniz hizmetleri otomasyon sisteminin entegre çalışabilmesi verilerin birleştirilip yorumlanabilmesi adına önemlidir. Deniz hizmetleri otomasyon sistemi ve liman için kullanılan terminal işletim sistemi entegrasyonu ve uygunluğu sağlandıktan sonra asıl kullanıcı olan römorkör kaptanlarına sistemin nasıl çalıştığı tanıtılacaktır ve bununla ilgili eğitim verilecektir. Kullanıcı ve sistem adaptasyonun kontrolü gerçekleştirilecektir. Son olarak ise verilerin doğru bir şekilde kayıt altına alınması, etkin raporlama, anlık izleme ve kontrolü sağlayan deniz hizmetleri sistemi ile römorkörler tarafından gerçekleştirilen manevralar, halat çekme ve bırakma hareketleri, kaptanın gerçekleştirdiği hareketlerin verilerinin elde edilmesi, kontrolü ve takibi gerçekleştirilecektir.

Çalışmada düğümler ve faaliyetlerin yer aldığı şebeke diyagramı çizilmiştir. Proje ekibinin yardımıyla faaliyetlere ait en iyimser, en olası ve en kötümser süreler tahmin edilmiştir. TORA paket programı yardımıyla projenin kritik faaliyetleri, kritik yolu ve kritik yolun standart sapması belirlenmiştir. Ayrıca faaliyetlerin beklenen tamamlanma süreleri (ortalamaları) ve faaliyet sürelerinin varyansları hesaplanarak çalışmaya eklenmiştir.

Gerçekleştirilen hesaplamalarda proje onayının alınması, deniz hizmetleri iş akışlarının çıkartılması, benzer yazılım programlarının incelenmesi, römorkör GPS yazılımının geliştirilmesi, verilerin deniz otomasyon sistemine aktarılması, terminal operasyon sistemi- deniz otomasyon sistemi entegrasyonun sağlanması, terminal operasyon sistemi- deniz operasyon sistemi entegrasyonunun kontrolü, deniz hizmetleri operasyon sisteminin limana tanıtılması, römorkör kaptanlarına römorkör ekranı kullanım eğitiminin verilmesi, deniz hizmetleri sistemi kullanıcı uyumu kontrolü, manevra, halat, pilot hareketlerinin sisteme aktarılması ve sistem üzerinden kontrolü projenin kritik faaliyetleridir. Projenin kritik faaliyetlerinde herhangi bir gecikme yapılmaması gerekmektedir. Bu faaliyetlerde gerçekleşebilecek herhangi bir gecikme bütün projenin akışını etkileyecektir. Yazılımı gerçekleştiren liman proje ekibinin düzenli koordinasyonu ile yazılım geliştirilmesi sırasında yaşanacak aksaklıklar nlenebilir. Ekibe destek olması için dışarıdaki kaynaklardan yazılım desteği sağlanabilir. Asıl kullanıcı olan römorkör kaptanlarının eğitiminin aksamaması ve adaptasyonlarının gerçekleşmesi için proje ekibi kaptanlar gruplara ayrılarak düzenli uygulama yapılabilir.

Projenin kritik olmayan faaliyetleri olan römorkör sistem ihtiyaçlarının belirlenmesi, mevcut römorkörlerin sisteme uygunluğunun belirlenmesi, proje ekibinin mevcut yazılımının uygunluğunun değerlendirilmesi, proje ekibi tarafından deniz hizmetleri sistemi yazılımına başlanması, otomasyon sistemi yazılım desteği alınması, rmorkrlere sistem ekranı yerleştirilmesi, römorkör GPS sistemi ile yakın gemi hareketlerinin kontrolü faaliyetlerinin toplam boşlukları sıfır olmadığı için projede gerçekleşebilecek aksi durumda faaliyet sürelerinde toplum boşluk süresi kadar bir öteleme yapılması mümkündür. Projenin kritik olmayan faaliyetlerinde ne kadarlık bir gecikmeye izin verilebileceğini göstermek için Toplam Boşluk süreleri hesaplanmıştır. Çalışmada bulunan 7 yol içinden hangi yolun değerkenliğinin daha fazla olduğunu görmek için, yolların değerim katsayıları hesaplanmış, değerim katsayısı yüksek olan yollardaki değerimin, yani o yolu oluşturan faaliyetlerin sürelerindeki değerkenliğin daha fazla olduğu gösterilmiştir. Ayrıca faaliyetler bazında, her faaliyetin %99.99 olasılıkla gerçekleşebileceği süreler bulunmuş ve bulunan srelerin ktmsel süre tahminlerine daha yakın olduğu görülmüştür.

Kritik faaliyetler belirlendikten sonra projenin beklenen tamamlanma süresi 95,83 gün, standart sapması ise 6,26 olarak bulunmuştur. Çalışmada ayrıca, proje ekibine projenin akışıyla ilgili değerlendirme sağlayabilmesi amacıyla projenin 90 günden daha az, 93

gün ile 98 gün arasında ve en geç 100 günde tamamlanma olasılıkları hesaplanmış, ayrıca projenin %95 olasılıkla kaç günde bitirilebileceği de bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Akmut, Ö. (1976). *Proje Planlama ve Kontrol Yöntemleri*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Alderton, P.M. (1999). *Port Management and Operation*. London: LLP.

Anderson, D., Sweeney, J. ve Williams, T. (2000). *Quantitative Methods for Business*. 8th Edition, Tennessee: SouthWestern College Publishing.

Appelgren, L. H. (1971). Integer programming methods for a vessel scheduling problem. *Transportation Science*, 5(1), 64-78.

Ateş, A., Karadeniz, Ş. ve Esmer, S. (2010). Dünya konteyner taşımacılığı pazarında Türkiye'nin yeri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(2), 83-89.

Bausch, D., Brown, G. ve Ronen, D. (1998). Scheduling short term marine transport of bulk products. *Maritime Policy & Management*, 25(4), 335-348.

Bostel, N., Cai, J., Chen, L., Dejax, P. ve Xi, L. (2007). A tabu search algorithm for the integrated scheduling of container handling systems in a maritime terminal. *European Journal of Operational Research*, 181(1), 40-58.

Budnick, F.S., Mojena, R ve Vollmann, T.E. (1977). *Principles of Operations Research for Management*. New York: Richard D.Irwin Inc.

Cao, J.X., Chen, J.H. ve Lee, D. (2011). Quay crane scheduling for an intended berth. *Engineering Optimization*, 43(9), 985-998.

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

Christiansen, M., Fagerholt, K. ve Ronen, D. (2004). Ship routing and scheduling: Status and perspectives. *Transportation Science*, 38 (1), 1-18.

Çimen, S. (1994). *Projelerde Başarıyı Belirleyen Faktörler ve Kamu Kuruluşlarında bu Faktörlere Yaklaşımın Belirlenmesi*. Ankara: DPT Yayın No:2347-YSPKGM:575.

Cooke, W. P. (1985). *Quantitative Methods for Management Decisions*. New York: McGraw-Hill Company.

Demirel, K. (2014). *Proje yönetimi el kitabı*, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

Dyer, J.S. (1981). *Model Formulation and Solution Methods*. 2nd Edition, New Jersey: John Wiley & Sons.

Egan, J.F., Gleiberman, L. ve Laderman, J. (1966). Vessel allocation by linear programming. *Naval Research Logistics*, 13 (3), 315-320.

Eke, A.B. (2010). *Römorkör işletmeciliği uygulama yöntemlerine göre çekme kuvveti hesaplamaları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güner, M. ve Turan, E. (2007). A critical path method approach to a green platform supply vessel hull construction. *International Journal of Industrial Engineering- Theory Applications and Practice*, 20 (7-8), 515-525.

Hajek, V. G. (1977). *Management of Engineering Projects*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Heizer, J. H. ve Render, B. (2011). *Principles of Operations Management*. 9th Edition, New Jersey: Prentice Hall.

Jinsong, B., Yan, L., Ye, J. ve Xiaofeng, H. (2009). A heuristic project scheduling approach for quick response to maritime disaster rescue. *International Journal of Project Management*, 26 (6), 620-628.

Kutlu, N.T (2001). Proje planlama teknikleri ve PERT tekniğinin inşaat sektöründe uygulanması üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 164-193.

Litinas, N., Rouboutsos, A. ve Tobaloglou, E. (2004). Management by projects in maritime organisations. *Journal of Marine Science and Application*, 4(3), 24-29.

Ronen, D. (2003). Ship scheduling: The last decade. *European Journal of Operational Research*, 71 (3), 325-333.

Taha, H.A. (2009). *Yöneylem Araştırması*. 6.Basımdan Çeviri, İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Uzel, T. (1986). *Harita Mühendisliğinde Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları.

Wilkes, M. (1989). *Operational Research: Analysis and Applications*. New York: McGraw- Hill Book Company.

Winston, W. L. (1994). *Operations Research Applications and Algorithms*. 3rd Edition, California: Duxbury Press.

Yercan, F. (1996). *Liman İşletmeciliği ve Yönetimi*. Mersin: Mersin Deniz Ticaret Odası Yayınları.

İnternet Kaynakları:

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.16726&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch>, Erişim Tarihi: 17.05.2015.

