



T.C.
OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

**KLASİK VE BULANIK PROJE PLANLAMA
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TEKSTİL
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül İrem ULADI

OSMANIYE / 2019

T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

KLASİK VE BULANIK PROJE PLANLAMA YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül İrem ULADI

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DOĞAN

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Utku GÜĞERÇİN

OSMANİYE / 2019

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI
(Danışman)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DOĞAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Utku GÜĞERÇİN

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../201.

Doç. Dr. Müjdat AVCI

Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirim, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. / / 201.

Ayşegül İrem ULADI

ÖZET

KLASİK VE BULANIK PROJE PLANLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

AYŞEGÜL İREM ULADI

Yüksek Lisans Tezi, Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI

Aralık 2018, 92+xii sayfa

Rekabetin piyasalarda fazlasıyla zorlaştığı günümüzde işletmelerin diğer işletmelerden bir adım öne geçebilmesi için daha önce yapılmamış çalışmalarda bulunması gerekmektedir. Birçok işletme rekabet şansı elde edebilmek için birden çok projeyi aynı anda yürütmektedir. Bu durum etkili ve verimli proje yönetimini zorunlu hale getirmiştir. Genellikle işletmeler etkili proje yönetimi gerçekleştirmek için proje ekipleri kurmakta ve daha fazla insan gücü kullanmak zorunda kalmaktadırlar.

Projelerin içeriklerinin karmaşıklaşması ve kapsamlarının artması ile birlikte işletmeler proje yönetimini kolaylaştırmak için proje planlama tekniklerine yönelmişlerdir. Proje planlama teknikleri ile birlikte karmaşık projelerden daha iyi verim alınabilmektedir. Aynı zamanda proje yönetimi için gereken süreden ve maliyetlerden tasarruf edilebilmektedir. Proje planlama tekniklerinin faydalarından birisi de gerekli insan gücünü azaltmasıdır. Böylelikle işletmeler proje yönetimi için kullanacakları fazla işgücünü işletmenin diğer bölümlerinde istihdam edebilmektedirler.

Etkili proje yönetimi gerçekleştirmeye mecbur olan araştırmacılar bir çok proje planlama tekniği geliştirmişlerdir. Bunlardan en önemlileri ve en çok kullanılanları CPM (Critical Path Method) ve PERT (Program Evaluation and Review Technique) teknikleridir. Bu çalışmada klasik CPM, PERT ve bulanık CPM, PERT teknikleri kullanılarak bir uygulama yapılmıştır. Uygulama Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet göstermekte olan bir halı fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Gerekli tüm adımlar uygulandıktan sonra sonuçlar karşılaştırılmış ve Klasik PERT yöntemi bu çalışma için en ideal yöntem olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: CPM, PERT, Proje, Proje yönetimi, Proje planlama teknikleri

ABSTRACT**A COMPARISON OF CLASSICAL AND FUZZY PROJECT PLANNING METHODS AND IMPLEMENTATION IN TEXTILE SECTOR****AYŞEGÜL İREM ULADI****Master Thesis, Department of Management Information Systems****Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI****December 2018, 92+xii pages**

Today, when the competition is overwhelming on the market, businesses need to be able to work one step ahead of other businesses. Many businesses run multiple projects at the same time to gain competitive advantage. This situation makes project management effective and efficient. Generally, businesses have to set up project teams and use more human power to carry out effective project management.

With the complexity of the content of the projects and the expansion of their scope, enterprises have turned to project planning techniques to facilitate project management. Together with project planning techniques, better results can be obtained from complex projects. At the same time, the costs and time required for project management can be saved. One of the other benefits of project planning techniques is to reduce the necessary human power. With this way, businesses can use human power in other departments instead of using them in project management.

Researchers who have been forced to implement effective project management have developed many project planning techniques. Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) techniques are the most important and most used of these. In this study, classical CPM, PERT and fuzzy CPM, PERT techniques were applied. The application was carried out in a carpet factory in Gaziantep Organized Industrial Zone. After all necessary steps were applied, the results were compared and the classical PERT method was determined as the ideal method for this study.

Keywords: CPM, PERT, Project, Project management, Project planning techniques

ÖN SÖZ

Çalışmamın tamamlanma sürecinde bilgilerini ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI ve Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her alanında yanımda olduğu gibi akademik hayatımda da maddi manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Ufuk'a ve her gördüğümde bana güç veren kızım Gökçe'ye, ayrıca bugünlere gelmemde emeklerini ve desteklerini her zaman bildiğim ve hissettiğim annem ve babama sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayşegül İrem ULADI

Osmaniye/2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problemin Tespiti	4
1.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi	4
1.3. Araştırmanın Metodolojisi	4
1.4. Araştırmanın Kısıtları.....	5
1.5. Tezin Bölümleri.....	5

BÖLÜM II

PROJE YÖNETİMİ

2.1. Proje Kavramı..	6
2.2. Proje Yönetimi Kavramı.....	10
2.2.1. Proje Yönetim Aşamaları.....	12
2.2.1.1. Planlama Aşaması	12
2.2.1.2. Programlama Aşaması	13
2.2.1.3. Kontrol Aşaması	14
2.2.2. Proje Yönetim Evreleri	15
2.3. Proje Planlama Tekniklerine Genel Bakış.....	16
2.3.1. GANTT Diyagramı.....	17
2.4. Şebeke Diyagramlarının Oluşturulması	19
2.4.1. Şebekeyi Oluşturan Unsurlar	19
2.4.2. Şebeke Diyagramında Faaliyetlerin Numaralandırılması	20
2.4.3. Şebeke Diyagramları Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	20

BÖLÜM III

CPM ve PERT TEKNİKLERİ

3.1. CPM (Critical Path Method) Tekniği	25
3.1.1. CPM Tekniğinin Aşamaları	26
3.1.1.1. Faaliyet Sürelerinin Tespiti.....	26
3.1.1.2. Erken ve Geç Başlama Süreleri	27
3.1.1.3. Faaliyetler Arası İlişkiler	27
3.1.1.4. Kritik Yolun Hesaplanması	28
3.1.1.5. Bolluk Kavramı	29
3.1.2. CPM Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları.....	29
3.1.3. CPM Tekniğinin Yaygın Olarak Kullanıldığı Alanlar	30
3.1.4. CPM'de Hızlandırma Tekniği	30
3.2. PERT (Program Evaluation and Review Technique)	31
3.2.1. PERT Yönteminde İzlenecek Adımlar	32
3.2.1.1. Şebeke Diyagramının Oluşturulması	32
3.2.1.2. Faaliyetlerin Zamanının Belirlenmesi	33
3.2.1.3. Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Zamanlarının Tespiti	34
3.2.2. PERT Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları	35
3.2.3. PERT Tekniğinin Yaygın Olarak Kullanıldığı Alanlar	35
3.3. CPM ve PERT Tekniklerinin Cevapladığı Sorular	35
3.4. CPM ve PERT Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	36
3.5. Bulanık Mantık	36
3.5.1. Üçgen Bulanık Sayı	37
3.5.2. Bulanık CPM Yöntemi	37
3.5.3. Bulanık PERT Yöntemi	38

BÖLÜM IV

CPM ve PERT YÖNTEMLERİ İLE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMA

4.1. Klasik CPM Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması	40
4.1.1. Faaliyetlerin En Erken Başlama ve Bitiş Süreleri	42

4.1.2. Faaliyetlerin Bolluk Sürelerinin Hesaplanması	43
4.2. Klasik PERT Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması	46
4.2.1. Faaliyetlerin Beklenen Sürelerinin Hesaplanması	47
4.2.2. Faaliyetlerin Standart Sapmalarının Hesaplanması	48
4.2.3. Faaliyetlerin Bolluk Sürelerinin Hesaplanması	51
4.2.4. Faaliyetlerin Varyanslarının Hesaplanması	52
4.3. Bulanık CPM Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması	53
4.3.1. İyimser ve Kötümser Temsilci Değerlerin Hesaplanması	55
4.3.2. Kötümser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması	56
4.3.3. İyimser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması	58
4.4. Bulanık PERT Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması	59
4.4.1. En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması	61

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Öneriler	64
KAYNAKÇA.....	69
EKLER.....	73
ÖZ GEÇMİŞ	92

KISALTMALAR

- Ar- Ge:** Araştırma- Geliştirme
- CPM** : Critical Path Method
- EF** : En erken bitiş zamanı
- ES** : En erken başlama zamanı
- İ** : Faaliyetin başlangıç noktası
- j** : Faaliyetin bitiş noktası
- LF** : En geç bitiş zamanı
- LS** : En geç başlama zamanı
- m** : En olası süre
- o** : En iyi süre
- p** : En kötü süre
- p.** : Page
- PERT** : Program Evaluation and Review Tecnique
- p.p.** : Polipropilen
- s.** : Sayfa
- s²** : varyans
- Sn.** : Saniye
- Te** : Beklenen zaman
- Vd.** : Ve diğerleri

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Faaliyet Tablosu.....	39
Tablo 2. Faaliyet Sürelerinin Gösterimi.....	40
Tablo 3. Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri.....	42
Tablo 4. Faaliyetlerin Bolluk Süreleri.....	43
Tablo 5. Tüm Faaliyetler için Zaman Değerleri.....	46
Tablo 6. Faaliyetlerin Beklenen Zaman Değerleri.....	47
Tablo 7. Tüm Faaliyetler için Standart Sapma Değerleri.....	48
Tablo 8. Tüm Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Zamanlar.....	51
Tablo 9. Faaliyetlerin Varyans Değerleri.....	52
Tablo 10. Faaliyetlerin Temsilci Değerleri.....	53
Tablo 11. Faaliyetlerin iyimser ve kötümser Temsilci Değerleri.....	55
Tablo 12. Kötümser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri.....	56
Tablo 13. İyimser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri.....	58
Tablo 14. PERT Yöntemi İçin Ortalama Değerler.....	59
Tablo 15. En Erken Başlama ve Bitiş Süreleri.....	61
Tablo 16. En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri.....	62
Tablo 17. Elde Edilen Sonuçların Kıyaslanması.....	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Proje Yönetim Evreleri	12
Şekil 2. Faaliyetlerin GANTT Diyagramı ile Gösterimi	18
Şekil 3. Faaliyetlerin Yanlış Gösterimi.....	21
Şekil 4. Faaliyetlerin Doğru Gösterimi	21
Şekil 5. Faaliyet İlişkisinin Yanlış Gösterimi	21
Şekil 6. Kukla Faaliyet ile Faaliyet İlişkisinin Yanlış Gösterimi	22
Şekil 7. Kukla Faaliyet ile Faaliyetlerin Doğru Gösterimi	22
Şekil 8. Şebekede Kısırdöngü	23
Şekil 9. Şebeke Diyagramında Sarkıtma	23
Şekil 10. Şebeke Diyagramında Çakışan Faaliyetlerin Yanlış Gösterimi	24
Şekil 11. Şebeke Diyagramında Çakışan Faaliyetlerin Doğru Gösterimi	24
Şekil 12. Üçgen Bulanık Sayı	37
Şekil 13. CPM Çözümü (Grafiksel)	45
Şekil 14. PERT Çözümü (Grafiksel).....	50

BÖLÜM I

GİRİŞ

Rekabet şartlarının zorlaşması işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi için; sürekli yenilik yapmalarını ve değişmelerini zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin ayakta kalabilmesi için ortama ayak uydurması gerekmektedir (Uzunal, 2009, s.1). Bu durumda işletmelerin sadece üretim yapmaları yeterli olmamaktadır. Rakiplerin önüne geçmek isteyen işletmeler üretimlerini rakiplerine göre daha kısa zamanda ve daha az maliyetle gerçekleştirmektedirler. Bu durumda proje ve proje yönetimi kavramlarının önemi artmaktadır (Kutlu, 2001). Proje; belirli bir konu üzerinde araştırmaların yapılması, sorunların çözülebilmesi için ayrıntıların tamamının düşünülerek, yapılacak uygulamaların tespit edilmesidir (Duran, 2007, s.3). Proje yönetimi ise, bir projenin gerçekleşmesi için yapılacak tüm işleri içine alan etkinliklerin tamamıdır (Duran, 2007, s.3). İşletmeler arasında artan rekabet, projelerin performans, zaman ve maliyet açısından kendilerini geliştirmelerini mecburi hale getirmiştir (Kutlu, 2001). Projelerin en etkili şekilde tamamlanması için uygun teknolojinin seçimi ve kaynak ataması dışında proje yönetiminin de başarılı bir şekilde yapılması gerekmektedir (Kutlu, 2001). Proje yönetiminde asıl hedef belirlenen amaçlara, kısıtlı kaynaklarla, kısıtlı sürede ve kısıtlı bütçeyle ulaşmayı sağlamaktır (Agyei,2015).

Bir projenin planlanıp uygulanması günümüzde gittikçe daha zor bir hal almaktadır. Özellikle ekonomi ve teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle daha da karmaşıklaşmaktadır. Bütün bunların sonucunda proje yönetiminin sıkı bir şekilde denetlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır (Beşorak, 2005, s.351). Projelerin en iyi şekilde planlanması, kaynakların faaliyetlere en etkili şekilde dağıtılması ve projenin kontrolü için yollar belirlenmelidir (Çelik vd., 1995, s.96). Araştırmacılar bütün bu işlerin en iyi şekilde gerçekleştirilmesi için CPM, PERT gibi proje planlama teknikleri geliştirmişlerdir. Projenin hedeflerine ulaşabilmesi için, bu teknikler en etkili proje yönetimini sağlar (Rençber, 2013, s.17). Belirlenen yöntemler projenin tüm akışını etkilediği için yöntem seçimi çok önemlidir (Temiz ve Dursun, 2016, s.2). İlk olarak Henry L. GANTT 1918'de GANTT şemasını geliştirmiştir. Ancak bu yöntem çok yeterli değildir. Daha sonra CPM ve PERT yöntemleri geliştirilmiştir. CPM ve PERT yöntemleri projede meydana gelebilecek aksaklıkları daha hızlı farketmektedir ve bu

yöntemlerle işletmelerin sürpriz değişimlerden en az şekilde etkilenmesi için tedbirler alınabilmektedir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s.109). Bu yüzden daha çok tercih edilen yöntemler haline gelmişlerdir (Yalkı, 2009, s.1). Proje planlama teknikleri ile işletmelerde ortaya çıkan problemlerin nedenleri bulunabilir, problem kaynağının tespiti yapılabilir ve bu problemlerden doğabilecek gecikmelerin önüne geçilebilir (Karadeniz, 2007, s.1). Proje planlama yöntemleri sayesinde, yöneticiler faaliyet sürelerini hesaplayarak, projenin gerisindeki faaliyetleri ve bu faaliyetlerin proje üzerindeki etkilerini belirleyebilmektedir (Kutlu, 2001).

Teknolojinin son yıllarda kat etmiş olduğu hızlı gelişim sebebiyle, yenilikleri zamanında yakalayabilmek ve bu yeniliklere ayak uydurabilmek işletmeler için büyük önem arz etmektedir (Uzun, 2009, s.1). Ayrıca bu gelişim sebebiyle zaman faktörü de işletmeler için önemini kat be kat arttırmıştır (Gürbüz ve Aydın, 2012, s.1). Zamanında yetiştirilemeyen her bir proje işletme için olumsuz bir imaj getirebilmekte ve maddi anlamda büyük zararlara sebebiyet verebilmektedir. Bu sebeple proje yönetimi işletmeler için büyük önem taşır. Proje yönetim teknikleri sayesinde hem projenin tamamlanma süresi kısaltılabilir hem de projenin tamamlanma maliyeti azaltılabilir (Mazlum, 2014, s.1). Bu sebeple literatürde proje yönetim tekniklerinden CPM-PERT yöntemleri ile ilgili yapılmış bir çok çalışmaya rastlanmaktadır.

Kutlu (2001), inşaat sektörü üzerine yaptığı çalışmasında, normal şartlarda 30 ayda tamamlanması beklenen bir projenin PERT tekniği kullanılarak 24,86 ayda tamamlanmasıyla süresinin kısaltılabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda çalışmada maliyet tekniği kullanılarak sürenin kısaltılmasının projeye sağladığı mali kazanım da incelenmiştir.

Karadeniz (2007), Marmaray Projesini ele aldığı çalışmasında CPM tekniğini uygulamış ve yapılan araştırma sonucunda, 27 Mayıs 2005 tarihinde başlayan projenin en erken bitebileceği tarihi 4 Ağustos 2007 olarak hesaplamıştır.

Duran (2007), çalışmasında Türkiye Mercedes Benz firmasını ele almış, CPM ve PERT yöntemlerini uygulayarak, bu yöntemler sayesinde normalde 28 günde bitirilecek projenin süresinin 19,5 güne indirilebileceğini tespit etmiştir.

Yalkı (2009), çalışmasında İskenderun'da gerçekleştirilen "Çelikhane Tesislerinin Güçlendirilmesi" projesini ele almış ve CPM, PERT tekniklerini uygulayarak projenin tamamlanma süresini 16 gün olarak belirlemiştir.

Uzun (2009), inşaat sektörü üzerine yaptığı çalışmasında, bir bina inşaatında

gerçekleştirilen projede PERT yönteminin kullanılmasıyla beklenen süreden tasarruf edilip edilemeyeceğini araştırmış ve olumsuz sonuç elde etmiştir.

Kocabıyık (2009), bir gemi inşa projesi üzerine yaptığı çalışmada PERT ve Bulanık PERT yöntemlerini uygulamış ve Bulanık PERT yönteminde proje süresinin daha kısa olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Göksu (2010), Devlet Orman İşletmelerinde odun hammaddesi üzerine yaptığı çalışmada, PERT tekniğini kullanarak planlama yapılması halinde üretim faaliyetlerinde normal bitiş süresine göre 12 iş günü tasarruf edilebileceğini tespit etmiştir.

Ensarioğlu, Giran ve Manisalı (2011), inşaat sektöründe yaptıkları çalışmalarında CPM tekniğinin en uygun proje planlama tekniği olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Rençber (2013), çalışmada Devlet Demir Yolları “Merkezi Trafik Kontrol” projesini ele almıştır ve CPM yöntemini uygulayarak, normalde 108 günde tamamlanacak projenin süresi kısaltılarak 98 günde tamamlanabileceğini göstermiştir

Karahan ve Ezin (2014), çalışmalarında inşaat sektöründe yapılan bir projeyi ele alarak, normalde 52 haftada tamamlanan projenin süresinin CPM ve PERT teknikleriyle kısaltılabileceğini tespit etmişlerdir.

Tolunay ve Çavuşoğlu (2015), fidan üretim faaliyetlerinin tamamlanma süreleri ile ilgili yaptıkları çalışmalarında projenin tamamlanma zamanının CPM tekniğine göre 387 gün olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Agyei (2015), Gana merkezli bir inşaat şirketinden alınan veriler doğrultusunda bir inşaatın tamamlanma süresi üzerine çalışma yapmıştır ve normalde 70 günde tamamlanması beklenen projenin CPM yöntemi ile 44 günde tamamlanabileceğini tespit etmiştir.

Literatürdeki çalışmalara bakılarak net bir şekilde CPM’in PERT’e göre daha üstün bir yöntem olduğu veya PERT’in CPM’e göre daha üstün bir yöntem olduğu söylenemez. Farklı çalışmalarda farklı yöntemlerin daha minimum tamamlanma süreleri verdiği görülmektedir. Ancak genel olarak literatüre bakıldığında CPM ve PERT yöntemlerinin kullanılması sonucu proje tamamlanma sürelerinin kısaldığı görülmektedir.

1.1. Problemin Tespiti

Günümüzde işletmelerin yapmakta olduğu ve ileride yapacağı projelerin boyutu geçmişe oranla çok daha büyüktür. Bu durum işletmeleri proje yönetimi konusunda daha da hassaslaştırmaktadır. Yapılan üretimlerin miktarının ve çeşitliliğinin artması sebebiyle veri hacminin genişlemesi, işletmeleri “Proje yönetiminizi en hızlı ve en verimli şekilde nasıl gerçekleştirebiliriz?” sorusuna cevap aramaya yönlendirmiştir. Bu çalışmada da Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde yer alan bir halı fabrikasının gerçekleştirdiği faaliyetlerin sürelerinin ve kritik yolunun en kolay şekilde hesaplanması için CPM ve PERT yöntemleri kullanılarak takip eden sorulara cevap aranmıştır.

- Klasik CPM, PERT ve Bulanık CPM, PERT yöntemleri kullanılarak hesaplanan proje tamamlanma süreleri arasında bir fark var mıdır?
- Klasik CPM, PERT ve Bulanık CPM, PERT yöntemlerinin bir birlerine göre kısıtları ve avantajları nelerdir?

1.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı proje yönetimi ve proje yönetiminde kullanılan CPM ve PERT yöntemlerini incelemektir. Rekabet şartlarının çok zorlaştığı günümüzde, firmaların varlıklarını sürdürebilmeleri ve yeni ürün/hizmet üretmek diğer firmaların önüne geçmeleri gerekmektedir. Bu durumda firmaların proje ve proje yönetimine verdikleri önem artmaktadır. Projeler genellikle zaman ve bütçe kısıtı altında gerçekleştirilmektedir. Projelerin hem seri hem az maliyetle gerçekleştirilmesi ancak etkili bir proje yönetimi ile gerçekleşecektir. Proje yönetimi bu yüzden çok önemlidir. Araştırmacılar da bu sebeple proje planlama için birtakım teknikler geliştirmiştir. CPM ve PERT teknikleri bu tekniklerden en çok kullanılanları ayrıca en önemlileridir.

1.3. Araştırmanın Metodolojisi

Proje yönetiminin en etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için günümüzde en yaygın şekilde kullanılmakta olan CPM ve PERT teknikleri kullanılmıştır. Sırasıyla klasik CPM, PERT ve bulanık CPM, PERT tekniklerinin tüm adımları gerçekleştirilmiştir. Faaliyet sürelerinden yola çıkarak projenin toplam süresi ve kritik yol her iki yöntem içinde hesaplanmıştır. Son olarak bu iki yöntem birbiriyle de kıyaslanmış ve birbirlerine göre etkinlikleri açıklanmıştır. Bu araştırma kapsamında Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi’nde faaliyet göstermekte olan bir halı fabrikasının

konfeksiyon departmanında adım adım gerçekleştirilmesi gereken toplam 40 faaliyet tespit edilmiştir. Bu faaliyetlere ait veriler alınıp CPM ve PERT uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

1.4. Araştırmanın Kısıtları

Çalışma kapsamında belirlenen fabrikanın 22 adet departmanı olmasına rağmen bu çalışmada sadece konfeksiyon departmanına ait proje yönetim uygulaması gerçekleştirilmiştir.

1.5. Tezin Bölümleri

Birinci bölümde konuyla ilgili genel bir giriş yapılmıştır. Çalışmanın amacı ve önemi, araştırmanın metodolojisi, kısıtları ve tezin bölümlerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, proje yönetimi başlığı altında proje kavramı, proje yönetimi kavramı, proje planlama tekniklerine genel bakış ve şebeke diyagramlarının oluşturulması konularından genel olarak bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde CPM ve PERT tekniklerinin tüm aşamalarından ve bulanık mantık konusundan detaylı bir şekilde bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde klasik CPM, PERT ve bulanık CPM, PERT yöntemleriyle bir uygulama yapılmıştır. Beşinci yani son bölümde sonuç ve önerilerden bahsedilmiş ve tüm yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

BÖLÜM II

PROJE YÖNETİMİ

Bu bölümde çalışmanın temelini oluşturan proje ve proje yönetimi kavramlarından detaylı bir şekilde bahsedilecektir. Proje yönetimi başlığı altında proje yönetim aşamaları ve proje yönetim evreleri kapsamlı bir şekilde anlatılacaktır. Ayrıca şebeke diyagramlarının oluşturulması da detaylı şekilde açıklanacaktır.

2.1. Proje Kavramı

Proje kavramının birden fazla tanımı bulunmaktadır. Proje; daha önce belirlenmiş amaçlar için, sınırlı süre içerisinde, belirli kaynaklarla yapılan çalışmadır (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.40). Başka bir şekliyle proje belirlenmiş bir başlama ve bitiş noktası olan, amacı, süresi, bütçesi açık bir şekilde belli olan, bir kere gerçekleştirilen faaliyetlerin tamamıdır (Özbilge vd., 2014, s.320). Bir diğer ifade ile proje; bir amacı gerçekleştirmek için belirlenmiş bir sırayla gerçekleşen, aralarında öncelik-sonralık ilişkisi olan faaliyetlerin tamamıdır (Mazlum, 2014, s.5). Bir proje genel olarak birtakım minimum özellikler grubundan oluşur (Ertaş, 2011, s.33):

- Belirli bir hedef,
- Belirli bir başlangıç ve bitiş zamanları,
- Kısıtlı bütçe,
- Kısıtlı kaynaklar.

Projelerde yapılan faaliyetlerin kuruluşlardaki diğer faaliyetlerden farkı, benzeri olmayan işlemleri içermesidir. Bir projenin iyi proje olabilmesi için birtakım zorunlu kurallar vardır. Fizibilite çalışmaları yapılması gerekliliği, yetenekli bir ekip kurulması, organize olarak çalışma zorunluluğu bu kurallardan bazılarıdır (Şenol, 2016, s.12). Projeler amaca yöneliktir. Amaç konusunda iki nokta vardır. İlki belirlenen amacın kesin ve net olmasıdır. İkincisi ise; belirlenen amacın ulaşılabilir olmasıdır (Gök, 2010, s. 4). Bir proje ile (Mazlum, 2014, s.5):

- Yeni bir ürün elde edilebilir,
- Yeni bir hizmet veya kapasite üretilebilir,
- Eldeki ürünlerde iyileştirme yapılabilir,
- Bir sonuç veya belge oluşturabilir.

Projeler farklı kategorilerde farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Örneğin büyüklüklerine göre büyük, orta, küçük boyutlu projeler; kuruluşlarına göre kamu ve özel sektör projeleri; amaçlarına göre kar amacı güden ve gütmeyen projeler şeklinde farklı şekillerde projeler bulunmaktadır (Temiz ve Dursun, 20016, s.3). İşletmeler yenilik çalışmalarını projelerle gerçekleştirmektedirler. Bu yüzden tüm sektörlerde projeler çok önemlidir (Durucasu vd., 2015, s.450).

Projelerin bazı özellikleri vardır (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.40):

- Her projenin belirli bir hedefi vardır,
- Projelerin gerçekleşmesi için kaynaklar kullanılır,
- Her proje bir defaya mahsus yapılıdır,
- Projelerin kendi özellikleri vardır,
- Her projenin bir başlangıç ve bitiş zamanı vardır.

Projelerde genellikle maliyet, zaman, kapsam, kaynak ve performans olmak üzere beş kısıt bulunur (Uzunal, 2009, s.7). Bu kısıtlardan herhangi birinde değişiklik olursa başka kısıtlar da bundan etkilenecektir (Karadeniz, 2007, s.10).

- Projenin süresi azaltılmak istenirse, maliyetlerin artacağı göze alınmalıdır,
- Projedeki maliyetler azaltılmak istenirse, proje süresinin uzaması veya proje içeriğinin daralması göze alınmalıdır,
- Projenin içeriği artırılmak istenirse, maliyetlerin ve tamamlanma süresinin de artması göze alınmalıdır,
- Kalite seviyesinin artırılması için, maliyetlerin de artması göze alınmalıdır.

Projelerin en büyük hedeflerinden biri; işletme yönetimine faydalı olmak, ihtiyaçları gidermek veya karşılaşılan problemlere çözüm üretmektir. Projelerin başarılı sayılması için işletmeleri bu hedeflere ulaştırmış olması gerekmektedir (Durucasu vd., 2015, s.450). Projelerin başarılı olabilmesi için 11 tane önemli kural bulunmaktadır. Bunlar; proje sonuçları konusunda anlaşmaya varmak, en iyi proje ekibini kurmak, iyi bir plan yapmak ve bu plana uymak, proje için gereken kişi sayısını belirlemek, gerçekçi bir plana sahip olmak, kapasitenin üzerine çıkmaya çalışmamak, yönetimin sürekli desteğini almak, değişime direnmemek, yapılan faaliyetler konusunda üstleri sürekli bilgilendirmek, yenilik yapma konusunda hevesli olmak, lider olmaktır (Şenol, 2016, s.12-13). Projelerde birtakım başarı faktörleri bulunmaktadır (Uzunal, 2009, s.7):

- Projedeki hedeflerin net bir şekilde belirtilmesi,
- Yöneticilerin projeye desteği,
- İyi bir yönetici,
- Başarılı bir ekip,
- Yeterli düzeyde kaynak,
- Müşterilerle iletişim,
- En uygun teknolojinin seçimi.

Projelerin başarılı olmasını sağlayan faktörler olduğu gibi, projeleri başarısız kılabilecek faktörlerde vardır (Karadeniz, 2007, s.8). Bunlar:

- Meydana gelecek gecikmeler,
- Maliyetlerdeki artış,
- Üretim istenildiği şekilde yapılamaması,
- Kalitede yetersizlik,
- Müşteri memnuniyetinin sağlanamaması.

Projelerin vaktinde bitirilebilmesi için gerekli birtakım işlemler vardır (Ensarioğlu vd., 2011, s.47). Bunlar:

- *Faaliyetlerin Tanımlanması*: Projede gerçekleştirilecek faaliyetlerin belirlenmesi işlemidir.
- *Faaliyetlerin Sıralanması*: Projedeki faaliyetlerin gerçekleşeceği sıranın belirlenmesi işlemidir.
- *Kaynakların Belirlenmesi*: Her bir faaliyet için gerekli kaynakların tespit edilmesi işlemidir.
- *Projedeki Sürelerin Belirlenmesi*: Projedeki her bir faaliyetin süresinin belirlenmesi işlemidir.
- *Zaman Çizelgesinin Oluşturulması*: Faaliyetlerin faaliyet sürelerinin, kaynakların analiz edilmesi işlemidir.
- *Zaman Çizelgesinin Kontrolü*: Projenin genel anlamda kontrol edilmesi işlemidir.

Projelerin birtakım fonksiyonları vardır (Duran, 2007, s.5).

1. Planlama Fonksiyonu: Planlama sürecinde işlerin ne zaman, nasıl, nerede ve kim tarafından yapılacağı belirlenir (Duran, 2007, s.5). Planlama sürecinde yapılacak işlemler şöyledir (Duran, 2007, s.5-7):

- Sorunların ve fırsatların belirlenmesi,
- Amaçların ortaya çıkarılması,
- Planlama için varsayımların tespit edilmesi,
- Metotların belirlenmesi,
- Alternatiflerin değerlendirilmesi,
- Ek planların düzenlenmesi,
- Proje programlamanın yapılması,
- Standartların tespit edilmesi.

Kaliteli bir proje planı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır (Duran, 2007, s.7):

- Her planın açık bir amacı olmalıdır,
- Planlar minimum maliyetle yapılmalıdır,
- Her proje için optimum bir süre olmalıdır,
- Mevcut olanaklardan en iyi şekilde yararlanılmalıdır.

2. Örgütleme Fonksiyonu: Örgütleme fonksiyonunda, planlama sürecinde belirlenmiş amaç ve yöntemlerin düzene girme işlemleri gerçekleştirilir. Örgütleme sürecinde proje düzenlenir, çalışanlar belirlenip ekip kurulur, sorumluluklar belirlenir (Duran, 2007, s.8).

3. Yetiştirme Fonksiyonu: Bu süreçte yapılacak işlemler belirlendikten sonra bu işlerde çalışacak kişiler belirlenir, işe yerleştirilir, gerekirse çalışanlara eğitimler verilir (Duran, 2007, s.8). Yetiştirme fonksiyonunda yapılacak işlemler şu şekildedir (Duran, 2007, s.9):

- Çalışan seçimi ve işe yerleştirme,
- Çalışanlara eğitim verilmesi.

4. Yürütme Fonksiyonu: Yürütme fonksiyonunun amacı, çalışanlara yapacakları işi en iyi şekilde yaptırmaktır. Projenin başarılı olması bir nevi bu fonksiyonun başarısına bağlıdır (Duran, 2007, s.9).

5. Koordinasyon Fonksiyonu: Tüm işlerin planlandığı şekilde yürütülmesi, personelin çalışmalarının denetlenmesi işleri yapılıdır (Duran, 2007, s.10).

6. Denetleme Fonksiyonu: Planlanan işlerin beklenene uygun olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bir hata varsa önlemler alınıp düzeltilir (Duran, 2007, s.10). Denetleme fonksiyonunda yapılacak işlemler şöyledir (Duran, 2007, s.11):

- Gerçekleşen işlemlerin belirlenmesi,
- Hata veya eksiklerin belirlenmesi,
- Hataları düzeltecek işlemlerin yapılması.

Projeler 3 şekilde sonlanabilir (Uzun, 2009, s.4):

1. Projenin tüm hedeflerine ulaşması ile,
2. Projedeki hedeflerin gerçekleşmeyeceğinin farkedilmesi ile,
3. Proje gerekliliklerinin ortadan kalkması ile.

2.2. Proje Yönetimi Kavramı

Proje yönetimi, projede belirlenen amaçlara ulaşmak için projede yer alan etkinliklerin planlanıp programlanmasıdır (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.40). Başka bir tanımla proje yönetimi; varılması amaçlanan hedeflere süre ve kaynak kısıtı kullanarak ulaşabilmek için gereken faaliyetlerin koordinasyonudur (Temiz ve Dursun, 2016, s.1). Tanımlarda da görüldüğü üzere proje yönetiminde birtakım kavramlar bulunmaktadır.

Bu kavramlar:

- *Bir Defalık Ürün:* Her bir proje yapısı itibariyle bir başka projeden farklıdır. Bütün kısıtları aynı olan iki proje yoktur. Her projenin özellikleri kendine has özelliklerdir (Karadeniz, 2007, s.3).
- *Sınırlı Kaynaklar:* Bir işletmenin büyüklüğü ne olursa olsun, hiçbir durumda bir projenin kaynakları sınırsız olmaz. Projelere belirli miktarda kaynak ayrılmış olup, projenin eldeki kaynaklarla belirli sürede bitirilmesi hedeflenir (Karadeniz, 2007, s.3).
- *Belirli Bir Zaman Dilimi:* Her proje için ayrılmış belirli bir zaman dilimi vardır. Projelerin başlangıç ve bitiş tarihi bellidir (Karadeniz, 2007, s.4).
- *Birbiri İle İlişkili Faaliyetler Dizisi:* Projelerde yapılan faaliyetlerin hepsi birbirinden bağımsız değildir. Örneğin bazı faaliyetlerin başlayabilmesi için bazılarının bitmesi gerekir (Karadeniz, 2007, s.4).

Proje yönetiminin amacı; eldeki kaynakları en verimli şekilde kullanarak hedeflere ulaşabilmektir (Temiz ve Dursun, 2016, s.3). Proje yönetimi projelerin en uygun maliyetlerle, belirlenen sürede bitirilmesini ve hedeflere istenildiği şekilde

ulaşmayı sağlamaktadır. Proje yönetimi etkili şekilde yapıldığı sürece kaynak israfı, zaman kaybı ve fazla maliyet engellenmiş olur (Mazlum, 2014, s.7). Günümüzde proje yönetimi kavramını mecburi hale getiren birtakım faktörler bulunmaktadır. Bunlar (Ertaş, 2011, s.41):

- Ekonomik kısıtlar,
- Projelerin giderek büyümesi ve karmaşıklığın artması,
- Projelerin daha kısa sürede bitirilmesi isteği,
- Projelerde bir değişiklik olması durumunda bu değişikliklere daha hızlı uyum sağlayabilme ihtiyacı,
- İşletmelerin verimliliğini artırma çabaları.

Proje yönetiminde gerçekleştirilen birtakım aktiviteler bulunmaktadır. Bunlar (Ertaş, 2011, s.35-36):

- Projenin planlanması ve kontrolü,
- Proje çizelgelemesinin yapılması,
- Kaynak atamasının yapılması,
- Oluşabilecek problemleri tespit etmek ve çözmek,
- Risk yönetimini gerçekleştirmek.

Proje yönetiminin birtakım detayları vardır (Gök, 2013, s.6-7). Bunlar:

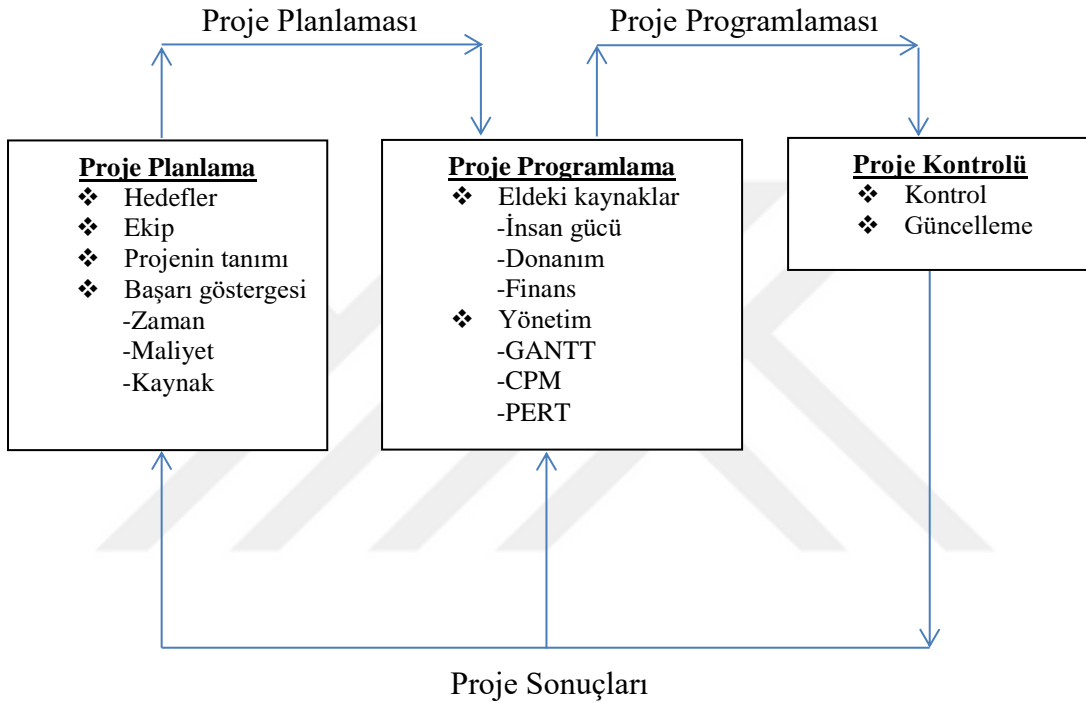
- Projedeki hedeflere belirlenen maliyet, süre ve performansla varılabilmelidir,
- Bütün projeler tektir,
- Tüm projelerde birtakım problemler olabilir,
- Projeler belirlenen hedeflere ulaşana kadar yapılan süreli ve bir kerelik faaliyetlerdir.

Bazı araştırmacılar proje yönetiminin yedi ögeden oluştuğunu söylemektedir. Bu ögelerden herhangi birindeki aksaklığın projenin tamamını özellikle sonucunu olumsuz etkileyeceği söylenebilir. Bu ögeler insan, yöntem, kültür, kuruluş, planlama, bilgi ve denetlemedir (Beşorak, 2005, s.352).

Proje yönetiminde birtakım ilkeler bulunmaktadır (Özbilge vd., 2014, s.320). Bu ilkeler:

- Projenin amacının belirlenmesi,
- Amaca ulaşmak için gerekenlerin tespit edilmesi,
- Belirlenen amaçlara ulaşmak için kaynakların en iyi şekilde kullanılması,
- Projenin tüm sürecinin kontrol altında tutulması.

2.2.1. Proje Yönetim Aşamaları



Şekil 1. Proje Yönetim Evreleri

Kaynak: Mazlum, 2014, s.10.

Şekil 1’de proje yönetim aşamaları olan planlama, programlama ve proje kontrolü evreleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri gösterilmektedir.

2.2.1.1. Planlama Aşaması

Planlama aşaması projenin tüm detaylarının belirlendiği aşamadır (Uzunal,2009,s.9). Bu aşamada projenin düzeni kurulur, faaliyetlerin tamamı belirlenir ve bu faaliyetlerin birbirleri ile olan ilişkileri tespit edilir (Mazlum, 2014, s.10). Proje planlaması bize faaliyetlerin nerede, ne zaman ve kim tarafından yapılacağını söyler. En iyi planın yapılması için işletmenin kaynaklarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Uzunal, 2009, s.10). Ayrıca proje planlaması yapılmadan önce projenin alanı, projenin tamamlanması için gereken süre ve bütçe belirlenmelidir (Mazlum, 2014, s.10).

Proje boyunca en doğru kararların verilmesi ve bu kararlara düzenli uyulabilmesi için projelerin planlama aşaması mutlaka gerçekleşmelidir. Proje planlaması gerçekleşmezse proje kontrolü yapılamaz, herhangi bir eksiklik veya hata durumunda önlemler alınmaz (Mazlum, 2014, s.10). Planlama aşamasının 3 hedefi vardır (Mazlum, 2014, s.10):

- Elde bulunan kaynaklarla projenin minimum sürede bitirilmesi,
- Belirlenmiş bir zaman diliminde minimum kaynakla projenin bitirilmesi,
- Maliyeti minimize edecek şekilde projenin tamamlanması.

Projenin planlama aşamasında izlenecek adımlar şu şekildedir (Mazlum, 2014, s.11):

1. Proje tanımının yapılması,
2. Gerekli kaynakların tespit edilmesi,
3. Şebeke ağının oluşturulması,
4. Kaynakların faaliyete bölünmesi.

Proje planlaması yapılırken, faaliyetlerin organizasyonunun iyi yapılması gereklidir. Faaliyetlerin öncelik-sonralık ilişkileri ve gerekli kaynaklar planlamayı zorlaştırmaktadır. Özellikle faaliyetlerin sayısı arttıkça proje karmaşıklaşmaktadır, şebeke kurmak zorlaşmaktadır. Bu konuda CPM ve PERT yöntemlerinin önemi artmaktadır (Göksu, 2010, s.27).

2.2.1.2. Programlama Aşaması

Programlama aşaması; projenin zaman çizelgesinin hazırlandığı, faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş sürelerinin gösterildiği aşamadır (Mazlum, 2014, s.12). Programlama aşamasında, planlama aşamasında belirlenen faaliyetlerin zaman planlaması yapılır (Uzunal, 2009, s.11). Kaynakların belirlenmesi ve belirlenen sürede proje planının yapılması işlemleri gerçekleştirilir, ayrıca projenin tespit edilen sürede bitirilip bitirilemeyeceği belirlenir (Mazlum, 2014, s.12). Planlama ve programlama aşamasında aşağıdaki faaliyetler yapılır (Uzunal, 2009, s.11):

1. Hedeflerin belirlenmesi,
2. Yapılacak iş miktarının tespiti,
3. Faaliyetlerin öncelik-sonralık ilişkilerinin tespiti,
4. Kaynak atamasının yapılması,

5. Faaliyetlerin sürelerinin tespiti,
6. Faaliyetlerin başlama ve bitiş sürelerinin hesaplanması,
7. Projenin tamamlanacağı sürenin hesaplanması.

Proje programı şu konularda bilgi verir (Mazlum, 2014, s.14):

- Projenin ayrıntıları,
- Faaliyet sayısı,
- Faaliyet süreleri,
- Kaynak ve maliyet kısıtları.

Proje programlama aşamasında dikkat edilecek birtakım hususlar vardır (Mazlum, 2014, s.13):

- Faaliyetlerin sıralanması,
- Proje için gerekli kaynakların varlığı,
- Kaynaklar için çatışan talepler,
- Kısıtlı özkaynak ve sermaye,
- Kaynaklardan en üst seviyede yararlanma,
- Ortak kaynak kullanacak faaliyetlerin sıralanması.

Programlama aşamasının avantajları şu şekildedir (Mazlum, 2014, s.12-13):

- Tüm projeyi ve faaliyetleri düzenler,
- Faaliyetlerin öncelik-sonralık ilişkilerini düzenler, kritik faaliyetleri belirler,
- Kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlar.

2.2.1.3. Kontrol Aşaması

Kontrol aşamasında planlama ve programlama aşamalarının takip ve kontrolü yapılır, yani bu aşama planlama ve programlama aşamalarından ayrı düşünülemez. Kontrolsüz yapılan planlama ve programlama aşamaları yetersizdir (Mazlum, 2014, s.15).

Kontrol evresi iki aşamalıdır. İlk aşamada; projenin planlanan durumuyla, gerçekleşen durumu karşılaştırılır. Arada fark varsa bu farklar ve sebepleri tespit edilir. İkinci aşamada ise, meydana gelen aksaklıklara karşı tedbirler alınır (Uzun, 2009, s.12). Projelerin kontrol işlemi belli zaman aralıklarıyla yapılmalıdır. Raporlanarak proje planıyla karşılaştırılmalıdır. Böylelikle projelerde hatalar ve eksikler daha çabuk farkedilir. Raporlama sayesinde de diğer birimler projenin gidişatını daha iyi takip

edebilirler (Uzun, 2009, s.13). Projelerdeki kontrol işlemleri ile (Uzun, 2009, s.13):

- Projedeki ilerleyişin takibi,
- Hedeflenen ve gerçekleşen faaliyetlerin karşılaştırılması,
- Problem bulunuyorsa tespit edilmesi,
- Gerekiyorsa değişiklik yapılması gerçekleştirilir.

2.2.2. Proje Yönetim Evreleri

Proje yönetiminde adım adım gerçekleşen evreler vardır (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.41). Bunlar:

1. *Başlatma Evresi:* Projenin tanımlandığı, ön değerlendirmelerin yapıldığı aşamadır. Projede izlenecek yol belirlenir.
2. *Planlama Evresi:* Planlama evresinde, projenin nasıl gerçekleştirileceği organize edilir. Projenin nerede, nasıl, ne zaman ve kim tarafından gerçekleştirileceği kararlaştırılır.
3. *Uygulama Evresi:* Planlama süreci biten projenin uygulanmaya başladığı aşamadır.
4. *Kontrol Evresi:* Uygulanan projenin düzenli işleyip işlemediğinin kontrol edildiği evredir.
5. *Sonlandırma Evresi:* Projenin sonlandırıldığı evredir.

Proje yönetimi yapacak personel ve yöneticilerin iletişimi son derece önemlidir. Proje yönetimini gerçekleştirecek kişilerin birbiriyle bağlantılı çalışmaması, aralarındaki iletişimin yeterli olmaması, proje yönetimi performansının düşmesine sebep olacaktır (Karadeniz, 2007, s.5). Yöneticilere de çok iş düşmektedir. Yöneticiler daha etkili kararlar alabilmek ve daha iyi proje yönetimi gerçekleştirmek için doğru zamanda doğru bilgiye ulaşmak zorundadırlar. Karar almadan önce bazı sorular cevaplanmalıdır (Çelik vd., 1995, s.96):

- İzlenecek başka bir yol var mıdır?
- İzlenebilecek yolların maliyetleri nedir?
- Karar vermek için doğru zaman nedir?
- Zamanında karar verilmezse sonuçları ne olabilir?

Etkili bir proje yönetimi için proje yöneticilerinin birtakım görevleri bulunmaktadır (Ertaş, 2011, s.38):

- Proje ekibini kurar ve ekip içi koordinasyonu sağlar,
- Proje planının gerçekleşip gerçekleşmediğini kontrol eder,
- Müşterilere karşı firmanın temsilcisidir,
- Ekiplerle yönetim arasında koordinasyonu sağlar.

En etkili proje yönetiminin gerçekleştirilmesi için yöneticilerde birtakım özellikler bulunmalıdır (Göksu, 2010, s.23):

- Liderlik özelliği taşımalarıdır,
- Gerekli kaynaklara ulaşarak, bu kaynakları en verimli şekilde kullanmayı başarmalarıdır,
- İşleri organize edebilme yetenekleri olmalıdır,
- İnsanlarla iyi iletişim kurabilmelidirler,
- Güvenilir olmalarıdır.

2.3. Proje Planlama Tekniklerine Genel Bakış

Proje yönetiminde, belirlenen hedeflere ulaşmak için; sınırlı kaynak, sınırlı süre ve sınırlı bütçe ile projenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu durum karmaşık projelerin daha iyi yönetilmesi için proje yönetim tekniklerine duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır ve böylelikle GANTT diyagramı, CPM ve PERT gibi proje planlama ve yönetim teknikleri ortaya çıkmıştır (Karahana ve Ezin, 2014, s.74). Proje planlama tekniklerinin amacı; bilhassa karışık yapıdaki projelerde, gerçekleştirilecek işlerin açık bir şekilde tanımlanması, projenin tamamlanma zamanını etkileyen kritik faaliyetlerin belirlenmesi, tüm faaliyetlerin başlama ve bitiş sürelerinde tüm süreyi etkilemeden yapılabilecek değişikliklerin belirlenmesi, kaynaklardan en verimli yararlanma yönteminin tespit edilmesi, gerekli bütçenin belirlenmesi ve maliyetlerin belirlenmesiyle proje planlamada yöneticilere yardımcı olmaktır (Çelik vd., 1995, s.97). Proje planlama yöntemleri, projelerdeki karışık ve zor faaliyetlerin daha anlaşılır bir şekilde çözülmesini sağlar. Bu yöntemler bazı problemler karşısında yöneticilerin çözüm bulmasına yardımcı olur (Karahana ve Ezin, 2014, s.87).

CPM ve PERT tekniklerinin her ikisi de faaliyetlerin bir ağ üzerine çizilmesi temeline dayanır. Her iki teknik de karmaşık ve uzun süreli projeleri planlamak için kullanılır (Karahana ve Ezin, 2014, s.77). CPM ve PERT yöntemleri genel itibariyle aynıdır. Bu yöntemler arasındaki en önemli fark süreler konusundadır. CPM

yönteminde zaman değerleri kesinlik içerir ancak PERT yönteminde süreler kesin değildir olasılıklıdır. CPM yöntemi daha önce yapılmış projelerde kullanılırken PERT ilk defa yapılacak projelerde tercih edilir (Karahana ve Ezin, 2014, s.76). CPM yöntemi yapısı itibarıyla PERT yöntemine göre daha kolay uygulanabilir. Bu durum CPM yönteminin PERT'e göre daha büyük uygulama alanları bulmasına neden olmuştur (Karahana ve Ezin, 2014, s.76).

CPM ve PERT tekniklerinin birtakım özellikleri ortaktır. Bunlar (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.43):

- Kritik ve kritik olmayan işlemler belirlenir,
- Birbirleriyle ilişkili olan faaliyetler ve bu faaliyetler arasındaki öncelik/sonralık ilişkisi belirlenir,
- Ortaya çıkabilecek problemler belirlenir ve projenin zamanında bitirilmesine yardımcı olur,
- Projenin biteceği zaman belirlenir.

2.3.1. GANTT Diyagramı

En eski proje planlama yöntemlerinden olan GANTT diyagramı 1915' te Amerikalı Henry GANTT tarafından bulunmuştur (Karadeniz, 2007, s.19). GANTT diyagramı genel olarak karışık olmayan ve süresi kısa olan projelerde kullanılır. Büyük projeler için GANTT diyagramı yetersizdir. Bu yöntem uygulanırken büyük projelerde birtakım problemler ortaya çıkabilir (Akıncı, 2008, s.30):

- Proje içinde bir görev değişikliği olması durumunda proje gecikebilir,
- Projenin başarılı bir şekilde planlanmasını tek başına gerçekleştirememektedir,
- Karmaşık ve büyük projelerin her aşamasının ne kadar tamamlandığını görmek zordur.

GANTT diyagramında çok detay bulunmaz, yalnızca faaliyetler ve bu faaliyetlerin ilişkileri belirtilir. Bu tekniğin fazladan maliyet çıkarmaması en büyük avantajlarından (Karadeniz, 2007, s.19). GANTT diyagramında öncelikle tüm faaliyetler belirlenir. Bunun için işgücünün ve işletmenin tüm kaynaklarının eksiksiz bilinmesi gerekmektedir. Bundan sonra faaliyet süreleri tespit edilir. GANTT diyagramında zaman birimi olarak ay, hafta veya gün tercih edilebilir. Dikkat edilmesi gereken nokta; bütünlük olması amacıyla ortak bir zaman birimi belirlemektir. Faaliyet süreleri tespit edildikten sonra faaliyetler diyagramlara yerleştirilir. Son olarak diyagram

üzerindeki faaliyetlerin ilişkileri gösterilir (Karadeniz, 2007, s.19).

GANTT diyagramlarında proje kontrolü de çok kolaydır. Çubukların içinin boyanması işin yapılan kısmını gösterir. Boş kalan kısım ise işin geri kalanını gösterir. Böylelikle belirtilen zaman içerisinde işin ne kadarının gerçekleştirildiği, ne kadarının gerçekleştirilemediği belirlenir (Uzunal, 2009, s.19).

GANTT diyagramları küçük ve karmaşık olmayan projelerde kullanılır. Basit bir proje planlama tekniğidir. Projeler karmaşıklaştıkça GANTT diyagramı eksik kalmıştır, bu yüzden CPM ve PERT gibi gelişmiş proje yönetim teknikleri ortaya çıkmıştır (Karadeniz, 2007, s.21).



Şekil 2. Faaliyetlerin GANTT Diyagramı ile Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.10.

Şekil 2'de GANTT diyagramının en basit haliyle bir örneği gösterilmektedir. GANTT diyagramında yatay ve dikey olarak iki eksen vardır. Yatay eksen süreyi, dikey eksen de faaliyetleri gösterir (Akıncı, 2008, s.29). Faaliyetleri belirtmek için yatay çubuklar kullanılır hatta bu yüzden GANTT diyagramlarında çubuk diyagramı da denmektedir. Çubukların diyagramdaki başlangıç noktası faaliyetlerin başlama anını,

bitiş noktası ise faaliyetin bittiği anı belirtir. Başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki fark faaliyet sürelerini gösterir (Uzun, 2009, s.18).

2.4. Şebeke Diyagramlarının Oluşturulması

CPM ve PERT tekniklerinin ikisi de şebeke ağı kurularak gerçekleştirilen yöntemlerdir. Şebeke diyagramı, projedeki tüm faaliyetleri ve bu faaliyetlerin birbirleri ile ilişkilerini gösteren bir çizelgedir (Mazlum, 2014, s.2). Ayrıca projede hangi faaliyetlerin olduğunu, faaliyetlerin öncelik-sonralık ilişkilerini, projedeki başlangıç ve bitiş faaliyetlerini de görmemizi sağlar (Uzun, 2009, s.21). İstenildiği zaman faaliyetlerde değişiklik yapma fırsatı tanır (Mazlum, 2014, s.2). Şebeke diyagramı oklardan ve düğümlerden meydana gelir. Faaliyetler bu ok ve düğümlerle gösterilir (Karadeniz, 2007, s.23). Projelerde şebeke analizi yapmak, tüm projeyi sistematik şekilde gösterir. Şebeke analizinin proje yönetimini kolaylaştırma, sorunların daha hızlı belirlenmesi, projenin kontrolünün daha kolay olması gibi faydaları vardır. Yani tüm projeyi kontrol altında tutmak şebeke analizi ile daha kolay hale gelmektedir (Gök, 2013, s.58).

Şebeke analizi tekniklerinden en bilinenleri CPM ve PERT teknikleridir. Bu iki teknik temelde benzer işlemlere sahip olsa da uygulandığı alanlar konusunda farklı olabilmektedir. Ancak şebeke analizinin yapılması, kritik yolun oluşturulması ve proje süresinin hesaplanması iki teknikte de aynıdır (Göksu, 2010, s.27).

2.4.1. Şebekeyi Oluşturan Unsurlar

Olay: Faaliyetlerin başladığı ve bittiği noktalara olay denir (Rençber, 2011, s.31). Olaylar bir veya birden çok faaliyetin başlama veya bitme durumunu belirtir (Mazlum, 2014, s.22). Olayların meydana gelmesi için kaynak ve zaman kullanımına gerek yoktur (Mazlum, 2014, s.22). Olaylar farklı geometrik şekillerle gösterilebilirler. Genel olarak daire kullanılmaktadır, olay numaraları da dairelerin içerisine yazılmaktadır (Göksu, 2010, s.32). Şebeke diyagramındaki olaylar için birtakım kurallar vardır (Mazlum, 2014, s.22):

- Olaylar (iki olay) arasında en fazla bir faaliyet vardır,
- Her olayın bir numarası vardır,
- Sadece bir tane başlangıç ve bitiş olayı vardır.

Faaliyet: Yapılması için zamana ve kaynağa ihtiyaç duyan, bir başlangıç ve bitiş zamanı olan proje parçalarıdır (Rençber, 2011, s.31). Birbirleri ile aralarında mantıksal bir ilişki vardır (Mazlum, 2014, s.23). Faaliyetlerin zaman birimleri birbirinden farklı olmamalıdır. Süresi uzun olan projelerde birim ay veya yıl olarak, kısa olan projelerde ise birim hafta, gün ya da saat olarak seçilebilir (Göksu, 2010, s.33). Şebeke diyagramında her bir faaliyet için aşağıdaki sorular cevaplanmalıdır (Mazlum, 2014, s.29):

1. Bir faaliyetin başlaması için hangi faaliyetler bitmiş olmalıdır?
2. Bir faaliyetin devamında hangi faaliyetler olmalıdır?
3. Bir faaliyetle aynı anda meydana gelen faaliyetler nelerdir?

Kukla Faaliyet: Tek fonksiyona sahip olan bir faaliyetin başka bir faaliyete bağlılığını gösteren faaliyettir (Rençber, 2011, s.31). Kukla faaliyetler, projede faaliyetlerin mantıksal bir şekilde sıralanmasına yardım eder. Kukla faaliyetler için ayrı bir zaman verilmediğinden planın devamında değişikliğe neden olmaz (Göksu, 2010, s.35).

2.4.2. Şebeke Diyagramında Faaliyetlerin Numaralandırılması

Şebeke diyagramları oluşturulurken, faaliyetlerin numaralandırılması çok önemli bir konudur. Projenin sağlıklı bir şekilde devamının sağlanması, faaliyetlerin düzgün bir şekilde numaralandırılmasına bağlıdır (Göksu, 2010, s.35). En çok kullanılan numaralandırma tekniğinde; faaliyetlerin başlangıç noktasına (i) harfi, bitiş noktasına (j) harfi verilir. Yani okun başlangıcına (i) harfi, bitimine (j) harfi yazılır. (j)'nin (i)'den büyük olduğu bilinerek 2 tür numaralandırma yapılır (Göksu, 2010, s.35):

1. 0,1,2,... şeklinde ardışık sayılarla yapılabilir,
2. 0,5,10,15,... gibi sadece (j)'nin (i)'den büyük olması yeterli görülebilir. Bu şekilde araya bir faaliyet eklenirse arada kalan sayılarla işlem yapılır.

2.4.3. Şebeke Diyagramları Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Şebeke diyagramları oluşturulurken dikkat edilmesi gereken birtakım kurallar vardır (Rençber, 2011, s.31):

- Şebekeler her zaman bir olayla başlar ve biter,
- Faaliyetlerin yönü hep soldan sağa doğrudur,
- Şebeke oklarının uzunluğu önemsizdir,

- Faaliyetlerde kesişme olmaz.

Şebeke diyagramları oluşturulurken yapılacak en küçük hata tüm süreci etkiler. Bu diyagramları oluştururken, hata payını en aza indirmek için bu işi yapacak kişilerin yeterli donanımına sahip olması gerekmektedir (Yalkı, 2009, s.55). Şebeke diyagramlarında faaliyetlerin yerleşimi de önemli bir konudur (Yalkı, 2009, s.20). Bu kuralların bir kısmı şu şekildedir:

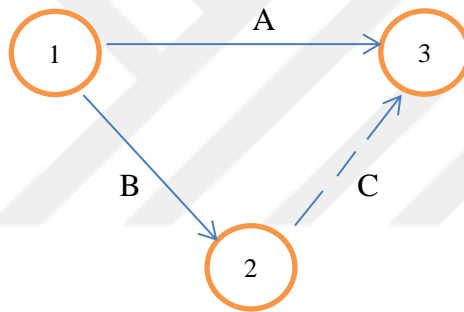
1. İki olay yalnızca tek bir faaliyetle birbirine bağlanır (Yalkı, 2009, s.20).



Şekil 3. Faaliyetlerin Yanlış Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.20

Şekil 3'te gösterilen iki olay birden fazla faaliyetle gösterildiği için yanlış gösterimdir (Yalkı, 2009, s.20).

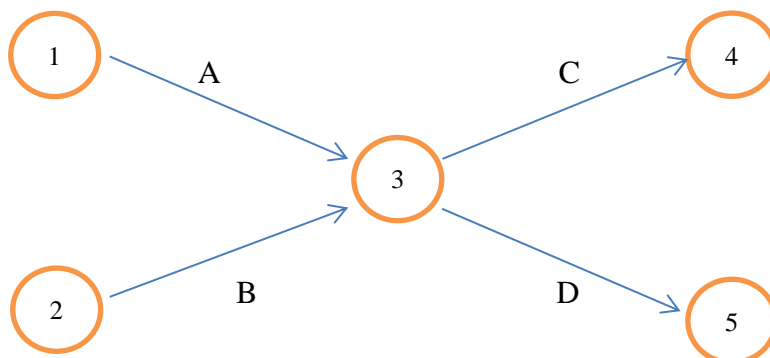


Şekil 4. Faaliyetlerin Doğru Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.20

Şekil 3'te gösterilen yanlış gösterim Şekil 4'te kukla faaliyetle (C Faaliyeti) düzeltilmiştir (Yalkı, 2009, s.20).

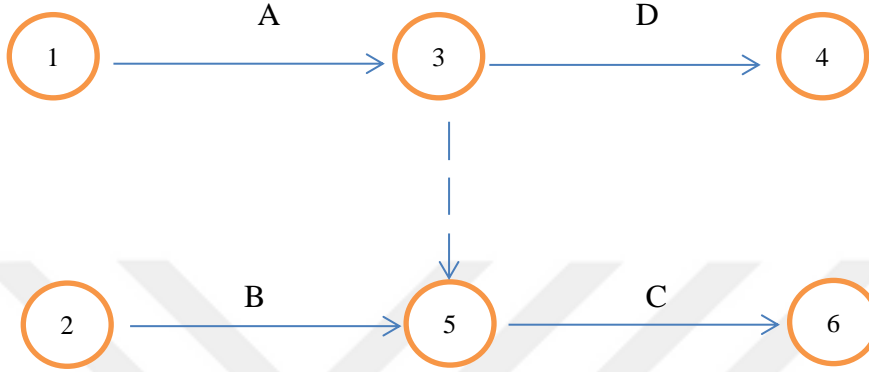
2. Şebeke diyagramları çizilirken en önemli konulardan birisi kukla faaliyetin nereye yerleştirileceği konusudur.



Şekil 5. Faaliyet İlişkisinin Yanlış Gösterimi

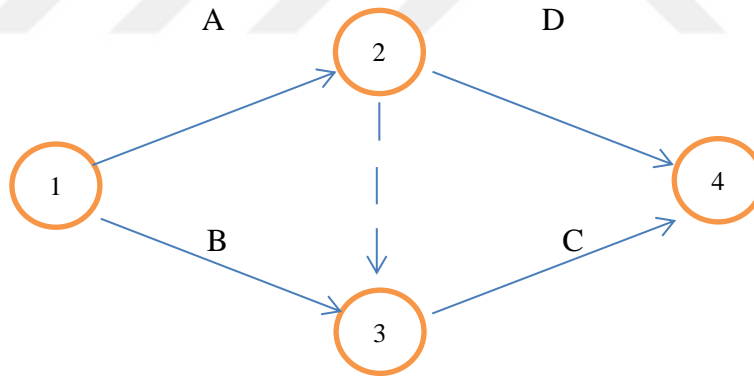
Kaynak: Yalkı, 2009, s.21

Şekil 5’de gösterildiği gibi C ve D faaliyetlerinin gerçekleşmesi için A ve B faaliyetleri bitmiş olmalıdır. C faaliyeti için durum böyle ancak D faaliyetinin tamamlanması için B faaliyetine gerek olmayıp sadece A faaliyeti yeterli ise bu durumda kukla faaliyet gereklidir (Yalkı, 2009, s.21).



Şekil 6. Kukla Faaliyet ile Faaliyet İlişkisinin Yanlış Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.21

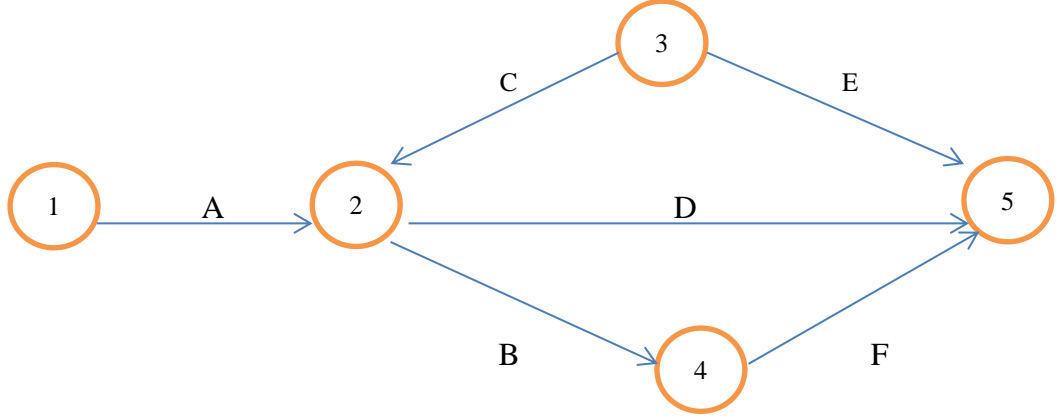


Şekil 7. Kukla Faaliyet ile Faaliyetlerin Doğru Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.22

Şekil 6’da kukla faaliyet gösteriminin yeniden yanlış gösterimi yapılmıştır. Şekil 7’de ise kukla faaliyetin doğru gösterimi bulunmaktadır.

3. Şebeke diyagramında kısır döngü olmamasına dikkat edilmelidir. Kısır döngü durumunda faaliyet bittiği yere geri döner ve şebeke çıkmaza girer (Yalkı, 2009, s.22).

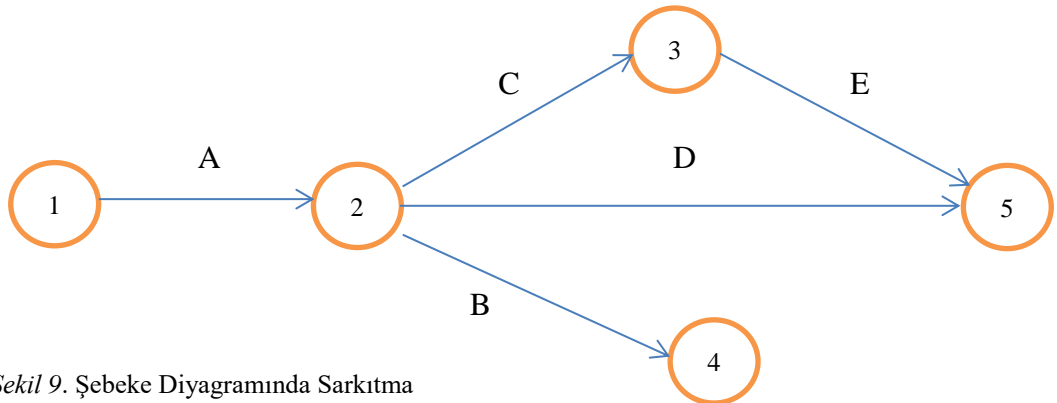


Şekil 8. Şebekede Kısır Döngü

Kaynak: Yalkı, 2009, s.23

Şekil 8' de C faaliyeti, A faaliyetinin bitmesiyle başlamalıdır ancak bu şekilde C faaliyeti, A faaliyetine tekrar dönmüştür. Ve bu durum şebekeyi kısır döngüye dönüştürmüştür (Yalkı, 2009, s.23).

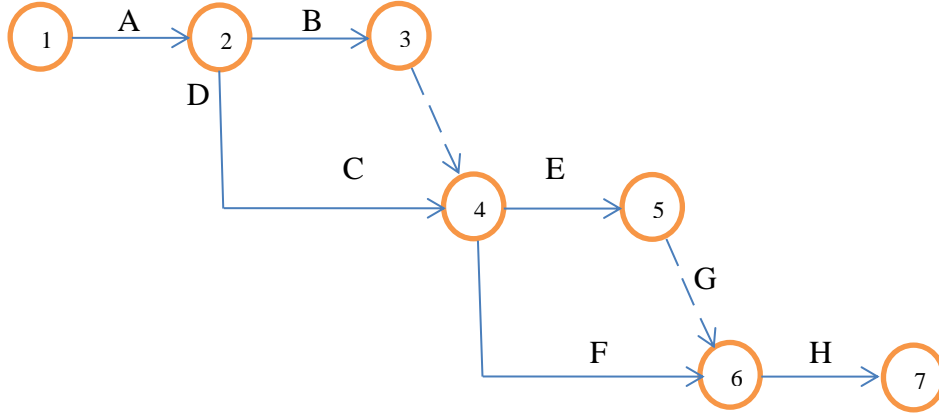
4. Şebeke diyagramında tüm faaliyetler bir yere bağlanmalıdır. Herhangi bir faaliyetin hiçbir yere bağlanmadığı durumlara sarkıtma veya sonlandırmak denir (Yalkı, 2009, s.24).



Şekil 9. Şebeke Diyagramında Sarkıtma

Kaynak: Yalkı, 2009, s.23

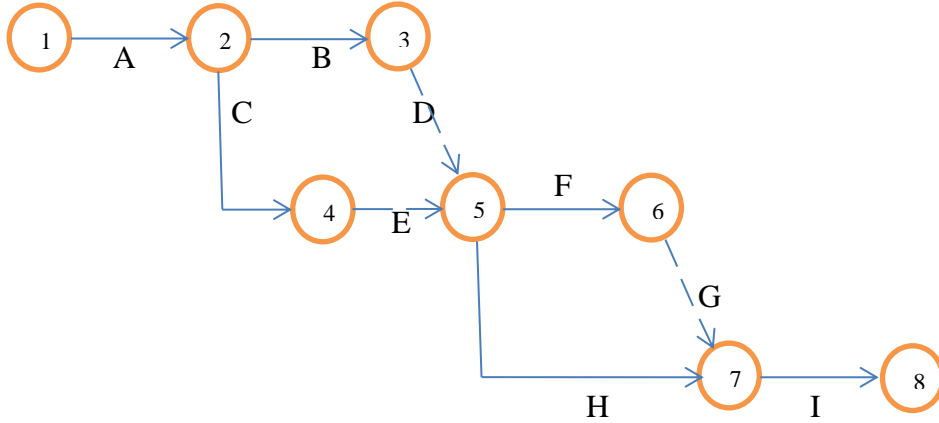
5. Şebeke diyagramında çakışan faaliyetlere dikkat edilmelidir (Yalkı, 2009, s.24).



Şekil 10. Şebeke Diyagramında Çakışan Faaliyetlerin Yanlış Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.24

Şekil 10'da gösterilen F faaliyeti B ve C faaliyetinin bitmesiyle başlayabilir ancak F faaliyeti için C faaliyetinin bitmesi yeterli ise B faaliyetinin bitmesi beklenmeyebilir. Şekil 11'de kukla faaliyet kullanılarak bu durum düzeltilmiştir (Yalkı, 2009, s.25).



Şekil 11. Şebeke Diyagramında Çakışan Faaliyetlerin Doğru Gösterimi

Kaynak: Yalkı, 2009, s.25

Şekil 11'de çakışan faaliyetlerin kukla faaliyet kullanılarak düzeltilmiş hali gösterilmektedir.

BÖLÜM III

CPM VE PERT TEKNİKLERİ

Bu bölümde proje planlama teknikleri olan CPM ve PERT tekniklerinden detaylı bir şekilde bahsedilmiştir. CPM ve PERT tekniklerinin aşamaları, avantaj ve dezavantajları geniş bir şekilde anlatılmıştır. Aynı zamanda bulanık mantık, bulanık CPM ve bulanık PERT tekniklerinden de bahsedilmiştir.

3.1. CPM (Critical Path Method) Tekniği

CPM Tekniği, bir projenin başlamasından bitişine kadar geçen sürede yapılan sıralı faaliyetlerdir (Şenol, 2016, s.14). Bu teknik kimya sektöründe çalışan E. I. Du Pont De Nemours firması tarafından bir kimyasal fabrikanın kurulması amacıyla geliştirilmiştir. Dr. Mauchly CPM tekniğinin gelişmesine büyük katkıda bulunmuştur (Akıncı, 2008, s.29). CPM; bir proje yapılırken insan gücü, ekipman ve süreden en üst seviyede faydalanmayı sağlar (Agyei, 2015, s.1). CPM tekniğinin ana prensibi, projedeki kritik yolu hesaplayarak, işlemlerin bu yol üzerinde yapılmasıdır (Göksu, 2010, s.27). CPM tekniğinin temel amaçları şu şekildedir (Mazlum, 2014, s.2):

- Elde bulunan kaynaklarla, projenin en kısa sürede tamamlanması,
- Belirlenmiş bir zaman içerisinde minimum kaynak kullanımı ile projenin tamamlanması,
- Maliyetleri en az düzeyde tutmak için zaman ve maliyet kontrolü.

CPM tekniği 3 aşamadan oluşur:

1. *Planlama Aşaması:* Bu aşamada öncelikle proje faaliyetlerine ayrılır. Sonra faaliyet süreleri tespit edilir ve faaliyetler arasındaki öncelik sonralık ilişkileri belirlenir

(Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.43).

2. *Programlama Aşaması:* Bu aşamada kritik faaliyetler belirlenir. Projenin tam zamanında tamamlanması için hangi faaliyetlerin mutlaka vaktinde bitirilmesi gerektiğini gösterir (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.43).
3. *Kontrol Aşaması:* Projenin belli aralıklarla kontrol edildiği aşamadır (Coşkun ve Ekmekçi, 2012, s.43).

Bir projede CPM tekniği uygulanacaksa Şu adımlar izlenir (Duran, 2007, s.24):

- İlk olarak proje görev ve faaliyetlerine ayrılır,
- Daha sonra bu faaliyetlerin sırası belirlenir, Şebeke oluşturulur,
- Her bir faaliyetin tahmini sürelerine ulaŐılır,
- En son kritik yol belirlenir ve proje tamamlanır.

CPM tekniğinde ağ kurulurken birtakım kurallar vardır (Duran, 2007, s.24):

- Bir faaliyet bir önceki faaliyet bitmeden baŐlamaz,
- Ağdaki oklar faaliyetin önceliğini gösterir,
- Her olayın bir numarası olmalıdır,
- Bir başlangıç ve bir bitiş faaliyetleri olmalıdır.

3.1.1. CPM Tekniğinin AŞamaları

3.1.1.1. Faaliyet Sürelerinin Tespiti

Şebeke diyagramlarından sonra kritik yolun tespit edilmesi için, tüm faaliyetlerin sürelerinin bilinmesi gerekir. Faaliyet süresi, bir faaliyetin bitirilmesi için geçen zamandır (Uzunal, 2009, s.32). Bir faaliyetin tamamlanma süresi, faaliyete atanacak kaynaklarla doğrudan ilgilidir. Faaliyet süreleri hesaplanırken, faaliyete atanacak kaynaklar ve bu kaynakların durumları göz önünde bulundurulmalıdır. Bir faaliyetin süresi hesaplanırken temel husus kaynakların faaliyete etkin bir Şekilde atanması ile süre değerlerini en aza indirmektedir (Uzunal, 2009, s.32). CPM tekniğinde süre tespiti yapılırken birtakım kurallar göz önünde bulundurulmalıdır (Duran, 2007, s.28):

- Süre tespiti normal koŐullar göz önünde bulundurularak yapılır,
- Süre tespiti yapılırken en doğru ve en iyi kaynaklara ulaŐılmalıdır,
- Her faaliyetin ayrı ayrı süre tespiti yapılmalıdır,
- Süreler belirlenirken yöneticiler de bulunmalıdır.

Faaliyet süreleri hesaplanırken aşağıda verilen faktörler bütün bir Şekilde ele alınmalıdır (Uzunal, 2009, s.33):

- İş miktarı,
- Kaynak durumu,
- İşin yapılıŐ tekniği,
- O anki Őartlar.

3.1.1.2. Erken ve Geç Başlama Süreleri

Faaliyet süreleri hesaplandıktan sonra tüm faaliyetlerin; başlama, bitiş süreleri, en erken ve en geç başlama ve bitiş zamanları hesaplanır (Uzunal, 2009, s.33).

En Erken Başlama Süresi: Bir faaliyetin başlayabileceği en erken süreyi ifade eder (Mazlum, 2014, s.36). En erken başlama zamanı hesaplanırken, üzerinde durulması gereken önemli bir durum vardır. Bir faaliyete bağlı birden çok faaliyet olabilir. Böyle bir durumda her faaliyet için tek tek süreler hesaplanır, en büyük değer seçilir çünkü faaliyetlerin başlaması için önceki faaliyetlerin tamamının bitmiş olması gerekmektedir (Gök, 2013, s.67). Bir faaliyetin en erken başlama süresi o faaliyetten sonraki faaliyetlerin en erken başlama sürelerine eşit veya bu sürelerden küçük olmalıdır (Karahana ve Ezin, 2014, s.79).

En Erken Bitiş Süresi: Bir faaliyetin tüm projeyi etkilemeden bitirilebileceği en erken süreyi ifade eder (Mazlum, 2014, s.36).

En Geç Bitme Süresi: Bir faaliyetin projenin tamamını geciktirmeden bitebileceği en geç süredir (Mazlum, 2014, s.36). En geç tamamlanma zamanı hesaplanırken dikkate alınması gereken bir durum vardır. Bir faaliyete bağlı birden çok faaliyet olabilir. Böyle bir durumda her faaliyet için tek tek süreler hesaplanır, en büyük değer alınır (Gök, 2013, s.68).

En Geç Başlama Süresi: Bir faaliyetin projenin tamamını geciktirmeden başlayabileceği en geç süredir (Mazlum, 2014, s.36).

3.1.1.3. Faaliyetler Arası İlişkiler

Projedeki faaliyetler arasında birtakım ilişkiler söz konusudur. Örneğin bazen bir faaliyet bitmeden diğer bir faaliyet başlayamaz veya bazı faaliyetlerin aynı anda bitmesi gerekir (Uzunal, 2009, s.34).

1. *Bitiş- Başlangıç İlişkisi:* Herhangi bir faaliyetin başlaması için, bir önceki faaliyetin bitmiş olması gerekmektedir (Uzunal, 2009, s.34).
2. *Bitiş- Bitiş İlişkisi:* Herhangi bir faaliyetin bir önceki faaliyetle aynı anda bitmesi gerektiğini ifade eder (Uzunal, 2009, s.34).
3. *Başlangıç- Başlangıç İlişkisi:* Herhangi bir faaliyetle bir önceki faaliyetin aynı anda başlayabileceğini ifade eder (Uzunal, 2009, s.35).
4. *Başlangıç- Bitiş İlişkisi:* Herhangi bir faaliyetin, bir önceki faaliyet başlamadan bitemeyeceğini ifade eder (Uzunal, 2009, s.35).

3.1.1.4. Kritik Yolun Hesaplanması

Şebeke ağının başlama ve bitiş olaylarını birleştiren, tamamlanma süresi bakımından en yüksek değerlere sahip, boşluğu sıfır olan faaliyetlerin oluşturduğu yoldur (Mazlum, 2014, s.37). Şebeke diyagramları tamamlanıp, faaliyetlerin süreleri de tespit edildikten sonra kritik yol sürecine geçilir (Uzunal, 2009, s.36). Kritik yol, şebeke diyagramındaki en uzun süren yoldur. Her projede kesinlikle bir kritik yol vardır. Şebeke diyagramında birden çok kritik yol elde edilmişse, bu yollardaki tüm faaliyetler kritik faaliyettir. Ayrıca kritik yol, en kısa süren yoldur (Yalkı, 2009, s.32). Kritik yolu meydana getiren faaliyetlere “kritik faaliyet” denmektedir. Kritik yolda bulunan faaliyetlerin süreleri projenin tüm süresini etkiler. Faaliyet zamanlarının toplamı kritik yolun süresini verir (Şenol, 2016, s.15). Bir faaliyetin kritik olabilmesi için iki şart vardır (Asan, 1981, s.226):

1. Faaliyetin en erken bitiş süresi ve olabilecek en geç bitiş zamanı aynı olan düğüm noktaları arasında bulunması gerekmektedir,
2. Faaliyetin başladığı noktanın bitiş süresine, faaliyetin zamanı eklenince bitişteki düğüm noktasının tamamlanacağı zaman ortaya çıkmalıdır.

Kritik yol hesaplanırken 2 tür hesaplama yöntemi kullanılır:

1. *İleriye Doğru Hesaplama*: Bu hesaplama yönteminde başlangıç faaliyetinden itibaren bitiş faaliyetine kadar tüm faaliyetlerin en erken başlama ve bitiş zamanları hesaplanır. Bu hesaplamalar sonucunda bitiş faaliyetinin en erken bitiş süresi tüm projenin tamamlandığı süredir. Bu süre şebekenin en uzun yolunun süresidir (Yalkı, 2009, s.30). Bu hesaplama tekniğinde, başlangıç ve son olayların yanı sıra bir de ardıl olay bulunmaktadır. Başlangıç olayı projenin ilk olayıdır. Herhangi bir olaydan gelen bir sonraki olaya ardıl olay, projenin bitiş olayına ise son olay denir (Akıncı, 2008, s.38). Bu yöntemde başlangıç faaliyetinin en erken başlama zamanı sıfır alınır (Asan, 1981, s.227).
2. *Geriye Doğru Hesaplama*: İleriye doğru hesaplama yöntemindeki projenin en erken tamamlandığı süre, geriye doğru hesaplama yönteminde projenin bitiş süresi olarak kabul edilir. Bu hesaplama yönteminde tüm faaliyetlerin en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanır ve en sonunda başlangıç faaliyetinin, en geç başlama süresinin sıfır olması gerekmektedir (Yalkı, 2009, s.30). Bu yöntemde başlangıç ve bitiş olaylarının yanı sıra bir de öncül olay bulunmaktadır. Bitiş olayından başlanıp başlangıca doğru gidilir. Projenin başlama olayına başlangıç

olayı, son olaya ise bitiş olayı denir. Öncül olay ise; herhangi bir olaydan önceki olaya denir (Akıncı, 2008, s.39).

3.1.1.5. Bolluk Kavramı

Projede bir faaliyetin, projenin tamamının bitişini geciktirmeden ertelenebileceği zamanı ifade eder (Uzunal, 2009, s.38). Bolluk çeşitleri toplam, serbest, bağımsız ve ara bolluk olmak üzere dört türdür (Asan, 1981, s.226). Bunlar;

1. *Toplam Bolluk:* Projenin tamamının bitiş süresini etkilemeden, faaliyetlerin başlangıç ve bitiş zamanlarını bir miktar geciktirebilme şansı veren bolluktur (Yalkı, 2009, s.33). Bir faaliyet için toplam bolluk geçerli ise, bu faaliyetin zamanı toplam bolluğun zamanı kadar geciktirilebilir (Göksu, 2010, s.51).
2. *Serbest Bolluk:* Projedeki herhangi bir faaliyetin, bir sonraki faaliyetin başlama zamanını etkilemeden geciktirebileceği süreye serbest bolluk denir (Yalkı, 2009, s.34). Serbest bolluk yalnızca olduğu faaliyeti ilgilendirir. Diğer faaliyetlere bağlı değildir. Yani bu boşluk türünü diğer faaliyetlere aktarmak mümkün değildir (Göksu, 2010, s.52).
3. *Bağımsız Bolluk:* Herhangi bir faaliyetin, bir önceki faaliyet tamamlanabileceği en geç sürede bitmiş olsa bile, bir sonraki faaliyeti etkilemeden geciktirilebileceği süredir (Yalkı, 2009, s.35).
4. *Ara Bolluk (Emniyet Bolluğu):* Bir faaliyetin, kendinden önce gelen tüm faaliyetlerin en geç tamamlanma sürelerinde tamamlandığı varsayılarak, projeyi etkilemeden geciktirilebileceği en geç süredir (Yalkı, 2009, s.35).

Bolluk süresi analizi, faaliyetlerin bolluk sürelerinin hesaplanmasına, kritik faaliyetlerin belirlenmesine ve projedeki işlerde gecikme meydana geldiğinde projeyi nasıl etkileyeceğini gözlemlemeye yardımcı olur (Uzunal, 2009, s.39).

3.1.2. CPM Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları

CPM tekniğinin avantajları şu şekildedir (Duran, 2007, s.18):

- CPM tekniği projenin aşamalarını gösterir,
- Maliyet tasarrufu sağlar,
- Projeyi çok iyi şekilde yönetir,
- Proje içinde tekrarlanmaları önler,

- Proje için gerekli kaynakların bulunmasını sağlar,
- Projenin tamamlanma zamanını belirler.

CPM tekniğinin dezavantajları (Asan, 1981, s.229):

- Özellikle çok fazla faaliyet varsa, sonuçları değerlendirmek zordur,
- Bütün faaliyetleri gözden geçirerek bir diyagram hazırlamak uzun sürebilir,
- Faaliyetlerin sürelerini doğru tahminleme uzun sürebilir.

CPM yönteminde minimum belirsizlik vardır, projedeki faaliyetlerin süreleri net olduğu için projenin normal zamandan daha erken bitmesi mümkündür (Yalkı, 2009, s.54).

3.1.3. CPM Tekniğinin Yaygın Olarak Kullanıldığı Alanlar

CPM tekniği birçok alanda kullanılmaktadır (Duran, 2007, s.17-18):

- İşletmelerdeki her türlü bakım, onarım işlemleri,
- Yeni bir ürünün ortaya çıkarılması,
- Yeni bir tesis kurma,
- Devam etmekte olan bir işletmenin büyütülmesi,
- Bir işletmenin taşınması,
- Ar-ge çalışmalarının yapılması,
- Bilgisayarlı sistemlerin geliştirilmesi.

3.1.4. CPM’de Hızlandırma Tekniği

Hızlandırma tekniği faaliyet zamanlarının kısaltılması veya hızlandırılmasıdır. Bir projenin normal bitiş zamanından daha kısa sürede bitmesi için öncelikle kritik faaliyetlerin hızlandırılması gerekmektedir. Herhangi bir faaliyete ayrılan kaynakların artırılmasıyla, faaliyet süreleri azalabilir (Şenol, 2016, s.20).

Hızlandırma işlemi, süre ve maliyet konuları arasında tercih gerektiren bir işlemdir. Bir faaliyetin süresini kısaltabilmek için fazladan maliyetlere katlanmak gerekmektedir. Faaliyetlerin hızlandırılması için fazla kaynak kullanmanın maliyeti vardır. Buna “hızlandırma maliyeti” denir (Şenol, 2016, s.20).

3.2. PERT (Program Evaluation and Review Technique)

PERT; önceden planı yapılmış bir işi, vaktinde bitirmek için eldeki kaynakların planlanmasıdır (Çelik vd., 1995, s.96). Şebeke analizi yöntemlerinden, karmaşık projelerde planlamada en sık kullanılan, olasılıklı olarak faaliyet zamanlarının hesaplanması bakımından farklılık teşkil eden, diğer yöntemlerin eksikliklerini gideren bir proje planlama tekniğidir (Göksu, 2010, s.28). Bir projenin vaktinde tamamlanması ve kaynak planlaması için kullanılan teknikler arasında PERT en çok kullanılanlardan biridir. PERT, aksaklıkları en aza indiren ve projeyi hızlandıran bir tekniktir (Göksu, 2010, s.28). Özellikle faaliyet sürelerinin net bilinmediği projelerde, projenin tahmini bitiş süresini bulmak için PERT tekniği kullanılabilir (Calp ve Akçayol, 2018, s.616).

PERT yöntemi, projenin daha kolay bitirilmesini sağlar. Kuruluşları, projelerde oluşabilecek olumlu veya olumsuz durumlara karşı uyarıp, problemlere dikkat çektiğinden dolayı projeleri vaktinde tamamlamak için kullanılan teknikler içerisinde en önemlilerinden birisidir (Göksu, 2010, s.29). Bu yöntem ile işlerin yapılmasına engel olabilecek durumlara ulaşma ihtimalinin ne olduğu, proje gerçekleşirken dar boğazların neler olduğu ve plandaki sapmalar kolayca belirlenebilir (Çelik vd., 1995, s.96). 1958 yılında Birleşik Devletler Donanması ve Booz, Allen & Hamilton müşavirlik firmasının beraber yürüttüğü ilk güdümlü füzeyi atabilen nükleer başlıklı denizaltı üretmeyi hedefleyen Polaris projesi için bir yöntem geliştirilmesi düşünülmüştür. Projede çalışan sayısının fazla olması sebebiyle yönetimde zorluklar bulunmaktaydı. Bu nedenle Dr. C. E. Clark'ın geliştirdiği PERT tekniği ilk defa bu projede kullanılmıştır (Akıncı, 2008, s.29). Ve bu teknik projenin erken tamamlanmasını sağlamıştır (Mazlum, 2014, s.2).

Projelerde PERT Tekniğini uygulamak için yedi adım uygulanır (Duran, 2007, s.33):

1. Öncelikle proje faaliyetlerine ayrılır,
2. Faaliyetlerin sırası belirlenir,
3. Tüm faaliyetler için iyimser, kötümser ve normal süreler belirlenir,
4. Faaliyetlerin ortalama süreleri belirlenir,
5. Her faaliyetin süresinin varyans değeri hesaplanır,
6. Projede kritik yol oluşturulur,
7. En son, projenin tamamlanma süresi belirlenir.

PERT tekniğinin birtakım yararları vardır. Bunlar:

- Bu yöntemle göre şebeke diyagramında faaliyetlerin sırası açıkça gösterilmektedir. Bu durum projenin izlenmesini kolaylaştırmaktadır (Göksu, 2010, s.29).
- Bir veya birden fazla projenin aynı zamanda ve istenildiği şekilde planlanmasına imkân verir (Göksu, 2010, s.29).
- PERT tekniği ile projelerin tamamlanma tarihlerine göre, proje maliyetleri belirlenerek en az maliyetli olan proje seçilebilir (Göksu, 2010, s.29).

PERT tekniği üç aşamadan oluşur:

1. *Planlama Aşaması:* Bu aşamada, projedeki faaliyetler belirlenir. Sonra bu faaliyetlerin süreleri tespit edilir ve şebeke diyagramı oluşturulur (Mazlum, 2014, s.2).
2. *Programlama Aşaması:* Bu aşamanın temel amacı projedeki her faaliyet için başlangıç ve bitiş zamanını belirten bir zaman çizelgesi oluşturmaktır (Mazlum, 2004, s.3). Bu aşamadaki en önemli nokta, projenin zamanında bitirilmesi için, kritik olan ve kritik olmayan faaliyetlerin belirlenmesi ve bunların yönetiminin gerçekleştirilmesidir (Mazlum, 2014, s.3). Programlama aşamasında hammadde, donanım, iş gücü gibi kaynaklar tespit edilir, faaliyet süreleri ve maliyetler belirlenir (Mazlum, 2014, s.3).
3. *Kontrol Aşaması:* Projenin belirli aralıklarla kontrol edildiği ve gerekli raporların düzenlendiği aşamadır. Bu aşamada proje kontrol edilir, gerekirse güncelleştirilir (Mazlum, 2014, s.3). Proje kontrol aşaması planlanan ve gerçekleşen performansın kontrol edilmesini sağlar (Mazlum, 2014, s.3).

3.2.1. PERT Yönteminde İzlenecek Adımlar

3.2.1.1. Şebeke Diyagramının Oluşturulması

Şebeke diyagramının temel kavramları:

- *Etkinlik/ Faaliyet:* Bir projede yapılacak işlemlerin her birine verilen isimdir (Duran, 2007, s.20). Şebeke diyagramında bulunan faaliyetler arasında mantıksal bir sıra olmak zorundadır (Göksu, 2010, s.33).
- *Olay:* Faaliyetlerin gerçekleşmesi durumuna olay adı verilir (Duran, 2007, s.20).

Şebeke diyagramında bulunan olaylar arasında mantıksal bir sıra olmak zorundadır (Göksu, 2010, s.32).

- *Kukla Faaliyet*: Bir ağın tamamlanması için kullanılan normalde gerçek olmayan ve bir kaynağa ihtiyaç duymayan faaliyettir (Duran, 2007, s.20).

Şebeke diyagramı oluşturulduktan sonra projeye ilgili birtakım bilgilere ihtiyaç vardır (Asan, 1981, s.223):

- Projenin başlama zamanı nedir?
- Projenin son hedefi nedir?
- Faaliyetler için gerekli kaynaklar nelerdir?
- Projenin kontrolü birtakım esaslara göre yapılacaktır, bunlar nelerdir?
- Hangi durumlarda projede değişiklik yapılabilecektir?

3.2.1.2. Faaliyetlerin Zamanının Belirlenmesi

Özellikle karmaşık projelerde; süre en önemli faktördür ve projenin temelinde zaman planlaması vardır. Çünkü projenin kısıtlı kaynaklarla bitirilebilmesi ancak iyi bir süre planlaması ile yapılır (Göksu, 2010, s.39). Projedeki zaman planlamasında yapılacak herhangi bir hata ya projeyi aksatır ya da maliyetlerin artmasına sebep olur (Göksu, 2010, s.39). PERT tekniğinde süre tahminlerinin en doğru sonucu vermesi için dikkat edilmesi gereken birtakım kurallar vardır (Akesen, 1977, s.150):

1. Bir faaliyetin “en kısa” sürede gerçekleşme ihtimalinin en düşük olması gerekmektedir,
2. Bir faaliyetin “en uzun” sürede gerçekleşme ihtimalinin de çok düşük olması gerekmektedir,
3. Faaliyetin “en olası” sürede gerçekleşme ihtimalinin “çok yüksek” olması gerekmektedir,
4. Yapılacak zaman tahminlemedeki belirsizliğin ne olduğunun tespit edilmesi mümkün olmalıdır.

Projedeki şebeke ağı tamamlandıktan ve faaliyetlerin tamamlanma süreleri hesaplandıktan sonra, faaliyetlerin zaman sınırlarının da tespit edilmesi gerekmektedir (Göksu, 2010, s.40).

PERT tekniğinde 3 tane zaman tahmini vardır:

İyimser Zaman (Optimistic Time (o)): Faaliyetin en hızlı bitirileceği süredir (Rençber, 2011, s.32).

En Olası Zaman (Most Likely Time (u)): Normal şartlarda faaliyetin tamamlanacağı optimum süredir (Rençber, 2011, s.32).

Kötümser Zaman (Pessimistic Time (p)): En kötü şartlarda faaliyetin bitirileceği süredir (Rençber, 2011, s.32).

PERT yönteminde faaliyetler için bir “beklenen zaman (T_e)” vardır. Beklenen zaman (T_e) ve Varyans (s^2) şu şekilde hesaplanır:

$$T_e = \frac{o+4u+p}{6} \quad s^2 = \left(\frac{p-o}{6} \right)^2$$

Kaynak: Heizer ve Render, 2008, s.61

3.2.1.3. Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Zamanlarının Tespiti

ES: En erken başlama zamanı

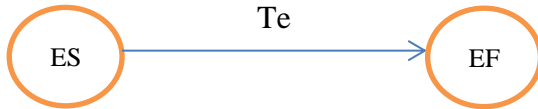
EF: En erken bitiş zamanı

LS: En geç başlama zamanı

LF: En geç bitiş zamanı

- Faaliyetlerin en erken bitiş zamanı (EF);

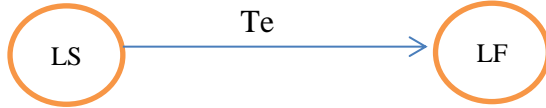
$$EF = ES + T_e$$



Şebeke diyagramları oluşturulurken başlangıçta ES “0” olarak alınır (Rençber, 2011, s.33).

- Faaliyetlerin en geç başlama zamanı (LS);

$$LS = LF - T_e$$



Şebeke diyagramlarında süresi en uzun olan yola kritik yol denir. Tüm kritik faaliyetlerin tamamlandığı zamanlar, tüm projenin tamamlanma zamanıdır (Rençber, 2011, s.34).

- Faaliyetlerin serbest zamanı;

$$\text{Serbest Zaman} = LS - ES = LF - EF$$

=0 ise; kritik faaliyet

≠0 ise; kritik olmayan faaliyet

Projede kritik faaliyetlerin gecikmemesi gerekmektedir. Eğer kritik faaliyetler gecikirse projenin tamamlanma zamanı gecikir (Rençber, 2011, s.34).

3.2.2. PERT Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları

PERT tekniğinin avantajları (Duran, 2007, s.34):

- Büyük ve karışık projelerde çok fayda sağlar,
- Yöneticiler proje için daha sağlam adım atarlar,
- Projede geleceğin daha rahat görülmesini sağlar.

PERT tekniğinin dezavantajları (Duran, 2007, s.34):

- PERT diyagramı çizilirken süre tahminlerinin iyi yapılmaması yanlış sonuçlara sebep olabilir,
- Çok fazla faaliyet içeren bir PERT diyagramı için ise daha fazla dikkat etmek gerekir.

3.2.3. PERT Tekniğinin Yaygın Olarak Kullanıldığı Alanlar

PERT tekniğinin yaygın olarak kullanıldığı alanlar şu şekildedir (Koçak, 1997, s.5):

- Fabrikalardaki makine bakım ve onarım,
- Yeni bir malın piyasaya sürülmesi,
- Yeni bir tesis kurulması,
- Mevcut tesisin büyütülmesi,
- Tesisin taşınması,
- Ar-ge çalışmaları,
- Kaynak tahsisi.

3.3. CPM ve PERT Tekniklerinin Cevapladığı Sorular

CPM ve PERT tekniklerinde birtakım sorulara cevap verilmektedir (Yalkı, 2009, s.14):

- Proje ne kadar sürede tamamlanmaktadır?
- Projedeki faaliyetlerin başlama ve bitiş zamanları nelerdir?
- Projede yer alan kritik ve kritik olmayan faaliyetler hangileridir?
- Kritik olmayan faaliyetlerin bolluk süreleri nedir?

- Projenin zamanında bitirilmesi için; zaman, maliyet ve kaynak yeterli midir?
- Projenin istenilen bir tarihte bitirilmesi olasılığı nedir?

3.4. CPM ve PERT Yöntemlerinin Karşılaştırılması

- CPM yönteminde, faaliyetlerin zaman değerleri kesindir. PERT tekniğinde ise kesin zaman değerleri yoktur (Yalkı, 2009, s.65). Her işlem için iyimser, kötümser ve ortalama süreler vardır. Yani CPM kesin süre değerleri ile projeyi tamamlarken, PERT kesin olmayan süre değerlerini kullanır (Duran, 2007, s.19).
- CPM tekniğinde önceden deneyimlenmiş konular ele alınmaktadır. PERT tekniğinde ise daha önce yapılmamış projeler ele alınmaktadır (Yalkı, 2009, s.65).
- PERT yönteminde proje ilk defa gerçekleştirileceği için maliyet hesaplamaları biraz zor yapılır ve net sonuçlar vermez. CPM tekniğinde ise maliyet hesapları çözümün bir parçasıdır (Yalkı, 2009, s.65).
- CPM tekniği faaliyete yönelik bir teknikken PERT yöntemi olaya yöneliktir (Yalkı, 2009, s.65).

3.5. Bulanık Mantık

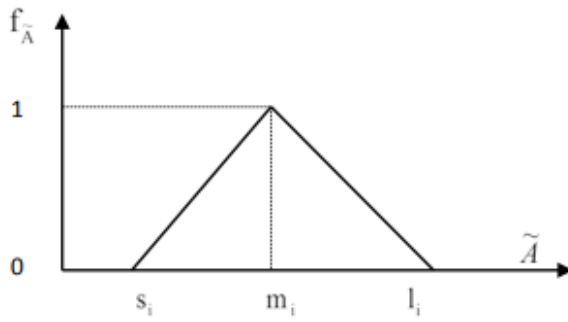
Günümüzde projeler gerçekleştirilirken tüm aşamaların ve verilerin kesin olarak bilindiği kabul edilir. Ama normalde projelerde birçok belirsizlik vardır. Bu belirsizlikler proje esnasında çözülmeye çalışılır. Bu belirsizlikleri çözmek için bazı yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerden en iyisi bulanık yöntemlerdir (Atlı ve Kahraman, 2013, s.129). Olay veya durumları belirtirken kullanılan verilerin, bilgilerin eksikliği veya belirsizliği “bulanıklık” olarak ifade edilir (Durucasu vd., 2015, s.451).

Bulanık kümeler mantığı 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: Elemanların kümelere aitliği için kesin ifadeler kullanmak yerine ne derece ait olduğunun ifadesi için üyelik derecesi kavramı kullanılır (Mazlum, 2014, s.53). Üyelik derecesi kavramı bir verinin bir veri kümesine ne derece ait olup ne derece ait olmadığını gösterir ve her bir veri $[0, 1]$ arasında üyelik derecesi alır (Mazlum, 2014, s.53). Bulanık mantık, klasik mantıktaki kesinlik yerine üyelik derecesini kullanarak belirsizlik durumlarında kullanılabilir olmuştur. Bu sebeple literatürde buhar makinelerinin kontrolünden asansör yapımına, elektrikli süpürgelerden çamaşır makinelerinin farklı programlarının kullanılabilir hale getirilmesine, metro işletiminden şirket işletimine kadar bir çok konuda uygulama alanı bulmuştur (Mazlum, 2014, s.54).

Bulanık sayılar genellikle isimlerini geometrik şekillerden almışlardır. Türleri yaygın kullanım sırasına göre şu şekilde sıralanır: Üçgen bulanık sayılar, yamuk bulanık sayılar, gaussal bulanık sayılar, L-R tipi bulanık sayılar, guasi-gaussian bulanık sayılar, quadratic bulanık sayılar, eksponansiyel bulanık sayılar (Çelik, 2016)

3.5.1. Üçgen Bulanık Sayı

Bu çalışmada da üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Üçgen bulanık sayılar (s_i, m_i, l_i) şeklinde gösterilir. Bu gösterimdeki s_i ve l_i sırasıyla alt sınır ve üst sınır değerlerinin kabul edilebilir değerlerini gösterirken m_i değeri ise en olası değeri ifade eder (Çelik, 2016).



Şekil 12. Üçgen bulanık sayı

Kaynak: Çelik, 2016, s.101

:

Üçgen bulanık sayı, \tilde{A} s_i

Üçgen bulanık sayıların üyelik fonksiyonu gösterimi şu şekilde yapılır:

$$f_{\tilde{A}} = \begin{cases} 0, & x < s_i \\ \frac{x-s_i}{m-s_i}, & s_i \leq x \leq m_i \\ \frac{l_i-x}{l_i-m_i}, & m_i \leq x \leq l_i \\ 0, & x > l_i \end{cases}$$

Klasik CPM ve PERT tekniklerinden farklı olarak, bulanık CPM ve PERT tekniklerinde faaliyet süreleri, net sayılar yerine bulanık sayılarla gösterilmektedir. Faaliyet sürelerinin kesin olarak bilinmemesi durumunda bulanık yöntemler problem çözmeye daha uygundur (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008, s.111).

3.5.2. Bulanık CPM Yöntemi

Bulanık CPM yönteminde klasik CPM yöntemine göre verilerde belirsizlik vardır. Bulanık CPM de firmalardan alınan bulanık sürelerle her bir üçgensel bulanık sayının temsilci değeri belirlenir. Bu temsilci değer;

$$\frac{a + 2b + c}{4}$$

Formülü ile hesaplanır (Mazlum, 2014, s.86). Bu formülde “a” değeri firmalardan alınan sürelerden en kısa süreyi, “b” değeri olası süreyi, “c” değeri ise en uzun süreyi ifade etmektedir. Temsilci değerlerin en büyüğü kötümser değer, en küçüğü iyimser değer, ortancası ise optimal değer olarak adlandırılır. Bu değerler üzerinden hesaplamalar yapılır. Özellikle verilerin belirsiz olduğu durumlarda bulanık CPM, klasik CPM yöntemine alternatif bir yöntemdir ve bu durumlarda çok kullanışlıdır (Mazlum, 2014, s.87).

3.5.2. Bulanık PERT Yöntemi

Bulanık PERT yönteminde de klasik PERT yönteminde belirsizlikler vardır. Bu yöntemde de üçgensel bulanık sayılar vardır. Bu sayılarla ortalama değer hesaplaması yapılır.

$$\text{Ortalama Değer} = (a(x, y, z), m(x, y, z), b(x, y, z))$$

$a(x, y, z) = X, Y, Z$ firmalarının iyimser faaliyet sürelerinin ortalama değeri olarak alınır ise;

$$a(x, y, z) = a_x + a_y + a_z \text{ formülü ile hesaplanır ve burada;}$$

$$a_x = X_1/3, a_y = Y_1/3, a_z = Z_1/3 \text{ olarak alınır (Mazlum, 2014, s.97).}$$

Bu formülde; $X_1 = X$ firmasının iyimser faaliyet süresini, $Y_1 = Y$ firmasının iyimser faaliyet süresini, $Z_1 = Z$ firmasının iyimser faaliyet süresini göstermektedir.

$m(x, y, z) = X, Y, Z$ firmalarının optimal faaliyet sürelerinin ortalama değeri, $b(x, y, z) = X, Y, Z$ firmalarının kötümser faaliyet sürelerinin ortalama değeridir. Bu değerler $a(x, y, z)$ formülü ile aynı şekilde hesaplanır (Mazlum, 2014, s.97).

BÖLÜM IV

CPM ve PERT YÖNTEMLERİ İLE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULAMA

Bu bölümde projenin CPM ve PERT yöntemleri ile uygulaması yapılmıştır. Bu gerçekleştirilirken, CPM’de faaliyet süreleri ile faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanıp kritik yol tespit edilmiştir. PERT yönteminde ise, faaliyetlerin beklenen süreleri, standart sapmaları, bolluk süreleri ve varyansları hesaplanarak kritik yol oluşturulmuştur. En son CPM ve PERT yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Proje yönetiminde kullanılan pek çok teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerden en çok kullanılanı CPM ve PERT teknikleridir. Bu çalışmada proje yönetiminde kullanılan CPM ve PERT yöntemleri uygulaması yapılacak ve sonuçlar incelenecektir.

Uygulama alanı olarak Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet göstermekte olan bir halı fabrikası seçilmiştir. Fabrika üretime ve uluslararası ticarete 1985 yılında başlamıştır. Toplamda 50.000 m² alanda faaliyet göstermektedir. Üretim; hammadde menşei olarak P.P. BCF, Heat-Set, Frize, Shaggy, akrilik ve viscondan üretim olan parça ve duvardan duvara halılardır. Firmanın parça halı üretiminde yıllık kapasitesi 10.000.000 m², P.P. iplik üretiminde ise yıllık kapasitesi 13000 tondur.

Tablo 1

Faaliyet Tablosu

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Faaliyet Tanımı
A1	-	Biten arabanın yerine yenisi getirildi
A2	A1	Sırt temizliği yapıldı
A3	A2	Tel yeri tespit edildi ipliği ayarlandı
A4	A2	2 adet tel yeri çitindi
A5	A4	Çitinen yerin yüzeyden makaslanması yapıldı
A6	A4, A5	Boybaşı dikildi
A7	A6	Sırt kontrolü yapıldı
A8	A7	Kontrolü biten araba çıkarıldı
A9	A8	Yeni araba getirildi
A10	A9	Yeni gelen arabanın eninin kesilmesi
A11	A10	Boybaşı dikildi
A12	A10	Arka araba J-Max’a aktarıldı
A13	A12	Boş araba çıkarıldı
A14	A14	Program okutuldu
A15	A14	Araba özellikleri yazıldı

A16	A15	Ebat kontrolü yapıldı
A17	A15	Kağıtlar boy kesme bölümüne götürüldü
A18	A17	Makine ayar değişimi yapıldı
A19	A18	Larkta alt ve üst tekne değişimi yapıldı
A20	A18	Tekneye su dolumu yapılarak temizliği yapıldı
A21	A20	Yeni ilaç hazırlandı ve makineye çekildi
A22	A20	Tekrar tekne değişimi yapıldı
A23	A22	Dolu araba çıkarılıp boş araba getirildi
A24	A23	Bıçaklar ayarlandı
A25	A23	Kesilen kenarlar makineden ayrıldı ve çuvallara atıldı
A26	A25	Boş araba çıkarılıp yeni araba getirildi
A27	A26	Yeni arabanın bilgileri sisteme aktarıldı
A28	A26	Yeni arabadaki halı ile makinedeki halı birleştirildi
A29	A28	Her halıya program kontrolü yapıldı ve barkod basıldı
A30	A29	Çıkan barkodlar etikete yapıştırıldı
A31	A29	Etiketler halıya basıldı
A32	A31	Boş araba çıkarıldı
A33	A32	Yeni araba getirildi
A34	A33	Makinedeki halılarla yeni halı birleştirildi
A35	A34	Renk değişimi yapıldı
A36	A34	Kapak takıldı
A37	A36	Poşetleme yapıldı
A38	A36	Konveyörden geçirildi
A39	A38	Barkod
A40	A38	Tange

Kaynak: Veriler Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde gösteren halı fabrikasından alınmıştır.

Proje olarak halı fabrikasının konfeksiyon departmanı tercih edilmiştir. Faaliyetler ve süreleri fabrikadan alınmıştır. Adım adım gerçekleşmesi gereken faaliyetler Tablo 1’ de sırasıyla yer almaktadır.

4.1. Klasik CPM Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması

İlk aşamada faaliyet süreleri ve faaliyetler arası ilişkiler belirlenerek analiz başlatılmıştır. Tablo 2’ de gösterildiği gibi ilk sütun faaliyetleri, ikinci sütun faaliyetlerden hemen önce gerçekleşmesi gereken faaliyetleri, üçüncü sütun ise faaliyet için gereken süreyi göstermektedir. Süreler saniye birimiyle gösterilmektedir.

Tablo 2

Faaliyet Sürelerinin Gösterimi

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Faaliyet Süreleri
A1	-	620
A2	A1	32
A3	A2	115
A4	A2	103
A5	A4	45

A6	A4, A5	77
A7	A6	52
A8	A7	225
A9	A8	73
A10	A9	34
A11	A10	110
A12	A10	160
A13	A12	23
A14	A14	8
A15	A14	22
A16	A15	339
A17	A15	294
A18	A17	13
A19	A18	106
A20	A18	416
A21	A20	621
A22	A20	114
A23	A22	112
A24	A23	46
A25	A23	75
A26	A25	64
A27	A26	25
A28	A26	60
A29	A28	3
A30	A29	4
A31	A29	10
A32	A31	20
A33	A32	33
A34	A33	47
A35	A34	61
A36	A34	23
A37	A36	16
A38	A36	29
A39	A38	7
A40	A38	93

Kaynak: Veriler Gaziantep Organize Sanayi Bölgesinde gösteren halı fabrikasından alınmıştır.

Tablo 2’de fabrikadan alınan faaliyetler ve faaliyet süreleri verilmiştir. Ayrıca faaliyetlerden önce gerçekleşmesi gereken faaliyet veya faaliyetler de gösterilmektedir. Projede tüm aşamaların yerine getirilerek tamamlanma süresi toplam 4330 saniyedir. Bu tabloda yer alan kodların ne anlamlara geldiği Tablo 1’de gösterilmiştir.

4.1.1. Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama Ve Bitiş Süreleri

Tablo 3

Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)
A1	Evet	620	0	620	0	620
A2	Evet	32	620	652	620	652
A3	Hayır	115	652	767	2742	2857
A4	Evet	103	652	755	652	755
A5	Evet	45	755	800	755	800
A6	Evet	77	800	877	800	877
A7	Evet	52	877	929	877	929
A8	Evet	225	929	1154	929	1154
A9	Evet	73	1154	1227	1154	1227
A10	Evet	34	1227	1261	1227	1261
A11	Hayır	110	1261	1371	2747	2857
A12	Evet	160	1261	1421	1261	1421
A13	Hayır	23	1421	1444	2834	2857
A14	Evet	8	1421	1429	1421	1429
A15	Evet	22	1429	1451	1429	1451
A16	Hayır	339	1451	1790	2518	2857
A17	Evet	294	1451	1745	1451	1745
A18	Evet	13	1745	1758	1745	1758
A19	Hayır	106	1758	1864	2751	2857
A20	Evet	416	1758	2174	1758	2174
A21	Hayır	621	2174	2795	2236	2857
A22	Evet	114	2174	2288	2174	2288
A23	Evet	112	2288	2400	2288	2400
A24	Hayır	46	2400	2446	2811	2857
A25	Evet	75	2400	2475	2400	2475
A26	Evet	64	2475	2593	2475	2539
A27	Hayır	25	2539	2564	2832	2857
A28	Evet	60	2593	2599	2539	2599
A29	Evet	3	2599	2602	2599	2602
A30	Hayır	4	2602	2606	2853	2857
A31	Evet	10	2602	2612	2602	2612
A32	Evet	20	2612	2632	2612	2632
A33	Evet	33	2632	2665	2632	2665
A34	Evet	47	2665	2712	2665	2712
A35	Hayır	61	2712	2773	2796	2857
A36	Evet	23	2712	2735	2712	2735
A37	Hayır	16	2735	2751	2841	2857
A38	Evet	29	2735	2764	2735	2764
A39	Hayır	7	2764	2771	2850	2857
A40	Evet	93	2764	2857	2764	2857

Tablo 3' de gösterildiği gibi tüm faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanmıştır.

4.1.2. Faaliyetlerin Bolluk Sürelerinin Hesaplanması

Tablo 4

Faaliyetlerin Bolluk Süreleri

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	Evet	620	0	620	0	620	0
A2	Evet	32	620	652	620	652	0
A3	Hayır	115	652	767	2742	2857	2090
A4	Evet	103	652	755	652	755	0
A5	Evet	45	755	800	755	800	0
A6	Evet	77	800	877	800	877	0
A7	Evet	52	877	929	877	929	0
A8	Evet	225	929	1154	929	1154	0
A9	Evet	73	1154	1227	1154	1227	0
A10	Evet	34	1227	1261	1227	1261	0
A11	Hayır	110	1261	1371	2747	2857	1486
A12	Evet	160	1261	1421	1261	1421	0
A13	Hayır	23	1421	1444	2834	2857	1413
A14	Evet	8	1421	1429	1421	1429	0
A15	Evet	22	1429	1451	1429	1451	0
A16	Hayır	339	1451	1790	2518	2857	1067
A17	Evet	294	1451	1745	1451	1745	0
A18	Evet	13	1745	1758	1745	1758	0
A19	Hayır	106	1758	1864	2751	2857	993
A20	Evet	416	1758	2174	1758	2174	0
A21	Hayır	621	2174	2795	2236	2857	62
A22	Evet	114	2174	2288	2174	2288	0
A23	Evet	112	2288	2400	2288	2400	0
A24	Hayır	46	2400	2446	2811	2857	411
A25	Evet	75	2400	2475	2400	2475	0
A26	Evet	64	2475	2593	2475	2539	0
A27	Hayır	25	2539	2564	2832	2857	293
A28	Evet	60	2593	2599	2539	2599	0
A29	Evet	3	2599	2602	2599	2602	0
A30	Hayır	4	2602	2606	2853	2857	251
A31	Evet	10	2602	2612	2602	2612	0
A32	Evet	20	2612	2632	2612	2632	0
A33	Evet	33	2632	2665	2632	2665	0
A34	Evet	47	2665	2712	2665	2712	0
A35	Hayır	61	2712	2773	2796	2857	84
A36	Evet	23	2712	2735	2712	2735	0
A37	Hayır	16	2735	2751	2841	2857	106
A38	Evet	29	2735	2764	2735	2764	0
A39	Hayır	7	2764	2771	2850	2857	86
A40	Evet	93	2764	2857	2764	2857	0

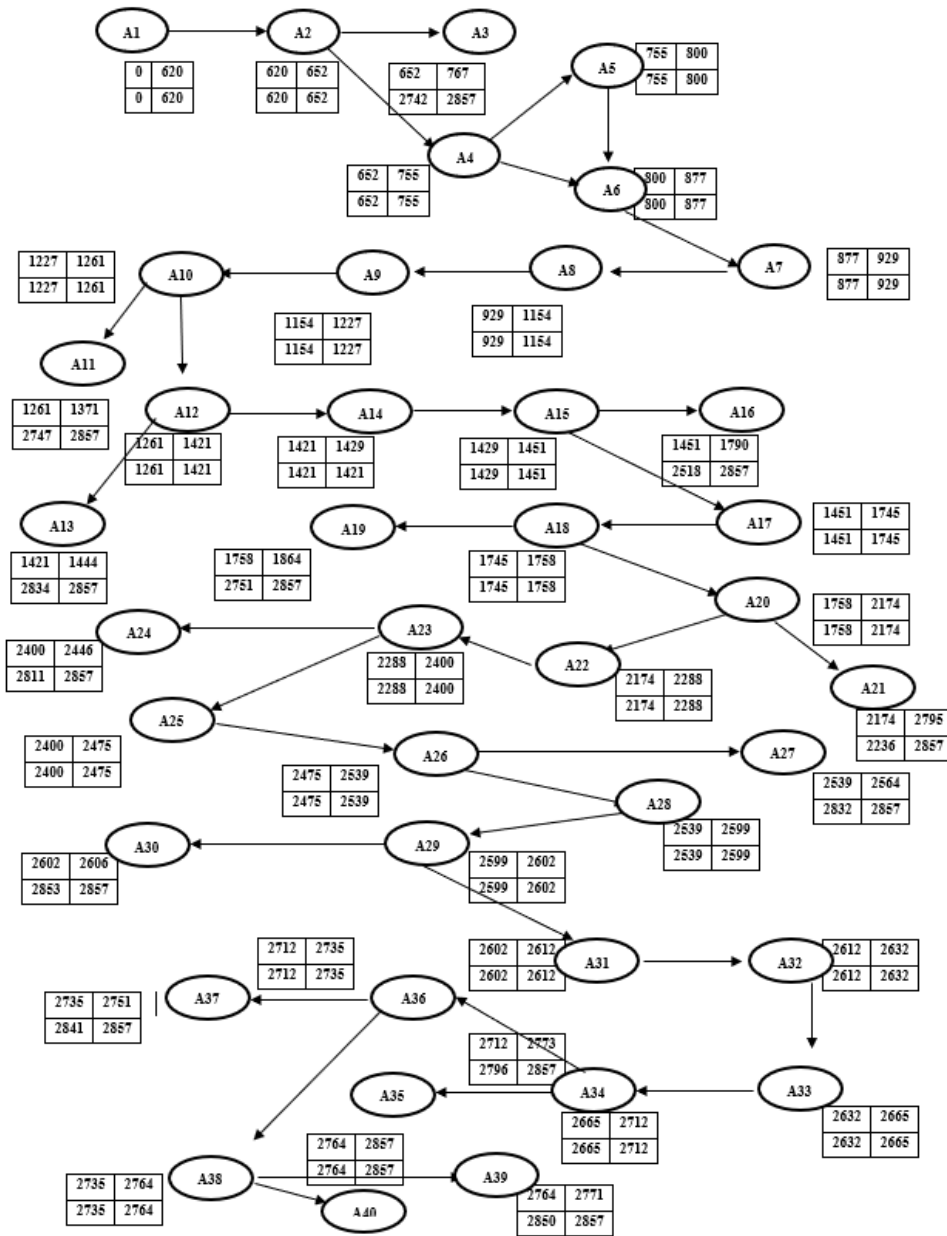
Projedeki tüm faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanmıştır. Bunlara bağlı olarak bolluk süreleri de tespit edilmiştir. Bolluk süreleri Tablo 4' de gösterilmektedir.

Tüm faaliyetlerin adım adım gerçekleştirilmesi sonucu geçen toplam süre 4330 sn. olarak hesaplanmıştır. Tüm analizler sonucunda kritik yollar belirlenip, projenin tamamlanma süresi 2857 sn. (47 dk. 37 sn.) olarak bulunmuştur. Yani CPM yönteminin kullanılması sonucu, projenin tamamlanması için 1473 sn. lik bir kazanç söz konusudur.

Tüm hesaplamalar sonucunda kritik yol;

A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23- A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde belirlenmiştir.





Şekil 12. CPM Çözümü (Grafiksel)

CPM yönteminin tüm aşamaları gerçekleştirildikten sonra kritik yolu hesaplanmıştır. Ve bu yöntemin grafiksel çözümü şekil 12’ de verilmiştir. Şekilde verilen süreler saniye cinsindedir. Ayrıca kutuların üst tarafındaki süreler sırasıyla, en erken ve en geç başlama ve bitiş sürelerini, alt tarafındaki süreler ise sırasıyla, en erken ve en geç bitiş sürelerini göstermektedir.

4.2. Klasik PERT Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması

PERT yöntemi uygulaması için firmadan alınan iyimser, kötümser ve en olası süre değerleri kullanılmıştır. Bu yöntemde “o= iyimser süre”, “u=optimal süre” ve “p=kötümser süre” olarak alınmıştır. Bu üç zaman değeri ile her bir faaliyet için beklenen süreler (Te) hesaplanmıştır. Beklenen zaman (Te) formülü şu şekildedir:

$$Te = \frac{o + 4u + p}{6}$$

Kaynak: Heizer ve Render, 2008, s.61

Tablo 5

Tüm Faaliyetler İçin Zaman Değerleri

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)
A1	-	600	620	635
A2	A1	30	32	33
A3	A2	110	115	120
A4	A2	100	103	103
A5	A4	44	45	46
A6	A4, A5	70	77	82
A7	A6	50	52	55
A8	A7	225	225	226
A9	A8	73	73	73
A10	A9	31	34	36
A11	A10	110	110	112
A12	A10	150	160	162
A13	A12	21	23	24
A14	A14	8	8	8
A15	A14	20	22	23
A16	A15	335	339	340
A17	A15	285	294	300
A18	A17	10	13	15
A19	A18	100	106	109
A20	A18	410	416	416
A21	A20	600	621	630
A22	A20	111	114	115
A23	A22	100	112	115
A24	A23	44	46	52
A25	A23	70	75	78
A26	A25	60	64	67
A27	A26	20	25	26
A28	A26	55	60	62
A29	A28	1	3	5
A30	A29	4	4	4
A31	A29	8	10	10
A32	A31	20	20	28
A33	A32	30	33	38

A34	A33	40	47	49
A35	A34	55	61	65
A36	A34	20	23	27
A37	A36	11	16	22
A38	A36	20	29	31
A39	A38	5	7	9
A40	A38	90	93	102

Tablo 5’de görüldüğü üzere; ilk sütun faaliyetleri, ikinci sütun ilgili faaliyetten önceki faaliyeti, üçüncü sütun faaliyetler için belirlenmiş iyimser süreyi, dördüncü sütun faaliyetler için belirlenmiş optimal süreyi ve son sütun faaliyetler için belirlenmiş kötümser süreyi göstermektedir. Bu süreler analiz edilerek tüm faaliyetlerin beklenen (Te) süreleri hesaplanmıştır.

4.2.1. Faaliyetlerin Beklenen Sürelerinin Hesaplanması

Tablo 6

Faaliyetlerin Beklenen Zaman Değerleri

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Beklenen Süre (Te)
A1	-	600	620	635	619,1667
A2	A1	30	32	33	31,83333
A3	A2	110	115	120	115
A4	A2	100	103	103	102,5
A5	A4	44	45	46	45
A6	A4, A5	70	77	82	76,66667
A7	A6	50	52	55	52,16667
A8	A7	225	225	226	225,1667
A9	A8	73	73	73	73
A10	A9	31	34	36	33,83333
A11	A10	110	110	112	110,3333
A12	A10	150	160	162	158,6667
A13	A12	21	23	24	22,83333
A14	A14	8	8	8	8
A15	A14	20	22	23	21,83333
A16	A15	335	339	340	338,5
A17	A15	285	294	300	293,5
A18	A17	10	13	15	12,83333
A19	A18	100	106	109	105,5
A20	A18	410	416	416	415
A21	A20	600	621	630	619
A22	A20	111	114	115	113,6667
A23	A22	100	112	115	110,5
A24	A23	44	46	52	46,66667
A25	A23	70	75	78	74,66667
A26	A25	60	64	67	63,83333
A27	A26	20	25	26	24,33333
A28	A26	55	60	62	59,5
A29	A28	1	3	5	3

A30	A29	4	4	4	4
A31	A29	8	10	10	9,666667
A32	A31	20	20	28	21,333333
A33	A32	30	33	38	33,333333
A34	A33	40	47	49	46,166667
A35	A34	55	61	65	60,666667
A36	A34	20	23	27	23,166667
A37	A36	11	16	22	16,166667
A38	A36	20	29	31	27,833333
A39	A38	5	7	9	7
A40	A38	90	93	102	94

Tablo 6' da tüm faaliyetlerin hesaplanan beklenen süre (Te) değerleri gösterilmiştir.

4.2.2. Faaliyetlerin Standart Sapmalarının Hesaplanması

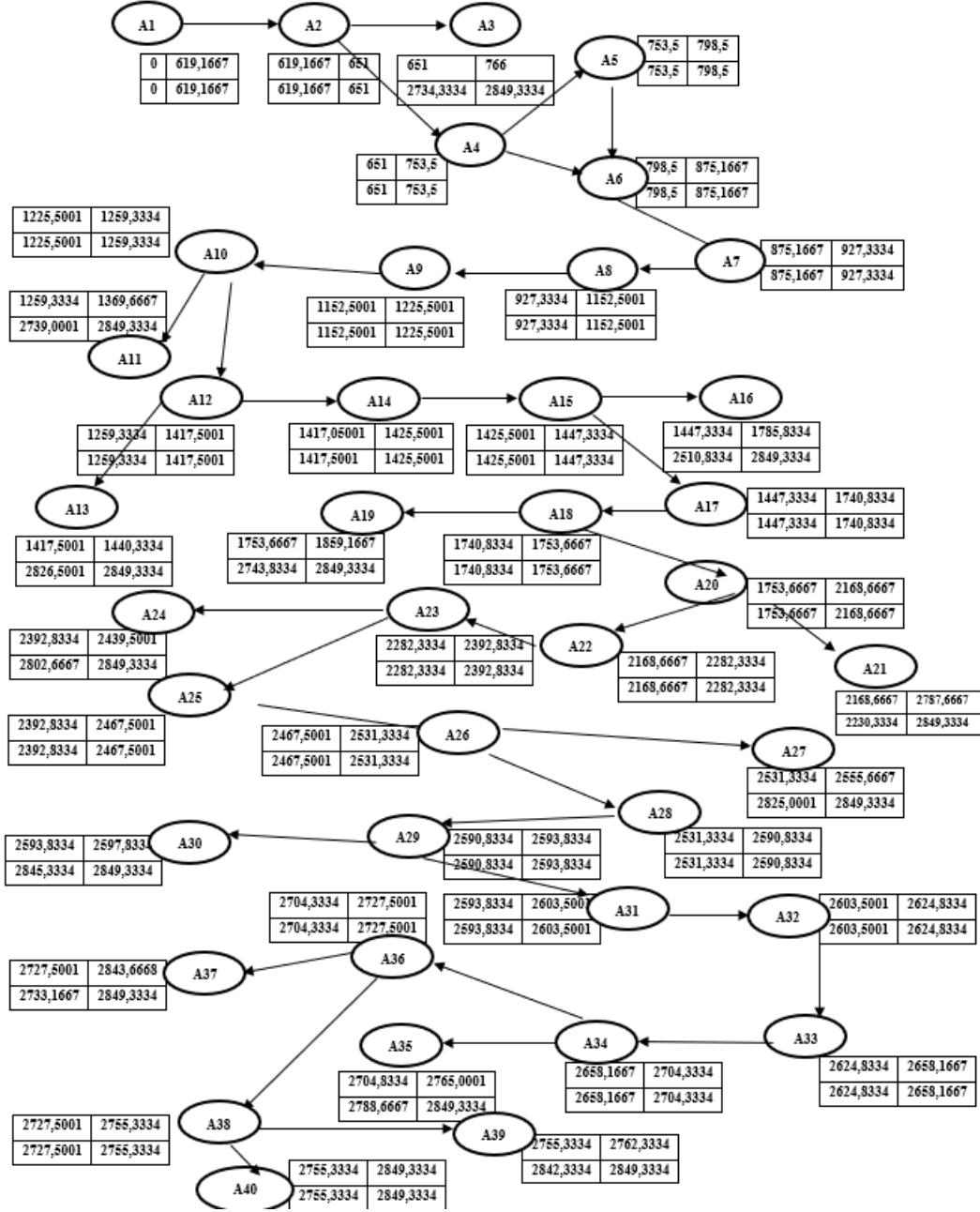
Tablo 7

Tüm Faaliyetler İçin Standart Sapma Değerleri

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Beklenen Süre (Te)	Standart Sapma
A1	-	600	620	635	619,1667	5,8333
A2	A1	30	32	33	31,833333	0,5
A3	A2	110	115	120	115	1,6667
A4	A2	100	103	103	102,5	0,5
A5	A4	44	45	46	45	0,3333
A6	A4, A5	70	77	82	76,66667	2
A7	A6	50	52	55	52,16667	0,8333
A8	A7	225	225	226	225,1667	0,1667
A9	A8	73	73	73	73	0
A10	A9	31	34	36	33,833333	0,8333
A11	A10	110	110	112	110,33333	0,3333
A12	A10	150	160	162	158,6667	2
A13	A12	21	23	24	22,833333	0,5
A14	A14	8	8	8	8	0
A15	A14	20	22	23	21,833333	0,5
A16	A15	335	339	340	338,5	0,8333
A17	A15	285	294	300	293,5	2,5
A18	A17	10	13	15	12,833333	0,8333
A19	A18	100	106	109	105,5	1,5
A20	A18	410	416	416	415	1
A21	A20	600	621	630	619	5
A22	A20	111	114	115	113,6667	0,6667
A23	A22	100	112	115	110,5	2,5
A24	A23	44	46	52	46,66667	1,3333
A25	A23	70	75	78	74,66667	1,3333
A26	A25	60	64	67	63,833333	1,1667
A27	A26	20	25	26	24,333333	1
A28	A26	55	60	62	59,5	1,1667
A29	A28	1	3	5	3	0,6667
A30	A29	4	4	4	4	0
A31	A29	8	10	10	9,666667	0,3333

A32	A31	20	20	28	21,33333	1,3333
A33	A32	30	33	38	33,33333	1,3333
A34	A33	40	47	49	46,16667	1,5
A35	A34	55	61	65	60,66667	1,1667
A36	A34	20	23	27	23,16667	1,1667
A37	A36	11	16	22	16,16667	1,8333
A38	A36	20	29	31	27,83333	1,8333
A39	A38	5	7	9	7	0,6667
A40	A38	90	93	102	94	2

Bütün faaliyetler için standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken kullanılan formül; $s = \frac{p-o}{6}$ formülüdür. Bu formülde “p” değeri kötümser süreyi yani faaliyetin gerçekleşmesi beklenen en geç süreyi ifade ederken; “o” değeri, faaliyetin gerçekleşmesi beklenen en erken süreyi ifade eder. Standart sapma değerleri Tablo 7’ de verilmiştir.



Şekil 13. PERT Çözümü (Grafiksel)

PERT yönteminin tüm aşamaları gerçekleştirildikten sonra kritik yolu hesaplanmıştır. Yöntemin grafiksel çözümü şekil 13’ de verilmiştir. Şekilde verilen süreler saniye cinsindedir. Ayrıca kutuların üst tarafındaki süreler sırasıyla, en erken ve en geç başlama ve bitiş sürelerini, alt tarafındaki süreler ise sırasıyla, en erken ve en geç bitiş sürelerini göstermektedir.

4.2.3. Faaliyetlerin Bolluk Sürelerinin Hesaplanması

Tablo 8

Tüm Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Zamanları

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Beklenen Zaman (Te)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	Evet	619,1667	0	619,1667	0	619,1667	0
A2	Evet	31,83333	619,1667	651	619,1667	651	0
A3	Hayır	115	651	766	2734,3334	2849,3334	2083,3334
A4	Evet	102,5	651	753,5	651	753,5	0
A5	Evet	45	753,5	798,5	753,5	798,5	0
A6	Evet	76,66667	798,5	875,1667	798,5	875,1667	0
A7	Evet	52,16667	875,1667	927,3334	875,1667	927,3334	0
A8	Evet	225,1667	927,3334	1152,5001	927,3334	1152,5001	0
A9	Evet	73	1152,5001	1225,5001	1152,5001	1225,5001	0
A10	Evet	33,83333	1225,5001	1259,334	1225,5001	1259,3334	0
A11	Hayır	110,3333	1259,3334	1369,6667	2739,0001	2849,3334	1479,6667
A12	Evet	158,6667	1259,3334	1417,5001	1259,3334	1417,5001	0
A13	Hayır	22,83333	1417,5001	1440,3334	2826,5001	2849,3334	1409
A14	Evet	8	1417,5001	1425,5001	1417,5001	1425,5001	0
A15	Evet	21,83333	1425,5001	1447,3334	1425,5001	1447,3334	0
A16	Hayır	338,5	1447,3334	1785,8334	2510,8334	2849,3334	1063,5
A17	Evet	293,5	1447,3334	1740,8334	1447,3334	1740,8334	0
A18	Evet	12,83333	1740,8334	1753,6667	1740,8334	1753,6667	0
A19	Hayır	105,5	1753,6667	1859,1667	2743,8334	2849,3334	990,1667
A20	Evet	415	1753,6667	2168,6667	1753,6667	2168,6667	0
A21	Hayır	619	2168,6667	2787,6667	2230,3334	2849,3334	61,6667
A22	Evet	113,6667	2168,6667	2282,3334	2168,6667	2282,3334	0
A23	Evet	110,5	2282,3334	2392,8334	2282,3334	2392,8334	0
A24	Hayır	46,66667	2392,8334	2439,5001	2802,6667	2849,3334	409,8333
A25	Evet	74,66667	2392,8334	2467,5001	2392,8334	2467,5001	0
A26	Evet	63,83333	2467,5001	2531,3334	2467,5001	2531,3334	0
A27	Hayır	24,33333	2531,3334	2555,6667	2825,0001	2849,3334	293,6667
A28	Evet	59,5	2531,3334	2590,8334	2531,3334	2590,8334	0
A29	Evet	3	2590,8334	2593,8334	2590,8334	2593,8334	0
A30	Hayır	4	2593,8334	2597,8334	2845,3334	2849,3334	251,5
A31	Evet	9,666667	2593,8334	2603,5001	2593,8334	2603,5001	0
A32	Evet	21,33333	2603,5001	2624,8334	2603,5001	2624,8334	0
A33	Evet	33,33333	2624,8334	2658,1667	2624,8334	2658,1667	0
A34	Evet	46,16667	2658,1667	2704,3334	2658,1667	2704,3334	0
A35	Hayır	60,66667	2704,3334	2765,0001	2788,6667	2849,3334	84,8333
A36	Evet	23,16667	2704,3334	2727,5001	2704,3334	2727,5001	0
A37	Hayır	16,16667	2727,5001	2843,6668	2733,1667	2849,3334	5,6666
A38	Evet	27,83333	2727,5001	2755,3334	2727,5001	2755,3334	0
A39	Hayır	7	2755,3334	2762,3334	2842,3334	2849,3334	87
A40	Evet	94	2755,3334	2849,3334	2755,3334	2849,3334	0

Tablo 8’de tüm faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda tüm faaliyetlerin bolluk süreleri de hesaplanmıştır. Hangi faaliyetlerin kritik faaliyet olduğu hangi faaliyetlerin olmadığı tespit edilmiştir. Kritik

olan faaliyetler “evet”, kritik olmayan faaliyetler “hayır” ifadesi ile belirtilmiştir. Sonunda tüm projenin tamamlanma süresi de belirlenmiştir.

Projenin tamamının tamamlanma süresi 2848,3334 sn. olarak belirlenmiştir. Pert yöntemi kullanılarak projenin tamamlanma süresinde 1481.6 sn. lik bir zaman kazanımı sağlanmıştır.

Kritik yol ise;

A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklindedir.

4.2.4. Faaliyetlerin Varyanslarının Hesaplanması

Projenin tamamının standart sapmasının hesaplanabilmesi için öncelikle tüm faaliyetlerin varyans hesabı yapılmıştır. Varyans formülü;

$$s^2 = \left(\frac{p-o}{6} \right)^2 \text{ şeklindedir.}$$

Kaynak: Heizer ve Render, 2008, s.61

Tablo 9

Faaliyetlerin Varyans Değerleri

Faaliyet Kodu	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Varyans (s ²)
A1	600	620	635	34,03
A2	30	32	33	0,25
A4	100	103	103	0,25
A5	44	45	46	0,11
A6	70	77	82	4
A7	50	52	55	0,69
A8	225	225	226	0,03
A9	73	73	73	0
A10	31	34	36	0,69
A12	150	160	162	4
A14	8	8	8	0
A15	20	22	23	0,25
A17	285	294	300	6,25
A18	10	13	15	0,69
A20	410	416	416	1
A22	111	114	115	0,44
A23	100	112	115	6,25
A25	70	75	78	1,78
A26	60	64	67	1,36
A28	55	60	62	1,36
A29	1	3	5	0,44
A31	8	10	10	0,11

A32	20	20	28	1,78
A33	30	33	38	1,78
A34	40	47	49	2,25
A36	20	23	27	1,36
A38	20	29	31	3,36
A40	90	93	102	4

Tüm faaliyetlerin varyans değerleri hesaplanmıştır. Bunun sonucunda tüm projenin standart sapma değeri hesaplanmıştır ve 8,8 olarak belirlenmiştir. Faaliyetlerin varyans değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

4.3. Bulanık CPM Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması

Bulanık CPM hesaplaması yapmak için 3 ayrı halı fabrikasından 3 ayrı bulanık süre verisi alınmıştır. Bu süreler iyimser, kötümser ve optimum süre olmak üzere 3 çeşittir. Bu 3 süre kullanılarak iyimser, kötümser ve optimum temsilci değerler hesaplanmıştır.

Tablo 10

Faaliyetlerin Temsilci Değerleri

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Firmalardan Alınan Süreler	Temsilci Değer (a+2b+c)/4
A1	-	(500,620,635) (600,620,635) (600,625,635)	593,75 618,75 621,25
A2	A1	(25,35,40) (30,32,33) (25,32,35)	33,75 31,75 31
A3	A2	(100,115,120) (110,115,120) (100,120,130)	112,5 115 117,5
A4	A2	(100,103,105) (100,103,103) (95,103,110)	102,75 102,25 102,75
A5	A4	(40,45,46) (44,45,46) (40,45,50)	44 45 45
A6	A4, A5	(70,72,80) (70,77,82) (65,77,85)	73,5 76,5 76
A7	A6	(45,52,55) (50,52,55) (50,55,65)	51 52,25 56,25
A8	A7	(220,225,230) (225,225,226) (225,230,235)	225 225,25 230
A9	A8	(70,73,75) (73,73,73)	72,75 73

		(73,75,82)	76,25
A10	A9	(30,34,36)	33,5
		(31,34,36)	33,75
		(31,35,40)	35,25
A11	A10	(110,115,120)	115
		(110,110,112)	110,5
		(95,110,112)	106,75
A12	A10	(150,160,165)	158,75
		(150,160,162)	158
		(140,155,160)	152,5
A13	A12	(20,23,25)	22,75
		(21,23,24)	22,75
		(15,20,25)	20
A14	A14	(5,8,10)	7,75
		(8,8,8)	8
		(8,10,12)	10
A15	A14	(20,25,30)	25
		(20,22,23)	21,75
		(15,22,25)	21
A16	A15	(330,340,342)	338
		(335,339,340)	338,25
		(330,339,350)	339,5
A17	A15	(280,290,300)	290
		(285,294,300)	293,25
		(280,294,330)	299,5
A18	A17	(10,15,17)	14,25
		(10,13,15)	12,75
		(8,13,21)	13,75
A19	A18	(100,105,110)	105
		(100,106,109)	105,25
		(95,106,114)	105,25
A20	A18	(410,420,425)	418,75
		(410,416,416)	414,5
		(405,416,420)	414,25
A21	A20	(600,621,645)	621,75
		(600,621,630)	618
		(500,620,630)	592,5
A22	A20	(110,114,120)	114,5
		(111,114,115)	113,5
		(111,116,122)	116,25
A23	A22	(100,112,120)	111
		(100,112,115)	109,75
		(95,110,115)	107,5
A24	A23	(44,46,57)	48,25
		(44,46,52)	47
		(40,43,55)	45,25
A25	A23	(70,72,78)	73
		(70,75,78)	754,5
		(65,75,80)	73,75
A26	A25	(60,62,67)	62,75
		(60,64,67)	63,75
		(55,64,70)	63,25
A27	A26	(15,25,30)	23,75
		(20,25,26)	24
		(20,22,32)	24
A28	A26	(50,60,65)	58,75
		(55,60,62)	59,25
		(50,55,63)	55,75
A29	A28	(1,3,7)	3,5
		(1,3,5)	3

		(2,3,10)	4,5
A30	A29	(2,4,8)	4,5
		(4,4,4)	4
		(4,6,10)	6,5
A31	A29	(8,12,20)	13
		(8,10,10)	9,5
		(6,10,12)	9,5
A32	A31	(12,20,28)	20
		(20,20,28)	22
		(20,23,33)	24,75
A33	A32	(30,35,40)	35
		(30,33,38)	33,5
		(25,30,35)	30
A34	A33	(40,45,50)	45
		(40,47,49)	45,75
		(35,45,50)	43,75
A35	A34	(55,60,65)	60
		(55,61,65)	60,5
		(50,61,70)	60,5
A36	A34	(20,23,32)	24,5
		(20,23,27)	23,25
		(15,20,27)	20,5
A37	A36	(10,16,25)	16,75
		(11,16,22)	16,25
		(11,14,22)	15,25
A38	A36	(20,25,35)	26,25
		(20,29,31)	27,25
		(15,29,31)	26
A39	A38	(5,6,12)	7,25
		(5,7,9)	7
		(4,7,13)	7,75
A40	A38	(90,95,110)	97,5
		(90,93,102)	94,5
		(85,90,110)	93,75

4.3.1. İyimser ve Kötümser Temsilci Değerlerin Hesaplanması

Temsilci değerler hesaplandıktan sonra, temsilci değerlerin en küçüğü ‘iyimser değer’, en büyüğü ‘kötümser değer’ olarak adlandırılır.

Tablo 11

Faaliyetlerin İyimser ve Kötümser Temsilci Değerleri

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Kötümser Değer	Temsilci Değer (a+2b+c)/4	İyimser Değer	Temsilci Değer (a+2b+c)/4
A1	-	(600,625,635)	621,25	(500,620,635)	593,75
A2	A1	(25,35,40)	33,75	(25,32,35)	31
A3	A2	(100,120,130)	117,5	(100,115,120)	112,5
A4	A2	(100,103,105)	102,75	((100,103,103)	102,25
A5	A4	(40,45,50)	45	(40,45,46)	44
A6	A4, A5	(70,77,82)	76,5	(70,72,80)	73,5
A7	A6	(50,55,65)	56,25	(45,52,55)	51
A8	A7	(225,230,235)	230	(220,225,230)	225
A9	A8	(73,75,82)	76,25	(70,73,75)	72,75

A10	A9	(31,35,40)	35,25	(30,34,36)	33,5
A11	A10	(110,115,120)	115	(95,110,112)	16,75
A12	A10	(150,160,165)	158,75	(140,155,160)	152,5
A13	A12	(20,23,25)	22,75	(15,20,25)	20
A14	A14	(8,10,12)	10	(5,8,10)	7,75
A15	A14	(20,25,30)	25	(15,22,25)	21
A16	A15	(330,339,350)	339,5	(330,340,342)	338
A17	A15	(280,294,330)	299,5	(280,290,300)	290
A18	A17	(10,15,17)	14,25	(10,13,15)	12,75
A19	A18	(95,106,114)	105,25	(100,105,110)	105
A20	A18	(410,420,425)	418,75	(405,416,420)	414,25
A21	A20	(600,621,645)	621,75	(500,620,630)	592,5
A22	A20	(111,116,122)	116,25	(111,114,115)	113,5
A23	A22	(100,112,120)	111	(95,110,115)	107,5
A24	A23	(44,46,57)	48,25	(40,43,55)	45,25
A25	A23	(70,75,78)	74,5	(70,72,78)	73
A26	A25	(60,64,67)	63,75	(60,62,67)	62,75
A27	A26	(20,22,32)	24	(15,25,30)	23,75
A28	A26	(55,60,62)	59,25	(50,55,63)	55,75
A29	A28	(2,3,10)	4,5	(1,3,5)	3
A30	A29	(4,6,10)	6,5	(4,4,4)	4
A31	A29	(8,12,20)	13	(6,10,12)	9,5
A32	A31	(20,23,33)	24,75	(12,20,28)	20
A33	A32	(30,35,40)	35	(25,30,35)	30
A34	A33	(40,47,49)	45,75	(35,45,50)	43,75
A35	A34	(50,61,70)	60,5	(55,60,65)	60
A36	A34	(20,23,32)	24,5	(15,20,27)	20,5
A37	A36	(10,16,25)	16,75	(11,14,22)	15,25
A38	A36	(20,29,31)	27,25	(15,29,31)	26
A39	A38	(4,7,13)	7,75	(5,7,9)	7
A40	A38	(90,95,110)	97,5	(85,90,110)	93,75

4.3.2. Kötümser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması

İyimser ve kötümser temsilci değerler hesaplandıktan sonra, iyimser ve kötümser optimal çözümler yapılmıştır. Hem iyimser hem kötümser temsilci değerler için en erken ve en geç, başlama ve bitiş süreleri hesaplanıp kritik yol tespit edilmiştir.

Tablo 12

Kötümser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	621,25	0	621,25	0	621,25	0
A2	33,75	621,25	655	621,25	655	0
A3	117,5	655	772,5	2782,75	2900,25	2127,75
A4	102,75	655	757,75	655	757,75	0
A5	45	757,75	802,75	757,75	802,75	0
A6	76,5	802,75	879,25	802,75	879,25	0

A7	56,25	879,25	935,5	879,25	935,5	0
A8	230	935,5	1165,5	935,5	1165,5	0
A9	76,25	1165,5	1241,75	1165,5	1241,75	0
A10	35,25	1241,75	1277	1241,75	1277	0
A11	115	1277	1392	2785,25	2900,25	1508,25
A12	158,75	1277	1435,75	1277	1435,75	0
A13	22,75	1435,75	1458,5	2877,5	2900,25	1441,75
A14	10	1435,75	1445,75	1435,75	1445,75	0
A15	25	1445,75	1470,75	1445,75	1470,75	0
A16	339,5	1470,75	1810,25	2560,75	2900,25	1090
A17	299,5	1470,75	1770,25	1470,75	1770,25	0
A18	14,25	1770,25	1784,5	1770,25	1784,5	0
A19	105,25	1784,5	1889,75	2795	2900,25	1010,5
A20	418,75	1784,5	2203,25	1784,5	2203,25	0
A21	621,75	2203,25	2825	2278,5	2900,25	7525
A22	116,25	2203,25	2319,5	2203,25	2319,5	0
A23	111	2319,5	2430,5	2319,5	2430,5	0
A24	48,25	2430,5	2478,75	2852	2900,25	421,5
A25	74,5	2430,5	2505	2430,5	2505	0
A26	63,75	2505	2568,75	2505	2568,75	0
A27	24	2568,75	2592,75	2876,25	2900,25	307,5
A28	59,25	2568,75	2628	2568,75	2628	0
A29	4,5	2628	2632,5	2628	2632,5	0
A30	6,5	2632,5	2639	2893,75	2900,25	261,25
A31	13	2632,5	2645,5	2632,5	2645,5	0
A32	24,75	2645,5	2670,25	2645,5	2670,25	0
A33	35	2670,25	2705,25	2670,25	2705,25	0
A34	45,75	2705,25	2751	2705,25	2751	0
A35	60,5	2751	2811,5	2839,75	2900,25	88,75
A36	24,5	2751	2775,5	2751	2775,5	0
A37	16,75	2775,5	2792,25	2883,5	2900,25	108
A38	27,25	2775,5	2802,75	2775,5	2802,75	0
A39	7,75	2802,75	2810,5	2892,5	2900,25	89,75
A40	97,5	2802,75	2900,25	2802,75	2900,25	0

İlk olarak kötümser temsilci değerler faaliyet süresi olarak kabul edilmiştir ve bu değerler üzerinden en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanmıştır. Analiz sonucunda kötümser temsilci değerler için optimum çözümde projenin bitiş süresi 2900,25 sn. olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kritik yol;

A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23- A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde belirlenmiştir.

4.3.3. İyimsiz Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması

Tablo 13

İyimsiz Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	593,75	0	593,75	0	593,75	0
A2	31	593,75	624,75	593,75	624,75	0
A3	112,5	624,75	737,25	2671,5	2784	2046,75
A4	102,25	624,75	727	624,75	727	0
A5	44	727	771	727	771	0
A6	73,5	771	844,5	771	844,5	0
A7	51	844,5	895,5	844,5	895,5	0
A8	225	895,5	1120,5	895,5	1120,5	0
A9	72,75	1120,5	1193,25	1120,5	1193,25	0
A10	33,5	1193,25	1226,75	1193,25	1226,75	0
A11	16,75	1226,75	1243,5	2767,25	2784	1540,5
A12	152,5	1226,75	1379,25	1226,75	1379,25	0
A13	20	1379,25	1399,25	2764	2784	1384,75
A14	7,75	1379,25	1387	1379,25	1387	0
A15	21	1387	1408	1387	1408	0
A16	338	1408	1746	2446	2784	1038
A17	290	1408	1698	1408	1698	0
A18	12,75	1698	1710,75	1698	1710,75	0
A19	105	1710,75	1815,75	2679	2784	968,25
A20	414,25	1710,75	2125	1710,75	2125	0
A21	592,5	2125	2717,5	2191,5	2784	66,5
A22	113,5	2125	2238,5	2125	2238,5	0
A23	107,5	2238,5	2346	2238,5	2346	0
A24	45,25	2346	2391,25	2738,75	2784	392,75
A25	73	2346	2419	2346	2419	0
A26	62,75	2419	2481,75	2419	2481,75	0
A27	23,75	2481,75	2505,5	2760,25	2784	278,5
A28	55,75	2481,75	2537,5	2481,75	2537,5	0
A29	3	2537,5	2540,5	2537,5	2540,5	0
A30	4	2540,5	2544,5	2780	2784	239,5
A31	9,5	2540,5	2550	2540,5	2550	0
A32	20	2550	2570	2550	2570	0
A33	30	2570	2600	2570	2600	0
A34	43,75	2600	2643,75	2600	2643,75	0
A35	60	2643,75	2703,75	2724	2784	80,25
A36	20,5	2643,75	2664,25	2643,75	2664,25	0
A37	15,25	2664,25	2679,5	2768,75	2784	104,5
A38	26	2664,25	2690,25	2664,25	2690,25	0
A39	7	2690,25	2697,25	2777	2784	86,75
A40	93,75	2690,25	2784	2690,25	2784	0

İkinci aşama olarak iyimser temsilci değerler faaliyet süresi olarak kabul edilmiştir ve bu değerler üzerinden en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplanmıştır. Analiz sonucunda kötümser temsilci değerler için optimum çözümde projenin bitiş süresi 2784 sn. olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kritik yol;

A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23- A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde belirlenmiştir.

4.4. Bulanık PERT Yöntemi İle Proje Yönetimi Uygulaması

Bulanık PERT hesaplaması yapmak için 3 fabrikadan alınan bulanık verilerle bir ortalama değer hesaplanmıştır. Bu değerler bulanık PERT hesaplaması yapmak için kullanılacak faaliyet süreleri olarak kabul edilmiştir.

Tablo 14

PERT Yöntemi İçin Ortalama Değerler

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Firmalardan Alınan Süreler	Ortalama Değer
A1	-	(500,620,635) (600,620,635) (600,625,635)	(566.67,621.67,635)
A2	A1	(25,35,40) (30,32,33) (25,32,35)	(26.67,33,36)
A3	A2	(100,115,120) (110,115,120) (100,120,130)	(103.33,116.67,123.33)
A4	A2	(100,103,105) (100,103,103) (95,103,110)	(98.33,103,106)
A5	A4	(40,45,46) (44,45,46) (40,45,50)	(41.33,45,47.33)
A6	A4, A5	(70,72,80) (70,77,82) (65,77,85)	(68.33,75.33,82.33)
A7	A6	(45,52,55) (50,52,55) (50,55,65)	(48.33,53,58.33)
A8	A7	(220,225,230) (225,225,226) (225,230,235)	(223.33,226.67,230.33)
A9	A8	(70,73,75) (73,73,73) (73,75,82)	(72,73.67,76.67)
A10	A9	(30,34,36)	

		(31,34,36)	(30.67,34.33,37.33)
		(31,35,40)	
A11	A10	(110,115,120)	
		(110,110,112)	(105,111.67,114.67)
		(95,110,112)	
A12	A10	(150,160,165)	
		(150,160,162)	(146.67,158.33,162.33)
		(140,155,160)	
A13	A12	(20,23,25)	
		(21,23,24)	(18.67,22,24.67)
		(15,20,25)	
A14	A14	(5,8,10)	
		(8,8,8)	(3.8.67,10)
		(8,10,12)	
A15	A14	(20,25,30)	
		(20,22,23)	(18.33,23,26)
		(15,22,25)	
A16	A15	(330,340,342)	
		(335,339,340)	(331.67,339.33,344)
		(330,339,350)	
A17	A15	(280,290,300)	
		(285,294,300)	(281.67,292.67,310)
		(280,294,330)	
A18	A17	(10,15,17)	
		(10,13,15)	(9.33,13.67,17.67)
		(8,13,21)	
A19	A18	(100,105,110)	
		(100,106,109)	(98.33,105.67,111)
		(95,106,114)	
A20	A18	(410,420,425)	
		(410,416,416)	(408.33,417.33,420.33)
		(405,416,420)	
A21	A20	(600,621,645)	
		(600,621,630)	(566.67,620.67,635)
		(500,620,630)	
A22	A20	(110,114,120)	
		(111,114,115)	(110.67,114.67,119)
		(111,116,122)	
A23	A22	(100,112,120)	
		(100,112,115)	(98.33,111.33,116.67)
		(95,110,115)	
A24	A23	(44,46,57)	
		(44,46,52)	(42.67,45,54.67)
		(40,43,55)	
A25	A23	(70,72,78)	
		(70,75,78)	(68.33,74,78.67)
		(65,75,80)	
A26	A25	(60,62,67)	
		(60,64,67)	(58.33,63.33,68)
		(55,64,70)	
A27	A26	(15,25,30)	
		(20,25,26)	(18.33,24,29.33)
		(20,22,32)	
A28	A26	(50,60,65)	
		(55,60,62)	(51.67,58.33,63.33)
		(50,55,63)	
A29	A28	(1,3,7)	
		(1,3,5)	(1.33,3,7.33)
		(2,3,10)	
A30	A29	(2,4,8)	

		(4,4,4)	(3.33,4.67,7.33)
		(4,6,10)	
A31	A29	(8,12,20)	
		(8,10,10)	(7.33,10.67,14)
		(6,10,12)	
A32	A31	(12,20,28)	
		(20,20,28)	(17.33,21,29.67)
		(20,23,33)	
A33	A32	(30,35,40)	
		(30,33,38)	(28.33,32.67,37.67)
		(25,30,35)	
A34	A33	(40,45,50)	
		(40,47,49)	(38.33,45.67,49.67)
		(35,45,50)	
A35	A34	(55,60,65)	
		(55,61,65)	(53.33,60.67,66.67)
		(50,61,70)	
A36	A34	(20,23,32)	
		(20,23,27)	(18.33,22,28.67)
		(15,20,27)	
A37	A36	(10,16,25)	
		(11,16,22)	(10.67,15.33,23)
		(11,14,22)	
A38	A36	(20,25,35)	
		(20,29,31)	(18.33,27.67,32.33)
		(15,29,31)	
A39	A38	(5,6,12)	
		(5,7,9)	(4.67,6.67,11.33)
		(4,7,13)	
A40	A38	(90,95,110)	
		(90,93,102)	(88.33,92.67,107.33)
		(85,90,110)	

4.4.1. En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Sürelerinin Hesaplanması

Bulanık faaliyet sürelerinin ortalama değerleri hesaplandıktan sonra, bu değerlerle en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri ile, bolluk süreleri hesaplanmıştır.

Tablo 15

En Erken Başlama ve Bitiş Süreleri

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)
A1	(566.67,621.67,635)	0	(566.67,621.67,635)
A2	(26.67,33,36)	(566.67,621.67,635)	(593.34,654.67,671)
A3	(103.33,116.67,123.33)	(593.34,654.67,671)	(696.67,771.34,794.33)
A4	(98.33,103,106)	(593.34,654.67,671)	(691.67,757.67,777)
A5	(41.33,45,47.33)	(691.67,757.67,777)	(733,802.67,824.33)
A6	(68.33,75.33,82.33)	(733,802.67,824.33)	(801.33,878,906.66)
A7	(48.33,53,58.33)	(801.33,878,906.66)	(849.66,931,964.99)
A8	(223.33,226.67,230.33)	(849.66,931,964.99)	(1072.99,1157.67,1195.32)
A9	(72,73.67,76.67)	(1072.99,1157.67,1195.32)	(1144.99,1231.34,1271.99)
A10	(30.67,34.33,37.33)	(1144.99,1231.34,1271.99)	(1175.66,1265.67,1309.32)
A11	(105,111.67,114.67)	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1280.66,1377.34,1423.99)

A12	(146.67,158.33,162.33)	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1322.33,1424,1471.65)
A13	(18.67,22,24.67)	(1322.33,1424,1471.65)	(1341,1446,1496.32)
A14	(3,8.67,10)	(1322.33,1424,1471.65)	(1325.33,1432.67,1481.65)
A15	(18.33,23,26)	(1325.33,1432.67,1481.65)	(1343.66,1455.67,1507.65)
A16	(331.67,339.33,344)	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1675.33,1795,1851.65)
A17	(281.67,292.67,310)	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1625.33,1748.34,1817.65)
A18	(9.33,13.67,17.67)	(1625.33,1748.34,1817.65)	(1634.66,1762.01,1835.32)
A19	(98.33,105.67,111)	(1634.66,1762.01,1835.32)	(1732.99,1867.68,1946.32)
A20	(408.33,417.33,420.33)	(1634.66,1762.01,1835.32)	(2042.99,2179.34,2255.67)
A21	(566.67,620.67,635)	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2609.66,2800.01,2890.67)
A22	(110.67,114.67,119)	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)
A23	(98.33,111.33,116.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)
A24	(42.67,45,54.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2294.66,2450.34,2546.01)
A25	(68.33,74,78.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2320.32,2479.34,2570.01)
A26	(58.33,63.33,68)	(2320.32,2479.34,2570.01)	(2378.65,2542.67,2638.01)
A27	(18.33,24,29.33)	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2396.98,2566.67,2667.34)
A28	(51.67,58.33,63.33)	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2430.32,2601,2701.34)
A29	(1.33,3,7.33)	(2430.32,2601,2701.34)	(2431.65,2604,2708.67)
A30	(3.33,4.67,7.33)	(2431.65,2604,2708.67)	(2434.98,2608.67,2716)
A31	(7.33,10.67,14)	(2431.65,2604,2708.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)
A32	(17.33,21,29.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)
A33	(28.33,32.67,37.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)	(2484.64,2668.34,2790.01)
A34	(38.33,45.67,49.67)	(2484.64,2668.34,2790.01)	(2522.97,2714.01,2839.68)
A35	(53.33,60.67,66.67)	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2576.3,2774.68,2906.35)
A36	(18.33,22,28.67)	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2541.3,2736.01,2868.35)
A37	(10.67,15.33,23)	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2551.97,2751.34,2891.35)
A38	(18.33,27.67,32.33)	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2559.63,2763.68,2900.68)
A39	(4.67,6.67,11.33)	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2564.3,2770.35,2912.01)
A40	(88.33,92.67,107.33)	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)

Tablo 16*En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	0	(566.67,621.67,635)	0
A2	(566.67,621.67,635)	(593.34,654.67,671)	0
A3	(2544.63,2739.68,2884.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1951.29,2085.01,2213.68)
A4	(593.34,654.67,671)	(691.67,757.67,777)	0
A5	(691.67,757.67,777)	(733,802.67,824.33)	0
A6	(733,802.67,824.33)	(801.33,878,906.66)	0
A7	(801.33,878,906.66)	(849.66,931,964.99)	0
A8	(849.66,931,964.99)	(1072.99,1157.67,1195.32)	0
A9	(1072.99,1157.67,1195.32)	(1144.99,1231.34,1271.99)	0
A10	(1144.99,1231.34,1271.99)	(1175.66,1265.67,1309.32)	0
A11	(2542.96,2744.68,2893.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1367.3,1479.01,1584.02)
A12	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1322.33,1424,1471.65)	0
A13	(2629.29,2834.35,2983.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1306.96,1410.35,1511.69)
A14	(1322.33,1424,1471.65)	(1325.33,1432.67,1481.65)	0
A15	(1325.33,1432.67,1481.65)	(1343.66,1455.67,1507.65)	0
A16	(2316.29,2517.02,2664.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(972.63,1061.35,1156.36)
A17	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1625.33,1748.34,1817.65)	0
A18	(1625.33,1748.34,1817.65)	(1634.66,1762.01,1835.32)	0
A19	(2549.63,2750.68,2897.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(914.97,988.67,1061.69)
A20	(1634.66,1762.01,1835.32)	(2042.99,2179.34,2255.67)	0

A21	(2081.29,2235.68,2373.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(38.3,56.34,117.34)
A22	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)	0
A23	(2153.66,2294.01,2374.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	0
A24	(2605.29,2811.35,2953.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(353.3,406.01,462)
A25	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2320.32,2479.34,2570.01)	0
A26	(2320.32,2479.34,2570.01)	(2378.65,2542.67,2638.01)	0
A27	(2629.63,2832.35,2978.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(250.98,289.68,340.67)
A28	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2430.32,2601,2701.34)	0
A29	(2430.32,2601,2701.34)	(2431.65,2604,2708.67)	0
A30	(2644.63,2851.68,3000.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(212.98,247.68,292.01)
A31	(2431.65,2604,2708.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)	0
A32	(2438.98,2614.67,2722.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)	0
A33	(2456.31,2635.67,2752.34)	(2484.64,2668.34,2790.01)	0
A34	(2484.64,2668.34,2790.01)	(2522.97,2714.01,2839.68)	0
A35	(2594.63,2795.68,2941.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(71.66,81.67,101.66)
A36	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2541.3,2736.01,2868.35)	0
A37	(2637.29,2841.02,2985.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(95.99,105.01,116.66)
A38	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2559.63,2763.68,2900.68)	0
A39	(2643.29,2849.68,2996.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(83.66,86,96)
A40	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	0

En erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri hesaplandıktan sonra, kritik yol belirlenmiştir. Kritik yol şu şekildedir; A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23- A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40

Kritik yol hesaplandıktan sonra kritik yol uzunluğu hesaplanmıştır. Bu hesaplama, kritik yol üzerindeki tüm faaliyetlerin ortalama süreleri toplanarak yapılmıştır.

$$(566.67,621.67,635)+(26.67,33,36)+(98.33,103,106)+(41.33,45,47.33)+(68.33,75.33,82.33)+(48.33,53,58.33)+(223.33,226.67,230.33)+(72,73.67,76.67)+(30.67,34.33,37.33)+(146.67,158.33,162.33)+(3,8.67,10)+(18.33,33,26)+(281.67,292.67,310)+(9.33,13.67,17.67)+(408.33,417.33,420.33)+(110.67,114.67,119)+(68.33,74,78.67)+(58.33,63.33,68)+(51.67,58.33,63.33)+(1.33,3,7.33)+(7.33,10.67,14)+(17.33,21,29.67)+(28.33,32.67,37.67)+(38.33,45.67,49.67)+(18.33,22,28.67)+(18.33,27.67,32.33)+(88.33,92.67,107.33)=(\mathbf{2647.96,2856.35,3007.99})$$

CPM, Bulanık CPM ve PERT yöntemlerinde sonuçlar kesin sayı olarak hesaplandığı için karşılaştırma yapabilmek açısından bulanık PERT yöntemi içinde net bir sayının hesaplanması gereklidir. Bunu yapabilmek içinde kritik yol uzunluğundaki tüm sayıların ortalaması alınmıştır. Ortalama değer yöntemi Lee ve Li (1988) tarafından önerilmiş, Bortolan ve Degani (1989) tarafından ilerleyen zamanlarda ispat edilmiştir (Mazlum, 2014, s.101).

$(2647.96,2856.35,3007.99) /3=2837,433$ Bu hesaplamalar sonucunda, Bulanık PERT yönteminin proje tamamlanma süresi 2837,4333 olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Öneriler

Proje yönetimi teknikleri, hayatın içerisinde karşılaşılan gerçek problemleri basit yollarla çözüme kavuşturmayı amaçlamaktadır. Bu teknikler sağladıkları avantajlarla yöneticilere zaman ve maliyet açısından optimuma en yakın tercihleri yapmaları konusunda yardımcı olur. CPM ve PERT yöntemleri de günümüzde birçok alanda proje yönetimi için kullanılan en önemli tekniklerdendir. Bu iki yöntem inşaattan savunmaya kadar birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mazlum, 2014, s.107). Bu yöntemler özellikle işletmelerde karmaşık projelerde daha verimli ve daha doğru sonuçlar almak adına yöneticiler tarafından çok sık tercih edilir hale gelmişlerdir. Çünkü rekabetin zorlaştığı günümüz piyasasında işletmeyi diğer işletmelere göre avantajlı hale getirmek yapılmamış projeleri hayata geçirmekle mümkün olacaktır. Bu projelerin en iyi şekilde yönetilebilmesi için de proje planlama tekniklerine başvurmak zaruri hale gelmiştir.

Bu çalışmada proje planlama tekniklerinden en önemli ikisi olan CPM ve PERT teknikleri açıklanmış ve uygulamaları yapılmıştır. Bu iki yöntem arasında aslında çok büyük farklar bulunmamaktadır. En büyük fark; CPM yönteminde zaman değerlerinin kesin olması, PERT yönteminde ise zaman değerlerinin kesinlik içermemesidir. İki yönteminde uygulaması yapılmış, proje tamamlanma süreleri hesaplanmıştır. Aynı zamanda bulanık CPM ve PERT uygulamaları da yapılmıştır. Kritik faaliyetler ve kritik yollar belirlenmiştir. Ayrıca PERT yöntemi için standart sapma hesabı da yapılmıştır. Tüm yöntemlerde kritik yolda bulunan faaliyetler A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 olarak belirlenmiştir.

Herhangi bir yöntem kullanılmadan projenin tüm faaliyetlerinin adım adım gerçekleşmesi için gerekli süre 4330 sn. olarak hesaplanmıştır. CPM yönteminin kullanılması sonucu bu projenin tamamlanma süresi 2857 sn., PERT yönteminin kullanılması sonucunda ise bu süre 2849,3334 sn. olarak hesaplanmıştır. Ayrıca PERT yönteminde kritik faaliyetlerin standart sapmalarının toplanmasıyla projenin standart sapması 8.8 sn. olarak hesaplanmıştır. Bulanık CPM yönteminin iyimser çözümünde proje süresi; 2784 sn., bulanık CPM yönteminin kötümser çözümünde proje süresi;

2900,25 sn., bulanık PERT yönteminde ise proje süresi; 2837,4333 sn. olarak belirlenmiştir.

CPM, PERT, Bulanık CPM ve Bulanık PERT yöntemleriyle belirlenen sonuçların daha iyi görülebilmesi için elde edilen tüm sonuçlar tablo 17' de gösterilmiştir.

Tablo 17

Elde Edilen Sonuçların Kıyaslanması

Kullanılan Yöntem	Proje Süresi (sn)	Kritik Yol	Standart Sapma
-	4330	Tüm faaliyetler	-
CPM	2857	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
PERT	2849,3334	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	8,8
Bulanık CPM (İyimser Çözüm)	2784	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
Bulanık CPM (Kötümser Çözüm)	2900,25	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
Bulanık PERT	2837,4333	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-

Tablo 17'de CPM, PERT, Bulanık CPM ve Bulanık PERT yöntemlerinin hesaplanan proje süreleri ve kritik yolları, PERT yönteminin standart sapma değeri ve yöntem kullanılmadan tüm faaliyetlerin tamamlanma süresi gösterilmektedir.

Yapılan analizler sonucunda CPM yönteminde proje süresi 2857 sn., kritik yol

ise A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde belirlenmiştir. PERT yönteminde proje süresi 2849,3334 sn., kritik yol ise A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde belirlenmiştir. PERT yönteminde standart sapma 8,8 sn. olarak hesaplanmıştır.

Bulanık CPM yönteminde iyimser çözümde proje süresi; 2784 sn., kritik yol ise; A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23- A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde hesaplanmıştır. Bulanık CPM yönteminde kötümser çözümde proje süresi; 2900,25 sn., kritik yol A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde hesaplanmıştır. Bulanık PERT yönteminde ise proje süresi; 2837,4333 sn., kritik yol ise; A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40 şeklinde hesaplanmıştır.

Tüm sonuçlar incelendiğinde proje süresinin en kısa sürdüğü yöntem 2784 sn. ile Bulanık CPM yönteminin iyimser çözümüdür. Ancak bulanık mantık ile yapılan çözümlerde iş sayısı arttığından süreç çok karmaşık işlemektedir. Bu yüzden bulanık mantık ile yapılan proje planlama süreci çok tavsiye edilmemektedir.

CPM ve PERT yöntemlerinin sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında, aynı kritik yolun kullanılmasına rağmen PERT yöntemi kullanıldığında projenin tamamlanma süresinde 7,666 sn lik bir zaman kazanımı olduğu görülmektedir. Tek başına bu süre çok küçük gibi görünse de gün içerisinde bu sürecin ortalama 140 defa tekrar ettiği göz önüne alınarak şöyle bir hesap yapılabilir.

$$140 * 7,666 = 1073,24 \text{ sn.} = 17,88 \text{ dk (günlük zaman kazanımı)}$$

$$17,88 * 24 = 429,12 \text{ dk.} = 7,152 \text{ saat (aylık zaman kazanımı)}$$

PERT yöntemi kullanılırken faaliyetlerin tamamlanmasının en iyi ve en kötü sürelerinin ortalama süresi bulunup tek değer üzerinden işlemler yapılıyor olması bu metodu hem akıcılaştırır hem de basitleştirir. Ayrıca çok fazla belirsizliğin olduğu durumlarda PERT yöntemi CPM yöntemi ile karşılaştırıldığında daha optimal sonuçlar vermektedir (Mazlum, 2014, s. 108). Bu çalışmada PERT yöntemi kullanıldığında CPM yöntemine göre 7,666 sn. lik bir kazanım söz konusudur. Bu sebeplerden dolayı bu projede PERT yöntemini tercih etmek daha uygundur. Literatürde CPM ve PERT

yönetimlerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcut olsa da bu yöntemlerin birbiriyle kıyaslandığı çalışmalar sınırlı sayıdadır. Abdallah et al. (2009), Acuna (2010), Kocabıyık (2009), Göksu (2010) ve Mazlum (2014) çalışmalarında PERT yönetiminin daha etkin olduğunu, PERT yönteminin projenin tamamlanma süresini kısalttığını ve optimum sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Daha önce yapılmış olan çalışmalar sonucunda elde edilen bu bulgular ile araştırmamızda elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir.

CPM ve PERT yöntemlerinin her ikisi de projelerin tamamlanması üzerine proje yöneticilerine fayda sağlayan ve projelerin tamamlanma sürelerinin kısaltılmasını sağlayan yöntemlerdir. CPM yöntemi belirsizliklerin olduğu durumlarda daha az etkindir. İstenilen optimal sonuçları vermekte yetersiz kalabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında PERT yöntemi optimal sonuçları vermesi bakımından belirsizliklerin olduğu durumlarda daha etkindir.

CPM ve PERT teknikleri bu çalışma konusu halı fabrikasında proje yönetenlere önemli yararlar sağlamış olmasına ve proje tamamlanma süresi üzerine etkin sonuçlar vermiş olmasına rağmen bu tekniklerin her zaman etkin sonuçlar vereceği sonucuna varamayız. Uzunal (2009), inşaat sektörü üzerine yaptığı çalışmada, bir bina inşaatında gerçekleştirilen projede PERT yönteminin kullanılmasıyla beklenen süreden tasarruf edilip edilemeyeceğini araştırmış ve olumsuz sonuç elde etmiştir. Araştırma sonuçları ekseninde konu ile ilgilenecek tekstil işletmeleri için yapılabilecek öneriler aşağıda belirtildiği gibi sıralanabilir:

- Karmaşık bir akış süreci olan veya bir proje gerçekleştiren tekstil işletmelerinin proje planlama tekniklerini kullanması işlemleri daha hızlı gerçekleştirmelerinde fayda sağlayacaktır.
- Proje planlama tekniklerinden PERT yöntemi genelde projelerin daha kısa sürede bitmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla işletmelerin PERT yöntemini tercih etmeleri zamandan tasarruf etmelerine yardımcı olacaktır.
- PERT yöntemi maliyetlerin azaltılması açısından da işletmelere daha çok fayda sağlayacaktır.

CPM ve PERT konuları ile ilgili literatür incelendiğinde akış diyagramının etkin kullanıldığı, konuların akıcı bir şekilde anlatıldığı, klasik yöntemlerle bulanık yöntemlerin hem CPM için hem de PERT için kıyaslandığı, sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir işletme içinde uygulanan çalışmalara pek fazla rastlanılmamaktadır. Bu çalışmanın, hem sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir halı fabrikasında uygulanmış

olması bakımından hem de CPM ve PERT yöntemlerinin hem klasik hem de PERT hallerinin birbirleriyle kıyaslanıp hangisinin daha başarılı olduğunu göstermesi bakımından bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği öngörülmektedir.



KAYNAKÇA

- Abdallah, H., Emara, H. M., Dorrah, H. T., & Bahgat, A. (2009). Using Ant Colony Optimization Algorithm For Solving Project Management Problems. *Expert Systems with Applications*, 36(6), 10004-10015.
- Acuña, R. (2010). Analysis of Project Planning Using CPM and PERT. *Partial Fulfillment of Math*.
- Agyei, W. (2015). Project Planning and Scheduling Using PERT and CPM Techniques With Linear Programming: Case Study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(8), 222-227.
- Akesen, A. (1977). PERT Yönteminin Ulusal Park Kuruluş Çalışmalarında Uygulanması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 27(2), 146-165.
- Akıncı, E. (2008). Bir Tersanenin Üretim Planlamasının Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Asan, Ü. (1981). Kritik Yörünge Metodu (CPM) ile Programları Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) nin Tanıtılması ve Amenajman Planı Yapımında Kullanılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 31(2), 222-241.
- Atlı, “Ö. & Kahraman, C. (2013). Fuzzy Critical Path Analysis. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 128-140.
- Beşorak, Y. (2005). Otomotiv Sanayiinde Değer Mühendisliğinin Proje Yönetimine Uygulanması.
- Bortolon, G. & Degani, R. (1989). A Review of Some Methods For Ranking Fuzzy Sets Subsets. *Fuzzy Sets Systems*, 15, 1-19.
- Calp, M. H. & Akcayol, M. A. (2018). Optimization of Project Scheduling Activities in Dynamic CPM and PERT Networks Using Genetic Algorithms. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences (SDU J Nat Appl Sci)*, 22(2), 615-627.
- Coşkun, O. & Ekmekçi, İ. (2012). Bir İnşaat Projesinin Evreleri İle Zaman ve Maliyet Analizinin Proje Yönetim Teknikleri Vasıtasıyla İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 20, 39-53.

- Çelik, M. (2016). Bulanık Sürece Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 91-110.
- Çelik, M. H., Kandı, R., Erdiller, G. & Erdamar, M. (1995). Ankara İli Delice İlçesi Köprüsünün CPM Metodu ile Mühendislik Kriterlerinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(2-3), 95-103.
- Duran, C. (2007). CPM- PERT Modelleri ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Durucasu, H., İcan, Ö., Karamaşa, Ç., Yeşilaydın, G. & Gülcan, B. (2015). Bulanık CPM Yöntemiyle Proje Çizelgeleme: İnşaat Sektöründe Bir Uygulama. Ege Akademik Bakış, 15(4), 449-466.
- Ensarioğlu, A. E., Giran, Ö. & Manisalı, E. (2011). CPM Stratejik Planlama Metodu.
- Ertaş, E. (2011). Bilgi Teknolojileri Tabanlı Proje Yönetim Sistemi ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Ertuğrul, İ. & Karakaşoğlu, N. (2008). Bulanık PERT Yaklaşımlarının Makine Üretim Sürecinde Karşılaştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), 109-124.
- Gök, F. (2013). Gemi İnşaa Sanayisinde Proje Yönetimi ve Proje Yönetim Planına İlişkin Bir Örnek. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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, Bartın.
- Gürbüz, M. & Aydın, A. H. (2012). Zaman kavramı ve yönetimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(2).
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2014). Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Heizer, J. H., & Render, B. (2008). Operations management (Vol. 1). Pearson Education India.
- Karadeniz, C. (2007). PERT- CPM ile Proje Planlama, Değerlendirme ve Bir İşletme Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal

Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Karahan, M. & Ezin, Y. (2014). PERT- CPM Tekniğiyle Bir İnşaatın Yapım Süresi ve Maliyetlerinin Optimizasyonu. *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 5(10), 73-89.
- Kocabıyık, E. (2009). Gemi İnşa Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede PERT ve Bulanık PERT Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koçak, H. (1997). CPM ve PERT Teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kutlu, N. (2001). Proje Planlama Teknikleri ve PERT Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulaması Üzerine Bir Çalışma. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2).
- Lee, E. S. & Li, R. J. (1988). Comparison of Fuzzy Numbers Based On The Probability Measure of Fuzzy Events. *Computer and Mathematical Application*, 15, 887-896.
- Mazlum, M. (2014). CPM, PERT ve Bulanık Mantık Teknikleriyle Proje Yönetimi ve Bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özbilge, Ş., Düğenci, M. & Konuşkan, Ö. (2014). Proje Yönetimi ve Vinç Üretiminde Uygulaması.
- Rençber, B. A. (2011). Proje Yönetiminde PERT Tekniği ve Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 28-40.
- Rençber, B. A. (2013). Şebeke Analizinde CPM Tekniği ve Bir Uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16-25.
- Şenol, Y. (2016). Orta Gerilim Elektrik Dağıtım Sektöründe Proje Tamamlanma Zamanlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Temiz, N. & Dursun, E. (2016). PERT Tekniğinin Liman Deniz Hizmetleri Otomasyonu Projesine Uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-29.
- Tolunay, A. & Çavuşoğlu, C. (2015). Devlet Orman Fidanlıklarında Fidan Üretiminin Kritik Yol Yöntemi (CPM) İle Planlanması: Fethiye Orman Fidanlık Şefliği Örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 16(1), 20-26.
- Uzunal, S. S. (2009). CPM ve PERT Tekniğiyle İnşaat Sektöründe Bir Uygulama.

Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
Yalkı, İ. (2009). Proje Yönetimi ve CPM- PERT Teknikleri Üzerine Bir Uygulama.
Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
İstanbul.



EKLER**Tablo 1***Faaliyet Tablosu*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Faaliyet Tanımı
A1	-	Biten arabanın yerine yenisi getirildi
A2	A1	Sırt temizliği yapıldı
A3	A2	Tel yeri tespit edildi ipliği ayarlandı
A4	A2	2 adet tel yeri çitindi
A5	A4	Çitinen yerin yüzeyden makaslanması yapıldı
A6	A4, A5	Boybaşı dikildi
A7	A6	Sırt kontrolü yapıldı
A8	A7	Kontrolü biten araba çıkarıldı
A9	A8	Yeni araba getirildi
A10	A9	Yeni gelen arabanın eninin kesilmesi
A11	A10	Boybaşı dikildi
A12	A10	Arka araba J-Max'a aktarıldı
A13	A12	Boş araba çıkarıldı
A14	A14	Program okutuldu
A15	A14	Araba özellikleri yazıldı
A16	A15	Ebat kontrolü yapıldı
A17	A15	Kağıtlar boy kesme bölümüne götürüldü
A18	A17	Makine ayar değişimi yapıldı
A19	A18	Larkta alt ve üst tekne değişimi yapıldı
A20	A18	Tekneye su dolumu yapılarak temizliği yapıldı
A21	A20	Yeni ilaç hazırlandı ve makineye çekildi
A22	A20	Tekrar tekne değişimi yapıldı
A23	A22	Dolu araba çıkarılıp boş araba getirildi
A24	A23	Bıçaklar ayarlandı
A25	A23	Kesilen kenarlar makineden ayrıldı ve çuvallara atıldı
A26	A25	Boş araba çıkarılıp yeni araba getirildi
A27	A26	Yeni arabanın bilgileri sisteme aktarıldı
A28	A26	Yeni arabadaki halı ile makinedeki halı birleştirildi
A29	A28	Her halıya program kontrolü yapıldı ve barkod basıldı
A30	A29	Çıkan barkodlar etikete yapıştırıldı
A31	A29	Etiketler halıya basıldı
A32	A31	Boş araba çıkarıldı
A33	A32	Yeni araba getirildi
A34	A33	Makinedeki halılarla yeni halı birleştirildi
A35	A34	Renk değişimi yapıldı
A36	A34	Kapak takıldı
A37	A36	Poşetleme yapıldı
A38	A36	Konveyörden geçirildi
A39	A38	Barkod
A40	A38	Tange

Tablo 2*Faaliyet Sürelerinin Gösterimi*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Faaliyet Süreleri
A1	-	620
A2	A1	32
A3	A2	115
A4	A2	103
A5	A4	45
A6	A4, A5	77
A7	A6	52
A8	A7	225
A9	A8	73
A10	A9	34
A11	A10	110
A12	A10	160
A13	A12	23
A14	A14	8
A15	A14	22
A16	A15	339
A17	A15	294
A18	A17	13
A19	A18	106
A20	A18	416
A21	A20	621
A22	A20	114
A23	A22	112
A24	A23	46
A25	A23	75
A26	A25	64
A27	A26	25
A28	A26	60
A29	A28	3
A30	A29	4
A31	A29	10
A32	A31	20
A33	A32	33
A34	A33	47
A35	A34	61
A36	A34	23
A37	A36	16
A38	A36	29
A39	A38	7
A40	A38	93

Tablo 3*Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)
A1	Evet	620	0	620	0	620
A2	Evet	32	620	652	620	652
A3	Hayır	115	652	767	2742	2857
A4	Evet	103	652	755	652	755
A5	Evet	45	755	800	755	800
A6	Evet	77	800	877	800	877
A7	Evet	52	877	929	877	929
A8	Evet	225	929	1154	929	1154
A9	Evet	73	1154	1227	1154	1227
A10	Evet	34	1227	1261	1227	1261
A11	Hayır	110	1261	1371	2747	2857
A12	Evet	160	1261	1421	1261	1421
A13	Hayır	23	1421	1444	2834	2857
A14	Evet	8	1421	1429	1421	1429
A15	Evet	22	1429	1451	1429	1451
A16	Hayır	339	1451	1790	2518	2857
A17	Evet	294	1451	1745	1451	1745
A18	Evet	13	1745	1758	1745	1758
A19	Hayır	106	1758	1864	2751	2857
A20	Evet	416	1758	2174	1758	2174
A21	Hayır	621	2174	2795	2236	2857
A22	Evet	114	2174	2288	2174	2288
A23	Evet	112	2288	2400	2288	2400
A24	Hayır	46	2400	2446	2811	2857
A25	Evet	75	2400	2475	2400	2475
A26	Evet	64	2475	2593	2475	2539
A27	Hayır	25	2539	2564	2832	2857
A28	Evet	60	2593	2599	2539	2599
A29	Evet	3	2599	2602	2599	2602
A30	Hayır	4	2602	2606	2853	2857
A31	Evet	10	2602	2612	2602	2612
A32	Evet	20	2612	2632	2612	2632
A33	Evet	33	2632	2665	2632	2665
A34	Evet	47	2665	2712	2665	2712
A35	Hayır	61	2712	2773	2796	2857
A36	Evet	23	2712	2735	2712	2735
A37	Hayır	16	2735	2751	2841	2857
A38	Evet	29	2735	2764	2735	2764
A39	Hayır	7	2764	2771	2850	2857
A40	Evet	93	2764	2857	2764	2857

Tablo 4*Faaliyetlerin Bolluk Süreleri*

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	Evet	620	0	620	0	620	0
A2	Evet	32	620	652	620	652	0
A3	Hayır	115	652	767	2742	2857	2090
A4	Evet	103	652	755	652	755	0
A5	Evet	45	755	800	755	800	0
A6	Evet	77	800	877	800	877	0
A7	Evet	52	877	929	877	929	0
A8	Evet	225	929	1154	929	1154	0
A9	Evet	73	1154	1227	1154	1227	0
A10	Evet	34	1227	1261	1227	1261	0
A11	Hayır	110	1261	1371	2747	2857	1486
A12	Evet	160	1261	1421	1261	1421	0
A13	Hayır	23	1421	1444	2834	2857	1413
A14	Evet	8	1421	1429	1421	1429	0
A15	Evet	22	1429	1451	1429	1451	0
A16	Hayır	339	1451	1790	2518	2857	1067
A17	Evet	294	1451	1745	1451	1745	0
A18	Evet	13	1745	1758	1745	1758	0
A19	Hayır	106	1758	1864	2751	2857	993
A20	Evet	416	1758	2174	1758	2174	0
A21	Hayır	621	2174	2795	2236	2857	62
A22	Evet	114	2174	2288	2174	2288	0
A23	Evet	112	2288	2400	2288	2400	0
A24	Hayır	46	2400	2446	2811	2857	411
A25	Evet	75	2400	2475	2400	2475	0
A26	Evet	64	2475	2593	2475	2539	0
A27	Hayır	25	2539	2564	2832	2857	293
A28	Evet	60	2593	2599	2539	2599	0
A29	Evet	3	2599	2602	2599	2602	0
A30	Hayır	4	2602	2606	2853	2857	251
A31	Evet	10	2602	2612	2602	2612	0
A32	Evet	20	2612	2632	2612	2632	0
A33	Evet	33	2632	2665	2632	2665	0
A34	Evet	47	2665	2712	2665	2712	0
A35	Hayır	61	2712	2773	2796	2857	84
A36	Evet	23	2712	2735	2712	2735	0
A37	Hayır	16	2735	2751	2841	2857	106
A38	Evet	29	2735	2764	2735	2764	0
A39	Hayır	7	2764	2771	2850	2857	86
A40	Evet	93	2764	2857	2764	2857	0

Tablo 5*Tüm Faaliyetler İçin Zaman Değerleri*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimses Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümses Süre (p)
A1	-	600	620	635
A2	A1	30	32	33
A3	A2	110	115	120
A4	A2	100	103	103
A5	A4	44	45	46
A6	A4, A5	70	77	82
A7	A6	50	52	55
A8	A7	225	225	226
A9	A8	73	73	73
A10	A9	31	34	36
A11	A10	110	110	112
A12	A10	150	160	162
A13	A12	21	23	24
A14	A14	8	8	8
A15	A14	20	22	23
A16	A15	335	339	340
A17	A15	285	294	300
A18	A17	10	13	15
A19	A18	100	106	109
A20	A18	410	416	416
A21	A20	600	621	630
A22	A20	111	114	115
A23	A22	100	112	115
A24	A23	44	46	52
A25	A23	70	75	78
A26	A25	60	64	67
A27	A26	20	25	26
A28	A26	55	60	62
A29	A28	1	3	5
A30	A29	4	4	4
A31	A29	8	10	10
A32	A31	20	20	28
A33	A32	30	33	38
A34	A33	40	47	49
A35	A34	55	61	65
A36	A34	20	23	27
A37	A36	11	16	22
A38	A36	20	29	31
A39	A38	5	7	9
A40	A38	90	93	102

Tablo 6*Faaliyetlerin Beklenen Zaman Değerleri*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Beklenen Süre (Te)
A1	-	600	620	635	619,1667
A2	A1	30	32	33	31,83333
A3	A2	110	115	120	115
A4	A2	100	103	103	102,5
A5	A4	44	45	46	45
A6	A4, A5	70	77	82	76,66667
A7	A6	50	52	55	52,16667
A8	A7	225	225	226	225,1667
A9	A8	73	73	73	73
A10	A9	31	34	36	33,83333
A11	A10	110	110	112	110,3333
A12	A10	150	160	162	158,6667
A13	A12	21	23	24	22,83333
A14	A14	8	8	8	8
A15	A14	20	22	23	21,83333
A16	A15	335	339	340	338,5
A17	A15	285	294	300	293,5
A18	A17	10	13	15	12,83333
A19	A18	100	106	109	105,5
A20	A18	410	416	416	415
A21	A20	600	621	630	619
A22	A20	111	114	115	113,6667
A23	A22	100	112	115	110,5
A24	A23	44	46	52	46,66667
A25	A23	70	75	78	74,66667
A26	A25	60	64	67	63,83333
A27	A26	20	25	26	24,33333
A28	A26	55	60	62	59,5
A29	A28	1	3	5	3
A30	A29	4	4	4	4
A31	A29	8	10	10	9,666667
A32	A31	20	20	28	21,33333
A33	A32	30	33	38	33,33333
A34	A33	40	47	49	46,16667
A35	A34	55	61	65	60,66667
A36	A34	20	23	27	23,16667
A37	A36	11	16	22	16,16667
A38	A36	20	29	31	27,83333
A39	A38	5	7	9	7
A40	A38	90	93	102	94

Tablo 7*Tüm Faaliyetler İçin Standart Sapma Değerleri*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Beklenen Süre (Te)	Standart Sapma
A1	-	600	620	635	619,1667	5,8333
A2	A1	30	32	33	31,83333	0,5
A3	A2	110	115	120	115	1,6667
A4	A2	100	103	103	102,5	0,5
A5	A4	44	45	46	45	0,3333
A6	A4, A5	70	77	82	76,66667	2
A7	A6	50	52	55	52,16667	0,8333
A8	A7	225	225	226	225,1667	0,1667
A9	A8	73	73	73	73	0
A10	A9	31	34	36	33,83333	0,8333
A11	A10	110	110	112	110,3333	0,3333
A12	A10	150	160	162	158,6667	2
A13	A12	21	23	24	22,83333	0,5
A14	A14	8	8	8	8	0
A15	A14	20	22	23	21,83333	0,5
A16	A15	335	339	340	338,5	0,8333
A17	A15	285	294	300	293,5	2,5
A18	A17	10	13	15	12,83333	0,8333
A19	A18	100	106	109	105,5	1,5
A20	A18	410	416	416	415	1
A21	A20	600	621	630	619	5
A22	A20	111	114	115	113,6667	0,6667
A23	A22	100	112	115	110,5	2,5
A24	A23	44	46	52	46,66667	1,3333
A25	A23	70	75	78	74,66667	1,3333
A26	A25	60	64	67	63,83333	1,1667
A27	A26	20	25	26	24,33333	1
A28	A26	55	60	62	59,5	1,1667
A29	A28	1	3	5	3	0,6667
A30	A29	4	4	4	4	0
A31	A29	8	10	10	9,666667	0,3333
A32	A31	20	20	28	21,33333	1,3333
A33	A32	30	33	38	33,33333	1,3333
A34	A33	40	47	49	46,16667	1,5
A35	A34	55	61	65	60,66667	1,1667
A36	A34	20	23	27	23,16667	1,1667
A37	A36	11	16	22	16,16667	1,8333
A38	A36	20	29	31	27,83333	1,8333
A39	A38	5	7	9	7	0,6667
A40	A38	90	93	102	94	2

Tablo 8*Tüm Faaliyetlerin En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Zamanları*

Faaliyet Kodu	Kritik Yol	Beklenen Zaman (Te)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	Evet	619,1667	0	619,1667	0	619,1667	0
A2	Evet	31,83333	619,1667	651	619,1667	651	0
A3	Hayır	115	651	766	2734,3334	2849,3334	2083,3334
A4	Evet	102,5	651	753,5	651	753,5	0
A5	Evet	45	753,5	798,5	753,5	798,5	0
A6	Evet	76,66667	798,5	875,1667	798,5	875,1667	0
A7	Evet	52,16667	875,1667	927,3334	875,1667	927,3334	0
A8	Evet	225,1667	927,3334	1152,5001	927,3334	1152,5001	0
A9	Evet	73	1152,5001	1225,5001	1152,5001	1225,5001	0
A10	Evet	33,83333	1225,5001	1259,334	1225,5001	1259,3334	0
A11	Hayır	110,3333	1259,3334	1369,6667	2739,0001	2849,3334	1479,6667
A12	Evet	158,6667	1259,3334	1417,5001	1259,3334	1417,5001	0
A13	Hayır	22,83333	1417,5001	1440,3334	2826,5001	2849,3334	1409
A14	Evet	8	1417,5001	1425,5001	1417,5001	1425,5001	0
A15	Evet	21,83333	1425,5001	1447,3334	1425,5001	1447,3334	0
A16	Hayır	338,5	1447,3334	1785,8334	2510,8334	2849,3334	1063,5
A17	Evet	293,5	1447,3334	1740,8334	1447,3334	1740,8334	0
A18	Evet	12,83333	1740,8334	1753,6667	1740,8334	1753,6667	0
A19	Hayır	105,5	1753,6667	1859,1667	2743,8334	2849,3334	990,1667
A20	Evet	415	1753,6667	2168,6667	1753,6667	2168,6667	0
A21	Hayır	619	2168,6667	2787,6667	2230,3334	2849,3334	61,6667
A22	Evet	113,6667	2168,6667	2282,3334	2168,6667	2282,3334	0
A23	Evet	110,5	2282,3334	2392,8334	2282,3334	2392,8334	0
A24	Hayır	46,66667	2392,8334	2439,5001	2802,6667	2849,3334	409,8333
A25	Evet	74,66667	2392,8334	2467,5001	2392,8334	2467,5001	0
A26	Evet	63,83333	2467,5001	2531,3334	2467,5001	2531,3334	0
A27	Hayır	24,33333	2531,3334	2555,6667	2825,0001	2849,3334	293,6667
A28	Evet	59,5	2531,3334	2590,8334	2531,3334	2590,8334	0
A29	Evet	3	2590,8334	2593,8334	2590,8334	2593,8334	0
A30	Hayır	4	2593,8334	2597,8334	2845,3334	2849,3334	251,5
A31	Evet	9,666667	2593,8334	2603,5001	2593,8334	2603,5001	0
A32	Evet	21,33333	2603,5001	2624,8334	2603,5001	2624,8334	0
A33	Evet	33,33333	2624,8334	2658,1667	2624,8334	2658,1667	0
A34	Evet	46,16667	2658,1667	2704,3334	2658,1667	2704,3334	0
A35	Hayır	60,66667	2704,3334	2765,0001	2788,6667	2849,3334	84,8333
A36	Evet	23,16667	2704,3334	2727,5001	2704,3334	2727,5001	0
A37	Hayır	16,16667	2727,5001	2843,6668	2733,1667	2849,3334	5,6666
A38	Evet	27,83333	2727,5001	2755,3334	2727,5001	2755,3334	0
A39	Hayır	7	2755,3334	2762,3334	2842,3334	2849,3334	87
A40	Evet	94	2755,3334	2849,3334	2755,3334	2849,3334	0

Tablo 9*Faaliyetlerin Varyans Değerleri*

Faaliyet Kodu	İyimser Süre (o)	Optimal Süre (u)	Kötümser Süre (p)	Varyans (s²)
A1	600	620	635	34,03
A2	30	32	33	0,25
A4	100	103	103	0,25
A5	44	45	46	0,11
A6	70	77	82	4
A7	50	52	55	0,69
A8	225	225	226	0,03
A9	73	73	73	0
A10	31	34	36	0,69
A12	150	160	162	4
A14	8	8	8	0
A15	20	22	23	0,25
A17	285	294	300	6,25
A18	10	13	15	0,69
A20	410	416	416	1
A22	111	114	115	0,44
A23	100	112	115	6,25
A25	70	75	78	1,78
A26	60	64	67	1,36
A28	55	60	62	1,36
A29	1	3	5	0,44
A31	8	10	10	0,11
A32	20	20	28	1,78
A33	30	33	38	1,78
A34	40	47	49	2,25
A36	20	23	27	1,36
A38	20	29	31	3,36
A40	90	93	102	4

Tablo 10*Faaliyetlerin Temsilci Değerleri*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Firmalardan Alınan Süreler	Temsilci Değer (a+2b+c)/4
A1	-	(500,620,635) (600,620,635) (600,625,635)	593,75 618,75 621,25
A2	A1	(25,35,40) (30,32,33) (25,32,35)	33,75 31,75 31
A3	A2	(100,115,120) (110,115,120) (100,120,130)	112,5 115 117,5
A4	A2	(100,103,105)	102,75

		(100,103,103)	102,25
		(95,103,110)	102,75
A5	A4	(40,45,46)	44
		(44,45,46)	45
		(40,45,50)	45
A6	A4, A5	(70,72,80)	73,5
		(70,77,82)	76,5
		(65,77,85)	76
A7	A6	(45,52,55)	51
		(50,52,55)	52,25
		(50,55,65)	56,25
A8	A7	(220,225,230)	225
		(225,225,226)	225,25
		(225,230,235)	230
A9	A8	(70,73,75)	72,75
		(73,73,73)	73
		(73,75,82)	76,25
A10	A9	(30,34,36)	33,5
		(31,34,36)	33,75
		(31,35,40)	35,25
A11	A10	(110,115,120)	115
		(110,110,112)	110,5
		(95,110,112)	106,75
A12	A10	(150,160,165)	158,75
		(150,160,162)	158
		(140,155,160)	152,5
A13	A12	(20,23,25)	22,75
		(21,23,24)	22,75
		(15,20,25)	20
A14	A14	(5,8,10)	7,75
		(8,8,8)	8
		(8,10,12)	10
A15	A14	(20,25,30)	25
		(20,22,23)	21,75
		(15,22,25)	21
A16	A15	(330,340,342)	338
		(335,339,340)	338,25
		(330,339,350)	339,5
A17	A15	(280,290,300)	290
		(285,294,300)	293,25
		(280,294,330)	299,5
A18	A17	(10,15,17)	14,25
		(10,13,15)	12,75
		(8,13,21)	13,75
A19	A18	(100,105,110)	105
		(100,106,109)	105,25
		(95,106,114)	105,25
A20	A18	(410,420,425)	418,75
		(410,416,416)	414,5
		(405,416,420)	414,25
A21	A20	(600,621,645)	621,75
		(600,621,630)	618
		(500,620,630)	592,5
A22	A20	(110,114,120)	114,5
		(111,114,115)	113,5
		(111,116,122)	116,25
A23	A22	(100,112,120)	111
		(100,112,115)	109,75
		(95,110,115)	107,5
A24	A23	(44,46,57)	48,25

		(44,46,52)	47
		(40,43,55)	45,25
A25	A23	(70,72,78)	73
		(70,75,78)	754,5
		(65,75,80)	73,75
A26	A25	(60,62,67)	62,75
		(60,64,67)	63,75
		(55,64,70)	63,25
A27	A26	(15,25,30)	23,75
		(20,25,26)	24
		(20,22,32)	24
A28	A26	(50,60,65)	58,75
		(55,60,62)	59,25
		(50,55,63)	55,75
A29	A28	(1,3,7)	3,5
		(1,3,5)	3
		(2,3,10)	4,5
A30	A29	(2,4,8)	4,5
		(4,4,4)	4
		(4,6,10)	6,5
A31	A29	(8,12,20)	13
		(8,10,10)	9,5
		(6,10,12)	9,5
A32	A31	(12,20,28)	20
		(20,20,28)	22
		(20,23,33)	24,75
A33	A32	(30,35,40)	35
		(30,33,38)	33,5
		(25,30,35)	30
A34	A33	(40,45,50)	45
		(40,47,49)	45,75
		(35,45,50)	43,75
A35	A34	(55,60,65)	60
		(55,61,65)	60,5
		(50,61,70)	60,5
A36	A34	(20,23,32)	24,5
		(20,23,27)	23,25
		(15,20,27)	20,5
A37	A36	(10,16,25)	16,75
		(11,16,22)	16,25
		(11,14,22)	15,25
A38	A36	(20,25,35)	26,25
		(20,29,31)	27,25
		(15,29,31)	26
A39	A38	(5,6,12)	7,25
		(5,7,9)	7
		(4,7,13)	7,75
A40	A38	(90,95,110)	97,5
		(90,93,102)	94,5
		(85,90,110)	93,75

Tablo 11*Faaliyetlerin İyimseser ve Kötümseser Temsilci Değerleri*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Kötümseser Değer	Temsilci Değer (a+2b+c)/4	İyimseser Değer	Temsilci Değer (a+2b+c)/4
A1	-	(600,625,635)	621,25	(500,620,635)	593,75
A2	A1	(25,35,40)	33,75	(25,32,35)	31
A3	A2	(100,120,130)	117,5	(100,115,120)	112,5
A4	A2	(100,103,105)	102,75	((100,103,103)	102,25
A5	A4	(40,45,50)	45	(40,45,46)	44
A6	A4, A5	(70,77,82)	76,5	(70,72,80)	73,5
A7	A6	(50,55,65)	56,25	(45,52,55)	51
A8	A7	(225,230,235)	230	(220,225,230)	225
A9	A8	(73,75,82)	76,25	(70,73,75)	72,75
A10	A9	(31,35,40)	35,25	(30,34,36)	33,5
A11	A10	(110,115,120)	115	(95,110,112)	16,75
A12	A10	(150,160,165)	158,75	(140,155,160)	152,5
A13	A12	(20,23,25)	22,75	(15,20,25)	20
A14	A14	(8,10,12)	10	(5,8,10)	7,75
A15	A14	(20,25,30)	25	(15,22,25)	21
A16	A15	(330,339,350)	339,5	(330,340,342)	338
A17	A15	(280,294,330)	299,5	(280,290,300)	290
A18	A17	(10,15,17)	14,25	(10,13,15)	12,75
A19	A18	(95,106,114)	105,25	(100,105,110)	105
A20	A18	(410,420,425)	418,75	(405,416,420)	414,25
A21	A20	(600,621,645)	621,75	(500,620,630)	592,5
A22	A20	(111,116,122)	116,25	(111,114,115)	113,5
A23	A22	(100,112,120)	111	(95,110,115)	107,5
A24	A23	(44,46,57)	48,25	(40,43,55)	45,25
A25	A23	(70,75,78)	74,5	(70,72,78)	73
A26	A25	(60,64,67)	63,75	(60,62,67)	62,75
A27	A26	(20,22,32)	24	(15,25,30)	23,75
A28	A26	(55,60,62)	59,25	(50,55,63)	55,75
A29	A28	(2,3,10)	4,5	(1,3,5)	3
A30	A29	(4,6,10)	6,5	(4,4,4)	4
A31	A29	(8,12,20)	13	(6,10,12)	9,5
A32	A31	(20,23,33)	24,75	(12,20,28)	20
A33	A32	(30,35,40)	35	(25,30,35)	30
A34	A33	(40,47,49)	45,75	(35,45,50)	43,75
A35	A34	(50,61,70)	60,5	(55,60,65)	60
A36	A34	(20,23,32)	24,5	(15,20,27)	20,5
A37	A36	(10,16,25)	16,75	(11,14,22)	15,25
A38	A36	(20,29,31)	27,25	(15,29,31)	26
A39	A38	(4,7,13)	7,75	(5,7,9)	7
A40	A38	(90,95,110)	97,5	(85,90,110)	93,75

Tablo 12*Kötümser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	621,25	0	621,25	0	621,25	0
A2	33,75	621,25	655	621,25	655	0
A3	117,5	655	772,5	2782,75	2900,25	2127,75
A4	102,75	655	757,75	655	757,75	0
A5	45	757,75	802,75	757,75	802,75	0
A6	76,5	802,75	879,25	802,75	879,25	0
A7	56,25	879,25	935,5	879,25	935,5	0
A8	230	935,5	1165,5	935,5	1165,5	0
A9	76,25	1165,5	1241,75	1165,5	1241,75	0
A10	35,25	1241,75	1277	1241,75	1277	0
A11	115	1277	1392	2785,25	2900,25	1508,25
A12	158,75	1277	1435,75	1277	1435,75	0
A13	22,75	1435,75	1458,5	2877,5	2900,25	1441,75
A14	10	1435,75	1445,75	1435,75	1445,75	0
A15	25	1445,75	1470,75	1445,75	1470,75	0
A16	339,5	1470,75	1810,25	2560,75	2900,25	1090
A17	299,5	1470,75	1770,25	1470,75	1770,25	0
A18	14,25	1770,25	1784,5	1770,25	1784,5	0
A19	105,25	1784,5	1889,75	2795	2900,25	1010,5
A20	418,75	1784,5	2203,25	1784,5	2203,25	0
A21	621,75	2203,25	2825	2278,5	2900,25	7525
A22	116,25	2203,25	2319,5	2203,25	2319,5	0
A23	111	2319,5	2430,5	2319,5	2430,5	0
A24	48,25	2430,5	2478,75	2852	2900,25	421,5
A25	74,5	2430,5	2505	2430,5	2505	0
A26	63,75	2505	2568,75	2505	2568,75	0
A27	24	2568,75	2592,75	2876,25	2900,25	307,5
A28	59,25	2568,75	2628	2568,75	2628	0
A29	4,5	2628	2632,5	2628	2632,5	0
A30	6,5	2632,5	2639	2893,75	2900,25	261,25
A31	13	2632,5	2645,5	2632,5	2645,5	0
A32	24,75	2645,5	2670,25	2645,5	2670,25	0
A33	35	2670,25	2705,25	2670,25	2705,25	0
A34	45,75	2705,25	2751	2705,25	2751	0
A35	60,5	2751	2811,5	2839,75	2900,25	88,75
A36	24,5	2751	2775,5	2751	2775,5	0
A37	16,75	2775,5	2792,25	2883,5	2900,25	108
A38	27,25	2775,5	2802,75	2775,5	2802,75	0
A39	7,75	2802,75	2810,5	2892,5	2900,25	89,75
A40	97,5	2802,75	2900,25	2802,75	2900,25	0

Tablo 13*İyimser Değerlerle En Erken ve En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi (t)	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	593,75	0	593,75	0	593,75	0
A2	31	593,75	624,75	593,75	624,75	0
A3	112,5	624,75	737,25	2671,5	2784	2046,75
A4	102,25	624,75	727	624,75	727	0
A5	44	727	771	727	771	0
A6	73,5	771	844,5	771	844,5	0
A7	51	844,5	895,5	844,5	895,5	0
A8	225	895,5	1120,5	895,5	1120,5	0
A9	72,75	1120,5	1193,25	1120,5	1193,25	0
A10	33,5	1193,25	1226,75	1193,25	1226,75	0
A11	16,75	1226,75	1243,5	2767,25	2784	1540,5
A12	152,5	1226,75	1379,25	1226,75	1379,25	0
A13	20	1379,25	1399,25	2764	2784	1384,75
A14	7,75	1379,25	1387	1379,25	1387	0
A15	21	1387	1408	1387	1408	0
A16	338	1408	1746	2446	2784	1038
A17	290	1408	1698	1408	1698	0
A18	12,75	1698	1710,75	1698	1710,75	0
A19	105	1710,75	1815,75	2679	2784	968,25
A20	414,25	1710,75	2125	1710,75	2125	0
A21	592,5	2125	2717,5	2191,5	2784	66,5
A22	113,5	2125	2238,5	2125	2238,5	0
A23	107,5	2238,5	2346	2238,5	2346	0
A24	45,25	2346	2391,25	2738,75	2784	392,75
A25	73	2346	2419	2346	2419	0
A26	62,75	2419	2481,75	2419	2481,75	0
A27	23,75	2481,75	2505,5	2760,25	2784	278,5
A28	55,75	2481,75	2537,5	2481,75	2537,5	0
A29	3	2537,5	2540,5	2537,5	2540,5	0
A30	4	2540,5	2544,5	2780	2784	239,5
A31	9,5	2540,5	2550	2540,5	2550	0
A32	20	2550	2570	2550	2570	0
A33	30	2570	2600	2570	2600	0
A34	43,75	2600	2643,75	2600	2643,75	0
A35	60	2643,75	2703,75	2724	2784	80,25
A36	20,5	2643,75	2664,25	2643,75	2664,25	0
A37	15,25	2664,25	2679,5	2768,75	2784	104,5
A38	26	2664,25	2690,25	2664,25	2690,25	0
A39	7	2690,25	2697,25	2777	2784	86,75
A40	93,75	2690,25	2784	2690,25	2784	0

Tablo 14*PERT Yöntemi İçin Ortalama Değerler*

Faaliyet Kodu	Önceki Faaliyet	Firmalardan Alınan Süreler	Ortalama Değer
A1	-	(500,620,635) (600,620,635) (600,625,635)	(566.67,621.67,635)
A2	A1	(25,35,40) (30,32,33) (25,32,35)	(26.67,33,36)
A3	A2	(100,115,120) (110,115,120) (100,120,130)	(103.33,116.67,123.33)
A4	A2	(100,103,105) (100,103,103) (95,103,110)	(98.33,103,106)
A5	A4	(40,45,46) (44,45,46) (40,45,50)	(41.33,45,47.33)
A6	A4, A5	(70,72,80) (70,77,82) (65,77,85)	(68.33,75.33,82.33)
A7	A6	(45,52,55) (50,52,55) (50,55,65)	(48.33,53,58.33)
A8	A7	(220,225,230) (225,225,226) (225,230,235)	(223.33,226.67,230.33)
A9	A8	(70,73,75) (73,73,73) (73,75,82)	(72,73.67,76.67)
A10	A9	(30,34,36) (31,34,36) (31,35,40)	(30.67,34.33,37.33)
A11	A10	(110,115,120) (110,110,112) (95,110,112)	(105,111.67,114.67)
A12	A10	(150,160,165) (150,160,162) (140,155,160)	(146.67,158.33,162.33)
A13	A12	(20,23,25) (21,23,24) (15,20,25)	(18.67,22,24.67)
A14	A14	(5,8,10) (8,8,8) (8,10,12)	(3,8.67,10)
A15	A14	(20,25,30) (20,22,23) (15,22,25)	(18.33,23,26)
A16	A15	(330,340,342) (335,339,340) (330,339,350)	(331.67,339.33,344)
A17	A15	(280,290,300) (285,294,300) (280,294,330)	(281.67,292.67,310)

A18	A17	(10,15,17) (10,13,15) (8,13,21)	(9.33,13.67,17.67)
A19	A18	(100,105,110) (100,106,109) (95,106,114)	(98.33,105.67,111)
A20	A18	(410,420,425) (410,416,416) (405,416,420)	(408.33,417.33,420.33)
A21	A20	(600,621,645) (600,621,630) (500,620,630)	(566.67,620.67,635)
A22	A20	(110,114,120) (111,114,115) (111,116,122)	(110.67,114.67,119)
A23	A22	(100,112,120) (100,112,115) (95,110,115)	(98.33,111.33,116.67)
A24	A23	(44,46,57) (44,46,52) (40,43,55)	(42.67,45,54.67)
A25	A23	(70,72,78) (70,75,78) (65,75,80)	(68.33,74,78.67)
A26	A25	(60,62,67) (60,64,67) (55,64,70)	(58.33,63.33,68)
A27	A26	(15,25,30) (20,25,26) (20,22,32)	(18.33,24,29.33)
A28	A26	(50,60,65) (55,60,62) (50,55,63)	(51.67,58.33,63.33)
A29	A28	(1,3,7) (1,3,5) (2,3,10)	(1.33,3,7.33)
A30	A29	(2,4,8) (4,4,4) (4,6,10)	(3.33,4.67,7.33)
A31	A29	(8,12,20) (8,10,10) (6,10,12)	(7.33,10.67,14)
A32	A31	(12,20,28) (20,20,28) (20,23,33)	(17.33,21,29.67)
A33	A32	(30,35,40) (30,33,38) (25,30,35)	(28.33,32.67,37.67)
A34	A33	(40,45,50) (40,47,49) (35,45,50)	(38.33,45.67,49.67)
A35	A34	(55,60,65) (55,61,65) (50,61,70)	(53.33,60.67,66.67)
A36	A34	(20,23,32) (20,23,27) (15,20,27)	(18.33,22,28.67)
A37	A36	(10,16,25) (11,16,22) (11,14,22)	(10.67,15.33,23)

A38	A36	(20,25,35) (20,29,31) (15,29,31)	(18.33,27.67,32.33)
A39	A38	(5,6,12) (5,7,9) (4,7,13)	(4.67,6.67,11.33)
A40	A38	(90,95,110) (90,93,102) (85,90,110)	(88.33,92.67,107.33)

Tablo 15*En Erken Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	Faaliyet Süresi	En Erken Başlama Süresi (ES)	En Erken Bitiş Süresi (EF)
A1	(566.67,621.67,635)	0	(566.67,621.67,635)
A2	(26.67,33,36)	(566.67,621.67,635)	(593.34,654.67,671)
A3	(103.33,116.67,123.33)	(593.34,654.67,671)	(696.67,771.34,794.33)
A4	(98.33,103,106)	(593.34,654.67,671)	(691.67,757.67,777)
A5	(41.33,45,47.33)	(691.67,757.67,777)	(733,802.67,824.33)
A6	(68.33,75.33,82.33)	(733,802.67,824.33)	(801.33,878,906.66)
A7	(48.33,53,58.33)	(801.33,878,906.66)	(849.66,931,964.99)
A8	(223.33,226.67,230.33)	(849.66,931,964.99)	(1072.99,1157.67,1195.32)
A9	(72,73.67,76.67)	(1072.99,1157.67,1195.32)	(1144.99,1231.34,1271.99)
A10	(30.67,34.33,37.33)	(1144.99,1231.34,1271.99)	(1175.66,1265.67,1309.32)
A11	(105,111.67,114.67)	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1280.66,1377.34,1423.99)
A12	(146.67,158.33,162.33)	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1322.33,1424,1471.65)
A13	(18.67,22,24.67)	(1322.33,1424,1471.65)	(1341,1446,1496.32)
A14	(3,8.67,10)	(1322.33,1424,1471.65)	(1325.33,1432.67,1481.65)
A15	(18.33,23,26)	(1325.33,1432.67,1481.65)	(1343.66,1455.67,1507.65)
A16	(331.67,339.33,344)	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1675.33,1795,1851.65)
A17	(281.67,292.67,310)	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1625.33,1748.34,1817.65)
A18	(9.33,13.67,17.67)	(1625.33,1748.34,1817.65)	(1634.66,1762.01,1835.32)
A19	(98.33,105.67,111)	(1634.66,1762.01,1835.32)	(1732.99,1867.68,1946.32)
A20	(408.33,417.33,420.33)	(1634.66,1762.01,1835.32)	(2042.99,2179.34,2255.67)
A21	(566.67,620.67,635)	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2609.66,2800.01,2890.67)
A22	(110.67,114.67,119)	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)
A23	(98.33,111.33,116.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)
A24	(42.67,45,54.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2294.66,2450.34,2546.01)
A25	(68.33,74,78.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2320.32,2479.34,2570.01)
A26	(58.33,63.33,68)	(2320.32,2479.34,2570.01)	(2378.65,2542.67,2638.01)
A27	(18.33,24,29.33)	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2396.98,2566.67,2667.34)
A28	(51.67,58.33,63.33)	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2430.32,2601,2701.34)
A29	(1.33,3,7.33)	(2430.32,2601,2701.34)	(2431.65,2604,2708.67)
A30	(3.33,4.67,7.33)	(2431.65,2604,2708.67)	(2434.98,2608.67,2716)
A31	(7.33,10.67,14)	(2431.65,2604,2708.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)
A32	(17.33,21,29.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)
A33	(28.33,32.67,37.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)	(2484.64,2668.34,2790.01)
A34	(38.33,45.67,49.67)	(2484.64,2668.34,2790.01)	(2522.97,2714.01,2839.68)
A35	(53.33,60.67,66.67)	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2576.3,2774.68,2906.35)
A36	(18.33,22,28.67)	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2541.3,2736.01,2868.35)
A37	(10.67,15.33,23)	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2551.97,2751.34,2891.35)

A38	(18.33,27.67,32.33)	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2559.63,2763.68,2900.68)
A39	(4.67,6.67,11.33)	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2564.3,2770.35,2912.01)
A40	(88.33,92.67,107.33)	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)

Tablo 16*En Geç Başlama ve Bitiş Süreleri*

Faaliyet Kodu	En Geç Başlama Süresi (LS)	En Geç Bitiş Süresi (LF)	Bolluk Süresi
A1	0	(566.67,621.67,635)	0
A2	(566.67,621.67,635)	(593.34,654.67,671)	0
A3	(2544.63,2739.68,2884.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1951.29,2085.01,2213.68)
A4	(593.34,654.67,671)	(691.67,757.67,777)	0
A5	(691.67,757.67,777)	(733,802.67,824.33)	0
A6	(733,802.67,824.33)	(801.33,878,906.66)	0
A7	(801.33,878,906.66)	(849.66,931,964.99)	0
A8	(849.66,931,964.99)	(1072.99,1157.67,1195.32)	0
A9	(1072.99,1157.67,1195.32)	(1144.99,1231.34,1271.99)	0
A10	(1144.99,1231.34,1271.99)	(1175.66,1265.67,1309.32)	0
A11	(2542.96,2744.68,2893.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1367.3,1479.01,1584.02)
A12	(1175.66,1265.67,1309.32)	(1322.33,1424,1471.65)	0
A13	(2629.29,2834.35,2983.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(1306.96,1410.35,1511.69)
A14	(1322.33,1424,1471.65)	(1325.33,1432.67,1481.65)	0
A15	(1325.33,1432.67,1481.65)	(1343.66,1455.67,1507.65)	0
A16	(2316.29,2517.02,2664.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(972.63,1061.35,1156.36)
A17	(1343.66,1455.67,1507.65)	(1625.33,1748.34,1817.65)	0
A18	(1625.33,1748.34,1817.65)	(1634.66,1762.01,1835.32)	0
A19	(2549.63,2750.68,2897.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(914.97,988.67,1061.69)
A20	(1634.66,1762.01,1835.32)	(2042.99,2179.34,2255.67)	0
A21	(2081.29,2235.68,2373.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(38.3,56.34,117.34)
A22	(2042.99,2179.34,2255.67)	(2153.66,2294.01,2374.67)	0
A23	(2153.66,2294.01,2374.67)	(2251.99,2405.34,2491.34)	0
A24	(2605.29,2811.35,2953.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(353.3,406.01,462)
A25	(2251.99,2405.34,2491.34)	(2320.32,2479.34,2570.01)	0
A26	(2320.32,2479.34,2570.01)	(2378.65,2542.67,2638.01)	0
A27	(2629.63,2832.35,2978.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(250.98,289.68,340.67)
A28	(2378.65,2542.67,2638.01)	(2430.32,2601,2701.34)	0
A29	(2430.32,2601,2701.34)	(2431.65,2604,2708.67)	0
A30	(2644.63,2851.68,3000.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(212.98,247.68,292.01)
A31	(2431.65,2604,2708.67)	(2438.98,2614.67,2722.67)	0
A32	(2438.98,2614.67,2722.67)	(2456.31,2635.67,2752.34)	0
A33	(2456.31,2635.67,2752.34)	(2484.64,2668.34,2790.01)	0
A34	(2484.64,2668.34,2790.01)	(2522.97,2714.01,2839.68)	0
A35	(2594.63,2795.68,2941.34)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(71.66,81.67,101.66)
A36	(2522.97,2714.01,2839.68)	(2541.3,2736.01,2868.35)	0
A37	(2637.29,2841.02,2985.01)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(95.99,105.01,116.66)
A38	(2541.3,2736.01,2868.35)	(2559.63,2763.68,2900.68)	0
A39	(2643.29,2849.68,2996.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	(83.66,86,96)
A40	(2559.63,2763.68,2900.68)	(2647.96,2856.35,3008.01)	0

Tablo 17*Elde Edilen Sonuçların Kıyaslanması*

Kullanılan Yöntem	Proje Süresi (sn)	Kritik Yol	Standart Sapma
-	4330	Tüm faaliyetler	-
CPM	2857	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
PERT	2849,3334	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	8,8
Bulanık CPM (İyimser Çözüm)	2784	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
Bulanık CPM (Kötümser Çözüm)	2900,25	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-
Bulanık PERT	2837,4333	A1- A2- A4- A5- A6- A7- A8- A9- A10- A12- A14- A15- A17- A18- A20- A22- A23-A25- A26- A28- A29- A31- A32- A33- A34- A36- A38- A40	-

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı :Ayşegül İrem ULADI
Doğum Yeri :Kahramanmaraş
Adres :Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
İletişim :airemcot@osmaniye.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans :Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim ve Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, 2015-2018
Lisans :Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, 2010-2014

İŞ DENEYİMİ

2014-2015 :Eroğlu Giyim, Üretim Mühendisliği
2016- :Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Araştırma Görevlisi

OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: .../.../.....

Tez Başlığı: KLASİK VE BULANIK PROJE PLANLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 71 sayfalık kısmına ilişkin,/...../..... tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 'tür.

Filtreleme Tip 1 (maksimum %30)

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça dâhil,
- 3- Alıntılar dâhil.

Filtreleme Tip 2 (maksimum %10)

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dâhil,
- 4- 5 Kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı: AYŞEGÜL İREM ULADI

Öğrenci No: 15YLYBS1104

Anabilim Dalı: YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ABD

Programı: YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS

Statüsü: Y.Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.



Emin Sertaç ARI
Dr. Öğr. Üyesi

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR.



Arş Gör. Alptuğ AKSOY