

Özgün Araştırma

PROJE YÖNETİM TEKNİKLERİNİN SAĞLIK BİLİŞİM SİSTEMLERİNDE UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Orhan PARILDAR¹

Makale geliş tarihi:12.02.2019

Makale kabul tarihi:02.04.2019

ÖZET:

Günümüzde Sağlık Kurumlarının, sahip oldukları bütün kaynakları stratejik hedeflerine ulaşmak için etkin ve etkili kullanmak en öncelikli hedeflerinden biridir. Bu hedef özellikle büyük organizasyonların mali yönetiminde öne çıkmakta ve ulaşılması güç bir hedef olarak kalmaktadır. Bu hedefe ek olarak mali disiplinin sağlanması, sunulan hizmetlerin en düşük maliyetle sunulması, mali saydamlığın sağlanması, politikaların üretimi ve yönetiminde hesap verme sorumluluğunun geliştirilmesi ideal mali yönetimin hedefleri ve nitelikleri arasında olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir. Bu stratejik hedeflerin verimli bir şekilde yerine getirilmesi için sağlık bilişim sistemleri ile desteklenmesi gerekmektedir. T.C. Sağlık Bakanlığının mevcut durumda kullanmış olduğu Yatırım Takip Sistemi; “Kurumsal Yatırım Takip Sistemi”, “Yatırım Takip Sistemi Mobil Erişim” ve “Yatırım Takip Sistemi Web Sitesi Entegrasyon Bileşenleri” kısımlarından oluşmaktadır. Kurum personeli ve yetki verilmiş diğer kamu kurum ve kuruluş personelleri tek kullanıcı adı ve şifre kullanarak bu üç kısımda oturum açarak gerekli güncelleme ve erişimi sağlamaktadırlar. Bu sayede, stratejik mali hedeflerini takip ve değerlendirmesini yapabilmektedir. Bu çalışmada, Kurumun taşra birimleri web üzerinden çalışan mevcut yazılımı kullanarak yetkili oldukları formlar üzerinde kendi yetki çerçeveleri dâhilinde görüntüleme ve güncelleme talebi olması durumunda ortaya çıkacak projenin, Kritik Yol Metodu ile şebeke çizimi, şebeke hesapları ve zaman çizelgelemesi ile projenin kısaltılması (hızlandırılması) ve zaman-maliyet analizi yapılmasının mümkün olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca projenin tamamlanma zamanı ile istenilen “t” tamamlanma zamanı için Doğrusal Programlama ile modellenip ve LINDO ile çözümü yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proje Yönetimi, Kritik Yol Yönetimi, Zaman ve Maliyet Analizi, Doğrusal Programlama

A STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES IN HEALTH INFORMATION SYSTEMS

ABSTRACT:

Today, the most important goals of the Health Institutions are to use all the resources they have in an effective and efficient way to achieve their strategic goals. This target is particularly prominent in the financial management of large organizations and remains a hard to reach target. In addition to this objective, it is accepted by everyone that financial discipline is among the objectives and qualifications of ideal financial management,

¹ TC Sağlık Bakanlığı, Ankara/Türkiye

Sorumlu yazar: Orhan PARILDAR, orhan.parildar@saglik.gov.tr

providing financial services, providing financial transparency, ensuring financial transparency, developing accountability in policy production and management. These strategic objectives need to be supported by health information systems in order to perform efficiently. Republic of Turkey Ministry of Health has used the Investment Tracking System current situation in consists of Corporate Investment Tracking System, Mobile Access and Investment Tracking System and Investment Tracking System Website Integration Components section. The personnel of the institution and other authorized public institution and institution personnel can log in these three parts by using a single user name and password and provide the necessary update and access. In this way, it is able to follow and evaluate its strategic financial targets. In this study, if the provincial units of the Authority use the existing software running on the web, the project to be displayed in the framework of their authority within the framework of their authorization and update request, the project will be started by network drawing, network calculations and time scheduling with the Critical Path Method. It is shown that it is possible to make a cost analysis. In addition, with the completion time of the project and the desired time of completion of the model with Linear Programming and LINDO solution was made.

Keywords: Project Management, Critical Path Management, Time and Cost Analysis, Linear Programming

GİRİŞ

Herhangi bir yöneticinin üstlenebileceği en zorlu işlerden biri, organizasyonda sayısız faaliyetin koordine edilmesini gerektiren büyük ölçekli bir projenin yönetimidir. Tüm bu faaliyetlerin nasıl koordine edileceğinin planlanmasında, gerçekçi bir program geliştirilmesinde ve daha sonra projenin ilerlemesinin izlenmesinde sayısız ayrıntıya dikkat edilmelidir. Neyse ki, proje yöneticilerine bu sorumlulukları yerine getirmelerinde yardımcı olmak için PERT (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) ve CPM (Kritik Yol Yöntemi) ile yakından ilgili iki şebeke analiz tekniği vardır. Bu teknikler, tüm faaliyetlerin koordinasyonunu planlamak ve göstermek için şebekeyi yoğun şekilde kullanır. Ayrıca normalde program bilgilerini geliştirmek için gereken tüm verileri ele almak ve ardından projenin ilerlemesini izlemek için bir yazılım paketi kullanırlar. MS Project gibi bir proje yönetimi yazılımı bu amaçlar için artık yaygın olarak bulunmaktadır (Hillier ve Lieberman, 2001).

CPM (Kritik Yol Yöntemi) ve PERT (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği), projelerin planlanmasına, programlanmasına ve kontrolüne yardımcı olmak için tasarlanmış şebeke tabanlı yöntemlerdir. Bir proje, her bir faaliyetin zaman ve kaynak harcadığı ile ilişkili faaliyetlerin bir koleksiyonu olarak tanımlanır. CPM ve PERT 'nin amacı, faaliyetleri planlamak için analitik araçlar sağlamaktır. İlk olarak, projenin faaliyetleri, öncelikli ilişkileri ve zaman gereksinimleri belirlenir. Daha sonra, faaliyetler arasındaki öncelik ilişkileri bir şebeke ile temsil edilir. Üçüncü adımda, proje için zaman çizelgesi geliştirmek üzere özel hesaplamalar yapılır. Projenin fiili yürütülmesi sırasında, bazı faaliyetler hızlandırılıp geciktirilebileceğinden, işler planlandığı gibi ilerleyemeyebilir. Bu olduğunda, zamanlama gerçekleri yansıtacak şekilde gözden geçirilmelidir. Bağımsız olarak geliştirilen iki teknik olan CPM ve PERT, CPM'nin deterministik aktivite sürelerini varsaydığı ve PERT olasılıklı süreleri varsayar (Taha, 2007).

Şebeke modelleri, birçok faaliyetten oluşan büyük karmaşık projelerin planlanmasında yardımcı olarak kullanılabilir. Her bir aktivitenin süresi kesin olarak biliniyorsa, bir projeyi tamamlamak için gereken süreyi belirlemek için kritik yol metodu (CPM) kullanılabilir. CPM ayrıca, projenin tamamlanmasını geciktirmeden projedeki her bir aktivitenin ne kadar gecikeceğini belirlemek için de kullanılabilir. CPM, 1950'lerin sonunda DuPont ve Sperry Rand'daki araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Faaliyetlerin süresi kesin olarak bilinmiyorsa, projenin belirli bir son tarihte tamamlanma olasılığını tahmin etmek için Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) kullanılabilir. PERT, 1950'lerin sonunda Polaris füzesinin geliştirilmesinde çalışan danışmanlar tarafından geliştirilmiştir (Winston ve Goldberg, 2004).

Projeler çok sayıda faaliyetten oluşabilirler ve proje yöneticileri genellikle şu sorulara cevap verebilmek için kendilerine cevap verecek metotlara ihtiyaç duyarlar (Aygüneş vd., 2001; Hillier ve Lieberman, 2001).

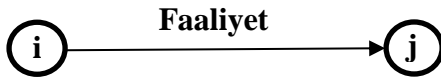
1. Projenin tamamlanması için gerekli süre ne kadardır?
2. Her faaliyetin başlangıç ve bitiş tarihleri nelerdir?
3. Projenin zamanında tamamlanabilmesi için, hangi faaliyetler kritiktir ve planlanan süre içerisinde tamamen bitirilmelidir?
4. Hangi faaliyetler kritik değildir ve projenin süresini geciktirmeyecek şekilde bu faaliyetlerin süreleri ne kadar uzatılabilir?

MATERYAL VE YÖNTEM

Her proje, proje şebekesi olarak adlandırılan grafiklerle gösterilir. Şebekeler iki türlü çizilebilir (Hillier ve Lieberman, 2001; Aygüneş vd., 2001):

1. Faaliyetin oklarla gösterildiği şebekeler (*AOA: Activity on Arc*)
2. Faaliyetin düğümlerle gösterildiği şebekeler (*AON: Activity on Node*)

Burada birincisi üzerinde durulacak, yani faaliyetler oklarla gösterilecektir. Bu şekilde hazırlanan şebekelerde, her bir düğüm, faaliyetin başlangıç ve bitiş zamanlarını gösterir ve “olay” olarak adlandırılırlar. Okların uzunluğu ile faaliyet süresi arasında ilişki yoktur. Oklar düz, kırık veya eğri bir çizgi ile gösterilebilir. Olay faaliyet ilişkisi aşağıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Olay faaliyet ilişkisi

Şebeke Çiziminde Dikkat Edilecek Hususlar

Olaylar (Düğüm) faaliyetlerin (Okların) başlangıç ve bitişlerini gösterirler ve projenin ilk düğümden itibaren ileri doğru arttırılarak numaralandırılır. Bitiş Düğümüne başlangıç düğümden daha büyük numara verilir. Bir olayın tamamlanması ancak o olaya yönlendirilen faaliyetlerin tamamının tamamlanmasıyla gerçekleşir. Herhangi bir projenin şebekesi çizilirken dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bunlar aşağıda sunulmuştur (Winston ve Goldberg, 2004; Taha, 2007).

1. İki düğüm ile birden fazla faaliyet gösterilemez. Böylece her faaliyetin bolluğu görülebilir.
2. Birden fazla faaliyetin bazı faaliyet veya faaliyetlerin tamamlanmasından sonra birlikte başlaması ve hepsi bittikten sonra diğer bazı faaliyetlerin başlamasının gösterilmesi isteniyorsa kukla faaliyetler kullanılır.
3. Projenin normalde yalnız bir başlangıç ve yalnız bir bitiş düğümü olmalıdır.
4. Faaliyetler arasında eksik veya fazla ilişki kurulmamalıdır.
5. Öncelik ilişkisinin doğru olarak sağlanmasına dikkat edilmelidir.

Olay Zamanları

j olayının “en erken olay zamanı”, ET_j bu olayın gerçekleşebileceği en erken zamandır. Proje şebekesi içinde yer alan bütün olaylar için en erken olay zamanları, başlangıç düğümden itibaren ileri doğru aşağıdaki formül kullanarak hesaplanır (Winston ve Goldberg, 2004).

$$ET_j = \max_i \{ET_i + t_{ij}\} \quad (1)$$

t_{ij} = i ve j olaylarının arasında yer alan faaliyetin tamamlanma süresi

i = sırasıyla j olayında sona eren bütün faaliyetlerin başlangıç olay numarası

i olayının “en geç olay zamanı”, LT_i proje süresini geciktirmeyecek şekilde bu olayın gerçekleşebileceği en geç zamandır. Proje şebekesi içinde yer alan bütün olaylar için en geç

olay zamanları, projenin son olayından itibaren geriye doğru aşağıdaki formülü kullanarak hesaplanır (Winston ve Goldberg, 2004).

$$ET_i = \min_j \{LT_j - t_{ij}\} \quad (2)$$

t_{ij} = i ve j olaylarının arasında yer alan faaliyetin tamamlanma süresi
 j = sırasıyla i olayında başlayan bütün faaliyetlerin bitiş olay numarası

Kritik Yol

Projenin tamamlanması demek, projedeki bütün faaliyetlerin tamamen bitmiş olması demektir. O halde projenin süresi direkt olarak en uzun yolun süresine eşit olacaktır. Aksi halde bazı faaliyetler henüz tamamlanmamış olacaktır. Süresi en uzun olan bu yolda kritik yol (yörünge), bu yol üzerindeki faaliyetlere kritik faaliyet adı verilir. Kritik yolların sürelerine ilişkin olarak kritik yol ile ilgili yapılan bu tanım her zaman yeterli olmamaktadır. Kritik yolun kesin olarak belirlenebilmesi için yukarıdaki En erken olay zamanı ile En geç olay zamanı hesaplamaların yapılması gerekmektedir (Aygüneş vd., 2001).

Faaliyetlerin Bollukları

Kritik olmayan faaliyetler bolluklu faaliyetlerdir. Bolluklar faaliyetin kapasite fazlalığından kaynaklanır. Optimum yatırım süresinin bulunmasında, kaynak dengelemesinde, proje süresinin uzatılmasında, başlangıç ve bitiş düğümleri arasındaki k 'ıncı uzun yolun bulunmasında kullanılabilir. Aşağıda toplam bolluk ve serbest bolluk hesapları anlatılmıştır (Aygüneş vd., 2001):

1. Toplam Bolluk (TB): Bir projenin tamamlanma zamanı geciktirmeden, (diğer hiçbir faaliyetin gecikmeyeceği varsayılarak) bir faaliyetin başlama ve bitişinin gecikebileceği süredir. Bir başka ifade ile bir projenin tamamlanma zamanını geciktirmeden bir faaliyetin uzatılabileceği süredir.

$$TB_{ij} = LT_j - ET_i - t_{ij}, (j>i) \quad (3)$$

2. Serbest Bolluk (SB): İzleyen herhangi bir faaliyetin en erken başlama zamanını geciktirmeden bir faaliyetin başlama ve bitişinin (veya süresinin) gecikebileceği süredir.

$$SB_{ij} = ET_j - ET_i - t_{ij}, (j>i) \quad (4)$$

Zaman ve Maliyet Analizi

Zaman maliyet analizinin hedefi yoğun kaynak tahsisinin maliyeti arttırıcı ve proje tamamlanma zamanını azaltıcı etkisinden yararlanarak en düşük maliyetli proje planını gerçekleştirmektir. Kaynakların darboğaz oluşturan faaliyetlere aktarılması, bu faaliyetlerin öncelikle CPM ile belirlenmesi, dolayısıyla projenin tamamlanma süresi ile ilgili analiz yapma olanağına sahip olunması sağlanmaktadır. Faaliyet sürelerinin kısaltılması sonucu oluşacak maliyetlerdeki farklılaşma aşağıda sunulmuştur. Kullanılan parametreler (Hillier ve Lieberman, 2001; Aygüneş vd., 2001):

- t_{ij} = (i, j) faaliyetinin normal zamanı
 t'_{ij} = (i, j) faaliyetinin hızlandırılmış (sıkıştırılmış) zamanı
 C_{ij} = (i, j) faaliyetinin normal maliyeti
 C'_{ij} = (i, j) faaliyetinin hızlandırılmış (sıkıştırılmış) maliyeti

$$S_{ij} = \frac{C_{ij} - C'_{ij}}{t_{ij} - t'_{ij}} \quad (5)$$

Faaliyetlerin Tanımlanması

T.C. Sağlık Bakanlığının hali hazırda kullandığı Sağlık Bilişim Sistemlerinden biri olan Yatırım Takip Sistemine (YTS) taşrada veri girişi için mevcut sisteme ek modül kurulacağını varsayarak, bu proje ile ilgili faaliyetleri, öncül faaliyetleri ve kaynakları ile tahmini maliyetler Tablo 1' de olduğu gibi sıralayalım.

1. Verilerin Taşınması (A): Faaliyet yapan işyerleri hakkındaki verilerin sunucu vasıtasıyla merkeze alınması.
2. İçeriğin İncelenmesi (B): Yatırım takip sisteminin bakım ve güncelleme faaliyetlerinin belirlenmesi.
3. Sistemin İncelenmesi (C): Mevcut halihazırda olan yatırım takip sisteminin incelenmesi.
4. Hosting ve Domain Başvurusu (D): Hazırlanan sitenin web ortamında yayınlanması için gereken adres ve web alanının alınması için yapılan başvuru işlemidir.
5. Data ve Form Güncellemesi (E): Mevcut sistem üzerinde eklenecek ve çıkacak yeni veri alanlarının tasarlanması.
6. İl Raporlarının Tasarlanması (F): Her ilde meydana gelen inşaat işlerinin ihale, arsa ve mimarlık ile ilgili bilgileri içeren teknik raporların tasarlanması.
7. Çarşaf Listelerinin Hazırlanması (G): Güncel verileri de içeren inşaatlar ile ilgili rapor ve çarşaf listelerin alınması ve değerlendirilmesi.
8. Yönetici Ekranının Tasarlanması (H): Kurumun üst yöneticisine mali yılda devam eden inşaat durumlarının ödenek, yüklenici durumu ve fiziki durumu hakkında alanlarının veri üzerinden sunumunun tasarlanması.
9. Acil Raporların Teslimi (I): Projenin gidişatı hakkında bilgilendirme
10. Pivot Analizi ve Ek Rapor (İ): Projenin pilot il ve/veya illerde pivot analizi çalışması ve yönetici isteklerine göre ek raporlarının tasarımı.
11. Yönetici Ekranının Test Kullanımının Başlangıcı (J): Tasarlanan yönetici ekranın kullanılması ve test edilmesi.
12. Taşra Pilot Kullanımının Başlaması (K): İllerden veri girişine açılması.
13. Teslim ve Kabul Şartının Başlangıcı (L): Projenin teslim ve kabul şartlarının belirlenmesi
14. İyileştirme Sürecinin Başlangıcı (M): Proje ile ilgili iyileştirme sürecinin başlaması ve eksiklerin giderilmesi.
15. Muayene Komisyonu (N): Proje ile ilgili ödemenin yapılabilmesi için kurulacak muayene teşkilatının kurulması ve görevlendirilmesi.
16. Eğitim (O): Yatırım takip sisteminin kullanımı hakkında taşradaki personele ve yöneticilere eğitim verilmesi.

Tablo 1. Proje Faaliyet Tablosu

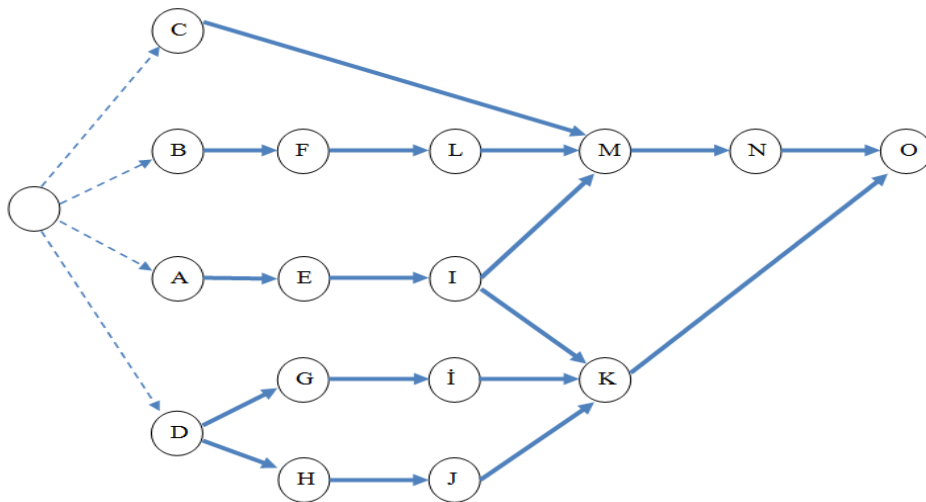
Faaliyetler	Öncüller	Zamanlar (Gün)	Kaynaklar
A	--	5	Y
B	--	1	2E
C	--	8	E
D	--	3	Y
E	A	1	E
F	B	1	2E
G	D	2	3E
H	D	4	Y;2E
I	E	7	3E
İ	G	1	Y
J	H	1	E
K	I;İ;J	1	Y
L	C;F;I	4	2E
M	L	24	Y
N	M	1	E
O	K;N	0.5	2E

*Y: Yazılım Mühendisi / E: Endüstri Mühendisi

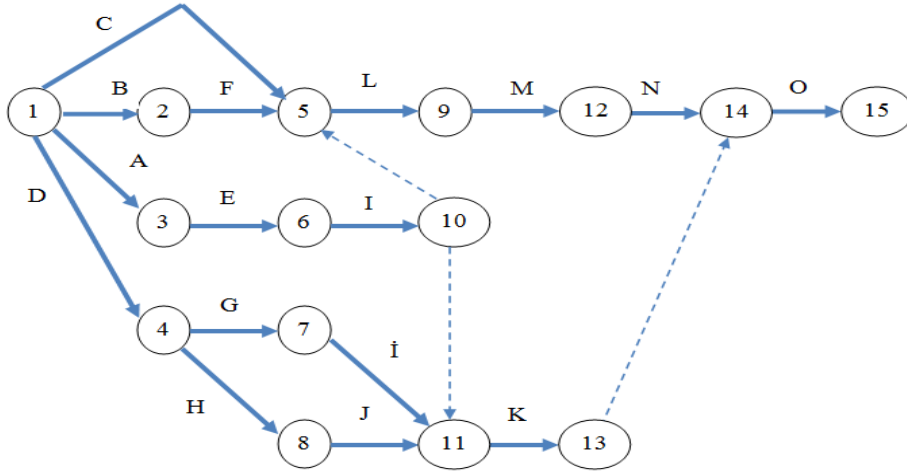
BULGULAR

Proje Şebekesinin Oluşturulması

Proje süresinin ve kritik faaliyetlerin belirlenmesi, proje şebekesinin doğru olarak çizilmesine bağlıdır. Özellikle kukla (boş) faaliyetlerin kullanılması durumunda proje şebekesinin çizilmesi önem kazanmaktadır. Projenin şebekesi iki şekilde çizilir: Faaliyetlerin düğümlere atandığı durumda şebeke çizimi Şekil 1’de ve Faaliyetlerin oklara atandığı durumda şebeke çizimi ise Şekil 2’de gösterilmiştir.

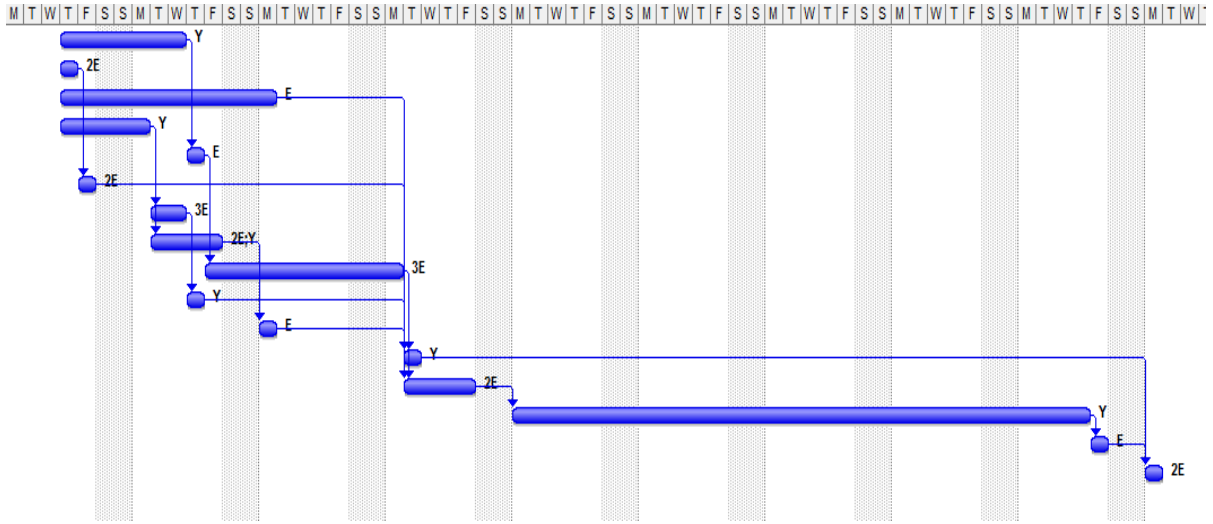


Şekil 2. Faaliyetlerin düğümlere atandığı durumda



Şekil 3. Faaliyetlerin oklara atandığı durumda

Projenin MS Project programında GANTT CHART görüntüsü Şekil 3.'de gösterilmiştir.



Şekil 4. MS PROJECT programında GANTT CHART görüntüsü

Projenin Tamamlanma Süresi ve Kritik Yolun Bulunması

Projenin en erken tamamlanma zamanı (E_j) Tamamlanma zamanı Tablo 2.'de ve projenin en geç tamamlanma zamanı (L_i) Tablo 3.'de hesaplanmıştır.

Tablo 2. Projenin En Erken Tamamlanma Zamanının Hesaplanması

E_j	Formül	Hesaplama	Sonuç
E_1	$E_1=0$	0	0
E_2	E_1+t_{12}	$0+1$	1
E_3	E_1+t_{13}	$0+5$	5
E_4	E_1+t_{14}	$0+3$	3
E_5	$\text{Max}\{E_1+t_{15}, E_2+t_{25}, E_{10}+t_{510}\}$	$\text{Max}\{0+8, 1+1, 13+0\}$	13
E_6	E_3+t_{36}	$5+1$	6
E_7	E_4+t_{47}	$3+2$	5

E ₈	E ₄ +t ₄₈	3+4	7
E ₉	E ₅ +t ₅₉	13+4	17
E ₁₀	E ₆ +t ₆₁₀	6+7	13
E ₁₁	Max{E ₇ +t ₇₁₁ , E ₈ +t ₈₁₁ , E ₁₀ +t ₁₀₁₁ }	Max{5+1, 7+1, 13+0}	13
E ₁₂	E ₉ +t ₉₁₂	17+24	41
E ₁₃	E ₁₁ +t ₁₁₁₃	13+1	14
E ₁₄	Max{E ₁₂ +t ₁₂₁₄ , E ₁₃ +t ₁₃₁₄ }	Max{41+1, 14+0}	42
E ₁₅	E ₁₄ +t ₁₄₁₅	42+0.5	42.5

Tablo 3. Projenin En Geç Tamamlanma Zamanının Hesaplanması

L _j	Formül	Hesaplama	Sonuç
L ₁₅	L ₁₅ =E ₁₅	42,5	42,5
L ₁₄	L ₁₅ -t ₁₄₁₅	42,5-0,5	42
L ₁₃	L ₁₄ -t ₁₃₁₄	42-0	42
L ₁₂	L ₁₄ -t ₁₂₁₄	42-1	41
L ₁₁	L ₁₃ -t ₁₁₁₃	42-1	41
L ₁₀	Min{L ₅ -t ₅₁₀ , L ₁₁ -t ₁₀₁₁ }	Min{13-0, 41-0}	13
L ₉	L ₁₂ -t ₉₁₂	41-4	17
L ₈	L ₁₁ -t ₈₁₁	41-1	40
L ₇	L ₁₁ -t ₇₁₁	41-1	40
L ₆	L ₁₀ -t ₆₁₀	13-7	6
L ₅	L ₉ -t ₅₉	17-4	13
L ₄	Min{L ₇ -t ₄₇ , L ₈ -t ₄₈ }	Min{40-2, 40-4}	36
L ₃	L ₆ -t ₃₆	6-1	5
L ₂	L ₅ -t ₂₅	13-1	12
L ₁	Min{L ₂ -t ₁₂ , L ₃ -t ₁₃ , L ₄ -t ₁₄ , L ₅ -t ₁₅ }	Min{12-1, 5-5, 36-3, 13-8}	0

E ve L değerleri birbirine eşit olan faaliyetler kritik yol üzerinde bulunmaktadır. Ayrıca E₁₅ ve L₁₅ değerleri projenin tamamlanma zamanını vermektedir. Projenin Tamamlanma zamanı 42,5 gündür. E_j ve L_i değerlerinin karşılaştırılması aşağıdaki Tablo 4 sunulmuştur.

Tablo 4. E ve L Değerlerinin Karşılaştırılması

E DEĞERİ	L DEĞERİ
E ₁ = 0	L ₁ = 0
E ₂ = 1	L ₂ = 12
E ₃ = 5	L ₃ = 5
E ₄ = 3	L ₄ = 36
E ₅ = 13	L ₅ = 13
E ₆ = 6	L ₆ = 6
E ₇ = 5	L ₇ = 40
E ₈ = 7	L ₈ = 40
E ₉ = 17	L ₉ = 17
E ₁₀ = 13	L ₁₀ = 13
E ₁₁ = 13	L ₁₁ = 41
E ₁₂ = 41	L ₁₂ = 41
E ₁₃ = 14	L ₁₃ = 42
E ₁₄ = 42	L ₁₄ = 42
E ₁₅ = 42,5	L ₁₅ = 42,5

Kritik Yol: 1 – 3 - 6 - 10 – 5 – 9 - 12 - 14 – 15, **Kritik Faaliyetler:** A - E - I - L - M - N - O

Bollukların Hesaplanması

Proje süresini uzatmadan bir faaliyetin ertelenebileceği en uzun süreye toplam bolluk adı verilir. Kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlerin toplam bollukları sıfırdır. Yatırım Takip Sistemi için yapılan toplam bolluk hesaplamaları aşağıda Tablo 5’te gösterilmektedir.

Tablo 5. Toplam Bolluk

Faaliyet	Formül	Hesaplama	TB _{ij} Değeri
A(1-3)	L ₃ -E ₁ -t ₁₃	5-0-5	0
B(1-2)	L ₂ -E ₁ -t ₁₂	12-0-1	11
C(1-5)	L ₅ -E ₁ -t ₁₅	13-0-8	5
D(1-4)	L ₄ -E ₁ -t ₁₄	36-0-3	33
E(3-6)	L ₆ -E ₃ -t ₃₆	6-5-1	0
F(2-5)	L ₅ -E ₂ -t ₂₅	13-1-1	11
G(4-7)	L ₇ -E ₄ -t ₄₇	40-3-2	35
H(4-8)	L ₈ -E ₄ -t ₄₈	40-3-4	33
I(6-10)	L ₁₀ -E ₆ -t ₆₁₀	13-6-7	0
İ(7-11)	L ₁₁ -E ₇ -t ₇₁₁	41-5-1	35
J(8-11)	L ₁₁ -E ₈ -t ₈₁₁	41-7-1	33
K(11-13)	L ₁₃ -E ₁₁ -t ₁₁₁₃	42-13-1	28
L(5-9)	L ₉ -E ₅ -t ₅₉	17-13-4	0
M(9-12)	L ₁₂ -E ₉ -t ₉₁₂	41-17-24	0
N(12-14)	L ₁₄ -E ₁₂ -t ₁₂₁₄	42-41-1	0
O(14-15)	L ₁₅ -E ₁₄ -t ₁₄₁₅	42.5-42-0.5	0

Bir faaliyetin ardılının başlamasını etkilemeden ertelenebileceği en uzun süreye serbest bolluk adı verilir. Projenin serbest bolluk hesaplamaları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Serbest Bolluk

Faaliyet	Formül	Hesaplama	SB _{ij} Değeri
A(1-3)	E ₃ -E ₁ -t ₁₃	5-0-5	0
B(1-2)	E ₂ -E ₁ -t ₁₂	1-0-1	0
C(1-5)	E ₅ -E ₁ -t ₁₅	13-0-8	5
D(1-4)	E ₄ -E ₁ -t ₁₄	3-0-3	0
E(3-6)	E ₆ -E ₃ -t ₃₆	6-5-1	0
F(2-5)	E ₅ -E ₂ -t ₂₅	13-1-1	11
G(4-7)	E ₇ -E ₄ -t ₄₇	5-3-2	0
H(4-8)	E ₈ -E ₄ -t ₄₈	7-3-4	0
I(6-10)	E ₁₀ -E ₆ -t ₆₁₀	13-6-7	0
İ(7-11)	E ₁₁ -E ₇ -t ₇₁₁	13-5-1	7
J(8-11)	E ₁₁ -E ₈ -t ₈₁₁	13-7-1	5
K(11-13)	E ₁₃ -E ₁₁ -t ₁₁₁₃	14-13-1	0
L(5-9)	E ₉ -E ₅ -t ₅₉	17-13-4	0
M(9-12)	E ₁₂ -E ₉ -t ₉₁₂	41-17-24	0
N(12-14)	E ₁₄ -E ₁₂ -t ₁₂₁₄	42-41-1	0
O(14-15)	E ₁₅ -E ₁₄ -t ₁₄₁₅	42.5-42-0.5	0

Projenin Tamamlanma Zamanının LP Modeli ve LINDO Çözümü

Projenin kritik yolunu bulmak için aşağıdaki gibi doğrusal programlama matematiksel modeli yazılabilir. Model çözümü Ek-1 verilmiştir.

min x_{15}

St

$x_2 - x_1 > 1$, $x_3 - x_1 > 5$, $x_4 - x_1 > 3$, $x_5 - x_1 > 8$, $x_5 - x_2 > 1$, $x_6 - x_3 > 1$, $x_7 - x_4 > 2$, $x_8 - x_4 > 4$,
 $x_9 - x_5 > 4$, $x_{10} - x_6 > 7$, $x_{11} - x_7 > 1$, $x_{11} - x_8 > 1$, $x_{12} - x_9 > 24$, $x_5 - x_{10} > 0$, $x_{11} - x_{10} > 0$, $x_{13} - x_{11} > 1$, $x_{14} - x_{12} > 1$, $x_{14} - x_{13} > 0$, $x_{15} - x_{14} > 0.5$

$x_j \geq 0$ (j=1,2,3,...,15)

Projenin Kısaltılması (Hızlandırılması) ve Zaman-Maliyet Analizi

Kaynakların istenen miktarda ve zamanda hazır olması gerekir. Bunların hazır olmaması halinde faaliyetlerde gecikmeler olacak ve dolayısıyla proje süresi ve maliyet artacaktır. Eldeki kaynakların çoğu zaman sınırlı olduğu ve her kaynağın bir maliyet unsuru olduğu göz önüne alınınca kaynakların projenin başarısı açısından önemli olduğu ortaya çıkar. Sınırlı kaynakların kullanıldığı projelerde gerçekçi çizelge elde etmek için kaynakların dengeli şekilde dağıtımına yönelik işlemlerin yapılması gerekmektedir.

Projede, sınırsız kaynaklar: Projedeki sınırsız kaynakları endüstri mühendisleri oluşturmaktadır. Çünkü danışmanlık kurumun kendi personeli olduğu varsayılsın, sınırsız kaynaklar "E" ile gösterilmiştir. Sınırlı kaynaklar: Projedeki sınırlı kaynakları olarak yazılım mühendisidir. Çünkü dışarıdan kiralanmaktadırlar. Sınırlı kaynaklar "Y" ile gösterilmiştir.

Kaynak dengelemede öncelikle sınırlı kaynaklardan yola çıkarak dengeleme yapmamız gerekir. Çünkü maliyeti yüksek olan sınırlı kaynakların öncelikle dengelenmesi daha mantıklı olacaktır. Projemizde dengeleme toplam bolluk olan faaliyetlerin kaydırılması yöntemiyle yapılmıştır. Kritik yol üzerindeki faaliyetlerin toplam bollukları sıfır olduğu için kaynak dengeleme sırasında o faaliyetleri kaydıramıyoruz. Kaynak Dengele grafiği Ek-2'de sunulmuştur.

Sınırsız kaynak E'nin günlük ücreti: 150 TL ve Sınırlı Kaynak Y'nin Günlük Ücreti: 130 TL olduğunu varsayalım. Dengeleme sonrası E kaynağımızın günlük personel maliyeti üzerinden ise 4 personel azaltılmıştır ve projenin toplam maliyeti üzerinden 600 TL düşmüştür. Eğer kurumda 1 yazılım mühendisinin çalıştığı varsayılırsa dengeleme öncesi ve sonrası günlük yazılım mühendisine olan toplam talep değişmemiştir.

Projenin süresini kritik yol veya yollar belirlediğinden, ancak kritik faaliyetlerin kısaltılması proje süresini kısaltabilir. Kritik olmayan bir faaliyeti kısaltmak proje süresini değiştirmeyecek, sadece projenin toplam maliyetini artıracaktır. Tablo 7'de projenin zaman ve maliyet açısından eğimi sadece kritik yol için değil hesaplanması örnek teşkil etmesi için her bir faaliyet için hesaplanmıştır.

Tablo 7. Faaliyetlerin Zaman ve Maliyet Açısından Eğimi

Faaliyet		Zaman (Gün)		Maliyet (TL)		S _{ij} (TL/GÜN)
		Normal	Hızlandırılmış	Normal	Hızlandırılmış	
1-3	A	5	3	1440	2000	280
1-2	B	1	0.5	1440	1800	720
1-5	C	8	5	720	1200	160
1-4	D	3	2	900	1000	100
3-6	E	1	0.5	4320	4800	960
2-5	F	1	0.5	1440	1880	880
4-7	G	2	1	1680	1980	300
4-8	H	4	2	1920	2400	240
6-10	I	7	5	700	900	100
7-11	İ	1	0.5	480	720	480
8-11	J	1	0.5	480	720	480
11-13	K	1	0.5	240	360	240
5-9	L	4	3	2400	2700	300
9-12	M	24	23	3600	3750	150
12-14	N	1	0.5	500	750	500
14-15	O	0.5	0.5	360	360	0

Projenin İstenilen “T” zamanında LP Modeli ve LINDO Çözümü

Projenin belirlenen süre için içerisinde minimum maliyetle bitirilmesini sağlamak için kullanılacak optimizasyon tekniklerinden biri olan doğrusal programlama modelinin aşağıdaki gibidir. Matematiksel modelin LINDO ile çözümü EK-3’de gösterilmiştir..

$$\min Z = 280A + 720B + 160C + 100D + 960E + 880F + 300G + 240H + 100I + 480İ + 480J + 240K + 300L + 150M + 500N + 0O$$

St

$$X3 - X1 + A \geq 5, X2 - X1 + B \geq 1, X5 - X1 + C \geq 8, X4 - X1 + D \geq 3, X6 - X3 + E \geq 1, X5 - X2 + F \geq 1$$

$$X7 - X4 + G \geq 2, X8 - X4 + H \geq 4, X10 - X6 + I \geq 7, X11 - X7 + İ \geq 1, X11 - X8 + J \geq 1, X13, X11 + K \geq 1, X9 - X5 + L \geq 4, X12 - X9 + M \geq 24, X14 - X12 + N \geq 1, X15 - X14 + O \geq 0,5$$

$$A \leq 2, B \leq 0,5, C \leq 3, D \leq 1, E \leq 0,5, F \leq 0,5, G \leq 1, H \leq 2, I \leq 2, İ \leq 0,5, J \leq 0,5, K \leq 0,5, L \leq 1, M \leq 1, N \leq 0,5, O \leq 0$$

$$X1 \geq 0, X2 \geq 0, X3 \geq 0, X4 \geq 0, X5 \geq 0, X6 \geq 0, X7 \geq 0, X8 \geq 0, X9 \geq 0, X10 \geq 0, X11 \geq 0, X12 \geq 0, X13 \geq 0, X14 \geq 0, X14 \leq 35,5$$

End

SONUÇ VE ÖNERİLER

T.C. Sağlık Bakanlığının stratejik mali hedefleri etkin ve verimli yönetmek amacıyla kullandığı sağlık bilişim sistemlerinden biri olan Yatırım Takip Sistemine gelecek dönemlerde Bakanlığın taşra teşkilatı kullanıcılarının veri girişi için ek bir modül açması durumunda Proje Yönetim Tekniklerini kullanarak projenin nasıl gerçekleştirileceğine dair bir çalışma yapılmıştır.

Proje 16 faaliyetten oluşmaktadır. Proje için gerekli olan faaliyetler, öncüller, zamanlar, kaynaklar ve tahmini maliyetler göz önünde bulundurularak proje için tamamlanma zamanı, kritik yolu, bollukları, kaynak dengeleme çizelgeleri, zaman maliyet analizi tabloları oluşturulmuştur.

Projenin tamamlanma zamanı 42.5 gündür. Proje için yaklaşık personel maliyeti 14.720 TL'dir. Projede yer alan sınırlı ve sınırsız kaynakların dengelenmesinde toplam bolluklar dikkate alınarak GANT şeması üzerinde faaliyet kaydırmaları gerçekleştirilmiştir. Projede yapılan kaynak dengeleme sonrası E tipi kaynakta olan yığılmalar bir miktar azaltılarak maliyeti azaltıcı bir dengeleme yapılmıştır ve toplamda kuruma 600 TL kar sağlanmıştır. Bunun yanında projenin tamamlanma zamanında bozulma olmamıştır. Ayrıca projenin tamamlanma zamanı ve istenilen “T” tamamlanma zamanına göre yapılan zaman maliyet analizi elle yapılan çözümün dışında LP modelleri kurularak LINDO çözümleri de elde edilmiştir.

Gelecek çalışmalarda her bir faaliyet için öngörülecek zamanlarda; iyimser tahmin, en muhtemel tahmin ve kötümser tahmin tanımlayarak Proje Yönetim Tekniklerinden biri olan PERT (Program Evaluation and Review Technique) – Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Hillier, F. S. ve Lieberman, G. J. 2001. Introduction to operation research. 7.Baskı. pp-468-527, Newyork: McGraw-Hill.
- Taha, H. A. 2007. Operation research: an introduction. 8 Baskı. pp - 275-296, New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Winston, W. L., ve Goldberg, J. B. (2004). Operations research: applications and algorithms (Vol. 3). pp - 1-62 (Chapter 8), Belmont: Thomson Brooks/Cole.
- Aygüneş, H., Binay, S., Çetin, A., ve Oral, H. (2001). Yöneylem araştırması ders kitabı. pp – 399-450, Ankara: Kara Harp Okulu Basımevi.
- Badiru, A. B., ve Pulat, P. S. (1995). Comprehensive project management: Integrating optimization models, management principles, and computers. Prentice-Hall, Inc..

Ek- 1 Projenin Tamamlanma Zamanının LP Modeli ve LINDO ile Çözümü

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 17

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 42.50000		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X15	42.500000	0.000000
X2	1.000000	0.000000
X1	0.000000	1.000000
X3	5.000000	0.000000
X4	8.000000	0.000000
X5	13.000000	0.000000
X6	6.000000	0.000000
X7	10.000000	0.000000
X8	12.000000	0.000000
X9	17.000000	0.000000
X10	13.000000	0.000000
X11	13.000000	0.000000
X12	41.000000	0.000000
X13	14.000000	0.000000
X14	42.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	-1.000000
4)	5.000000	0.000000
5)	5.000000	0.000000
6)	11.000000	0.000000
7)	0.000000	-1.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	-1.000000
11)	0.000000	-1.000000
12)	2.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	-1.000000
15)	0.000000	-1.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	-1.000000
19)	28.000000	0.000000
20)	0.000000	-1.000000

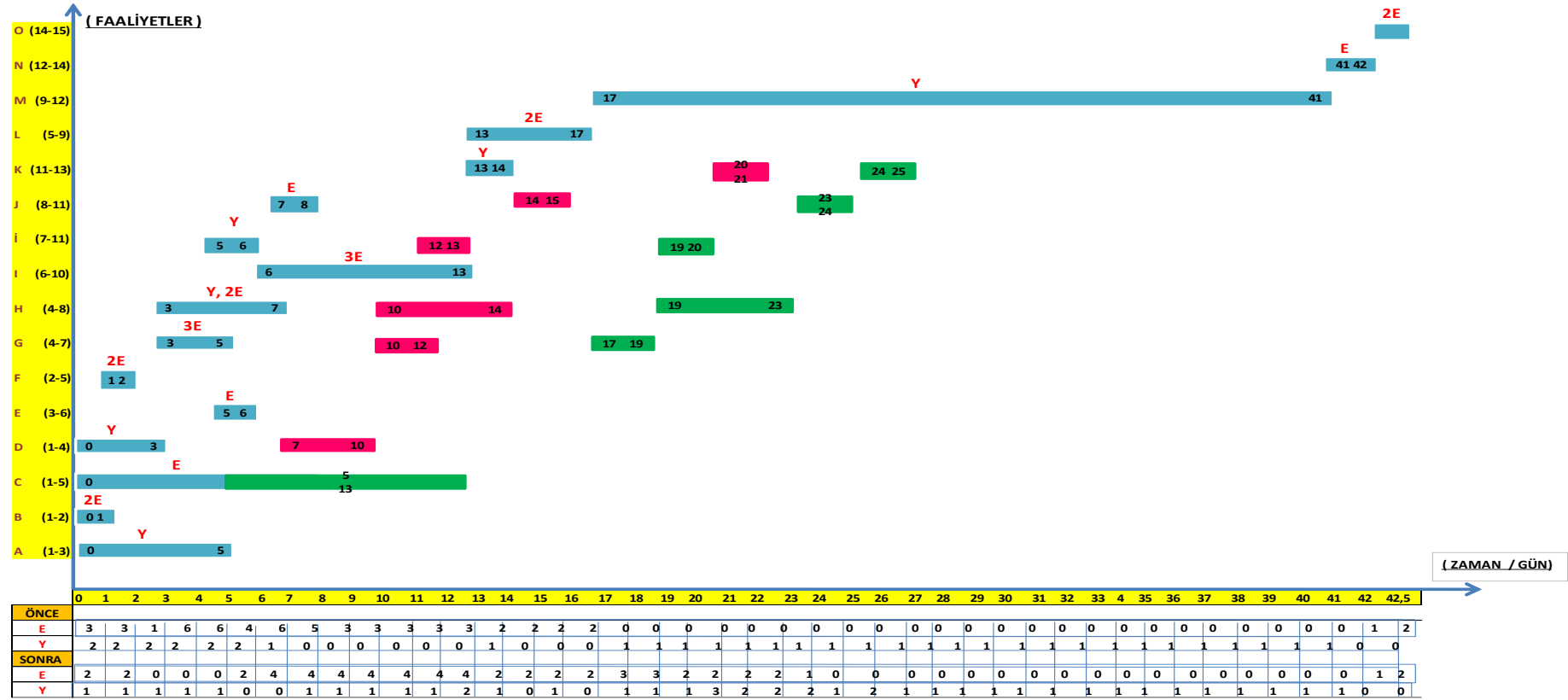
NO. ITERATIONS= 17

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
X15	1.000000	INFINITY	1.000000
X2	0.000000	INFINITY	0.000000
X1	0.000000	INFINITY	1.000000
X3	0.000000	INFINITY	1.000000
X4	0.000000	0.000000	0.000000
X5	0.000000	INFINITY	1.000000
X6	0.000000	INFINITY	1.000000
X7	0.000000	0.000000	0.000000
X8	0.000000	0.000000	0.000000
X9	0.000000	INFINITY	1.000000
X10	0.000000	INFINITY	1.000000
X11	0.000000	INFINITY	0.000000
X12	0.000000	INFINITY	1.000000
X13	0.000000	INFINITY	0.000000
X14	0.000000	INFINITY	1.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	1.000000	11.000000	1.000000
3	5.000000	INFINITY	5.000000
4	3.000000	5.000000	INFINITY
5	8.000000	5.000000	INFINITY
6	1.000000	11.000000	INFINITY
7	1.000000	INFINITY	5.000000
8	2.000000	2.000000	10.000000
9	4.000000	5.000000	2.000000
10	4.000000	INFINITY	17.000000
11	7.000000	INFINITY	5.000000
12	1.000000	2.000000	INFINITY
13	1.000000	5.000000	2.000000
14	24.000000	INFINITY	28.000000
15	0.000000	INFINITY	5.000000
16	0.000000	28.000000	5.000000
17	1.000000	28.000000	14.000000
18	1.000000	INFINITY	28.000000
19	0.000000	28.000000	INFINITY
20	0.500000	INFINITY	42.500000

Ek-2 Kaynak Dengeleme Grafiği



Kaynak dengelemeden önceki durum
Sınırlı kaynak(Y) dengelemesinden sonraki durum
Sınırsız kaynak(E) dengelemesinden sonraki

Ek- 3 İstenilen “T” Tamamlanma Zamanının LP Modeli ve LINDO ile Çözümü

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 230.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
A	0.000000	280.000000
B	0.000000	720.000000
C	0.500000	0.000000
D	0.000000	100.000000
E	0.000000	960.000000
F	0.000000	880.000000
G	0.000000	300.000000
H	0.000000	240.000000
I	0.000000	100.000000
Z	0.000000	480.000000
J	0.000000	480.000000
K	0.000000	240.000000
L	0.000000	140.000000
M	1.000000	0.000000
N	0.000000	340.000000
O	0.000000	0.000000
X3	5.000000	0.000000
X1	0.000000	160.000000
X2	6.500000	0.000000
X5	7.500000	0.000000
X4	3.000000	0.000000
X6	6.000000	0.000000
X7	7.000000	0.000000
X8	7.000000	0.000000
X10	13.000000	0.000000
X11	8.000000	0.000000
X13	9.000000	0.000000
X9	11.500000	0.000000
X12	34.500000	0.000000
X14	35.500000	0.000000
X15	36.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	5.500000	0.000000
4)	0.000000	-160.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000
8)	2.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	-160.000000
15)	0.000000	-160.000000
16)	0.000000	-160.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	2.000000	0.000000
19)	0.500000	0.000000
20)	2.500000	0.000000
21)	1.000000	0.000000
22)	0.500000	0.000000
23)	0.500000	0.000000
24)	1.000000	0.000000
25)	2.000000	0.000000
26)	2.000000	0.000000
27)	0.500000	0.000000
28)	0.500000	0.000000
29)	0.500000	0.000000
30)	1.000000	0.000000
31)	0.000000	10.000000
32)	0.500000	0.000000
33)	0.000000	0.000000
34)	0.000000	0.000000
35)	6.500000	0.000000
36)	5.000000	0.000000
37)	3.000000	0.000000
38)	7.500000	0.000000
39)	6.000000	0.000000
40)	7.000000	0.000000
41)	7.000000	0.000000
42)	11.500000	0.000000
43)	13.000000	0.000000
44)	8.000000	0.000000
45)	34.500000	0.000000
46)	9.000000	0.000000
47)	35.500000	0.000000
48)	0.000000	160.000000

NO. ITERATIONS= 0

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
A	280.000000	INFINITY	280.000000
B	720.000000	INFINITY	720.000000
C	160.000000	140.000000	10.000000
D	100.000000	INFINITY	100.000000
E	960.000000	INFINITY	960.000000
F	880.000000	INFINITY	880.000000
G	300.000000	INFINITY	300.000000
H	240.000000	INFINITY	240.000000
I	100.000000	INFINITY	100.000000
Z	480.000000	INFINITY	480.000000
J	480.000000	INFINITY	480.000000
K	240.000000	INFINITY	240.000000
L	300.000000	INFINITY	140.000000
M	150.000000	10.000000	INFINITY
N	500.000000	INFINITY	340.000000
O	0.000000	0.000000	INFINITY
X3	0.000000	280.000000	0.000000
X1	0.000000	INFINITY	160.000000
X2	0.000000	0.000000	140.000000
X5	0.000000	10.000000	140.000000
X4	0.000000	100.000000	0.000000
X6	0.000000	280.000000	0.000000
X7	0.000000	0.000000	0.000000
X8	0.000000	100.000000	0.000000
X10	0.000000	100.000000	0.000000
X11	0.000000	100.000000	0.000000
X13	0.000000	100.000000	0.000000
X9	0.000000	10.000000	340.000000
X12	0.000000	160.000000	340.000000
X14	0.000000	160.000000	INFINITY
X15	0.000000	160.000000	0.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	5.000000	INFINITY	5.000000
3	1.000000	5.500000	INFINITY
4	8.000000	2.500000	0.500000
5	3.000000	INFINITY	3.000000
6	1.000000	INFINITY	6.000000
7	1.000000	5.500000	INFINITY
8	2.000000	2.000000	INFINITY
9	4.000000	INFINITY	2.000000
10	7.000000	INFINITY	13.000000
11	1.000000	2.000000	INFINITY
12	1.000000	INFINITY	2.000000
13	1.000000	INFINITY	9.000000
14	4.000000	2.500000	0.500000
15	24.000000	2.500000	0.500000
16	1.000000	2.500000	0.500000
17	0.500000	INFINITY	36.000000
18	2.000000	INFINITY	2.000000
19	0.500000	INFINITY	0.500000
20	3.000000	INFINITY	2.500000
21	1.000000	INFINITY	1.000000
22	0.500000	INFINITY	0.500000
23	0.500000	INFINITY	0.500000
24	1.000000	INFINITY	1.000000
25	2.000000	INFINITY	2.000000
26	2.000000	INFINITY	2.000000
27	0.500000	INFINITY	0.500000
28	0.500000	INFINITY	0.500000
29	0.500000	INFINITY	0.500000
30	1.000000	INFINITY	1.000000
31	1.000000	0.500000	1.000000
32	0.500000	INFINITY	0.500000
33	0.000000	36.000000	0.000000
34	0.000000	0.000000	INFINITY
35	0.000000	6.500000	INFINITY
36	0.000000	5.000000	INFINITY
37	0.000000	3.000000	INFINITY
38	0.000000	7.500000	INFINITY
39	0.000000	6.000000	INFINITY
40	0.000000	7.000000	INFINITY
41	0.000000	7.000000	INFINITY
42	0.000000	11.500000	INFINITY
43	0.000000	13.000000	INFINITY
44	0.000000	8.000000	INFINITY
45	0.000000	34.500000	INFINITY
46	0.000000	9.000000	INFINITY
47	0.000000	35.500000	INFINITY
48	35.500000	0.500000	2.500000