

**T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**



**PROJE PLANLAMADA PERT – GERT ANALİZLERİ  
VE SÜREÇLERİN KALİTE KONTROLÜ:  
LEVENT – AYAZAĞA METRO PROJESİ UYGULAMASI**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ  
Berna ÖZDEN**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**

**EKİM 2009**

**T.C. İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**

**PROJE PLANLAMADA PERT – GERT ANALİZLERİ  
VE SÜREÇLERİN KALİTE KONTROLÜ:  
LEVENT – AYAZAĞA METRO PROJESİ UYGULAMASI**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS BİTİRME TEZİ**

**Berna ÖZDEN**

**0660Y53103**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**

**Üye: Prof. Dr. Semra BİRGÜN**

**Üye: Yrd. Doç. Dr. Vedat Zeki YENEN**

**EKİM 2009**

## ÖNSÖZ

Proje planlaması ve kontrolü, günümüzün çok sayıda ve karmaşık faaliyetlere sahip projelerinin analizi için giderek önem kazanmaktadır. Son yıllarda bu konuda yeni teknikler de geliştirilmiştir. Bu tekniklerin öğrenilmesi ve gerçek bir projeye uygulanması tezimin konusunu oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, proje planlamasında kullanılan PERT ve GERT analizlerinin Levent-Ayazağa Metro projesinde incelenerek, kalite kontrolü dahilinde yapılan faaliyetleri ortaya çıkarmak ve bu alanda PERT-GERT analizleri ile kalite kontrol araçlarının nasıl kullanıldığına dair bilgiler sunmaktır.

Tezimin hazırlanması sırasında yardımlarım aldığım Levent - Ayazağa Metro Projesi çalışanlarına, tez danışmanım Prof. Dr. Cengiz Kahraman'a ve değerli görüşleriyle katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Semra Birgün ve Yrd. Doç. Dr. Vedat Zeki Yenen'e ve Alarko Holding A.Ş. Proje Mühendisi Cem Erer'e tez çalışmam sırasındaki yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. sunarım.

Ocak 2009

Berna Özden

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>iii</b>
<b>KISALTMALAR</b>	<b>vii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>x</b>
<b>ÖZET</b>	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. YÖNETİMİN FONKSİYONU</b>	<b>3</b>
2.1. Yönetim Kavramının Tanımı Ve Kapsamı	3
2.2. Yönetim Olgusunun Gelişimi	5
2.2.1. Klasik (Geleneksel) Yönetim Ve Organizasyon Teorisi	5
2.2.1.1. Bilimsel Yönetim Yaklaşımı	6
2.2.1.2. Yönetim Süreci Yaklaşımı	7
2.2.1.3. Bürokrasi Yaklaşımı	8
2.2.2. Davranışsal Yaklaşım (Neo-Klasik Organizasyon Teorisi)	9
2.2.3. Çağdaş Yönetim Sistemi (Modern Organizasyon Teorisi)	11
2.2.3.1. Sistem Yaklaşımı	11
2.2.3.2. Durumsallık Yaklaşımı	12
2.3. Yönetimin Özellikleri	13
2.4. Yönetimin Amacı	14
2.5. Yönetimin İşlevleri	17
2.5.1. Planlama	18
2.5.1.1. Plan Türleri	20
2.5.1.2. Planlar Hiyerarşisi	26
2.5.2. Örgütlenme	26
2.5.3. Kadrolama	28
2.5.4. Yönelme	28
2.5.5. Denetleme	30
<b>3. PROJE KAVRAMI VE YÖNETİMİ</b>	<b>32</b>
3.1. Proje Kavramı	32
3.2. Proje Yaşam Döngüsü	35
3.3. Proje Yönetimi	37
3.4. Proje Organizasyonu	40
3.5. Proje Planlama	41
3.6. Proje Programlama	45
3.7. Proje Kontrolü	46

<b>4. PROJE PLANLAMA TEKNİKLERİ</b>	<b>49</b>
4.1. Kritik Yol Yöntemi (CPM)	49
4.1.1. Olaylar	51
4.1.2. Faaliyetler	52
4.1.2.1. Faaliyetlerin Tanımı	52
4.1.2.2. Faaliyetlerin Zaman Birimi Ve Tanımlanması	52
4.1.2.3. Kukla Faaliyetler	53
4.1.2.4. Faaliyetler Arası Bağlantılar	55
4.1.2.5. Faaliyetlerin Numaralandırılması	56
4.1.3. Düğüm Noktası Tamamlanma Zamanlarının Takvim Tarihine Dönüştürülmesi	57
4.1.4. Şebeke Diyagramının Oluşturulması	57
4.1.4.1. Şebeke Diyagramının Oluşturulması Sürecinde Uyulması Gereken Temel Kurallar	60
4.1.4.2. Şebekenin Programlanması	63
4.1.4.3. Düğüm Noktalarını En Erken Olay Zamanlarının Tespiti	65
4.1.4.4. Düğüm Noktalarının En Geç Olay Zamanlarının Tespiti	66
4.1.4.5. Faaliyetlerin En Erken Başlama Süresi	67
4.1.4.6. Faaliyetlerin En Erken Bitme Süresi	68
4.1.4.7. Faaliyetlerin En Geç Başlama Süresi	68
4.1.4.8. Faaliyetlerin En Geç Bitme Süresi	68
4.1.5. Kritik Yolun Belirlenmesi	68
4.1.5.1. Şebekenin Boşluk Değeri	72
4.1.5.1.1. Toplum Boşluk	73
4.1.5.1.2. Serbest Boşluk	74
4.1.5.1.3. Bağımsız Boşluk	75
4.1.5.1.4. Ara Boşluk	76
4.1.6. Şebeke Analizlerinde Zaman-Maliyet İlişkisi Ve Hızlandırma İşlemi	77
4.1.7. Projenin Toplam Süresinin Kısaltılması	81
4.1.7.1. Basit Hızlandırmalarla Proje Süresinin Maliyet Artışı Minimum Olacak Şekilde Kısaltılması	82
4.1.8. GANNT Tekniği	95
4.1.9. PERT Tekniği	101
4.1.10. GERT Tekniği	108
4.2. PERT Planlama Tekniği	109
4.2.1. PERT Tekniğine Genel Bir Bakış	109
4.2.2. Faaliyetlerin Tamamlanma Süreleri	110
4.2.2.1. En İyimser Süre	111
4.2.2.2. En Kötümser Süre	111
4.2.2.3. En Muhtemel Süre	111
4.2.3. Faaliyetlerin Beklenen Tamamlanma Sürelerinin ve Varyanslarının Belirlenmesi	112
4.2.4. Kritik Yolun Belirlenmesi ve Proje Tamamlanma Sürelerinin Analizi	113
4.2.5. PERT Tekniğine Yapılan Eleştiriler	114
4.2.6. Faaliyetlerin Tamamlanma Süreleri ve Varyans Hesaplarından Kaynaklanan Hatalar	114
4.2.7. Proje Tamamlanma Süresinin Hesaplanma Sürecinde Meydana Gelen Hatalar	115

4.2.8. PERT Tekniğinde Hızlandırma (Sıkıştırma) İşlevinin Uygulanması	115
4.2.9. PERT Tekniğinde Hızlandırma Sürecinin Analizi	116
4.3. GERT Planlama Tekniği	122
4.3.1. İletim (transmittarance) Parametreleri	123
4.3.2. GERT Şebekelerinin Özellikleri	123
4.3.3. GERT Şebekelerinin Analitik Olarak Çözümlemesi	123
4.4 CPM-PERT-GERT Tekniklerinin Karşılaştırılması	126
<b>5. PROJE YÖNETİMİ YAYIN TARAMASI</b>	<b>128</b>
<b>6. KALİTE KAVRAMI VE YÖNETİMİ</b>	<b>131</b>
6.1. Kalite Kavramı	131
6.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi	132
6.3. Türkiye’de Kalite Olgusu	135
6.4. Kalitenin Boyutları	137
6.4.1. Performans	137
6.4.2. Uygunluk	138
6.4.3. Özellikler	138
6.4.4. Dayanıklılık	138
6.4.5. Güvenilirlik	138
6.4.6. Satış Sonrası Hizmetler	138
6.4.7. Estetik	139
6.4.8. İtibar	139
6.5. Kalite Kontrol	139
6.5.1. Kalite Kontrolün Tanımı	139
6.5.2. Kalite Yönetimi	140
6.5.3. Kalite Kontrol Teknikleri	140
6.5.3.1. Sınıflandırma	141
6.5.3.2. Çetele	141
6.5.3.3. Histogram	142
6.5.3.4. Pareto Analizi	142
6.5.3.5. Neden-Sonuç (Balık-Kılçık) Diyagramı	142
6.5.3.6. Saçılma Diyagramı	143
6.5.3.7. Proses Kontrol Grafikleri	143
6.5.4. Kontrol Diyagramı Çeşitleri	147
6.5.4.1. Nicel Kontrol Grafikleri	147
6.5.4.1.1. Diyagramı $\bar{X}-R$	147
6.5.4.1.2. Diyagramı $\bar{X}-S$	148
6.5.4.2. Niteliksel Kontrol Grafikleri	148
6.5.4.2.1. p Kontrol Diyagramı	149
6.5.4.2.2. np Kontrol Diyagramı	149
6.5.4.2.3. u Kontrol Diyagramı	150
6.5.4.2.4. c Kontrol Diyagramı	150
6.5.5. Kabul Örnekleme	151
6.5.5.1. Kabul Örneklemesinin Kullanıldığı Yerler	151
6.5.5.2. Kabul Örneklemesinin Avantajları	151
6.5.5.3. Kabul Örneklemesinin Dezavantajları	152
6.5.5.4. Kabul Örneklemesinin Planları	152
6.5.5.1.1. Tekli (Birli) Örnekleme	152
6.5.5.1.2. İkili (Çift) Örnekleme	153
6.5.5.1.3. Çoklu Örnekleme	154

6.5.5.5. Standart Örnekleme Planları	155
6.5.5.5.1. Dodge-Roming Örnekleme Tabloları	155
6.5.5.5.2. Ordu Levazım Örnekleme Tabloları	156
6.5.5.5.3. Askeri Standart Örnekleme Tabloları	156
6.5.6. Çalışma Karakteristiği Eğrisi	156
6.5.7. Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi (AQL)	157
6.5.8. Ürünlerin Ortalama Kalite Değeri (AQO)	158
6.5.9. Ortalama Toplam Muayene Sayısı (ATIC)	159
6.5.10. Kabul Edilebilir Muayene sayısı (ASN)	159
<b>7. LEVENT-AYAZAĞA METRO PROJESİ UYGULAMASI</b>	<b>161</b>
7.1. Projenin Tanıtımı	161
7.1.1. Proje Kapsamında Yapılan Faaliyetler	165
7.1.2. Hakedişler ve Ödemeler	170
7.2. Projenin CPM ile Gösterimi	170
7.3. Projenin PERT ile Gösterimi	173
7.4. Projenin GERT ile Gösterimi	178
7.5. Kabul Örnekleme Yardımı İle Bazı Süreçlerin Kalite Kontrolünün Yapılması	182
7.5.1. Helezyon Yayısı ve Somon Vidası Parçalarının Kalite Kontrol Süreçleri	182
<b>8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME</b>	<b>186</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>189</b>
<b>EKLER</b>	<b>192</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>217</b>

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	:	Ara Boşluk
<b>AKL</b>	:	Alt Kontrol Limiti
<b>AQL</b>	:	Acceptable Quality Level - Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi
<b>AOQ</b>	:	Average Outgoing Quality - Ürünlerin Ortalama Kalite Değeri
<b>ATIC</b>	:	Average Total - Ortalama Toplam muayene Sayısı
<b>ASN</b>	:	Average Sample Number - Kabul Edilebilir Muayene Sayısı
<b>BB</b>	:	Bağımsız Boşluk
<b>c</b>	:	Kabul edilebilir kusur sayısı
<b>Cc</b>	:	Hızlandırma (Sıkıştırma) maliyeti
<b>ÇOKL</b>	:	Çıkan ortalama kalite eğrisi
<b>CPM</b>	:	Critical Path Method - Kritik Yol Yöntemi
<b>d</b>	:	Örnekte tespit edilen kusur sayısı
<b>EF</b>	:	Earliest Finish Time - Faaliyetlerin en erken bitirme zamanı
<b>ERKD</b>	:	Eşit riskli kalite düzeyi
<b>ES</b>	:	Earliest Start Time - Faaliyetlerin en erken başlama zamanı
<b>GERT</b>	:	Grafik Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği- Graphical Evaluation And Review Technique
<b>GKD</b>	:	Geçerli Kalite Düzeyi
<b>Ic</b>	:	Birim zaman sıkıştırma maliyeti
<b>LF</b>	:	Latest Start Time - Faaliyetlerin en geç bitirme zamanı
<b>LS</b>	:	Latest Finish Time - Faaliyetlerin en geç başlama zamanı
<b>LTPD Eğrisi</b>	:	Parti toleransı eğrisi
<b>ML</b>	:	Merkezi Limit
<b>N</b>	:	Örnek hacmi
<b>Nc</b>	:	Normal maliyet
<b>Nt</b>	:	Hızlandırma süresi
<b>P</b>	:	Kusurlu sayısı
<b>pa</b>	:	Partinin kabul edilme olasılığı
<b>PERT</b>	:	Proje Geliştirme ve Değerlendirme Tekniği- Project Evaluation And Review Technique
<b>PKDT</b>	:	Parti kalite Düzeyi Toleransı
<b>q</b>	:	Kusurlu olmayan ürün sayısı
<b>SB</b>	:	Serbest boşluk
<b>TB</b>	:	Toplam boşluk
<b>TE</b>	:	En erken olay zamanı
<b>Te</b>	:	Faaliyetin beklenen süresi
<b>Ti</b>	:	Faaliyetin en iyimser süresi
<b>TM</b>	:	Faaliyetin muhtemel (olası) süresi
<b>Tk</b>	:	Faaliyetin en kötümser süresi
<b>TL</b>	:	En geç olay zamanı



<b>T<sub>p</sub></b>	:	Projenin hedeflenen tamamlanma süresi
<b>TR</b>	:	Tüketici Riski
<b>T<sub>s</sub></b>	:	Projenin hesaplanan tamamlanma süresi
<b>ÜKL</b>	:	Üst Kontrol Limiti
<b>ÜR</b>	:	Üretici Riski
<b>σ</b>	:	Standart Sapma

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1</b> Örgütsel Kademelere Göre Planlama Faaliyetleri.....	26
<b>Tablo 4.1</b> Örnek Bir Proje İçin Hazırlanmış Faaliyetler ve Süreleri.....	71
<b>Tablo 4.2</b> Örnekteki Bir Proje İçin Hazırlanmış Faaliyetler ve Maliyetlerine İlişkin Çizelge .....	84
<b>Tablo 4.3</b> Örnek Faaliyetlerin Normal-Sıkıştırılmış Zaman Ve Maliyetleri .....	89
<b>Tablo 4.4</b> Faaliyetlerin Birim Zaman Sıkıştırılmış Maliyetleri.....	90
<b>Tablo 4.5</b> Örnekteki Faaliyetlerin Açıklaması.....	105
<b>Tablo 4.6</b> Örnek Proje Çalışma Faaliyetleri .....	106
<b>Tablo 4.7</b> Örnek Proje Çalışmasının Yolları .....	107
<b>Tablo 4.8</b> Alternatif Hızlandırma İşleri Maliyetleri .....	117
<b>Tablo 4.9</b> Projedeki Faaliyetlerin Olası Tamamlanma Süreleri .....	118
<b>Tablo 6.1</b> Kalite Methodlarının Zaman Çizelgesi .....	131
<b>Tablo 6.2</b> Türkiye’de Kalitenin Tarihsel Gelişimi.....	136
<b>Tablo 7.1</b> Mevcut Güzergah, Kuzey Ve Güney Yönünde Yapılan Hat .....	162
<b>Tablo 7.2</b> Tünel Kesitleri Ve Boyları .....	163
<b>Tablo 7.3</b> İmalat Ana Kalemleri .....	164
<b>Tablo 7.4</b> Proje Ekipman Durumu.....	168
<b>Tablo 7.5</b> Proje İşgücü Durumu .....	170
<b>Tablo 7.6</b> WINQSB Programına Verilerin Girilmesi .....	174
<b>Tablo 7.7</b> WINQSB Programına Verilen İşlenmesi .....	175
<b>Tablo 7.8</b> Proje Faaliyetler Listesi .....	176
<b>Tablo 7.9</b> Faaliyetlerin Açıklaması .....	179

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1	Proje Döngüsü Aşamaları ..... 36
Şekil 3.2	Proje Yaşam Çevrimi..... 37
Şekil 3.3	Proje Yönetim Safhaları ..... 39
Şekil 3.4	Proje Planlama Safhaları ..... 44
Şekil 3.5	Kontrol Çevrimi ..... 47
Şekil 4.1	Herhangi Bir “a” Faaliyetinin Gösterimi ..... 52
Şekil 4.2	Hatalı Faaliyet Gösterimi ..... 53
Şekil 4.3	Kukla Faaliyet Gösterimi ..... 54
Şekil 4.4	Hatalı Diyagram Çizimi ..... 54
Şekil 4.5	Kukla Faaliyet Gösterimi ..... 54
Şekil 4.6	Faaliyetler Arasındaki Bağlantılar 1 ..... 55
Şekil 4.7	Faaliyetler Arasındaki Bağlantılar 2 ..... 55
Şekil 4.8	Faaliyetler Arasındaki Bağlantılar 3 ..... 56
Şekil 4.9	Faaliyetler Arasındaki Bağlantılar 4 ..... 56
Şekil 4.10	Ağ Planının Şekli Ve Yapısal Elemanları ..... 58
Şekil 4.11	Hatalı Şebeke Gösterimi ..... 59
Şekil 4.12	Kukla Faaliyet Gösterimi ..... 59
Şekil 4.13	Şebeke Gösterimi ..... 61
Şekil 4.14	Şebeke Gösterimi ..... 61
Şekil 4.15	Şebeke Kurulumunda Temel Çizginin Gösterimi ..... 61
Şekil 4.16	İlmik Probleminin Gösterimi ..... 62
Şekil 4.17	Diyagramdaki Askı Probleminin Gösterimi..... 62
Şekil 4.18	Örnek Şebekenin Oluşturulması ..... 72
Şekil 4.19	Toplam Boşluğun Grafik Üzerinde Gösterimi ..... 74
Şekil 4.20	Serbest Boşluğun Grafik Üzerinde Gösterimi ..... 75
Şekil 4.21	Bağımsız Boşluğun Grafik Üzerinde Gösterimi ..... 76
Şekil 4.22	Ara Boşluğun Grafik Üzerinde Gösterimi ..... 76
Şekil 4.23	Boşlukların Birbiri Arasındaki İlişkilerinin Grafik Üzerinde Gösterimi ..... 77
Şekil 4.24	Bir Projenin Tamamlanma Zamanı Ve Maliyeti Arasındaki İlişki.... 80
Şekil 4.25	Bir Faaliyetin Tamamlanma Zamanı Ve Maliyeti Arasındaki İlişkiyi İfade Eden “Doğrusal Zaman-Maliyet Eğrisi” ..... 81
Şekil 4.26	Örnek Projenin Şebeke Diyagramı ..... 82
Şekil 4.27	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin İlk Aşaması ..... 83
Şekil 4.28	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin 2. Aşaması ..... 85
Şekil 4.29	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin 3. Aşaması ..... 85
Şekil 4.30	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin 4. Aşaması ..... 86

<b>Şekil 4.31</b>	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin 5. Aşaması .....	87
<b>Şekil 4.32</b>	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin 6. Aşaması .....	88
<b>Şekil 4.33</b>	Basit Hızlandırmalarla Maliyetlerin Azaltılmasına Ait Örneğin Son Durumu .....	88
<b>Şekil 4.34</b>	Örnek Şebeke Diyagramı .....	89
<b>Şekil 4.35</b>	İlk Sıkıştırma Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagramı	90
<b>Şekil 4.36</b>	İkinci Sıkıştırma Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagramı.....	91
<b>Şekil 4.37</b>	Üçüncü Sıkıştırma Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagramı.....	92
<b>Şekil 4.38</b>	İlk Gevşetme Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagram.	93
<b>Şekil 4.39</b>	İkinci Gevşetme Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagram .....	93
<b>Şekil 4.40</b>	Üçüncü Gevşetme Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagram .....	93
<b>Şekil 4.41</b>	1-3 Faaliyetinde Bir Birimlik Gevşeme Yapılması Halinde Oluşturulan Diyagram .....	94
<b>Şekil 4.42</b>	3-4 Faaliyetinde Bir Birimlik Gevşeme Yapılması Halinde Oluşturulan Diyagram.....	94
<b>Şekil 4.43</b>	GANTT Diyagramı .....	97
<b>Şekil 4.44</b>	GANTT Diyagramı 4. Ay Sonu İtibariyle .....	98
<b>Şekil 4.45</b>	GANTT Diyagramı İle Proje Planlama.....	99
<b>Şekil 4.46</b>	Faaliyet Gösterimi 1 .....	102
<b>Şekil 4.47</b>	Faaliyet Gösterimi 2 .....	103
<b>Şekil 4.48</b>	Faaliyet Gösterimi 3 .....	103
<b>Şekil 4.49</b>	Örneğe Dair Oluşturulan Şebeke Diyagramı .....	105
<b>Şekil 4.50</b>	Örneğe Dair Oluşturulan Şebeke Diyagramı .....	106
<b>Şekil 4.51</b>	Beta Dağılımının 3 Değişik Gösterim Şekli .....	111
<b>Şekil 4.52</b>	Sola Çarpık Beta Dağılımı .....	113
<b>Şekil 4.53</b>	Sağa Çarpık Beta Dağılımı .....	113
<b>Şekil 4.54</b>	Örnek PERT Şebekesi .....	116
<b>Şekil 4.55</b>	Örnek Şebeke Diyagramı Ve Kritik Yol Tespiti .....	118
<b>Şekil 4.56</b>	Normal Dağılım Grafiği.....	119
<b>Şekil 4.57</b>	Projenin 50 Haftada Tamamlanma Olasılığının Normal Dağılım Grafiğinde Gösterimi .....	120
<b>Şekil 4.58</b>	Projenin 40 Haftada Tamamlanma Olasılığının Normal Dağılım Grafiğinde Gösterimi .....	121
<b>Şekil 4.59</b>	Projenin 42-52 Haftada Tamamlanma Olasılığının Normal Dağılım Grafiğinde Gösterimi .....	121
<b>Şekil 4.60</b>	Gert Şebekelerinde Düğüm Tipleri .....	122
<b>Şekil 4.61</b>	Yönlü Gert Dalı .....	124
<b>Şekil 4.62</b>	Gert Elemanı .....	124
<b>Şekil 4.63</b>	Düğüm Pozisyonlarına Göre Pe ve Te Değerlerinin Hesaplanması Gösterimi .....	125
<b>Şekil 4.64</b>	Düğüm Pozisyonları İlişki Yapısı İletici İşlevler .....	125
<b>Şekil 6.1</b>	Örnek Kontrol Grafiği .....	144
<b>Şekil 6.2</b>	Kontrol Grafiğinde ÜKL, AKL ve OÇ'nin Gösterimi .....	145
<b>Şekil 6.3</b>	Birli Örnekleme.....	153

<b>Şekil 6.4</b>	İkili Örneklemeye .....	154
<b>Şekil 6.5</b>	Çoklu Örneklemeye .....	155
<b>Şekil 6.6</b>	İdeal Çalışma Karakteristiği Eğrisi .....	156
<b>Şekil 6.7</b>	N=2000, n=150, c=5 örneklemeye planına ait çalışma karakteristiği eğrisinin analizi .....	157
<b>Şekil 6.8</b>	N=3000, n=150, c=4 Tek Örneklemeye Planına Ait Çalışma Karakteristiği Eğrisi .....	158
<b>Şekil 6.9</b>	Tek ve Çift Örneklemeye Planlarında ASN eğrileri .....	160
<b>Şekil 7.1</b>	4. Levent-Ayazağa Metro Güzergahı .....	161

## ÖZET

### **PROJE PLANLAMADA PERT – GERT ANALİZLERİ VE SÜREÇLERİN KALİTE KONTROLÜ: LEVENT – AYAZAĞA METRO PROJESİ UYGULAMASI**

Bu çalışma, CPM Diyagramıyla planlanmış Levent - Ayazağa Metro Projesi gibi büyük ölçekli projelerin sermaye, iş gücü, teçhizat v.b. mevcut kaynakları en etkin ve verimli bir şekilde nasıl dağıttığı, proje için optimum maliyetin nasıl tespit edildiği, projedeki kritik faaliyetleri ve kritik faaliyetlere dayandırılarak oluşturulacak olan kritik yolun nasıl yapılandırıldığını göstermektedir.

Bunun yanı sıra söz konusu tez çalışması Levent - Ayazağa Metro Projesindeki CPM Diyagramıyla gösterilen faaliyetleri PERT ve GERT Diyagramlarıyla göstermiş ve bu planlama tekniklerini aralarında karşılaştırarak birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönlerini ifade etmiştir. Ayrıca Levent - Ayazağa Metro projesindeki faaliyetlerin (Topkapı'dan başlayarak Ayazağa'ya kadar uzanan yaklaşık 21 km uzunluğunda olan İstanbul Metro Sisteminin Ayazağa İstasyonuna ait şantiyesinde) ilgili kalite kontrol çalışmaları da yapılmıştır. Böylece süreçlerin kalite kontrolleri ile ilgili bilgiler hem teorik açıdan hem de uygulama açısından ele alınmıştır.

## **SUMMARY**

### **PERT - GERT ANALYSIS AND THE QUALITY CONTROL OF THE PROSESS IN THE PROJECT PLANNING: CASE OF LEVENT - AYAZAĞA PROJECT**

The purpose of this study is to show how the big-scale projects such as Levent - Ayazağa Metro Project planned by CPM Diagram distribute the existing sources like capital, labor force, equipment etc. in the most efficient and profitable manner, how the optimum cost is determined for the project, the critical activities of the project and how the critical manner is structured based on these critical activities.

Besides, the present thesis study shows the activities shown by CPM Diagram in Levent - Ayazağa Metro Project by means of PERT and GERT Diagrams and compares these planning techniques and shows the superior and weak aspects of each. Also there is a study for a quality control of the activities of Levent - Ayazağa Metro Project (in the worksite of Ayazağa Station which is around 21 km length and beginning from Topkapı to Ayazağa). In this way, the quality control of the prosesesses was realized theoretically and practically.

## 1. GİRİŞ

İkinci dünya savaşı sıralarında kapsamlı projelerin yönetimi ve kontrolünde etkinliği sağlayacak yöntemlere gereksinim vardı. Yapılan yöneylem araştırmaları sonucunda bu dönemde söz konusu alanda eksiklikleri gidermek amacıyla Kritik Yol Yöntemi (CPM) ve Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) olarak adlandırılan iki temel yöntem geliştirildi.

CPM Tekniği 1956 - 1958 yılları arasında E. I. Dupont De Nemours şirketine bağlı bir kimya fabrikasının inşaat projesinde yapılan araştırmalar sonucu keşfedilmiştir. PERT ise yine aynı dönemde, ABD donanması tarafından yürütölen Polaris Gúdömlü Füze Projesinde ortaya çıkarılmıştır.

GERT Tekniği ise CPM ve PERT tekniklerinden daha sonra geliştirilen ve bu tekniklere karşı üstönlükleri olan bir yöntemdir. GERT'in tanıtımı için 1966 yılında NASA1 da Pritsker tarafından iki uzay aracının modellenmesine dair yapılan çalışma örneği olarak verilebilir.

GERT Tekniğinin CPM ve PERT Tekniklerine göre projede yer ala olayların gerçeğe daha yakın gösterilmesi ve bunun sonucunda ortaya atılan çözümlerin gerçek hayata daha uygun olması gibi birtakım üstönlükleri vardır.

Özet olarak; CPM, PERT ve GERT olarak isimlendirilmiş proje planlama tekniklerinin ortak amacı söz konusu olacak projenin kritik faaliyetlerinin doğru olarak saptanması, projenin en az kaynak, en az maliyet ve en kısa zamanda bitirilmesini sağlamak, projenin hammadde, sermaye, iş gücü ve benzeri kaynaklarının projedeki faaliyetler arasında optimum dağılımını sağlamaktır.

Bu çalışmada da CPM, PERT ve GERT analizlerinin bir metro projesindeki uygulamalarını ve faaliyetlerdeki kalite kontrol süreçlerini gösteren bilgilere ulaşılmıştır. "Levent-Ayazağa Metro Projesi" bu çalışmada incelenmiş olup; CPM, PERT ve GERT analizlerinin şematik ve grafiksel bilgileri de çalışmada sunulmuştur.



Öncelikli olarak, mevcut güzergah, kuzey ve güney yönünde yapılan hat için ve tünellerle ilgili olarak bilgiler verilmiştir.

Bu bilgiler ile yapılacak olan projenin sayısal verileri kayıt altına alınmaktadır. Proje kapsamında yapılacak olan faaliyetler sırasıyla verilmiştir.

Proje ile ilgili olarak bilinmesi gereken diğer bir bilgi olan proje ekipman durumu ve proje iş gücü durumu da tablo halinde sunulmuştur. Böylece proje planlamasına uygun olarak da; proje kapsamında yürütülecek her faaliyetin planlı ve sistemli bir şekilde ilerlemesi saptanmaktadır.

Projeye ait temel bilgilerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınmasından sonra, ilk olarak, Alsim Alarko-Garanti Koza Ortaklığı altında gerçekleştirilen 4. Levent-Ayazağa Metro Sistemi Projesi'nde, projenin geçmişte benzerinin yapıldığı yani tekrarlanan ve çok sayıda faaliyet içeren komplike bir proje olması, uygulamada ve yorumlamada da kolaylık sağlaması açısından CPM planlama ve programlama tekniği kullanılmıştır. Projeye ait tüm faaliyet ve alt faaliyetler başlıklar halinde sunulmuş olup; en erken başlama, en erken bitiş zamanları ve kritik faaliyetler saptanmıştır.

İkinci olarak; projenin PERT ile gösterimi ele alınmıştır. Yaklaşık 21 km'den oluşan Levent'ten Ayazağa'ya kadar uzanan metro sisteminin toplam faaliyetlerini özetleyecek şekilde hazırlanmış, 22 faaliyetlik liste tablo ile gösterilmiştir. Son olarak da projenin GERT ile gösterimi gelmektedir. GERT planlama tekniği olasılıksal bir yöntem olduğu için PERT tekniğinin uygulanması için belirtilen 22 faaliyetin baz alınmasıyla olasılıksal bir yapı içerisinde ilgili faaliyetler basite indirgenmiştir.

Kalite kontrol süreci için de kabul örnekleme yöntemi bu projede kullanılmıştır. kabul örnekleme yöntemi dahilinde standart örnekleme planlarından askeri standart örnekleme tabloları arasından MIL-STD-105A kodlu tablonun uygulanmasına karar verilmiştir.

Sonuçta, bir metro projesinde proje planlama dahilinde CPM-PERT ve GERT analizlerinin yapılmasının faydaları ve ortaya çıkan sonuçları ile bu faaliyetlerin düzenlenmesinde yapılan kalite kontrol süreçleri ile ilgili uygulamaya dair bilgiler

elde edilmiştir. Teorik olarak incelenen bu analiz tekniklerinin ve kalite kontrol süreçlerinin, yine gerçek bir proje uygulamasında nasıl ele alındığına dair yararlı bilgiler elde edilmiştir.

## 2. YÖNETİM FONKSİYONU

### 2.1. Yönetim Kavramının Tanımı ve Kapsamı

Yönetim olgusu, insanlık tarihiyle başlayan ancak bilim olarak son yüzyılda var olan bir kavramdır. Yönetim kavramı için farklı disiplinlere ve yönetim faaliyetlerinin kapsamlarına göre çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Örneğin faaliyetlerinin bir sosyolog için yönetim bir sınıf ve saygınlık sistemidir. Üst kademe olarak nitelendirilebilecek insanların oluşturduğu sınıfların sahip olabileceği bir güç olduğu için yönetim kavramı, sosyologlara göre bir saygınlık ifadesi olarak kabul edilmiştir. İşletmeciler ve ekonomistler için ise, yönetim kavramı toprak, sermaye, emek gibi bir üretim fonksiyonu olarak görülmüştür. Siyasal bilimciler ise, yönetim kademesindeki kişilerin almış oldukları kararların yürürlüğe konmasından ötürü, yönetim kavramını bir otorite sistemi olarak tanımlamışlardır.

Bu disiplinlerin yanı sıra, psikoloji, muhasebe, hukuk v.b. sosyal bilimlere dair bilim dalları da yönetim kavramıyla ilgilenmiş ve kendilerine uygun tanımlamalar yapmaya çalışmışlardır. Tüm bu yaklaşımların ortak noktası yönetimin, diğer kişilerin ortak çabaları sayesinde amaçların başarılması süreci olduğudur.

Sözlük anlamı, sevk ve idare etmek olan en basit ve genel geçer şekilde, “Başkası vasıtasıyla iş görme faaliyetidir” cümlesiyle tanımlanabilir.

Ekonomik gelişmeyle birlikte zaman içerisinde, yönetim faaliyetinin kapsamlarında da değişimler gerçekleşmiştir. Yönetim süreci, bu süreci işleten gruplar açısından ele alındığında üç tür yönetimde söz etmek mümkün olacaktır. Bu yönetim türleri ailesel (patrimonial) yönetim, siyasal yönetim ve profesyonel yönetimdir. Zaman içerisinde ekonomik gelişmelere bağlı olarak bu üç yönetim türünün etkinlik ve yaygınlık dereceleri de değişmiştir. Bu değişim de profesyonel yönetimin önem ve yaygınlığının artması yönünde olmuştur (Can ve Diğerleri, 2002).

Ailesel yönetim, işletme yönetiminde sahipliğin, temel politik karara organlarının ve hiyerarşik yapının önemli bir kısmının belli bir ailenin üyelerinden oluşması halinde söz konusudur.

Bu tür yönetime ekonomik gelişimin başlangıcında daha sık rastlanmaktadır. İşletme sahipliğinin, temel politik karar organlarının ve önemli yönetim kademelerinin belirli siyasal eğilim ve ilişkilere sahip kişiler tarafından doldurulması durumunda ise, siyasal yönetim söz konusu olacaktır.

Bunun yanı sıra, işletmelerdeki, yönetim kademesindeki kişilerin uzmanlık ve yeteneklerine göre buldukları göreve atanmaları halinde ise, profesyonel yönetimden söz edilir (Genç, 2004).

Ayrıca bu üç yönetim türü de birbirinden keskin çizgilerle ayrılış değildir. Söz konusu yönetim türleri bir işletmede aynı anda görmek de mümkündür. Yönetim evrensel bir süreç, toplumsal yaşam kadar eski bir sanat ve gelişmekte olan bir bilimdir. Süreç olarak yönetim, bir takım faaliyet ve fonksiyonları; sanat olarak yönetim, bir uygulamayı; bilim olarak yönetim ise, sistematik ve bilimsel bilgi topluluğunu ifade eder.

Genel anlamıyla yönetim kavramını, “Örgüt amaçlarının etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi maksadıyla, planlama, örgütleme, yürütme, koordinasyon ve kontrol fonksiyonlarına ilişkin kavram, ilke, teori, model ve tekniklerin sistematik ve bilinçli bir şekilde maharetle uygulanmasıyla ilgili faaliyetlerin tümüdür.” şeklinde tanımlanabilir.

## **2.2. Yönetim Olgusunun Gelişimi**

### **2.2.1. Klasik (Geleneksel) Yönetim ve Organizasyon Teorisi**

Klasik yönetim teorisi adı altında üç ayrı yaklaşım bulunmaktadır. Bu üç yaklaşım, öncülüğünü Frederic Taylor’un yaptığı Bilimsel Yönetim Yaklaşımı (Scientific Management), öncülüğünü Henry Fayol’un yaptığı Yönetim Süreci Yaklaşımı (Administrative Process Approach) ve öncülüğünü Max Weber’in yaptığı Bürokrasi Yaklaşımıdır (Eren, 2005).

Klasik teori, etkinlik ve verimliliğin artması için organizasyonların nasıl yapılandırılması ve ne tür bir yönetim tarzının benimsenmesi gerektiğiyle ilgili çalışmalarda bulunmuştur. İnsanı söyleneni yapan, fikir üretmeyen bir faktör olarak tanımladığı için, insanı pasif bir unsur olarak görmüş ve organizasyonlardaki yerini maddi değerlerden sonra belirlemiştir.

Klasik teori, organizasyonların sadece iç çevresiyle ilgilenmiş, dış çevreyle olan ilişkileri göz ardı etmiştir. Yani organizasyonları kapalı sistem olarak kabul etmiştir. Bundan dolayı da organizasyonların iç ve dış çevresiyle ilgili ilişkiler arasındaki dengenin kurulması ve değişen çevre koşullarına uyum sağlanması üzerinde durmamıştır.

Klasik teoriye göre, bir organizasyonun dizayn süreci şu aşamaları içerecektir:

- Amaçların belirlenmesi
- Amaçlar ulaştıracak işlerin belirlenmesi
- Uzmanlaşmayı sağlamak için işlerin bölünmesi
- İşlerin bir araya toplanarak, mevkii ve pozisyonların oluşturulması
- Departmanlaşmanın sağlanması
- Departmanların hiyerarşik bir yapı içerisinde, koordinasyonun sağlanması amacıyla birleştirilmesi (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

#### **2.2.1.1. Bilimsel Yönetim Yaklaşımı**

1900'lerin başlarında Frederic Winslow Taylor'm öncülüğünü yaptığı bu yaklaşım, geniş bir kabul görmüş ve bu yaklaşımın uygulandığı işletmelerde verimlilik hızla artmıştır. Birinci Dünya Savaşı'ndan önceki yıllarda Amerikan ekonomisindeki hızlı büyümeye karşı kullanılan üretim tekniklerinin bilimsel olmayışı görüşü Taylor'u bu konuda araştırmaya sevk etmiştir. İşlerin dizaynı ve yapıma şeklinin mühendislik açısından ve bilimsel olarak incelenerek yeniden düzenlenmesi ile hem verimliliğin artacağına hem de işletme ve işçilerin bu yeni düzenden daha fazla pay elde edeceklerine inanan Taylor, Betlehem Steel Company'deki deneyleri ile bu inancını uygulamaya aktarmış ve 1911'de yayınlanan Bilimsel Yönetim İlkeleri (The Principles of Scientific Management) başlıklı kitabı ile de düşündüğü yönetim ve organizasyon anlayışının esaslarını açıklamıştır (Eren, 2005).

Bilimsel yönetim yaklaşımıyla ilgili Taylor'un yanı sıra başka bilim adamları da çalışmalarda bulunmuştur. Henry Gantt işçi psikolojisi ve üretim kontrol sistemleri üzerinde durmuş ve günümüzde de geçerliliğini koruyan GANTT Şeması tekniğini geliştirmiştir.

Bunun yanı sıra Frank Gilberth hareket etütlerini ortaya koyarken, Lillian Gilberth ise, personel yönetimiyle ilgili çalışmalarda bulunmuştur. Bilimsel yönetim teorisi, fabrika düzeyindeki işlerin incelenmesi, standartlaştırılması ve bu işlerin ücret sistemlerinin geliştirilmesiyle ilgilenmiştir (Koçel, 2003). Bilimsel Yönetim Yaklaşımının ana ilkeleri şunlardır:

- Gelişigüzel çalışma değil, bilimsel çalışma düzeni
- Başbozukluk değil, ahenk ve koordinasyon
- Kişisellik değil, yardımlaşma
- Düşük verim değil, maksimum çıktı (output) minimum girdi (input)
- Herkesin mümkün olan en yüksek verimlilik düzeyine çıkarılması için eğitim verilmesi

#### **2.2.1.2. Yönetim Süreci Yaklaşımı**

Henry Fayol'un 1916 yılında "Sanayi ve Genel Faaliyetlerde Yönetim" adlı kitabıyla ortaya attığı yönetim süreci yaklaşımı bilimsel yönetim teorisinin devamı niteliğindedir. Yönetim süreci yaklaşımı organizasyonun tamamını ele alarak iyi bir organizasyon dizaynı ve yönetim ilkelerini araştırmıştır. Yöneticilerin yönetim fonksiyonlarını yerine getirirken, yapılması gereken faaliyetler ve uyulması gereken kurallar üzerinde durulmuştur. Henry Fayol bir organizasyondaki faaliyetleri altı grupta toplamıştır. Bunlar:

- Teknik Faaliyetler (Üretim Faaliyeti gibi)
- Ticari Faaliyetler (Alın - Satım Faaliyeti gibi)
- Finansal Faaliyetler (Para Bulma ve Kullanma gibi)
- Muhasebe Faaliyetleri (Kayıtların, İstatistiklerin Tutulması, Hazırlanması gibi)
- Güvenlik Faaliyetleri (İşyeri ve İşgörenlerin Korunması)
- Yönetim Faaliyeti (Can ve Diğerleri, 2002)

Organizasyonlardaki söz konusu faaliyetler, aynı zamanda yöneticilerin yerine getirmesi gereken faaliyetler olarak da adlandırılabilir. Ayrıca yönetim süreci yaklaşımına göre, yönetim faaliyetleri beş safhadan oluşmaktadır. Bunlar:

- Planlama
- Organizasyon
- Yürütme
- Koordinasyon
- Kontrol

Henry Fayol, yöneticilerin yönetim faaliyetlerini yerine getirirken uymaları gereken bazı ilkeler de belirlemiştir. Bu ilkeler (Rodoplu ve Akdemir, 1998);

- İş bölümü
- Yetki ve sorumluluk denetleme
- Yönetim birliği
- Hiyerarşi
- Disiplin
- Eşit davranış
- Denge
- Takım ruhu yaratılması
- Kumanda birliği
- Genel çıkarların kişisel çıkarlara üstün tutulmasıdır.

### **2.2.1.3. Bürokrasi Yaklaşımı**

Max Weber tarafından geliştirilen Bürokrasi yaklaşımındaki, “bürokrasi” kelimesi, günlük dilde kullandığımız, işlerin geciktirilmesi, yokuşa sürülmesi, “bugün git yarın gel” anlamının aksine, bir organizasyon yapısını ifade etmektedir (Eren, 2005).

Bürokrasi modele göre, ideal bir organizasyon yapısında yer alan tüm çalışan ve yöneticiler ilgili oldukları konularda uzman, demokratik yollarla buldukları görevlere atanmış ve objektif bakış açısına sahip kişiler olmalıdır.

Max Weber'e göre, bürokratik modelin benimsendiği bir organizasyonda bulunması gereken başlıca özellikler şunlardır:

- Uzmanlaşmaya dayalı iş bölümü; böylece tüm çalışanlar uzmanlaşmış oldukları görevlerde bulunacaklardır.
- Ayrıntılı ve açık bir şekilde düzenlenmiş iş tanımları; çalışanlar getirildikleri göreve ilişkin hangi faaliyetleri yerine getirmeleri gerektiğinin bilincinde olacaklardır.
- Açık bir şekilde ifade edilmiş hiyerarşik yapı; böylece her ast kendisini denetleyecek üstünün kim olduğunu bilecektir.
- Bunun yanı sıra Weber Bürokrasi yaklaşımı dahilinde üç tür yetki tanımlamıştır. Bu yetkiler,
- Geleneksel Yetki: Geleneksel yetki doğuştan kazanılan yetkidir. Babadan oğla geçer. Bu yetki türünde yönetim gücü bir ailenin elindedir. Geleneksel yetkiye, padişahlık veya krallık sistemi örnek olarak verilebilir.
- Karizmatik Yetki: Kahramanlık, kutsallık v.b. kişisel beceri ve niteliklere dayanan yetki türüdür. Karizmatik lider bu kişisel özellikleri ile astlarını ve çevresindekileri belirlediği amaçlara yönlendirir. Karizmatik yetki için de Mustafa Kemal Atatürk örnek olarak verilebilir.
- Yasal Yetki: Demokratik, rasyonel ve yasal düzenlemelerin ortaya koyduğu yetki türüdür. Yasal yetkiye örnek olarak seçimler vasıtasıyla göreve getirilen başbakan ve milletvekilleri verilebilir (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

### **2.2.2. Davranışsal Yaklaşım (Neo - Klasik Organizasyon Teorisi)**

Davranışsal yaklaşım teorisiyle ilgili ilk çalışma Elton Mayo tarafından gerçekleştirilen Hawthorne araştırmaları olmuştur. Hawthorne araştırmalarının konusu ısıtma, ışıklandırma v.b. fiziksel özelliklerin değişmesi halinde işçilerin verimlilikleri üzerindeki değişimin tespit edilmesi idi. Hawthorne araştırmalarında savunulan tez, söz konusu fiziksel koşulların iyileştirilmesi halinde, verimliliğin artacağı yönündeydi. Ancak Hawthorne fabrikalarında gerçekleştirilen deneylerde



verimlilik üzerinde, sıcaklık, ışıklandırma durumu v.b. fiziksel koşulların yanı sıra işçilerin motivasyonu, iş tatmini, çalışanlar arasındaki ilişkiler gibi sosyal faktörlerin de tekili olduğu sonucuna varıldı. Bu araştırma sonucunda, verimliliğin teknik bir olay olduğu kadar, aynı zamanda bir “insan” olayı olduğunu da söyleyebiliriz (Koçel, 2003).

Davranışsal yaklaşım ile klasik yaklaşım arasındaki en büyük fark, davranışsal yaklaşımda insan unsurunun dikkate alınıp, organizasyon içerisinde çalışanların yeteneklerinin doğru tespit edilmesi, yetenek ve tecrübelerinden en iyi şekilde yararlanılması, çalışanlar ve çalışanlar ile yöneticiler arasındaki ilişkilerin nasıl olması gerektiğiyle ilgilenilmesidir (Eren, 2005).

Öncülüğünü Elton Mayo'nun yaptığı davranışsal yaklaşımın gelişmesine Abraham Maslow, Kurt Lewin, Douglas McGregor gibi bilim adamlarının da katkısı olmuştur (Koçel, 2003).

Kurt Lewin katılımcılığın, verimlilik üzerindeki etkisini araştırırken; McGregor davranışsal ve klasik yaklaşımların çalışanlara bakış açısını araştırmış ve birbirine zıt olan iki teorem geliştirmiştir. Bu teoremler şunlardır (Rodoplu ve Akdemir, 1998) :

➤ **X Kuramı Varsayımları:**

- Çalışanlar ortalama olarak tembeldir.
- Öncelikle kendi amaçların düşünürler.
- Yönetilmeyi tercih ederler. Sorumluluk almazlar.
- Yaratıcı değildirler ve değişimi arzu etmezler.

➤ **Y Teorisi Varsayımları:**

- Çalışanlar ortalama olarak çalışkandırılar. Çalışmayı severler.
- Güdülenirlerse kurum amacım da gözetirler.
- Psikolojik ortam sağlanırsa, hem sorumluluk alırlar hem de yaratıcı olurlar.
- Görüş sahibi ve kendi kendilerini denetim altında tutabilirler.
- Sorumluluk kazandırılarak yaratıcı bir şekilde çalışabileceklerdir.

Davranışsal yaklaşım göre, işletmeler uzmanlaşma, iş bölümü, yetki - sorumluluk gibi kavramları içerdikleri için teknik bir yapı, ancak aynı zamanda, “insan” unsurunu içerdikleri için de sosyal bir yapıdır.

### **2.2.3. Çağdaş Yönetim Sistemi (Modern Organizasyon Teorisi)**

Çağdaş yönetim sistemi, sistem yaklaşımı ve durumsallık yaklaşımından oluşan, işletmelerin bir bütün halinde görülmesi gerektiğini savunan bir yönetim teorisidir.

#### **2.2.3.1. Sistem Yaklaşımı**

Sistem, parçaların birbirleriyle ve dış çevreyle ilişkilerinin ve etkilerinin bulunduğu, diğer sistemlerden farklı, örgütlenmiş ve bölünmez bir bütün olarak tanımlanır (Genç, 2004).

Her sistem, kendisini oluşturan alt sistemlerden meydana gelir. Örneğin, işletmeler, finans, pazarlama, muhasebe v.b. alt sistemlerin birleşmesiyle oluşmuş sistemlerdir.

Sistemler açık ve kapalı sistemler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Açık sistemler, çevresiyle girdi - çıktı alışverişi yapan, geri beslemede bulunan sistemler iken, kapalı sistemler ise aksine, çevresiyle ilişki kurmayan, girdi - çıktı alışverişinde bulunmayan sistemlerdir. İşletmelerin faaliyette buldukları çevre kavramı ise, “sistemin dışında kalan herşey” şeklinde tanımlanabilir (Genç, 2004).

Sistemleri etkileyen, parametre ve değişken olarak adlandırılan iki tür faktör vardır. Parametreler, işletmelerin yönetme yeteneğine sahip olmadığı, kendisini ona uydurmak zorunda olduğu faktörlerdir. Örneğin, hükümetlerin izlediği ekonomi politikaları gibi. Değişkenler ise, işletmeler tarafından değiştirilebilen yani yönetme yetkisinin işletmelerde bulunduğu faktörlerdir. Buna da işletmelerde uygulanan ücret politikası, istihdam politikası v.b. örnekler verilebilir.

Bu durumda açık sistemler çevreleriyle alışveriş halinde olduklarından, açık sistemlerde hem parametreler hem de değişkenler bulunacaktır. Kapalı sistemlerde ise, çevreyle ilişki olmadığından sadece değişkenlerin olduğu kabul edilir.

Bunun yanı sıra, entropi ve negatif entropi kavramları da sistemler için geçerli olabilecek durumlardır. Entropi, bir sistemin yok olma eğilimiyken negatif entropi

ise, entropiye karşı önlem alma, karşı koyma anlamına gelmektedir. Her sistem entropiye maruz kalabilir. Ancak, açık sistemler çevreleriyle ilişki halinde oldukları için, entropiye karşı, negatif entropi geliştirmesi yani önlem alması kapalı sisteme göre daha kolay olacaktır.

Sitem yaklaşımının temelinde, “sistem” olarak ele alınan bütünün amacını gerçekleştirilmesi vardır. Dolayısıyla bu görüşe göre, önemli olan bütündür, parçalar bu bütüne katkıda bulunduğu ölçüde önemli olacaktır (Koçel, 2003).

### **2.2.3.2. Durumsallık Yaklaşımı**

Her işletmenin faaliyette bulunduğu bir çevre vardır. Durumsallık yaklaşımı, çevrenin analizini ve bu analiz sonucunda ortaya çıkabilecek bilgiler doğrultusunda bir örgüt yapısı kurmayı öngörür (Genç, 2004).

Durumsallık yaklaşımına göre, bir örgütün yapısını etkileyen çok sayıda iç ve dış faktörler vardır. Personelin niteliği, işletmenin amaçları, kullanılan teknoloji, yapılacak iş içsel faktörleri oluştururken; müşteriler, Pazar koşulları, devlet müdahalesi, rekabet, sosyal ve kültürel koşullar da dışsal faktörleri oluşturacaktır.

Örgütler, söz konusu iç ve iş faktörleri dikkate alarak örgüt yapılarını oluşturacaklardır. Dolayısıyla başarının yakalanması adına her durum ve koşul için farklı bir yönetim stratejisi belirleneceğinden, durumsallık yaklaşımı tek “en iyi” kavramını kabul etmez.

Kısaca, durumsallık yaklaşımı durumun gereklerine göre hareket edebilme ve karar verebilme demektir (Can ve diğerleri, 2002).

Çevre ve teknoloji kavramları üzerinde duran durumsallık yaklaşımı, bu iki kavramın gerektirdiği gibi çevre analizi sonucunda bir işletmenin organizasyon yapısı ve süreçlerin nasıl şekillenmesi gerektiği hususundaki sorulara daha kolay cevap verilebileceğini ve kurulacak yapının şartlara daha uygun olacağını kabul etmektedir. Bu durumda başarıya ulaşmak da daha kolay olacaktır (Genç, 2004).

### 2.3. Yönetimin Özellikleri

Yönetim belirli amaçlara ulaşmak için, eldeki tüm kaynakları birbiriyle uyumlu, verimli ve etkin kullanabilecek kararlar alma ve uygulama sanatı ve bilimidir (Genç, 2004).

Yönetim, işletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için, çalışanların, örgüt içindeki ve dışındaki kaynakların koordinasyonunu sağlayan, onları amaçlara doğru yönlendiren, insanlar var oldukça devam edecek olan fonksiyonel bir süreçtir. Yönetimin sosyal sorumluluk amacını yerine getirmek maksadıyla, eğitim ve geliştirme faaliyetlerinde bulunmasının yanı sıra yönetim faaliyetinin en temel amacı, örgütsel etkinlik ve verimliliği artırmaktır. Yönetimin özelliklerini şu şekilde sıralanabilir:

- **Amaç Özelliği:** İşletmelerde gerçekleştirilecek yönetim faaliyeti ile ulaşılması düşünülen önceden belirlenmiş belli amaçlar vardır.
- **İş Bölümü:** İş bölümünde, işler çeşitli parçalara ayrılacak ve buna göre uzmanlar tayin edilecektir (Rodoplu ve Akdemir, 1998). Yani görevlere, işi en iyi yapabilecek kişiler getirilecektir.

İş bölümü sonucunda da uzmanlaşma doğacaktır.

- **Yaratıcılık:** Yöneticiler, yaratıcılıklarını kullanarak işletmelerin etkinlik ve verimliliklerini artırmaya çalışacaklardır.
- **Basamaksal Özellik:** İşletmenin amaçlarına ulaşabilmesi, çalışanların belli bir hiyerarşi içinde ve iş birliği halinde çalışmalarını gerektirmektedir. Bu durumda, çalışanların bir kısmı ast, bir kısmı ise, astları denetleyen pozisyondaki üst olacaktır.
- **Karar Alma ve Uygulama:** Yönetim faaliyetinin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için olaylar hakkında olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde karar alınması ve bu alınan kararların uygulamaya konması gerekmektedir.
- **Demokratik Özellik:** Yönetim faaliyetinin yerine getirilmesi sürecinde, çalışanların belli görevlere getirilmesinde, yapılan faaliyetlerin

kontrolünde, karar alma süreçlerinde demokratik davranılması başarıyı getirecektir.

- **Grup Özelliği:** Yönetim, birlikte çalışmayı gerektiren bir olgudur. Yönetimsel etkinliğin yerine getirilebilmesi için, insanın, amaçların ve insanlara arasındaki iş birliğinin gerçekleşmesi gereklidir (Genç, 2004).
- **Rasyonellik Özelliği:** Yönetimde, planlar, kararlar, uygulamalar, kontroller sırasında etkinlik, etkililik, verimlilik prensiplerinden yararlanılmalıdır. (Rodoplu ve Akdemir, 1998). Etkinlik en kısa tanımıyla, doğru işin, doğru olarak yapılmasıdır. Etkilik ise, planlanan sonuçlarla, gerçekleşen sonuçların oranlanmasıyla elde edilen bir kavramdır. Verimlilik de, mevcut kaynaklarla en fazla ürünün elde edilmesi şeklinde tanımlanabilir.
- **Bilim ve Sanat Özelliği:** Yönetimin mümkün olabilecekle ilgilenmesi yönetimin bilimsel yönünü ifade etmektedir. Aynı kaynaklara sahip olan yöneticilerin uyguladıkları ayrı yönetimlerle, farklı sonuçlar elde etmeleri ise, yönetim faaliyetinin sanatsal yönünü göstermektedir.
- **İletişim Özelliği:** Belirlenen örgüt amaçlarına ulaşılabilmesi için, işletmede kesintisiz, hızlı ve doğru bir haberleşme ağının olması gereklidir. Bu nedenle, yönetim faaliyetinin gerçekleştirilmesinde, ast - üst arasındaki dikey ve aynı kademede çalışanlar arasındaki yatay iletişime önem verilmektedir.

#### 2.4. Yönetimin Amaçları

Yönetim, örgütün amaçlarına ulaşabilmesi için, üretim faktörleri olan iş gücünün, sermayenin ve kaynakların verimli, etkin ve rasyonel bir şekilde kullanılması gerektiğini ifade eden bir kavramdır. Yönetimin bunu başarabilmesi için, “işleri doğru yaparak” verimliliği, “doğru işler yaparak” da etkinliği gerçekleştirmesine bağlıdır. Yönetimde verimlilik ve etkinlik, kaynak değişimi ve kullanımının, verimli bir biçimde kullanılması yoluyla sağlanabilir. Bu yönetimleri çıkarmak ve uygulamak, yönetim biliminin amacıdır (Genç, 2004).

Yönetim biliminin temel amacı, örgütsel amaçlara ulaşmaktır. Bu amaçlara ulaşılabilmesi için öncelikle, yönetimin ilk işlevi olan planlama fonksiyonunun sağlıklı bir şekilde yerine getirilmesi gereklidir. Çünkü işletme örgütsel amaçlarını bu aşamada oluşturmaktadır.

Amaçlar, işletmenin erişmeyi arzuladığı uzun dönemli genel sonuçlar olarak tanımlanabilir. Hedefler ise, amaçlara erişmek için gerekli olan kısa dönemli aşama durumlarını oluşturur. Amaçlar, hedeflerin oluşturulmasında temel teşkil ederler (Eren, 2005). Bunun yanı sıra, hedefler amaçlara göre daha açık ve ölçülebilirdirler.

Örgütlerde, örgüt çalışanlarının ve örgütün birbirinden farklı amaçları vardır. Örgütün başarılı olması, yöneticilerin, sanatsal yeteneklerini kullanarak çalışanları bir amaç etrafında toplaması yani bireysel ve örgütsel amaçları bütünleştirerek bir sinerji oluşturmaya bağlıdır. Sinerji, örgütsel ve bireysel amaçların bütünleştirilmesiyle sağlanan ilave bir örgütsel güçtür (Genç, 2004).

En genel anlamıyla örgütsel amaçlar üç başlık altında toplanabilir:

➤ Düzen amacı:

Örgüt çalışanlarının örgütün etkinliğini ve verimliliğini düşürmeye yönelik davranışlarına engel olma ve ortadan kaldırmaya yönelik bir amaçtır.

➤ Kültürel Amaçlar:

Örgütün, toplumun kültürel değerlerini korumaya yönelik amacıdır.

➤ Ekonomik Amaçlar:

Örgütün mal veya hizmet üretimi yaparak, kar elde etmesiyle ilgili olan amacıdır.

Yönetimin amacı, örgütün insan kaynağının performansını iyileştirerek, hem örgütsel performansa katkısının, hem de örgütten elde edeceği yararların ve çıkarların artırılmasını sağlamaktır. Yönetim, bu amacı gerçekleştirmek üzere, örgütün insan kaynağı ile şu üç açıdan ilgilenmektedir: “ Yararlanma”, “Özendirme” “Koruma” (Genç, 2004).

Yararlanma, örgüt çalışanlarıyla ilgilidir. Örgütün gereksinim duyduğu iş gücünün yetenek ve eğitimlerine uygun işlere yerleştirilmesi, yapacakları işlerin yani iş tanımlarının oluşturulması, performanslarının ölçülmesi, eksik oldukları alanlarda eğitim verilmesi, terfi ettirilmesi v.b. konularla ilintilidir.

Özendirme ise, örgüt çalışanlarının performanslarının artırılması amacıyla, çeşitli ödüllendirme yöntemleriyle güdülenmesi yoluyla bireysel ve örgütsel amaçlar, değerler arasında uyumun sağlanmasıdır.

Koruma kavramı da, örgüt çalışanlarının çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve iş güvenliğiyle ilgili alınması gereken önlemlerle alakalıdır. İnsan kaynakları yönetiminin temelde dört adet amacı vardır.

➤ Toplumsal Amaçlar:

Örgütün toplumdaki gelen istek ve ihtiyaçlar doğrultusunda, mal ve hizmet üreterek, toplumun ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik ahlaki ve sosyal sorumluluk bilincini taşımasıyla ilgilidir.

➤ Örgütsel Amaçlar:

İnsan kaynakları yönetiminin örgütsel etkinliğe katkıda bulunarak, örgütsel amaçları gerçekleştirmek üzere kurulduğunun bilincinde olmasıyla ilgilidir.

➤ İşlevsel Amaçlar:

Örgütün ihtiyaçlarına uygun bir düzeyde birimin katkısını sürdürmek (Genç, 2004).

➤ Kişisel Amaçlar:

Örgüt çalışanlarının kendilerini geliştirmelerine yönelik amaçlarını gerçekleştirmelerinde görenlere yardımcı olmakla ilgilidir.

Yönetimin amacı, “analitik”, “teknik”, “beşeri” ve “kavramsal” boyutları olan örgütsel faaliyetleri yerine getirmektir.

Örgütsel faaliyetlerin boyutları:

➤ Analitik Boyut:

İşletmenin mevcut durumunun iyi bir şekilde analizi sonucunda ulaşılan, işletmenin rakiplerine karşı sahip olduğu zayıf ve üstün yönlerinin, işletmenin faaliyette bulunduğu çevredeki tehlike ve fırsatların sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesiyle işletmede gerekli düzenlemelerin yapılması ve önlemlerin alınmasıyla ilgilidir.

➤ Teknik Boyut:

Yöneticinin fonksiyonel uzmanlık alanını ifade etmektedir. Her yönetici, muhasebe, mühendislik, pazarlama, finans, araştırma - geliştirme gibi belirli bir dalda uzmanlık bilgisine sahip olmalıdır (Genç, 2004).

➤ Beşeri Boyut:

Beşeri boyut, insan unsuruyla ilgilidir (Genç, 2004). Yöneticiler, örgütteki problemleri çözerken, kendi uzmanlık alanlarına dair teknik bilgilerini kullanmak yerine, teknik bilgilerini kullanabilecek yeterlilikte bilgi ve deneyime sahip örgüt çalışanlarını organize etme, yöneltme ve denetleme faaliyetleriyle ilgileneceklerdir.

➤ Kavramsal Boyut:

Yöneticinin örgütü, tüm kaynaklarıyla bir bütün olarak görmesiyle ilgilidir.

## **2.5. Yönetimin İşlevleri**

Yönetimin içerdiği fonksiyonlar şunlardır:

- Planlama
- Organize etme
- Kadrolama
- Yöneltme
- Denetleme (Kontrol etme) (Rodoplu ve Akdemir, 1998).



### 2.5.1. Planlama

Planlama, yönetim sürecinin ilk ve en temel fonksiyonudur. Planlama amaçların ve bu amaçlara ulaşılması için yapılması gereken faaliyetlerin, kullanılması gereken araçların, değerlendirilmesi gereken fırsatların seçiminin yapıldığı bir süreçtir. Her yönetici, bulunduğu kademeye göre yönetim fonksiyonlarını yerine getirecektir. Alt kademe yöneticiler, planlama ve örgütlenme ile ilgilenirken, üst kademe yöneticiler ise, yöneltme ve denetleme fonksiyonlarının yerine getirilmesiyle ilgileneceklerdir. Planlama, örgütsel amaç ve hedeflerin ve bunlara nasıl, hangi yöntemle ulaşılabileceğinin belirlenmesi işidir (Genç, 2004).

Planlama gelecekle ilgili bir faaliyettir. Ancak bu faaliyetin yerine getirilebilmesi için, işletmenin ve işletmenin faaliyette bulunduğu çevrenin mevcut koşullarının hatta bunlarla ilgili geçmiş verilerin de işletmeyi örgüt amaçlarına ulaştıracak etkin bir plan hazırlanması adına, çok iyi bir şekilde analiz edilmesi gereklidir. Planlayıcılar, işletmenin bugünkü haliyle ilgili bir görüşe sahip olabilmeleri için, geçmiş ve mevcut durumu karşılaştırmaları gereklidir.

Plan ise, bugünde geleceğe neye ulaşmak istediğinin ve nelerin gerçekleştirileceğinin kararlaştırılmasıdır (Genç, 2004). Dolayısıyla plan bir sonuç niteliğinde iken, planlama ise, bir süreç niteliğindedir. Aynı zamanda planlama, planın oluşturulması için gerekli olan işletmeyle ve işletmenin çevresiyle ilgili bilgilerin toplanması sürecidir. Bu süreç sonunda işletme, çevresine karşı üstün ve zayıf yönlerini, pazardaki rekabet koşullarını, çevresindeki fırsat ve tehlikeleri belirleyebilecek ve buna uygun bir plan oluşturabilecektir.

Planlamaya ilişkin unsurlar şu şekilde sıralanabilir (Rodoplu ve Akdemir, 1998):

- Planlama geleceğe yöneliktir.
- Gelecekte yapılacak işlerin zamanlarını belirlemeye yöneliktir.
- Yapılacak işleri düzenleme eylemidir.
- Seçenekler belirleyip, karar alma işlemidir.
- İşlerde kimlerin görevlendirileceğinin belirlendiği bir eylemdir.
- Planlama günün gelişme ve değişimlerini içerir. Hedefe ulaşmak için, eşgüdümleme gereklidir.

Planlama faaliyetinin aşamaları ise şunlardır:

➤ Sorunların veya Fırsatların Saptanması:

İyi bir planın oluşturulabilmesi için, planlama sürecinde işletmenin ve işletmenin faaliyette bulunduğu çevresinin analiz edilmesi ve bunun sonucunda da işletmenin çevresine karşı üstün ve zayıf yönleriyle, çevredeki rekabet durumuyla, çevredeki fırsat ve tehlikelerle ilgili bilgilerin toplanması gereklidir. Ancak bu şekilde yönetici planı oluştururken, doğru karar verebilecektir.

➤ Amaçların Belirlenmesi:

Plan oluşturmadan önce yapılması gereken amaçların belirlenmesidir. Çünkü belirlenen amaçlar doğrultusunda plan oluşturulacaktır.

➤ Planın Dayandığı Hareket Noktalarının Belirlenmesi:

Planlama bir bilgi toplama sürecidir. Bu süreç içerisinde işletme ve çevresiyle ilgili bilgiler toplanır ve bu bilgilere dayanılarak planın oluşturulması aşamasında bazı varsayımlarda bulunulur.

➤ Seçeneklerin Saptanması:

Amaçlar belirlendikten sonra bu amaçlara ulaşmak için izlenebilecek yollar belirlenir.

➤ Seçeneklerin Değerlendirilmesi:

Bu aşamada yöneylem araştırması ve çeşitli matematiksel tekniklerden yararlanılarak, önceki aşamada belirlenmiş olan yolların, işletmeye uygunluğu, sağlayacağı getiri, maliyet beklentisi v.b. yönleri ulaşılması istenen amaçlar doğrultusunda değerlendirilir.

➤ En Uygun Alternatifin Seçilmesi:

Bu aşamada, değerlendirilen seçenekler arasından işletme için optimum olduğu düşünülen seçenek seçilir. Bu aşamada, yönetici izleyeceği yolla ilgili bir karara varır. Verilen kararın doğruluğu, seçeneklerin doğru şekilde analizine, bilgilerin yöneticiye doğru olarak iletilmesine ve yöneticinin yeteneğine bağlıdır.

➤ Yardımcı planların Düzenlenmesi:

En uygun davranış biçiminin seçimi ve kararının verilmesi ile planlama işlevi kısmen tamamlanmıştır. Artık ana planları ikincil yardımcı olanlarla desteklemek, evrelerin öncelik, sıra ve zamanlarını saptayacak programlar geliştirmek ve iş yöntemlerini standartlaştırmak gerekecektir (Genç, 2004).

➤ Planları Sayısal Değerlerle Bütçelemek:

Planın oluşturulmasından sonra bu planın bütçelenmesi yani plan dahilinde yapılacak olan faaliyetlerin gelir giderlerinin belirlenmesi gereklidir. Yönetici zaman içerisinde, işletmesini ve faaliyette bulunduğu çevresini belli aralıklarla analiz etmeli ve gelen tepkileri yani geri beslemeleri değerlendirmeli ve buna göre planda gerekli düzenlemeleri yapmalıdır.

### **2.5.1.1. Plan Türleri**

İşletmelerin hazırladıkları planlar; kullanım biçimlerine, sürelerine ve niteliklerine göre sınıflandırılabilir.

➤ Kullanım Biçimlerine Göre Planlar :

Kullanım biçimlerine göre planlar sabit ve tek amaçlı planlar olmak üzere ikiye ayrılır.

• **Sabit Planlar:**

Her faaliyet dönemi sonunda gözden geçirilerek kullanılmaya devam edilen planlardır. Sabit planlar içinde politikalar, prosedürler ve kurallar yer alır. Politika, yol gösterme ve belirlenmiş amaçlara ulaşmak için izlenen yol veya genel plandır. Prosedür ya da başka bir ismiyle yöntem ise, amaçlara ulaşmak için izlenen yol veya genel plandır. Prosedür ya da başka bir politikanın veya stratejinin uygulanış şekli ile ilgilidir (Eren, 2005).

• **Tek Amaçlı Planlar:**

Tek amaçlı planlar, kısa süreli ve belli amaçları gerçekleştirilmesi için hazırlanan planlardır. Bu tür planlar sürekliliği olmayan, bir kez uygulanan planlardır. Tek

amaçlı planlar içinde programlar, projeler ve bütçeler yer alır (Genç, 2004). Program, bir planın en ince ayrıntılarını yer, zaman, şahıs ve usul göstererek belirtmektir. Bütçe ise, programda belirlenmiş her faaliyetin neden olacağı giderler ile bazı faaliyetlerden sağlanacak gelirlerin rakamsal ve nakdi ifadelerinden oluşan öngörüdür (Eren, 2005). Proje de, belirli bir yatırımın gelir - gider eş deyişle fayda maliyeti analizinin yapıldığı planlara denir (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

➤ Niteliklerine Göre Planlar:

Niteliklerine göre planlarda stratejik ve teknik olmak üzere ikiye ayrılırlar.

• **Stratejik Planlar:**

Strateji kelimesinin etimolojik kökeni eski Yunanca'ya dayanmaktadır. Strateji, eski Yunanca “stratos” (ordu) ve “ago” (yönetmek, yön vermek) kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Kimi yazarlar kelimenin etimolojik yönden Latince “stratum” kelimesinden türetildiğini ifade etmektedir. Latince’de “stratum” ; “yol, çizgi, nehir yatağı” anlamalarına gelmektedir. Strateji kelimesinin sözlük anlamı ise “bir amaca varmak için eylem birliği sağlama ve düzenleme sanatı” olarak ifade edilebilir (Aktan, 2002).

Strateji, özellikle askeri terminolojide çok sık kullanılan bir kavramdır. Savunma alanında strateji kelimesi, Eski Yunanlı General Strategos’un adına atıfta kullanılmakta ve bu generalin savunma alanındaki bilgi ve taktiklerini ifade etmektedir (Aktan, 2002).

Sözlük anlamı sürme, gönderme, gütme olan strateji kavramı zaman içerisinde yönetim alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Yönetim biliminde strateji, “bir organizasyonun amacına ulaşmak için izleyeceği yollar” anlamında kullanılmaktadır (Aktan, 2002). İşletmelerin yönetim alanında strateji kavramını kullanmaları önce stratejik planlamayı daha sonra da stratejik yönetim kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Stratejiler planların aksine yazılı olmak zorunda değildirler. Strateji yöneticinin zihninde olabileceği gibi, yazılı halede getirilebilir. Yazılı hale getirilen stratejilere de stratejik planlama denir.

Stratejik planlar, örgütün zaman içindeki büyüme ve gelişimini etkileyen büyük sorunlarla ilgili olan planlardır (Genç, 2004). Stratejik planlar üst yönetim tarafından oluşturulan planlardır.

Stratejik planlama, örgütün iç çevresinin yanı sıra, dış çevresinin de göz önüne alınması ve işletmenin bir bütün halinde değerlendirilmesiyle oluşturulan, örgütün amaç ve misyonunda belirttiği durumlara erişebilmesi için üst yönetim tarafından örgütün kaynaklarını elde etmesi ve dağıtması ile ürün - pazar yeteneklerini nasıl kullanması gerektiğine dair oluşturulan yazılı değerlerden ibarettir.

Stratejik planlama, bir örgütün uzun dönemli başarısını belirleyen kararlar bütünüdür (Wheeler and Hunger, 2004). Stratejik yönetim ise stratejilerin seçimi için çevre ve işletme analizlerinin yapılmasını, stratejilerin uygulanması için gerekli süreçleri ve uygulandıktan sonra elde edilen sonuçları içerir (Eren, 2005).

Stratejik yönetim kavramını üç kısımda incelenebilir:

- Stratejik planın oluşturulması
- Stratejik planın uygulamaya konması için yapılacak faaliyetlerin programlanması, organize edilmesi, bütçelenmesi v.b. İşlevlerin yerine getirilmesi
- Örgütün amaçlarına ulaşip ulaşmadığının her evrede kontrolünün yapılması ve gerekli önlemlerin alınması

Stratejik yönetim kavramına ulaşıncaya kadar dört evre geçirilmiştir.

- Temel Finansal Planlama Evresi:

Bu evrede işletmeler dış çevreyi dikkate almadan yatırım yapmak istedikleri alanın ne kadar kaynak gerektirdiği ve yatırım yapılması halinde elde edilecek getirinin ne kadar olacağıyla ilgilenirler.

- Tahmin Temelli Planlama Evresi:

Bu evrede işletmeler çeşitli sayısal tekniklerden yararlanarak geçmişe dair satış, üretim, kar, maliyet v.b. verilerin analizini yapabilmekte ve gelecek dönemlere dair tahminlerde bulunup belli bir öngörüye sahip olabilmektedir.

Ancak işletmeler gelecek dönemlerine dair tahminlerde bulunurken çevresel faktörleri ve bunun işletme üzerindeki etkilerini dikkate almadıkları için, yapılan tahminler ve bunun sonucunda oluşturulan geleceğe yönelik öngörüler çok sağlıklı olmayacaktır.

➤ Dışa Yönelimli Stratejik Planlar:

Bu evrede işletmeler, uzun dönemde başarılı olmalarını sağlayacak, gelecek dönemlere dair doğru tahminlerde bulunabilmek için, geçmiş dönemlere ait maliyet, üretim, satış, kar v.b. verilerini ekonomik, sosyo - kültürel, yasal, teknolojik, doğal, ekolojik, politik v.b. Genel çevre koşulları ile işletmenin faaliyette bulunduğu endüstrideki rakiplerinin gücü, sayısı, tedarikçilerinin sayısı, işletmenin pazarlık gücü, gelecek dönemlerde bu endüstriye girme isteyen firmaların yaratacağı tehdit ve tehlikeler, ikame mallan üreten endüstrilerin olup olmaması ve bu endüstride faaliyette bulunan firmalar üzerinde yaratacakları tehditler, hükümetin ve kamu kuruluşlarının söz konusu endüstriye karşı tutumları gibi işletmenin faaliyette bulunduğu endüstriye ilişkin koşullar dikkatlice analiz edilmelidir. Ancak bu takdirde işletme, çevresine karşı zayıf ve güçlü yönlerinin ve çevresindeki fırsat ve tehlikelerin bilincinde hareket edecek ve bunun sonunu da uzun dönemde başarıyı yakalamasını sağlayacak doğru tahminlerde bulunabilecektir.

➤ Stratejik Yönetim Dönemi:

Stratejik planlama kavramının işletmelerde etkin bir şekilde uygulanabilmesiyle ortaya çıkan ya da çıkabilecek aksaklıkların giderilebilmesi için, stratejik planın iyi bir şekilde yönetilmesi ve kontrol edilmesi gereklidir. Bu gereklilik 1980'li yıllarda stratejik yönetim kavramını ortaya çıkarmıştır.

Hazırlanan stratejik planların uygulamaya aktarılması için yıllık uygulama programlarının her işletme fonksiyonu için yıllık taktik ve operasyonel olan ve programların, bütçelerin, politikaların ve prosedürlerin etkin ve verimli biçimde oluşturulması zorunludur. Kontrol işlevi ise, uygulamaya geçmeden önce, uygulamalar esnasında ve uygulamadan sonra yürütülecek biçimde tasarlanarak hayata geçirilmelidir. Böylece aksaklıklar ortaya çıkmadan, ortaya çıkar çıkmaz belirlenerek gerekli önlemlerin zamanı geçirilmeden alınması olanağını yöneticilere verecek ve stratejik açıdan arzulanan başarı düzeyine erişilebilecektir (Eren, 2005).

Stratejik yönetimin asıl amacı, stratejiler oluşturmak, bunları uygulamak ve sonuçlarını denetlemektir. Stratejik yönetimde aşağıdaki soruların analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır (<http://www.canaktan.org/yonetim/stratejik-yonetim/strateji-kavrami.htm> (20/10/08)):

1. Strateji NE'dir ?
2. Strateji NİÇİN oluşturulmalıdır ?
3. Strateji NE ZAMAN oluşturulacaktır ?
4. Strateji oluşturularak NEREYE ulaşılması hedeflenmektedir ?
5. Stratejiler NASIL oluşturulacaktır ?
6. Stratejiler KİM (ler) tarafın oluşturulacaktır?

Stratejik yönetimin temelleri yukarıdaki "NE", "NİÇİN", "NE ZAMAN", "NEREYE", "NASIL" ve "KİM" sorularına verilen yanıtlara dayanmaktadır. Dolayısıyla bu soruların cevaplarının doğru olarak tespiti, oluşturulan stratejinin etkinliğim de etkileyecektir.

Stratejik yönetim, yöneticinin stratejik açıdan önemli olan konuların neler olduğunu anlamasını ve bunlar üzerinde odaklanmasını, uzun dönemli öngörülerde bulunabilmesini, hızlı bir şekilde değişen çevre koşullarını anlamasını ve buna göre uygun zamanda stratejik planda gerekli değişiklikleri yapmasını ve bu yüzden yöneticilerin stratejik planları esnek bir şekilde hazırlamaları gerektiğinin anlaşılmasını sağlar.

#### • **Taktik Planlar:**

Stratejik planlarda belirtilen amaçlara ulaşmak için nasıl davranılması gerektiğini gösteren, yapısal değişikliklere neden olmayan ve genellikle alt düzey faaliyetlerle ilgili olan planlardır. Taktik planların oluşturulması aşamasında CPM, PERT v.b. tekniklerden yararlanır. Taktik planların diğer bir ismi de rutin planlardır.

Stratejik planlama örgütün örgütün NE yapması gerektiğine eğilirken, taktik planlama, amaçlara NASIL ulaşılacağını belirtir (Genç, 2004).

Örneğin, bir işletme fiyat yönünden rekabet güdecekse, bu firmanın stratejisi diğerlerinin daha aşağısına satamayacağı fiyat belirlemektir. Bu stratejinin taktiği etiket koyma, kar oranını düşürme ve rakiplerin fiyatlama faaliyetleri hakkında bilgi toplama olabilecektir. (Can ve diğerleri, 2002)

➤ **Sürelerine Göre Planlar:**

Planlar kapsadıkları süreler bakımından kısa süreli, orta süreli, ve uzun süreli planlar olmak üzere üçe ayrılırlar:

• **Kısa Süreli Planlar:**

En fazla bir yıllık süreyi kapsayan günlük işlerle ilgili olan planlardır.

• **Orta Süreli Planlar:**

Süre bakımından 1-5 yıllık bir süreyi kapsayan planlardır. Uygulamada birkaç yıllık süreyi işletme yatırımları, gelir ve giderler v.b. Konular için düzenlenen planlardır (Genç, 2004).

• **Uzun Süreli Planlar:**

Bu tür planlarda süre genellikle beş yıldan başlamakta ve amaçları geliştirmek için, belirlenmiş politika ve stratejilerin ön gördüğü etkenlere bağlı olarak uzamaktadır. Bu etmenler; işletme, iş kol ya da ekonomik ve teknik çevre ile ilgili olabilmektedir. Uzun süreli planlamada çevresel etmenler üzerinde durulur (Genç, 2004).

Bu ayrımların yanı sıra planlar, bütünleşik ve kısmi planlar ile merkezi ve ademi merkezi planlar olmak üzere başka ayrımlara da tabi tutulabilir.

• **Bütünleşik Planlar:**

İşletmenin bütününe ilgilendiren planlardır (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

• **Kısmi Planlar:**

İşletmenin bir bölümünü ilgilendiren planlardır (Rodoplu ve Akdemir, 1998).



• **Merkezi Planlar:**

Planlama yetki ve sorumlulukların üst yönetimde olduğu plan türüne merkezi plan denir (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

• **Ademi Merkezi Planlar:**

Yetki ve sorumlulukların orta ve alt kademede olduğu plan türüne ise, ademi merkezi plan denir (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

**2.5.1.2. Planlar Hiyerarşisi**

Planlar sorumluluk derecesine ve kapsadığı zamana uygun bir düzen içindedirler. Üst kademelerde geniş, uzun zaman perspektifli planlar uygulanırken aşağılara inildikçe kısa dönemi kapsayan ve bu kademede yöneticilerin günlük olarak karşılaştıkları sorunlara yönelik planlara rastlanır (Can ve diğerleri, 2002). Örgütsel kademelere göre planlama faaliyetleri Tablo 2.1’de sunulmuştur.

Tablo 2.1 Örgütsel kademelere göre planlama faaliyetleri

<b>ÖRGÜT KADEMELERİ</b>	<b>PLANLAMA TİPLERİ</b>
Üst Yönetim	Amaçlar, Politikalar, Uzun Dönemli Planlar
Orta Kademe Yönetim	Kotalar, Programlar, Tamamlayıcı Amaçlar ve Politikalar
İlk Kademe Yönetim	Projeler, Tarifeler, Kısa Dönem Amaçlar, Tamamlayıcı Politikalar ve Çalışmaya İlişkin Planlar
İşçiler Düzeyi	Rutin İşler ve Çok Küçük Usuller

Kaynak: Can ve diğerleri, 2002.

**2.5.2. Örgütlenme**

Örgüt belli amaçlara ulaşmak için bilinçli bir şekilde kurulmuş toplumsal birimler veya toplum kümeleridir veya örgüt, bireylerin ve işlevlerin, üretici bir ilişki içinde yapılandırılmasıdır. Kavram olarak örgüt, örgütsel amaçların gerçekleştirilmesi amacıyla oluşturulmuş yapıyı, yönetim bu yapının planlar, politikalar ve stratejiler çerçevesinde iletilmesini ifade eder. Bir örgüt, bireylerin amaçlarına ulaşmak için karşılıklı davranışlarda buldukları yapısal süreçtir. Bu süreci yönetici işletir.

Örgütte meydana gelen olaylar, karşılıklı (interaktif) olarak birbirine bağımlıdır. Örgütsel yapı, bu karşılıklı davranışları ve ilişkiler düzenini tanımlar (Genç, 2004).

Örgüt kavramı iki değişik anlamda kullanılabilir; birincisi bir yapı, iskelet, önceden planlanmış ilişkiler topluluğu anlamına gelen örgüt; ikinci anlamda ise, bu yapının oluşturulması sürecim, bir dizi faaliyeti, örgütlenmeyi ifade eder. Hatta bazen örgüt kavramına bir üçüncü anlamda verilebilir. Bu anlamda örgüt, bir toplumsal çevrede bir amacı gerçekleştirmek için oluşturulmuş sosyal bir sisteme verilen isimdir (Genç, 2004).

Örgüt sözcüğü, dar ve geniş anlamda tanımlanabilir. Dar anlamda örgüt; herhangi bir amaç için gerekli çalışmaları belirlemek ve bu çalışmaları grup ilişkileri şeklinde düzenlemektir.

Geniş anlamda örgüt ise; insanların, fiziksel araç ve olanakların, belli bir amacı gerçekleştirecek biçimde bir araya getiren yapıdır (Genç, 2004). Örgütlenme sürecinin temel amacı, örgütsel başarı için gerekli öğeleri etkili ve verimli bir biçimde uyum içinde bir araya getirmektir. İyi bir örgütlenmenin bulunmayışı, amaçları başarmak bir yana, karışıklıkların ortaya çıkmasına neden olur. Örgütlenme işlevi etkili bir biçimde yerine getirilirken, personel kendisinden beklenen rol ve işlevleri anlayacağı gibi örgütün amacını da anlamış olacaktır. Üstelik çalışanların her biri görevlerinin örgütün diğer bölümlerinde çalışanların görevleriyle olan ilişkisini anlayacağı gibi, kime rapor ve hesap verip, sorumluluklarının ne olacağını da göreceklendir (Can ve diğerleri, 2002).

Örgütlenme süreci planlamayla çok yakından ilgilidir. Örgütlenmede ilk adım amaçların belirlenmesidir. Yönetici kaynak ve işlevleri gerektiği biçimde saptayabilmek için örgütsel amaçların neler olduğunu bilmek zorundadır Amaç ve planlar belirlendikten sonradır ki örgütlenme süreci başlar (Can ve diğerleri, 2002). Örgütlenmenin evreleri ise şu şekilde belirlenebilir:

- İşlerin belirlenmesi ve gruplandırılması,
- İşlerin tasnif edilerek benzerlerinin bir araya getirilmesi,

- İşleri yerine getirecek ve yönetecek yöneticilerin belirlenmesi; bu evrede, gruplanan işlerin yürütülmesinde, sonuçların alınmasında, yetkili ve sorumlu yöneticilerin belirlenmesi söz konusudur (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

### **2.5.3. Kadrolama**

Yönetimin üçüncü işlevi kadrolamadır. Hali hazırda istihdam edilen iş gücünün envanteri ve kaydı, yeni iş gücünün seçimi, yerleştirilmesi, geliştirilmesi, değerlendirilmesi kariyer planlaması, ücretlendirilmesi, eğitimi eş deyişle hem aday hem de mevcut insan kaynaklarının çalışmalarını etkin ve etkili yapmaları eksenli gelişimlerini sağlama kapsamında örgüt yapısındaki pozisyonların doldurulması ve korunması olarak tanımlayabiliriz. (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

Kadrolama işlevinin örgütlemeye bağlantılı bir şekilde yürütülmesi gereklidir. (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

Kadrolama işlevinin, yönetimin ayrı bir işlevi olarak belirlenmesinin çeşitli nedenleri vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir (Rodoplu ve Akdemir, 1998):

- Örgütsel rollerin, pozisyonların kadrolanması, pratikte yöneticilerin bilmediği yaklaşımları ve bilgileri gereklidir.
- Ayrı bir işlev olarak kadrolama yönetici geliştirme, kariyer, planlama, değerlendirme ve seçimi konularında her ikisine gerekli önemin verilmesine olanak sağlar.
- Deneyimli ve bilgili kişilerin kadrolama alanında geliştirilmesi gereklidir (Rodoplu ve Akdemir, 1998).

### **2.5.4. Yönelme**

Örgütlenmiş yapıyı harekete geçiren yönetim fonksiyonuna, yönelme denir. Bu yönüyle yönelme, bir araya getirilmiş ve teknik verilere uygun bir biçimde monte edilmiş, motorlu bir aracın çalıştırılmasına benzer. Araç çalıştırılıp harekete geçirilmedikçe, monte edilmesinin (sistemin kurulması yani planlanmasının, örgütlenmesinin ve kadrolaması) herhangi bir anlamı olamayacaktır. Kısaca yönetim

kararının bir anlamının olabilmesi için, bu kararın uygulamaya dönüştürülmesi gerekir. Yönetici bunu yöneltme fonksiyonu sayesinde başarır (Genç, 2004).

Yöneltme sürekli bir işlev olup, karar verme ve kararlar talimatlarla somutlaştırarak örgütün lideri tarafından örgütsel hedeflere doğru yönlendirilmesidir. Yöneltme çalışanlar arasında işbirliğini ve her örgütün çalışanın bedensel ya da zihni çabalarıyla örgüt amacına katkıda bulunmasını sağlamaktır. Yöneltme fonksiyonu olmadan, örgütlenme ve kadrolama işlevi, yönetimde hazırlık fonksiyonu olarak kalır. Yöneltme, oluşturulan sistemin (örgütün) önceden planladığı şekilde yürütülmesini sağlamak demektir. Örgütsel tüm çalışmalar, yöneltme etrafında oluşur (Genç, 2004).

Yönetimde planlama organizasyon ve kadrolama işlemlerinden sonra sıra, oluşturulan yapının işletilmesine, başka bir ifadeyle örgütün harekete geçirilmesine gelir. Bu yönetimin yöneltme fonksiyonu ile başarılır. Yöneltme faaliyetlerinin işleminde yöneticiler ve onların emirleri vardır. Yöneticiler burada astları harekete geçirerek emir verirler ve bunu yaparken, iş birliğini öne çıkarırlar. Astlara yol gösterme (yöneltme) ve yönetme faaliyetlerini kapsar. Yürütme işlevi iş görenlerin, görevlerini en etkin ve verimli biçimde yaptırma amaç edinir (Genç, 2004).

Yöneltme fonksiyonu, plana göre örgütü yürüten, yönetim faaliyetidir. Planda belirlenen genel yönü takip etmek yeterli değildir. Yolculuk boyunca çok sayıda ayrıntıyla da ilgilenmek gereği vardır. Sürücü bu cansız araçları, teknik ev fiziki araçlar içerisinde istediği şekilde yönetebilir. Yönetici, örgütte yer alan ve psiko-sosyal yapıları ayrı olan çeşitli insanları yönetmek durumundadır. Burada yöneticilerin, astlarına emir vermesi veya diğer yollarla ne yapması gerektiğini onlara iletmeleri gerekir. Yönetici sadece plan yapmakla kalmaz, aynı zamanda birlikte çalıştığı insanlara işleri dağıtır ve yapılacak olan işlerin kimler tarafından yapılacağını belirler (Genç, 2004).

Yöneltme, astların çabalarının örgütsel politikalar doğrultusunda yürütülmesi ve plana göre denetlenmesi işi, olarak görülebilir. Yöneltme fonksiyonu, mekanik bir sistem olan örgütsel yapının, insan unsuruyla harekete geçirilerek yarı organik bir yapıya kavuşturma çabasıdır.

Örgütün mekanik yapısını uyumlu bir tarzda harekete geçirmek için bir ruh ve canlı bir dinamizm gerekir. Örgütsel yapıyı hedeflere doğru yönlendiren, çalışanlarda

moral ve motivasyon sağlayan enerji, örgütsel kültür ve iklimden sağlanır (Genç, 2004).

Yöneticilerin çalışanları harekete geçirebilmeleri için, çalışanların öncelikle güdülenmesi gereklidir.

Güdülenme konusunda genel kabul gören bir kuram Abraham Maslow'a ait olan ihtiyaçlar hiyerarşisidir. Yazar ihtiyaçları şu şekilde sıralamaktadır (Rodoplu ve Akdemir, 1998):

➤ Fizyolojik İhtiyaçlar:

Bu ihtiyaçların çerisinde yemek, içmek, barınmak gelmektedir. Bu ihtiyaçlar tatmin edilmedikçe bir üst düzeydeki ihtiyaçların çalışanları güdülemeyeceği kabul edilir.

➤ Güvenlik İhtiyaçları:

İş garantisi, ekonomik ve sosyal güvenlik bu ihtiyaç içerisine girer.

➤ Sosyal İhtiyaçlar (Toplumsal İhtiyaçlar):

Bir gruba ait olma, sevgi ve kabul görme, takdir edilme ihtiyaçları girer.

➤ Kendini Kanıtlama İhtiyaçları:

Saygı görme, takdir edilme, gülü görünme bu grup içerisinde irdelenir.

➤ Kendini Asma İhtiyaçları:

Kişinin sürekli olarak kendisini aşması, üst pozisyonlara geçmek arzusu bu ihtiyaç türüne girer. (Rodoplu ve Akdemir, 1998)

### **2.5.5. Denetleme**

Denetim yönetim fonksiyonlarının sonucusudur. Denetleme örgütte gerçekleşen eylemler ile planların karşılaştırılması ve sapma halinde sapmaların nedenlerini bulup giderme sürecidir. Denetim türlerini sonuç denetimi, süreç denetimi, önleyici denetim, bütçe denetimi ve proje denetimi olarak sayabiliriz. Yönetim süreci, denetim fonksiyonuyla tamamlanır. Denetimle; faaliyetlerin planlarla karşılaştırılması ev faaliyetler planlardan saptığı takdirde gerekli düzeltmeler yapılır.

Diğer yandan, eğer sonuçlar tatmin edici ise, örgüt üyelerine davranışlarının uygun olduğu bildirilmeli ve üyeler daha fazla motive edilmeli ve ödüllendirilmelidir (Genç, 2004).

Denetim fonksiyonu, bir karşılaştırma işidir ve bu karşılaştırmayı yapabilmek için en az iki ölçütün bulunması gerekir. Bunlardan ilki, olması gereken, gerçekleşmesi istenen durum, diğer bir deyişle planlardır. Denetim yapılabilmesi için bir temele dayanmak gerekir ve daha açık, eksiksiz ve ayrıntılı planlar yapıldıkça, daha etkin denetim de yapılabilecektir. Denetim işlevinin nedeni, faaliyetlerin sonuçlarını ölçmek ve değerlemek, planların başarıya ulaşmasını sağlamak olduğuna göre, bir işletmede planlardan sapmanın sorumlularının ve gerekli düzeltmelerin kim tarafından yapılacağıının bilinmesi gerekir (Genç, 2004). Kontrol sürecinin temel aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Can ve diğerleri, 2002) :

- Amaç, plan ve politikalar ışığında standartların belirlenmesi
- Yapılan faaliyetlerin (Mevcut başarının) ölçülmesi
- Yapılan faaliyetlerin sonuçlarının önceden belirlenen standartlarla karşılaştırılması
- Düzeltme kararı verme

### 3. PROJE KAVRAMI VE YÖNETİMİ

#### 3.1. Proje Kavramı

Sözlük anlamı itibariyle bir çalışmanın taslağı olarak ifade edilen proje kavramı daha kapsamlı olarak düşünüldüğünde, bir amacı gerçekleştirmek üzere üretilen birbirleriyle ilişkili faaliyetler dizisinin tümüne verilen ad olarak tanımlanmaktadır. Başka bir tanıma göre ise, proje bir kereye mahsus yapılabacak ve bir veya birkaç amacın başarılması için tasarlanmış özel çalışma konfigürasyonudur. Yeni bir ürünün üretilmesi, bir tesisin kurulması ve yeni bir servis sisteminin kurulması gibi faaliyetlere ait iş setleri proje olarak adlandırılır. Bu projelerin tümü amaç bazlı faaliyetlere sahiptirler ve amaçlara ulaşıldığında bu faaliyetler bitirilmektedir (Bozoğlu, 2005).

Tüm bunların yanı sıra proje kavramını, bir ürünün üretilmesi, bir yapının oluşturulması gibi amaçlar doğrultusunda oluşturulmuş belli bir ş akışı doğrultusunda bir araya getirilmiş faaliyetler bütünü olarak da tanımlanabilir.

Projeler genellikle müşteri istek ve ihtiyaçlarındaki değişim sonucunda ortaya çıkan yeniden yapılandırma ve iyileştirme ihtiyaçlarından doğmuş ve iyi bir şekilde yerine getirildiklerinde ise mevcut aksaklık ve yetersizlikleri ortadan kaldırarak başarıya ulaşılmasını sağlayan düzenlemelerdir.

Projeler üç ana öğeden oluşmaktadır. Projenin amacı, projenin süresi ve projenin yükümlülüğünü üstlenen kadro (Proje örgütü). Projelerin başarıya ulaşabilmeleri için bu üç öğe arasındaki bağın güçlü olması gereklidir (Bozoğlu, 2005).

Tüm bu açıklamalar ışığında projelerde bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Projeler yenilikler getirirler. Bu bir ürün geliştirme projesi olabileceği gibi, süreç iyileştirme, yeni standartların geliştirilmesi gibi projeler de olabilir. Projelerle geliştirilmesi amaçlanan yenilikler genellikle büyük

ölçekli, çok yaygın etkisi olan, kapsamlı ve karmaşık düzenlemeler olup, günlük olağan düzenlemeler bu tarz değişiklikler sayılmazlar.

Bunlar kurumların doğal gelişmesi sonucu oluşan küçük değişimler olarak kabul edilmektedir (Deniz, 2000).

Organizasyonlar bünyelerinde çeşitli çalışmalar gerçekleştirmektedirler. Bu çalışmalar rutin faaliyetleri ve içlerinde çeşitli rutin faaliyetleri barındırabilen projeleri birlikte kapsayabilmektedir. Ve bu faaliyetler ve projeler birçok ortak karakteristiği birlikte paylaşabilirler. Örneğin her ikisi de insanlar tarafından gerçekleştirilir, kısıtlı kaynaklarla sınırlandırılırlar ve planlama -gerçekleştirme -kontrol aşamalarından meydana gelirler. Projeler, bünyelerinde tekrarlanan rutin faaliyetler içerseler de genel olarak rutin faaliyetlerden farklı bir yapıya sahiptirler. Proje çalışmalarının rutin işlerden farkları şöyle açıklanabilir (Akil, 2007):

- Projeler tekrarlanan olaylar değildirler. Bundan dolayı problemler ve çözümleri diğer işlerden farklıdır.
- Projeler iletmenin diğer işlerinden farklı bir yapıya sahip olduklarından yönetimleri de farklıdır.
- Projelerin planlama ve organizasyonları aylarca devam edebilir. Buna karşın rutin işler birkaç gün veya bir haftada programlanabilir.
- Projeler rutin işlerden farklı olarak bilgi toplama, programlama, uygulama, izleme ve başka departmanlarla birlikte çalışmayı gerektirir.
- Her projenin bir amacı vardır.
- Projeler geçici organizasyonlardır.
- Her proje kendine orijinaldir, kendine özgüdür.
- Projeler mutlaka büyük ölçeklidirler.
- Projeler dinamik süreçlerdir.
- Projeler değişimi zorunlu kılar.
- Projeler özgündür. Bir projenin özgünlüğü, o projenin daha önce yapılmamış olması Ya da daha önce yapılmış olsa bile aynı koşulların birebir oluşturulmasının olanaksız olması gerektiğidir (Sarıca, 2006).



- Projeler karmaşıktır. Projeler birbirlerinden farklı faaliyetlerin iş akışına göre sıralanmasıyla oluşan organizasyonlardır.
- Projeler esnek yapılardır. Projeler uygulamadan önce ya da uygulama aşamasında, mevcut koşullar doğrultusunda üzerinde değişikliğe izin veren esnek yapılardır.
- Projeler başlangıcı ve bitişi olan belli bir zaman dilimini kapsayan organizasyonlardır.
- Projeler belirli birçok faaliyetin bir araya gelmesiyle oluşan organizasyonlardır.
- Projeler amaç odaklıdır. Projenin amacı açık, anlaşılabilir ve ölçülebilir nitelikte olmalıdır.
- Projelerde örgütlenme biçimi klasik yapılardan farklıdır. Proje organizasyonları alışılmış hiyerarşik bir örgütlenme yapısından farklı olarak daha çok ekip anlayışına uygun olarak yönetilirler (Deniz, 2000).
- Projeler belirlenen amaca ulaşıldığında dağıtılan organizasyonlardır.

Projeler bu özelliklerinin yanı sıra kendi içlerinde de şu şekilde çeşitlendirilebilir (<http://www.baskent.edu.tr/~alguner/PYDERS1.doc> (10/09/08)):

- Yeni Yatırım Projeleri: Tamamıyla yeni bir tesisi kurmak amacıyla gerçekleştirilen projelerdir.
- Yenileme Yatırım Projeleri: Mevcut veya çalışan bir tesiste yeni üretim araçlarına ya da daha üstün bir teknolojiye ihtiyaç duyulduğunda oluşturulan projelerdir.
- Tamamlama-Genişletme Yatırım Projeleri: Mevcut bir tesisin üretim kapasitesinin artırılması amacıyla üretim araçları, çalışan sayısında artırıma gidilmesi, daha üstün bir teknolojiye başvurulması gibi faaliyetler doğrultusunda oluşturulan projelerdir.

- Modernleştirme ya da Modernizasyon Yatırım Projeleri: Mevcut tesise, araç -gereç ve makinelerde yıpranma olmamasına karşın uygulanan teknolojinin eski olması dolayısıyla yapılan modernleştirme çalışmalarını kapsayan yatırım projeleridir .

### 3.2. Proje Yaşam Döngüsü

Proje yaşam döngüsü proje fikrinin ortaya atılmasından başlayarak gerekli faaliyetlerin geliştirilmesi, uygulanması, bitirilmesi ve değerlendirilmesi ile sone eren bir süreçtir. Proje yaşam döngüsü altı aşamada sınıflandırılabilir:

- Tanımlama:

Tanımlama aşaması projeye ilgili ilk fikirlerin ortaya atıldığı, projenin gerçekleştirilmesiyle birlikte nelerin amaçlandığının belirlendiği aşmadır. Tanımlama aşaması, projenin fikir olarak tasarlandığı aşamadır.

- Hazırlama:

Hazırlama aşaması projenin teknik olarak tasarlandığı, hangi faaliyetlerin kim tarafından hangi kaynaklarla, ne zaman gerçekleştirileceğine, bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinin kaç mal olacağına dair soruların yanıtladığı yani projenin planlamasının yapıldığı aşamadır.

- Değerlendirme:

Fikirselsel ve teknik açıdan tasarımı tamamlanmış olan projenin ekonomik, sosyal, teknik v.b. açılardan değerlendirildiği, uygunluk ve yararlılığının tespit edildiği aşamadır.

- Önerinin Hazırlanması, Onaylanma ve Finansman:

Projeyi detaylarıyla öneri olarak onaya sunulduğu ve gerekli fonun sağlanmaya çalışıldığı aşamadır.

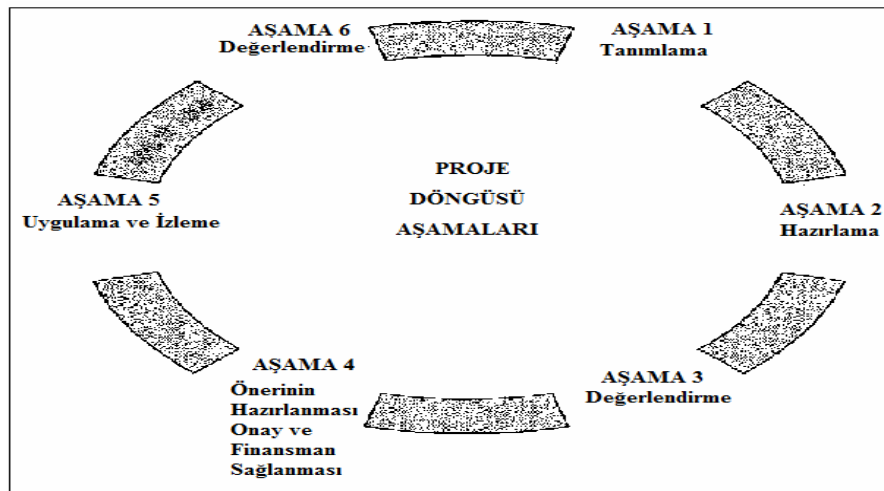
➤ Uygulama ve İzleme:

Projedeki faaliyetlerin uygulanmaya başlandığı ve denetlendiği, yapılan denetlemelerle planın üzerinde değişiklik yapıp yapılmadığına dair kararların verildiği aşamadır.

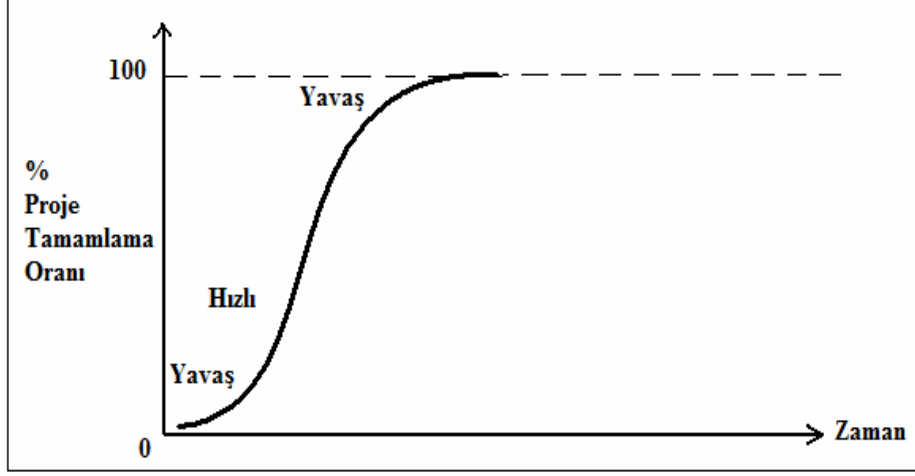
➤ Değerlendirme (Projenin Kapanması):

Proje sonuçlarının ve yapılan çalışmaların gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi aşamasıdır. Hedeflere ulaşıp ulaşılmadığı kontrol edilir. Bu değerlendirmeler sonraki proje hazırlıklarına esas teşkil edecektir. Söz konusu aşama denetim aşaması olarak da adlandırılabilir (Bozoğlu, 2005).

Proje yaşam döngüsündeki bu aşamaları başlangıç, gelişme ve bitiş şeklinde sınıflandırdığımızda, uygulama ve izleme aşamasına kadar geçirilen tüm evreler başlangıç safhasına; uygulama ve izleme aşaması gelişme ve değerlendirme veya denetleme olarak adlandırdığımız son aşama ise bitiş safhasına denk gelecektir. Bu safhaları projenin tamamlanmasındaki hareketliliğe göre değerlendirdiğimizde ise, başlangıç aşamasında belirsizliklerin yoğun olması ve projenin henüz tam olarak şekillenmemesinden, bitiş aşamasında da işlerin eş zamanlı bitirilmesi zorunluluğu ve çalışanlardan kaynaklanan çeşitli nedenlerden ötürü yavaş bir gidişat söz konusu iken; gelişme safhasında ise, işlerin uygulamaya girmesinden dolayı daha hızlı bir süreç mevcuttur(Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de verildiği üzere).



Şekil 3.1 Proje döngüsü aşamaları (Bozoğlu, 2005)



Şekil 3.2 Proje yaşam çevrimi (Akil, 2007)

### 3.3. Proje Yönetimi

Yönetim, genel anlamıyla organizasyondaki kaynakların belli bir amaç doğrultusunda bir araya getirilmesi, koordine edilmesi, yönlendirilmesi ve kontrol edilmesi süreçlerinden oluşan bir kavramdır.

Proje yönetimi ise, projelerin esnek bir yapıya sahip olmalarından dolayı klasik işletme yönetim kavramından daha farklı bir yönetim tekniğidir.

Bir projenin başarılı olması yani amacına ulaşabilmesi için sadece gerekli ve etkin süre ve kaynaklara sahip olunması yeterli değil, aynı zamanda bu kaynakların gerekli yerlere optimum bir şekilde dağıtılması için dolayısıyla amaçlara ulaşılması için bu kaynakların başarılı bir şekilde yönetilmesi de gereklidir ki bu ihtiyaçtan ötürü de proje yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır.

Proje yönetimi, büyük ölçekli yatırım projelerinin, uygun maliyetlerle, tespit edilen süre içinde tamamlanmasını ve projede belirlenen amaçların istenen düzeyde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Proje yönetimi başarılı bir şekilde uygulandığı takdirde, kaynakların boşa harcanması, zaman kaybı ve maliyet artışları önlenmiş olmaktadır. Proje yönetimi, ulaşılmak istenen belli bir sonucu elde etmek için kullanılan maddi ve beşeri kaynakların ortak faaliyetlerini planlama, programlama, yürütme ve denetleme çalışmalarıdır (Sarica, 2006).

Bir proje yönetiminin başarılı kabul edilebilmesi için, belirlenen amaca önceden belirlenmiş zaman ve maliyet dahilinde ulaşılması gereklidir. Yani proje yönetiminde başarının belirlenmesindeki tek kriter, amaca ulaşmak değildir. Verimli bir proje yönetimi için bazı koşulların oluşması gereklidir. Bunlar (Akil, 2007) :

- Çalışmayı teşvik eden ortam
- Tam anlamıyla tanımlanmış iş gerekleri
- Etkin plan ve kontrol
- Doğru ve sabit iş prosedürleri
- Yeterli kaynaklar

Proje yönetimi eldeki kaynakların optimum şekilde kullanılmasını, birden fazla kişinin bir uyum içerisinde bilgi ve tecrübelerini en iyi şekilde ortaya koymalarını gerektiren bir yönetim tarzıdır.

Projelerin yönetim açısından önem taşıyan özellikleri ise şunlardır (Sarıca, 2006) :

- Projeler belirli bir bütçe ve belirli bir zaman içerisinde istenen amaçlara ulaşmayı hedeflerler.
- Projeler dinamik bir ortamda yönetilirler. Projeler koşullar gerektirdiği takdirde değiştirilmeye ve yeniden yapılandırılmaya uygun olmalıdır. Dolayısıyla proje yönetimi de esnek bir yapıya sahip olmalıdır.
- Projenin tüm safhaları birbirine bağlı olduğundan proje yöneticisinin aldığı kararlara her aşamada çok dikkat etmesi gereklidir.

Proje kontrolü her aşamada belli bir zamanda yapılarak, yapılan işlerin doğruluğu, kalitesi ve zamanlaması ölçülmelidir. Aksi halde örneğin, herhangi bir faaliyetin zamanında bitirilememesi durumunda erken müdahale edilemeyecek ve proje hızlandırma çalışmaları da ancak projenin sonuna doğru yapılabilecektir. Bu durumda proje hızlandırma çalışmalarının maliyeti daha yüksek olacak ve bu durum da projeyi olumsuz olarak etkileyecektir.



### 3.4. Proje Organizasyonu

Organizasyonlar projelerin büyüklük ve içerikliklerine göre farklılık gösterirler. Bu nedenle işletmeler uygun proje organizasyon yapısını belirlerken bazı prosedürleri takip ederler.

Uygun organizasyon şeklinin belirlenmesinde izlenecek prosedürler şu şekildedir (Akil, 2007):

- Projenin amaçlarının ve projeden beklenen ana sonuçların tanımlanmasını,
- Her bir amaca ulaşmak için yapılması gereken işlerin belirlenmesi ve bu işler için kuruluş içerisinde katkısına ihtiyaç duyulacak ünitelerin belirlenmesi,
- Projedeki kritik işlerin sınıflandırılması ve alt iş gruplarına ayrılması,
- Alt iş gruplarının yürütülmesi için oluşturulması gereken proje alt gruplarının belirlenmesi,
- Projenin özelliklerinin ve yapılan kabullerin belirlenmesi (ihtiyaç duyulan teknoloji, projenin büyüklüğü, personel ihtiyacı, muhtemel problemler v.b.)
- Organizasyon şekillerinin avantaj ve dezavantajlarını dikkate alarak uygun seçimin yapılması.

Projelerin büyüklük ve içeriklerine göre ise proje organizasyonlarını şu şekilde çeşitlendirilebilir:

- Fonksiyonel Organizasyon
- Proje Organizasyonu
- Matris Organizasyon
- Karışık Organizasyon Şekiller

### Fonksiyonel Organizasyon:

Bu tür proje organizasyonunda proje, organizasyon içerisinde hangi departmanı ilgilendiriyorsa, yönetim yetkisi o departmana verilir. Söz konusu departman dahilinde yetki ve sorumluluk paylaşımı yapılır.

### Proje Organizasyonu:

Proje Organizasyonunda, organizasyon sistemden bağımsız bir hale gelmiştir. Proje personeli ve yönetimi ile ayrı bir ünite durumunda olup, direkt olarak veya birden fazla projenin olması durumunda bir projeler koordinatörü vasıtasıyla üst kademe yönetimine bağlıdır. Kuruluşun diğer birimlerle bağlantısı ancak periyodik durum değerlendirme raporları ile olur (Akil, 2007).

### Matris Organizasyon:

Matris Organizasyon tam proje organizasyon ve fonksiyonel organizasyon yapılarının avantajlı kısımlarının alınıp, dezavantajlarının önlenmesi amacıyla oluşturulmuş, bu iki organizasyon şeklinin karışımını ifade eden bir yapıdır. Matris organizasyon, yapısı sık rastlanan bir organizasyon şekli değildir.

### Karışık Organizasyon Şekilleri:

Bu tür organizasyonlar, başlangıçta belirlenen bir organizasyon yapısının karşılaşılan zorluklar karşısında değiştirilmesiyle söz konusu olmaktadır. Böylece mevcut koşullara daha uygun bir organizasyon şekliyle projeye devam edilecektir.

## **3.5. Proje Planlama**

Planlama kavramı, bir eyleme dair tüm faaliyetlerin ayrıntılı bir şekilde önceden belirlenmesi işlemidir.

Planlama hangi faaliyetin ne zaman, kimler tarafından, hangi araçların yardımıyla, nasıl yapılacağına dair soruların cevaplandığı bir süreçtir.

Planlama aynı zamanda bir karşılaştırma ve kontrol aracıdır. Bu şekilde faaliyetlerin sonucunda istenilen amaca ulaşıp ulaşılmadığının tespitinde planlamadan yararlanılır. Planlamayı ekonomik anlamda bir kaynak dağıtım mekanizması olarak



da görmek mümkündür. Bu açıdan baktığımızda planlama, sınırsız ihtiyaçlar ile sınırlı kaynaklar arasında bir dengeyi sağlama mekanizmasıdır. ([http://www.forumlopedi.net/kamu\\_yonetimi\\_ve\\_egitim/planlama\\_nedir\\_t12611.0.html](http://www.forumlopedi.net/kamu_yonetimi_ve_egitim/planlama_nedir_t12611.0.html) 11/09/08)

Proje planlama kavramı ise, projenin faaliyete geçirilmesi halinde ne tür aksaklık ve fırsatlarla karşılaşılabilceğinin, fırsatların nasıl değerlendirilip, aksaklıkların nasıl ortadan kaldırılacağını ifade eden zaman, maliyet ve kaynak olmak üzere üç ana başlık altında yürütülen bir süreçtir.

Proje planlama, bir projenin tamamlanabilmesi için yapılması gerekli bütün faaliyetlerin neler olduğunun belirlenmesi, bu faaliyetlerin birbirleriyle olan mantıksal ilişkilerinin ve yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan kaynakların göz önünde bulundurularak projenin gerçekleştirilebilmesi için gerekli düzenin kurulması olarak ifade edilebilir (Sarica, 2006).

Proje planlama, ilgili projenin gerçekleştirilmesi için gerekli birçok faaliyetten ve faaliyetlerin alt başlıklarından oluşan, hataların zamanında tespit edilip, en az maliyetle düzeltilmesi için projenin her aşamasında denetime yer verecek biçimde şekillendirilen ve projenin herhangi bir aşamasında çevredeki değişikliklere uyum sağlayabilmesi için esnek yapıya sahip bir süreçtir.

Projenin başarıya ulaşabilmesi için, planlama mutlaka yapılmalı ve ilgili planın da alt başlık, görev ve sorumlulardan oluşması, değişime ayak uydurabilmesi ve her aşamada denetime yer verecek bir yapıya sahip olması gereklidir.

Planlama yapılmadığı takdirde, projenin ilerleyişi kontrol edilemeyeceği, ve gelecekteki fırsatları, tehlikeleri görmek mümkün olmayacağından, bu konuda gerekli önlemler alınamayacak ve proje hedefleri gerçekleştirilemeyecektir (Sarica, 2006).

Özetle proje planlama aşamasında, proje ana faaliyet başlıklarına ve ilgili faaliyetler de alt başlıklara ayrılır. Daha sonra her faaliyet planlamanın üç ana unsuru olan maliyet, zaman ve kaynaklar açısından değerlendirilerek, hangi faaliyete ne kadar kaynak gerektiği, ne kadar ürede bitirilebileceği ve ilgili faaliyetin gerçekleştirilebilmesi için ne kadar bütçeye gereksinim olduğu tespit edilir. Ardından faaliyetler arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak bir sıralama oluşturulur. Bu

sıralamanın baz alınmasıyla da son olarak proje şebekesi şekillendirilir. Temel planlama prosesine göre, bir projenin planlanması süreci aşağıdaki bölümlerden oluşur (Şekil 3.4'te verildiği üzere):

- Proje Alanı Planlama: Proje faaliyet alanının belirlendiği ve geliştirildiği bölümdür.
- Proje Alanı Tanımlama: Projenin daha küçük alt başlıklara bölünerek, yönetilebilir bölümlere ayrılmasıdır.
- Faaliyet Tanımlama: Projenin yürütülmesi ve gerçekleştirilmesi için faaliyetlerin tanımlanması işlemidir.
- Faaliyet Sıralama: Faaliyet sıralamasını, bunların birbirlerine bağımlılıklarını ve bunların dokümantasyonunu yapma işlemidir.
- Faaliyet Zaman Tahmini: Faaliyetlerin tam olarak tanımlanabilmesi için, gerekli olan zamanı tahmini işlemidir.
- Kaynak Planlaması: Proje faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için hangi kaynaklardan (insan gücü, malzeme, ekipman v.s.), ne kadar miktarda gerekli olduğunun saptanmasıdır.
- Maliyet Tahmini: Proje kaynaklarının ve tüm projenin maliyetinin belirlenmesidir.
- Maliyet Bütçeleme: Tüm proje maliyetinin tek tek yapılan işlere bölümlendirilmesidir.
- Proje Planı Geliştirilmesi: Diğer planlama proseslerinden alınan bilgileri birbirlerine tutarlı ve anlaşılabilir bir şekilde dokümanlara aktarmaktır (Deniz, 2000).

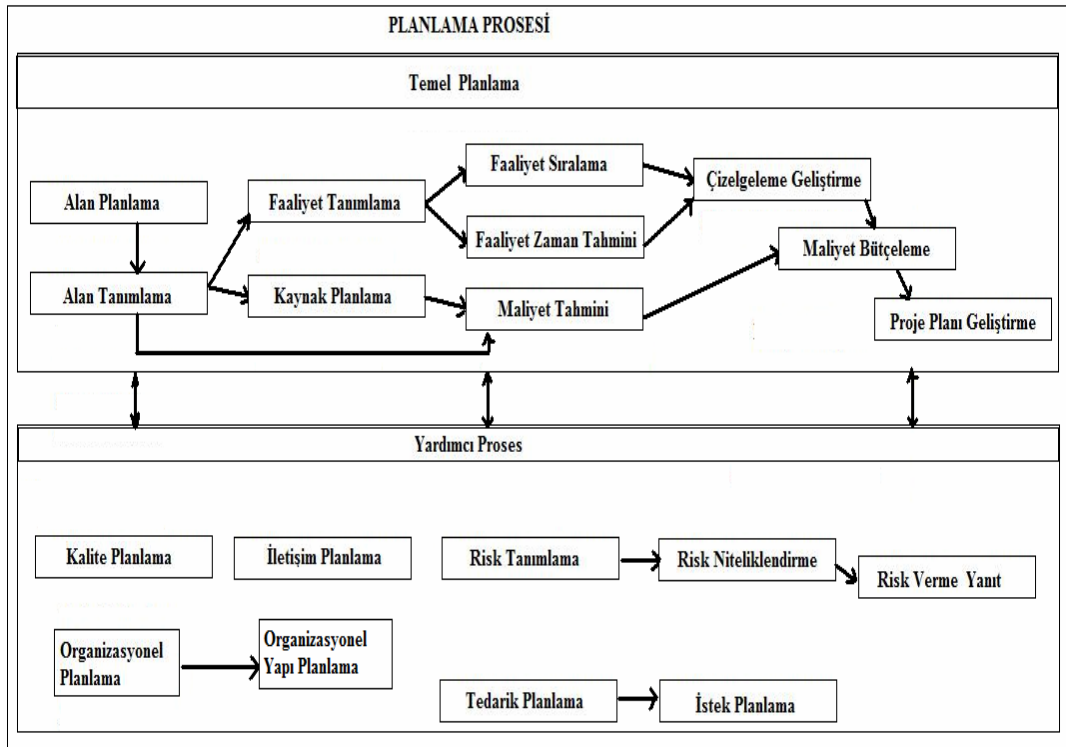
Planlama, bugünden geleceğe yönelik bir karara verme sürecidir. Bu süreç dahilinde hangi faaliyetlerin yapılacağına, hangilerinin ise yapılmayacağına karar verilir.

Planlamanın aşamasının başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için, proje planlama aşamasının üst yönetim ve diğer organizasyonel bölümler tarafından desteklenmesi

gereklidir. Başarılı bir planlama çalışması için organizasyon üyelerinin hepsi ve özellikle tüm yöneticiler planlamanın doğasını ve amacını bilmelidirler. Ve bunun tüm profesyonellerin işinin bir parçası olduğunu anlamalıdır (Burrill and Ellsworth, 1980).

Proje Planlama çalışmasının faydalarını ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (Akil, 2007):

- Neyi, ne zaman yapılması gerektiğini belirler.
- Hangi kaynaklara, ne zaman ihtiyacımız olduğunu gösterir.
- Proje için nasıl bir bütçe gerektiğini gösterir.
- Projenin mümkün olup olmadığına dair karar vermeye yardım eder.
- Beklenmedik olayların sebep olduğu kötü sonuçlardan sakınmaya imkan verir.
- Projeyi zamanında, maliyetinde ve istenilen kalitede gerçekleştirmeyi sağlar.



Şekil 3.4 Proje planlama safhaları (Deniz, 2002)

### 3.6. Proje Programlama

Proje yönetiminin iki ana başlığından biri olan proje programlama, oluşturulmuş proje planının önceden belirlenmiş belli bir zaman içerisinde nasıl yürütüleceğinin ifadesidir.

Proje planında yer alan her faaliyete ilişkin kaynak ve süre tahminleri ile yapılan genel sınırlamalar veri olarak kullanılarak çeşitli analizler ve simülasyon çalışmaları yardımıyla proje programı oluşturulmaktadır. Proje programlama dahilinde her faaliyetin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri şebeke diyagramında gösterilir. Böylece faaliyetlerden hangilerinin kritik olduğu tespit edilerek, buna göre bir kaynak dağıtımı yapılır.

Proje programlama, kaynak gereksiniminin ve tahmin edilen süre içinde projenin gidişatının (ilerlemesinin) programlanmasıdır. Programlama aşamasında her faaliyetin başlama ve bitiş zamanını gösteren bir zaman diyagramı hazırlanır. Proje programı, proje açısından tamamlanması kritik faaliyetleri göstererek, faaliyetlerin gecikme miktarı veya serbestlik süresi hakkında bir fikir vermelidir (Sarıca, 2006).

Proje programlama sonucunda oluşturulan kritik yol proje yöneticileri için projenin en kısa zamanda ve en az maliyetle tamamlanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Proje yöneticisi, söz konusu yol üzerinde bulunan her kritik faaliyeti diğer faaliyetlere nazaran daha yakından takip etmeli, karşılaşılabilecek aksaklıkları önceden fark ederek önlemini almalıdır. Çünkü bu faaliyetlerin belirtilen süre ve maliyetler dahilinde gerçekleştirilmeleri, projenin hedeflenen süre ve bütçede tamamlanmasını sağlayacaktır.

Programlama, faaliyetlerin ne zaman tamamlanması gerektiğini gösterdiği gibi, faaliyetleri kritik olup olmama konusunda bir ayrıma tabii tutarak, kritik olmayan faaliyetlerin boşluk zamanlarını göz önüne alarak en erken en geç başlama ve bitiş sürelerini tespit eder ve böylece beşeri ve maddi insan gücünün de optimum şekilde dağıtılmasını sağlar.

Proje programlaması sürecinde göz önünde bulundurulması gereken hususlar şu şekilde ifade edilebilir (Gülerman, 1970):

- İşin genel sıralaması
- Proje süresi içinde, gerekli insan gücü, makine, hammadde, malzeme ve olanakların (araştırma -geliştirme v.s.) varlığı
- Kıt kaynaklara olan gereksinim
- Aynı kaynak için farklı ve çatışan talepler
- İmal etme, montaj ve satın alam arasında seçim
- Sermaye ve özkaynak sınırlılığı
- İşgücüne prim, fazla çalışma ücreti ve serbest zamanın en aza indirilmesi
- Hammadde, makine, malzeme ve aletlerden en fazla yararlanma
- Aynı kaynağı kullanacak olan faaliyetlerde kullanım sırasının programlanması

Proje programlamanın sağladığı avantajlar ise şunlardır (Sarıca, 2006):

- Tüm projeyi ve birbirleriyle ilişkili faaliyetleri koordine eder.
- Tüm faaliyetlerin mantıklı bir biçimde planlanmasını sağlayarak faaliyetlerin organize edilmesini kolaylaştırır.
- Öncelik işlerini ve özellikle kritik olan faaliyetlerin sırasını tanımlar.
- Gerçek değerlerle karşılaştırma yapabilmek için yapabilmek için projenin tamamlanma süresinin (veya maliyetinin) tahminiyle ve bu konudaki standartlarla ilgili bilgileri sağlar.
- İnsan gücü, malzeme ve maddi alanda yer değiştirebilecek kaynakları tanımlayarak kaynakların daha iyi kullanılmasını sağlar.

### **3.7. Proje Kontrolü**

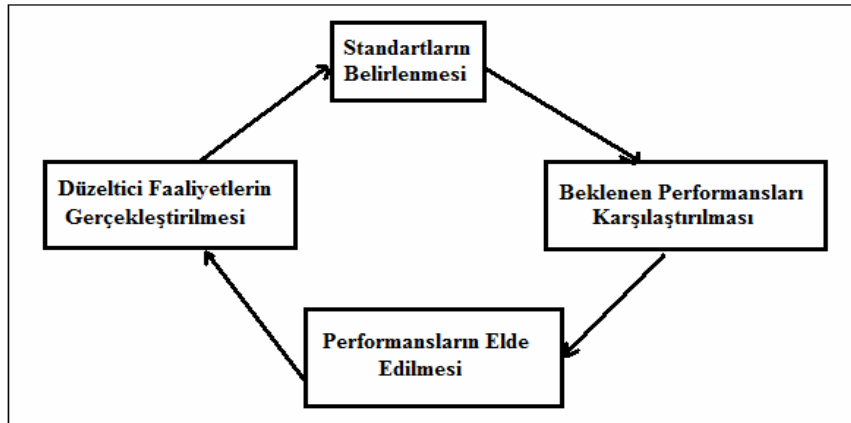
Proje kontrolü aşamasında gerçekleştirilen proje ile planlanana proje arasındaki uyum izlenmektedir(Şekil 3.5.'te verildiği üzere).

Bu aşamada gerçekleştirilen faaliyetler, mevcut durumun tespiti, standartlarla karşılaştırılmasına, varsa hata, eksiklik ve farklılıkların proje plan ve programına yönelik değiştirilmesine ve tekrarının önlenmesi açısından gerekli tedbirlerin alınmasına yöneliktir.

Proje kontrolü aşamasında amaç, planlanan ile gerçekleşen arasındaki farkı ortadan kaldırmaktır. Bunu gerçekleştirirken, eğer planlanmış olan hedef gerçekliliğini kaybetmiş ise, yeni bir hedef belirlenir. Proje hedefi hala gerekçi olarak kabul edilebiliyor ise, bu hedef muhafaza edilir ve hedefe götüren işlemlerde uygun değişiklikler, düzenlemeler yapılır (Sarıca, 2006).

Kontrol faaliyetleri özellikle daha önce bir benzeri yapılmamış projeler için daha fazla önem taşımaktadır. Proje kontrol sistemi dahilinde gerçekleştirilen kontrol faaliyetleriyle ilgili proje yöneticilerine yapılan raporlamalar sonucunda projede herhangi bir değişiklik yapıp yapılamasına, projenin iptaline veya aynı şekilde projeye devam edilmesine yönelik kararlar verilebilir. Proje kontrolü, proje planlama ve programlama aşamalarını takip eden bir süreçtir. Proje planlama, programlama ve kontrol aşamaları birbirini tamamlayan, herhangi birinin eksikliği halinde projenin etkinliğini yitirebileceği bir bütündür. Örnek olarak, herhangi bir kritik olmayan faaliyette bir gecikme meydana geldiğinde, bu gecikmeyi düzeltmek için kritik olmayan faaliyetlerin boşluk zaman değerlerinden yararlanılacak ve bu süreç içerisinde de bu faaliyeti izleyen diğer kritik olmayan faaliyet yeniden programlanmaya çalışılacaktır. Eğer gecikme kritik bir faaliyette meydana geldiyse, bu durumda çözüm, ek kaynak kullanılmak ya da kritik olmayan faaliyetlere ait kaynakları bu faaliyete aktarmak olacaktır.

Ancak, tüm bu aksiliklerin zamanında saptanabilmesi ve müdahalenin yapılabilmesi için projenin uygulandığı süre dahilinde kontrol faaliyetlerine yer verilmesi gereklidir.



Şekil 3.5 Kontrol çevrimi (Akil, 2007)

Proje kontrolü sürecinde dikkat edilmesi gerekli hususlar Şu Şekilde zetlenebilir:

- Proje Planının Takibi: Faaliyetlerin en erken ve en geç bitif ve başlama zamanları ile hangi faaliyetlerin kritik olup olmayacağı proje planlama ve programlama evrelerinde takip edilmektedir.
- Gözden Geçirme: Gerçekleşen proje ile planlanan proje arasındaki uyumun devamlılığının sağlanması açısından sürekli gözden geçirme hayati bir öneme sahiptir.
- Düzenleyici alıŐmalar: İnceleme sürecinin plandan sapmayı göstermesinden sonra, faaliyeti planlanan Şekilde yeniden düzeltmek gerekmektedir. Bu, ekstra iŐle, ilave kaynakla veya yöneticinin kullanabileceği diğer araçlarla mümkündür (Sarıca, 2006).

## 4. PROJE PLANLAMA TEKNİKLERİ

Birinci ve ikinci Dünya Savaşı sıralarında mevcut sınırlı kaynakların en etkili şekilde kullanımının sağlanması amacıyla çeşitli planlama ve programlama teknikleri geliştirilmiştir. Bu teknikler günümüzde de kıt kaynakların optimum bir şekilde dağıtılarak etkin bir proje yönetimi sağlanması amacıyla da kullanılmaktadır. Söz konusu teknikler şunlardır:

- CPM (Kritik Yol Methodu)
- PERT (Proje Geliştirme ve Değerlendirme Tekniği)
- GANTT
- GERT (Grafik Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği)

### 4.1. Kritik Yol Yöntemi (CPM)

İkinci Dünya Savaşı yıllarında en az maliyetle faaliyetlerin gerçekleştirilmesi hedefiyle E. I. De Nemours Company, Remington Rand firmasıyla birlikte temeli ağ diyagramına dayanan adı kritik yol metodu (Critical Path Method) olan bir planlama tekniği geliştirildi.

Kritik yol metodu, faaliyetlerin süreleri deterministik olduğunda kullanılan, zaman ve maliyet odaklı, faaliyetlerin birbirleriyle ilişkilerini bir ağ diyagramında ifade ederek, projenin tamamlanma süresinin hesaplanmasında kullanılan bir yöntemdir.

CPM, belirlenmiş, şebeke mantığına ve tek süre tahminine dayalı olarak her bir faaliyet için tek ve belirleyici en erken ve en geç başlangıç ve bitiş tarihlerini hesaplar.

Tek süre tahminine dayalı olarak CPM, faaliyetlerin tek en erken ve en geç başlamam ve bitiş zamanları ile her faaliyetin boş zamanlarını hesaplar. CPM de ana hedef, boş zamana sahip olmayan ve kritik olarak adlandırılan faaliyetlerden oluşturulan kritik yolu saptamaktır.



CPM, faaliyet sürelerinin kesin olarak bilindiğinin varsayıldığı, özellikle inşaat projelerinde kullanılan deterministik bir planlama ve denetim tekniğidir.

Faaliyet sürelerinin kesin olarak tahmin edilebileceğinin varsayılması, CPM in zayıf yönünü oluşturmaktadır. Ancak, CPM daha önceden yapılmış, tekrarlanan projelerde uygulandığından, bu tür projelerde süre tahminindeki yanılma payının çok düşük olacağı kabul edilmektedir (Kutlu, 2001).

CPM ile programlama yapılması, o işin en iyi şekilde planlandığı anlamına gelmez; faaliyetler arasındaki bağlantıların doğru seçilmesi, düşünülenlerin grafik olarak şebekeye tam aktarılması ve şebekeyi oluşturan faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin tahmininde yapılan hatalar metodun önemini ve sağlıklı olma derecesini kaybettirir. Bunun için şebekenin kurulmasında, çok dikkatli olmak, yatırımı gerçekleştirecek kuruluşların bütün koşul ve olanaklarını (insan gücü, makine kapasitesi, mali durum v.b.) bilmek zorunludur (Çetmeli, 1982).

Ayrıca, CPM, küçük veya büyük projelerin bir kısmına ya da tamamına uygulanabilecek esnek bir yöntemdir. Proje yönetiminde CPM kullanımı teknik bir projenin tamamlanma süresinin bulunmasını ve bu sayede projeye ait planlamanın ve yürütmenin istenen şekilde gerçekleşmesini sağlar. CPM proje tamamlama süresini etkileyen kritik ve tamamlama süresini doğrudan etkilemeyen kritik olmayan faaliyetleri gösteren diyagrama sahiptir. Bu şekilde projenin yürütülmesi aşamalarında görev akışlarının ve her görevin tamamlanması için gerçekleştirilebilecek farklı hareket imkanlarını gösteren çalışma yapılması gerektiğini gösterir. Böylece proje içindeki faaliyetlerin zamanlamalarının yapılarak, insan gücü ve diğer kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlamış olur (Akil, 2007). CPM tekniği aşağıdaki soruların yanıtlanmasında kullanılmaktadır (Öztürk, 2001):

- Projenin tamamlanmasını sağlayan en kısa zaman nedir?
- Her bir faaliyetin başlayabileceği en erken zaman nedir?
- Projenin tamamlanmasında şemada hangi faaliyetler kritiktir? Kritik faaliyetler tamamen bitirilmelidir, yoksa proje geç kalır.
- Eğer proje en kısa zamanda tamamlanacaksa her faaliyet en geç ne zaman bitirilecektir?

- Projeyi geciktirmeden kritik olmayan faaliyetlere sağlanacak en çok gecikme nedir?

Kritik yol metoduna göre, proje yönetimi, planlama, programlama ve kontrolden oluşan bir süreçtir. Planlama aşamasında projenin tamamlanabilmesi için gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler ve bu faaliyetlerin öncelik sıraları belirlenir. Oluşturulan bu sıra doğrultusunda da her biri farklı bir faaliyeti temsil eden oklardan oluşan bir şebeke diyagramı kurulur.

Programlama aşamasında ise, zaman diyagramı hazırlanır. Bu diyagram projede yer alan faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş zamanları ile kritik olan ve olmayan faaliyetleri ve bu faaliyetlerin serbestlik sürelerini gösterir. Aynı zamanda bu aşamada projenin zamanında bitirilmesinde oldukça önemli olan kritik faaliyetlerden oluşan kritik yol da belirlenir.

Kontrol safhası ise, belirli bir periyot dahilinde yapılan işlerin rapor edildiği bir aşamadır. Bu aşamada proje yöneticilerine gerçekleştirilen belli faaliyetler sonrasında ilerleme raporları sunulur.

#### **4.1.1. Olaylar (Düğüm Noktaları)**

Olay, bir veya daha fazla faaliyetin tamamlanmasının onucudur. Belirli bir zamanda gerçekleşen tamamlanabilen son durumdur (Akil, 2007).

Olay, zaman içerisinde meydana gelen, bir veya birden fazla paralel faaliyetin başladığı ya da sonuçlandığı durumu gösterir. Ve gerçekleşmesi için hiçbir kaynak ve zaman kullanımı gerektirmez (Sarica, 2006).

Olaylar yani düğüm noktaları daire, dikdörtgen v.b. geometrik şekillerle gösterilebilirler. Ancak en yaygın olanı, olayların daire şekliyle ifadesidir.

Şebeke diyagramının oluşturulması aşamasında olaylarla alakalı bir takım kabuller göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar (Sarica, 2006):

- İki olay direkt olarak en fazla bir faaliyet ile bağlanabilir.
- Her olay numarası en fazla bir defa kullanılmalıdır.
- Bir şebeke diyagramı sadece bir başlangıç ve bir sonuç olayına sahip olabilir.

## 4.1.2. Faaliyetler

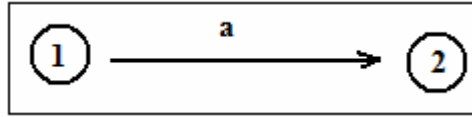
### 4.1.2.1. Faaliyetlerin Tanımı

Faaliyet, kaynak ve belirli bir süre kullanımı gerektiren ve projenin tamamlanması için gerekli olan görev veya görev setleridir (Akil, 2007).

Başka bir deyişle, faaliyet, başlangıç ve sonuç arasında geçen süre içerisinde gerçekleşen oluşumdur. Faaliyet bir akış olabileceği gibi aynı zamanda bir bekleme de ifade edebilir. Örneğin, malların teslimini beklemek beklemeyi anlatan bir faaliyet iken, malların kamyonu yüklenmesi ise, bir akışı ifade eden faaliyetlere örnek olarak verilebilir.

Faaliyetler başlangıç olayları ile başlar, sonuç olayları ile biterler. Örneğin, duvarın delinmesi faaliyetinde, matkabın çalıştırılması başlangıç olayı olurken, matkabın kapatılması da sonuç olayı olmaktadır.

Faaliyet bir projeyi teşkil eden, tamamlanma için zaman ve kaynak (iş gücü, hammadde, ekipman v.b.) kullanımı gerektiren işler veya görevler bütünü olarak ifade edilir (Sarıca, 2006). Faaliyetler oklarla gösterilirler. Şebeke dahilindeki her faaliyet öncelik sırasına göre konumlandırılmıştır. Faaliyetler şebekede oklarla ifade edilirler. Okların uzunluğunun faaliyet süresinden bağımsız olmasına karşın, okların yönü iş akışını belirler. Oklar genellikle ij olarak adlandırılmış iki düğüm arasında bulunur ve altlarında faaliyet sürelerine, üstlerinde de faaliyet adlarına yer verilir (Şekil 4.1’te görüldüğü üzere).



Şekil 4.1 Herhangi bir “a” faaliyetinin gösterimi

### 4.1.2.2. Faaliyetler Zaman Birimi ve Tanımlanması

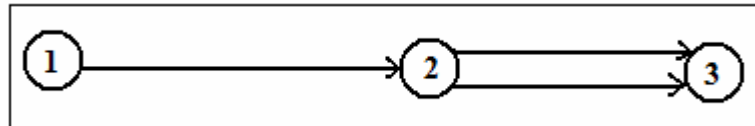
Bir faaliyetin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen süreye, faaliyetin tamamlanma süresi denilir. Bu sürelerin geçekçi olarak belirlenmesinin, projenin başarısı üzerinde oldukça büyük bir katkısı vardır. Sürelerin geçekçi olarak belirlenebilmesi için ise, faaliyet süreleri saptanırken, karşılaşılabilecek her türlü

aksaklık göz önünde bulundurulmalıdır. Faaliyetlerin zaman birimleri projelerin süreleriyle uyumlu olmalıdır. Uzun süreli bir projede faaliyetlerin zaman birimi ay, yıl olarak ifade edilirken, kısa süreli bir projede ise, faaliyetlerin zaman biriminin hafta veya gün olarak ifade edilmesi doğru olacaktır.

#### 4.1.2.3. Kukla Faaliyetler

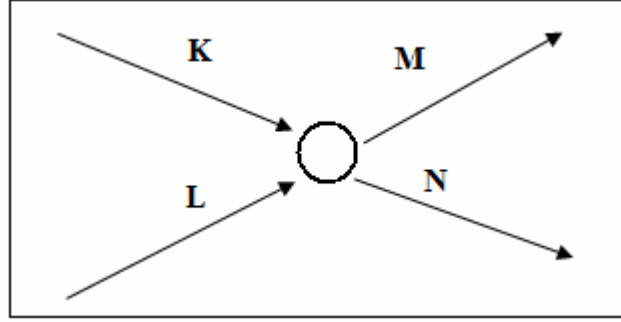
Kukla faaliyetler CPM yönteminde oldukça sık görülen faaliyetlerdendir. Bazen olaylar ve faaliyetler arasındaki mantıksal ilişkiyi, kullandığımız yöntemin kuralları dahilinde açıklarken kukla faaliyetlere ihtiyaç duyarız. Kukla faaliyetler iki faaliyet arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla ağ diyagramında kesikli çizgi ile gösterilen, süresiz, gerçek olmayan faaliyetlerdir. Kukla faaliyetler zaman ve kaynak gerektirmeyen faaliyetlerdir. Kukla faaliyetler en uzun süreli faaliyetlerin oluşturduğu kritik yol üzerinde bulunması açısından kısa süreli faaliyetlerden sonra gelen faaliyetlerdir.

Kukla faaliyetler ağ diyagramında farklı görevlerde bulunabilirler. Bunlardan biri, projede iki faaliyetin aynı olaylardan hemen önce ve sonra gelmesi durumudur. Örneğin, M ve N faaliyetlerinin her ikisi için de önce 2, sonra da 3 olayı gerçekleşmekteyse, bu durumda mantıksal olarak oluşturulacak şekil aşağıdaki gibi olacaktır(Şekil 4.2’de görüldüğü üzere).



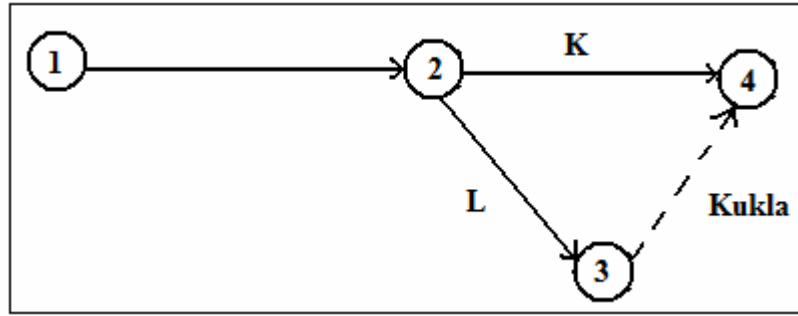
Şekil 4.2 Hatalı faaliyet gösterimi (Sarıca, 2006)

Ancak, bu diyagram her faaliyetin sadece bir olayı bağlayabileceği kuralına aykırı olduğundan hatalı olacaktır. Bu gibi durumların kurallara uygun bir şekilde ifadesinde kukla faaliyetler kullanılır. Bu olayın kukla faaliyet kullanılarak ifade edilmesi halinde şu şekilde bir diyagram elde edilecektir (Şekil 4.3’te görüldüğü üzere).



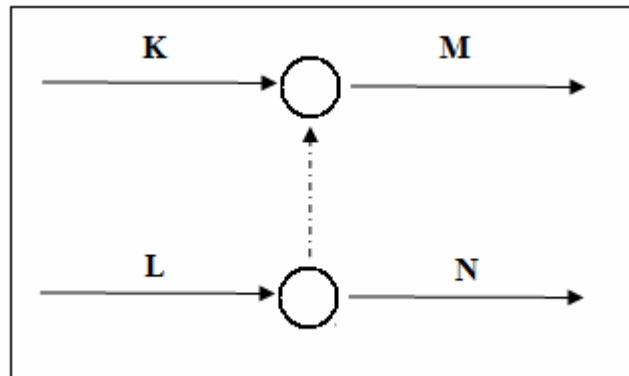
Şekil 4.3 Kukla faaliyet gösterimi (Sarıca, 2006)

Bunun yanı sıra, kukla faaliyetlerin bir başka kullanım alanı da şu şekildedir.. Örneğin, M faaliyeti, K ve L faaliyetlerine, fakat N faaliyeti sadece L faaliyetine bağlı ise, mantıksal olarak oluşturulacak diyagram şu şekilde olacaktır(Şekil 4.4'te görüldüğü üzere)



Şekil 4.4 Hatalı diyagram çizimi (Sarıca, 2006)

Ancak, bu çizim ifade edilmek isteneni tam olarak açıklamadığı için kukla faaliyet kullanılması ile diyagram tekrar oluşturulur. Bu durumda da aşağıdaki şebeke ortaya çıkacaktır(Şekil 4.5'te görüldüğü üzere).



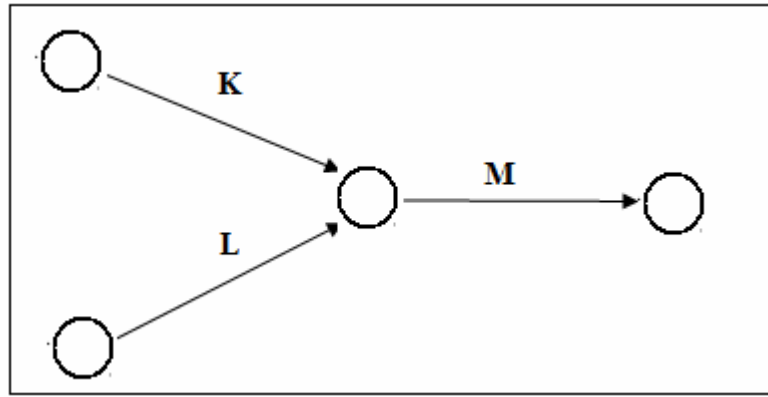
Şekil 4.5 Kukla faaliyet gösterimi (Sarıca, 2006)

#### 4.1.2.4. Faaliyetler Arasındaki Bağlantılar

Projeler birçok aktiviteden oluşurlar. Bu aktivitelerin bir kısmının başlaması herhangi bir zamanda olabilirken, diğer bir kısmının başlayabilmesi için bazı aktivite ya da aktivitelerin bitirilmesine gereksinim vardır. Bu durum örneklerle şu şekilde ifade edilebilir:

- Bir işin başlaması için başka bir işin tamamlanması gereken durum:

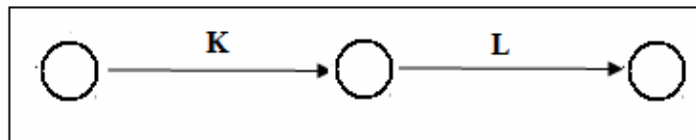
Burada L faaliyetinin başlayabilmesi için öncelikle K faaliyetinin bitirilmesi gereklidir (Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere).



Şekil 4.6 Faaliyetler arasındaki bağlantılar 1 (Aygün, 2005)

- Bir işin başlaması için birden fazla işin tamamlanması gerektiği durum:

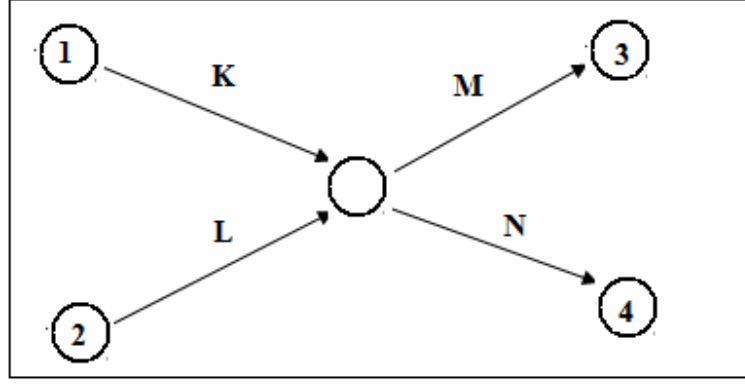
Burada M faaliyetinin başlayabilmesi için, öncelikle K ve L faaliyetlerinin tamamlanması gereklidir(Şekil 4.7.'de görüldüğü üzere).



Şekil 4.7 Faaliyetler arasındaki bağlantılar 2 (Aygün, 2005)

- Birden fazla işin başlayabilmesi için bir işin tamamlanması gerektiği durum:

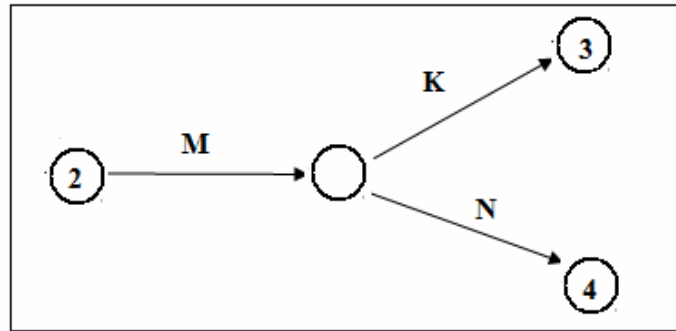
Burada K ve L faaliyetlerini başlayabilmesi için öncelikle M faaliyetinin tamamlanması gereklidir (Şekil 4.8.'de görüldüğü üzere).



Şekil 4.8 Faaliyetler arasındaki bağlantılar 3 (Aygün, 2005)

- Birden fazla işin başlaması için, birden fazla işin tamamlanması olması gerektiği durum:

Burada M ve N faaliyetlerinin başlaması için öncelikle K ve L faaliyetlerinin bitirilmesi gereklidir (Şekil 4.9.'da görüldüğü üzere).



Şekil 4.9 Faaliyetler arasındaki bağlantılar 4 (Aygün, 2005)

Faaliyetler arasındaki söz konusu bu bağlantılar şebeke diyagramının oluşturulmasında temel teşkil edeceklerdir.

#### 4.1.2.5. Faaliyetlerin Numaralandırılması

Faaliyetlerin numaralandırılması, faaliyetlerin zamanlarının belirlenmesi ve projenin takibinin yapılması açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu yüzden de şebekelerin oluşturulması aşamasında, faaliyetlerin numaralandırılmasına oldukça dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra her faaliyetin isim, faaliyeti temsil eden ok şeklinin üstünde yer almaktadır. Eğer bu şekilde bir yazım mevcut değilse, faaliyetler, düğüm noktalarının numaralarından yararlanılarak isimlendirilir.

Kabul görmüş ve en çok kullanılan numaralandırma şekli, faaliyeti temsilen çizilmiş ok işaretinin başlangıç ve bitiş noktalarına sırasıyla i ve j harflerinin konulması halidir.

İki farklı numaralandırma methodu mevcuttur. Bunlar:

- J'nin daima i'den büyük olması hali :

Bu metotta iki numaralandırma şekli vardır. İlki, 0, 1, 2, 3, şeklinde hiçbir sayı atlamadan yapılan numaralandırma. İkincisi ise, 0, 5, 10, şeklinde bazı sayıların atlanmasıyla yapılan numaralandırma. Numaralandırma yapılırken ikinci yöntemin tercih edilme nedeni, daha sonradan şebekeye başka bir faaliyet ilave edilmesi halinde, kullanılacak hazırda sayı bulundurulmasıdır.

- J'nin i'den büyük veya küçük olması hali:

Bilgisayar sistemlerinin gelişmesiyle ortaya çıkmış bir metottur. İki yönetimin karşılaştırılması halinde ilk yöntemin, bu yönteme göre daha bilindik ve daha sık olarak kullanılan bir yöntem olduğu söylenebilir.

#### **4.1.3. Düğüm Noktası Tamamlama Zamanlarının Takvim Tarihine**

##### **Dönüştürülmesi**

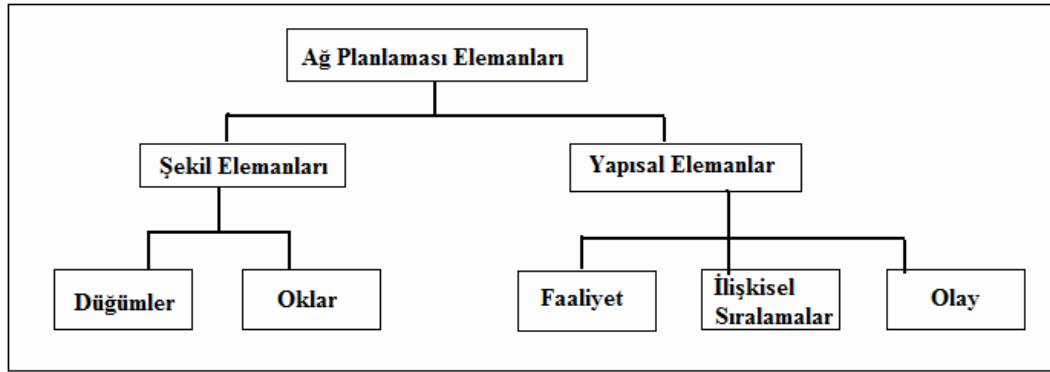
Normal olarak programlarda bir düğüm noktasının tamamlanma zamanları, şebekenin başlangıç noktası sıfır alınarak n. gün (ay, hafta) olarak verilmektedir. Bu zaman birimlerinin takvim tarihlerine dönüştürülmesi için hazırlanmış bazı programlar kullanılır. Bu programlar tamamlanma zamanlarını ay/gün /yıl veya gün / ay / yıl olarak vermektedirler (Çetmeli, 1982).

#### **4.1.4. Şebeke Diyagramının Oluşturulması**

Projeler bir defalık ve tekrarlanmayan süreçlerdir. Proje yöneticileri, genel işletme yöneticileri gibi, projelerini planlamak, mevcut ve zaman içerisinde gerçekleştirilecek her türlü avantaj ve dezavantajı dikkate alarak, projelerini programlamak ve belli faaliyetlerin tamamlanmasıyla da son olarak projelerini kontrol aşamalarından geçirmek zorundadırlar.



Proje ile ulaşılmak istenen hedeflere en kısa yoldan, en az maliyetle ve en kolay Şekilde ulaşılabilmesi için Şebeke diyagramları oluşturulmuştur. Şebekelerin faaliyet ve dm olmak üzere iki ana ögesi bulunmaktadır. Ancak genel olarak bir sınıflandırma yaparsak, bir ağ diyagramının yapısal ve Şekli olmak üzere iki tür elemanı vardır (Şekil 4.10'da görüldüğü üzere).



Şekil 4.10 Ağ planının Şekli ve yapısal elemanları (Başlıgil ve Erkollar, 1990)

Olay, bir faaliyetin başlangıcı veya bitimidir. Genelde daire Şeklinde olmak üzere, kare, dikdörtgen v.b. geometrik Şekillerle ifade edilebilirler. Faaliyetler ise, bir olayın tamamlanabilmesi için gerçekleştirilmesi gereken işlemdir. Faaliyetler de ok Şekli ile ifade edilirler. Faaliyetler temsil edildikleri oklar yardımıyla iki olayı birbirine bağlarlar. Faaliyetlerin gerçekleştirilebilmeleri için zaman, insan gücü v.b. Üretim faktörlerine gereksinim duyulurken, olay için böyle bir ihtiyaç söz konusu değildir; olay başlı başına bir aşamadır. Bir olayın tamamlanabilmesi için, bu olaya bağlı tüm faaliyetlerin başarılış olması gereklidir.

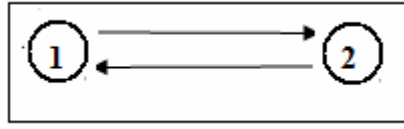
CPM tekniğinde olayların zaman, para ve kaynak gibi üretim faktörlerine ihtiyaç yoktur. Yönetim biliminin öncülerinden olan H. I. Gantt olayları hiçbir zaman işin kendisi olarak görmeyen, sadece bir işin (işlemin) başlangıcını veya bitişini gösteren kilometre taşları olarak tanımlamıştır (Patrik, 1971).

Şebeke diyagramı içerisinde olaylar (düğümler) genellikle i, j harfleriyle ifade edilirler. İ, başlangıç düğüm noktasını temsil ederken, j harfi de, bitiş düğüm noktasını ifade etmektedir. İ-j arasında geçen süre içerisinde de faaliyet meydana gelmektedir.

Faaliyetlerin ağ diyagramında gösterilmesinde bazı kurallara uyulması gereklidir. Bunlar (Aygün, 2005) :

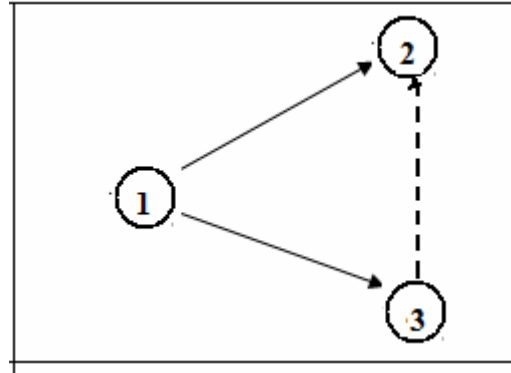
- Her bir faaliyet şebekede yalnız bir okla gösterilmelidir.
- Bir faaliyet kendisinden önceki faaliyet bitmeden başlayamaz.
- Başlama düğümü aynı olan iki faaliyet, aynı bitme olayı ile gösterilemez.

Yukarıdaki kurallara uyulmadığı takdirde oluşturulan şebeke hatalı olacaktır(Şekil 4.11’de verildiği üzere):



Şekil 4.11 Hatalı şebeke gösterimi (Sarıca, 2006)

Bu durumda yapılması gereken şebekenin kukla faaliyet yardımıyla oluşturulmasıdır. Kukla faaliyetler süresiz, gerçek olmayan, kaynak kullanımı gerektirmeyen ve kesikli çizgilerle ifade edilen faaliyetlerdir(Şekil 4.12’de görüldüğü üzere).



Şekil 4.12 Kukla faaliyet gösterimi (Sarıca, 2006)

- Bir okun uzunluğunun önemi yoktur. Ancak yönünün önemi vardır.
- Her iki olay en fazla bir faaliyet ile direkt olarak bağlanabilir.
- Her olayın bir numarası olmalıdır.
- Bir şebekede yalnız bir başlama ve yalnız bir bitme olayı bulunmalıdır.

#### 4.1.4.1. Şebeke Diyagramını Oluşturulması Sürecinde Uyulması Gereken Temel Kurallar

Proje yönetiminin ikinci aşaması olan programlama aşamasında oluşturulan şebeke diyagramının doğru bir şekilde oluşturulması, tamamen proje yöneticisinin konu hakkındaki bilgi ve deneyimine dayanmaktadır.

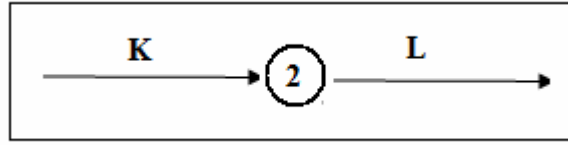
Şebekenin oluşturulması ile ilgili birbiriyle çatışan iki görüş mevcuttur. Bu görüşlerden biri, şebekenin son faaliyetten başlayarak geriye doğru kurulması yönündedir. Yani bu durumda şebeke sağdan sola doğru kurulacaktır. PERT tekniği genellikle daha önce denenmemiş, yeni projelerin oluşturulmasında kullanıldığından, genellikle şebekelerin oluşturulmasında bu yöntem başvurulmaktadır. Bunun sebebi, yeni projelerin sonuçlarının bilinmesine karşın, bu sonuca götürecek faaliyetlerin bilinmemesidir. Bu durumda projeye sondan başlamak yani şebekenin sağından soluna doğru ilerlemek daha yararlı olacaktır.

Şebekenin oluşturulmasında kullanılan ikinci yöntem ise, ilk faaliyetten son faaliyete doğru ilerlemektir. Bu yöntemde, genellikle CPM tekniğinin kullanıldığı, daha önce denenmiş, bilinen projelerde daha çok tercih edilmektedir. Bu tekniğin yararı olarak da, şebekenin ilk faaliyetten son faaliyete doğru oluşturulduğu yani soldan sağa doğru ilerletildiği için, şebekenin daha düzgün ve daha kolay bir şekilde yapılandırılmasını sağladığı söylenebilir.

Şebekenin oluşturulmasında izlenmesi gereken üç kural vardır. Bunlar (Bozoğlu, 2005) :

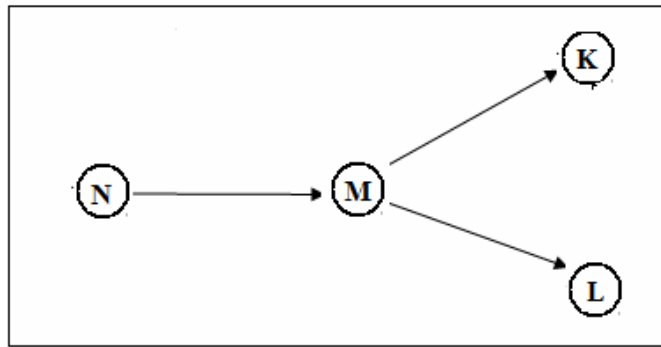
1. **KURAL**: Şebekedeki her faaliyet yalnızca bir okla gösterilir.
2. **KURAL**: Her faaliyet iki ayrı düğümlerle (başlangıç ve bitiş) tanımlanmalıdır.
3. **KURAL**: Doğru öncelik ilişkileri kurabilmek için, şebekeye her yeni faaliyet eklenirken aşağıdaki sorular sorulmalıdır:
  - Şebekeye eklenecek faaliyetten hemen önce hangi faaliyetin gelmesi zorunludur?
  - Şebekeye eklenecek faaliyeti hangi faaliyetlerin izlemesi zorunludur?

- Şebekeye eklenecek faaliyetle eş zamanlı olarak hangi faaliyetler bulunmaktadır?



Şekil 4.13 Şebeke gösterimi (Bozoğlu, 2005)

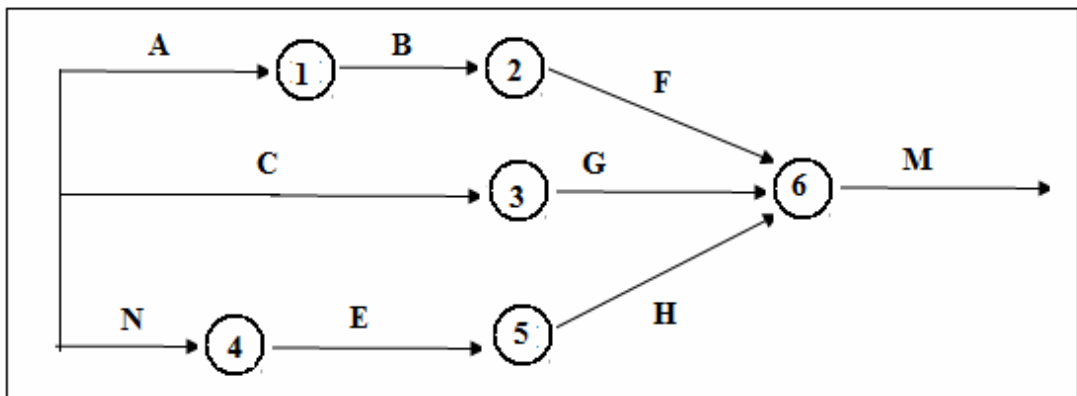
Şekil 4.13'te görüldüğü üzere, L faaliyetinin başlayabilmesi için, öncelikle K faaliyetinin tamamlanması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 4.14 Şebeke gösterimi (Bozoğlu, 2005)

Şekil 4.14'te ise, K ve L faaliyetlerinin başlayabilmesi için, öncelikle M faaliyetinin tamamlanması gerektiğini ifade etmektedir. Bununla birlikte M faaliyetinin başlayabilmesi için de N faaliyetinin tamamlanması gereklidir.

Şebeke diyagramında, başlangıç faaliyetleri birden fazla ise, bu durum iki şekilde ifade edilebilir. İlki, başlangıç faaliyetlerinin bir düğümden dağıtılmasıdır. İkincisi ise, ilgili faaliyetlerin temel bir çizgi üzerinde gösterilmesidir.

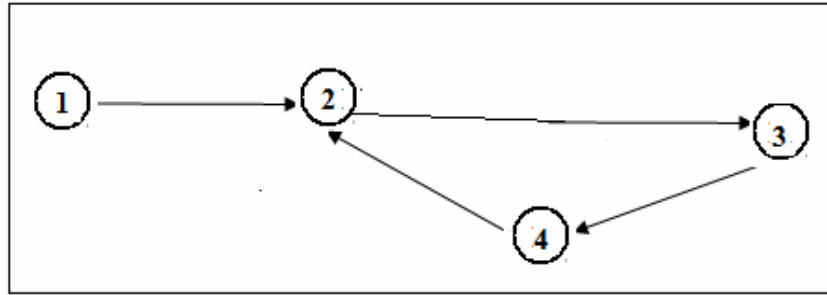


Şekil 4.15 Şebeke kurulumunda temel çizim gösterimi (Sarıca, 2006)

Şebeke diyagramı üzerinde zaman içerisinde oluşan koşullara göre, detaylandırma, değiştirme veya genişletme yapılabilir. Bu yüzden şebekenin oluşturulması aşamasında dikkat edilmesi gereken bir husus da, şebekenin dinamik ve şartlara göre değişebilen esnek bir yapıya sahip olmasıdır (Şekil 4.15'te gösterildiği üzere).

Şebeke diyagramının oluşturulması sürecinde kaçınılması gereken hatalar şunlardır:

- 1) İlmik (Looping) denilen bağlantılar yanlıştır. Bu problem aşağıdaki şekilde şöyle gösterilmiştir:

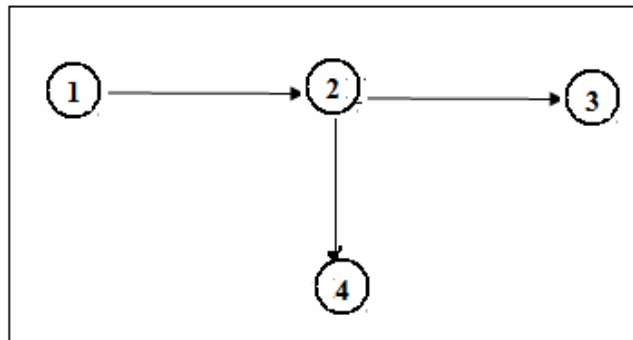


Şekil 4.16 İlmik probleminin gösterilmesi (Sarıca, 2006)

Burada -3 işleminin başlaması 1-2 ve 4-2 işlemlerinin tamamlanmasına bağlıdır. Şu halde 2-3 işleminin başlayabilmesi için daha önce bitirilmiş olması gereklidir(Şekil 4.16'da verildiği üzere). Bunun mantık dışı olduğu açıktır (Lockyer, 2002).

İlmik olarak adlandırılan bağlantı hatasına düğüm veya kısır döngü adları da verilmiştir.

- 2) Diğer bir bağlantı hatası da sarkıtma olarak adlandırılmıştır. Bu problem de şu şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.17 Diyagramdaki askı problemin gösterimi (Sarıca, 2006)

Bu şebekede B-D faaliyetinin, projenin hedefine ulaşmasıyla bir ilgisi bulunmamakta, kendisinden sonra gelen başka bir faaliyeti de etkilemediğinden şebekedeki B-D faaliyetinin gereksiz olduğunu söylenebilir (Şekil 4.17’de gösterildiği üzere).

Bunun yanı sıra, projelerin ağ diyagramlarıyla ifade edilmelerinin yararları ise şu şekilde sıralanabilir (Akil, 2007):

- Birden fazla projelerin aynı zamanda planlanmasına ve kontrolüne izin verir.
- Faaliyetler arasındaki ilişkileri basit ve anlaşılır bir biçimde gösterir.
- İşlemler basit olduğu için rahatlıkla bilgisayara aktarılarak hız sağlanır.
- Kritik faaliyetlerin belirlenmesi sayesinde daha etkin bir planlama ve kontrol işlemi yürütülür.
- Bazı faaliyetlerin ertelenmesi veya yavaşlatılması sonucunda oluşacak yeni darboğazlar kolayca saptanabilir.
- Farklı bir proje bitiş (termin) tarihine göre toplam proje faaliyetleri hesaplanarak aralarından en düşük olanı seçilebilir.
- Aynı kaynağı kullanan faaliyetler arasında, en düşük toplam maliyeti verecek şekilde kaynaklar bölüştürülebilir.
- Proje uygulaması sırasında sürekli güncelleme yapılarak, projenin günü gününe takibi sağlanır. Bu şekilde aksayan noktalara süratle müdahale edilebilir.

#### **4.1.4.2. Şebekenin Programlanması**

Şebeke diyagramı oluşturulduktan ve gözden geçirildikten sonra, sıra şebekeyi oluşturan faaliyetlerin sürelerinin saptanmasına gelir. Projenin doğru ve düzenli bir şekilde yürütülmesi amacıyla oluşturulan ağ diyagramının önemli bir amacı da bir zaman çizelgesi oluşturmaktır.

Kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlerin belirlenen süre dahilinde bitirilmesi, projenin zamanında tamamlanması açısından oldukça önemlidir. Buna karşın, kritik olmayan faaliyetlerin belirtilen süre içerisinde yetiştirilememesi halinde, boşluk

zamanlardan yararlanılacaktır. Kritik faaliyetlerde böyle bir gecikme olması halinde bu tür faaliyetlerin boşluk zamanları olmadığı için kritik olmayan faaliyetlerden birine ait olan kaynakların, bu faaliyete yönlendirilmesiyle gecikmeden çıkılmaya çalışılır.

Şebekelerin programlanması aşamasında faaliyetlerin zaman sınırları belirlenir. Faaliyet sürelerinin gerçeğe uygun olarak belirlenmesi, projenin zamanında bitirilmesi ve başarısı açısından oldukça önemlidir. Bunun için faaliyet sürelerinin belirlenmesine yönelik yapılan analizlerde oldukça dikkatli davranılması ve projenin uygulama süresi dahilinde karşılaşılabilecek her türlü problemin göz önüne alınması gereklidir.

Faaliyetlerin zamanlarının belirlenmesinde geçmiş yıllara ait verilerden, proje ekibinin görüşlerinde yararlanıldığı gibi, faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için kullanılması gereken kaynakların ne kadarının hazır durumda bulunduğuna bakılır.

Faaliyetlerin zaman tahminlerinin yapılmasında, şu noktalar göz önünde tutulmalıdır (Sarıca, 2006) :

- Zaman tahminleri en iyi kaynaktan temin edilmelidir. Geçmiş yıllarda geliştirilmiş aynı veya benzer projelere ait veriler, faaliyeti gerçekleştirecek olan personel, zaman tahminlerinin en iyi şekilde elde edilebileceği belli başlı kaynaklardır. Zaman tahminlerinin tecrübeli personel tarafından yapılması önemlidir.
- Her faaliyet hakkındaki zaman tahminleri, faaliyetler tek tek ve birbirlerinden ayrı bir şekilde ele alınarak yapılır. Bir faaliyet hakkında zaman tahmini yapılırken, diğer faaliyetlerin o faaliyet üzerindeki tesiri katıyen göz önüne alınmalıdır. Yani projeyi oluşturan tüm faaliyetler birbirlerinden bağımsızdır.

Ancak bu durum bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Örneğin, A, B ve C faaliyetlerinin aynı anda yapıldığını ve faaliyetler bağımsız olarak kabul edildiği için, aynı iş grubunun bu faaliyetlere atandığını varsayalım. Bu durum ancak, programlama tamamlandıktan sonra, kaynak dağıtımında yeterli işçi, makine ve malzeme olup olmadığına bakıldığı zaman çözülebilir.

Veyahut da A, B ve C faaliyetlerinin yine aynı zamanda gerçekleştiğini varsayalım. A işi için 8, B işi için 6 ve C işi içinde 10 işçi gerekli olsun. Ancak söz konusu alanın sadece 10 kişilik olmasına karşın toplamda 24 kişilik işçi ihtiyacının bulunduğu bu durumda, programlama yapıldıktan sonra bu üç faaliyetin de aynı zaman dilimi içerisinde yapılmasının zorunlu olup olmadığı düşünülerek bir karara bağlanacaktır.

A, B, C faaliyetlerinin eş zamanlı olarak gerçekleştirildiğini varsaydığımızda, karşılaşılabilecek bir diğer problem de, örneğin, A faaliyetinin gerçekleştirilmesi sırasında güvenlik açısından başka faaliyetlerin yapılmasına izin verilmemesi halidir ki, bu durum da programlamadan sonra çözümlenir.

- Her faaliyetin zaman tahmini, normal ve uygulamamda kullanılan miktarda işçi, makine ve malzeme kullanıldığı öngörülerek yapılır. Örneğin, bir firmanın elinde çukur kazma faaliyeti için kullanılabilir 12 işçi olsa ve çukurun hacmi ancak 3 kişinin çalışabileceği kadar ise, o takdirde normal işçi sayısının 3 olduğu kabul edilecek ve zaman tahminleri de buna göre yapılacaktır. Gerekli düzeltmeler programlamadan sonra yapılacaktır (Sarica, 2006).
- Faaliyetlerin zaman tahminlerinin, aynı zaman birimiyle yapılması gereklidir. Şebekenin programlanması sürecinde, faaliyetlerin zamanları belirlendikten sonra, sıra faaliyetlerin zaman sınırlarının belirlenmesine gelir. Bu doğrultu da her faaliyet için en erken ve en geç başlama ve bitiş zamanları tespit edilir.

#### **4.1.4.3. Düğüm Noktalarının En Erken Olay Zamanlarının Tespiti**

En erken olay zamanı, olayın başlangıç teşkil ettiği bütün faaliyetlerin mümkün olan en erken başlama zamanlarına tekabül eder ve projenin tüm faaliyetlerinin bitiş noktasını teşkil eden olayın en erken olay zamanı, projenin bitirilmesi için gereken zamanı verir. (Winston, 2004)

En erken olay zamanı “TE” olarak ifade edilmektedir. En erken olay zamanının tespitinde olaydan önce birden fazla faaliyet gerçekleştiriliyorsa, olayın en erken zamanı bu faaliyetlerinin tamamının bitirileceği en erken süre olacaktır. Yani olaydan



önce gerçekleşen faaliyetler arasında tamamlanma süresi en büyük olanı, olayın en erken başlama zamanını oluşturacaktır.

En erken olay zamanının tespitinde, şebekenin solundan sağına doğru hareket edilir . Bunun yanı sıra şebekenin başlangıç noktası da kendisinden önce hiçbir faaliyet gelmediği için sıfır olarak kabul edilir. Her olay için en erken olay zamanı, bitimi o olayda olan faaliyetin tamamlanma süresinin yine aynı faaliyetin başlangıcındaki en erken olay zamanına eklenmesi ile elde edilir (Sarica, 2006).

#### **4.1.4.4. Düğüm Noktalarının En Geç Olay Zamanlarının Tespiti**

En geç olay zamanı, olayda on bulan bütün faaliyetlerin projenin tamamlanma süresini geciktirmeden tamamlanabileceği, mümkün olan en geç bitiş tarihini gösterir (Sarica, 2006). Bunun yanı sıra, en geç olay zamanının belirlenmesinde ağ diyagramının sağından soluna doğru hareket edilir.

Her olay için en geç olay zamanı, ilgili faaliyetin tamamlanma süresinin, faaliyetin sonunda yer alan olayın en geç olay zamanından çıkarılmasıyla elde edilir. Eğer söz konusu olaydan önce gelen birden fazla faaliyet varsa, bu faaliyetlerden tamamlanma süresi en az olan işleme alınır.

En erken ve en geç olay zamanlarının doğru olarak tespit edilmesinin en iyi kontrol aracı, diyagramı son olayının en erken başlama ve en geç bitiş sürelerinin birbirine eşit olması ve şebekenin başlangıç olayının da en erken başlanma ve en geç bitiş sürelerinin sıfıra eşit olmasıdır.

Projenin son olayının, en erken başlama ve en geç bitiş sürelerinin birbirine eşit olması gerektiği gibi, bu olay aynı zamanda projenin en erken tamamlanma süresini de gösterir ve bu süre  $T_s$  olarak ifade edilir.  $T_s$ , (projenin en erken tamamlanma süresi) projenin hedeflenen tamamlanma süresinden bağımsız olarak belirlenir. Projenin hedeflenen tamamlanma süresi ise,  $T_p$  olarak gösterilmektedir.

Projenin hedeflenen tamamlanma süresi ( $T_p$ ) ile projenin hesaplanan tamamlanma süresi ( $T_s$ ) üç durum ortaya çıkabilir. Bunlar :

- Birinci durum, projenin hedeflenen tamamlanma süresi ile hesaplanan tamamlanma süresinin eşit olması halidir. ( $T_p = T_s$ ) Böyle bir eşitlik söz

konusu olduğunda eşitliğin korunması açısından projedeki faaliyetlerin hesaplanan zamanlar dahilinde bitirilmeleri gereklidir.

- İkinci durum, projenin hesaplanan sürenin, hedeflenen üresinden büyük olması halidir. ( $T_s > T_p$ ) Böle bir durumda kritik faaliyetlerin süreleri kısaltılmaya çalışılır. Buna hızlandırma işlemi denilir. Ancak her kritik faaliyetin süresinin kısaltılmaya çalışılması, projenin hesaplanana tamamlama süresinin kısaltılmasına yararı olmaz. Süresi kısaltılacak kritik faaliyetlerin iş ve makine kapasitesinde değışiklik sağlayabilecek türde olması gereklidir.
- Üçüncü durum, projenin hesaplanan süresinin, hedeflenen süresinden küçük olması halidir. ( $T_s < T_p$ ) Bu durumda projenin bolluk süresi mevcut olacaktır. Böyle bir durumda projeye  $T_p - T_s$  kadar geç başlanabileceği gibi, söz konusu bolluk süresi projedeki faaliyetler arasında da dağıtılabilir.

Projedeki faaliyetlerin yönetiminde, tüm projenin programlanan tamamlama süresini etkilemeden, her bir faaliyetin ne kadar erken, ne kadar geç başlayacağını veya biteceğini bilmek gereklidir.

Şebeke diyagramında yapılan bu hesaplamalar sayesinde projenin tamamlanama süresi kontrol altına alınabilmektedir (Monks and Joseph, 1996).

#### **4.1.4.5. Faaliyetlerin En Erken Başlama Süresi**

Faaliyetlerin en erken başlama süresi, bir faaliyetin başlayabileceği en erken süreyi ifade eder ve faaliyetin başlangıcında bulunan olayın da en erken olay zamanını teşkil eder. Faaliyetlerin en erken başlama süresi, (Early Starting Time) “ES” olarak ifade edilmektedir. Bu durumda faaliyetlerin erken başlama süreleri şu şekilde formülize edilebilir:

$$ES = (TE)_i \quad (4.1)$$

#### 4.1.4.6. Faaliyetlerin En Erken Bitirme Süresi

Bir faaliyetin en erken bitirme süresi, (Early Finishing Time) faaliyetin tamamlanabileceği en erken süreyi ifade eder ve “EF” olarak gösterilir. En erken bitirme süresi, ilgili faaliyet süresi ile en erken başlama süresinin toplanması ile elde edilir. En erken bitirme süresi şu formülle şu şekilde gösterilebilir:

$$EF = ES + D_{ij} \quad (4.2)$$

#### 4.1.4.7. Faaliyetlerin En Geç Başlama Süresi

Faaliyetlerin en geç başlama süreleri, faaliyetin projenin tamamlanma süresini aşmadan başlayabileceği en geç süreyi ifade eder. En geç başlama süresi, (Late Starting Time) “LS” olarak ifade edilir ve en geç bitirme süresinden, faaliyetin süresinin çıkarılmasıyla elde edilir. Faaliyetlerin en geç başlama süresinin hesaplanmasının formül ile ifadesi şu şekilde olacaktır:

$$LS = LF - D_{ij} \quad (4.3)$$

#### 4.1.4.8. Faaliyetlerin En Geç Bitirme Süresi

Faaliyetlerin en geç bitirme süresi, bir faaliyetin projenin tamamlanma süresini aşmadan bitirebileceği en geç süreyi ifade eder. En geç bitirme süresi, (Late Finishing Time) LF olarak gösterilir ve faaliyetin bitim noktasında bulunan olayın, en geç olay zamanını gösterir. Faaliyetlerin en geç bitirme süresinin formül ile ifadesi şu şekilde olacaktır:

$$LF = (TL)_j \quad (4.4)$$

#### 4.1.5. Kritik Yolun Belirlenmesi

Kritik yol, şebekenin başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren, tamamlanma zamanı açısından en büyük değerlere sahip olan ve toplam boşluk değeri sıfır olan faaliyetlerin teşkil ettiği bir faaliyetler dizisi olarak ifade edilebilir. Kritik yol projenin tamamlanma süresini belirler ve kritik yolu teşkil eden faaliyetlerden herhangi birinin programlanan zamandan geç tanımlanması, tüm projenin

aksamasına, projenin programlanan tamamlanma süresinin uzamasına neden olur (Sarica, 2006).

Bir faaliyetin kritik faaliyet olabilmesi için bazı koşulları sağlaması gereklidir. Bunlar:

$$ES_i = LF_i \quad (4.5)$$

$$ES_j = LF_j \quad (4.6)$$

$$ES_j - ES_i = LF_j - LF_i = D_{ji} \quad (4.7)$$

Yukarıdaki koşulların sağlanması halinde söz konusu faaliyetin kritik bir faaliyet olduğu söylenebilir.

Kritik yolun belirlenmesinde bazı hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamalar iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlar:

➤ İleriye Doğru Hesaplama:

İleriye doğru hesaplama yöntemi ile şebekenin sol tarafından sağ tarafına doğru hareket edilerek, hesaplama yapılır. Bu hesaplama yöntemiyle, şebekenin başlangıcında bulunan faaliyetin öncesinde ye alan olaydan itibaren hesaplamaya başlanır ve ilk faaliyetin başlangıç süresi sıfır olarak kabul edilir. Daha sonra her faaliyet için, faaliyetlerin en erken başlama zamanlarının üstüne faaliyet sürelerinin eklenmesiyle ilerlemeye başlanır.

Eğer bir olaya birden fazla faaliyet gidiyorsa, yani bir olayın başlangıcında birden fazla faaliyet bulunuyorsa, bu faaliyetler arasında en fazla en erken başlangıç süresine sahip olan faaliyet işleme alınarak, hesaplamaya devam edilir.

Eğer şebekede kukla faaliyet bulunuyorsa, hesaplama yaparken kukla faaliyetin süresi sıfır olarak kabul edilir.

➤ Geriyeye Doğru hesaplama:

Geriyeye doğru hesaplama yönteminde ise, şebekenin sağından soluna doğru yani sonundan başına doğru hareket edilir. Şebekenin son faaliyetinin bitişinde bulunan olayın ileri doğru hesaplama yolu ile bulunmuş süresinden faaliyet sürelerinin çıkarılması yöntemiyle ilerleme sağlanır. Eğer bir olay birkaç faaliyetin bitiminde yer alıyorsa, bu durumda bu faaliyetlerden en az süreye sahip olanı dikkate alınarak, hesaplamaya devam edilir.

Tüm bu hesaplamalar bitirildikten sonra, oluşturulan şebekenin doğru olup olmadığı kontrol edilir. Eğer şebekenin son olayına ait en erken başlama ve en geç bitiş süreleri birbirine eşitse ve şebekenin ilk olayının en erken başlama ve en geç bitiş süreleri sıfırı veriyorsa, bu durumda diyagramımızın doğru olduğunu söylenebilir.

Şebekenin doğruluğundan emin olduktan sonra, sıra kritik faaliyetlerin dolayısıyla da kritik yolun belirlenmesine gelir. Önceden bahsedilmiş olan kritik faaliyet olma koşullarını sağlayan faaliyetler, kritik faaliyet olarak kabul edilir. Kritik faaliyetler, boşluk zamanları olmayan, uzun süreli faaliyetlerdir. Bu faaliyetlerin oluşturduğu kritik yolun zamanında tamamlanması, projenin başarısı için oldukça önemlidir.

Kritik yolun önemi şu noktalardan gelmektedir (Karayalçın, 1977) :

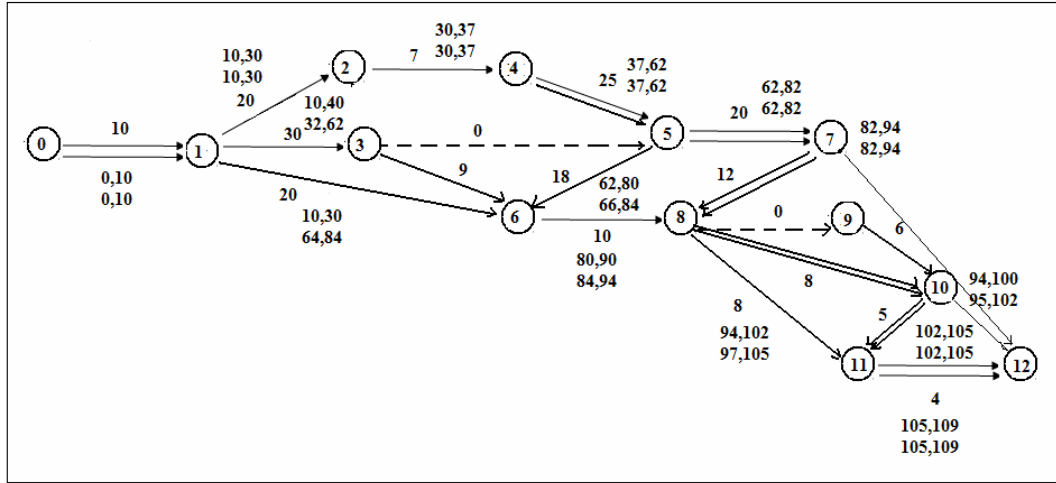
- Kritik yol üzerindeki her iş, programa göre kritiktir. Bu işlerdeki gecikme, toplam projeyi geciktirecektir.
- Kritik yol üzerinde bulunmayan her işin süresini kısaltmak, toplam projenin tamamlanma süresine etki etmeyecektir.
- Toplam proje süresinin kısaltılması gerekirse, kısaltılması gereken işler, kritik faaliyetlerdir. Kritik yol üzerinde bulunmayan faaliyetlerdeki artık kaynakların kritik yol üzerindeki faaliyetlere aktarılmasıyla proje süresi kısaltılabilir. Böylece kritik olmayan faaliyetlerdeki gecikme payı mümkün olduğu kadar sıfıra yaklaştırılmakta, diğer bir deyimle bütün yollar kritikleştirilmektedir.

Bunun yanı sıra ileriye doğru ve geriye doğru hesaplama yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşturulan bir diyagramda öncelikle kritik faaliyetlerin ardından da

kritik yolun tespit edilmesine dair bir örnek yapılabilir. Örnek: Bir petrol boru hattı ile buna ait kumanda odasının inşaatında bulunan önemli faaliyetler aşağıda gösterilmektedir. Buna göre şebeke ağ diyagramı oluşturulabilir(Şekil 4.18’de gösterildiği üzere).

Tablo 4.1 Örnek bir proje için hazırlanmış faaliyetler ve süreleri

<b>Faaliyet No</b>	<b>Adım</b>	<b>Süre (Hafta)</b>
0-1	Hazırlık ve proje	10 hafta
1-2	Şantiyenin kurulması	20 hafta
1-3	Boruların satın alınması	30 hafta
1-6	Vanaların satın alınması	20 hafta
2-4	Arazide ölçme işlemlerinin yapılması	7 hafta
3-5	Kukla faaliyeti	0
3-6	Özel parça temini	9 hafta
4-5	Boru hafriyat	25 hafta
5-6	Kumanda odasının inşaatı için montajın hazır hale getirilmesi	18 hafta
5-7	Boruların teftişi	20 hafta
6-8	Vanaların kumanda odasına yerleştirilmesi	10 hafta
7-8	Boru beton tespit kulelerinin kurulması	12 hafta
8-9	Kukla faaliyeti	0
8-10	Dolguların yapılması	8 hafta
8-11	Kumanda odasının tamamlanması	8 hafta
9-10	Boruların basınç deneyimi	6 hafta
10-11	Çeşitli işler	3 hafta
11-12	Şantiyenin kaldırılması	4 hafta



Şekil 4.18 Örnek şebekenin oluşturulması

Bir faaliyetin kritik faaliyet olabilmesi için, faaliyetin en erken başlama zamanı ile en geç başlama zamanının birimine eşit olması; en erken bitiş zamanı ile en geç bitiş zamanının da aynı olması gereklidir. Bunun yanı sıra en erken başlangıç ve bitiş zamanları arasındaki farkın, en geç başlangıç ve bitiş zamanları arasındaki farka eşit olması gereklidir.

Bu durumda şu şekilde bir kritik yol oluşacaktır.

$$0-1 \rightarrow 1-2 \rightarrow 2-4 \rightarrow 4-5 \rightarrow 5-7 \rightarrow 7-8 \rightarrow 8-10 \rightarrow 10-11 \rightarrow 11-12$$

Kritik yolun tamamlanma süresi 109 haftadır. Dolayısıyla projenin tamamlanma süresi de 109 hafta olacaktır. Kurşun kalemle gösterilen faaliyetlerin en erken başlangıç ve bitiş zamanlarını, mor kalemle gösterilen faaliyetlerin en geç başlangıç ve bitiş zamanlarını ifade ederler.

#### 4.1.5.1. Şebekenin Boşluk Değerleri

Şebekelerde kritik yol üzerinde bulunmayan kritik olmayan faaliyetlerin belli bir zaman sınırı içerisinde gecikebilme imkanları bulunmaktadır. Söz konusu bu faaliyetlerin gecikebilecekleri bu zamana bolluk süresi veya boşluk süresi denilmektedir.

Bu yüzden kritik olmayan faaliyetler bolluk sürelerinin aşılması koşuluyla, ertelenmeleri halinde, projenin tamamlanma süresini etkilememektedirler.

Kritik olmayan faaliyetlerin bolluklarının tamamının kullanılması, o faaliyetten sonra gelen faaliyetlerin kritik faaliyet olmasına neden olur (Akil, 2007).

Proje yöneticilerine oluk sürelerinin bildirilmesi, projedeki zaman ve kaynak dağıtımını daha verimli hale getirecektir. Proje yöneticisi bolluk sürelerine göre, kritik olmayan faaliyetlerin başlama ve tamamlanma zamanlarına müdahale edebileceği gibi, gerekli olduğu halde kritik olmayan faaliyetlerden kritik faaliyetlere kaynak aktarımı da yapabilir. Ağ diyagramında dört çeşit boşluk (bolluk) bulunmaktadır:

- Toplam Boşluk
- Serbest Boşluk
- Bağımsız Boşluk
- Ara Boşluk

#### **4.1.5.1.1. Toplam Boşluk**

Bir faaliyetin en erken başlama zamanında başlaması ve faaliyet süresi içerisinde bitirilmesi halinde, faaliyetin bitiş zamanı ile en geç bitiş zamanı arasındaki farka, toplam boşluk (bolluk) denilir ve “TB” şeklinde ifade edilir. Toplam boşluk formül ile şu şekilde gösterilebilir:

$$TB = (TL)_j - [ (TE)_i + Tij ] \quad (4.8)$$

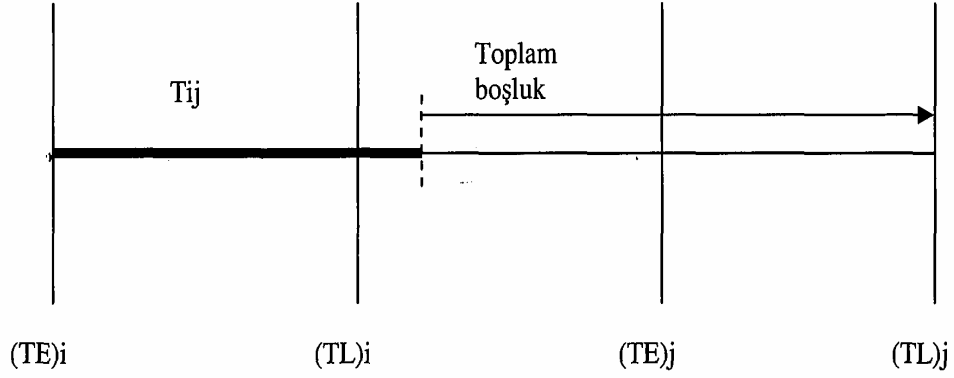
Tei: Faaliyetin en erken başlama zamanı

Tij: Faaliyet süresi

TL: Faaliyetin en geç tamamlanma zamanı



Toplam boşluğu grafik ile Şekil 4.19’da gösterilmiştir :



Şekil 4.19 Toplam boşluğun grafik üzerinde gösterimi (Sarıca, 2006)

Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı üzere, faaliyetin en erken başlama zamanında değil de daha geç başlatılması durumunda, toplam boşluk ilgili faaliyetin önünde ya da faaliyete ara verilmesi halinde de toplam boşluk, faaliyetin ortasında oluşabilir.

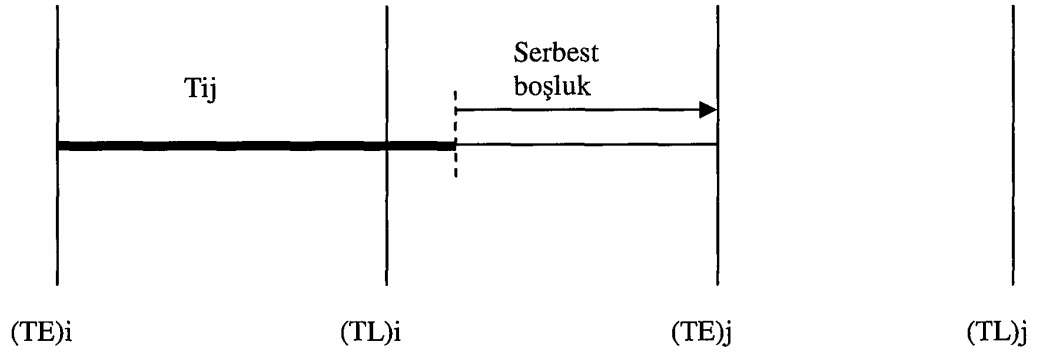
Toplam boşluk projenin tamamlanma süresi aşılmadan, yapılabilecek maksimum gecikmeyi ya da ertelemeyi gösterir. Toplam boşluk süresi kritik olmayan faaliyet için geçerlidir, kritik faaliyetlerin toplam boşluk süreleri mevcut değildir.

#### 4.1.5.1.2. Serbest Boşluk

Bir faaliyetin en erken başlama zamanında başlayıp, belirtilen faaliyet süresi içerisinde bitirilmesi halinde, faaliyetin bitiş zamanı ile faaliyetin en erken bitiş zamanı arasındaki farka, serbest boşluk (bolluk) denilir ve “SB” şeklinde gösterilir.

Serbest boşluk süresi, toplam boşluk süresi gibi, başka faaliyetlere aktarılabilecek bir zaman dilimi değildir. Serbest boşluk süresi her faaliyet için ayrı ayrı hesaplanır ve sadece ilgili faaliyet için kullanılabilir. Her faaliyet için ayrı ayrı hesaplanan serbest boşluk süreleri, faaliyetlerin gecikebilme veya yavaşlayabilme sürelerini verir.

Serbest boşluk, şebekenin diğer faaliyetlerine bağlı olmayan bir boşluk çeşididir. Serbest boşluk süresi grafik ile Şekil 4.20’de şu şekilde gösterilmiştir:



Şekil 4.20 Serbest boşluğun grafik üzerinde gösterilmesi (Sarıca, 2006)

Yukarıdaki grafikten hareketle, serbest boşluğu şu şekilde formülize edilebilir:

$$SB = (TE)_j - [(TE)_i + T_{ij}] \quad (4.9)$$

TE<sub>i</sub>: Faaliyetin en erken başlama zamanı

T<sub>ij</sub>: Faaliyet süresi

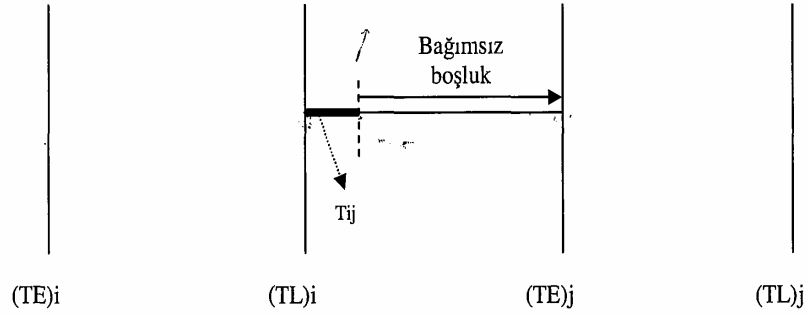
TE<sub>j</sub>: Faaliyetin en erken tamamlanma zamanı

#### 4.1.5.1.3. Bağımsız Boşluk

Bir faaliyetin en geç başlama zamanında başlayıp, ilgili faaliyet süresinde bitirilmesi halinde, faaliyetin bitiş zamanı ile en erken tamamlanma zamanı arasındaki farka, bağımsız boşluk (bolluk) denilir ve “BB” şeklinde gösterilir.

Bolluk türleri arasında en az süreye sahip olan bolluk çeşididir. Bağımsız bolluk da serbest bolluk gibi her faaliyet için ayrı hesaplanır, şebekedeki diğer faaliyetlerden bağımsızdır ve sadece ilgili faaliyetin gecikme veya ertelenme durumları için kullanılır. Yani bağımsız boşluk süresi diğer faaliyetlere aktarılamaz.

Bağımsız boşluk süresinin grafik ile gösterimi Şekil 4.21’de verilmiştir :



Şekil 4.21 Bağımsız boşluğun grafik üzerindeki gösterimi (Sarica, 2006)

Yukarıda çizilen grafik doğrultusunda bağımsız boşluk formül ile şu şekilde gösterilir:

$$BB = (TE)_j - [ (TL)_i + T_j ] \quad (4.10)$$

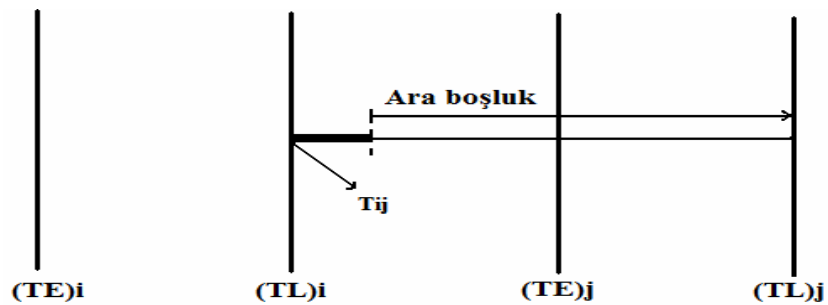
TIL: Faaliyetin en geç başlama zamanı

Tij: Faaliyet süresi

TEj: Faaliyetin en geç başlama zamanı

#### 4.1.5.1.4. Ara Boşluk

Bir faaliyetin en geç başlama zamanında başlayıp, ilgili faaliyet süresi dahilinde tamamlanması halinde, bitiş zamanı ile en geç tamamlanma zamanı arasındaki farka, ara boşluk (bolluk) denilir ve “AB” şeklinde ifade edilir.



Şekil 4.22 Ara boşluğun grafik üzerinde gösterimi (Sarica, 2006)

Bu grafik çiziminden (Şekil 4.22 görüldüğü üzere) hareketle, ara boşluğu formülle şu şekilde gösterilebilir :

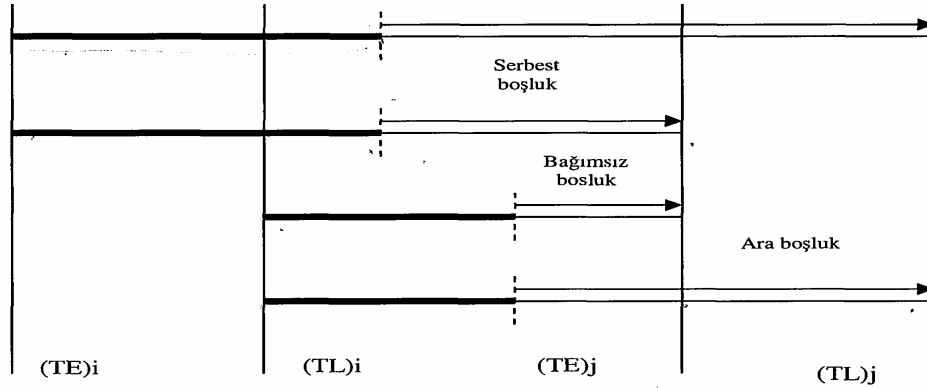
$$AB = (TL)_j - [ (TL)_i + T_{ij} ] \quad (4.11)$$

$(TL)_i$ : Faaliyetin en geç başlama zamanı

$(TL)_j$ : Faaliyetin en geç bitme zamanı

$T_{ij}$ : Faaliyet süresi

İncelenen dört boşluk çeşidinin birbirleri arasındaki ilişkileri Şekil 4.23'te verilmiştir:



Şekil 4.23 Boşlukların birbiri arasındaki ilişkilerinin grafik üzerinde gösterimi  
(Sarıca, 2006)

Faaliyetlerin bolluk zamanlarının belirlenmesi, atıl kaynağı olan faaliyetlerin tespit edilmesini, bu kaynakların şebekedeki kritik faaliyetler arasında uygun şekilde dağıtılmasını ve böylece proje maliyet ve süresinin azalmasını sağlar.

#### 4.1.6. Şebeke Analizlerinde Zaman- Maliyet İlişkisi ve Hızlandırma İşlemi

Projenin tamamlanma süresi, projede yer alan faaliyetlerin gerçekleştirmeleri için gerekli olan maddi ve beşeri kaynakların cinsi, miktarı ve yarattıkları maliyetten etkilenmektedir. Projedeki kaynaklar farklı şekillerde kombine edilerek, değişik maliyetler yaratılabilmekte ve proje için en uygun olanı bunların arasından seçilebilmektedir.

Bir faaliyetin tamamlanma süresinin kısaltılması istendiğinde, ilgili faaliyete kaynak aktarımı yapılacaktır. Aktarılan kaynaklar malzeme, hammadde, makine gibi maddi kaynaklar olabileceği gibi, işgücü gibi beşeri kaynaklar da olabilir. Bunun yanı sıra ilgili faaliyetin gerçekleştirildiği tesiste kullanılan mevcut teknolojinin geliştirilmesi ya da yeni bir teknolojinin kullanılması da faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin kısaltılmasını sağlayacaktır.

Faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin kısaltılması için yapılan işlemlerin tümüne hızlandırma ya da diğer bir ismi ile sıkıştırma işlemleri denir.

Bir projenin tamamlanma süresini kısaltmak ancak projenin belirlenen kritik yolu üzerindeki faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin kısaltılmasıyla mümkün olabilir. Kritik yol üzerindeki hızlandırma işlemi, bu yolu şebekedeki diğer yollardan daha kısa hale getirebilir. Yani hızlandırma işlemi, belli bir seviyeden sonra projenin kritik yolunun değişmesine neden olabilir. Dolayısıyla, kritik yola en yakın tamamlanma zamanına sahip diğer şebeke yolları da hızlandırma işlemi esnasında yakından takip edilmelidir. (Sarıca, 2006)

CPM tekniğinde projenin iki farklı zaman-maliyet ilişkisi vardır:

➤ Normal Zaman Tahmini ve Normal Maliyet:

Faaliyetlerin normal şartlarda tamamlanması halinde, yapılan zaman tahminlerine, normal zaman tahmini; bu durumda oluşan maliyete de normal maliyet denilmektedir.

➤ Hızlandırılmış Zaman Tahmini ve Hızlandırılmış Maliyet:

Faaliyetlerin daha kısa zamanda tamamlanması için maliyette meydana gelecek artışı göz ardı ederek, ilgili faaliyetlere atanan kaynakların artırılması yoluyla yapılacak zaman tahminidir. Bu durumda oluşan maliyete de hızlandırılmış maliyet adını alır.

Bir faaliyetin kısaltılması için yapılan hızlandırma işlemi dahilinde zaman-kaynak kullanımında yapılabilecek değişiklikleri genel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

➤ Fazla Mesai:

Normal çalışma zamanının sekiz saat olarak kabul edilmesi halinde, çalışanların gün içerisinde daha fazla çalıştırılmasıyla, faaliyet sürelerinin kısaltılmasına çalışılabilir. Ancak, fazla mesai uygulaması ücret artışına, dolayısıyla maliyet artışına da neden olacaktır.

➤ Haftalık Çalışma Sürelerinin Artırılması:

Haftalık çalışma süresinin beş gün olarak kabul edilmesi halinde, maliyette yaratılan artışın göz ardı edilmesiyle, haftalık çalışma süresini altı ya da yedi güne çıkartılması da faaliyetlerin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlayacaktır.

➤ Gece Çalışma Vardiyasının Konulması :

Gece çalışma vardiyasının konulmasıyla da faaliyetlerin daha kısa sürede bitirilmesine çalışılabilir. Ancak bu yöntem, çalışma süresini uzatacağından, maliyetlerde artışa neden olduğu gibi, gece çalışan personelin veriminin düşeceğinin kabul edilmesi halinde de gerçekleştirilen faaliyetin kalitesinin düşmesine de neden olacaktır.

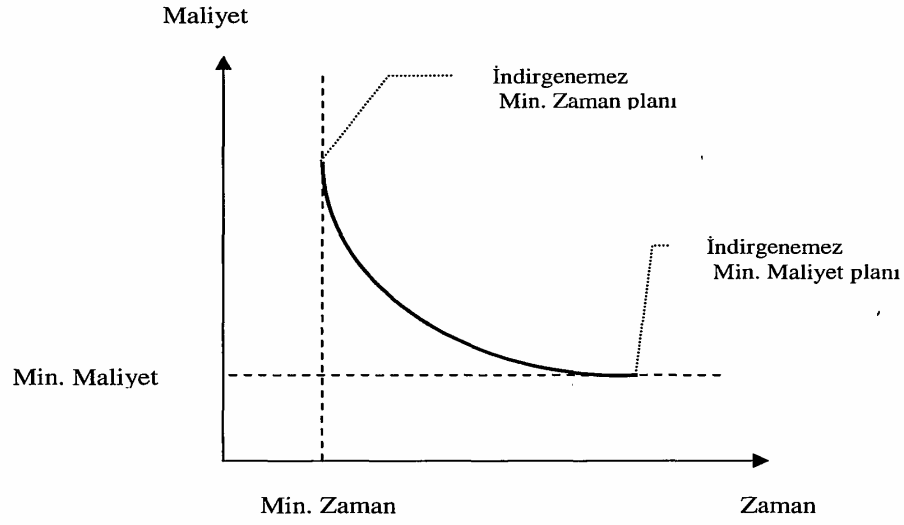
➤ Mevcut Teknolojinin İyileştirilmesi ya da Daha İleri Bir Teknolojinin Kullanılması:

Kullanılan teknolojiye iyileştirme yapılması ya da daha yeni bir teknolojinin kullanılması faaliyetlerin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlayacaktır.

Ancak böyle bir uygulamanın maliyetler üzerindeki artırıcı etkisi de oldukça açıktır.

➤ Kullanılan Malzeme Miktarının Artırılması:

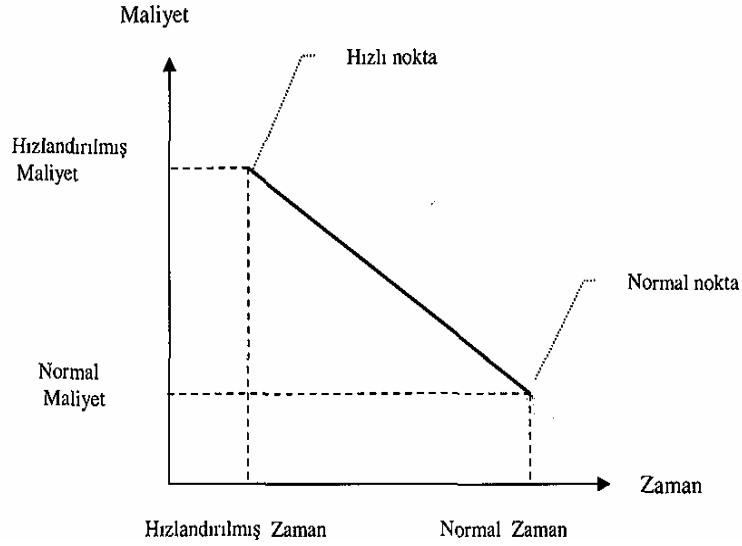
Kullanılan makinelerin, teçhizatların sayısının artırılması, işlerin daha hızlı yapılmasını sağlayacak, varsa, beklemleri ortadan kaldıracak ve böylece faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin kısalmasını sağlayacaktır. Tabii ki bu uygulamanın da maliyetleri artırıcı etkisi söz konusudur. CPM tekniği uygulanırken, zaman-maliyet ilişkisinin doğru bir şekilde analiz edilmesi oldukça önemlidir(Şekil 4.24'te verildiği üzere).



Şekil 4.24 Bir projenin tamamlanma zamanı ve maliyeti arasındaki ilişki  
(Sarıca, 2006)

Zaman- maliyet eğrisi üzerindeki her nokta, gerçekleştirilebilecek bir proje planını gösterir. Yukarıdaki grafikte de görüldüğü üzere, projenin tamamlanma zamanı uzadıkça, maliyetler azalmakta, tamamlanma zamanı kısaltıldıkça da maliyetler artmaktadır. Bunun yanı sıra indirgenemez minimum zaman planı noktasında ise, tamamlanma zamanının kısaltılması için, ne kadar hızlandırıcı işlemler uygulansa da söz konusu bu noktadan sonra, projenin süresi kısaltılmamaktadır. Yani indirgenemez minimum zaman planı noktası, projenin minimum tamamlanma zamanı ile gerçekleştirilmesi halindeki planı göstermektedir. İndirgenemez minimum maliyet planı noktasında ise, projenin maliyetinin azaltılması için tamamlanma zamanının uzatılmasına izin verilmektedir.

Grafikte gösterilen bu nokta, maksimum tamamlanma zamanına karşın, minimum maliyetin olduğu plandır. Yani, bu noktadan sonra grafikte de görüleceği üzere, daha fazla zaman genişletilmesi yapılamayacağı için, maliyette de azalma sağlanamayacaktır. Bir faaliyetin tamamlanma zamanı ile maliyeti arasındaki ilişki Şekil 4.25'te gösterilmiştir :



Şekil 4.25 Bir faaliyetin tamamlanma zamanı ve maliyeti arasındaki ilişkiyi ifade eden doğrusal zaman – maliyet eğrisi (Sarıca, 2006)

Yukarıdaki grafikte gösterilen hızlı nokta aşamasında, faaliyetin tamamlanma zamanı minimumda iken, ilgili faaliyetin yarattığı maliyet, maksimum seviyededir. Bu noktadan sonra hızlandırma işlemine devam edilse dahi, maliyetler artacak, ancak bunun faaliyetin süresinin kısaltılmasına bir katkısı olmayacaktır. Yani, hızlı nokta, faaliyetin en kısa tamamlanma süresini göstermektedir.

Grafikteki normal nokta da ise, faaliyetin normal bir tamamlanma zamanında gerçekleştirilmesi halinde, katlanılacak maliyeti göstermektedir. Bu noktadan sonra faaliyetin süresi genişletilse de bunun maliyeti azaltıcı bir etkisi olmayacaktır.

#### 4.1.7. Projenin Toplam Süresinin Kısaltılması

Projenin toplam süresinin kısaltılması için, kritik yol üzerinde bulunan faaliyetler üzerinde hızlandırma işlemi yapılır. Kritik faaliyetlerin sürelerinin toplamı, projenin toplam süresini oluşturur. Hızlandırma işlemi yapılırken, bazı hususlara dikkat edilmesi gereklidir. Bunlar:

- Süresi kısaltılacak olan kritik faaliyetlerin, sürelerinin kısaltılması halinde, makine, iş gücü v.b. kaynakların artmasını sağlayacak özellikte olması gereklidir.



- Kritik olan faaliyetlerin süreleri kısaltılırken, bu faaliyetlere yakın olan bazı kritik olmayan faaliyetlerin kritik hale gelmesi ile yeni kritik yollar oluşabilir.
- Bu durumda oluşan yeni kritik yollar da toplam süreye göre kontrol edilmeli ve gerekiyorsa, kritik yol üzerindeki bazı kritik faaliyetlerde de kısaltılmaya gidilmeli yani bu faaliyetlerde de hızlandırma (sıkıştırma) işlemi uygulanmalıdır.

Ancak bu durumda da kritik yol üzerinde bulunan hangi faaliyetin süresinin, ne miktarda kısılacağına dair bir problem ortaya çıkmaktadır. Süresi kısaltılacak olan faaliyetin, süresi kısaldığında, yeni süre içerisinde kesinlikle tamamlanabilecek özellikte olması gereklidir. Bu tip faaliyetler genellikle, tek cins ekipmana bağlı ve tamamlanma hızı iyi kontrol edilebilen faaliyetlerdir.

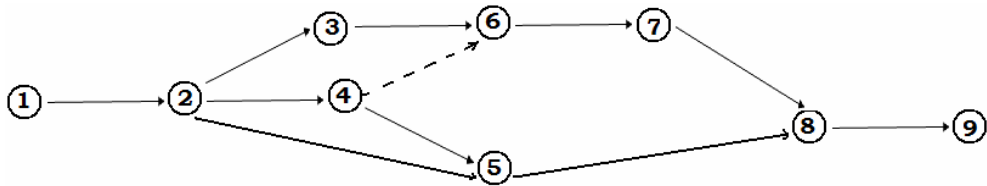
#### 4.1.7.1. Basit Hızlandırmalarla Proje Süresinin Maliyet artışı Minimum Olacak Şekilde Kısaltılması

Hızlandırma işlemi ile asıl hedeflenen, proje süresinin maliyet artışı minimum olacak şekilde kısaltılmasıdır.

Kritik faaliyetlerin sürelerinin kısaltılmasıyla, toplam proje süresi de kısaldığı için, öncelikle kritik faaliyetler arasında toplam maliyet birim artışı en az olan faaliyetin süresi kısaltılır. Örnek olarak, hızlandırma işlemini, proje süresi, 36 ay; maliyeti, 4 205 000 TL olan bir proje üzerinde gerçekleştirilebilir.

Proje Süresi : 36 ay

Proje Maliyeti : 4 205 000 TL



Şekil 4.26 Örnek projenin şebeke diyagramı (Sarıca, 2006)

➤ Hızlandırma İşlemi:

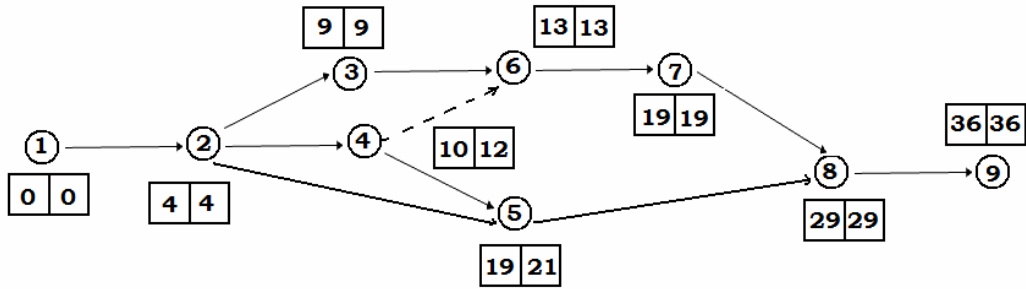
Öncelikle şebeke diyagramındaki(Şekil 4.26'ta verildiği üzere) 2-3-6-7-8-9 numaralı kritik yol üzerindeki, kritik faaliyetlerin süreleri kısaltılmaya çalışılacaktır. Bu faaliyetlerden hangisinde kısaltma yapılacağına dair karar verilirken de birim maliyet artışları göz önüne alınacaktır. Yani ilgili kritik yoldaki en düşük birim maliyet artışına sahip olan kritik faaliyetten, süre azaltma işlemine başlanacaktır.

Bu bilgilerden hareketle şebekede ilk süresi kısaltılacak olan faaliyet, 8-9 faaliyeti olacaktır. 8-9 faaliyetinin en fazla kısaltma süresi 2 ay olduğundan, projenin tamamlanma süresi de toplamda 2 ay kısaltılabilecektir(Şekil 4.27'de verildiği üzere). Böylece 36 aylık toplam proje süresi, 34 aya çekilmiş olacaktır. İki aylık süre kısaltma maliyetinin toplam maliyete yansımaları ise, 15 000 TL olacak ve proje toplam tamamlanma maliyeti de 4 235 000 TL'ye yükselecektir.

$$36 - 2 = 34 \text{ ay}$$

$$2 \times 15\ 000 = 30\ 000 \text{ TL}$$

$$4\ 205\ 000 + 30\ 000 = 4\ 235\ 000 \text{ TL}$$



Şekil 4.27 Basit hızlandırmalarla maliyetlerin azaltılmasına ait örneğin ilk aşaması  
(Sarıca, 2006)

Tablo 4.2 Örnek proje için hazırlanmış faaliyetler ve maliyetlerine ilişkin çizelge (Sarica, 2006)

Faaliyet No	Normal Süresi(ay)	Maliyeti (* 1000)	En fazla kısalma süresi (ay)	Maliyetin birim artışı (TL/ ay) (*1000)
	t <sub>x</sub>	MN	n	s
1-2	4	160	—	—
2-3	5	425	1	100
2-4	6	900	2	90
2-5	13	390	5	45
3-6	4	440	2	90
4-5	9	540	4	70
4-6	-	—	—	—
5-8	8	400	3	75
6-7	6	360	3	25
7-8	10	450	5	40
8-9	7	140	2	15
		4 205 000		

8-9 faaliyeti, üzerinde ilk hızlandırma işlemi yapılan faaliyet olduğu için faaliyetin altına hızlandırma işlemini temsilen Z<sub>1</sub> işareti konulacak ve kısaltma işleminin yapıldığının gösterilmesi amacıyla da faaliyeti temsilen çizilen oklar “x” şeklinde işaretlenecektir.

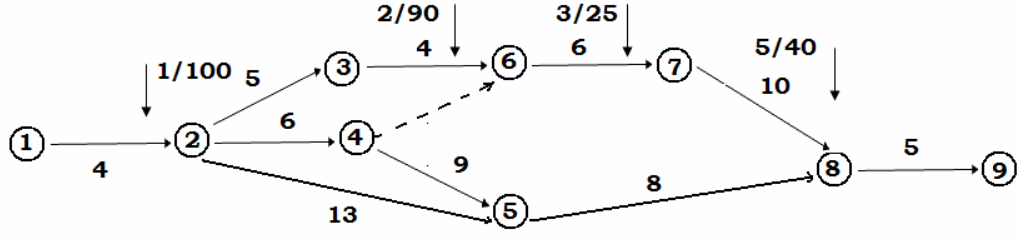
➤ 2. Hızlandırma işlemi :

İkinci hızlandırmada, ilk hızlandırma işleminin yapıldığı 8-9 faaliyetine bağlı olan 5-8 faaliyetine ait iki aylık bolluk süresi kullanılacaktır. Söz konusu bolluk süresinin kullanımıyla 2-4-5-8 numaralı yeni bir kritik yol elde edilecektir. İki aylık bolluk süresi, 6-7 kritik faaliyetinin süresinin kısaltılması için kullanılacak ve böylece 34 aylık proje tamamlama süresi, 32 aya inecek(Şekil 4.28’de verildiği üzere); buna karşın, maliyete de 50 000 TL’lik bir artış gerçekleşecektir. Böylece projenin toplam maliyeti 4 285 000 TL’ye yükselmiş olacaktır.

$$34 - 2 = 32 \text{ ay}$$

$$2 \times 25\ 000 = 50\ 000 \text{ TL}$$

$$4\ 235\ 000 + 50\ 000 = 4\ 285\ 000 \text{ TL}$$

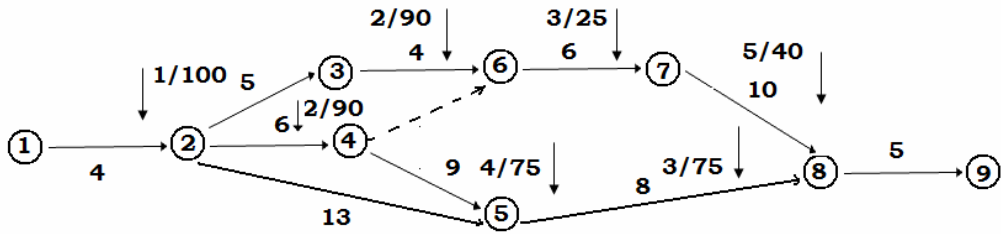


Şekil 4.28 Basit hızlandırmalarla maliyetlerin azalmasına ait örneğin ikinci aşaması (Sarica, 2006)

➤ 3. Hızlandırma İşlemi:

Üçüncü hızlandırma işlemi, 2-3-6-7-8-9 ve 2-4-5-8 numaralı iki kritik yol için de uygulanacaktır(4.29'da gösterildiği üzere). Birim maliyet artışları göz önüne alındığında, ilk kritik yolda bulunana 6-7 ve 7-8 faaliyetleri için, birer aylık kısalma ve ikinci kritik yolda bulunana 4-5 faaliyeti için de, iki aylık bir kısaltma yapılması uygun olacaktır. Böylece 32 aylık proje tamamlanma süresi 30 aya inmiş olacaktır.

Maliyetlerdeki artış da ilk kritik yol için 65 000 TL, ikinci kritik yol için, 140 000 TL olmakla birlikte toplamda tüm proje için 205 000 TL olup, yeni proje maliyeti 4 490 000 TL olarak belirlenecektir.



Şekil 4.29 Basit hızlandırmalarla maliyetlerin azaltılmasına ait örneğin üçüncü aşaması (Sarica, 2006)

$$32 - 2 = 30 \text{ ay}$$

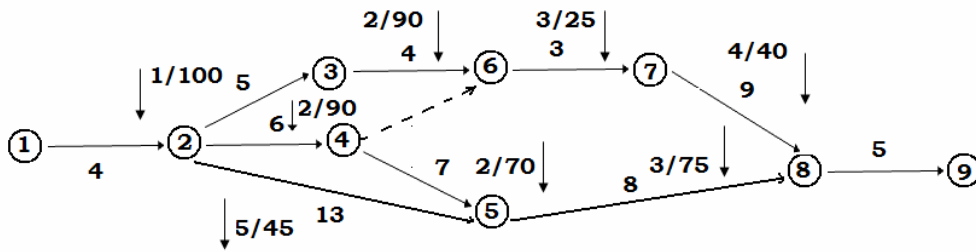
$$1 \times 25\ 000 = 25\ 000 \text{ TL } 140\ 000 + 40\ 000 + 25\ 000 = 205\ 000 \text{ TL}$$

$$1 \times 40\ 000 = 40\ 000 \text{ TL } 4\ 285\ 000 + 205\ 000 = 4\ 490\ 000 \text{ TL}$$

$$2 \times 70\ 000 = 140\ 000 \text{ TL}$$

➤ 4. Hızlandırma İşlemi:

Şebeke diyagramındaki serbest boşluk sürelerinin değerlendirilmesi amacıyla, dördüncü hızlandırma işleminde, 2-5 faaliyetindeki üç aylık bolluk süresinden yararlanılır. Üç aylık bolluk süresi, ilk kritik yolda bulunan 7-8 faaliyetinde üç aylık bir kısaltma; ikinci kritik yolda bulunan 4-5 ve 5-8 faaliyetlerinde ise sırasıyla iki ve bir aylık kısaltmalar yapılmasını sağlamıştır. Bunun yanı sıra, 2-5 faaliyetindeki boşluk süresinin kullanılmasıyla da 2-5-8 numaralı yeni bir kritik yol daha bulunmuştur(Şekil 4.30'da gösterildiği üzere).



Şekil 4.30 Basit hızlandırma maliyetlerinin azaltılmasına ait örneğin dördüncü aşaması (Sarıca, 2006)

Yapılan kısaltmalar sonrasında, toplam proje süresi, 27 ay ve maliyetteki 335 000 TL'lik artışla da toplam proje maliyeti, 4 490 000 TL olacaktır.

$$30 - 3 = 27 \text{ ay}$$

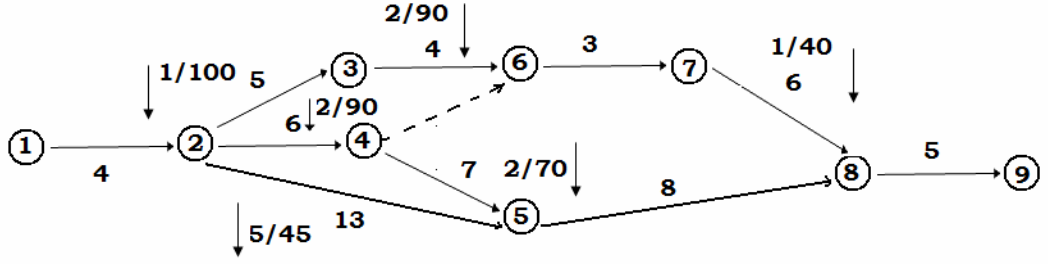
$$2 \times 70\ 000 = 140\ 000 \quad 140\ 000 + 75\ 000 + 120\ 000 = 335\ 000 \text{ TL}$$

$$1 \times 75\ 000 = 75\ 000 \quad 4\ 490\ 000 + 335\ 000 = 4\ 825\ 000 \text{ TL}$$

$$3 \times 40\ 000 = 120\ 000$$

➤ 5. Hızlandırma İşlemi:

Beşinci hızlandırma işlemi, birim maliyet artışlarının dikkate alınmasıyla, üç ayrı kritik yol için ayrı ayrı uygulanacaktır. İlk kritik yolda, 7-8 ve 3-6 faaliyetlerinde birer aylık; ikinci kritik yolda, 5-8 faaliyetlerinde iki aylık ve son olarak, üçüncü kritik yolda 2-5 faaliyetinde de iki aylık bir kısaltma yapılacaktır(4.31'de gösterildiği üzere).



Şekil 4.31 Basit hızlandırma maliyetlerinin azaltılmasına ait örneğin beşinci aşaması  
(Sarıca, 2006)

Böylece proje süresi, 25 aya inecek, maliyeti ise, 370 000 TL'lik artışla, 5 195 000 TL olacaktır.

$$27 - 2 = 25 \text{ ay}$$

$$2 \times 75\ 000 = 150\ 000 \text{ TL } 150\ 000 + 90\ 000 + 40\ 000 + 90\ 000 = 370\ 000 \text{ TL}$$

$$2 \times 45\ 000 = 90\ 000 \text{ TL } 4\ 825\ 000 + 370\ 000 = 5\ 195\ 000 \text{ TL}$$

$$1 \times 40\ 000 = 40\ 000 \text{ TL}$$

$$1 \times 90\ 000 = 90\ 000 \text{ TL}$$

➤ 6. Hızlandırma İşlemi :

Şebeke diyagramının son hızlandırma faaliyetidir. Toplamda iki aylık bir süre kısaltılması yapılacaktır. İlk kritik yolda 3-6 ve 3-2 faaliyetlerinde birer aylık; ikinci kritik yolda, 2-4 faaliyetinde iki aylık; üçüncü kritik yolda da 2-5 faaliyetinde iki aylık bir kısaltma yapılacaktır (Şekil 4.32'de görüldüğü üzere).

Böylece sırasıyla, ilk, ikinci ve üçüncü kritik yollarda 190 000 TL'lik, 180 000 TL'lik ve 90 000 TL'lik artışlar olacak ve toplam proje maliyeti, 5 655 000 TL'ye yükselecektir. Buna karşın son proje tamamlama süresi ise, 23 ay olarak belirlenecektir.

$$25 - 2 = 23 \text{ ay}$$

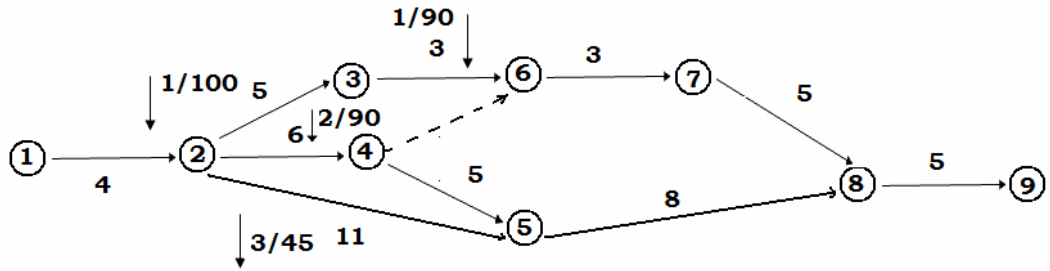
$$2 \times 90\ 000 = 180\ 000 \text{ TL } 180\ 000 + 90\ 000 + 90\ 000 + 100\ 000 = 460\ 000 \text{ TL}$$

$$2 \times 45\ 000 = 90\ 000\ \text{TL} \quad 5\ 195\ 000 + 460\ 000 = 5\ 655\ 000\ \text{TL}$$

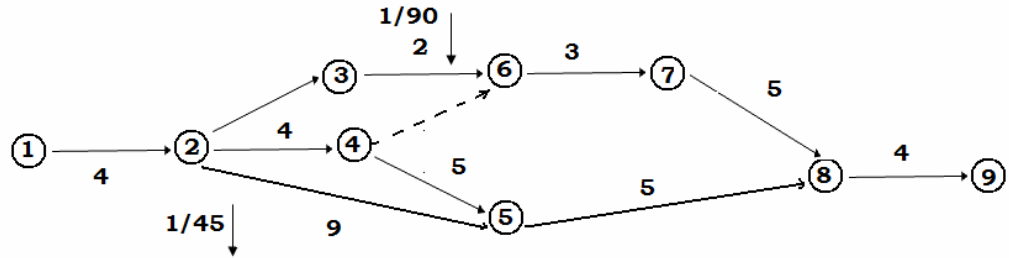
$$1 \times 90\ 000 = 90\ 000\ \text{TL}$$

$$1 \times 100\ 000 = 100\ 000\ \text{TL}$$

Bu hızlandırma işlemlerinin sonunda, şebeke diyagramında 2-5 faaliyetinde kalan bir aylık süre dışında, tüm faaliyetler minimum tamamlanma sürelerine getirilmiştir. Bu yüzden yapılan hızlandırma işleminin son aşaması olan altıncı hızlandırmaya “son hızlandırma” adı verilir (Şekil 4.33’te görüldüğü üzere).



Şekil 4.32 Basit hızlandırma maliyetlerinin azaltılmasına ait örneğin altıncı aşaması (Sarıca, 2006)



Şekil 4.33 Basit hızlandırma maliyetlerinin azaltılmasına ait örneğin son durumu (Sarıca, 2006)

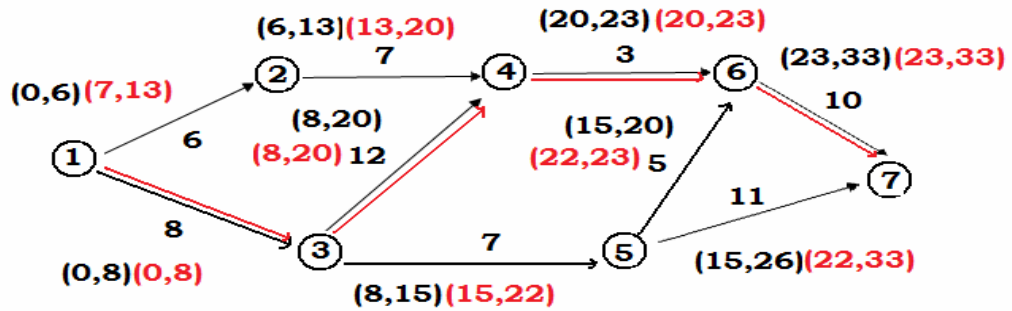
O halde, projenin son hızlandırmasında, projenin en kısa tamamlanma süresi 23 ay olacaktır. Projenin son tamamlanma maliyeti ise, 5 655 000 TL olarak belirlenecektir.

Projelerde sıkıştırma faaliyetlerinin yanı sıra gevşeme faaliyetleri de yapılmaktadır. Gevşetme faaliyetleri sıkıştırma faaliyetlerinin aksine maliyeti azaltan, faaliyetlerin tamamlanma süresini uzatan bir izlemdir. Gevşetme faaliyetleri projenin bir tanesinin

yetersiz olması durumunda uygulanabilecek bir faaliyettir. Sıkıştırma ve Gevşetme faaliyetlerinin uygulamasına yönelik bir örnek gösterilebilir.

Tablo 4.3 Örnek faaliyetlerin normal-sıkıştırılmış zaman ve maliyetleri

İşlem	Normal Zaman	Sıkıştırılmış Zaman	Normal Maliyetler	Sıkıştırılmış Maliyetler
1-2	6	2	4000	12000
1-3	8	3	3000	6000
2-4	7	4	2800	4000
3-4	12	8	9000	11000
4-6	3	1	10000	13000
5-6	5	2	4900	7000
3-5	7	3	1800	5000
5-7	11	5	6600	12000
6-7	10	6	4000	8400
			<b>Toplam=46100</b>	<b>Toplam=78400</b>



Şekil 4.34 Örnek şebeke diyagramı

Kritik yol; 1-3 → 3-4 → 4-6 → 6-7 faaliyetlerinden oluşur (Şekil 4.34'te görüldüğü üzere). Kritik yolun tamamlanma süresi yani projenin tamamlanma süresi 33 haftadır. Bu durumda projenin tamamlanmasının maliyeti de 46.100 TL'dir.

Sıkıştırma işleminin uygulanması için öncelikle birim sıkıştırma maliyetlerinin bulunması gerekir. Sıkıştırma sadece kritik yol üzerindeki faaliyetlere yapıldığı için, bu faaliyetlerin sıkıştırma maliyetleri bulunur.



Birim zaman sıkıştırma maliyetinin bulunması için bu formülden yararlanılır.

$$I_c(J) = \frac{C_c - N_c}{N_t - C_t} \quad (4.12)$$

(Jarıca, 2006)

$I_c$  = Birim zaman sıkıştırma maliyeti

$C_c$  = Hızlandırma maliyeti (sıkıştırma)

$N_c$  = Normal maliyet

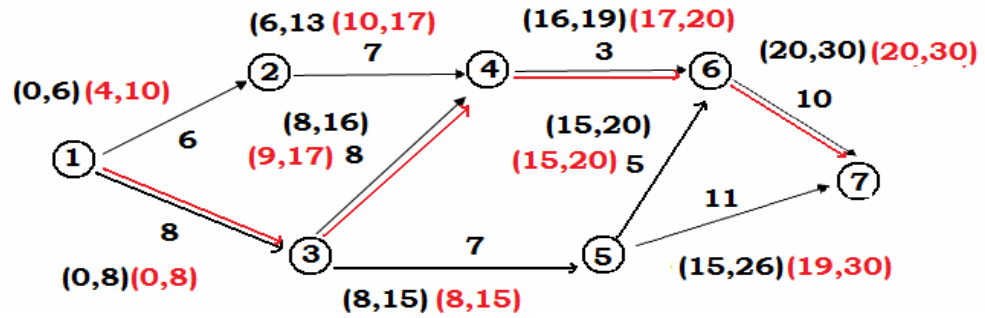
$N_t$  = Hızlandırma süresi

Tablo 4.4 Birim zaman sıkıştırma maliyetleri

FAALİYETLER	BZSM
1-3	600
3-4	600
4-6	1500
6-7	11000

Bu durumda ilk sıkıştırma 3-4 faaliyetinde yapılır.

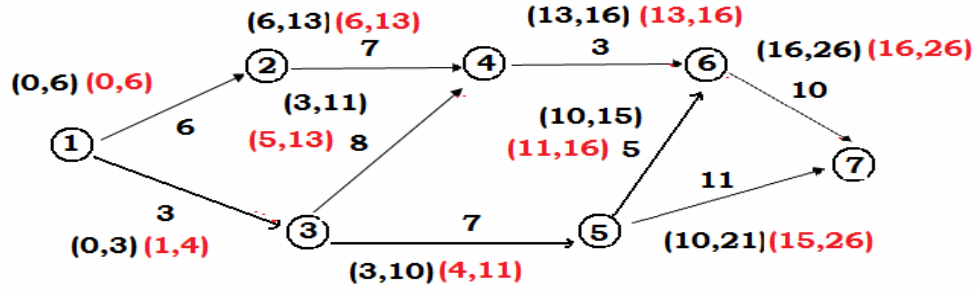
Yeni Kritik Yol: 1-3→3-5→5-6→6-7 faaliyetlerinden oluşur(Şekil 4.35'te görüldüğü üzere). Projenin tamamlanma süresi 3 hafta azaltılmıştır. Buna karşın maliyetlerde 46.100'den 48.100 TL'ye yükselmiştir.



Şekil 4.35 İlk sıkıştırma faaliyetinin uygulanması ile oluşturulan diyagram

Sıkıştırma maliyeti, sıkıştırma yapılan zaman miktarı ile ilgili faaliyetin birim zaman maliyetinin çarpılmasıyla elde edilir. Yani 3-4 faaliyetinin sıkıştırma maliyeti,  $46.100 + 4(500) = 48.100$  şeklinde bulunmuştur. Yani kritik yola göre birim zaman sıkıştırma maliyetleri hesaplanır.

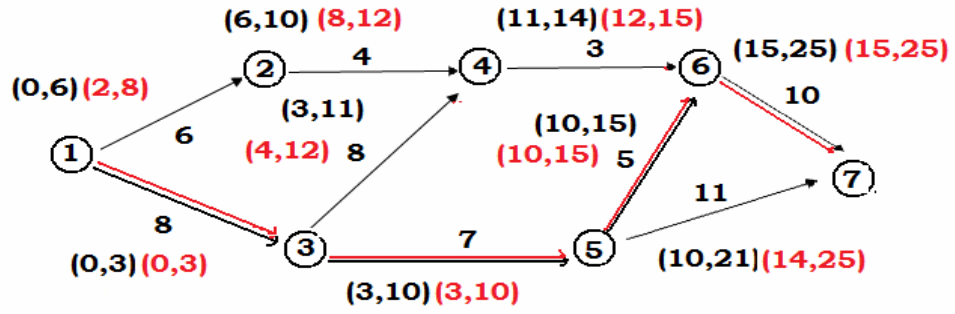
<u>Faaliyet</u>	<u>BZSM</u>	Bu durumda ikinci hızlandırma işlemi de 1-3 faaliyetinde yapılacaktır.
1-3	600	
3-5	800	
5-6	700	
6-7	1100	



Şekil 4.36 İkinci sıkıştırma faaliyetinin uygulanması ile oluşturulan diyagram

Yeni kritik yol, 1-2→2-4→4-6→6-7 faaliyetlerinden oluşur(Şekil 4.36’da görüldüğü üzere). 30 haftalık tamamlanma süresi 26 haftaya indirilmiştir. Tamamlanma maliyeti ise,  $48.100 + 5(600) = 51.100$  TL’ye yükselmiştir. Oluşan yeni kritik yola göre birim zaman sıkıştırma maliyetlerini hesaplamaya devam ederiz.

<u>Faaliyet</u>	<u>BZSM</u>	Bu durumda 2-4 faaliyetinde sıkıştırma işlemi yapılır.
1-2	2000	
2-4	400	
4-6	1500	
6-7	1100	

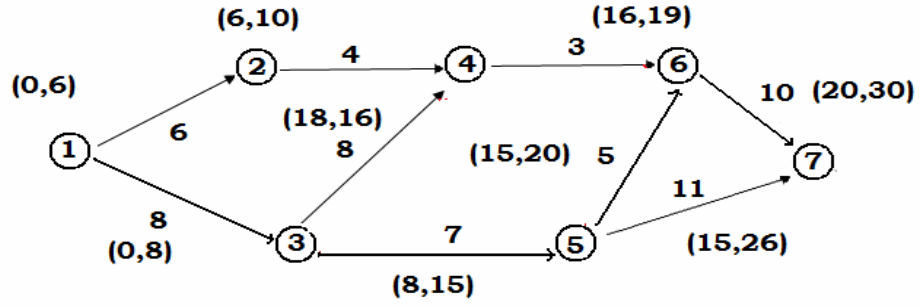


Şekil 4.37 Üçüncü sıkıştırma faaliyetinin uygulanması ile oluşturulan diyagram

Yeni kritik yol, 1-3→3-5→5-8→6-7 faaliyetlerinden oluşmaktadır(Şekil 4.37’de görüldüğü üzere). Bu durumda, projenin tamamlanma süresi 26 haftadan 25 haftaya çekilmiştir. Maliyet ise  $51.100 + 3 (400) = 52.300$  TL’ye yükselmiştir. En son sıkıştırma işleminde proje tamamlanma süresinde sadece 1 haftalık bir gerileme olduğundan dolayı hızlandırma işlemi burada tamamlanır. Yapılan hızlandırma işlemleri sonunda projenin tamamlanma süresi 33 haftadan 25 haftaya indirilmiştir. Ancak buna karşın projenin tamamlanma maliyeti 46.100 TL’den 52.300 TL’ye yükselmiştir. Hızlandırma işlemi maliyet artışının göz ardı edilerek projenin tamamlanma süresinin öne çekilmesi için yapılan bir işlemdir.

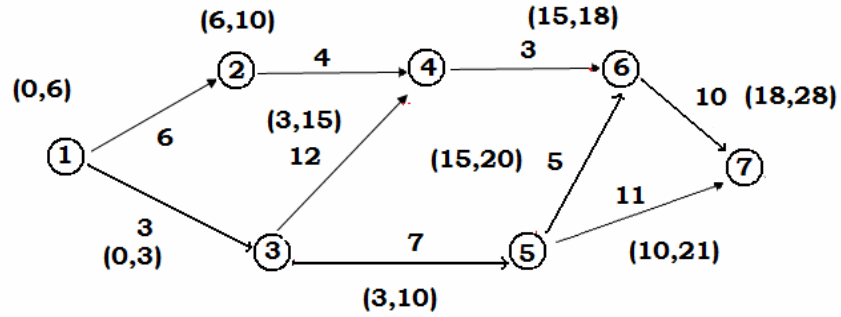
Yukarıda sıkıştırma işlemi uygulanmış diyagrama gevşetme işleminin uygulanması için üzerinde sıkıştırma yapılmış faaliyetlerin birim sıkıştırma maliyetleri bulunur. Önceki diyagram da sıkıştırma yapılan faaliyetler 1-3→3-4 ve 2-4 faaliyetleridir.

<b>Faaliyet</b>	<b>BZSM</b>	Gevşetme işleminde, hızlandırma işleminin aksine en fazla birim zaman sıkıştırma maliyetine sahip faaliyetten başlanır. O haldî, ilk gevşetme işlemi 1-3 faaliyetinde yapılacaktır.
1-2	2000	
3-4	500	
2-4	400	



Şekil 4.38. İlk Gevşetme Faaliyetinin Uygulanması İle Oluşturulan Diyagram

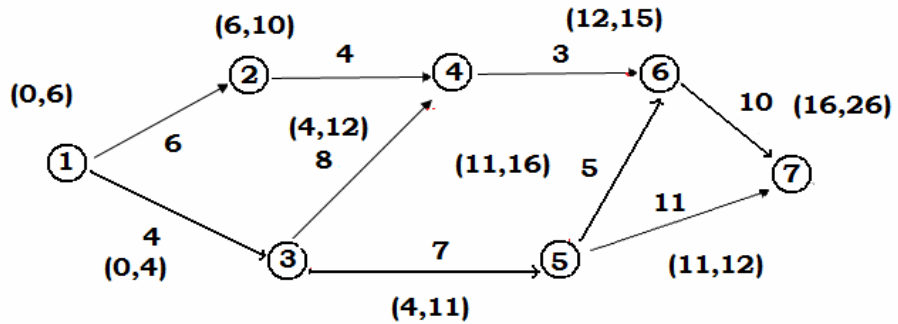
30 haftalık proje tamamlanma süresi, belirlenen 25 haftalık süreyi geçtiği için bu faaliyette gevşetme işlemi uygulanamaz.



Şekil 4.39. İkinci gevşetme faaliyetinin uygulanması ile oluşturulan diyagram

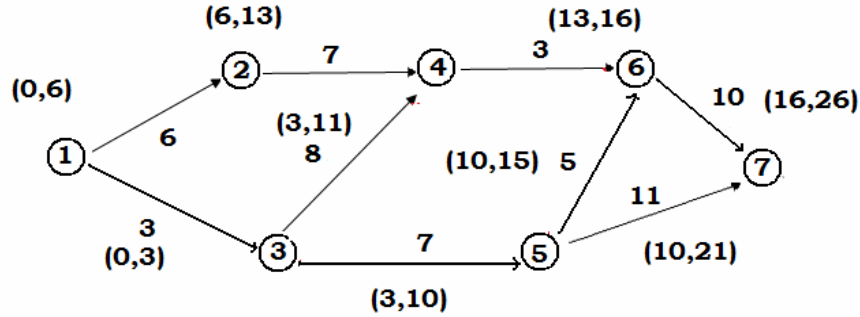
Bu durumda denenebilecek ikinci faaliyet ise, 3-4 faaliyeti olacaktır (Şekil 4.39’da görüldüğü üzere).

28 haftalık sürede 25 haftadan büyük olduğu için 3-4 faaliyetinde de gevşetme işlemi uygulanamaz. Bu seferde 2-4 faaliyeti için gevşetme işlemi uygulanmaya çalışılır (Şekil 4.40’da verildiği üzere).



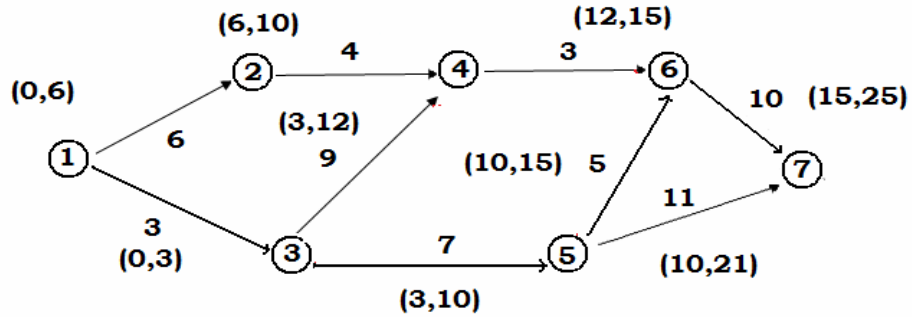
Şekil 4.40 Üçüncü gevşetme faaliyetinin uygulanması ile oluşturulan diyagram

26 haftada 25 haftalık tamamlanma süresini aştığı için bu faaliyet de gevşetme işlemin uygulanamaz(Şekil 4.41’de verildiği üzere). Bu durumda yapılması gereken ilk denediğimiz 1-3 faaliyetinde sadece 1 haftalık bir gevşetme sağlamaktır.



Şekil 4.41 1-3 Faaliyetinde bir birimlik gevşeme yapılması halinde oluşturulan diyagram

26 haftada 25 haftadan büyük olduğundan bu gevşetme işlemini yapamıyoruz. Birim zaman sıkıştırma maliyet değerlerine göre sıra 3-4 faaliyetinde sadece 1 haftalık bir artış yapılmasına gelmiştir.



Şekil 4.42 3-4 Faaliyetinde bir birimlik gevşeme yapılması halinde oluşturulan diyagram

Bu durumda, 25 haftalık proje tamamlanma süresi denkleştirildiği için 3-4 faaliyetinde 1 haftalık bir gevşetme yapılabilir(Şekil 4.42’de verildiği üzere). Bu durumda maliyet,  $52.300 - 1 (500) = 51.800$  TL olacaktır.

#### 4.1.8. GANTT Tekniği

Gantt diyagramı 1917 yılında Henry L. Gantt tarafından geliştirilen genellikle basit ve küçük projelerde veya projenin bütününün görölmesi istendiği zaman kullanılan bir planlama tekniğidir.

Gantt diyagramı, zamanın gösterildiği ve ilgili zaman biriminin (gün, hafta, ay) soldan sağa doğru ilerlediği bir yatay eksenden ve faaliyetlerin yukarıdan aşağıya doğru sıralandığı bir dikey eksenden oluşmaktadır.

Gantt tekniğinde öncelikle, proje faaliyetlere bölünür ve her faaliyet yatay eksende çubuklarla gösterilir. Bu teknikte proje aşamalarını ve durumunu görebilmek de mümkündür. Başlangıç ve bitiş zamanları planlanan ve gerçekleşen şekilde sunulmaktadır.

Gantt diyagramında, planlanan ve gerçekleşen olmak üzere iki esas bulunmaktadır. Amaçlanan, planlanan ve gerçekleştirilen arasında bir farkın olmamasıdır. Aralarında bir fark olması halinde ise, gantt tekniğinde, projenin takip ve kontrolü kolay bir şekilde gerçekleştirildiğinden, bu farkın nedenleri kolayca tespit edilebilecektir. Ayrıca diyagramda, söz konusu farklılıklar ve nedenleri çeşitli sembollerin yardımı ile de gösterilirler.

GANTT diyagramları, çok sayıda çizim ile bilgileri tek bir diyagram halinde gösterebilmektedir. Bunun yanı sıra yalın ve harcamasız oluşu da kullanışlılığını artırmaktadır. İşletmeler ve her basamaktaki yöneticiler bu nedenlerden dolayı GANTT diyagramlarını tercih etmektedirler (Gücü, 1999). Proje yöneticileri diyagram üzerindeki çizgi ve çubuklar yardımıyla planlananlar ve gerçekleştirilenler arasındaki karşılaştırmaları ve gerekli kontrolleri kolayca yapabileceklerdir.

GANTT diyagramlarının çok kullanışlı gözükken basitliğinin ardında, özellikle karmaşık projelerdeki faaliyetler arası ilişkileri gösterim yetersizliği nedeniyle, yerini diğer şebeke analiz tekniklerine bırakmak zorunda kalmıştır (Gücü, 1999).

CPM – PERT gibi şebeke analiz teknikleri birbirine bağlantılı faaliyetler arasındaki ilişkileri şekiller yardımıyla gösterdiğinden karmaşık projelerde tercih edilirler.

GANTT şemaları hazırlanmış olan PERT–CPM şebekelerinden yararlanılarak da oluşturulabilir.

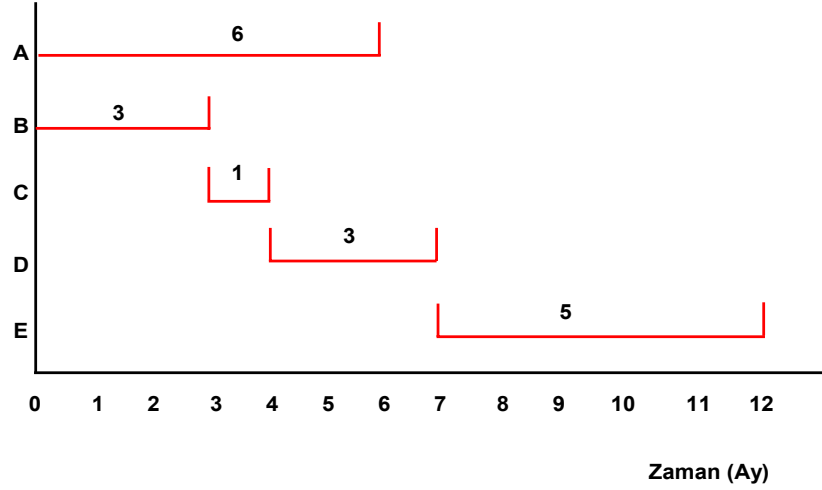
GANTT diyagramları yatay ekeni üzerinde faaliyetlerin planlanmış ve gerçek işleyişini gösterdiği gibi, kaynakların faaliyetler arasındaki dağıtımını ve takibi işlerini de çeşitli şekillerle ifade etmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında GANTT şemasının avantajları şu şekilde özetlenebilir :

- Oluşturulması ve anlaşılması oldukça kolaydır.
- Çok sayıda bilgiyi bir diyagramda gösterebilir.
- Yalın ve harcamasız olduğundan oldukça kullanışlıdır.
- Projenin takibi ve kontrolü oldukça kolaydır.

Bu avantajlarının yanı sıra GANTT diyagramının zayıf noktaları da mevcuttur. Bunlar :

- Bir projeyi oluşturan faaliyetler arasındaki bağlantıları göstermez.
- Hangi faaliyetlerin, projenin toplam süresini etkilemeden geciktirilebileceğinin ve hangilerinin geciktirilmemesi gerektiğini belirtmez.
- Herhangi bir faaliyetin uygulama süresinde bir değişiklik olması halinde, tüm diyagramın yeniden çizilmesi gerekecektir.
- Beklenmeyen gecikmelerden dolayı, ekibin karşılaşacağı problemleri göstermez.

GANTT diyagramının uygulanmasının görülmesi açısından, GANTT diyagramı bir örnekle açıklanabilir.



Şekil 4.43 GANTT diyagramı (Gücü, 1999)

Şekil 4.43'teki GANTT diyagramınının x eksenini, zamanı; y eksenini ise projede yer alan faaliyetleri göstermektedir. Bu durumda grafikten hareketle, projede A, B, C, D ve E olmak üzere toplam beş adet faaliyet bulunduğunu söyleyebiliriz. Zaman ekseninin de ise, aylık zaman birimi kullanılmış ve bir yılın on iki ayını ifade etmesi açısından, x eksenini 12 eşit parçaya bölünmüştür.

Projede yer alan A faaliyeti altı ayda, B faaliyeti üç ayda, C faaliyeti bir ayda, D faaliyeti üç ayda ve E faaliyeti de beş ayda tamamlanmaktadır. Yani toplamda projenin bitirilmesi için, 18 aylık süreye ihtiyaç vardır. Bu durumda yukarıda görülen GANTT diyagramı oluşacaktır. Ancak bu faaliyetlerin hepsi birbirine bağlı olmadığından, paralel olarak da yürütülebilecek faaliyetlerin olduğunu varsaydığımızda, projenin tamamlanma süresi kısılacaktır.

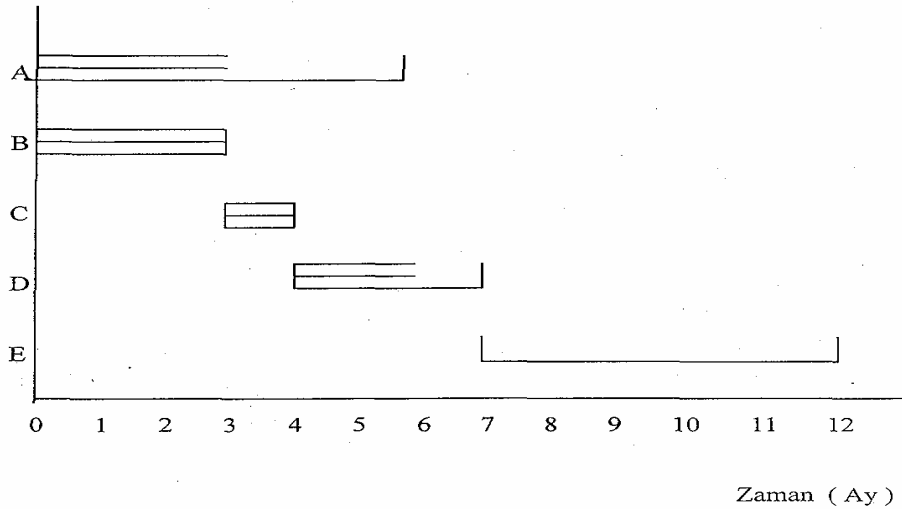
Bu GANTT diyagramına göre, A faaliyeti diğer faaliyetlerden bağımsız; B, C, D ve E faaliyetleri ise sırasıyla birbirlerinin bitimlerinden sonra başladıkları için, bu faaliyetlerin birbirlerine bağlı oldukları söylenebilir. Bunun yanı sıra oluşturulan GANTT diyagramı incelendiğinde, A faaliyetinin diğer faaliyetlerden bağımsız bir faaliyet olduğu, dolayısıyla da B faaliyetinin başlaması için faaliyetinin altı aylık tamamlanma süresinin beklenmesinin gereksiz olduğu ortaya çıkar. Yani A ve B faaliyetleri paralel yürütülebilecek faaliyetler olduğundan, beraber başlatılabileceklerdir. Bu durumda, A faaliyetinin üç aylık süresi dolduğunda, yani faaliyet yarıldığında, B faaliyeti tamamlanmış ve B faaliyetine bağlı C faaliyetine başlanmış olacaktır. A faaliyeti dört aylık süresini doldurduğunda ise, C faaliyeti bir



aylık tamamlanma süresini bitirmiş ve buna bağlı D faaliyeti başlamış olacaktır. D faaliyeti üç aylık bir faaliyet olduğundan, A faaliyeti altı aylık süresini doldurduğunda, D faaliyetinin tamamlanması için, bir aylık süreye daha gereksinim duyulacaktır. D faaliyetinden sonra ise, E faaliyeti başlayacak ve beş ay sonra da plana göre bitirilecektir.

Kısacası bu durumda, A faaliyetinin diğer faaliyetlerden bağımsız olduğunun görülmesi ve A ve B faaliyetlerinin paralel bir şekilde yürütülmesine karar verilmesi ile, proje tamamlanma süresinde A faaliyetinin altı aylık süresi kadar bir azalma olacak ve böylece toplam proje tamamlanma süresi 18 aydan 12 aya indirgenecektir.

GANTT diyagramlarında projenin takibi ve kontrolü için, faaliyetin ne kadar zaman içerisinde, ne kadarlık kısımlarının tamamlandığını ifade etmek için faaliyet çubuklarının içleri doldurulur, taranır ya da faaliyet çizgileri faaliyetin tamamlanmış olduğu kısma kadar daha koyu renk çizilir. Projenin 4. ayındaki durumunu gösteren GANTT diyagramı aşağıdaki gibi oluşacaktır.



Şekil 4.44 GANTT diyagramı 4. ay sonu itibariyle (Gücü, 1999)

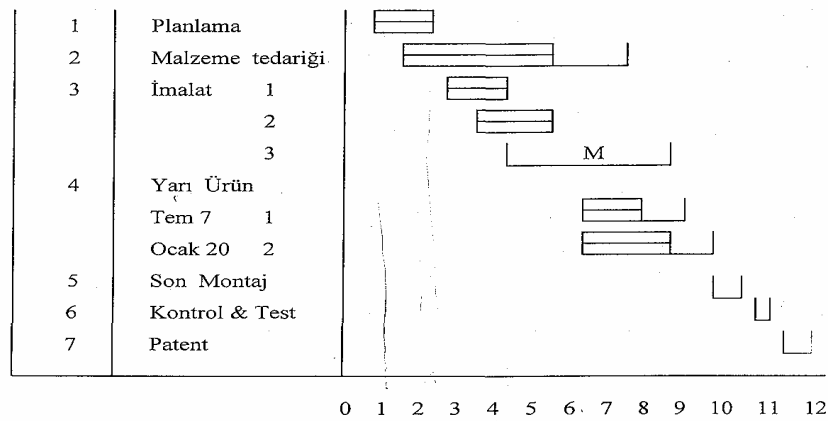
Bu durumda, A faaliyetinin üç aylık kısmı tamamlanmış yani bir aylık bir gecikme olmuştur (Şekil 4.44'te görüldüğü üzere). B ve C faaliyetleri ise planlanan şekilde yürütülmüştür. D faaliyetinde ise, planlanandan hızlı bir şekilde iki aylık bir ilerleme olmuştur. Böyle bir tablo karşısında yapılması gereken, A faaliyetindeki bir aylık gecikmenin ve D faaliyetinde planlanandan hızlı iki aylık ilerleyişin nedenlerinin araştırılması gereklidir.

GANTT diyagramı ile, ardarda gelen faaliyetler arasındaki ilişkinin açıklanabilmesine karşın, farklı faaliyetler arasındaki ilişkiler açıklanamamaktadır. Örneğin, D faaliyetin başlaması için C faaliyetinin bitirilmesi şeklindeki B, C, D ve E faaliyetleri arasında bulunan ilişki diyagramda görülebilirken, A faaliyet ile E faaliyeti arasında bir ilişkinin olduğu varsayıldığında, bu iki faaliyet arasındaki ilişki GANTT diyagramında görülemeyecektir.

GANTT diyagramları üretim işlemlerinin ön planlaması aşamasında çok yararlı bir araç olduklarını kanıtlamışlardır. Ancak işlem başladıktan sonra, çizelgede değişiklikler gösterilmek istendiğinde, kötü bir sunma görünümü olmaktadır. Ayrıca bugün işletmelerin karşılaştıkları sorunların çoğu aşırı karmaşıktır ve bu çizimlerle planlama seçenekleri aşırı zaman alıcı olmaktadır. Kaldı ki; çizelgeleme yöntemi, hangi seçeneğin en iyi olduğunu ya da hangisinin amaca ulaştırabileceğini belirtmemektedir. GANTT diyagramları ile planlama bir sınama ve yanılma yordamıdır. Küçük işletmeler ya da yalın sorunlar için uygundur.

Büyük ve karmaşık sorunlarda diyagramın yetersizliği ortaya çıkmaktadır ve ancak PERT gibi yöntemler bu yetersizliklerin üstesinden gelebilmektedir (Demir ve Gümüšoğlu, 1994).

GANTT diyagramıyla ilgili faaliyetlerinin izleneceği bir örnek yapılır ise(Şekil 4.45'te verildiği üzere);



Şekil 4.45 GANTT diyagramı ile proje planlama (Gücü, 1999)

Yukarda çizilmiş olan diyagramın, x eksenini ay bazında zamanı gösterirken, y eksenini de projede yer alan 7 adet faaliyeti yukarıdan aşağıya doğru göstermektedir.

Projenin ilk faaliyeti, planlama faaliyetidir. Faaliyet başlamış ve bitirilmiştir. İkinci faaliyet, malzeme tedariki faaliyetidir. Bu faaliyete de başlanmış, ancak bitirilememiştir. İmalat faaliyeti ise, üç aşamalı olup, projenin üçüncü faaliyetini oluşturmaktadır. İmalat faaliyetlerinden ilk ikisinin tamamlanmasına karşın, son imalat faaliyetinde “M” harfi ile gösterilen malzeme bekleme süreci söz konusudur. Gerekli malzeme bulunamadığından, üçüncü imalat faaliyeti gerçekleştirilememiştir.

Bu durum yarı ürün üretimini de etkilemiştir. Yarı ürün üretimi diyagramda dördüncü faaliyet olarak gösterilmektedir.

Yarı ürün üretimi, 7 Temmuz ve 20 Ocakta olmak üzere iki aşamalıdır. İlgili iki aşamaya da başlanmış, ancak üçüncü imalat aşamasındaki malzeme tedariki sorunun etkisiyle, ikisi de bitirilememiştir. Bunun yanı sıra, beşinci faaliyet olan montaj, altıncı faaliyet olan kontrol & test ve yedinci faaliyet olan, patent faaliyetleri ise, hiç başlamamış durumdadırlar.

Örnekte de görüldüğü üzere, GANTT diyagramlarında proje planlaması, takibi ve kontrolü oldukça kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Oluşabilecek aksamalar, yaşanan deneyimlerden yararlanılarak, önceden hesaplanmalı ve bu şekilde bir plan oluşturulmalıdır. GANTT diyagramlarında proje planlaması, projeyi oluşturan faaliyetlerin yukarıdan aşağıya doğru sıralanmasıyla başlar. Bu planlama safhasından sonra, gerçek planlama aşamasında ise, diyagram üzerinde bazı ayarlamalar yapılır. Bu ayarlamalar her bir faaliyete atanacak kaynak ve ayrılacak zaman dilimine göre yapılır. Diyagramda faaliyetler tamamlandıktan sonra, planlanan sonuca doğru ilerlenir. Bu ilerleme GANTT diyagramının x ekseninde zaman birimleri halinde de ifade edilir. GANTT diyagramında zamanı gösteren x ekseninin genellikle ay, hafta v.b. zaman birimleri bazında hazırlanmasına karşın, takvim günleri baz alınarak da bir x eksenini oluşturulabilir. Böylece herhangi bir tarihte, projenin neresinde bulunduğu ve hangi faaliyetlerin tamamlanmış halde bulunduğunu görebiliriz.

GANTT diyagramları genellikle, küçük ve basit projelerin uygulanmasında kullanılmaktadır. Daha karmaşık ve büyük projelerde GANTT diyagramları yetersiz kaldığından, PERT-CPM v.b. tekniklerin kullanılması tercih edilmektedir.

#### **4.1.9. PERT Tekniği**

PERT tekniği daha önce yapılmamış, tekrarlanmayan, karmaşık, faaliyet sürelerinin belirlenmesi oldukça zor olan genellikle araştırma-geliştirilmesine dayalı projelerin planlanmasında kullanılan bir planlama yöntemidir.

PERT tekniği 1950'li yılların ortasında Polaris Denizaltısı Projesi için, geliştirilmiş bir proje planlama yöntemidir. Yapılan araştırmalara göre, PERT tekniğinin uygulanması ile projenin tamamlanmasından iki yıl kazanılmıştır. O günden beri PERT, hem askeri hem de sivil projelerde başarı ile kullanılmaktadır (Gücü, 1999).

PERT tekniği, GANTT planlama tekniğinde iyileştirilmeler yapılarak elde edilmiş olan bir yöntemdir. PERT tekniğinin GANTT diyagramına karşı üstünlüklerini şu şekilde sıralanabilir:

- PERT tekniği projede yer alan tüm faaliyetlerin birbirleri ile olan ilişkilerini gösterir.
- PERT, GANTT tekniğinde olduğu gibi projede yer alan faaliyetleri belli aşamalara ayırmadan bir bütün halinde gösterir.
- GANTT tekniği sadece küçük ve basit projeler için uygulanabilirken, PERT tekniği büyük ve karmaşık projeler için de uygulanabilir.
- Belirsizliğin fazla olduğu durumlarda PERT tekniğinin kullanılması projenin tamamlanma süresinin doğru tespitinde oldukça yararlı olacaktır. GANTT tekniği ise, belirsizlik hallerinde tercih edilmesi gereken bir planlama tekniğidir.

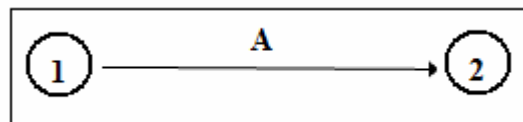
PERT tekniği sırası ile şu altı aşamayı içerir (Kevzner, 1998):

- 1) Gerçekleştirilecek faaliyetlerin listesini oluşturur.

- 2) Eldeki faaliyetlerin belirlen ilişki ve önceliklere göre diyagramda gösterilmesi
- 3) Proje ekibinin hazırlanan diyagramı inceleyerek, gereğinden çok ya da az faaliyetin tanımlanmadığından emin olması
- 4) Her faaliyet için zaman tahminleri belirlenmesiyle, ok diyagramının, bir PERT diyagramına çevrilmesi
- 5) Kritik yol üzerinde ilk çalışmanın yapılması ve kritik yolun takvim kısıtlarını sağlamaması halinde, kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlerin zaman tahminlerindeki fazlalıkların azaltılması yani zaman tahminlerinde kısaltma yapılması
- 6) PERT diyagramında her olayın üzerine iş günlerinin yazılmasıyla, sınırsız kaynaklarla hazırlanmış olan plan, sınırlı kaynaklara hazırlanmış hale getirilir. Olaylarla ilgili zaman tahmini mevcut olduğu halde, yine de doğru kaynakların gerektiği zaman elde edileceği garanti değildir. Bu iş günlerine uyulmadığı takdir de tekrar planlama yapmak gerekebilir.

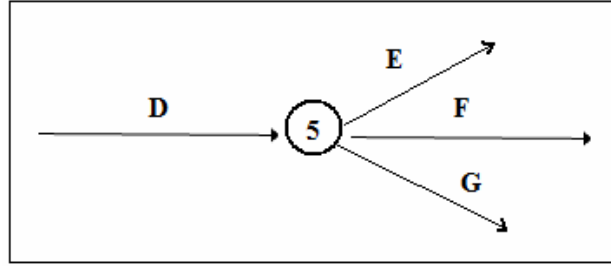
PERT tekniği belirsizlik içeren ortamlarda uygulandığı ve faaliyetlerin sürelerinde değişiklik olabileceğinden dolayı, projenin uygulanması aşamasında da planlama faaliyetine devam edilmelidir. PERT tekniğini meydana getiren olay ve faaliyet olmak üzere iki adet kavram bulunmaktadır. Olay, bir faaliyetin başlangıç veya bitiş noktasıdır. Faaliyet ise, iki olay ile sınırlı bir işlemin gerçekleştirilmesidir. Faaliyetler zaman ve kaynak kullanımı gerektirirken; olaylar, zaman ve kaynak kullanımı gerektirmezler.

Faaliyetler ok şekli ile gösterilirken; olaylar da genellikle daire şeklinde olmak üzere farklı geometrik şekillerle de ifade edilirler(Şekil 4.46’da gösterildiği üzere).



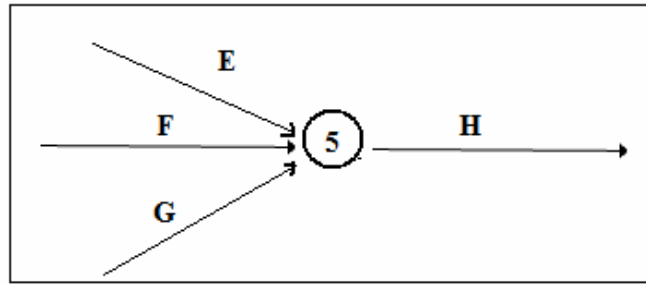
Şekil 4.46 Faaliyet gösterimi 1 (Gücü, 1999)

Bu çizimde, A faaliyetinin şebekenin başlangıcı olduğu varsayıldığında, olay 1 başlangıç olayı; olay 2'nin de bitiş olayı olduğunu ve faaliyet süresinin de olay 1'den olay 2'ye kadar geçen süreyi kapsadığı söylenebilir(Şekil 4.47'de gösterildiği üzere).



Şekil 4.47 Faaliyet gösterimi 2 (Gücü, 1999)

Yukarıdaki şekilde de E, F ve G faaliyetlerinin D faaliyetine bağlı olduğunu, D faaliyeti bitmeden bu faaliyetin başlayamayacağı ifade edilmektedir.



Şekil 4.48 Faaliyet gösterimi 3 (Gücü, 1999)

Bu çizim ile H faaliyetinin, E, F ve G faaliyetlerine bağlı olduğunu, H faaliyetinin başlayabilmesi için öncelikle E, F ve G faaliyetlerinin tamamlanması gerektiğini gösterir (Şekil 4.48'de verildiği üzere).

Bazı faaliyetler ise, kaynak ve zam kullanımı gerektirmeyen, süresiz faaliyetlerdir. Böyle faaliyetler, diyagramda kesikli ok ile gösterilen gerçek olmayan faaliyetlerdir. Bu faaliyetlere kukla faaliyet denilir.

Projenin programlanması aşamasında, şebeke diyagramı oluşturduktan sonra, ilgili faaliyetlerin tamamlanma sürelerine dair zaman tahminleri yapılır. Ancak bu uygulamada PERT tekniğini, CPM planlama tekniğinden ayıran yön, CPM'in tek zaman tahminli bir planlama yöntemi olmasına karşın, PERT'in iyimser, kötümser ve muhtemel zamanı gösterecek, beklenen sürenin hesaplanmasına dayanan üç zaman tahminli bir planlama tekniği olmasıdır. PERT tekniğinde proje yöneticisi, üç değişik zaman tahminde bulunacaktır.

İyimser (Optimistic) zaman, tüm faaliyetlerin istenildiği şekilde, hiçbir aksaklıkla karşılaşılmadan bitirilmesi halidir. Bu olasılığın gerçekleşme yüzdesi 1 olarak kabul edilir.

Kötümser (Pessimistic) zaman ise, faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde yaşanabilecek tüm aksaklıkların meydana gelmesi halinde oluşan, bitirme zamanıdır. Bu olasılığın gerçekleşmesi çok küçük bir ihtimal olup, % 1 olarak kabul edilmiştir.

Muhtemel zaman, projede faaliyetlerin zaman tahminini yapan uzman kişinin subjektif görüşüne dayanmaktadır. Muhtemel zaman, geçmişteki deneyimlerden yararlanılarak oluşturulan süredir. Proje yöneticisi, bu üç zaman tahmini oluşturduktan sonra sıra, bu zaman tahminlerini kullanarak, beklenen sürenin hesaplanmasına gelmiştir. Beklenen sürenin hesaplanmasında şu formül kullanılır.

$$t_e = \frac{t_i + 4t_m + t_k}{6} \quad (4.13)$$

$t_e$  : Faaliyetin beklenen süresi

$t_i$  : Faaliyetin en iyimser süresi

$t_k$  : Faaliyetin en kötümser süresi

$t_m$  : Faaliyetin muhtemel (olası) zamanı

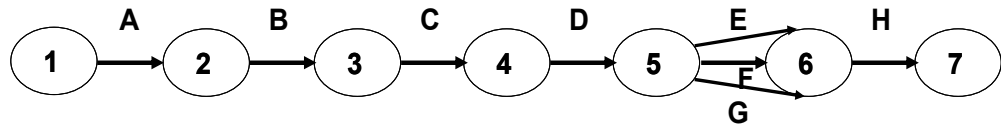
Beklenen süre iyimser, kötümser süre ile muhtemel zamanın beta dağılımına göre ortalamasının alınmasıyla bulunur. Beklenen sürenin hesaplanmasından sonra, proje çalışanları kritik yolu belirleyecektir. Kritik yol, projenin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar en uzun süreye gereksinim duyulan ve projenin tamamlanabilmesi için minimum süreye eşit olan yoldur.

Kritik yolun iki özelliği vardır. İlki, eğer proje süresini kısaltacaksa, bu uzun yol üzerinde bir ya da daha çok faaliyet kısaltılabilir veya atılabilir; diğeri ise, proje uygulamacılarının en çok ihtiyaç duyulan alanlara dikkat etmelerine ve dolayısıyla kaynakların uygun dağılımına yardımcı olmasıdır (Aykut ve Top 1996).

PERT tekniğinin uygulanmasına dair, bir ev inşaatı projesi örneği çizilir ise (Gücü, 1999);

Tablo 4.5 Örnekteki faaliyetlerin açıklaması

Faaliyet	Tanımı	Yönlendirici Faaliyet
A	Mimari planın çizimi	Yok
B	Temel kazılması	A
C	Duvarcılık yapılması	B
D	Yapının iskelet oluşumu, kaba inşaat	C
E	Çatı kaplama	D
F	Elektrik işi	D
G	Boru tertibatının döşenmesi	D
H	İç- ince işler	E, F, G



Şekil 4.49 Örneğe dahil oluşturulan şebeke diyagramı

Şekil 4.49’da gösterilen şebeke diyagramında yedi faaliyet gösterilmiş, olay 1 projenin başlangıcı, olay 7 ise, projenin sonunu ifade etmiştir.

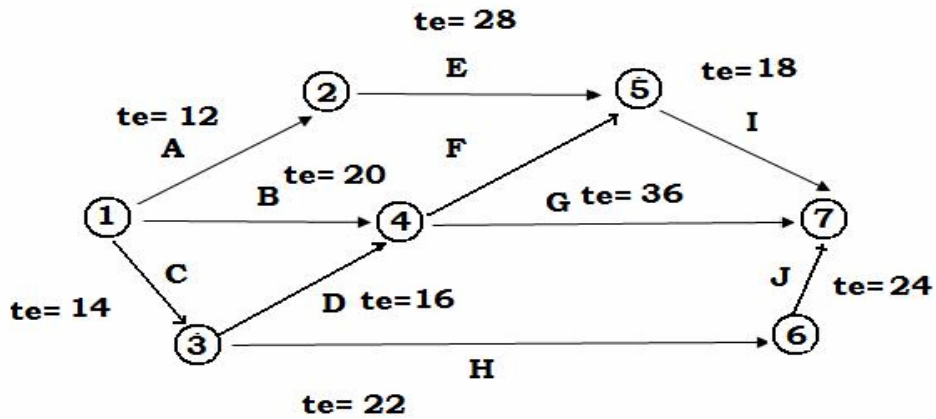
Daha karmaşık bir olay için, PERT diyagramının oluşturulmasına dair bir örnek daha yapılır ise:



Tablo 4.6 Örnek proje çalışması faaliyetleri (Gücü, 1999)

Faaliyet	Yönlendirici Faaliyet	Beklenen Zaman (gün)
A	YOK	12
B	YOK	20
C	YOK	14
D	C	16
E	A	28
F	B, D	15
G	B, D	36
H	C	22
I	E, F	18
J	H	24

Tablo 4.6’da gösterilen projede toplam 10 faaliyet bulunmaktadır. A, B ve C faaliyetlerinin yönlendirici faaliyetlerinin, yani kendilerinden önce gelen faaliyetlerinin bulunmaması, bu faaliyetlerin şebekenin başlangıcında gerçekleştirildiğini göstermektedir. Bu tablodan yararlanılarak aşağıdaki şebeke diyagramı oluşturulabilir (Şekil 4.50’de gösterildiği üzere):



Şekil 4.50 Örneğe dair oluşturulan şebeke diyagramı (Gücü, 1999)

Bu diyagrama göre başlangıç olayı, olay 1; bitiş olay ise, olay 7 olarak gösterilmektedir. Olay 7’nin meydana gelmesi için, kendisine bağlı olan I, G ve T faaliyetlerinin tamamlanması gereklidir. Bunun yanı sıra her faaliyetin gün bazındaki

beklenen zaman değerleri de faaliyetler üzerinde gösterilmiştir. Faaliyetlerin ağ diyagramında, hangi konumda olduğunun belirlenmesi için, bazı soruların sorulması gereklidir. Bunlar (Gücü, 1999) :

- Söz konusu faaliyetin başlayabilmesi için, hangi faaliyetin tamamlanması gereklidir?
- Hangi faaliyetlerin söz konusu faaliyet ile birlikte yürütölme olanağı vardır?
- Hangi faaliyetler söz konusu faaliyet tamamlanmadan başlayamaz ?

şebeke diyagramı oluşturulduktan sonra sıra kritik yolun belirlenmesine gelmiştir. Kritik yol projede en uzun tamamlanma süresine ait faaliyetlerden oluştuğu için faaliyetlerin üzerilerine yazılmış olan beklenen tamamlanma sürelerinden hareketle kritik yol bulunur.

Tablo 4.7 Örnek proje çalışmasının yolları (Gücü, 1999)

Yol No.	Yol	Süre (gün)
1	A-E-I	12+28+18=58
2	B-F-I	20+15+18=53
3	B-G	20+36=56
4	C-D-F-I	14+16+15+18=63
5	C-D-G	14+16+36=66
6	C-H-J	14+22+24=60

Oluşturduğumuz ağ diyagramımıza bakıldığında birkaç kritik yol seçeneği ile karşılaşılabilir. Bu kritik yol seçeneklerinin tamamlanma süreleri yukarıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu tablodan hareketle, kritik yol, en uzun tamamlanma süresine ait, olan ve projenin en erken tamamlanma zamanını vere yol olduğundan, kritik yolun 66 günlük tamamlanma süresi ile C, D ve G faaliyetlerinden oluşan yol olduğu söylenebilir.

Bunun yanı sıra, diğer kritik yol seçeneklerinin örneğin, C-H-J kritik yolunun seçilmemiş olmasının sebebi, 58 günde sadece bu faaliyetlerin tamamlanmış olması,

projedeki diğer faaliyetlerin ise, tamamlanmamış olmasıdır. Sadece kritik yol üzerinde bulunana faaliyetlerin tamamlanmış olması, projenin tamamlandığı anlamına gelmediği için, C-D-G yolu, kritik yol olarak seçilmiş, diğer kritik yol seçenekleri ise elenmiştir.

#### **4.1.10. GERT Tekniği**

GERT tekniği hem şebeke mantığını hem de olasılıksak yapıyı bir arada sunan bir simülasyon tekniğidir. GERT tekniği önceki olaylara geri dönüş imkanı sağlayan, esnek bir yapıya sahiptir.

GERT planlama tekniğinde, faaliyetleri birbirine bağlayan çeşitli düğümler kullanılmaktadır. Bu düğümler faaliyetlerin girdi ve çıktı taraflarının durumlarına göre oluşturulurlar. Düğümün çıktı tarafı deterministik ya da probabilistik olabileceği gibi, “and”, “inclusive or” ve “exclusive or” olarak üç şekilde gerçekleştirilir. “And” düğümünün olması için, bu düğüme gelen tüm faaliyetlerin gerçekleşmiş olması; “inclusive or” ve “exclusive or” düğümleri ise, tekbir faaliyetin gerçekleşmesi halinde oluşur. Bu çıktı düğümlerinin şebekedeki şekilleri, girdi verilerinin, probabilistik ya da deterministik olmasına göre de değişecektir.

GERT şebekeleri, faaliyetleri gösteren düğümlerden, zaman, maliyet gibi stokastik parametrelerden ve probabilistik olarak gerçekleşen faaliyetlerden oluşur. Faaliyetlerin probabilistik olarak gerçekleşmesi ile ifade edilmek istenen, şebekelerin oluşturulmasında, faaliyetlerin gerçekleşme, gerçekleşmeme ve birden fazla gerçekleşme durumlarının göz önüne alınmasıdır.

GERT tekniği şebeke diyagramını kullanan PERT tekniği gibi tekniklere benzerlik göstermektedir. PERT tekniği ile oluşturulmuş şebekelerin tümü, aynı zamanda bir GERT şebekesidir. Çünkü, PERT şebekeleri aslında bütün düğümleri ve deterministik olan bir şebekedir (Aytulun, 2006).

GERT tekniğinin geniş bir şebeke yapısına sahip olması, çeşitli özelliklere sahip düğümlerle gerçek hayata daha uygun şebekeleri ortaya koyması ile mevcut problemlere daha gerçekçi çözümler getirebilmesi, GERT tekniğinin diğer şebeke tekniklerine karşı üstünlükleri olarak kabul edilebilir.

## **4.2. PERT Planlama Tekniği**

### **4.2.1. PERT Tekniğine Genel Bir Bakış**

1950'li yıllarda CPM'in Ramington Rond firmasından J. E. Kelly ve Dupont firmasından M. B. Walker tarafından geliştirilmesinden çok kısa bir süre sonra, CPM ile alakalı çalışmalardan tamamen bağımsız ve habersiz olarak, Amerikan Deniz Kuvvetleriyle, Booz ve Ailen& Hamilton adlı danışmanlık şirketlerinin Polaris Denizaltı Füze Projesi (Polaris Missile Project) dahilinde gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucu PERT ortaya çıkmıştır (Sarıca, 2006).

Polaris projesi ile alakalı yapılan ilk fizibilite çalışmalarında en önemli sorunun teknik alanlarda ortaya çıkacağı düşünülürken, daha sonraları asıl önemli sorunun teknik konularda değil, projenin planlanması, eşgüdümü ve bütün kaynakların denetlenmesi alanlarında ortaya çıkacağı anlaşılmıştır. Polaris projesi kapsamında 250 farklı müteahhit ve 900 taşeron firma birlikte çalışmışlardır. Bunlardan herhangi birinin belirlenen görevi süresinde gerçekleştirememesi, gerekli hammadde ve ekipmanı belirlenen sürelerde sevk edememeleri v.b. gibi, projenin ilerlemesini engelleyebilecek problemlerin önüne geçebilmek ve hedeflere hangi tarihlerde varılacağını önceden tahmin edebilmek amacıyla geliştirilen PERT sayesinde, Polaris projesi ilk planlandığı tarihten yaklaşık olarak 2 yıl önce tamamlanmıştır (Sarıca, 2006).

PERT tekniğinin askeri alandaki bu başarısından sonra, 1959 tarihinden sonra işletmelerde de kullanılmaya başlanmıştır. İlk uygulamayı yapan ülkeler ABD gibi gelişmiş ülkeler olmakla birlikte, daha sonraları PERT planlama tekniği gelişmekte olan ülkeler tarafından da kullanılmaya başlanmıştır.

PERT tekniğini, CPM planlama tekniğinden ayıran ana nokta, CPM tekniğinin deterministik bir yöntem oluşudur. Yani CPM tek zaman tahminli bir teknik; PERT ise, iyimser, kötümser ve muhtemel zaman olmak üzere üç zaman tahminli bir tekniktir. Bu yüzden de karmaşık ve büyük projelerde PERT planlama tekniği tercih edilmektedir.

Proje planlama tekniğinin sağladığı yararları şu şekilde sıralanabilir (Akil, 2007) :

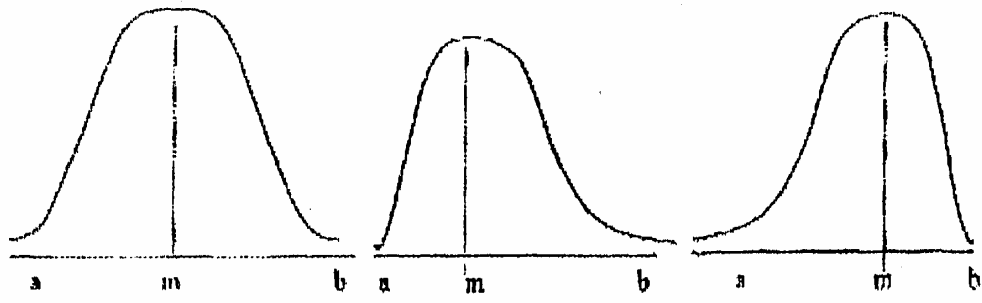
- Proje başlama ve bitiş tarihlerini belirler.
- Proje uygulama aşamasında gecikme olduğu takdir de, gecikmenin nereden kaynaklandığını belirler.
- Çeşitli faaliyetler arasındaki ilişkiyi ortaya koyar.
- Her faaliyet için kaynakların, en iyi şekilde atanmasını sağlar.
- Faaliyetlere ilişkin zaman planlamasında ortaya çıkan gecikmelerin tüm proje zamanındaki etkilerini gözlemler.
- Raporlamayı kolaylaştırır.

#### **4.2.2. Faaliyetlerin Tamamlanma Süreleri**

PERT tekniğinde, CPM’de olduğu gibi faaliyetlerin tamamlanma süreleri kesin olarak kabul edilmez; bu sürelerin olasılıksal bir yapıya sahip olduğu düşünülür. CPM’in tek zaman tahminli bir yöntem olmasına karşın, PERT planlama tekniği üç zaman tahminli, yani faaliyetlerin tamamlanmasına dair sürelerin bulunmasında üç zaman tahmininin yapıldığı bir yöntemdir.

Faaliyetlerin tamamlanmasına dair zaman tahminlerinin yapıldığı aşama, proje programlanması evresi dahilindedir.. İlgili zaman tahminlerini proje yöneticisi, farklı verilerden özellikle de geçmişe ait bilgilerden yararlanarak gerçekleştirir. Yapılan zaman tahminleri dahilinde en iyimser, en kötümser ve en muhtemel süre olmak üzere üç süre tahmini yapılır.

En iyimser süre “a” harf ile, en kötümser süre “b” harfi ile, en muhtemel zaman da “m” harfi ile gösterilir. A” ve “b” değerleri faaliyetin tamamlanmasıyla ilgili üst ve alt sınır değerlerini gösterirken, “m “ değeri ise, (a-b) arasında herhangi bir yerde olabilir ve “m” değerinin yeri de konudan sorumlu proje çalışanı tarafından belirlenir. “m” değeri, beta dağılımı içerisinde üç farklı şekilde konumlandırılabilir(Şekil 4.51’de verildiği üzere).



Şekil 4.51 Beta dağılımının 3 değişik gösterim şekli (Sarıca, 2006)

İlk şekilde “m” değeri beta dağılımı içerisinde simetrik bir şekle, ikincisinde sola çarpık yani iyimser süreye daha yakın bir şekle ve üçüncüsün de ise, sağa çarpık yani kötümser süreye daha yakın bir şekle sahiptir.

#### 4.2.2.1. En İyimser Süre

Projenin gerçekleştirilmesinde düşünülen hiçbir aksaklığın meydana gelmemesi halinde, ilgili faaliyetin tamamlanma süresine denilir. Gerçekleşme yüzdesi ise, 1 olarak kabul edilir ve genelde “a” harfi ile gösterilmesine karşın, farklı şekillerde de ifade edilebilir.

#### 4.2.2.2. En Kötümser Süre

Projenin gerçekleştirilmesinde oluşabilecek tüm aksaklıkların meydana gelmesi halinde, ilgili faaliyetin tamamlanma süresine denilir. Gerçekleşme yüzdesi, 1 olarak kabul edilir ve genellikle “b” harfi ile gösterilmesine karşın, değişik şekillerde de gösterilebilir.

#### 4.2.2.3. En Muhtemel Süre

Projenin normal şartlar altında gerçekleşmesi halinde, ilgili faaliyetin tamamlanma süresine denir. Ve bu süre “m” harfi ile ifade edilir.

Zaman tahmini yapmakla sorumlu proje yöneticisi faaliyetlerin tamamlanma sürelerini belirlerken, her faaliyete atanmış maddi ve beşeri kaynakları göz önüne alarak ve özellikle geçmişe ait deneyimlerden yararlanarak gerçekçi tahminler yapmalıdır.

Faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesi, proje yöneticilerinin subjektif kararlarına bağlıdır.

Her faaliyet için en iyimser, en kötümser ve en olası süre belirlendikten sonra sıra, bu üç zaman tahmininin kullanılmasıyla faaliyetlerin beklenen sürelerinin hesaplanmasına gelir.

#### **4.2.3. Faaliyetlerin Beklenen Tamamlanma Sürelerinin ve Varyanslarının Belirlenmesi**

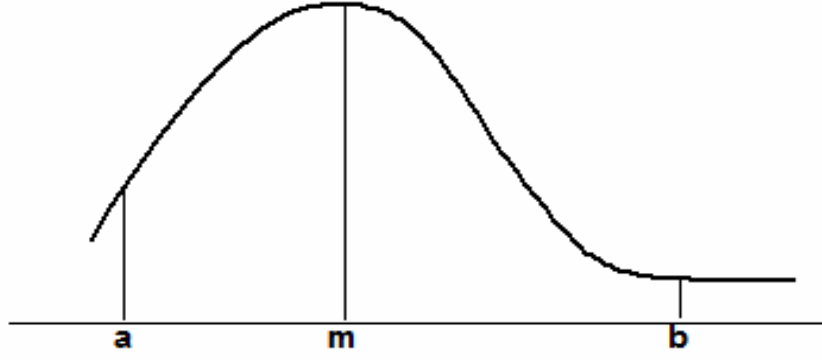
Faaliyetlerin beklenen tamamlanma süreleri en iyimser, en kötümser ve en olası zaman tahminlerinin ağırlıklı ortalamaları hesaplanarak elde edilir ve “ $t_e$ ” şeklinde ifade edilir.

Beklenen zamanın elde edilmesinde a, b ve m değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınırken, a ve b değerleri 1 katsayısı ile m değeri ise 4 katsayıyla ağırlıklandırılacaktır. Standart sapmanın bulunması için kullanılacak formül (14)'de gösterilmiştir.

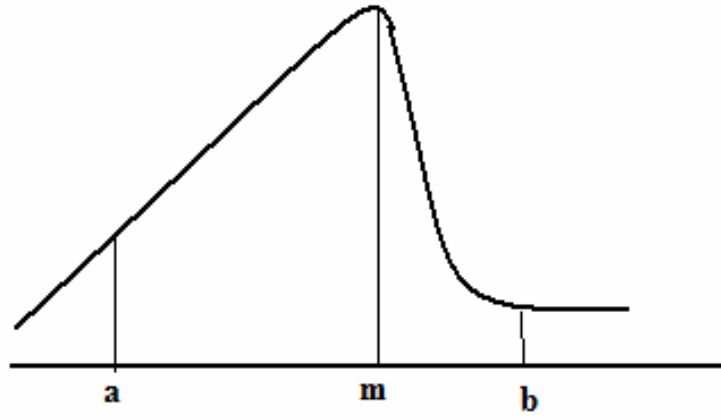
$$\sigma = \frac{b-a}{6} \quad (4.14)$$

Bilindiği üzere normal dağılım eğrisinde  $6\sigma$  dağılımın % 99.83'üne tekabül ettiği kabul edilmektedir. Normal dağılımdan esinlenilerek, formüldeki (a, b) aralığının dağılımın  $6\sigma$  ile kapatılacağı varsayılmıştır. Buna göre, PERT tekniğinde faaliyetlerin tamamlanma  $\sigma$  sürelerinin dağılımının standart sapması  $6\sigma = b - a$  olduğu kabul edilmiştir (Malcom ve diğerleri, 2001).

Beta dağılımının ortalaması yani beklenen tamamlanma süresi bulunduktan sonra, işlemlerin varyans ve standart sapmaları hesaplanır. Eğer varyans,  $> 1$  ise, belirsizlik çok yüksek olacak ve iyimser süre ile kötümser süre arasındaki fark da çok fazla olacaktır. Varyansın  $< 1$  olması durumunda ise, belirsizlik az olacak ve iyimser süre ile kötümser süre birbirlerine yakın olacaktır. Varyansın pozitif bir değer alması, projenin önünde gidildiğinin, negatif bir değer alması, projenin gerisinde kaldığının ve varyansın sıfır olarak çıkması ise, projenin zamanında tamamlanabileceğini ifade etmektedir.



Şekil 4.52 Sola çarpık beta dağılımı (Sarıca, 2006)



Şekil 4.53 Sağa çarpık beta dağılımı (Sarıca, 2006)

#### 4.2.4. Kritik Yolun Belirlenmesi ve Proje Tamamlanma Sürelerinin Analizi

PERT tekniğinde kritik yolun belirlenebilmesi için, öncelikle projenin başlangıcından sonuna kadar giden tüm faaliyetlerin süreleri belli olmalıdır. Kritik yol en uzun tamamlanma süresine sahip olan yoldur. Kritik yolda yer alan faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin toplamı, projenin en erken tamamlanma zamanını gösterecektir.

Kritik yol üzerindeki faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin toplamı yani proje tamamlanma süresi normal bir dağılım sergilemektedir. Standart normal dağılım eğrisi yardımıyla hedeflenen proje tamamlanma süresinin gerçekleşme ihtimali hesaplanabilmektedir (Trahan, 1977).



Kritik yol üzerindeki faaliyetlerin tamamlanma süreleri yani projenin tamamlanma süresinin, normal bir dağılıma sahip olmasından dolayı standart normal dağılım eğrisi ile hedeflenen proje tamamlama süresinin gerçekleşme ihtimali bulunabilir (Trahan, 1977).

Kritik yolun tamamlanma süresinin, normal dağılım sergilediği ve ortalama süre değerinin, normal dağılımın ortalamasına tekabül ettiği hatırlanacak olursa, projenin ortalama tamamlanma süresi içerisinde tamamlanma ihtimalinin de % 50 olduğu görülebilir. Bir başka ifade ile projenin kritik yolunun, ortalama tamamlanma süresi içerisinde tamamlanamaması (gecikme) ihtimali % 50'dir (Sarica, 2006).

#### **4.2.5. PERT Tekniğine Yapılan Eleştiriler**

PERT tekniğine yapılan eleştirileri iki başlık altında toplanabilir:

- Faaliyetlerin tamamlanma süreleri ve varyans hesaplamalarından kaynaklanan hatalar
- Projenin tamamlanma süresinin hesaplanması sürecinde meydana gelen hatalar

#### **4.2.6. Faaliyetlerin Tamamlanma Süreleri ve Varyans Hesaplamalarından Kaynaklanan Hatalar**

PERT tekniğinde, projede yer alan faaliyetlerin en iyimser, en kötümser ve en olası sürelerinin hesaplanması, proje yöneticisinin subjektif kararına bağlı olduğu ve proje yöneticisi de bu kararı sadece geçmişe ait verilere ve deneyimine dayandırdığı için ilgili faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin tahminlerinde hata yapılmasının ihtimali oldukça yüksektir.

Bu problemin çözümü için literatürde iki alternatif yol sunulmuştur. Bu yollardan ilki, a ve b sınır değerlerinin 0.01 ve 0.99'dan, hata yapılma olasılığını azaltmak için, 0.05 ve 0.95'e düşürülmesi yani b-a dağılım aralığının küçültülmesidir. Diğer yol ise, faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesi için, en iyimser, en kötümser ve en olası şekilde yapılan üç adet zaman tahminini yeterli görmemekte ve hata sayısının azaltılması için yapılan süre tahminlerinin artırılarak 5-7 arasında olması gerektiğini belirtmektedir.

#### 4.2.7. Proje Tamamlanma Süresinin Hesaplanma Sürecinde Meydana Gelen

##### Hatalar

PERT tekniği kritik yolun belirlenmesi aşamasında, şebekede sadece tek kritik yol olduğunu varsayar. Oysa, kritik olmayan faaliyetlerin de çeşitli uygulamalar sonucunda kritik olma ve kritik yol oluşturma ihtimali vardır. Ancak, PERT planlama tekniği bu ihtimali göz ardı etmektedir.

Örneğin, paralel gerçekleşen iki faaliyetin olduğunu varsayalım. İlk faaliyetin (5, 8) değerleri arasında, ikinci faaliyetin ise (6, 7) değerleri arasında gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu durumda ilk faaliyetin beklenen süresi,  $(5+8)/2$  hesaplaması ile, 6.5 olarak bulunacaktır. İkinci faaliyetin beklenen süresi de  $(6+7)/2$  hesaplamasından 6.5 gün olarak bulunacaktır. Bu durumda, faaliyetlerin bitiş noktasını temsil eden olayın gerçekleşme süresi de  $\max(6.5, 6.5) = 6.5$  gün olarak bulunacaktır. Oysa ilgili faaliyetlerin tamamlanma sürelerinin tesadüfi değişken olarak alınması halinde, tamamlama sürelerinden dört farkı kombinasyon oluşacaktır.

Bu durumda,  $\max(5, 6)=6$  ;  $\max(5, 7)=7$  ;  $\max(8, 6)=8$  ve  $\max(8, 7)=8$  gün elde edilecektir. Bu durumda, bu faaliyetlerin bitiminde yer alan olayın gerçekleşme ihtimali de  $(8+8+6+7)/4$  hesaplamasından 7.25 gün olarak bulunacaktır. Böylece, PERT tekniği ile yapılan tahmin değerlerinin, doğru bir şekilde olasılık dağılımı yapılmadığı için, yanlış çıkma ihtimali vardır. Zaten yukarıda yaptığımız örnekte de bulduğumuz gerçekleşme zamanı, gerçekte olması gerekenden daha düşük çıkmıştır.

#### 4.2.8. PERT Tekniğinde Hızlandırma (Sıkıştırma) İşleminin Uygulanması

Hızlandırma işlemi, projenin tamamlanma süresinin kısaltılması amacıyla, kritik yol üzerindeki faaliyetlere, yüksek maliyetlerle yapılan maddi ve beşeri kaynak aktarılması ile faaliyet tamamlama sürelerinin kısaltılmasıdır.

Hızlandırma işleminin kritik yol üzerindeki hangi faaliyete uygulanacağına karar verilmesinde, her faaliyet için belirlenmiş birim artış maliyetlerine dikkat edilir ve birim artış maliyeti en düşük olan kritik faaliyetten hızlandırma işlemi yapılmaya başlanır. Hızlandırma işlemi tüm faaliyetler en kısa gerçekleşme zamanlarına ulaşınca kadar hedeflenen süreye ulaşınca kadar sürdürülür.

Faaliyetlerde hızlandırma işlemiyle meydana gelecek birim artış maliyeti formül (4.15)'te gösterildiği gibi hesaplanır:

$$I_c = \frac{(C_c - N_c)}{(N_t - C_t)} \quad (4.15)$$

$C_c$  : Hızlandırma maliyeti

$N_c$  : Normal maliyet

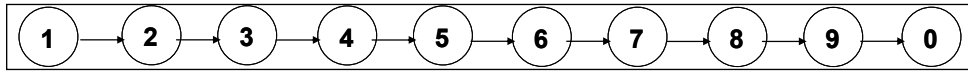
$N_t$  : Normal süre

$C_t$  : Hızlandırma süresi

$I_c$  : Birim artış maliyeti

#### 4.2.9. PERT Tekniğinde Hızlandırma Sürecinin Analizi

Hızlandırma işleminin PERT tekniğindeki uygulaması halinde, oluşabilecek durumlar bir örnekle açıklanabilir (Şekil 4.54'te verildiği üzere):



Şekil 4.54 Örnek PERT şebekesi (Sarica, 2006)

Şekil 4.54'te gösterilen ağ diyagramında bulunana her faaliyetin gecikme süresi beşer hafta olduğundan, projenin tamamlanma süresi 45 hafta olarak belirlenmiştir. Hedeflenen proje tamamlama süresi ise, 44 haftadır. Bu durumda bir haftalık bir hızlandırma işleminin yapılması gereklidir. Hızlandırma işlemi, hızlandırma maliyeti en düşük olan faaliyetten başladığı için, aşağıdaki tablodan görüleceği üzere ilk hızlandırma yapılacak faaliyet 1-2 faaliyeti olacaktır. Ancak, 1-2 faaliyetinin hızlandırma maliyetinin, çok az farkla üstünde olan 9-10 faaliyeti de şebekede bulunmaktadır. Bu durumda, hangisine hızlandırma işleminin yapılması gerektiğine dair bir karar verilir.

Uygulama sırasında bazı faaliyetlerin beklenen sürelerinden daha kısa bir sürede tamamlanmaları halinde, 1-2 faaliyetinde yapılması düşünülen hızlandırma işlemine gerek kalmayacaktır. Böylece büyük bir maliyet yükünden kaçınılmış olunacaktır. O

halde, projenin başlangıcında yer alan 1-2 faaliyetinde hızlandırma yapılmaması ve projenin sonuna kadar beklenilmesi doğru olacaktır.

Eğer projedeki tüm faaliyetler beklenen sürelerinde tamamlanırsa, bu durumda yapılması gereken hızlandırma işlemi 9-10 faaliyetine uygulanacaktır. Zaten 9-10 faaliyeti ile 1-2 faaliyeti arasındaki hızlandırma maliyetleri de birbirlerine çok yakındır. 9-10 faaliyetine hızlandırma işlemi uygulandığı takdirde, katlanılacak maliyet, 1-2 faaliyetinde hızlandırma yapılması halinde katlanılacak maliyetten çok az miktarla daha fazla olacaktır.

Aynı şebeke için hedeflenen proje tamamlanma süresinin 45 hafta olduğunu ve hızlandırma maliyetinin de aşağıda bulunan tablodaki gibi olduğu varsayalım.

Tablo 4.8 Alternatif hızlandırma işlemi maliyetleri (Sarica, 2006)

<b>Faaliyet</b>	<b>Hızlandırma Maliyeti</b>
1-2	2000
2-3	3000
3-4	4000
4-5	5000
5-6	6000
6-7	7000
7-8	8000
8-9	9000
9-10	10000

Bu örnekte, projenin tamamlanma süresi ile hedeflenen tamamlanma süresi birbirine eşit, yani 45 haftadır. Bu durumda söz konusu proje için hızlandırma işleminin uygulanmasına gerek yoktur. Ancak, projenin uygulanması esnasında herhangi bir faaliyette gecikme olması ihtimaline karşı, faaliyetlerin hızlandırma maliyetlerinin de göz önüne alınmasıyla, 1-2 faaliyetinde hızlandırma işleminin yapılması yerinde olacaktır.

Aksi takdirde, uygulama aşamasında bir gecikme olması halinde hızlandırma işleminin yapılacağı faaliyetlerin hızlandırma maliyetleri, proje ilerledikçe arttığı için, çok daha fazla bir maliyet yüküne katlanılacaktır. Bu yüzden gecikme ihtimalinin

göz önüne alınmasıyla, hızlandırma maliyetleri artan şekilde ilerleyen bir proje için, başlangıç faaliyeti olan 1-2 faaliyetinde hızlandırma işleminin uygulanması en doğrusu olacaktır.

PERT tekniğinin uygulanmasına dair bir örnek yapılırsa ;

Tablo 4.9 Projedeki faaliyetlerin olası tamamlanma süreleri (Hafta)

Faaliyet	Önceki Faaliyet	En Kötü	En Olası	En İyi	Beklenen Zaman
A	C, F	10	6	2	6
B	H, I	12	10	8	10
C	D	15	13	8	10
D	-	10	8	6	12, 5
E	H, J	12	8	4	8
F	D	16	14	3	12, 5
G	C	11	9	7	9
H	C	12	8	4	8
I	G	15	9	3	9
J	A	15	10	5	10

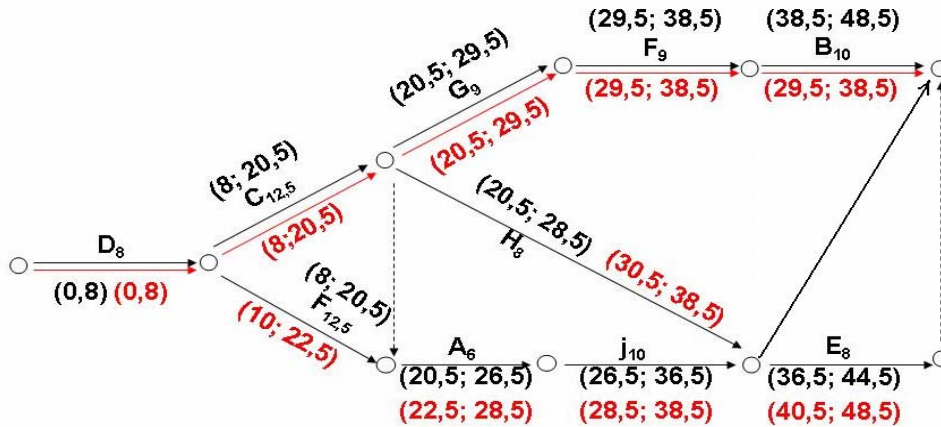
Faaliyetlerin beklenen zamanlarının bulunması için aşağıdaki formül kullanılır.

$t_e \rightarrow$  Beklenen zaman

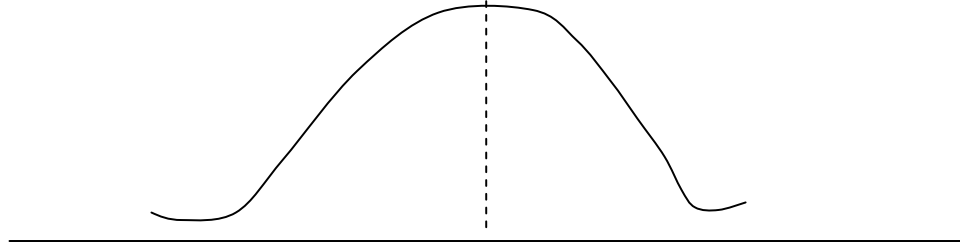
$$T_e = \frac{t_p + 4t_m + t_o}{6} \quad t_o \rightarrow \text{En kötümser süre} \quad (4.16)$$

$t_p \rightarrow$  En iyimser süre

Faaliyetlerin beklenen zamanları, tespit edildikten sonra, sıra şebekenin oluşturulmasına gelir (Şekil 4.55'te verildiği üzere):



Şekil 4.55 Örnek şebeke diyagramı ve kritik yol tespiti



Şekil 4.56 Normal dağılım grafiği

Bu projenin 48, 5 haftadan daha uzun, örneğin 50 haftada tamamlanma olasılığının bulunması için kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlerin standart sapmalarına ve varyanslarına ihtiyaç duyulur. Kritik faaliyetlerinin varyanslarının bulunması için (4)'te belirtilen formülden yararlanır.

$$\sigma_2 = \left[ \frac{T - T_o}{p} \right]^2 \quad (4.17)$$

$$D \rightarrow \left[ \frac{10 - 6}{6} \right]^2 = 0,44$$

$$C \rightarrow \left[ \frac{15 - 8}{6} \right]^2 = 1,36$$

$$G \rightarrow \left[ \frac{11 - 7}{6} \right]^2 = 0,44$$

$$I \rightarrow \left[ \frac{15 - 3}{6} \right]^2 = 4$$

$$B \rightarrow \left[ \frac{12 - 8}{6} \right]^2 = 0,44$$

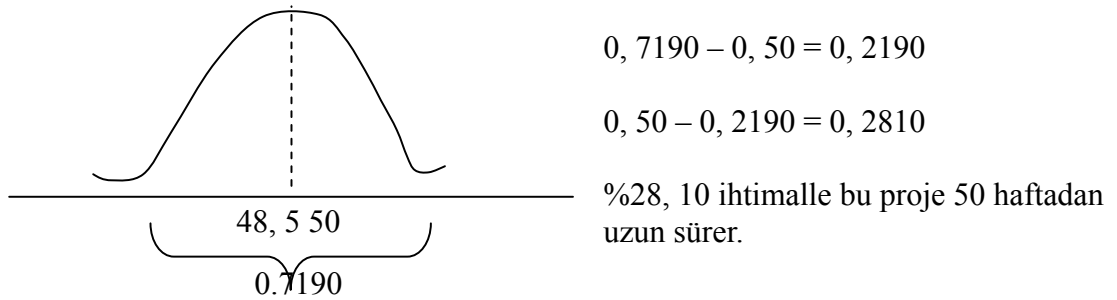
$$\Sigma \sigma^2 = 6,68$$

Bulunan varyans toplamı da standart sapmanın bulunmasında kullanılır. Standart sapma hesaplanırken bir z değeri belirler. Bu z değeri yardımıyla normal dağılım tablosundan bu projenin yüzde kaç olasılıkla 50 haftadan daha uzun sürme olasılığı saptanır.

$$Z = \frac{D - T}{\sqrt{\sum \sigma^2}} \quad (4.18)$$

$$Z = \frac{50 - 48,5}{\sqrt{6,68}} = 0,58$$

Şekil 4.56'ta gösterilen normal dağılım tablosuna bu değerinin yerleştirilmesiyle Şekil 4.57'de gösterilen normal dağılım grafiği elde edilir. Normal dağılım tablosu Ek-1'de belirtilmiştir.

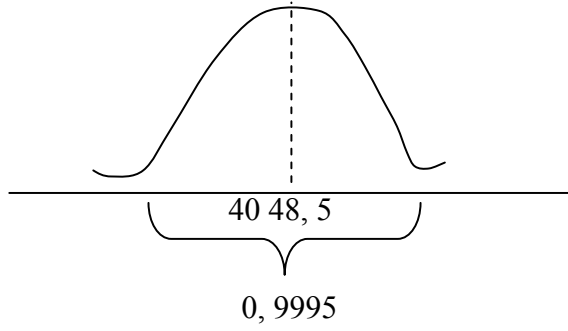


Şekil 4.57 Projenin 50 haftada tamamlanma olasılığının normal dağılım grafiğinde gösterimi

Projenin 40 haftadan daha kısa sürme olasılığını bulurken de aynı yol izlenir. Bu durumda,

$$Z = \frac{D - T}{\sqrt{\sum \sigma^2}} = \frac{40 - 48,5}{\sqrt{6,68}} = 3,28$$

Bulunan d bu değeri normal dağılım tablosuna yerleştirdiğimizde, 0,9995 değeri elde edilir.



$$0,9995 - 0,50 = 0,4995$$

$$0,50 - 0,4995 = 0,0005$$

Bu durumda %0,05 ihtimalle bu proje 40 haftadan daha az bir sürede bitirilecektir.

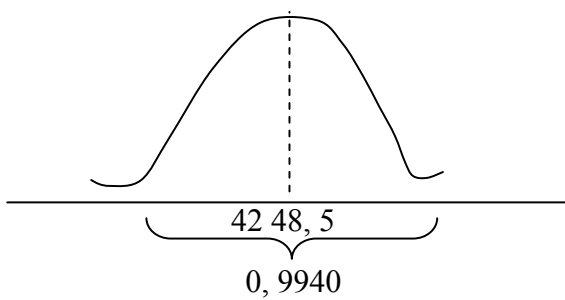
Şekil 4.58 Projenin 40 haftada tamamlanma olasılığının normal dağılım grafiğinde gösterimi

Bu projenin 42 ile 52 hafta arasında tamamlanma olasılığının bulunması için ise şu yol izlenecektir.

$$Z = \frac{D - T_e}{\sqrt{\sum \sigma^2}} \quad Z_1 = \frac{D_1 - T_e}{\sqrt{\sum \sigma^2}} = \frac{42 - 48,5}{\sqrt{6,68}} = -2,51$$

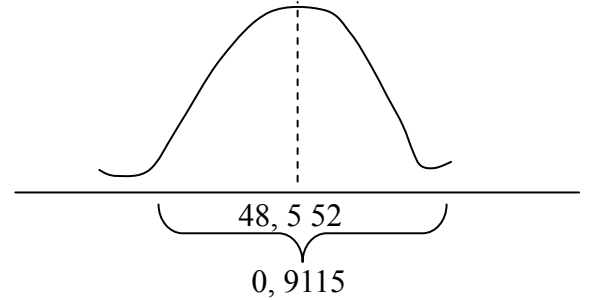
$$Z_2 = \frac{D_2 - T_e}{\sqrt{\sum \sigma^2}} = \frac{52 - 48,5}{\sqrt{6,68}} = 1,35$$

Bulunan bu iki Z değerinin normal dağılım tablosuna yerleştirilmesiyle sırasıyla 0,9940 ve 0,9115 değerleri elde edilecektir.



$$0,9940 - 0,50 = 0,4940$$

$$0,50 - 0,4940 = 0,006$$



$$0,9150 - 0,50 = 0,4150$$

$$0,50 - 0,4150 = 0,085$$

$$0,006 + 0,085 = 0,091 = \%9,1$$

Şekil 4.59 Projenin 42 ile 52 hafta arasında tamamlanma olasılığının normal dağılım tablosunda gösterimi



Bu durumda projenin 42 ile 52 hafta arasında bitirilme olasılığının %1,45 olduğunu söylenebilir.







### 4.3. GERT Planlama Tekniği

GERT planlama tekniği girdi ve çıktı tarafının mevcut durumuna göre şekil alan mantıksal düğümlerden, probabilistik faaliyet ve parametrelerden oluşan bir yapıya sahiptir. GERT şebekesinde yer alan mantıksal düğümler girdi ve çıktı tarafları olarak iki farklı kısma sahiptir. Ve bu iki kısmın farklı kombinasyonları sonucunda çeşitli şekillere sahip düğümler ortaya çıkacaktır.

Girdi tarafında, “exclusive or”, “inclusive or” ve “and” olmak üzere üç tip mevcuttur. “and” tipinde, düğümün gerçekleşmesi bu düğüme gelene bütün dalların gerçekleşmesine bağlıdır. Bu sebeple düğümün gerçekleşme zamanı bu düğüme gelen en uzun süreli dal tarafından belirlenir. “inclusive-or” tipinde ise, düğüme gelen herhangi bir dalın gerçekleşmesi, bu düğümün gerçekleşmesi anlamına gelir.

Bu düğümün gerçekleşme zamanı, bu düğüme gelen dalların temsil ettiği faaliyetlerden tamamlanma süresi en küçük olan faaliyetin süresine eşittir. “exclusive-or” tipinde de, düğüme gelen herhangi bir dalın gerçekleşmesi, bu düğümün gerçekleşmesi anlamına gelir. Verilen bir zamanda düğüme gelen dalların sadece bir tanesi bu zamanda gerçekleşebilir (Aytulun, 2006).

Çıktı tarafında ise, deterministik ve probabilistik olmak üzere iki yüz bulunmaktadır. Deterministik tipte, bir çıktı tarafına sahip olan düğümlerden çıkan dalların temsil ettiği faaliyetlerin tamamı başlar. Probabilistik olması halinde ise, düğümden çıkan sadece bir dal hesaba katılır ve bu dalın temsil ettiği faaliyet başlar(4.60’da gösterildiği üzere).

GERT DÜĞÜMÜ		GİRDİ TARAFI		
		EXCLUSIVE-OR	INCLUSIVE-OR	AND
ÇIKTI TARAFI	DETERMİNİSTİK			
	PROBABİLİSTİK			

Şekil 4.60 GERT şebekelerinde düğüm tipleri (Aytulun, 2006)

#### 4.3.1. İletim (Transmittance) Parameterleri

Gerçek hayattaki iş uygulamalarında sıkça karşılaşılan ve çeşitli şekillerde ortaya çıkan geri besleme ve geriye dönüşler bir GERT şebekesinde rahatlıkla ortaya koyulabilmektedir. Bir düğümden diğer bir düğme doğru akan faaliyetler beraberinde verilen yola ait olasılık ve bu yolun kat edilmesine ilişkin zaman dağılımı gösterir.

GERT, PERT ve akış diyagramlarının bazı benzer özellikleri mevcuttur. Bu özellikler ileriki aşamada proje yaklaşımının bir süreç modelleme aracı olarak kullanılmasında yararlı olacaktır. PERT şebekeleri aslında bütün düğümleri ve deterministik olan bir GERT şebekesidir. Bunun yanı sıra, akış diyagramları da aslında birer stokastik şebekedir (Aytulun, 2006).

#### 4.3.2. GERT Şebekelerinin Özellikleri

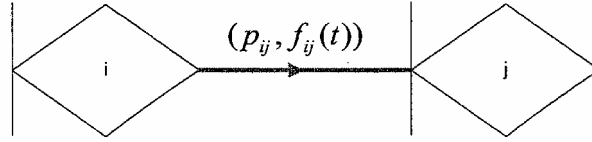
- Her bir şebeke mantıksal işlemleri (operasyonları) gösteren düğümlerden ve ileticilerden meydana gelmiştir.
- Her bir ileti, şebeke tarafından temsil edilen faaliyetin icra edilme olasılığı ile şekillendirilmiştir.
- Zaman ve maliyet gibi parametreler şebekeye ilave edilebilecek parametrelerdir.
- Bir şebekenin gerçekleşmesi şebeke içindeki ileticilerin ve düğümlerin gerçekleşmesi ile alakalıdır.

#### 4.3.3. GERT Şebekelerinin Analitik Olarak Çözülmesi

GERT şebekelerinde iletim parametreleri iki çeşittir:

- Ele alınan yolun gerçekleşme olasılığı,  $p$  alt indis  $ij$
- İletim olayının gösterildiği faaliyetin tamamlanma süresine ait işlev,  $f$  alt indis  $ij(t)$

Bu iki parametre kullanılarak gösterilen bir GERT dalı aşağıdaki gibi olacaktır (Şekil 4.62'de verildiği üzere).

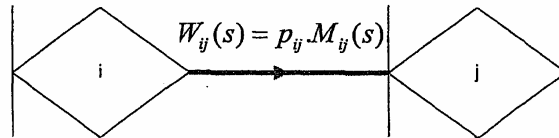


Şekil 4.61 Yönlü GERT dalı (Aytulun, 2006)

Verilen bir yol üzerindeki koşullu olasılık, bütün GERT şebekesinin geliştirilmesinde sabit olarak kabul edilir.  $t$  değeri rastgele değişken olarak belirlenir. Bir düğümden çıkan bütün yolların şartlı olasılıkları toplamı 1'e eşit olur.

Bir GERT şebekesinin olasılık elemanları çarpımsaldır. Ancak zaman parametresi gibi, sonradan ilave edilen parametrelerin normal akış şeması teorisinde iletilmesi için normal kış şeması kurallarına ilave olarak GERT şebekesinde moment yaratan işlevler de kullanılmak zorundadır. Pritsker ve Happ (1966), GERT şebekelerine zamana ait moment yaratan işlevini özellikle iletici işlev olarak kullanmışlardır. Böylece zaman parametresi için, rastgele değişkenler kullanma fırsatı yakalanmış olur.

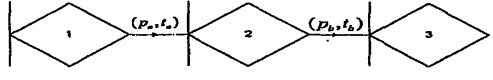
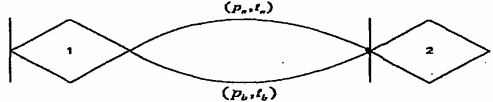
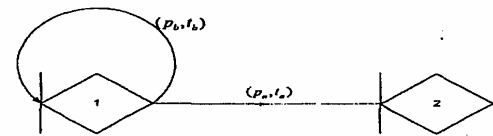
Bu yaklaşıma göre iki GERT düğümü arasında zamanın iletilmesi o dala ait gerçekleşme olasılığı ile moment yaratıcı işlevin çarpımı ile rahatlıkla hesaplanır (Aytulun, 2006) (Şekil 4.63'te verildiği üzere).



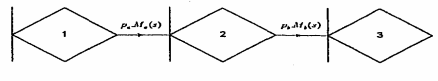
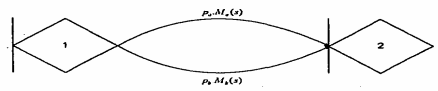
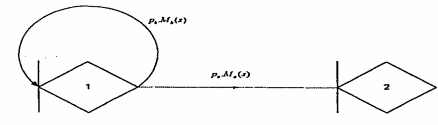
Şekil 4.62 GERT elemanı (Aytulun, 2006)

Akış şeması teorisine göre bir şebekeye ait faaliyetler seri, paralel ve döngü olmak üzere üç şekilde pozisyon alabilirler. Teoriye göre herhangi bir şebeke bu pozisyon özellikleri kullanılarak tek elemanlı bir şebekeye dönüştürülebilir. Ancak şebeke büyükçe bu yaklaşımdan ziyade topolojik eşitlikler yardımıyla şebeke temsil edilir.

Bu pozisyonlara bağlı olarak olasılık  $p_e$  ve beklenen zaman  $t_e$  şekilde hesaplanacaktır (Aytulun, 2006) (Şekil 4.64'te gösterildiği üzere):

İlişki Yapısı	Hesaplamalar
	$P_{1,2} = p_a p_b$ $t_{1,2} = t_a + t_b$
	$P_{1,2} = p_a + p_b$ $t_{1,2} = \frac{(p_a t_a + p_b t_b)}{(p_a + p_b)}$
	$P_{1,2} = \frac{p_a}{(1 - p_b)}$ $t_{1,2} = t_a + \left( \left( \left( \frac{p_b}{(1 - p_b)} \right) \right) t_b \right)$

Şekil 4.63. Düğüm pozisyonlarına göre  $P_e$  ve  $t_e$  değerlerinin hesaplanması (Aytulun, 2006)

İlişki Yapısı	İletici İşlev
	$W_{1,3}(s) = p_a \cdot p_b \cdot M_a(s) \cdot M_b(s)$
	$W_{1,2}(s) = p_a M_a(s) + p_b M_b(s)$
	$W_{1,2}(s) = \frac{p_a \cdot M_a(s)}{(1 - p_b \cdot M_b(s))}$

Şekil 4.64 Düğüm pozisyonlarının ilişki yapısı – iletici işlevleri (Aytulun, 2006)

GERT şebekesi olarak temsil edilen stokastik şebekeler çeşitli matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin kullanımı ile hesaplanmaktadır. GERT şebekelerinin günümüzde iş süreçlerinin analizinde etkili bir araç olarak kullanılmasının yanı sıra, simülasyonun da önemli bir araç olduğu düşünülerek, simülasyon yöntemlerinin geliştirilmesine de önem verilmelidir (Şekil 4.65'te verildiği üzere).

#### 4.4. CPM-PERT-GERT Yöntemlerinin Karşılaştırılması

CPM, PERT ve GERT planlama teknikleri günümüzde proje planlama ve yönetimi alanında sıkça kullanılan yöntemlerdendir. Söz konusu üç teknik de kendilerine özgü diyagramlara ve hesaplama şekillerine sahiptir ve söz konusu teknikler bu hesaplama yöntemlerinin kullanılması ile projenin tamamlanması ile ilgili bilgileri sunmaktadırlar.

Kritik yol yönteminin İngilizce karşılığı olan Critical Path Method sözcüklerinin baş harflerinden oluşan CPM tekniği GANTT diyagramlarına göre daha karmaşık ve geliştirilmiş bir planlama ve denetim tekniğidir. CPM tekniği öncelikle inşaat projelerinde kullanılmaya başlanmış bir yöntemdir.

CPM, oldukça esnek bir tekniktir. Bir projenin tamamına uygulanabileceği gibi, projenin belirli bir kısmı içinde kullanılabilir. Bu teknik gerçekte bir projenin tamamlanma süresinin bulunmasını sağlar. Bunun yanı sıra planlamada ve projenin aşamalarında farklı hareket olanaklarını gösterir ki hangi işlerin daha öncelikli olacağını ve daha dikkatli ele alınması gerektiğini gösterir (Gücü, 1999).

CPM, deterministik bir tekniktir. Faaliyetlerin süreleri kesin bir yapıya sahip ve tektir. Bunun yanı sıra PERT yönteminden farklı olarak, geçmişte daha önce uygulanan projelerde kullanılır. Bu durumda CPM yönteminin kullanıldığı projelerin planlamasına geçmişteki projelere ait maliyet ve planlamaya dair verilerden yararlanılabilir. PERT ise, daha önce hiç uygulanmamış projelerin planlanmasında kullanılan bir yöntem olduğundan genellikle CPM tekniğine göre daha karmaşık bulunan projelerde kullanılması tercih edilen bir yöntemdir. Bunun yanı sıra yine CPM tekniğinden farklı olarak, PERT tekniği olasılıksal bir yapıya sahiptir.

PERT tekniğinde faaliyetlerin süreleri en iyimser, en kötümser ve en olası şekilde üç boyutlu olarak ele alınmıştır.

Daha sonra bu üç sürenin dikkate alınması ile yapılan hesaplamalar sonucunda faaliyetlerin beklenen süreleri elde edilir. Beklenen sürelerin göz önüne alınması ile de projenin tamamlanma süresine ulaşılır.

GERT tekniđi ise olasılıksal bir yapıya sahip olan Őebekesinde yer alan dűđümleri çıktı ve girdi tarafındaki probabilistik ve deterministik duruma gűre Őekil alan, faaliyetlerin sűrelerinin yanı sıra olasılıkların ada yer veren hatta faaliyetler listesinde ilgili faaliyetin kimler tarafından yapıldıđını da ifade eden bir tekniktir. Ayrıca, GERT tekniđi, Őebeke içinde yer alan faaliyetler arasında geri dűnűşler sađlaması açısından da gerçek hayata oldukça uygun bir yűntemdir. Genel olarak PERT, CPM yűntemine Őebeke mantıđı açısından daha çok benzemektedir. GERT tekniđi ise, CPM ve PERT tekniđinden daha farklı bir Őebeke mantıđına sahip olduđundan karŐılaŐtırmayı aŐađıdaki gibi yapabiliriz. Kısaca, CPM, PERT ve GERT yűntemlerinin űzellikleri Őu Őekilde karŐılaŐtırılabilir :

### **GERT**

- Dűđümden çıkan faaliyetler olasılıklıdır.
- Olayların (dűđümlerin) gerçekleŐmesinde esneklik vardır.
- Daha űnceki olaylara (dűđümlere) geri dűnűş műmkündür.
- Denetim aracı olarak kullanılması gűcűtűr.
- Oklar zaman, maliyet, gűvenilirli v.b. temsil edebilir.
- Zaman tahminlerine ilişkin çeşitli olasılı tahminleri yapılır.
- Faaliyet okları esnektir.

### **PERT / CPM**

- Dűđümden çıkan faaliyetler tam sayılıdır.
- Zaman tahminleri için sadece beta dağılımı kullanılır.
- Faaliyet oklarında esneklik yoktur.
- Geriye dűnűş műmkűn deđildir.
- Kontrol için kullanımı kolaydır.
- Oklar sadece zamanı temsil eder
- Olayların (dűđümlerin) gerçekleŐmesinde esneklik yoktur.

## 5. PROJE YÖNETİMİ YAYIN TARANMASI

Günümüzde işletmelerin en önemli hedefi ellerindeki kaynakları en verimli şekilde kullanarak, en kısa zamanda ve en az maliyetle projelerini tamamlamaya çalışmalarıdır. Gelişen teknoloji, işletmeleri kendilerini yenileyerek rakiplerinden farklı olmaya itmektedir. Aynı zamanda işletmeler edindikleri yeni teknolojileri maliyetlerine, zaman unsuruna, malın kalitesine ve müşteriye ulaşan fiyata yansıtmakta başarıya ulaşmalıdır (Gür, 2006).

Proje yönetiminde amaç hedeflenen olguya sınırlı kaynaklarla belirli bir zaman içinde ve belirli bir bütçeyle optimum şekilde ulaşmaktır. Proje yönetiminin en temel unsuru zamandır. İşletmeler hedefledikleri işin bitirilmesinde taahhüt ettikleri sürenin bozulma riskini azaltmak için proje yönetim tekniklerinden olan PERT (Program Evaluation and Review Technique) ve CPM (Critical Path Method) den faydalanırlar (ASME Design Engineering Technical Conferences, 1999).

Projelerin başarılı bir şekilde yürütülmesi için uygun teknoloji kullanımı ve gerekli kaynakların tahsisinden başka, etkin ve başarılı bir proje yönetiminin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Barutçugil, 1984). Projelerde maliyet hesabı da diğer faaliyetlerin planlanması kadar önemlidir. Gerçekçi bir maliyet planı oluşturabilmek için projede daha baştaki aşamalarda tahmin çalışmalarına başlamalıdır. Tahminler ise, proje hakkında az bilgi varken belirsiz olacaktır (Tulip, 1983). Proje yönetiminde, yüksek dereceli riskler, proje faaliyetleri planlama sürecinde iyi düşünülmelidir. Bundan dolayı, yüksek risk içeren projelerde, projenin başarısı özellikle şu dört boyuta bağlı olarak iyileştirilebilir: proje programı, maliyetler, teknik performans ve müşteri tatmini. (Ofer ve Arik, 2007).

Proje planlama ve programlama tekniklerinin geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar 1950'li yıllan sonlarına rastlamaktadır (<http://www.kalitekontrol.org/pert-teknigi.html>). Farklı proje yönetim teknikleri, projelerin planlanma, süre, maliyet ve kalite kontrolünü başarılı bir şekilde kurmada yardımcı olmaktadır (Munns ve Bjeirmi, 1996). PERT gibi standart planlama teknikleri ve araçları, süre ve plan

bakımından yetersiz olan projelere destek niteliğindedir. Görev süreleri, olasılıklı dallanma ve uzun döngü uygulanabilir teknikleri projelerdeki belirsizlikleri gidermek için bulunmuştur (Dawson ve Dawson, 1998).

Proje yönetiminin kısa tarihine bakıldığında; 1950'lerde CPM ve PERT tekniklerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Ve 1960'lara doğru bu iki teknik daha da gelişerek proje planlama ve yönetiminde yerini almıştır (Stretton, 2007). PERT teknikleri, ana projedeki ara planları sistemli bir şekilde düzenler. Planların birbirleriyle olan ilişkileri açıklanır ve projenin tamamlanma süresini bu planlardaki faaliyetlerin nasıl etkilediği açıklanmaya çalışılır (Tatterson and Wood, 1974).

PERT, proje değerlendirme ve gözden geçirme (Project Evaluation and Review Technigue) tekniği, CPM yönteminden bağımsız geliştirilmesine karşın hemen hemen aynıdır. PERT tekniği, faaliyet sürelerinin belirsiz olduğunu dolayısıyla proje tamamlanma süresinin de belirsizlik taşıdığını varsayar. Bu özelliği ile PERT'i CPM'den ayıran temel nokta faaliyet sürelerinin probabilistik olmasıdır, öz ellikle daha önceden hiç yapılmamış projelerde faaliyetlerin süreleri tam olarak bilinemez. Bu projeleri planlamak ve kontrol etmek için PERT tekniği kullanılır. (Uğur, 2006) Günümüzde artık planlama işi ile uğraşan uzmanlar, programlarını CPM çerçevesinde oluşturmakta ve projelerini buna göre kontrol etmektedirler.(Koo, 2006). PERT ve CPM, birçok büyük proje planlamasında kullanılmaktadır, bunlardan birçoğu aşağıda sıralanmıştır ([http://highered.mcgrawhill.com/sites/dl/free/0073017795/161272/hil61217\\_ch22 .pdf](http://highered.mcgrawhill.com/sites/dl/free/0073017795/161272/hil61217_ch22.pdf) 10-03-09):

- Yeni fabrika inşası
- Yeni proje araştırma ve geliştirmede
- NASA uzay keşif projelerinde
- Film yapımında
- Gemi inşasında
- Devlet destekli yeni silah gelişim projelerinde
- Nükleer reaktör bakımında
- Yeni yönetim sistemlerinin yüklenmesinde
- Reklam kampanyalarının tahmininde



Bir otoyol yada Express yol inşaatları karmaşık yol, köprü ve tünel projelerini içerir. Bütün bu farklı projelerin ise düzgün bir şekilde entegre olarak yürütülmesi gerekir (Dzeng ve Wang, 2003).

## 6. KALİTE KAVRAMI VE YÖNETİMİ

### 6.1. Kalite Kavramı

Kalite mamulü kullanan kişinin ihtiyacını karşılama derecesi ile, alakalı subjektif bir kavramdır. Herhangi bir ürün, bir kişinin ihtiyaçlarını tam olarak karşılması halinde, kişi ürünü kaliteli olarak tanımlayacaktır. Ancak başka bir kişi aynı ürünü kullanmasına karşın, üründen beklentileri farklı olduğu için, üründen memnun kalmayabilir. Ve ürünü kalitesiz olarak tanımlayabilir.

Teknik açıdan kalitenin iki anlamı vardır. Bunlardan birincisi, mevcut ya da istenilen ihtiyaçları karşılayabilen ürün ya da servisin karakteristikleri; ikincisi ise, noksanlığı bulunmayan ürün ya da servistir (Efil, 1999).

Bunun yanı sıra, bazı bilim adamları da kalite kavramının gelişmesi için, çeşitli tanımlamalar yapmışlardır. Dr. Edwards Deming kalite çalışmalarının, müşterinin şu an veya gelecekteki ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde yürütülmesi gerektiğini ifade etmiştir (Efil, 1999).

Müşterinin gelecekteki ihtiyaçları çeşitli pazar araştırmaları yöntemleri ile tespit edilmeli ve ilgili ürün müşteriye sunulmalıdır. Müşteri ancak, ürünü görüp, ona sahip olduktan sonra, gereksinimlerinin farkına varacaktır. Dr. Jm. Juran ise, kaliteyi, kusursuzluk arayışına sistemli bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. (Efil, 1999)

Bunun yanı sıra Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu (ASQC), kaliteyi ihtiyaç giderimine yönelik subjektif bir kavram olarak tanımlarken, Japon Sanayi Standartları Komitesi (JIS) de kaliteyi tüketicilerin istek ve ihtiyaçlarını karşılayan ürünlerin veya hizmetlerin ekonomik yollarla üretimini gerçekleştiren sistem olarak tanımlamıştır.

Tüm bu tanımlamalardan yola çıkarak, kalite kavramını, bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır, şeklinde tanımlanabilir (Anonymous, 2004).

Literatürde kaliteye ilişkin yani tanımlamalarda yer almaktadır. Bunlardan biri, “heyecan verici kalite”, diğeri ise, “dünya klasmanında kalite” olarak tanımlanmaktadır. “Heyecan verici kalite” tanımı, Galgon’a ait olmakla beraber, müşterinin ortaya çıkıncaya kadar ihtiyaç olarak görmediği kaliteyi ifade etmektedir. “Dünya klasmanında kalite” kavramı ise, yurt içi ve yurt dışında rekabet halinde olan tüm işletmeler için oldukça önemli bir kavramdır. Dünya klasmanında kalite kavramı ile anlatılmak istenen, işletmelerin günümüzde pazardaki mevcut varlıklarını sürdürebilmelerini veya pazar paylarını artırebilmeleri için artık ürettikleri ürün veya sundukları hizmetin kalitesine, fiyatına, garanti v.b. satış sonrası hizmetlerine çok önem vermeleri gerekmektedir.

## 6.2. Kalitenin Tarihsel Gelişimi

Kalite kavramı, geçmişi Osmanlı dönemine kadar dayanan, ancak asıl gelişimini 1900’lü yıllarda yaşanan dünya savaşlarında kıt kaynakların etkin dağılımı gereksinimin karşılanması amacıyla sağlamıştır.

Kalitenin tarihsel gelişimini hızlandıran çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Söz konusu çalışmalar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 6.1 Kalite metotlarının zaman çizelgesi (Montgomery, 1997)

Tarih	Gerçekleştirilen Faaliyet
1700-1900	Kalite, daha çok zanaatkarların kişisel çabalarıyla belirleniyordu.
1875	Frederick W. Taylor işleri daha küçük ve daha kolay yapılabilir parçalara ayırarak, daha komplike ürünlerin ve proseslerin uygulanmasında ilk uygulamayı yapmıştır.
1900-1930	Henry Ford – montaj fabrikası – üretkenlik ve kaliteyi geliştirmek için daha rafine çalışma metotları uygulamıştır. Hatasız montaj, kendini kontrol ve proses muayenesi kavramlarını geliştirmiştir.
1901	Gİlk standartlar laboratuvarları Büyük Britanya’da kuruldu.
1907-1908	AT&T sistematik muayeneye ve de ürünlerle, malzemelerin testlerine başladı.
1908	W. S. Gosset, Guinness Biralardaki çalışmasında t-dağılımını tanıttı.
1915-1919	WWI İngiliz hükümeti-”Tedarikçi Sertifikası Programı’na başladı.

Tablo 6.1'in devamı	
1919	“Teknik Muayene Kurumu” İngiltere’de kuruldu. Bu kurum daha sonra “Kalite Güvence Enstitüsü” oldu.
1920s	AT&T Bell laboratuvarları kaliteyi, muayene ve testleri ve de ürün güvenilirliğini vurgulamak için kalite departmanlarını kurdu.
	B.P. Dudding İngiltere’de General Elektrik’te; elektrik ampullerinin kalite kontrolü için istatistiksel metotları kullandı.
1922-1923	R.A. Fisher deneysel tasarım ve tarım bilimi uygulamaları üzerine bir seri temel yazılar yayınlamıştır.
1924	Q.A. Shewhart; Bell laboratuvarları teknik notlarında kontrol diyagramları kavramını tanıtmıştır.
1924	Juran, mühendis olarak mezun olup, Western Electric Hawthorne çalışmalarına katıldı.
1927	Deming, Bell Laboratuvarlarında Shewhart’dan kontrol diyagramı kavramını öğreniyor.
1928	Kabul edilir örnekleme metodolojisi, H. F. Dodge ve H.C. Roming tarafından Bell laboratuvarlarında geliştirilmiş ve hassaslaştırılmıştır.
1931	W.A. Shewhart “İmalat ürünlerinin kalitesinin ekonomik kontrolü”nü üretim ve kontrol diyagramları metotlarında istatistiksel metotların kullanımı taslağını çizerek yayınladı.
1932	W.A. Shewhart Londra Üniversitesinde üretim ve kontrol diyagramlarında istatistiksel metotlar eğitimi verdi.
1932-1933	İngiliz tekstil ve ağaç endüstrisi ve Alman kimya endüstrisi ürün/proses geliştirme için deneysel tasarımı kullanmaya başladı.
1933	Kraliyet istatistik kurumu “Endüstriyel ve Zirai Araştırma Bölümünü” kurdu.
1938	W.E. Deming; Shewhart’i Amerika Zirai bölümüne kontrol diyagramları üzerine seminerler vermesi için davet etti.
1940	Amerika savaş departmanı proses bilgilerini analizde kontrol diyagramlarının kullanımı için bir rehber yayınladı.
1940-1943	Bell laboratuvarları Amerika ordusu için askeri standart örnekleme planı geliştirdi.
1942	Büyük Britanya’da istatistiksel metotlar ve kalite kontrol üzerine tedarik ve danışmanlık bakanlığı kuruldu.
1942-1946	Endüstride kalite kontrol eğitim kursları verildi ve Kuzey Amerika’da on beşten fazla kurum kuruldu.
	“Endüstriyel Kalite Kontrol” dergisi yayınlanmaya başladı.
1944	Feigenbaum, GE de Jet motorlarının kalitesi üzerine çalışmaya başladı. Burada “Toplam Kalite Kontrolü” yaklaşımını geliştirdi. “Kalitesizlik Maliyeti” kavramını oluşturdu.
1946	Farklı kalite kurumlarının birleşmesiyle Amerikan kalite kontrol kurumu kuruldu.
1946	Deming, Amerika Savaş Bakanlığının ekonomi ve bilimsel servisi tarafından Japonya’daki yeniden yapılanmaya yardım etmek üzere Japonya’ya davet edildi.
1946	Japon mühendisler ve bilim adamları sendikası kuruldu.

Tablo 6.1'in devamı	
1946-1949	Deming Japon endüstrisinde istatistiksel kalite kontrol seminerleri vermek üzere davet edildi.
1948	Profesör G. Taguchi deneysel tasarım çalışmalarına başladı.
1950	Deming Japonların endüstriyel yöneticilerini eğitmeye başladı ve Japon düşüncesinde istatistiksel kalite kontrol metodu yaygın olmaya başladı.
1950	Profesör K. Ishikawa sebep ve sonuç diyagramlarını tanıttı.
1950 ler	Eugene Grant ve A.J. Duncan tarafından istatistiksel kalite kontrolde klasik testler meydana çıkarıldı.
1951	Dr. A..Feigenbaum "Toplam kalite kontrol" adlı kitabının ilk baskısını yayınladı.
1951	JUSE ürün kontrolü ve kalite metodolojisinde başarılı olanlara verilmek üzere Deming Ödülünü çıkardı.
1951+	G.E.P boş ve K.B.Wilson proses optimizasyonu için deneysel tasarımın kullanımı hakkında temel bir çalışma yayınladı. Bundan sonra uygulamalar kimya endüstrisinde düzenli olarak gelişti.
1954	Dr. Joseph M. Juran bazı kalite geliştirme ve yönetimi eğitimleri vermek için Japonya'ya davet edildi.
	İngiliz İstatistikçiler sayfalarında Kümülatif toplam kontrol diyagramlarını tanıttılar.
1957	J.M.Juran ve F.M.Gryna'nın "Kalite Kontrol El Kitabı" ilk defa yayınladı.
1959	Technometrics (fizik, kimya ve mühendislik bilimleri için istatistik dergisi) kuruldu ve editörü J. Stuart Hunter oldu.
1959	S. Robert, Üstel, ağırlıklandırılmış hareketli ortalama kontrol diyagramlarını tanıttı.
	Amerika'nın insanlı uzay uçuşları programı endüstriyi güvenilir ürünlere olan ihtiyaç hakkında bilgilendiriyor ve bundan sonra güvenilirlik mühendisliği gelişiyor.
1960	G.E.P Boş ve J.S. Hunter; 2k-p faktöryel dizaynı üzerine temel bir yazı yazdılar.
1960	Japonya'da K. Ishikawa tarafından Toplam kalite çemberleri kavramı tanıtıldı.
1961	Kalite ve verimlilik uluslar arası konseyi Büyük Britanya'da İngiliz verimlilik konseyinin bir bölümü olarak kuruldu.
1960 lar	İstatistiksel kalite kontrol kursları Endüstri mühendisliği akademik programlarında yaygın olmaya başladı.
	Taguchi, istatistik kalite kontrolü çalışmaları nedeniyle Deming ödülünü kazandı. Bu ödülü çeşitli nedenlerle üç defa daha kazandı.
	Sıfır hata programları belirli Amerika endüstrilerinde tanıtıldı.
1965	Crosby, ABD de ilk olarak "Kaliteden Sorumlu Başkan Yardımcısı" olarak ITT (International Telephone and Telegram) de göre başladı
1969	"Endüstriyel Kalite Kontrolü" dergisinin yayınlanması durdu yerine "Kalite prosesi ve Kalite teknolojisi dergisi çıkarıldı (Editörü Dr. L. S. Nelson)
1970 ler	Büyük Britanya'da NCQP ve "Kalite Güvence Enstitüsü" birleşerek İngiliz Kalite Kurumu (BSI) oldu

Tablo 6.1'in devamı	
1975-1978	Deneysel tasarım üzerine kitaplar, mühendisler ve bilim adamları Bu Toplam Kalite Yönetimi içinde gelişti
1979	Juran Enstitüsü kuruldu. Crosby, "Kalite Bedavadır" teması üzerine danışmanlık çalışmalarına başladı.
1980 ler	Endüstriyel dizayn metodu tanıtıldı ve büyük organizasyonlar tarafından adapte edildi. Profesör G. Taguchi'nin deneysel tasarım çalışmaları ilk kez Amerika'da görüldü.
1984	Amerikan İstatistik Kurumu (ASA) kalite ve verimlilik üzerine Ad Hoc komitesini kurdu. Bu daha sonra ASA'nin bir bölümü oldu.
1986	Box Japonya'yı ziyaret ettiler deneysel tasarım ve diğer istatistiksel metotların kullanımı kadar hiçbir şey yaygın değildi.
1988	Malcom Baldrige uluslararası Ödülleri Amerikan Kongresi tarafından kuruldu.
1989	"Kalite Mühendisliği" dergisi yayına girdi.
1990 lar	Amerikan endüstrisinde ISO 9000 sertifikalarına ilgi artıyor. Baldrige için başvuranlar durmadan artıyor, bazı sponsorlar kalite ödülleri Baldrige kriterlerini temel alıyorlar.
1993	ISO 14000 Çevre Standartları oluşturuldu.
1994	ISO Kalite Güvence sistemleri revize edildi.
2000	Stratejik Toplam Kalite Yönetimi kavramı ortaya atıldı.
2000	ISO Kalite Güvence Sistemleri revize edildi.

### 6.3. Türkiye Kalite Olgusu

Türkiye'de kalite olgusu, Osmanlı İmparatorluğu dönemine kadar dayanmaktadır. 13 yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu'nda yer alan Çıraklık ve Esnaflık Locaları buna örnek olarak sunulabilir.

Günümüzde de kalite konusunda dünyadaki hızlı gelişime karşı, Türkiye'de de kalite alanında ilerlemeyi sağlayacak çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de de kalite alanında yaşanan gelişmeler aşağıda tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 6.2 Türkiye’de kalitenin tarihsel gelişimi (KalDer, 1999)

<b>Tarih</b>	<b>Gerçekleştirilen Faaliyet</b>
... - 1502	Osmanlılar döneminde loncalara ürün kalitesinin kontrol edilmemesinin görevi verilmiştir. Ayrıca devletçe “nizam emin” denilen bir kurum kurulmuştur. Bu kurum ürünleri damgalamak suretiyle kalite kontrol görevini yerine getiriyordu.
1502	II. Beyazid tarafından Bursa İpliklerinin standartlarını belirleyen Kanunname-i İhtisabı Bursa çıkartılmıştır (bu Osmanlı da rastlanan kaliteyle ilgili ilk yazılı belgedir.
1829	II. Mahmut tarafından Ereğli Kömür İşletmeleri için birkaç düzenleme yapılmıştır.
1926	Başbakanlığa bağlı Merkez İstatistik Dairesi kurulmuştur. Bu birim daha sonraları İstatistik Umum Müdürlüğü ve İstatistik Dairesi Müdürlüğü adını almıştır.
1927	İstatistik Genel Müdürü Belçikalı Uzman C. Lacquart tarafından yönetilen bir sanayi sayımı yapılmış ve bu veriler 1928 yılında yayımlanmıştır.
1953	Milli Prodüktivite Merkezi (MPM) kurulmuş ve kuruluş kanunu 1965’te yayımlanmıştır.
1960	25.11.1960’da 132 sayılı yasa ile TSE kuruluş lıyasası kabul edildi.
1961	13.06.1961’de 53 sayılı kanun uyarınca Başbakanlığa bağlı Devlet İstatistik Enstitüsü kuruldu.
1968	Herek’de Strayhgarn Sanayinde İmalat ve Kalite Kontrol Semineri gerçekleştirildi. İstatistik ve Kalite Kontrol mevzuunda Yardımcı Bilgiler adlı kitap İTÜ tarafından yayımlanmıştır.
1978	16.06.1978 yılında “Türkiye Ulusal Kalite Kontrol Kurumu” projesi resmi gazetede yayımlandı ve uygulama görevi DPT’ye verildi.
1980 ler	TKY anlayışının bir göstergesi olarak Türkiye’de ilk Kalite Kontrol Çemberi uygulamaları görülmüştür. Bu uygulamaların görüldüğü bazı şirketler arasında, Turyağ A.Ş., Otosan A.Ş. ve Koç Holding A.Ş. sayılabilir
1984	28-29.11.1984 tarihlerinde MPM tarafından Kalite Kontrol Çemberleri kavramını tanıtmak ve Türkiye’de ki uygulamalarını tartışmak amacıyla seminer düzenlendi.
1988	ISO standardı TS-ISO Türk standardı olarak kabul edildi.
1989	TSE, ISO 9000 Kalite Güvence Standart Belgesini vermeye başladı.
1990	KalDer (Kalite Derneği) kuruldu.
1993	TÜSİAD – KalDer Kalite ödülleri vermeye başladı.
1996-97	Türk Firmaları Avrupa Kalite Ödülleri aldılar (BRİSA, NETAŞ)
1999	TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kumru) kuruldu (Engin, 2004)
2001	Avrupa Kalite Teşkilatının 45. yıllık kongresi İstanbul’da yapıldı (Engin, 2004)
2005	Avrupa Kalite Teşkilatının 49. yıllık kongresi Antalya’da yapılacak (Engin, 2004)

## 6.4. Kalitenin Boyutları

Bir malın veya hizmetin sahip olduğu özellikler, söz konusu mal veya hizmetin kalitesinin tespitinde belirleyici olacaktır. Kalite boyutu, müşteri beklentilerinin ölçülebilir hale getirilmiş şeklidir. O halde bir mal veya hizmetin kalite boyutu, tüketicilerin istek ve beklentilerinin karşılanmasıyla belirlenecektir.

Her mal veya hizmete uygulanacak kalite boyutları farklı olduğu gibi, müşteri stok ve ihtiyaçları da oldukça çeşitli olduğu için, kaliteni tek boyutlu değil, bir çok boyutu olan bir kavramın olduğunu söyleyebiliriz. Kalitenin birçok boyutu olmasına karşın, genelde birçok ürün veya hizmete uygulanan standart boyutları da vardır. Kalitenin standart boyutları aşağıdaki gibi sıralanabilir :

- Performans
- Uygunluk
- Özellikler
- Dayanıklılık
- Güvenilirlik
- Satış sonrası hizmetleri
- Estetik
- İtibar

### 6.4.1. Performans

Kalitenin performans boyutu, mal veya hizmetin kendinden beklenen işlemi ne kadar yarine getirdiğiyle ilgilidir. Performans boyutu, kalitenin en önemli boyutudur. Örneğin, bir buzdolabı için soğutma işlemi, ana işlemdir. Dolayısıyla, tüketici de buzdolabın, soğutma alevinin yerine getirilmesi amacıyla alacaktır. Bu durumda buzdolabından beklenen, tüketicinin gereksinimini karşılayacak şekilde soğuma işlemini yerine getirmesidir.



#### **6.4.2. Uygunluk**

Herhangi bir mal veya hizmetin kalite standartlarına ve belgelerine uygunluğunu ifade eder.

#### **6.4.3. Özellikler**

Bir mamul veya hizmetin sağladığı esas işlevinin yanı sıra, sahip olduğu özelliklerde dolayı tüketicie sunduğu yan işlevlerdir. Örneğin, bir buzdolabının ana işlevi, soğutma işlevidir. Bunun yanı sıra, buzdolabının leke tutmayan özel bir boyadan üretilmesi ise, buzdolabını kalitesini tamamlayan bir yan işlev olacaktır.

#### **6.4.4. Dayanıklılık**

Dayanıklılık Boyutu, bir mamulün kullanım süresini gösterir. Dayanıklı bir tüketim malı olan buzdolabının da göz önüne alınarak, bir garanti süresi belirlenecektir. Bunun yanı sıra, gıda maddelerinin üzerinde bulunan son kullanma tarihleri de, ürünlerin dayanıklılıkları ile ilgilidir.

#### **6.4.5. Güvenilirlik**

Güvenilirlik boyutu da malın özelliklerinin ve kalite karakteristiklerinin varlığına ve vaad edilen süre içinde devam edeceğine olan güveni tanımlar (Özevren, 1997). Örneğin, bir buzdolabının üzerinde az enerji harcadığını ifade eden “A” harfi bulunuyorsa, buzdolabının bir tüketim şekline uygun bir enerji harcaması gereklidir. Ya da bir buzdolabının boyutları, kutusunun üzerinde yazan boyutlarıyla aynı olması gerektiği de bir başka örnek olarak verilebilir.

#### **6.4.6. Satış Sonrası Hizmetler**

Satış sonrası hizmetler, mamulün kalitesini belirleyen tamamlayıcı ve oldukça önemli bir boyuttur. Satış sonrası hizmetlerin beklenen ve vadedilen şekilde gerçekleştirilmesi, sadık müşteri kazanılması ve marka güvenilirliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Çünkü, satış sonrası hizmetler markanın, ürünü sattıktan sonra da arkasında durduğunu, kalitesine güvendiğini ve müşterisiyle ilgilendiğini ifade eden bir boyuttur.

#### **6.4.7. Estetik**

Mamulün dış görünüşü veya hizmetin sunuş şekli ile ilgilidir. Estetik boyutu, mamule ve hizmete satın alınma cazibesi katan bir boyuttur.

#### **6.4.8. İtibar**

Mamulün veya hizmetin ait olduğu markanın tanınırlığı, prestiji ve imajı ile ilgili bir kalite boyutudur.

Yukarıda sayılan standart kalite boyutlarının yani kalite karakteristiklerinin yanı sıra farklı boyutların eklenmesiyle, kalite karakteristiklerinin sayısı artırılabilir. Kalite karakteristiklerinin içinde hangisinin en önemli olduğu, müşterinin kalite kavramından belediklerine göre değişecektir.

### **6.5. Kalite Kontrol**

#### **6.5.1. Kalite Kontrolün Tanımı**

Uluslararası Standart Teşkilatı (ISO) kalite kontrol kavramı için dar ve geniş anlamda olmak üzere iki tanımlama yapmıştır. Dar anlamda kalite kontrolü, bir malın spesifikasyonlarına uygunluğunu denetlemek, doğrulamak işlemidir, şeklinde tanımlarken, geniş anlamda kalite kontrolü, kaliteyi korumak, geliştirmek ve üretimi alıcının tatmin alacağı en ekonomik seviyede sürdürmek için uygulanan bir işlemler dizisidir, şeklinde tanımlamıştır (Kartal, 1999).

Kalite kontrol uygulayan bir işletme tüketicilerin istek ve beleditelerine göre tasarım ve üretimi gerçekleştirecek ve satış sonrası hizmetlerle de tüketiciye desteğini sürdürecektir ve böylece de markasının güvenilirliğini artıracaktır. Bunun yanı sıra kalite kontrol faaliyetlerinin gerçekleştirilmesiyle ulaşılmak istenen amaçları da şu şekilde sıralayabiliriz (Kartal, 1999) :

- Mevcut makine ve iş gücünden en yüksek verim sağlanması
- Hatalı ürünlerin düzeltilmesinin yol açtığı üretim kayıplarının önlenmesi
- Tüketicilere belediği, vaadedilen ürünün sunulmasıyla firmaya olan güvenin artmasının sağlanması

- Mamullerin ekonomik ömürleri dolmadan atıl hale gelmelerini önlediği için milli servetin israfını önler.
- Tüketicinin iç piyasadaki yerli mallara olan güvenini artırırken, dış piyasada da işletmelerin rekabet gücünü artırır.

### **6.5.2. Kalite Yönetimi**

Kalite, bir ürün veya hizmetin müşteri isteklerini karşılama derecesidir. Kalite subjektif bir kavramdır. Herhangi bir ürün, bir kişinin ihtiyaçların karşılıyor ve beklentilerine uyuyorsa, söz konusu ürün ilgili kişi için kaliteli olarak adlandırılacakken, aynı ürünün başka bir kişinin ihtiyaçlarına ve beklentilerine uygun olmaması halinde ise ürün, kişi tarafından kalitesiz olarak tanımlanacaktır.

Kalite yönetimi beraberinde hatasız çalışma prensibini de getirmiştir. Hatasız çalışma prensibi, sadece çalışılan alanın değil, geçmişte çalışılmış veya gelecekte çalışılacak olan alanlarda da hata yapmamaya dair bir prensiptir.. Bu prensip ile kalite anlayışı organizasyondaki tüm bireyler arasında yayılarak, organizasyonun bütününe işlemler olacaktır.

Kalite yönetimi ile asıl amaçlanan hataların düzeltilmesi değil, oluşabilecek hataların önlenmesidir. Bu yüzden kalite yönetimi dahilinde yapılan çalışmaların çoğu önleyici faaliyetler üzerinedir.

Kalite yönetimine dair yapılan çalışmalar sonucunda organizasyonlar adım adım kendilerini geliştireceklerdir. Kalite yönetimi anlayışı dahilinde, üretilen ürün veya sunulan hizmetlerin başlangıçta belirlenen standartlar uygunluğu kontrol edilir, bir uygunsuzluk saptanması halinde, bunun sebepleri ve çözüm yolları araştırılmaya başlanır. Kalite kontrol yönetimine dair çalışmalar, işletmelerde genellikle kalite kontrol departmanı tarafından gerçekleştirilmektedir.

### **6.5.3. Kalite Kontrol Teknikleri**

Kalite kontrol, “proses kalite kontrolü” ve “kabulde kalite kontrol” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Proses kalite kontrolü bir başka deyişle, “üretimde kalite kontrol”, mamullerin üretimlerinin gerçekleştirilmesi esnasında yapılması gereken kalite

kontroldür. “Kabulde kalite kontrol” ise, ürünün piyasaya kabul edilmesi sürecinde yapılan kalite kontroldür.

Üretimde kalite kontrolün amacı, işletmenin ekonomik amaçların, tüketicilerin ödeme koşullarına, beklentilerine ve ihtiyaçlarına uygun üretim gerçekleştirilmesini sağlamak için üretimin her aşamasında kalite kontrol faaliyetlerinin uygulanmasıdır. Proses kalite kontrol, bu amacını gerçekleştirebilmek için, bazı tekniklerden yararlanır. Bunlar:

- Sınıflandırma
- Çetele
- Histogram
- Pareto Analizi
- Neden – Sonuç Diyagramı
- Saçılma Diyagramları
- Kontrol Grafikleri

#### **6.5.3.1. Sınıflandırma**

Sınıflandırma, verilerinin değişkenlik kaynaklarına göre gruplara ayrılarak kaydedilmesi ve işlenmesi olarak tanımlanabilir (Gümüšoğlu, 2000). Sınıflandırma, tek başına bir kalite kontrol tekniği değil, tüm metotlarda kullanılan bir yaklaşımdır.

Kalite kontrolün amacı, mevcut hataları ortadan kaldırmak ve tekrarlanmasını önlemek ise, oluşan hataların sebeplerinin ortaya çıkarılmasında, yapılan hatayla ilgili toplanan verilerin sınıflandırılması, sebeplerin ortaya çıkarılmasında ve dolayısıyla hataların ortadan kaldırılmasında ve önlenmesinde oldukça yararlı olacaktır.

#### **6.5.3.2. Çetele**

Çetele, yapılan kalite kontrol faaliyetleri sonucu toplanan verilerin kaydedilip, saklandığı bir yöntemdir. Çetele ile belli bir zaman aralığında hangi hataların, ne sıklıkta ortaya çıktığı ve bu hataların nedenleri saptanabilir.

### **6.5.3.3. Histogram**

Üretimde gerçekleşen herhangi bir hatayla ilgili tüm verilerin toplanmasından sonra, yapılan ölçümün sonucunu göstermek amacıyla oluşturulan birbirine yapışık sütunlardan meydana gelen bir grafik türüdür. Histogramda buluna sütunların tabanları, sınıf aralıklarını; yükseklikleri ise, o sınıfa dahil veri sayısını ifade eder.

Histogram yönteminin oluşmasında kullanılan veri sayısı artıkça, histogramın gerçekçiliği de artacaktır. Histogram yönteminde, grafikte buluna sütunlardan hareketle yapılan hataların cinsini ve sıklıklarını rahatça görebiliriz. Histogram diyagramı oluşturulduğu grafikte çok geniş bir konuyu, çok basit ve anlaşılır şekilde açıklayabilen bir grafik türüdür.

### **6.5.3.4. Pareto Analizi**

Adını bu analizi ilk kez kullanan İtalyan ekonomist Wilfreda Pareto'dan alan bu yöntem hataları belli başlıklara göre bir sıralamaya tabii tutar. Pareto analizine, gerçekleşen hataların % 80'inin, yapılan faaliyetlerin % 20'sinden kaynaklandığı düşüncesinden hareketle, "80 – 20 Kuralı" da denilmektedir.

Pareto analizinde yapılan hatalar sıklık ve önem derecelerine göre sıralanır. Pareto analizinde hata türlerinin sayısı duruma göre artırılabilir. Yapılan pareto analizi sonucunda pareto grafiği oluşturulur. Pareto grafiğinde yer alan x ekseninin sol tarafında en sık rastlanan hatalar; sağ tarafında ise en az rastlanan hatalara yer verilir.

Pareto grafiğinden hareketle, öncelikle önem derecesi en yüksek olan hataya müdahale edilir ve bu hartanın giderilmesine çalışılır.

### **6.5.3.5. Neden – Sonuç (Balık – Kılçık) Diyagramı**

Üretim sürecinde meydana gelen hataların nedenlerinin belirlenmesi amacıyla, sürecin elemanlarının da gösterildiği bir grafik türüdür. Diyagram oluşturulduktan sonra, balık kılçığını andıran bir görüntü oluştuğundan ötürü, diyagrama balık kılçığı diyagramı adı da verilir.

Neden – Sonuç diyagramının oluşturulmasında öncelikle, çizilen yatay çizginin sonuna sebepleri bulunmak istenen hata yazılır. Daha sonra bu ana çizgiden balık

kılığını andıracak şekilde çıkarılan çizgilerle, sürecin çevre, makine, malzeme, iş gücü v.b. elemanları ele alınır. Böylece her bir eleman için ayrı bir değerlendirme yapılması ve bu elemanlarda varsa, hataya dair nedenlerin ortaya çıkarılması sağlanır.

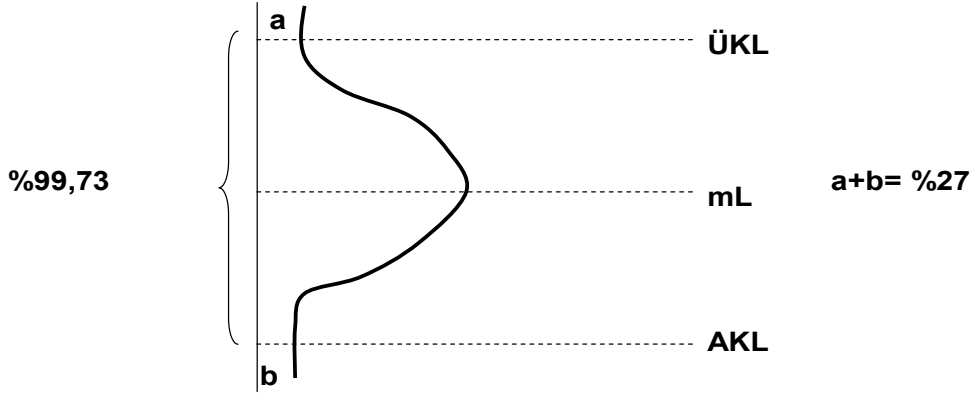
#### **6.5.3.6. Saçılma Diyagramı**

Saçılma diyagramı diğer bir ismi ile dağılım diyagramı iki veri grubu arasındaki ilişkiyi inceleyen bir grafik türüdür. İki veri grubu arasında ilişkinin olup olmadığı tespit edilmeye çalışılırken, bir grupta meydana gelen değişikliğin, diğer grupta meydana gelen değişiklikle bir bağlantısının olup olmadığına dikkat edilir. Bu grafik türünde veri gruplarından bir, x eksenine ; diğeri ise, y eksenine yerleştirilir. Ve iki veri grubunda bulunan, karşılıklı gelen değerlerin birleştirilmesi ile bir diyagram oluşturulur. Böylece, örneğin, x ekseninde meydana gelen iki birimlik değişkenlerin y eksenini nasıl etkilediğine bakılarak, veri grupları arasındaki ilişkinin tespit edilmesine çalışılır.

#### **6.5.3.7. Proses Kontrol Grafikleri**

Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin zaman içerisindeki değişimlerinin gösterildiği grafikler, kontrol grafikleri olarak adlandırılır (C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2003). Kontrol grafiklerinde, kalite karakteristiklerine uygun ortalama değeri gösteren bir merkezi çizgi (ML), üst kontrol limiti çizgisi (ÜKL) ve alt kontrol limiti çizgisi (AKL) bulunur. Ortalama değeri temsil eden merkezi çizgi, ayrıca hedeflenen değeri de ifade etmektedir.

Alt kontrol ve üst kontrol limitleri ise, prosesin kontrol altında olup olmadığının tespitinde kullanılmaktadır. Diyagram üzerinde ölçüm değerlerini temsilen konulan noktalar alt kontrol ve üst kontrol limitleri arasında kaldığı takdirde, prosesin kontrol altında olduğu söylenebilir(Şekil 6.1'de görüldüğü üzere). Diyagramda işaretli noktalardan birinin alt kontrol ve üst kontrol limitleri dışında olması halinde ise, prosesin kontrol dışında olduğu sonucuna varılır ve bu durumun ortaya çıkmasına neden olan hata tespit edilir ve ortadan kaldırılmasına çalışılır.



Şekil 6.1 Örnek kontrol grafiği (Sarıca, 2006)

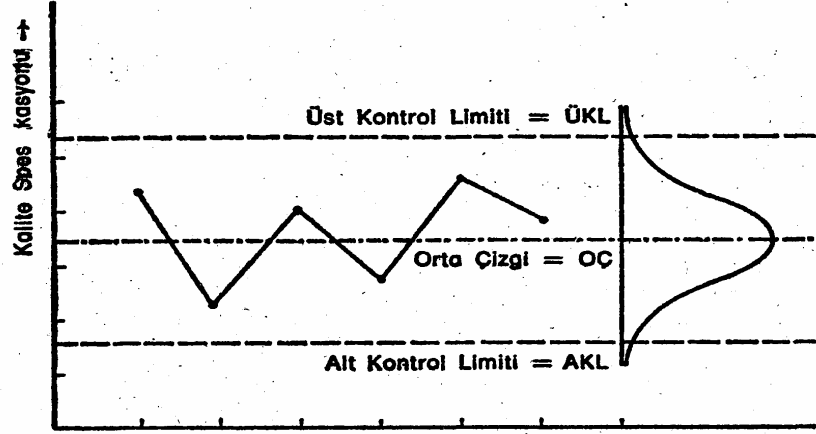
Örneğin bir freze tezgahında toplamda 6 saat süren bir dişli üretimi yapıldığını ve bu üretim sürecinden iki saatlik periyotlarla beşer parçalık örnekler alındığını ve alınan örneklerdeki her beş parçanın ayrı ayrı yarı çaplarının ölçülüp, aritmetik ortalamasının alınıp, kontrol diyagramında bulunduğu yere göre x şeklinde işaretlendiğini varsayalım. Bu durumda, oluşturulan kontrol diyagramında normal olanı, üç adet x işaretinin değişimin doğasından dolayı aynı hizada olmamasıdır. X işaretlerinin aynı hizada oluşması ise, prosesin kontrol altında olmadığını göstermektedir. AKL ve ÜKL limitleri aşılmadığı takdirde, ortalamalardaki her türü yukarı ve aşağıya doğru kayma hareketleri normal olarak karşılanır. Böyle bir durumda prosese müdahale edilmez ve imalata devam edilir.

Ancak UKL ve AKL limitlerinin dışında bir ortalama ile karşılaşırsa, bu durum, proseste önemli bir değişim nedeni olduğunu ifade eder. Makinenin bozulması, malzeme hatası v.b. olabilecek değişim nedeni tespit edilinceye kadar da üretime ara verilir. O halde kontrol diyagramlarındaki AKL ve ÜKL çizgilerinin istatistiki güven sınırları olduğu söylenebilir.

Merkezi limit teoremine göre, popülasyonun ortalaması müdür. Ve bulunan ortalamalar  $\mu$  'nün etrafında normal dağılıma göre dağılırlar ve hesaplanan ortalamaların çoğu  $\mu$  'ye eşit ya da ona çok yakın olacaktır.

Bunun yanı sıra, merkezi limit teoremine göre normal dağılım içinde kalan kısım, % 99.73 olarak, dışında kalan kısım ise, % 0.27 olarak kabul edilmiştir. Bu durumda bir ortalamanın normal dağılım dışına yani istatistiki güven sınırlarının dışına çıkma olasılığı çok düşük bir ihtimaldir. Bu nedenle, böyle bir durum olmasına neden olan

değişikliğe özel neden denilirken, AKL ve ÜKL arasındaki ortalamaların aynı hizada çıkmamasına neden olan, doğal olarak meydana geldiği kabul edilen değişikliğe de tesadüfi değişiklik denilir. Tesadüfi nedenler kaçınılmaz ve sık görülen nedenler iken, özel nedenler ise, nadir olarak görülen ve engellenmesi mümkün olan nedenlerdir (Şekil 6.2’de görüldüğü üzere).



Şekil 6.2 Kontrol grafiğinde ÜKL, AKL ve OÇ'nin gösterimi

Örneğin, bir üretim prosesinde imal edilen silindirlerin çapına ait ortalamanın ( $\mu$ ) 24 mm. Ve çaplarına ait varyansının da 81 olduğunu, silindir çaplarını normal dağıldığını ve 49 adetlik bir örneklem alındığını varsayalım. Bu durumda söz konusu örneklemin, genel ortalamanın üstünde 26 mm.'yi geçme olasılığının ne olduğu şu şekilde hesaplanabilir :

Silindir çaplarının normal dağıldığı kabul edildiği için, Z değişkenini kullanarak, sorunun cevabını bulabiliriz. Z değerinin bulunması için (19)'da gösterilen formülden yararlanılacaktır.

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (6.1)$$

$$Z = \frac{26 - 24}{9 / \sqrt{49}} = \frac{2}{1,28} = 1,56$$



Z değerine karşılık gelen değer, 0.9406'dır.

$$0.9406 - 0.50 = 0.4406$$

$$0.50 - 0.4406 = 0.0594$$

Özel bir neden olduğu takdirde de proses durdurulurken, tesadüfi nedenlerin olması halinde procese devam edilir. Merkezi çizginin, popülasyonun yani tüm verilerin ortalamasına ( $\mu$ ) eşit olduğu kabul edildiğinde, AKL, ÜKL limitleri ile ML'nin bulunmasında (20), (21) ve (22)'de ifade edilen formüllerden yararlanılacaktır.

$$ML = \mu \quad (6.2)$$

$$UKL = ML + 3\sigma_{\bar{x}} \quad (6.3)$$

$$AKL = ML - 3\sigma_{\bar{x}} \quad (6.4)$$

Üretim proseslerinde değişime neden olan tesadüfi ve özel olmak üzere iki tür neden vardır. Kontrol diyagramlarının amacı da özel nedenlerin tespit edilip, ortadan kaldırılmasıdır. Bunlar:

- Ho Hipotezi: Temel hipotezdir. Üretim prosesinin kontrol altında olduğunu belirtir.
- H1 Hipotezi: Alternatif hipotezdir. Üretim prosesinin kontrol dışında olduğunu gösterir.

Ho hipotezi doğru iken, yani üretim prosesi kontrol altındayken eğer procese müdahale edilirse, "1. tip hata olasılığı" yani "alfa tipi hata" oluşacaktır.

H1 hipotezi doğru iken, yani üretim prosesi kontrol dışındayken, eğer procese müdahale edilmezse, "2. tip hata olasılığı" yani "beta tipi hata" oluşacaktır. Bu durumda beta tipi hatanın, alfa tipi hatadan daha önemli olduğu oldukça açıktır.

#### 6.5.4. Kontrol Diyagramı Çeşitleri

- Nicel Kontrol Grafikleri
  - X -R Kontrol Grafikleri
  - X -S Kontrol Grafikleri
- Nitel Kontrol Grafikleri
  - p (Kusurlu oran) Grafiği
  - np (Kusurlu sayısı) Grafiği
  - u (Brim başına kusur sayısı) Grafiği
  - c (Örnek başına kusur sayısı) Grafiği

##### 6.5.4.1. Nicel Kontrol Grafikleri

###### 6.5.4.1.1. $\bar{X}$ -R Diyagramı

X grafiği, bir proses için oluşturulan kontrol diyagramının alt ve üst limitlerinin bulunması için oluşturulurken, R diyagramı da dağılma genişliğinin gösterilmesi için oluşturulur. X ve R diyagramları alt alta çizilen diyagramlardır. X – R diyagramının çizilebilmesi için, örnek hacminin 3, 4, 5 v.b. küçük rakamlardan oluşması gereklidir. Çünkü, örnek hacminin büyük olması halinde, R diyagramı uygulanırsa, bu diyagram dağılma genişliği ile ilgili olduğundan, çok sayıda bilgi kaybına neden olacaktır.

X diyagramında ÜKL, AKL ve ML'nin bulunmasında şu formüllerden hareket edilir:

$$ML = \mu \quad (6.5)$$

$$UKL = \mu + 3\sigma_{\bar{x}} \quad (6.6)$$

$$AKL = \mu - 3\sigma_{\bar{x}} \quad (6.7)$$

R diyagramında ise, proses dağılma genişliği şu formüller yardımıyla elde edilir :

$$ML = \bar{R} \quad (6.8)$$

$$UKL = \bar{R}D_4 \quad (6.9)$$

$$AKL = \bar{R}D_3 \quad (6.10)$$

Yukarıdaki formüller yardımı ile elde edilen değerler X- R diyagramına yerleştirilir.

#### 6.5.4.1.2. $\bar{X}$ -S Grafiği

X – S grafiği örnek hacminin (n)  $\geq 10$  olduğu takdir de kullanılması gereken bir grafik türüdür. Örnek hacmi büyük olduğunda, bu diyagramın kullanılması gerektiğinin yanı sıra örnek hacimleri birbirinden farklı olduğunda da yine X-S diyagramı kullanılır. X-R diyagramı ise, örnek hacminin sabit ve küçük sayılardan oluşması halinde kullanılır.

S diyagramında da ML, ÜKL ve AKL değerlerinin bulunmasında şu formüllerden yararlanılacaktır:

$$ML = \bar{C} \quad (6.11)$$

$$UKL = B_4 \bar{S} \quad (6.12)$$

$$AKL = B_3 \bar{S} \quad (6.13)$$

#### 6.5.4.2. Niteliksel Kontrol diyagramları

Nitel kontrol diyagramları gözle muayene edilerek, kusurlu- kusursuz şeklinde ayrılacak mamullere uygulanır. O halde niteliksel kontrol diyagramlarını otomobil parçası gibi ürünlerde değil de, oyuncak bebek v.b. ürünlerin kalite kontrolünde kullanabiliriz. Niteliksel kontrol diyagramı çeşitleri şunlardır:

- p kontrol diyagramı
- np kontrol diyagramı
- c kontrol diyagramı
- u kontrol diyagramı

#### 6.5.4.2.1. p Kontrol Diyagramı

Mamüllerin belli özelliklerinin standartlara uygunluğu yerine, bu mamüllerin kusurlu olup olmadıklarının araştırılması durumunda, prosesten alınan örneklerin ortalamaları yerine kusurlu oranlarının kontrol edilmesi durumudur. Bu işlem “ p kontrol grafiği “ ile yapılır. (Kartal, 1999)

$$\bar{p} = \text{kusurlu oranı} \quad (6.14)$$

$$\bar{p} = \frac{\text{Toplam kusurlu parça sayısı}}{\text{İncelenen parça sayısı}} \quad (6.15)$$

$$ML = p \quad (6.16)$$

$$UKL = p + 3\sigma_p \quad (6.17)$$

$$AKL = p - 3\sigma_p \quad (6.18)$$

#### 6.5.4.2.2. np Kontrol Diyagramı

np kontrol diyagramına, kusur sayısı grafiği de denilmektedir. np grafiği şekil olarak p grafiği ile aynı olmasına karşın, p kontrol diyagramı, üretim prosesindeki kusur oranı ile ilgilenirken, np kontrol diyagramı, kusur sayısı ile ilgilenmektedir.

p: Kusurlu sayısı

q : Kusurlu olmayan ürün sayısı

n : örnek hacmi

$$ML = np \quad (6.19)$$

$$UKL = np + 3\sqrt{npq} \quad (6.20)$$

$$AKL = np - 3\sqrt{npq} \quad (6.21)$$

#### 6.5.4.2.3. u Kontrol Diyagramı

Üretilen birimlerin kalite kontrolünde, bir birimde rastlanan kusur sayıları esas alındığında, u grafikleri kullanılır. (Gümüšoğlu, 2000) U kontrol diyagramları örnek hacimleri değişken olduğunda da kullanılan bir grafik türüdür.

$$ML = \bar{u} \quad (6.22)$$

$$UKL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (6.23)$$

$$AKL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (6.24)$$

#### 6.5.4.2.4. c Kontrol Diyagramı

U grafiğinde birim başına kusur sayıları göz önüne alınırken, c diyagramında da her bir örnekteki kusur sayıları dikkate alınır.(Gümüšoğlu, 2000)

$$\bar{c} = \frac{\text{Kusur sayısı toplamı}}{\text{Örnek sayısı}} \quad (6.25)$$

$$ML = c \quad (6.26)$$

$$UKL = c + 3\sqrt{c} \quad (6.27)$$

$$\bar{u} = \frac{\text{Toplam kusur sayısı}}{\text{Örnek sayısı} \times \text{Örnek hacmi}} \quad (6.28)$$

### **6.5.5. Kabul Örneklemesi**

Büyük partili malzeme alınacağında, alınacak bu malzemenin istenen standartlarda olup olmadığının tespitinde, kabul örnekleme kullanılır. Kabul örnekleme yardımı ile parti ret veya kabul edilir.

Kabul örnekleme yönteminin uygulanması ile amaçlanan, % 100 muayene ile sıfır hataya ulaşılması değil, kalite sisteminin kurulması ile sıfır hataya ulaşılmasıdır.

#### **6.5.5.1. Kabul örneklemesinin Kullanıldığı Yerler**

- Yapılacak muayene hasar verici olduğunda, kabul örnekleme yönteminden yararlanılır. Örneğin, metal malzemelerin darbe ile muayene edilmesi halinde hasar göreceğinden, bu malzeme partisinden bir örnek alınır ve bu örnek üzerinde güç denemesi yapılır. Böylece örneklemeden hareket ederek, parti hakkında genel yargıya varılarak, parti red veya kabul edilir.
- Tüm parçaların muayene edilmesi gerektiği durumlarda, bunun maliyeti çok yüksek olacağından, alınan örnekler üzerinde muayene yapılarak, ürünlerin reddedilmesine veya kabul edilmesine yönelik karara varılır. Örneğin, bir otomobil fabrikasına 10 tır lastik gelmesi halinde, lastiklerin tek tek muayene edilmesi ekonomik olmayacağından, kabul örnekleme yönteminin kullanılması uygun olacaktır.
- Tüm parçaların muayene edilmesi çok zaman alacaksa, bu durumda kabul örnekleme yönteminden yararlanılır. Örneğin, inşaat alanına gelen 1000 tane çivinin muayenesi çok zaman alacağından, kabul örnekleme yapılarak, ürünlerin kabul veya reddedilmesi uygun olacaktır.

#### **6.5.5.2. Kabul Örneklemesinin Avantajları**

- Tüm parti yerine sadece alınan örnekler üzerinde muayene yapıldığından, maliyeti daha azdır.
- Hasar verici muayenelerde, muayene sadece örnek üzerinde yapıldığından sadece örnek içerisinde yer alan ürünler hasar görecektir.

- Sadece örnek içindeki ürünlere muayene yapıldığından, muayene ile ilgilenecek çalışan sayısı da az olacaktır.
- Zaman tasarrufu sağlayacaktır.
- Partinin kabul örnekleme sonucunda reddedilmesi halinde, parti ilgili yöneticiye geri gönderileceğinden ötürü, yöneticinin kalitesini iyileştirmeye yönelik motivasyonu artacaktır.

#### **6.5.5.3. Kabul Örneklemesinin Dezavantajları**

- Kabul örnekleme yönteminde her zaman için, kötü partinin kabul edilmesi yani beta tipi hatanın yapılması ve iyi partinin reddedilmesi yani alfa tipi hatanın yapılması riski vardır.
- Kalite örneklemesinde, sadece örnek zerinde inceleme yapıldığından, az bilgiye sahip olunacaktır.
- % 100 muayene yapılması halinde, planlama, çalışanların eğitimi vb. uygulamalara gerek duyulmazken, kabul örneklemesinin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için, bu tür faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gereklidir.

#### **6.5.5.4. Kabul Örnekleme Planları**

- Tekli Örnekleme (Birli örnekleme)
- İkili Örnekleme (Çift örnekleme)
- Çoklu Örnekleme

##### **6.5.5.4.1. Tekli (Birli) Örnekleme**

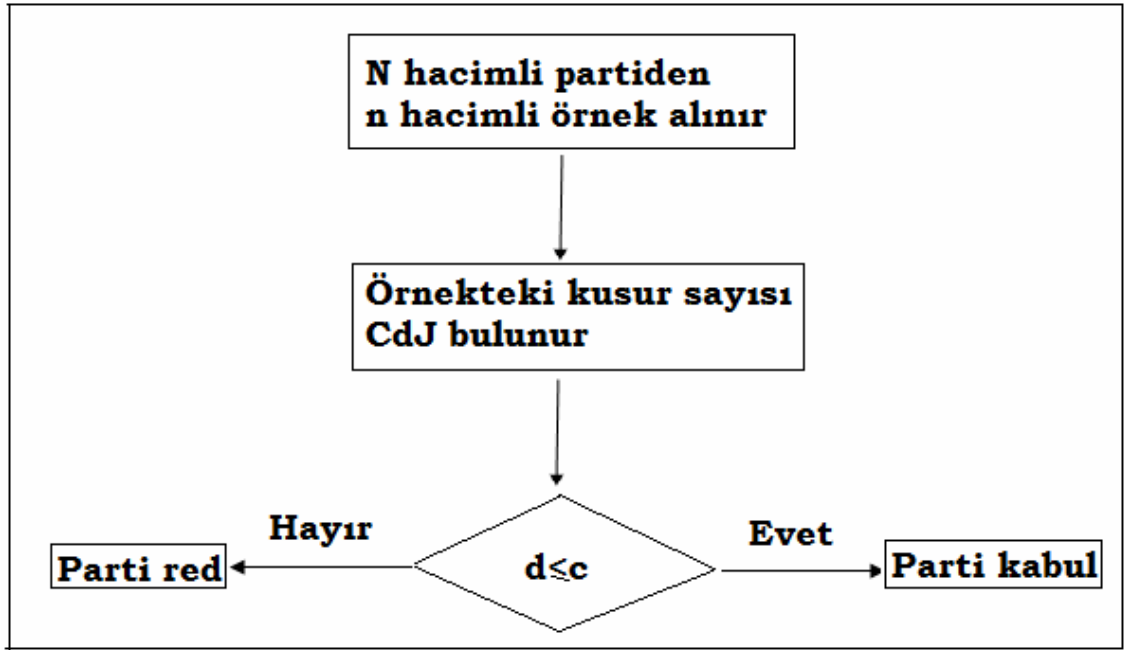
Bu plan tipinde gele partiye dair bir örnek alınır ve bu örnek üzerinde inceleme yapılarak, parti hakkında yargıya varılır. Birli örnekleme de örnek seçimi yapıldıktan sonra, “c” harfi ile temsil edilen izin verilebilecek kusur sayısı saptanır. Bu durumda parti de “c” ile temsil edilen sayı kadar ya da daha az kusurlu ürün çıkması halinde parti kabul edilecek, aksi takdir de reddedilecektir. İzin verilebilecek kusur sayısının

(c) tespiti yapıldıktan sonra sıra, alınan örnekte tespit edilen ve “d” harfi ile ifade edilen kusur sayısının tespitine gelir.

Bunun sonucunda, örnekte tespit edilen kusur sayısı, eğer partide çıkabilecek kusur sayısından küçük olursa, parti kabul edilerek; eğer örnekte çıkan kusur sayısı, partide çıkmasına izin verilen kusur sayısından büyük olursa, parti reddedilecektir(Şekil 6.3'te görüldüğü üzere).

$d \leq c \rightarrow$  Parti kabul edilir.

$d > c \rightarrow$  Parti reddedilir.



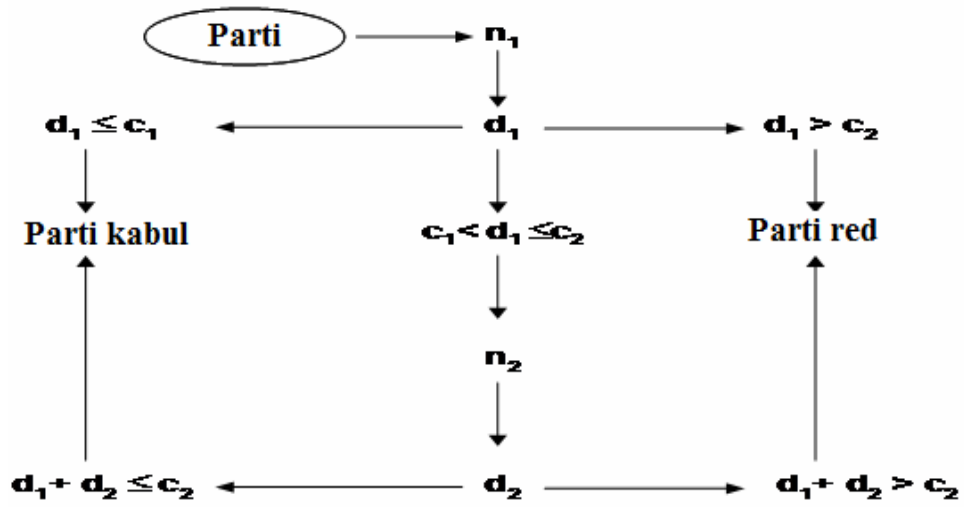
Şekil 6.3 Birli örnekleme (Kobu, 1987)

#### 6.5.5.4.2. Çift (İkili) Örnekleme Planları

Tekli örnekleme planından farklı olarak, birinci örnek hacmi ( $n_1$ ) çekildikten sonra, kalan ana kütleden, ikinci örnek hacmi ( $n_2$ ) çekilir ve bu doğrultuda kabul veya red kararı verilir. İkili örnekleme planının tekliye göre avantajı, alınan örnek hacminin daha düşük olması nedeniyle ekonomik avantaj ve aynı zamanda psikolojik rahatlama sağlanmasıdır (Besterfield, 2004). İkili örnekleme planı dört parametreden oluşur. Bunlar(Şekil 6.4'te görüldüğü üzere) :



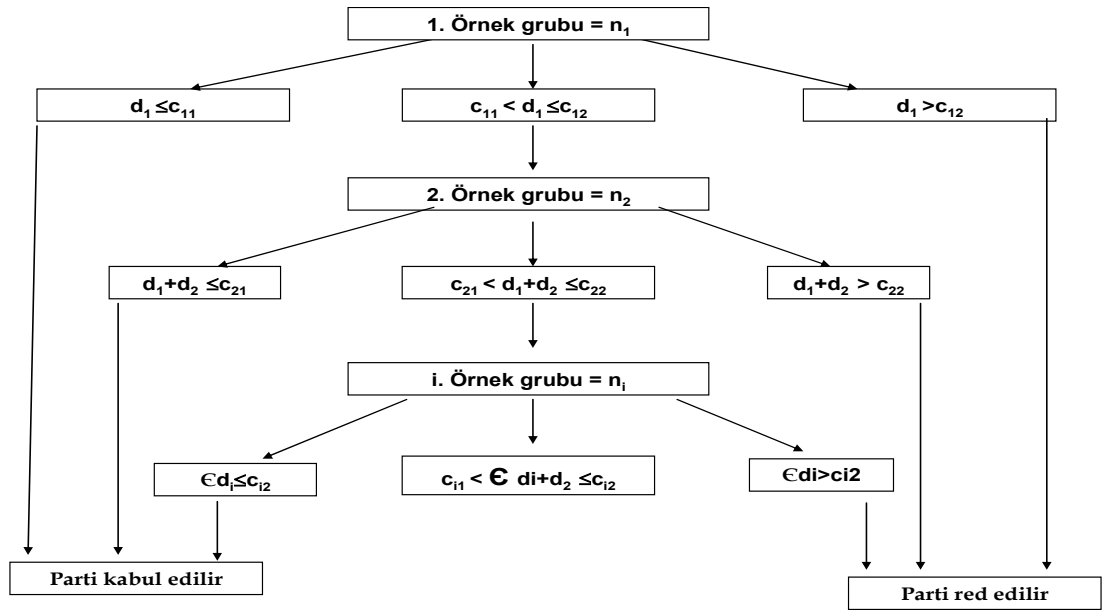
- $n_1$ : ilk örnek
- $n_2$ : ikinci örnekleme
- $c_1$ :  $n_1$ 'de izin verilen kusurlu sayısı
- $c_2$ :  $n_1 + n_2$ e izin verilen kusurlu sayısı



Şekil 6.4. İkili örnekleme (Kobu, 1987)

#### 6.5.5.4.3. Çoklu Örnekleme

Çoklu örnekleme planı, ikili örnekleme yönteminin, daha çok örnek olması halinde kullanılması için geliştirilmiş halidir. Çoklu örnekleme planı, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir (Şekil 6.5'te görüldüğü üzere).



Şekil 6.5 Çoklu örnekleme (Kobu, 1987)

#### 6.5.5.5. Standart Örnekleme Planları

Örnekleme planlarının dizaynı ve değişen koşullara adapte edilmesi, bu noktaya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi, uzun istatistik ve olasılık hesaplarını gerektirir. Üretim sürecinin çeşitli aşamalarında kalite kontrolörleri tarafından uygulanan muayene işlemlerinde bu tür hesaplamaların sık sık yapılması mümkün olmaz. Bu nedenle her düzeyde elamanın kolaylıkla yararlanabileceği ve basit bir talimatla kullanabileceği standart örnekleme tablolarına gereksinme duyulmuştur. (Kobu, 1987) Standart örnekleme tabloları şunlardır :

- Dodge Roming Örnekleme Tabloları
- Ordu Levazım Örnekleme Tabloları
- Askeri Standart Örnekleme Tabloları

#### 6.5.5.5.1. Dodge- Roming Örnekleme Tablosu

Sabit parti kalitesi için belirlenen bir tüketici riskini minimum maliyetle gerçekleştiren örnekleme planlarını seçme olanağı veren tablolarıdır. Genellikle kusurlu parçaların yerine sağlamalarının konulabildiği, imalat ve son montaj aşamalarındaki muayenelerde kullanılan tablolardan oluşur. (Kobu, 1987) İlgili tablolar EK- 4'de sunulmuştur.

### 6.5.5.2. Ordu Levazım Örnekleme Tabloları

Gelen partilerin ortalama kalitesinin, belirli bir seviyede bulunmasını sağlayan altısı kusurlu parçalar, altısı da kusur sayıları olmak üzere toplam on iki tablodan oluşmaktadır. Kusurlar, kritik, tesadüfi, asıl ve yan olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Asıl kusurlar, parçanın görev yapamaz veya mamülün çalışamaz hale gelmesine yol açarlar. Yan kusurlar, verimi veya ömrü azaltır, fakat çalışmayı engellemezler. Kusur sayıları için düzenlenmiş tablolar, süreklilik gösteren; tel halat, saç levha, kumaş v.b. mamüller üzerinde yapılan muayenelerde kullanılırlar(Kobu, 1987).

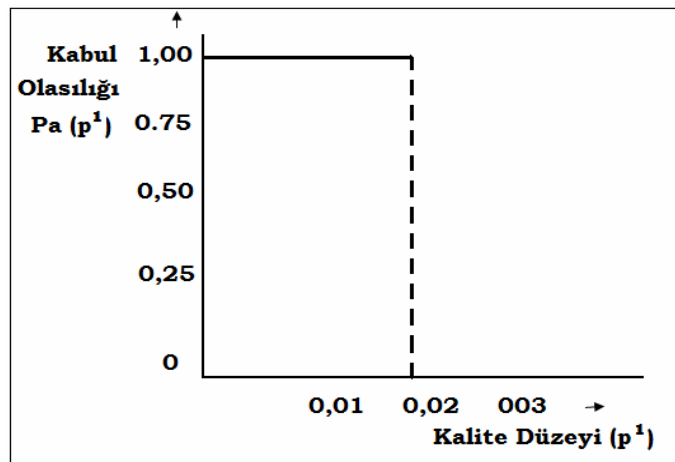
### 6.5.5.3. Askeri Standart Örnekleme Tabloları

MIL-STD-105A kodu ile tek, çift ve çok katlı örnekleme planlarını veren tablolardan oluşur. MIL-STD-105A kodu ile tanımlanan tek katlı örnekleme planları tablosunun tümünde kabul edilebilir kalite düzeyi % 0.015 -% 1.000 arasında değişmektedir.

Tabloda bulunan yönlü oklar aranılan planın okun bittiği noktada bulunacağını, K kabul, R red sayısını göstermektedir. Bu sisteme göre saptanan bir örnekleme planında parti kalitesinin istenilen düzeyde veya ondan daha iyi olması sağlanır (Kobu, 1987). İlgili tablolar Ek -2 ve Ek- 3'te sunulmuştur.

### 6.5.6. Çalışma Karakteristiği Eğrisi

Kusurlu oranına karşılık, kabul olasılığını gösteren eğridir. Reddedilme ve kabul edilme olasılığını gösterir (Şekil 6.6.'da görüldüğü üzere).



Şekil 6.6 İdeal çalışma karakteristiği eğrisi (Kobu, 1987)

$$p = 0.02$$

$$P_a = 1.00$$

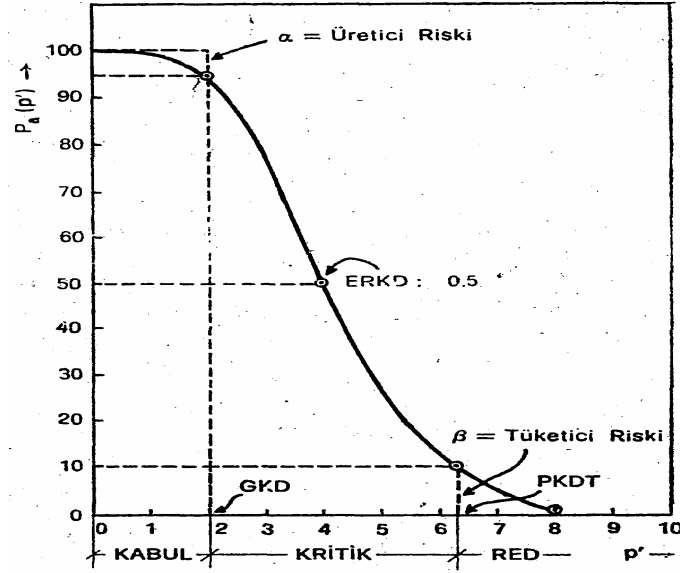
Reddedilme olasılığı ise,

$$1 - P_a = 1 - 0.225 = 0.9397 \text{ olarak bulunacaktır.}$$

### 6.5.7. Kabul Edilir Kalite Seviyesi

ÇK eğrisi belirli bir örnekleme planında partilerin değişen kalite düzeyleri karşısında kabul olasılıklarını verir. Grafik üzerinde tanımlanan bazı noktalar parti hakkında verilecek kararda özel önem taşırlar(Şekil 6.7’de verildiği üzere).  $N=2000$ ,  $n=150$ ,  $c=5$  örnekleme planına ait ÇK eğrisi üzerinde gösterilen bu noktalar şöyle tanımlanır (Kobu, 1987) :

$\alpha$  = Üretici Riski (UR) : Kabul edilebilir kalite düzeyinde gelen bir partinin “reddedilme olasılığı. Pratikte genellikle  $\alpha = 0,05$  alınır. Dolayısı ile iyi kalitedeki böyle bir partinin kabul olasılığı  $0,95$ ’tir.



Şekil 6.7  $N=2000$ ,  $n=150$ ,  $C=500$  örnekleme planına ait çalışma karakteristiği eğrisinin analizi

GKD = Geçerli Kalite Düzeyi (AQL: Acceptable Quality Level):  $\alpha$  riski ile reddedilme olasılığı bulunan iyi kalitede bir partinin kusurlu parça oranı.

$\beta$  = Tüketici Riski (TR): Reddedilmesi gereken kalite düzeyinde gelen bir partinin kabul edilme olasılığı. Pratikte genellikle  $\beta=0,10$  alınır. Buna göre kötü kalitede bir partinin kabul olasılığı  $0,10$ 'dur.

PKDT = Parti Kalite Düzeyi Toleransı (LTPD: Lot Tolerance per cent Defective) :  $\beta$  riski ile kabul edilme olasılığı bulunan kötü kalitede bir partinin kusurlu parça oranı.

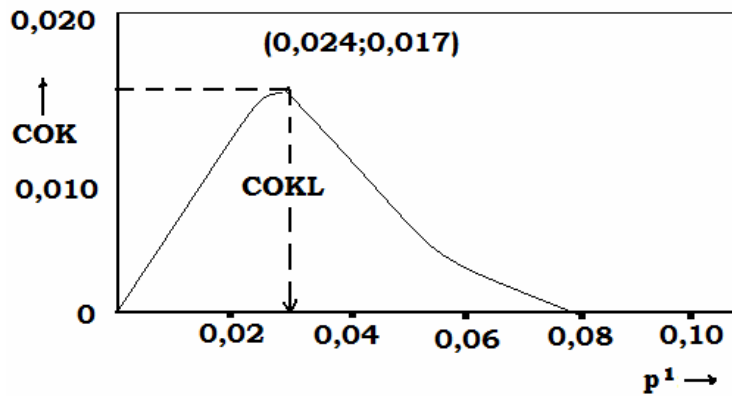
ERKD = Eşit Riskli Kalite Düzeyi: Kabul veya red olasılığı eşit, yani %50 olan partinin kusurlu~parça oranı.

Kabul Bölgesi: Kabul olasılığı 0.95'den yüksek olan partilerin kusurlu parça oranlarının bulunduğu bölge. Kritik veya Kararsız Bölge: GKD-PKDT noktaları arasında kalan bölge. Red Bölgesi: Kabul olasılığı  $0,10$ 'dan küçük olan parti kalitelerinin bulunduğu bölge(Kobu, 1987) .

#### 6.5.8. Ürünlerin Ortalama Kalite Değeri

AOQ (Average Outgoing Quality), çok sayıda parti muayene edildikten sonra, parti kalitesinin ortalama kalite değerini gösterir(Şekil 6.8'de verildiği üzere).

$$AOQ = Pa \times p \quad (6.29)$$



Şekil 6.8 N=3000, N=150, C=4 tek örnekleme planına ait çalışma karakteristiği  
(Kobu, 1987)

Çıkan ortalama kalite eğrisi (COKL=AOQ eğrisi), rededilen partiler %100 muayeneden geçirilip kusurlu parçalar ayıklandıktan sonra tüm partilerin ortalama kalite düzeyinin belirlemeye yarar. Örnekleme muayenesi ve rededilen partilerin %100 muayenesi sonunda geçen partilerin ortalama kalitesi doğal olarak partilerin

başlangıçtaki kalitesine bağlı bir değerdir. Bu nedenle çıkan ortalama kalitenin maksimum değerine çıkan ortalama kalite limiti denir.  $N=3000$ ,  $n=150$ ,  $c=4$  verileri ile elde edilen AOQ eğrisi Şekil 6.8’de görüldüğü gibidir (Kobu, 1987).

Eğrinin maksimum noktası koordinatları  $(0, 024; 0, 0170)$ ’tir. Yani gelen partiler  $p=0.024$  kalitesinde ise, muayeneden sonra en kötü çıkan ortalama kalite limiti yani AOQ 0.0170 olarak çıkacaktır. Eğer  $p' > 0.024$  ise red olasılığı ve dolayısı ile %100 muayene işlemleri hızla artar. %100 muayene nedeni ile masrafların artmasına karşılık çıkan ortalama kalite düzeyinin iyileşmesi doğaldır. Benzer bir durum, daha yavaş bir azalma ile  $p' < 0.024$  değerleri için de söz konusudur. Çıkan ortalama kalite eğrisi, uzun vadede muayeneden geçen partilerin en kötü kalite düzeyini göstermesi bakımından yararlı bir karar verme aracıdır (Kobu, 1987).

#### 6.5.9. Ortalamam Toplam Muayene Sayısı

ATIC (Average Total inspection Curve), birli ve ikili örneklemede farklı formüllerle elde edilirler.

Birli örnekleme için ATI,

$$ATI = n + (N - n) \times (1 - Pa) \quad (6.30)$$

1-  $Pa$  : Partinin reddedilme olasılığı (6.31)

İkili örnekleme için ATI,

$$ATI = n_1 + n_2 \square P(c_1 < d_1 \leq c_2) + (N - n_1 - n_2) \square p(d_1 + d_2 > c_2) + (N - n_1) \square p(d_1 > c_2)$$

(6.32)

#### 6.5.10. Kabul Edilebilir Muayene Sayısı

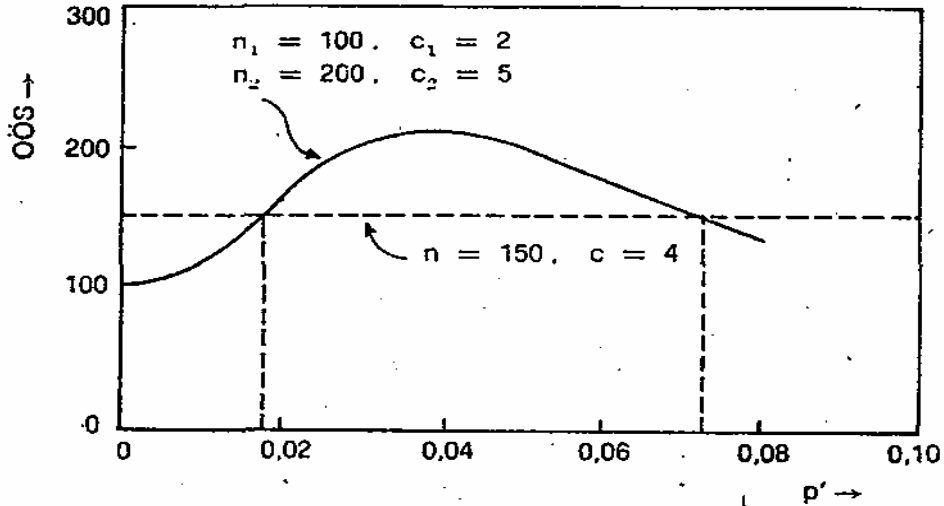
ASN, kabul örneklemede kaç adet örneklem parçasının muayene edilmesi gerektiğini sorgular. Birli ve ikili örnekleme için ASN, farklı formüllerle elde edilir.

Birli örnekleme için,

$$ASN = n \quad (6.33)$$

İkili örnekleme için,

$$ASN = n_1 + n_2 \cdot p(c_1 < d_1 \leq c_2) \quad (6.34)$$



Şekil 6.9 Tek ve çift örnekleme planlarında ASN eğrileri (Kobu, 1987)

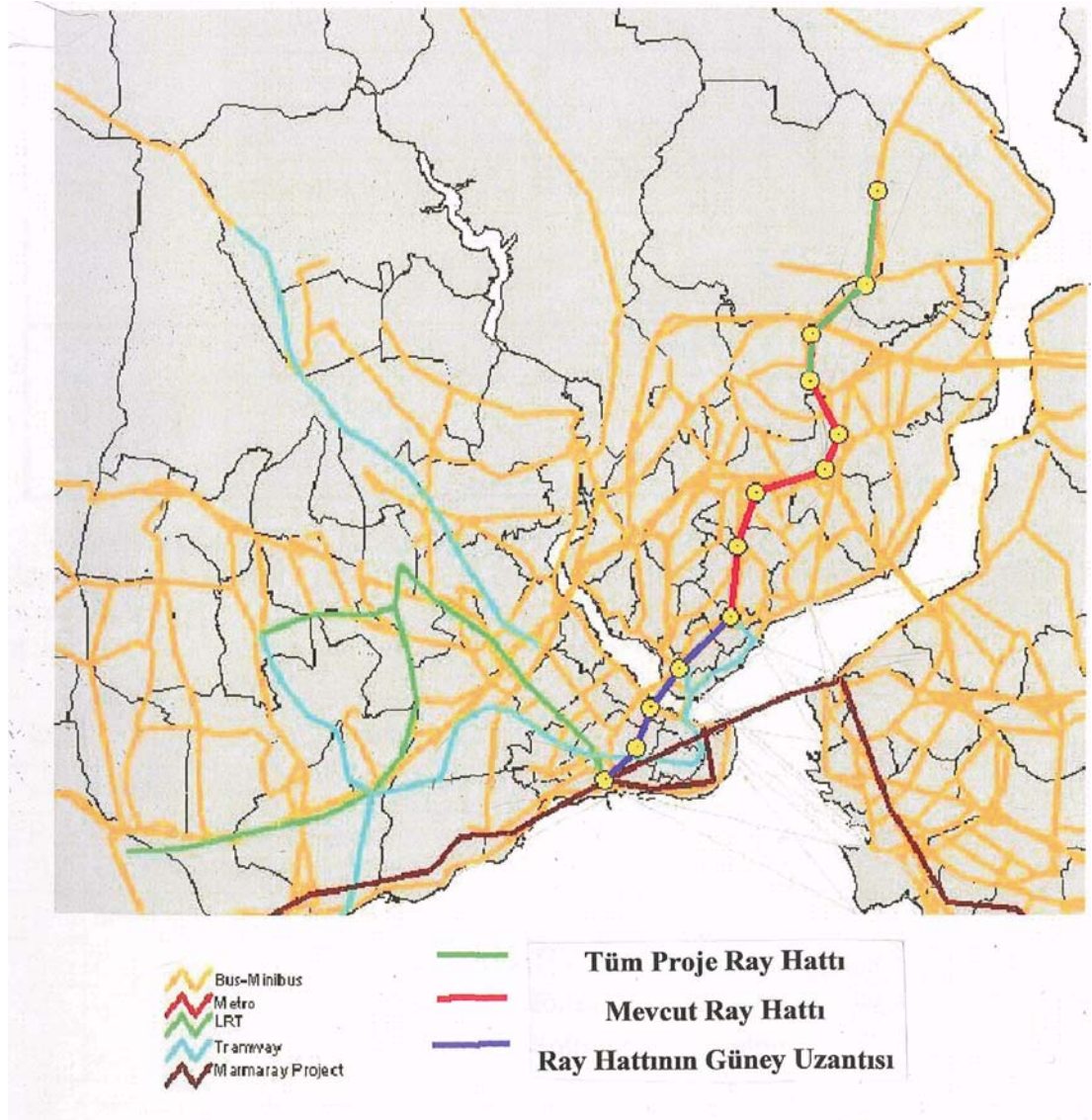
Bir örnekleme planında muayene edilen parça sayısının muayene maliyetleri içinde önemli bir payı vardır(Şekil 6.9'da görüldüğü üzere). Tek örnekleme planlarında örnek sayısı  $n$  olup sabittir. Fakat çift örneklemede red veya kabul kararı bazen  $n_1$ , bazen  $n_1 + n_2$  örneğin muayenesi sonunda verilir. Yani gelen partinin  $p'$  kalitesine bağlı olarak parti başına bir ortalama örnek sayısı söz konusudur. Parti kalitesi iyi ise, yani  $p'$  küçükse ilk örnekleme sonunda kabul kararı verme olasılığı artacağından ortalama örnek sayısı  $n_1$  değerine yakın olur. Aksi halde ortalama örnek sayısı  $n_1 + n_2$  değerine yakındır (Kobu, 1987).

Tek örnekleme planında ortalama örnek sayısının sabit olmasına karşılık, çift örnekleme planında ortalama örnek sayısı giderek artan bir maksimumdan geçtikten sonra azalan bir değişim gösterir (Kobu, 1987).

## 7. LEVENT—AYAZAĞA METRO PROJESİ UYGULAMASI

### 7. 1. Projenin Tanıtımı

İstanbul Metro Sistemi, Topkapı'dan başlayarak Yenikapı - Taksim üzerinden Ayazağa'ya ulaşan yaklaşık 21 km. Uzunlukta ve 15 istasyondan oluşan ağır yaylı taşıma sistemidir. Mevcut durum Şekil 7.1'de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 4.Levent – Ayazağa metro güzergahı



Taksim- 4. Levent arasında çalışan ve 6 istasyondan oluşan mevcut hat Eylül 2000 tarihinde hizmete açılmıştır ve günde ortalama 140 000 yolcu taşımaktadır. Güneyde yapımı devam etmekte olan hat tamamlandığında metro sistemi Yenikapı'da Marmaray Projesi ile birleştirilmiş olacaktır. Kuzey yönündeki yapım çalışmaları Alsim Alarko - Garanti Koza ortaklığı tarafından sürdürülmektedir.

Tablo 7.1. Mevcut güzergah, kuzey ve güney yönünde yapılan hat

	İstasyonlar	Km	Uzaklık
<b>GÜNEY YÖNÜNDE YAPILAN HATLAR</b>	Yenikapı	0.000	-
	Şehzadebaşı	1.212	1.212
	Unkapanı	2.193	0.981
	Şişhane	3.347	1.154
<b>MEVCUD HATLAR</b>	Taksim	4.938	1.591
	Osmanbey	6.561	1.623
	Şişli	8.081	1.520
	Gayrettepe	9.727	1.646
	1.Levent	10.841	1.114
	4.Levent	12.010	1.169
<b>KUZEY YÖNÜNDE YAPILAN HATLAR</b>	Sanayi	12.980	0.970
	İTÜ Ayazağa	15.170	2.190
	Atatürk Oto Sanayi	16.580	1.410

Hattın tamamı delme tünel olarak inşa edilecektir. Mevcut durumda tek hat tünel boyu 14, 424 metredir. Tünel kesitleri ve boyları ise aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7.2. Tünel kesitleri ve boyları

Tip	Tanım	Kesit Alanı (m2)	Kazı Çapı (m)	Uzaklık (m)
A	Anahat Tünelleri	36.85	6.5	10.031
P	İstasyon (Peron) Tünelleri	65.37	9.3	1.227
P1	İstasyon (Peron) Tünelleri	83.18	11.3	403
T	Birleşim Tünelleri	101.07	10.7	620
C	Çift Hat	75.51	11.3	
B1	İstasyon Bağlantı Tünelleri	43.21	6.9	822
B2	Anahat Bağlantı Tünelleri	22.43	4.7	379
B3	İstasyon Merdiven Tünelleri	44.63	7.1	318
	Şaft-Anahat Arası Bağlantı Tünelleri	43.73	7.0	472
	Şaftlar	84.78	13.0	152

İlgili projede yürütülen ana imalat kalemleri ise Tablo 7.3’de gösterilmiştir.

Alsim Alarko – Garanti Koza ortaklığının üstlendiği kuzey yönündeki güzergah işveren İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin talebi doğrultusunda Maslak yönüne Hat 1 Km : 22 + 45’e kadar uzatılmıştır. Bu durumda teklif aşamasındaki km uzunluğu ile, kapsam artışından sonraki km uzunluğu aynı olmayacaktır.

#### A- Teklif Aşamasında

Başlangıç Km’si : 17 + 680.50 km (4. Levent Sanayi)

Bitiş Km’si : 20 + 800 .00 km (Ayazağa Atlı Spor Klubü)

Toplam Ana Hat Boyu : 3.120 mt. (Çift Hat)

Depo Bağlantı Tünelleri : 4 adet (1.170 + 540 + 720 + 1.230 = 3.660 mt)

Toplam Tek Hat Tünel Boyu : 11.500 mt.

Depo Alanı : 68. 000 m2

İstasyon : 2 adet

İstasyonlar : Sanayi, İTÜ, Ayazağa

### B- Kapsam Artışı Dahil

Başlangıç Km'si : 17 + 680.50 km (4. Levent Sanayi)

Bitiş Km'si : 22+ 405.00 km

Toplam Ana Hat Boyu : 4.725 mt. (Çift Hat)

Depo Bağlantı Tünelleri : 3 adet (1.320 + 425 + 835 = 2.580 mt)

Toplam Tek Hat Tünel Boyu : 14.424 mt

Depo Alanı : 68.000 m<sup>2</sup>

İstasyon : 3 adet

İstasyonlar : Sanayi, İTÜ, Ayazağa, Atatürk Oto Sanayi, Seyrantepe

**Tablo 7.3. İmalat Ana Kalemleri**

Ana İmalat Kalemleri	Br.	Teklif Aşamasında	Kapsam Artışı Dahil
Toplam Beton	m <sup>3</sup>	150.000	240.000
Püskürtme Beton(Aynaya)	m <sup>2</sup>	305.000	320.000
Püskürtme Beton	M	240.000	430.000
Öngermeli Ankraj Bulonu (40-60 ton)	m <sup>2</sup>	47.000	45.000
Demir	Ton	16.500	23.000
İksa	Ton	3.500	4.500
Bulon ve Sürenler	Adet	200.000	350.000
Tünel Kazısı	m <sup>3</sup>	450.000	800.000
İstasyon Kazısı	m <sup>3</sup>	130.000	260.000
Triyaj Alanı, Açık Saha Kazısı	m <sup>3</sup>	450.000	700.000
Triyaj Alanı, Dolgu	m <sup>3</sup>	220.000	40.000

### 7.1.1. Proje Kapsamında Yapılan Faaliyetler

- **Depo Sahası**

Depo sahasında bugüne kadar yaklaşık 628.316 m3 kazı yapılmıştır.

- **Tüneller**

#### **Şaft 1 :**

Kazı çalışmaları tamamlanmıştır. Ana hat ve bağlantı hattı 1’de P tipinde tünel kaplama betonu imalatı ile ara kat P tünelleri kemer kaplama betonu imatları tamamlanmıştır.

#### **Şaft 2 :**

Tünel kazısı çalışmaları tamamlanmıştır. Ana hat 1 ve 2’de geri doğrultuda kemer kaplama betonu imatları tamamlanmıştır.

#### **Şaft 3:**

Tünel kazısı çalışmaları tamamlanmıştır. İTÜ istasyonundan Şaft 2’ye doğru Ana hat 1’de kemer kaplama betonu imatları devam etmektedir. Her ki hatta da İTÜ istasyonu P1 tipi peron tüneli kemer kaplama betonu imatları tamamlanmıştır. B1 ve B3 tipi ara kat bağlantı ve merdiven tünelleri kaplama betonu imatları devam etmektedir.

#### **Şaft 4 :**

Tünel kazısı çalışmaları tamamlanmıştır. Tünel kaplama betonu imatları her iki ana hatta da tamamlanmıştır.

#### **Sevrantepe Yaklaşım 1 ve Şaft 5 :**

Bağlantı hat 1, hat 2, hat 3’de tünel kaplama betonu imatları tamamlanmıştır.

#### **Maslak Yaklaşımı 2 :**

Geri doğrultudaki tünellerin kazıları tamamlanmıştır. Her iki hatta da Atatürk Oto Sanayi peron (P tipi) tünelleri şaft 7’den gelen aynalarla buluşmuştur.

Peron ara bağlantı (B1) tünel kazıları devam etmektedir. P be B1 tipi peron tünelleri zayıf zemin koşulları sebebiyle aşamalı olarak açılmaktadır. Bu işlem sırasında da umbrella arch tekniği uygulanmaktadır. Ana hat 1’de ve ana hat 2’de geri doğrultuda kemer ve invert kaplama betonu çalışmaları tamamlanmak üzeredir. İleri doğrultudaki A tipi kemer kaplama betonu imalatları ise tamamlanmış durumdadır.

#### **Şaft 6 :**

Ana hatlarda ileri doğrultuda tünel kazısı faaliyetleri devam etmektedir. Ocak içerisinde yapımına başlanan ana hat 2’de ileri doğrultuda ilerleyen makas tüneli kazısına kademeli olarak devam edilmektedir. Hat 2, geri doğrultuda şaft 7’den gelen ayna ile birleştirilmiştir. Geçiş 14 ve geçiş 15 kazıları tamamlanmıştır. Zemin koşulları uygun olmadığı için, kazılar kontrollü olarak ve umbrella arch tekniğinin kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

#### **Şaft 7 :**

Ana hat 2’de geri doğrultuda Atatürk Oto sanayi P tipi peron tünellerinde maslak yaklaşımından gelen aynalar ile buluşma sağlanmıştır. İleri doğrultuda ana hat 2, şaft 6’da bulunan ayna ile birleştirilmiştir. Hat 1’deki üst yarı tünel kazısı çalışmalarına zayıf zemin koşullarından ötürü kontrollü olarak devam edilmekte ve kazı sırasında umbrella arch tekniği kullanılmaktadır.

#### **• İstasyonlar**

#### **Sanayi İstasyonu :**

Güney Konkorsta İstasyon aç-kapa betonarme yapı imalatları tamamlanmıştır. Kuzey konkorsta yapı imalatları, kademeli olarak boru iksalarının sökülmesinden sonra devam edecektir.

#### **İTÜ Ayazağa İstasyonu :**

İstasyon kazısı ve kazı destekleme çalışmaları tamamlanmıştır. 1-5 aksları arasında betonarme yapı aksları tamamlanmıştır.5-14 aksları arası betonarme yapı inşaatı devam etmektedir. Bunun yanı sıra, 14-19 aksları arasında kalan bölümde radye betonu imalatı tamamlanmıştır.

### **Atatürk Oto Sanayi İstasyonu :**

İstasyon kazısı ve kazı destekleme çalışmaları tamamlanmıştır. İstasyon aç-kapa çalışmalarının kuzey konkorstaki betonarme inşaatı büyük ölçüde tamamlanmıştır. Güney konkorsta ise, radye imalatı tamamlanmıştır. Alsim Alarko-Garanti Koza ortaklığında yürütülen 4.Levent-Ayazağa Metro Sistemi Projesinin tüm şaft kazılarında kullanılan ekipmanların ve çalıştırılan işgücünün durumu Tablo 7.4 ve Tablo 7.5’de sunulmuştur.

Tablo 7.4 Proje ekipman durumu

<b>Ekipman Cinsi</b>	<b>Şaft 1</b>	<b>Şaft 2</b>	<b>Şaft 3 Şaft 4</b>	<b>Şaft 5</b>	<b>Şaft 7</b>	<b>Mas. Yak.</b>	<b>Se y. Yak.</b>	<b>Depo Sah.</b>	<b>Doğa köy</b>	<b>İ.T.Ü.</b>	<b>SAN İst.</b>	<b>TOPLAM</b>
Jenaratör	1	1	2		1	1			1			7
Elektirkli kompresör	1				1	2	1		3			8
Dizel kompresör			1		1	1				2		5
Trafo Merkezi	1	1	2	1	1	1	1		1			9
Portal Vinç		1	2	1	1				1			6
Havalandırma Fanı					2	2			6			10
Paletli kırıcı beko ekskavatör			1			4	1		4			10
Lastik tekerlekli Kr.Beko ekskavatör			1			1	1					3
Lastik tek. Kr.Beko&loader			1		1	1	1		2			6
Lastik tek. Yükleyici			2		2	2	2		2			10
Traktör			2			2	2		1			7
Kuru shotcrete makinası	4				4	3			5	1	1	18
Islak shotrete makinası							1					1
Jumbo delici					2	1			3			6
Enjeksiyon seti					2	3						5

Tablo 7.4'ün devamı

Bulon enjeksiyon pompası					2	1	2		2			7
Sweleks pompası							1					1
Drenaj pompası	8		11		4	15	8		2	2	1	51
Damperli kamyon			4			1	1	8				14
Umbrella arch makinası						3			2			5
Paletli yükleyici				1								1
Cephe asansörü(6 kişilik)			1									1
Dizel kaynak jeneratörü				1								1
Beton santrali				1					1			2
4X4 Çift kabin pikap	1			1		1						3
Çift kabin Dodge	1			1		2						4
6m3 transmikser						1						1
8m3 transmikser			2									2
Beton pompası			2		1	3						6
Mobil pompa										1		1
Hiyaplı kamyon					1	1						2
Forklift						1						1
Benzinli jeneratör						2		1				3



Tablo 7.5. Proje işgücü durumu

### İŞGÜCÜ DURUMU

Çalışılan Bölge	Direkt	Endirekt	Memur	Toplam
Ofis	7	9	36	52
Şaft1 Tünel	20		1	21
Şaft2 Tünel	24		4	28
Şaft3 Tünel	61	1	5	67
Şaft4 Tünel	90	3	8	101
Şaft5 Tünel	5	2	5	12
Seyrantepe Yaklaşım Tünel	100	3	9	112
Maslak Yaklaşım Tünel	125	6	17	148
Şaft6 Tünel	105	12	17	134
Şaft7 Tünel	93	6	7	106
Depo Sahası	25		2	27
Sanayi İstasyonu	18		9	27
İ.T.Ü. Ayazağa İstasyonu	56		13	69
Atatürk Oto Sanayi İst.	48	3	5	56
TOPLAM	777	45	138	960

#### 7.1.2. Hakedişler ve Ödemeler

Yapılan sözleşmede, Levent-Ayazağa Metro Sistemi Projesi'nde avans ödemesine yer verilmemiş, ancak sözleşmeye hakedişlerin 60 gün içinde ödenmesi şartı getirilmiştir.

Söz konusu projenin ilerleme safhaları Ek 5'te sunulmuştur.

#### 7.2. Projenin CPM ile Gösterim

Alsim Alarko – Garanti Koza Ortaklığı altında gerçekleştirilen 4. Levent - Ayazağa Metro Sistemi Projesi'nde, projenin geçmişte benzerinin yapıldığı yani tekrarlanan ve çok sayıda faaliyet içeren komplike bir proje olması, uygulama da ve yorumlama da kolaylık sağlaması açısından CPM planlama ve programlama tekniği ile çalışılması tercih edilmiştir.

CPM tekniğinin kullanıldığı bu projede, sıra CPM yönteminin uygun bir bilgisayar programında uygulanmasına gelir. Günümüzde genellikle CPM tekniğinin kullanıldığı çok sayıda inşaat projesinde uygulama ve okuma kolaylığı ve iş parçalama yapısından dolayı Primavera isimli proje yönetimi bilgisayar programının kullanımı tercih edilmektedir. 4. Levent- Ayazağa Metro sistemi Projesi'nde de CPM planlama tekniğinin Primavera Proje Yönetimi programında uygulanması tercih edilmiştir.

Primavera Proje Yönetimi Programı (Primavera Project Management Programme) Primavera System İnc. Firmasının kurumsal bazlı olarak proje yönetimi çözümü sunan paket programıdır. Primavera Project Management modülü, geniş proje yelpazesine sahip işletmelere hitap eden SQL, Oracle ve İnterbase Server veri tabanlarında kullanılabilen çoklu proje planlama ve kontrole uygun bir yazılımdır (Akil, 2007).

Primavera Proje Yönetimi modülü, aynı anda bir çok projeyi eş zamanlı olarak yöneten işletmelerde, proje çalışanların aynı anda proje üzerinde çalışmasını sağlayan bir programdır. Bunun yanı sıra modül, bir çok projeyi ve dolayısı ile çok sayıda faaliyeti ve bunların iş kırılımlarını gösterebilecek bir yapıya sahiptir.

Büyük ölçekli işletmelerin ar-ge veya proje departmanları birçok projeyi aynı anda yürütmekte ve bu projelerin hepsi istenilen zamana ve maliyette tamamlandığı takdirde hedefe ulaşıldığı kabul edilmektedir. Bu durumda bu tür işletmelerde projeler dahilinde, zaman, maliyet ve kaynağın çok iyi bir şekilde dağıtımını ve yönetimini gerekli kılmaktadır.

Primavera Project Managemet programını kullan bir işletmede öncelikle şu aşamalar gerçekleştirilecektir (Akil, 2007) :

- Organizasyon içerisinde yer alan bireyleri ve görevleri içeren firmanın yönetim yapısının hiyerarşik düzenlemesi olan organizasyon parçalama yapısının (OBS) tanımlanması
- Firma çapındaki tüm projeleri ve bunlara ait bilgileri gösteren kurumsal proje yapısının (EPS) tanımlanması

- Faaliyetlere kaynak atamasını destekleyen ve organizasyonun kaynak yapısını yansıtan kaynak havuzunun tanımlanması
- Her bir proje için, proje kapsamında üretilecek olan servis ve ürünlerin diğer bir deyişle alt görev noktalarının hiyerarşik yapısını gösteren iş parçalama yapısı (WBS) oluşturulması

İlk iki aşama olan firmanın hiyerarşik bir şekilde yönetim yapısının tanımlanması (OBS) ve firmaya ait tüm projelerin bilgilerinin girilmesi işlemi (EPS) genellikle proje yöneticileri tarafından yapılmaktadır. OBS çalışmasında hiyerarşik şekilde sorumlu yöneticiler ve çalışanlar belirlenir. EPS çalışmasında da OBS çalışmasından yararlanılarak projelere ait faaliyetlere ilgili yönetici ve görevlilerin ataması gerçekleştirilir.

OBS ve EPS tanımlamasından sonra, sıra kaynakların faaliyetler arasında dağıtımına gelir. Bir proje çalışmasında iş gücü, malzeme, para, makine ve teçhizat, bilgi ve tesis kaynak olarak kullanılabilir. OBS ve EPS tanımlamasından sonra, sıra kaynakların faaliyetler arasında dağıtımına gelir. Bir proje çalışmasında iş gücü, malzeme, para, makine ve teçhizat, bilgi ve tesis kaynak olarak kullanılabilir.

Primavera Proje Yönetimi Programı, proje yöneticilerine, yukarıda bahsettiğimiz kaynakların optimum bir şekilde yönetiminin sağlanması amacıyla şu fonksiyonları sunar :

- Planlama
- Kontrol
- Yönetim

Primavera programında, planlama aşamasında öncelikle projenin tanımlanması yapılır. Proje tanımlandıktan sonra sıra proje dahilindeki faaliyetlerin ve faaliyetler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasına gelir. Faaliyetlerin tanımlanmasının ardından faaliyetlerin süreleri ne zaman başlayıp, ne zaman bitmeleri gerektiği ve gerçekleştirilebilmeleri için ne tür ve ne miktarda kaynağa gereksinim olduğu belirlenir. Kaynak tespitinden sonra da, faaliyetlerin hangi çalışanlar tarafından yerine getirileceği, hangi günlerde çalışılmayacağını yani çalışma takvimin oluşturulması işlemi tamamlanır. Ve son olarak faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan tüm kaynakların maliyetlerinden hareketle projenin bütçesinin oluşturulması işlemi gerçekleştirilir.

Kontrol aşamasında ise, projenin bütçesi oluşturulduktan sonra, bunun kaydedilmesi, daha sonra mevcut durum ile planlanmış durumun arasında karşılaştırılma yapılmasını sağlayacaktır. Bunun yanı sıra planlanmış durumun kaydedilmesi ile nerelerde plandan sapıldığı tespit edilerek, gerekli müdahale zamanında yapılabilecek ve projenin plana uygun bir şekilde ilerlemesi sağlanabilecektir.

Yönetim aşamasında da, proje yöneticisi bu modül dahilinde bazı proje yönetime dair faaliyetlerin başlama ve bitiş zamanlarının belirlenmesi, faaliyetler arasındaki kaynak dağıtımının belirlenmesi v.b. faaliyetlerde bulunabilir. Bunun yanı sıra Primavera Proje Yönetimi Programı, projenin işleyişi ile ilgili standart raporların yanı sıra, yöneticinin isteğine göre bazı rapor tanımlamaları da yapabilmektedir.

İleriki sayfalarda Alsim Alarko – Garanti Koza Ortallığında gerçekleşen 4.Levent – Ayazağa Metro Sistemi Projesi'nin, CPM tekniğinde uygulamasının Primavera Proje Yönetimi modülünde gösterimi mevcuttur. Burada söz konusu modül dahilinde proje ait tüm faaliyetlerin ana başlıklar halinde ayrımı ve her ana başlığın kendi içerisinde yer alan alt faaliyetleri de gösterilmektedir. Aynı zamanda her faaliyet için takvim günü olarak en erken başlama, en erken bitiş ve mevcut olması halinde, toplam boşluk zamanları da belirtildiği gibi, hangi faaliyetlerden ne kadar ilerlendiği ya da hangi faaliyetlerin kritik olduğu da faaliyetlerin açıklamasının yan tarafında bulunan diyagramda açıkça gösterilmektedir. Projenin tamamı incelendiğinde projenin 01/01/2004 tarihinde başlayan ve 27/ 03/2009 tarihinde bitirilmesi gereken toplamda 413 faaliyetten oluşan ve bu faaliyetlerinde 29 tanesi kritik olan bir proje olduğunu anlayabiliriz. Projenin CPM tekniği ile gösterimi Ek - 6 sunulmuştur.

### **7.3. Projenin PERT İle Gösterimi**

Yaklaşık 21 km'den oluşan Levent'ten Ayazağa'ya kadar uzanan metro sisteminin toplam faaliyetlerinin özetleyecek şekilde hazırlanmış, 22 faaliyetlik liste Tablo 9.6'da gösterildiği şekildedir. Burada faaliyetler öncelikle projenin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen tüm süreçler öz nüne alınarak ana başlıklara ayrılmış, ardından da her başlık birkaç faaliyette özetlenecek şekilde gösterilmiştir. Bunun yanı sıra ilgili tabloda, her faaliyetten önceki faaliyetin ne olduğu yani hangi faaliyetlerin başlayabilmesi için, hangilerinin bitirilmesi gerektiği ve eş zamanlı yürütülebilecek faaliyetlere de yer verilmiştir.

Tablo 7.8’da yer alan faaliyetlerden yararlanarak Levent -Ayazağa Metro Projesi’nin PERT diyagramında gösterilmesine çalışılacaktır. Bilgisayar ortamında PERT diyagramının oluşturulması için WINQSB programından yararlanacağız.

Tablo 7.6 WINQSB programına verilerin girilmesi

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A				
2	B	A	130	150	210
3	C	A	35	45	65
4	D	B,C	18	20	27
5	E	D	2	3	4
6	F	E	27	30	40
7	G	F	35	40	50
8	H	B,G	350	380	440
9	I	H	310	340	400
10	J	I	350	380	440
11	K	J	310	340	400
12	L	H,I,J,K	12	15	22
13	M	B,L	135	150	180
14	N	M	8	10	17
15	O	N	135	150	180
16	P	O	8	10	17
17	Q	P	135	150	180
18	R	Q	4	5	7
19	S	Q	27	30	37
20	T	Q	55	60	65
21	U	T	85	100	130
22	V	U	70	90	120

Uygulamanın ilk aşamasında ilgili listesinde bulunan faaliyetlerin her biri için belirlenmiş en iyi, en kötü ve en olası zamanların WINQSB programına girilmesiyle analiz başlatılır. Yukarıdaki tabloda birinci sütun (activity name) ilgili faaliyetleri, ikinci sütun (immediate predecessor) ilgili faaliyetten önce gerçekleşmesi gereken faaliyeti, üçüncü, dördüncü ve beşinci sütunlar ise, sırasıyla ilgili faaliyetlerin en iyi, en olası ve en kötü zamanlarını belirtmektedir. Yani son üç sütunda PERT tekniği uyarınca söz konusu faaliyetlerin üçlü zaman tahminlerine yer verilmiştir.

Tablo 7.7 WINQSB programına verilerin işlenmesi

01-27-2009 14:29:45	Activity Name	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	0	0	0	1,22E-4	-1,22E-4	3-Time estimate	0
2	B	156,6667	0	156,6667	1,22E-4	156,6665	3-Time estimate	13,3333
3	C	46,6667	0	46,6667	109,9999	156,6665	3-Time estimate	5
4	D	20,8333	156,6667	177,5	156,6665	177,4999	3-Time estimate	1,5
5	E	3	177,5	180,5	177,4999	180,4999	3-Time estimate	0,3333
6	F	31,1667	180,5	211,6667	180,4999	211,6665	3-Time estimate	2,1667
7	G	40,8333	211,6667	252,5	211,6665	252,4999	3-Time estimate	2,5
8	H	385	252,5	637,5	252,4999	637,4999	3-Time estimate	15
9	I	345	637,5	982,5	637,4999	982,4999	3-Time estimate	15
10	J	385	982,5	1367,5	982,4999	1367,500	3-Time estimate	15
11	K	345	1367,5	1712,5	1367,500	1712,500	3-Time estimate	15
12	L	15,6667	1712,5	1728,167	1712,500	1728,167	3-Time estimate	1,6667
13	M	152,5	1728,167	1880,667	1728,167	1880,667	3-Time estimate	7,5
14	N	10,8333	1880,667	1891,5	1880,667	1891,500	3-Time estimate	1,5
15	O	152,5	1891,5	2044	1891,500	2044,000	3-Time estimate	7,5
16	P	10,8333	2044	2054,833	2044,000	2054,833	3-Time estimate	1,5
17	Q	152,5	2054,833	2207,333	2054,833	2207,333	3-Time estimate	7,5
18	R	5,1667	2207,333	2212,5	2456,333	2461,5	3-Time estimate	0,5
19	S	30,6667	2207,333	2238	2430,833	2461,5	3-Time estimate	1,6667
20	T	60	2207,333	2267,333	2207,333	2267,333	3-Time estimate	1,6667
21	U	102,5	2267,333	2369,833	2267,333	2369,833	3-Time estimate	7,5
22	V	91,6667	2369,833	2461,5	2369,833	2461,5	3-Time estimate	8,3333
	Project	Time	=	2.461,50	weeks			

Söz konusu faaliyetler ve bu faaliyetlerle ilgili veriler ilk aşamada girildikten sonra, analiz başlatılır. Yukarıdaki tablo, ikinci aşamada analiz başladıktan sonra oluşan ilk tabloyu göstermektedir. Bu tabloya göre, her faaliyetin ortalama tamamlanma süreleri (activity mean time), en erken başlama (earliest start), en erken tamamlama (earliest finish), en geç başlama (latest start), en geç tamamlama (latest finish) ile faaliyetlerin standart sapmaları (standard deviation) ve projenin beklenen tamamlanma zamanı da belirtilmiştir.

Yapılan bu analiz sonucunda projenin beklenen tamamlanma zamanının 2.461.50 hafta olduğu ortaya çıkmıştır. Tamamlanma zamanının tespitinin ardından sıra, şebekenin oluşturulmasına gelir. İlgili faaliyetlerin gösterildiği PERT şebekesi gösterilmiştir.

Faaliyetlerin PERT şebekeleri ile gösteriminin yanı sıra, WINQSB programı faaliyetlerin GANTT diyagramı ile de gösterilmesini sağlayacaktır. İlgili PERT şebekesi ve GANTT diyagramı Ek 7 ve 8'de sunulmuştur.

Tablo 7.8 Proje faaliyetler listesi

Aktivite Kodu	Aktivite Tanımı	Aktivite Tipi	Aktivite Süresi (gün)	Optim. (gün)	Pesim. (gün)	Predecessors
	<b>Hazırlık İşleri</b>					
MTR01	Yer teslimi	Milestone				
MTR02	Uygulama projelerin hazırlanması ve onaylanması	Task	150	130	210	MTR01 FS
MTR03	Mobilizasyon ve çevre düzenlenmesi	Task	45	35	65	MTR02 SS
	<b>Şaft İşleri</b>					
MTR04	Kazıkların çakılması (70 adet)	Task	20	18	27	MTR03 FS MTR02 SS
MTR05	Başlık krişlerin hazırlanması	Task	3	2	4	MTR04 FS
MTR06	Şaft kazısı kuşaklama krişleri ve ankraj işleri dahil (L=30m)	Task	30	27	40	MTR05 FS
MTR07	Yaklaşım tünel kazısı (L=50m)	Task	40	35	50	MTR06 FS
	<b>Anahat Tünel Kazısı</b>					
MTR08	Anahat tünel kazısı, Hat 1 ileri (L=500m)	Task	380	350	440	MTR07 FS, MTR02 SS
MTR09	Anahat tünel kazısı Hat 1 Geri (L=450m)	Task	340	310	400	MTR08 SS
MTR10	Anahat tünel kazısı, Hat 2 ileri (L=500m)	Task	380	350	440	MTR09 SS
MTR11	Anahat tünel kazısı Hat 2 Geri (L=450m)	Task	340	310	400	MTR10 SS

MTR12	Enjeksiyon ve temizlik işlerinin tamamlanması	Milestone				MTR08 FS3 MTR09 FS3, MTR10 FS, MTR11 FS
	<b>Anahat Tünel Kaplama Betonu</b>					
MTR13	Kalıpların şafttan indirilmesi ve montajı	Task	15	12	22	MTR12 FS, MTR02 SS
MTR14	İç kaplama betonu, Hat1(L=950m)	Task	150	135	180	MTR13 FS
MTR15	Kalıpların demontajı, taşınması ve tekrar montajı	Task	10	8	17	MTR14 FS
MTR16	İç kaplama betonu, Hat2(L=950m)	Task	150	135	180	MTR15 FS
MTR17	Kalıpların demontajı ve tünelden çıkarılması	Task	5	4	7	MTR16 FS
MTR18	Rayaltı betonu	Task	30	27	37	MTR17 FS
	Elektronik İşler					
MTR19	Raylerin döşenmesi	Task	60	55	65	MTR16 SS, MTR02 SS
MTR20	Elektromekanik işler	Task	100	85	130	MTR19 SS
MTR21	Hattın test ve işletmeye alınması	Task	90	70	120	MTR20 FS
MTR22	Projenin tamamlanması	Milestone				MTR21 FS



#### 7.4. Projenin GERT İle Gösterimi

Gert planlama tekniği olasılıksal bir yöntem olduğu için PERT tekniğinin uygulanması için belirtilen 22 faaliyetin baz alınmasıyla olasılıksal bir yapı içerisinde ilgili faaliyetler basite indirgenmiştir. Oluşturulan faaliyet listesi, özet bir şekilde ve probabilistik bir yapı dahilinde projenin başlangıcından sonuna kadar gerçekleştirilen faaliyetleri göstermektedir.

GERT planlama tekniğinin uygulanabilmesi için oluşturulan faaliyetler listesinde toplam 21 faaliyete yer verilmiştir. Söz konusu faaliyetler probabilistik özellikte faaliyetler olmakla birlikte bu faaliyetlerin sürelerine, olasılıklarına ve bu faaliyetlerin kimler tarafından gerçekleştirildikleri hakkındaki bilgilere de faaliyetler listesinde yer verilmiştir.

GERT yönteminde diyagram, faaliyetlerin olasılıksal durumlarına göre şekillenecektir. Mevcut olasılıksal yapıya göre faaliyetler arasında oklarla ileriye doğru bir gidişat olabileceği gibi geri dönüşler de olabilecektir.

Şebekenin oluşturulmasının ardından, faaliyetlerin olasılıklarının ve sürelerinin göz önüne alınarak uygun formüle yerleştirilmesi ile ilgili GERT diyagramının gerçekleşme olasılığını saptayabiliriz. Şebekenin gerçekleşme olasılığının teorisinin ardından, şebekenin beklenen tamamlanma süresinin bulunması için, diyagramın gerçekleşme olasılığını saptanmasında kullandığımız formülün türevini alırız. Böylece şebekenin ne kadarlık bir zaman için tamamlanabileceği belirtilmiş olur.

Tam bu uygulamalar sonucunda Levent – Ayazağa Metro Projesinin 22 faaliyetinin baz alınması ile oluşturulmuş olasılıksal yapıya sahip 21 faaliyetlik GERT diyagramının, ilgili faaliyetlerin olasılık ve zamanlarının dikkate alınması ile gerçekleşme olasılığını ve beklenen tamamlanma süresi tespit edilmiş olur.

Tablo 7.9 Faaliyetlerin açıklaması

Faaliyet	Anlamı	Parametreler	Zaman	Olasılık	Kaynak
A	Uygulama projelerinin hazırlanması ve onayı	Hazırlanma ve onaylanma süreleri	150	1	Proje mühendisi
B	Kazıkların çakılması	Kazıkların çakılma süresi	20	1	İnşaat işçileri
C	Yaklaşım Tüneli Kazısı	Yaklaşım tünelinin kazılma süresi	40	10	Topograg ve inşaat işçileri
D	Yaklaşım tüneli kazısından yeni ayna açma faaliyetine geçiş	Yeni ayna açma süresi, yaklaşım tünelinin kazısının başarısız bir şekilde yapılma olasılığı	10	970	İnşaat mühendisleri ve inşaat işçileri
E	Yaklaşım tüneli kazısından ana hat tüneli kazısına geçiş	Anahat tüneli kazı süresi, yaklaşım tüneli kazısının başarılı bir şekilde yapılma olasılığı	45	0, 30	İnşaat işçileri
F	Yeni ayna açma faaliyeti	Yeni ayna açma süresi	15	1	Kırıcı makine formeni
G	Yeni ayna açma faaliyetinden safta geri dönüş	Yeni ayna açma faaliyetinden safta geri dönüş süresi, yeni ayna açma faaliyetinde başarısız olunması	10	0, 30	İnşaat işçileri ve Mühendisler
H	Yeni ayna açma faaliyetinin anahat tünel kazısına geçiş	Yeni ayna açma faaliyetinden anahat tünel kazısına geçiş süresi, yeni ayna açma faaliyetinde başarılı olunması	50	0, 70	Kazı işçileri ve inşaat mühendisi
I	Safta geri dönüş faaliyeti	Safta geri dönüş süresi	5	1	Kazı işçileri ve inşaat mühendisi

Tablo 7.9'un devamı

J	Anahat tünel kazısı faaliyeti	Anahat tünel kazısı süresi	360	1	İnşaat işçileri
K	Kalıpların tünelden indirilmesi ve montajı	Kalıpların tünelden indirilme ve montaj süresi	15	1	İnşaat işçileri
L	Elektromekanik işlerin tamamlanması	Elektromekanik işlerin tamamlanma süresi	100	1	Elektrik Mühendisi ve teknisyenler
M	Hattın test edilmesi	Test süresi	90	1	Ray mühendisleri
N	Testten kontrol safhasına geçiş	Testten kontrol safhasına geçiş süresi, testin olumsuz sonuçlanması durumu	10	0, 70	Kalite kontrol mühendisleri
O	Testten hattın işleme alınması	Testten hattın işleme alınma süresi, testin olumlu sonuçlanma hali	10	0, 30	Kalite kontrol mühendisleri
P	Kontrol safhası	Kontrol süresi	60	1	Kalite kontrol elemanı ve mühendisler
R	Kontrolden tamire geçiş	Kontrol safhasından tamire geçiş süresi, kontrolde başarısız olunması	10	0, 70	Kalite kontrol mühendisleri
S	Kontrolden hattın işleme alınması	Kontrolden hattın işleme alınma süresi, kontrol safhasında başarılı olunması hali	15	0, 30	Ray mühendisleri
T	Tamir	Tamir süresi	30	11	Tamir asistanları
U	İşleme alınması	İşleme alınma süresi	7	1	Ray ve kalite kontrol ve elektrik mühendisleri
V	Açılışın yapılması	Açılışın yapılma süreleri	2	1	

İlgili GERT şebekesi Ek-9'da gösterilmiştir.

$$W_e(S) = \frac{0,1029e^{899s}}{(1 - 0,7e^{100s})(1 - 0,3e^{30s})} \quad (54)$$

Yukarıdaki formülde  $W_e(s)$ , başlangıç düğümünden bitiş düğümüne olan iletici işlevi ifade etmiştir. Bu GERT şebekesinin A düğümünden N düğümüne kadar gelebilmesi ihtimal, S harfine "o" değeri verilerek elde edilecektir.  $S=0$  için, A başlangıç düğümünden N bitiş düğümüne kadar gelebilme olasılığını veren  $W_e(s)$ 'in alacağı değer şu şekilde hesaplanacaktır.

$$P_e = W_s(S) = \frac{0,1029}{(1 - 0,7)(1 - 0,3)} = 0,49 \quad (55)$$

Yukarıdaki formülden elde edilen bilgiye göre, söz konusu GERT şebekesinin gerçekleşme olasılığı %22'dir. Sonucun "1! Sıkması halinde ise, oluşturulan GERT şebekesinin %100 olasılıkla gerçekleşeceği yönünde yorum yapılacaktır. %22 olasılıkla gerçekleşecek olan bu GERT şebekesinin kaç günde tamamlanacağı yani A ve N düğümleri arasındaki geçiş süresinin beklenen değerinin elde edilmesi için uygulanan formüllerinin türevi alınır.

$$E(t) = \left. \frac{dW_s(S)}{dS} \right|_{s=0} = 561,143 \text{ gün} \quad (56)$$

Böylece, elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, proje faaliyetler listesinde bulunan faaliyetlerden yararlanılarak oluşturulan GERT diyagramının yine faaliyetler listesinde bulunan her bir faaliyet için ayrı ayrı belirtilmiş olan zaman ve olasılık değerlerinin ilgili hesaplamalarda dikkate alınması ile saptanan sonuçlardan hareketle, GERT diyagramının gerçekleşme olasılığı % 45 bulunurken, beklenen tamamlanma süresi ise 561.143 gün olarak tespit edilmiştir.

## **7.5. Kabul Örneklemesi Yardımıyla Bazı Süreçlerin Kalite Kontrolünün Yapılması**

### **7.5.1. Helezyon Yayı ve Somon Vidası Parçalarının Kalite Kontrol Süreçleri**

Topkapı'dan başlayarak Ayazağa'ya kadar uzanan yaklaşık 21 km uzunluğunda olan İstanbul Metro Sisteminin Ayazağa İstasyonuna ait şantiyesinde, elektromekanik işlerin tamamlanması aşamasında, rayların platformla birleştirilmesini sağlayan somon vidası ile somon vidasının içine yerleştirildiği, vidanın tutuş gücünü ve dayanıklılığını artırıcı özelliğe sahip helezyon yayı isimli parçaların kalite kontrol çalışması yapılmıştır.

İlgili kalite kontrol çalışması için kabul örnekleme yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Kabul örnekleme yöntemi dahilinde standart örnekleme planlarından askeri standart örnekleme tabloları arasından MIL-STD-105A kodlu tablonun uygulanmasına karar verilmiştir. Daha çok örnekle çalışılabildiğinden ötürü, daha doğru sonuç alınması açısından, bu tablonun ikili örnekleme planının kullanılması tercih edilmiştir.

#### **• Helezyon Yayı Kalite Kontrol Süreci**

Sanayi İstasyonu şantiyesine gelen 1000 adet parçalık parti hakkında kabul veya red kararı vermek için rastgele seçilen 100 parçalık bir örneklem alınır. Bu örneklemin değerlendirilmesinde, MIL-STD-105A tablosunun ikili örnekleme planlarının kullanılması tercih edilmektedir. Geçerli kalite seviyesi de %1 olarak kabul edilmiştir.

Helezyon yayı parçasının kalite kontrol sürecinde öncelikle, kullanılan MIL-STD-105A tablosunda partinin hacmine ve genel muayene seviyesine göre bir harf belirlenir. Bu durumda şantiyeye gelen partinin hacmi, 1000 adet helezon yayından oluşmakta ve ikili örnekleme planı uygulandığı için, örnek hacminin kod harfi, "J" harfi olacaktır.

Örnek hacminin kod harfi belirlendikten sonra sıra, % 1 geçerlilik seviyesinde 100 adetlik örnek hacmi için, kabul edilen kabul ve red sınırlarını belirlemeye

gelmiştir.”J” kod harfi ile % 1’lik örnek hacminin esleştirilmesi ile tablodan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi olacaktır.

<u>Accept (Kabul)</u>	<u>Reject (Red)</u>
$n_1 = 50$	0 3
$n_2 = 50$	3 4

Rastgele seçilerek oluşturulan ilk 50 parçalık örneklem incelenmesi sonucunda tablodaki değerlere göre parti,

- 50 parçalık örnekte 0 kusurlu parça çıkması halinde, yani kusurlu parça bulunamaması durumunda kabul edilecektir.
- 3 veya daha fazla kusurlu parça çıkması halinde de reddedilecektir.

İlk örnekte 1 veya 2 kusurlu parça çıkması halinde ise, ikinci bir örnek seçilmesi gereksinimi doğacaktır. Bu durumda, rastgele bir şekilde 50 parçadan oluşan bir örneklem daha oluşturulur.

Böylece toplamda 100 parçadan oluşan örnek üzerinden tabloya göre bir değerlendirme yapılması halinde,

- Toplamda 100 parçadan oluşan örneklem içerisinde en fazla 3 kusurlu parçanın çıkması halinde parti kabul edilecektir.
- 4 ve üstü kusurlu parça tespitinde ise, parti reddedilecektir.

Tablodan elde edilen bu bilgiler doğrultusunda, 1000 adetlik bir parti için, rastgele seçilmiş ilk 50 adetlik örnek üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, 2 kusurlu helezon yayına rastlanmıştır ve elde edilen bu sonuca göre ikinci bir 50 adetlik örneklem alınması gerekmiştir. İkinci 50 parçalık örnekte de 1 kusurlu parça tespit edilmiştir. Tabloya göre  $3 < 4$  olduğundan, parti kabul edilmiştir.

Sonuç olarak, 1000 adet helezon yayından oluşan parti için, toplamda rastgele olarak belirlenmiş 100 adetlik örneklem üzerinde yapılan inceleme sonucunda, partinin kabul edilmesine karar verilmiştir.

- **Somon Vidası Kalite Kontrol Süreci**

Sanayi İstasyonu şantiyesine gelen 5000 adet parçalık parti hakkında kabul veya red kararı vermek için rastgele seçilen 250 parçalık bir örneklem alınır. Bu örneklemin değerlendirilmesinde, helezyon yayının kalite kontrolünde yapıldığı gibi, MIL-STD-105A tablosunun ikili örnekleme planlarının kullanılması tercih edilmiş ve geçerli kalite seviyesi de %1 olarak kabul edilmiştir.

Öncelikle helezyon yayı için yaptığımız gibi, örnek hacminin kod harfi belirlenir. Bunu belirlemek için, partinin büyüklüğüne denk gelen satır ile ikili örneklem planından yararlanıldığı için, ikili örneklem sütunun kesiştiği alandaki harf dikkate alınır. Bu durumda somon vidalarından oluşan partimizin 5000 adetlik hacim değerinin bulunduğu satır ile ikili örnekleme planını temsilen tabloda oluşturulan ikinci muayene seviyesi sütunun kesiştirilmesi ile “L” harfi elde edilecektir.

Örnek hacminin kod harfi “L” olarak belirlendikten sonra, MIL-STD-105A tablosundan yararlanarak örneklerin değerlendirilmesine geçilir. Bu durumda tablodan aşağıdaki sonuçlar elde edilecektir.

<u>Accept (Kabul)</u>	<u>Reject (Red)</u>
$n_1 = 125$	2 5
$n_2 = 125$	6 7

Tablodan elde edilen sonuçlar doğrultusunda parti,

- ilk alınan 125 parçalık örnekte 2 kusurlu mal çıkması halinde, kabul edilecektir.
- 5 veya üstü kusurlu parça çıkması durumunda ise, reddedilecektir.

İlk 125 parçalık örnekleme 2 ile 5 arasında kusurlu parça çıkması halinde ise, ikinci bir 125 parçalık örnek alınacaktır. İkinci örneğin alınması halinde de parti,

- Toplamda 250 parçalık örnekte en fazla 6 adet kusurlu bulunduğu takdirde kabul edilecektir.
- 7 veya üstü kusurlu parça saptanması halinde ise, reddedilecektir.

Somon vidası Kontrol sürecinde, alınan ilk 125 parçalık örnekte sadece 1 adet kusurlu parça tespit edildiği için, parti ilk örneğin incelemesi sonucunda kabul edilmiştir. Böylece söz konusu kontrol sürecinde, 5000 parçalık parti için, toplamda 125 adetlik bir örneklem üzerinde değerlendirme yapılması sonucunda partinin kabulüne karar verilmiştir.



## 8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

CPM, PERT, GERT gibi proje planlama teknikleri günümüzde savunma, bilişim, üretim v.b. birçok sektörde sıklıkla kullanılmaktadır. Söz konusu bu planlama teknikleri projeyi bir bütün olarak ele aldıklarında karar vericilere karar verme aşamasında kolaylık sağlamalarının yanı sıra, büyük projelerin ve bu projelerin karmaşık sorunlarının çözümünde de proje çalışanlarına yardımcı olmaktadır.

Tez çalışması boyunca öncelikle yönetim ve proje yönetimi kavramları üzerinde durulmuş ardından, proje planlama teknikleri dahilinde sırası ile CPM, PERT ve GERT planlama tekniklerinin genel yapıları, özellikleri, avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiş, daha sonra ise, kalite kavramının tanımlanması ile birlikte, kalite kontrol faaliyetinin önemi ve tekniklerine yer verilmiştir. Tez çalışmasının son aşamasındaki uygulama faaliyetinde, önceki bölümlerde bahsedilen konuların teorileri ile uygulamaları arasında bir kesişirme sağlanmış ve ilgili projenin planlanması ve programlanması sırası ile CPM, PERT ve GERT planlama tekniklerinde gerçekleştirilmiş ve söz konusu projenin bazı faaliyetlerinin kalite kontrol çalışması yapılmıştır.

Tez çalışmasında giriş bölümünden sonra değinilen, çalışmanın ikinci bölümünü oluşturan yönetim fonksiyonu bölümünde yönetim kavramının anlamından, gelişiminden, özelliklerinden, amaçlarından, işlevlerinden ve çeşitlerinden bahsedilerek proje yönetimi kısmına hazırlık yapılmıştır. Proje yönetimi bölümü ise, çalışmamızın üçüncü kısmında yer almakla birlikte, proje kavramının, yaşam döngüsünün, planlama ve yönetiminin açıklandığı bir bölümdür.

Dolayısıyla, tez çalışmasının ikinci ve üçüncü bölümlerinin tez çalışmasının ana konusunu oluşturan proje planlama tekniklerine geçiş için, bazı kavramların açıklanmasını sağlayan bir hazırlık aşaması olduğu söylenebilir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, proje planlama teknikleri başlığı altında öncelikle CPM yöntemine değinilmiş ve ilgili yöntemi oluşturan tüm kavramlardan,

özelliklerinden, avantaj ve dezavantajlarından bahsedildiği gibi, ifade edilen teorik bilgilerin açıklamalarının daha iyi sağlanması amacıyla gerekli yerlerde örneklem yapılmasına da özen gösterilmiştir

CPM tekniğinden sonra, daha sonraki bölümlerde, sırası ile, bu tekniğe alternatif olabilecek CPM planlama tekniği ile karşılaştırıldığında oluşacak mevcut duruma ve projenin yapısına göre çeşitli avantaj ve dezavantajlara sahip diğer planlama tekniklerinden GANTT tekniğinin yapı ve özelliklerinden, ardından PERT ve GERT tekniklerinin de oluşum yapılarından ve özelliklerinden bahsedilmiştir. Ancak tez çalışmasının ana konusunda PERT ve GERT tekniklerini ele aldığından PERT ve GERT planlama tekniklerinin ayrı bölümler altında inlenmesi gereksinimi hissedilmiş, üçüncü ve dördüncü bölümlerde PERT ve GERT yöntemlerinin tüm kavramlarının, artı ve eksi yönlerinin ve ne tür projelerde genellikle tercih edilmesi gerektiğinin, PERT tekniğinde yapılan hızlandırma ve gevşetme faaliyetlerinin hangi durumlarda uygulanması gerektiğinden ve bu faaliyetlerin proje tamamlanma süresi ve maliyetler üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir.

Tez çalışmasının başlığında kalite uygulamasına yer verildiğinden, kalite kavramının ayrı bir bölümde tüm ayrıntıları ile birlikte incelenmesi uygun görülmüştür. altıncı bölümde işlenen kalite kavramının, gelişiminden ve özelliklerinden bahsedildikten sonra, kalite kontrol kavramı ve tekniklerinin açıklamaları yapılmıştır. Çalışmanın yedinci bölümünde ise; kalite kontrolünün projenin süreçlerine uygulanışı ele alınmıştır. Levet-Ayazağa Metro projesindeki faaliyetlerin (Topkapı'dan başlayarak Ayazağa'ya kadar uzanan yaklaşık 21 km uzunluğunda olan İstanbul Metro Sisteminin Ayazağa İstasyonuna ait şantiyesinde, elektromekanik işlerin tamamlanması aşamasında, rayların platformla birleştirilmesini sağlayan somon vidası ile somon vidasının içine yerleştirildiği, vidanın tutuş gücünü ve dayanıklılığını artırıcı özelliğe sahip helezyon yayı isimli parçaların) ilgili kalite kontrol çalışmaları da yapılmıştır. Böylece proje faaliyetlerinin kalite kontrol süreçleri de uygulamada ayrıntılı bir şekilde görülmüştür.

Çalışmamızın son bölümü olan sekizinci bölümünde ise, tez çalışmasının başlığını oluşturan Levent - Ayazağa Metro Projesine yer verilmiştir. Öncelikle ilgili projenin tüm yönleri ile tanıtılmasından sonra CPM, PERT ve GERT yöntemleri ile

uygulaması gösterilmiş ve bu tekniklerin karşılaştırılmasına da yet verilerek birbirlerine göre artı ve eksi yönlerinin de belirlenmesi sağlanmıştır.

Bunun yanı sıra, proje dahilindeki kalite kontrol süreçlerine örnek olarak da helezyon yayı ve somon vidasının kalite kontrol süreçlerine yer verilmiştir. İlgili kalite kontrol uygulama çalışmasında, kalite kontrol tekniklerinden, kontrol edilecek parçaların özelliklerine göre, kabul örneklemesinin tercih edilmesi uygun görülmüştür.

Tüm bu anlatılan teorik bilgiler ve gerçekleştirilen uygulamalar, proje yöneticilerinin projenin yapısına göre hangi planlama ve programlama tekniğini tercih etmesi gerektiğini, tercih edilen planlama tekniğinin ne tür alanlarda avantaj ya da dezavantaja neden olduğunu ve ilgili faaliyete göre hangi kalite kontrol tekniğinin tercih edilmesinde yarar sağlar. Tez çalışmasının konusunu oluşturan Levent-Ayazağa Metro Sistemi Projesinin planlanması ve programlanmasında, günümüzde pek çok tekrarlanan özellikle de inşaat projelerinde olduğu gibi, CPM yönteminin diğer planlama tekniklerine göre uygulama kolaylığından ötürü tercih edildiğini söyleyebiliriz. CPM tekniği uygulanırken projemizde primavera programı kullanılmıştır. Primavera programı, çalışmamızın önceki bölümlerinde belirtildiği gibi, CPM tekniğinin bilgisayarda kullanılmasını sağlayan bir bilgisayar programıdır. Bunun yanı sıra, projemizde yer verdiğimiz kalite kontrol faaliyetlerinde seçtiğimiz materyallerden ötürü kabul örnekleme yönteminin kullanılması uygun görülmüştür.

## KAYNAKLAR

**Akil, Y.**, 2007, Proje Yönetimi ve Faaliyet Tabanlı Maliyet Analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, Endüstri Mühendisliği ABD, İstanbul.

**Anonymous**, 2004, European Communities Official Journal, L161, 30.04.2004.

**Aygür, G.**, 2005, Süreç yönetiminin CPM ile Analizi ve Bir İşletme Uygulaması, T.C. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri ABD Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, İstanbul.

**Barutçugil, İ. S.**, 1984, Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri; Uludağ Üniversitesi Yayınları.

**Başgil, H., Erkollar A.**, 1990, Proje Yönetimi (CPM, PERT, MPM) Yıldız Üniversitesi Eğitim Yayınları A.Ş., Matbaacılık Tesisleri, İstanbul.

**Besterfield, D.H.**, 2004, Control Quality, 7. Edition, Prentice Hall Comp.

**Bozoğlu, G.**, 2005, Proje Yönetimi ve PERT, CPM Tekniklerinin AB Hibe Projesine Uygulanması, TC Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD Yöneylem Araştırmamsı bilim Dalı, İstanbul.

**Aktan C. C.**, 1999, 2000'li Yıllarda Yeni Yönetim Teknikleri, Stratejik Yönetim, İstanbul: TÜGİAD Yayınları.

**Claudise W. B., Leon W.E.**, 1980, Modern Project Management.

**C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, (2003); Cilt 4, Sayı:2 - <http://www.cumhuriyet.edu.tr/edergi/makale/185.pdf> – 10-03-09.

**Çetmeli E.**, 1982, Yatırımların Planlamasında Kritik Yörünge CPM ve PERT Metotları, Teknik Kitaplar Yayınevi.

**Dawson, R.J., Dawson C. W.**, 1998, Practical [Proposals For Managing Uncertainty And Risk In Project Planning](#), International Journal Of Project Management, Volume 16, Issue 5, October, (299-310).

**Deniz, Y.**, 2000, Proje Yönetimi ve Planlaması, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE Endüstri Mühendisliği ABD., Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

**Dzeng, Ren-Jye, Wang, Wei-Chih,** (2003); Automatic [Schedule İntegration For Highway Projects](#), Automation İn Construction, Volume 12, Issue 4, July, (447-461).

**Eren, E.,** 2004, Stratejik Yönetim ve Organizasyon, Seçkin Yayınevi, Ankara.

**Efil, İ.,** 1999, Toplam kalite Yönetimi ve İSO 9000 Kalite Güvence sistemi, Alfa, Genişletilmiş 4. Baskı.

**Genç, N.,** 2004; Yönetim ve Organizasyon, Seçkin Yayınevi, Ankara.

**Güler, M. E.,** 2006, Kritik Zincir Metodunun Ağ Diyagramına Dayalı Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması Mevzuat Dergisi, Temmuz, Sayı:103, Yıl:8 – <http://www.mevzuatdergisi.com/2006/07a/03.htm>

**Gümüüüoğlu, Ş.,** 2000, İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları, Beta Basım Yayın.

**Gülerman, A.,** 1970, Pert, Maliyet Tekniği İşletmede Bir Yönetim Aracı Olarak Kullanılması, Ankara, İ.T.İ.A, Yayın No: 37.

**Kahrıman, A., Cebeci, Y., Canbazoğlu, M.,** 1991, Proje Planlama Teknikleri ve Madencilik Projelerine Uygulanması, Madencilik, June, Sayı 2.

**Kalite Çemberleri Eğitimi Notları,** (1999); Kalder.

**Kartal, M.,** 1999, İstatistiksel Proses Kontrolü, Kariyer Matbaası, Ankara.

**Koçel, T.,** 2003, İşletme Yöneticiliği, Beta Yayınevi, İstanbul, Eylül.

**Kobu, B.,** 1987, Endüstriyel Kalite Kontrolü, 2. Baskı, İ.Ü. Yayınları.

**Koo, B.,** 2006, A Constraint Ontology and Classification Mechanism for Automatic Inference of The Role and Status of Activities in CPM-based Schedules, Vol 10, No. 6, November, (389-397).

**Lockyer, K.G.,** “An Introduction to CPM”, Pitmon Publish İng.

**Malcom, D.G.; Roseboom J.H.; Clark C.E.; Fazer, W.,** (1936), Application of a Technique for Reserach and Development Program Evalutaion” Operation Research, No:5, (646-669).

**Montgomery, D.C.,** 1997, Introduction to The Statistical Quality Control, Third Edition, New York John Wiley&Sons Inc.

**Munns, AK., Bjeirmi BF.,** 1996, The [Role Of Project Management İn Achieving Project Success](#), International Journal Of Project Management, Volume 14, Issue 2, April, (81-87).

**Patrick, L., Patrick K.,** 1971, "Quantitative Approaches to Management", McGraw Hill Book Company, New York.

**Özevren, M.,** 1997, Toplam Kalite Yönetimi Temel Kavramlar ve Uygulamaları, İstanbul.

**Özişik, A.,** 1995, Mühendisler, Müteahhitler, Şantiyeciler ve Yöneticiler İçin Proje Planlama ve Kontrol Sistemleri, Birsen Yayınevi Ltd. Şti, İstanbul.

**Öztürk, A.,** 2001, Yöneylem Araştırması, 7. Basım, Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları.

**Rodoplu, G., Akdemir, A.,** 1998, İşletme Bilimine Giriş, Isparta.

**Sarıca, İ.,** 2006, CPM ve PERT Teknikleriyle Proje Planlama ve Bir İşletmede Uygulanması, TC Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD Yöneylem Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

**Simmons, LeRoy F.,** 2001, Path Method (CPM) and PERT Simulated With Processmodel, Information Systems and Operatiopns Management, Winter Simulation Conference.

**Stretton, A.,** 2007, A Short History of Modern Project Management, Published in PM Wolrd Today-October (Vol IX, Issue X)-  
<http://www.pmforum.org/library/second-edition/2007/PDFs/Stretton-10-07.pdf>

**Tatterson, J. W., Wood, D. F.,** 1974, PERT, CPM and Export Process, Omega, Volume 2, Issue 3, June, (421-426).

**Tulip, A,** 1983, Planning Project Costs, International Journal of Project Management, Volume 1, Issue 4, November, (194-196).

**Uğur, L. O.,** 2006, İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi, TMB - [http://www.tmb.org.tr/arastirma\\_yayinlar/risk\\_yonetimi\\_10112006.pdf](http://www.tmb.org.tr/arastirma_yayinlar/risk_yonetimi_10112006.pdf)

**Zwikael, O., Sadeh, A.,** 2007; Planning [Effort As An Effective Risk Management Tool](#), Journal Of Operations Management, Volume 25, Issue 4, June, (755-767).

<http://www.baskent.edu.tr/alguner/PYDERSI.doc-03-03-09>.

<http://www.forumlopedi.net/kamuyonetimiveegitim/planlamanedir> - 10-03-09.

<http://www.canaktan.org/yonetim/stratejik-yonetim/stratejikavrami.html> - 10-03-09.

[http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0073017795/161272/hil61217\\_ch22.pdf](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/dl/free/0073017795/161272/hil61217_ch22.pdf)- 09-09-09.

(Proje Planlama Teknikleri Ve Pert Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma- <http://www.kalitekontrol.org/pert-teknigi.html>)- 09-09-09.

## EKLER

### EK-1 Standart Normal Dağıtım

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

EK-2 Örnek Hacmi Kod Harfleri

ÖRNEK HACMI KOD HARFLERİ

PARTİ HACMİ	ÖZEL MUAYENE SEVİYELERİ				GENEL MUAYENE SEVİYELERİ		
	S-1	S-2	S-3	S-4	Daha az sayfa I	Daha çok sayfa II	Daha çok sayfa III
2	A	A	A	A	A	A	B
to 8							
9	A	A	A	A	A	B	C
to 15							
16	A	A	B	B	B	C	D
to 25							
26	A	B	B	C	C	D	E
to 50							
51	B	B	C	C	C	E,	F
to 90							
91	B	B	C	D	D	F	G
to 150							
151	B	C	D	E	E	G	H
to 280							
281	B	C	D	E	F	H	J
to 500							
501	C	C	E	F	G	J	K
to 1200							
1201	C	D	E	G	H	K	L
to 3200							
3201	C	D	F	G	J	L	M
to 10000							
10001	C	D	F	H	K	M	N
to 35000							
35001	D	E	G	J	L	N	P
to 150000							
150001	D	E	G	J	M	P	Q
to 500000							
500001	D	E	H	K	N	Q	R
and over							



EK-3 Normal Muayene İçin Birli ve İkili Örneklem Planları

NORMAL MUAYENE İÇİN BİRLİ ÖRNEKLEME PLANLARI

Örnek Hacmi	Kabul edilebilir Kalite Seviyeleri (Normal Muayene)																											
	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
A	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
B	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
C	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
D	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
E	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
F	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
G	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
H	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
I	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
J	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
K	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
L	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
M	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
N	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
O	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
P	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
Q	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R

Ok altındaki ilk planı kullanın. Örnek hacmi partii hacmini aşıyorsa %100 muayeneye gidin

Ok üstündeki ilk planı kullanın

R: Red sayısı

K: Kabul sayısı

NORMAL MUAYENE İÇİN İKİLİ ÖRNEKLEME PLANLARI

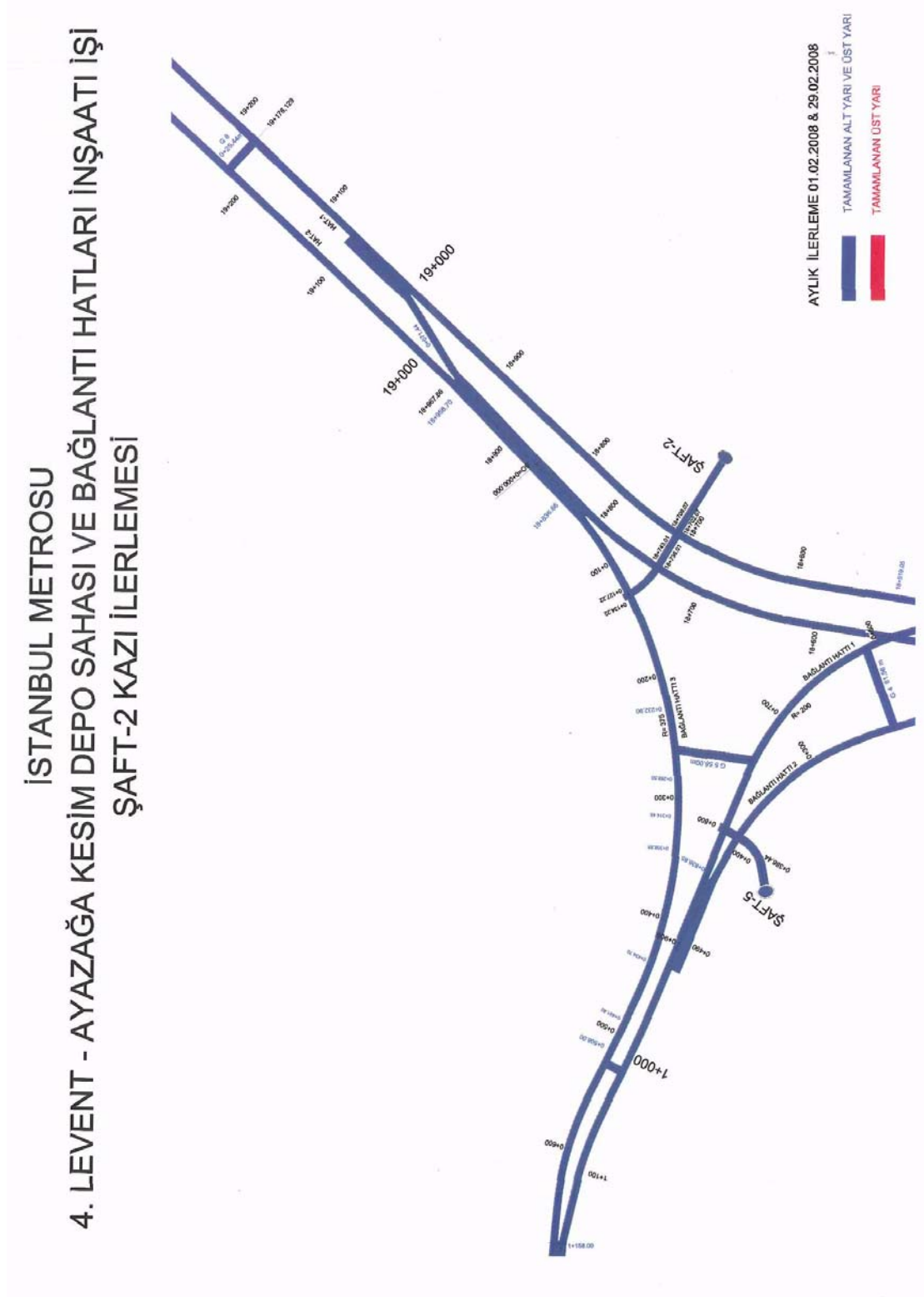
Toplam Örnek Hacmi	Kabul edilebilir Kalite Seviyeleri (normal muayene)																					
	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
A	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R	K	R
B	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
C	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
D	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
E	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
F	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
G	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
H	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
I	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
J	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
K	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
L	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
M	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
N	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
O	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
P	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
Q	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
R	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
S	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
T	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
U	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
V	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
W	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
X	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
Y	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	
Z	0	2	0	3	1	4	2	5	3	7	5	9	7	11	11	16	17	22	25	31	31	

\* : Uygun birli örneklem planını kullanın (veya Alttaiki ikili örneklem planını kullanın)  
b : Birinci  
i : İkinci

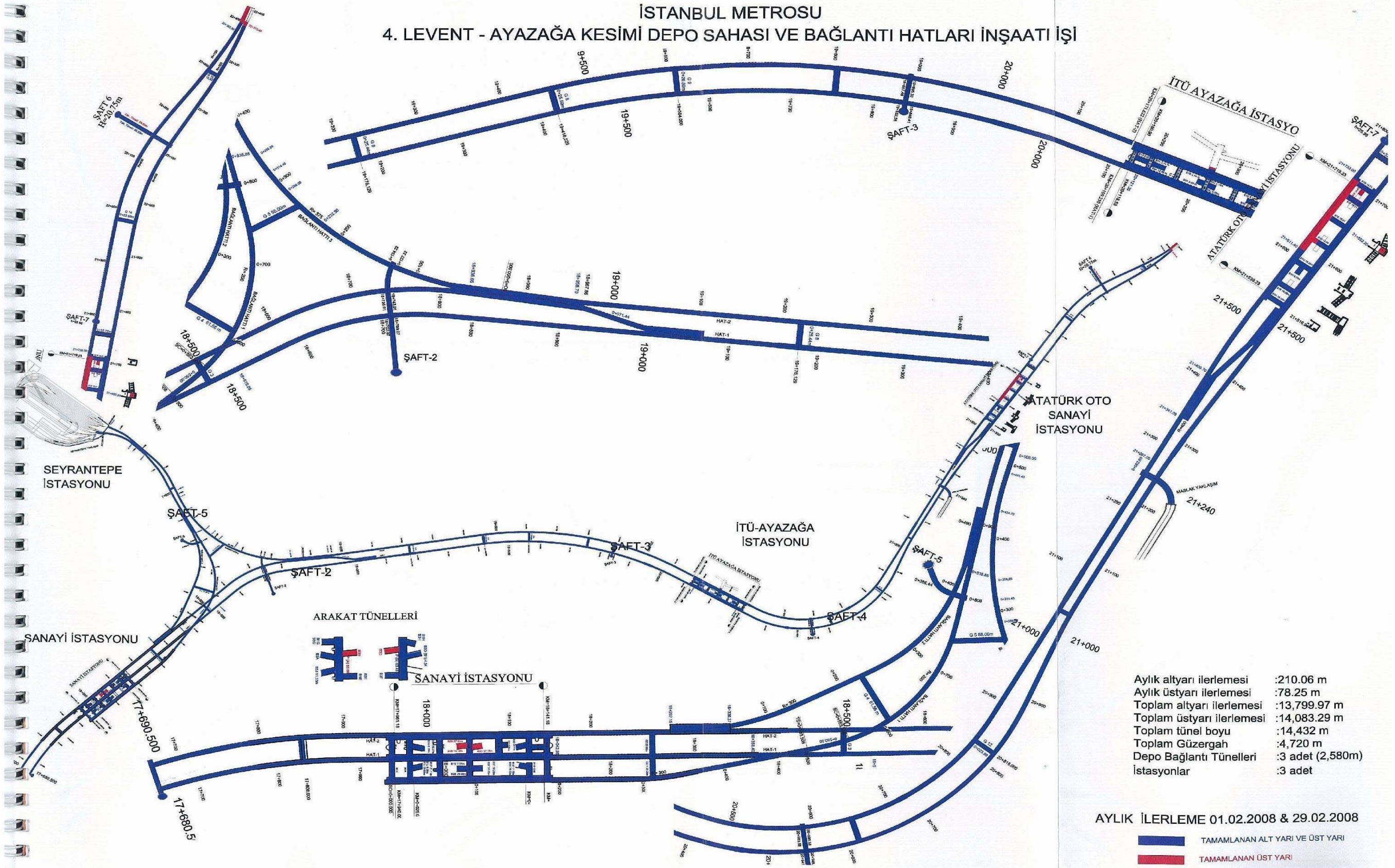
EK-4 Dodge-Romig Tek ve Çift Örnekli Parti Tolerans Tablosu

Proses Oriflaması %	0-04		.05-.40		.41-.80		.81-1.20		1.21-1.60		1.61-2.00	
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 1	Örnek 2
	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.	100 parç.
Parti Büyüklüğü												
1-15	All 0	---	All 0	---	All 0	---	All 0	---	All 0	---	All 0	---
16-50	14 0	13 0	14 0	13 0	14 0	13 0	14 0	13 0	14 0	13 0	14 0	13 0
51-100	21 0	12 33	21 0	11 7	21 0	11 7	21 0	11 7	21 0	11 7	23 0	46 210 8
101-200	24 0	13 37	24 0	11 0	24 0	13 37	24 0	11 0	27 0	28 55	27 0	28 55 2 9 8
201-300	26 0	15 41	26 0	10 4	29 0	31 60	29 0	9 1	32 0	48 90	32 0	48 80 3 8 4
301-400	26 0	16 42	26 0	10 3	30 0	35 65	29 0	8 2	33 0	52 85	33 0	69 105 4 7 6
401-500	27 0	16 43	30 0	9 0	30 0	35 65	29 0	7 9	36 0	74 110	36 0	90 150 6 7 0
501-600	27 0	16 43	31 0	8 5	35 0	55 60	29 0	7 6	37 0	76 115	37 0	95 160 6 6 6
601-800	27 0	17 44	31 0	8 2	35 0	60 55	30 0	7 3	38 0	82 120	38 0	120 180 7 6 4
801-1000	27 0	17 44	32 0	8 7	36 0	59 65	30 0	7 2	38 0	87 125	38 0	145 215 8 6 2
1001-2000	33 0	37 70	33 0	7 0	37 0	63 100	30 0	7 5	43 0	112 155	38 0	205 315 11 5 5
2001-3000	34 0	41 75	34 0	6 5	41 0	84 135	30 0	6 1	45 0	115 160	38 0	310 470 15 4 7
3001-4000	34 0	41 75	36 0	6 2	41 0	89 130	30 0	6 9	49 0	120 165	38 0	415 600 20 4 3
4001-5000	34 0	41 75	38 0	6 0	42 0	88 130	30 0	6 9	50 0	125 170	38 0	515 750 25 4 2
5001-7000	35 0	40 75	38 0	6 2	44 0	116 160	30 0	6 4	56 0	130 180	38 0	615 900 30 4 1
7001-10.000	35 0	40 75	38 0	6 2	45 0	115 160	30 0	6 3	56 0	130 180	38 0	715 985 30 4 0
10.001-20.000	35 0	40 75	39 0	6 6	45 0	115 160	30 0	6 3	60 0	135 185	38 0	815 1230 37 3 9
20.001-50.000	35 0	40 75	43 0	6 1	47 0	148 165	30 0	6 0	60 0	130 180	38 0	1060 1570 46 3 7
50.001-100.000	35 0	45 80	43 0	6 1	45 0	145 165	30 0	6 2	45 0	135 185	38 0	1340 2040 56 3 5

EK-5 İstanbul Metrosu 4.Levent-Ayazağa Kesim Depo Sahası ve Bağlantı Hatları İnşaat İşleri Ve Şaft İlerlemeleri



İSTANBUL METROSU  
4. LEVENT - AYAZAĞA KESİMİ DEPO SAHASI VE BAĞLANTI HATLARI İNŞAATI İŞİ



İSTANBUL METROSU  
4. LEVENT - AYAZAĞA KESİM  
DEPO SAHASI VE BAĞLANTI HATLARI İNŞAATI İŞİ  
KAPLAMA BETONU İLERLEMELERİ

SANAYİ İSTASYONU PERON TUNELLERİ



MASLAK YAKLAŞIM

ŞUBAT AYI BETON İLERLEMESİ 01.02.2008 - 29.02.2008

ŞUBAT AYI İNVERT BETONU İLERLEMESİ: 686.19 m



TOPLAM İNVERT BETONU İLERLEMESİ: 11,013.68 m



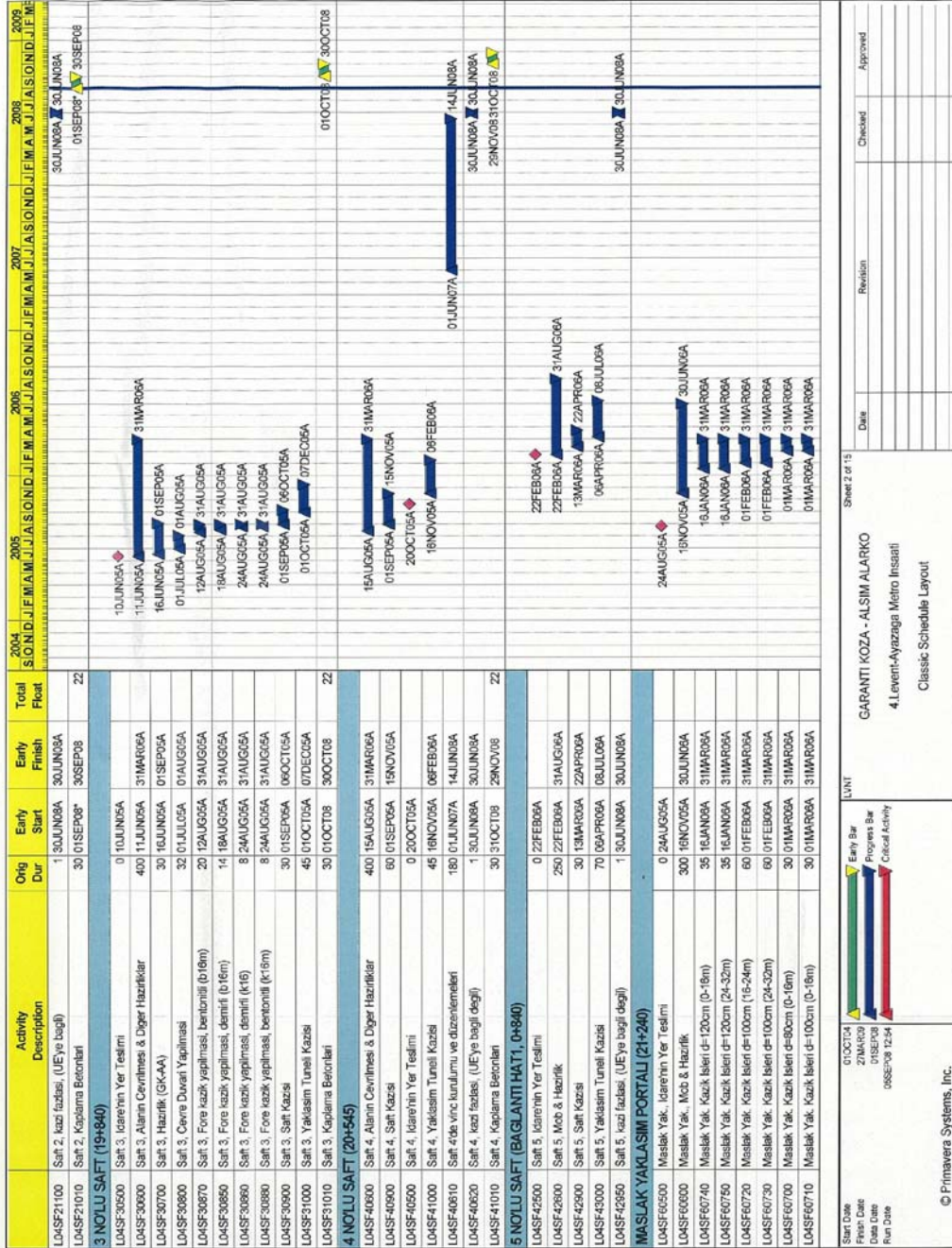
ŞUBAT AYI KEMER BETONU İLERLEMESİ: 838.26 m



TOPLAM KEMER BETONU İLERLEMESİ: 10,178.94 m



# EK-6 Levent-Ayazağa Metro Projesinin CPM İle Gösterimi



Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float	Year												
					2004	2005	2006	2007	2008	2009							
L04SF60760 Maslak Yak. Kaziklar arasi Boru Ikesi	45	01APR06A	30JUN06A														
L04SF60800 Maslak Yaklasim Tünel Kazisi	75	22JUN06A	23SEP06A														
L04SF60770 Maslak Yak. Yö Betonu	10	23JUN06A	03JUL06A														
<b>6. NOLU SAFT (2x100)</b>																	
L04SF70000 Saft 6, Isare'nin Yer Teslimi	0	28SEP06A															
L04SF70010 Saft 6, Mob & Hazirik	30	01OCT06A	19MAR07A														
L04SF70020 Saft 6, Kazik Isleri d=80cm (0-16m) Donatili	120	15JAN07A	19MAR07A														
L04SF70021 Saft 6, Kazik Isleri d=80cm (16-24m) Donatili	60	15JAN07A	19MAR07A														
L04SF70022 Saft 6, Kazik Isleri d=80cm (0-16m) Donatilsiz	60	15JAN07A	19MAR07A														
L04SF70023 Saft 6, Kazik Isleri d=80cm (16-24m) Donatilsiz	60	15JAN07A	19MAR07A														
L04SF70100 Saft 6, Saft Kazisi	120	01FEB07A	19MAR07A														
L04SF70200 Saft 6, Yaklasim Tünel Kazisi	195	03MAR07A	21JUN07A														
L04SF70300 Saft 6, Yaklasim Tüneli Fazla Kazisi	125	03MAR07A	19MAR07A														
<b>7. NOLU SAFT (2x1780)</b>																	
L04SF90000 Saft 7, Isare'nin Yer Teslimi	0	10MAR07A															
L04SF90010 Saft 7, Mob & Hazirik	5	10MAR07A	10JUN07A														
L04SF90020 Saft 7, Kazik Isleri d=80cm (0-16m)	100	21MAR07A	10JUN07A														
L04SF90110 Saft 7, Kazik Isleri d=80cm (16-24m)	1	15APR07A	10JUN07A														
L04SF90100 Saft 7, Donatilsiz d=80cm (16-24)	30	20APR07A	21JUN07A														
<b>ISTASYON HAVALANDIRMA SAFTLAARI</b>																	
L04SF10100 ITU Isasyonu Havalandirma Saftlari	300	21JUN07A	31AUG08	10													
L04SF10200 AOS Isasyonu Havalandirma Saftlari	120	01SEP07A	31AUG08	31													
L04SF10300 ITU Isasyonu Havalandirma Saftlari (SONER)	210	01JAN08A	20SEP08	10													
L04SF10400 AOS Isasyonu Havalandirma Saftlari (SARGIN)	20	01JAN08A	01JAN08A														
L04SF10500 AOS Isasyonu Havalandirma Saftlari (SONER)	60	01SEP08	30OCT08	31													
<b>TUNEL ISLERI</b>																	
L007A50000 Tünel Kazisi Bilis	0		08JAN09	9													
L007A60000 Tünel Betonü Bilis	0		27MAR09	0													
<b>SONER KAPLAMA BETONU</b>																	
L017A60010 A tipi soner kaplama betonu	120	01APR08A	30OCT08	32													
L017A60020 P tipi soner kaplama betonu	135	07APR08A	30OCT08	32													
L017A60030 T tipi soner kaplama betonu	130	07APR08A	13MAY08A														
L017A60040 B1-B5 tipi soner kaplama betonu	135	07APR08A	30OCT08	32													
L017A60050 B2 tipi soner kaplama betonu	135	07APR08A	30OCT08	32													

Start Date	01OCT04
Finish Date	27MAR09
Data Date	08SEP08 12:54
Run Date	

© Primavera Systems, Inc.

Revision	Checked	Approved
Date		



Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float
<b>ANAHAT 1 (SAG), L=4,245 m</b>				
1.VE 2 NOULU SAFTLAR ARASI, L=1,025m				
17+480 - 17+490, Tip A, L=250m	175	02MAY05A	30SEP05A	
LO1TA1090 Kazi Hart, 17+480 - 17+490, Tip A, L=250m	240	16JUL07A	30APR08A	
LO1TA11010 Beton Hart, 17+480 - 17+490, Tip A, L=250m				
17+490 - 18+130, Tip P, L=200m	380	21SEP05A	25DEC06A	
LO1TA11020 Kazi Hart, 17+490 - 18+130, Tip P, L=200m	280	13JUL07A	20OCT07A	
LO1TA11030 Beton Hart, 17+490 - 18+130, Tip P, L=200m	180	30AUG07A	22JAN08A	
LO1TA11031 Beton su yalimi P tipi GK-AL	300	01OCT07A	31AUG08	30
LO1TA11032 Tas yunu diez dogusu (A tipi)	300	01OCT07A	31AUG08	30
LO1TA11033 Tas yunu diez dogusu (P tipi)	300	01OCT07A	31AUG08	30
LO1TA11034 Tas yunu diez dogusu (T tipi)	300	01OCT07A	31AUG08	30
LO1TA11035 Tas yunu diez dogusu (B1-B5 tipi)	300	01OCT07A	31AUG08	30
LO1TA11036 Tas yunu diez dogusu (B2 tipi)	300	01OCT07A	31AUG08	30
18+130 - 18+400, Tip A, L=270m	250	31MAR06A	25DEC06A	
LO1TA11080 Kazi Hart, 18+130 - 18+375, Tip A, L=245m	200	02MAY07A	30APR08A	
LO1TA11090 Beton Hart, 18+130 - 18+250, Tip A, L=120m				
18+400 - 18+705, Tip A, L=305m	290	20JAN06A	07NOV06A	
LO1TA11100 Kazi Hart, 18+375 - 18+705, Tip A, L=330m	330	12JUN07A	15SEP07A	
LO1TA11110 Beton Hart, 18+250 - 18+705, Tip A, L=455 TETA	100	21JUN07A	31JUL07A	
LO1TA11111 Telesih Beton sozlesimindeki membran ismalabi				
<b>2.VE 3 NOULU SAFTLAR ARASI, L=1,130m</b>				
18+705 - 19+000, Tip A, L=295m	210	23DEC05A	01NOV06A	
LO1TA12000 Kazi Hart, 18+705 - 19+000, Tip A, L=265m	10	21JUN06A	21JUN06A	
LO1TA12003 Sargin insaat hakedis kontrol B2 tipi	40	31DEC07A	31DEC07A	
LO1TA12010 Beton Hart, 18+705 - 19+000, Tip A, BQ=0				
19+000 - 19+070, Tip T, L=70m	430	11SEP06A	19OCT07A	
LO1TA12020 Kazi Hart, 19+000 - 19+070, Tip T, L=70m	40	01NOV07A	05JAN08A	
LO1TA12030 Beton Hart, 19+000 - 19+070, Tip T, L=70m	460	02NOV06A	02OCT07A	
LO1TA12040 Kazi Hart, 19+070 - 19+280, Tip A, L=210m	80	01JAN06A	31AUG08	30
LO1TA12060 Beton Hart, 19+070 - 19+350, Tip A, L=280m				
19+350 - 19+835, Tip A, L=485m	1.000	28NOV05A	10SEP07A	
LO1TA12060 Kazi Hart, 19+280 - 19+835, Tip A, L=555m	180	16FEB06A	16FEB08A	
LO1TA12075 A Tipi Zemin Civitleri Eskalasyon Farkli	180	16FEB06A	16FEB08A	
LO1TA12076 Sellar Tipi Zemin Civitleri Eskalasyon Farkli	80	06MAR06A	30APR08A	
LO1TA12070 Beton Hart, 19+350 - 19+835, Tip A, VOLKAN				

Sheet 4 of 15

GARANTI KOZA - AL SIM ALARKO  
4. Levent-Ayazaga Metro Insatli  
Classic Schedule Layout

© Primavera Systems, Inc.

Legend:  
█ Early Bar  
█ Progress Bar  
█ Critical Activity

01OCT07A  
29MAR08  
01SEP08  
06SEP08 12:54

Date	Revision	Checked	Approved

Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float
<b>3 VE 4 NO'LU SAFTLAR ARASI, L=710m</b>				
19+835 - 20+110, Tip A, L=275m	780	22JAN06A	25OCT07A	
L01TA13000 Kazı Hatı, 19+835 - 20+110, Tip A, L=275m				
L01TA13010 Beton Hatı, 19+835 - 20+110, Tip A, L=275m İLKİM	150	01NOV07A	30APR08A	
L01TA13011 Topraklama ıslığı (İlkim)	20	04MAY08A	04MAY08A	
20+110 - 20+310, Tip P, L=200m				
L01TA13060 Kazı Hatı, 20+235 - 20+310g, Tip P, L=80m	380	21JUL06A	25DEC06A	
L01TA13066 Kazı Hatı, 20+110 - 20+225, Tip P, L=115m	380	23AUG06A	23OCT07A	
L01TA13062 Kazı Hatı, 20+225 - 20+235g, Tip P, L=10m	80	07DEC06A	23OCT07A	
L01TA13070 Beton Hatı, 20+110 - 20+310, Tip P, L=200m	165	21SEP07A	10DEC07A	
20+310 - 20+545, Tip A, L=235m				
L01TA13080 Kazı Hatı, 20+310 - 20+445g, Tip A, L=235m	210	01JAN06A	25DEC06A	
L01TA13082 Kazı Hatı, Soner Alıyari g, Tip A, L=10m	20	01SEP07A	21SEP07A	
L01TA13090 Beton Hatı, 20+310 - 20+545, Tip A, L=235m	35	14JUN06A	14JUN06A	
<b>4 NO'LU SAFT ve MASLAK YAKPORTALI ARASI, L=695m</b>				
20+545 - 20+800, Tip A, L=255m				
L01TA14000 Kazı Hatı, 20+545 - 20+670i, Tip A, L=325m	600	24JAN06A	18OCT06A	
L01TA14010 Beton Hatı, 20+545 - 20+890, Tip A, L=345m	50	14JUN06A	14JUN06A	
20+800 - 21+085, Tip A, L=285m				
L01TA11040 Kazı Hatı, 20+870 - 21+000i, Tip A, L=130m	500	18OCT06A	20SEP07A	
L01TA11041 Soner Hakedis kontrol Erkeşiyon	10	21JUN07A	21JUN07A	
L01TA11050 Beton Hatı, 20+880 - 21+240, Tip A, VLKN	280	13AUG07A	30APR08A	
21+085 - 21+240, Tip A, L=155m				
L01TA11062 Kazı Hatı, 21+000 - 21+240g, Tip A, L=240m	450	07SEP06A	21JUN07A	
<b>MASLAK YAK ve 7 NO'LU SAFT ARASI, L=550 m</b>				
21+240 - 21+520, Tip A, L=280m				
L01TA13042 Kazı Fazlasi Tip A, L=860m	455	01OCT06A	01APR08A	
L01TA13040 Kazı Hatı, 21+240 - 21+460i, Tip A, L=220m	420	27OCT06A	10AUG07A	
L01TA13050 Beton Hatı, 21+330 - 21+520, Tip A, L=220m	130	07FEB08A	04MAY08A	
21+460 - 21+520, Tip T, L=60m				
L01TA13045 Kazı Hatı, 21+460 - 21+520i, Tip T, L=60m	470	11MAR07A	28NOV07A	
L01TA13055 Kazı Fazlasi Tip T, L=120m	350	11MAR07A	28NOV07A	
L01TA13047 Beton Hatı, 21+460 - 21+520, Tip T, L=60m	100	05DEC07A	21MAR08A	
21+520 - 21+720, Tip P, L=200m				
L01TA17010 Kazı Hatı, 21+520 - 21+670i, Tip P, L=150m	208	01MAY07A	31DEC07A	
L01TA17030 Kazı Hatı, 21+670 - 21+720g, Tip P, L=50m	150	18SEP07A	31DEC07A	
L01TA17020 Beton Hatı, 21+620 - 21+720, Tip P, L=200m	120	09FEB08A	31AUG08	

Start Date: 01OCT04  
 Finish Date: 27MAR09  
 Date Date: 01SEP08  
 Run Date: 05SEP08 12:54

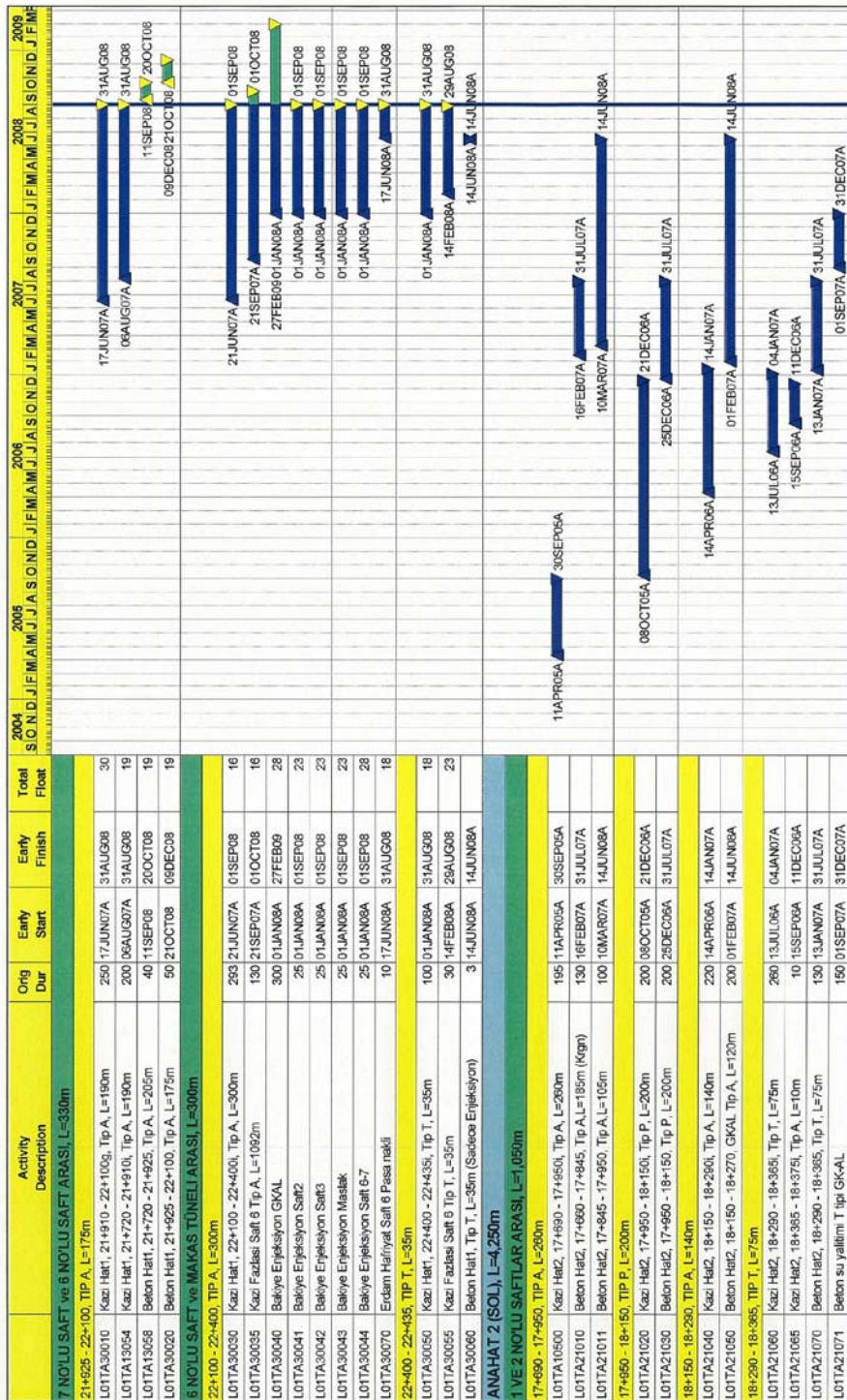
Legend:  
 Early Bar: Green  
 Progress Bar: Blue  
 Critical Activity: Red

© Primavera Systems, Inc.

Sheet 5 of 15

GARANTI KOZA - ALSIM ALARKO  
 4.Leveni-Ayazaga Metro Insaati  
 Classic Schedule Layout

Date	Revision	Checked	Approved



Start Date: 01OCT04  
 Finish Date: 27MAR09  
 Data Date: 01SEP08  
 Run Date: 05SEP08 12:54

Legend:  
 Early Bar  
 Progress Bar  
 Critical Activity

Sheet 6 of 15  
 GARANTI KOZA - ALSIM ALARKO  
 4. Levent-Ayazaga Metro Insaati  
 Classic Schedule Layout

Date: \_\_\_\_\_  
 Revision: \_\_\_\_\_  
 Checked: \_\_\_\_\_  
 Approved: \_\_\_\_\_

© Primavera Systems, Inc.

Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float
18-365 - 18+740, TIP A, L=375m				
L01TA21100 Kazi Hal2, 18+375 - 18+740, Tip A, L=365m	320	01JAN08A	25DEC08A	
L01TA21110 Beton Hal2, 18+365 - 18+601, Tip A, L=236m	150	22DEC08A	14JUN08A	
<b>2 VE 3 NOLU SAFTLAR ARASI, L=1750m</b>				
18+740 - 18+810, TIP A, L=70m				
L01TA21080 Kazi Hal2, 18+740 - 18+810, Tip A, L=70m	55	04FEB08A	25DEC08A	
L01TA21090 Beton Hal2, 18+366 - 18+810, Tip A, L=445m VLKN	440	09FEB07A	31AUG08	18
18+810 - 18+970, TIP T, L=160m				
L01TA21120 Kazi Hal2, 18+810 - 18+970, Tip T, L=160m	450	02APR08A	26SEP07A	
L01TA22000 Beton Hal2, 18+890 - 18+970, Tip T, L=80m GKAL	170	21MAR07A	12NOV07A	
L01TA21130 Beton Hal2, 18+810 - 18+890, Tip T, L=80m VLKN	220	08SEP07A	12NOV07A	
18+970 - 19+350, TIP A, L=380m				
L01TA51080 Kazi Hal2, 18+970 Makas Tureli, Tip A, L=70m	120	23SEP08A	19JAN07A	
L01TA22000 Kazi Hal2, 18+970 - 19+310, Tip A, L=340m	470	01NOV08A	26SEP07A	
L01TA22015 Beton Hal2, 18+970 Makas, Tip A, L=70m GUL	170	06OCT07A	14JUN08A	
L01TA22010 Beton Hal2, 18+970 - 19+350, Tip A, L=380m GUL	100	01NOV07A	14JUN08A	
L01TA22016 Topraklama demir iscligi, (Gul Insaati)	100	31MAR08A	31MAR08A	
19+350 - 19+880, TIP A, L=530m				
L01TA22020 Kazi Hal2, 19+310 - 19+890, Tip A, L=580m	950	18JAN08A	20SEP07A	
L01TA22030 Beton Hal2, 19+350 - 19+880, Tip A, L=540m	90	01FEB08A	01FEB08A	
<b>3 VE 4 NOLU SAFTLAR ARASI, L=695m</b>				
19+880 - 20+170, TIP A, L=290m				
L01TA23000 Kazi Hal2, 19+880 - 20+170, Tip A, L=280m	550	16DEC08A	20SEP07A	
L01TA23010 Beton Hal2, 19+890 - 20+170, Tip A, L=280m ILKM	300	13JUL07A	14JUN08A	
20+170 - 20+370, TIP P, L=200m				
L01TA23060 Kazi Hal2, 20+315 - 20+370, Tip P, L=55m	360	09AUG08A	25DEC08A	
L01TA23065 Kazi Hal2, 20+170 - 20+295, Tip P, L=125m	340	21AUG08A	25APR07A	
L01TA23062 Kazi Hal2, 20+285 - 20+315, Tip P, L=30m	60	07DEC08A	10APR07A	
L01TA23068 Salf 4 P1 Acar'a odemeyen Kaya Bulonu 4m	10	10APR07A	10APR07A	
L01TA23070 Beton Hal2, 20+170 - 20+370, Tip P, L=200m	200	03MAY07A	24SEP07A	
20+370 - 20+585, TIP A, L=215m				
L01TA24000 Kazi Hal2, 20+370 - 20+585, Tip A, L=215m	260	02FEB08A	10OCT06A	
L01TA24002 Kazi Hal2, Soneer Altyari g, Tip A, L=10m	10	20MAR07A	31MAR07A	
L01TA24010 Beton Hal2, 20+370 - 20+585, Tip A, L=215m	40	14JUN08A	14JUN08A	
<b>4 NOLU SAFT VE MASLAK YAKI PORTALI ARASI, L=665m</b>				
20+585 - 20+800, TIP A, L=215m				
L01TA23080 Kazi Hal2, 20+585 - 20+800, Tip A, L=355m	370	20FEB08A	25DEC08A	
L01TA23090 Beton Hal2, 20+585 - 20+820, Tip A, L=355m	55	14JUN08A	14JUN08A	

Sheet 7 of 15

GARANTI KOZA - ALSIM ALARKO  
4.Levant-Ayazaga Metro Insaati  
Classic Schedule Layout

© Primavera Systems, Inc.

Legend:  
█ Early Bar  
█ Progress Bar  
█ Critical Activity

Start Date: 01OCT04  
Finish Date: 27MAR09  
Data Date: 01SEP08  
Run Date: 05SEP08 12:54

Date	Revision	Checked	Approved

Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
20+930 - 21+055, TIP A, L=295m											
LO1TA21140 Kazi Hatı, 20+960 - 21+080, Tip A, L=110m	350	03DEC06A	21SEP07A								
LO1TA21150 Beton Hatı, 20+920 - 21+250, VLKN Tip A, L=330m	160	20SEP07A	14JUN08A								
21+085 - 21+260, TIP A, L=155m											
LO1TA20782 Kazi Hatı, 21+060 - 21+250g, Tip A, L=190m	370	06OCT06A	01NOV07A								
<b>MASLAK YAK ve 7 NOLU SAFT ARASI, L=550m</b>											
21+240 - 21+630, TIP A, L=290m											
LO1TA20340 Kazi Hatı, 21+240 - 21+630, Tip A, L=260m	500	11SEP06A	17DEC07A								
LO1TA20351 Beton Hatı, 21+410 - 21+530, Tip A, L=120m	100	27MAR08A	14JUN08A								
LO1TA20350 Beton Hatı, 21+240 - 21+340, Tip A, L=100m	30	14JUN08A	14JUN08A								
21+340 - 21+410, Tip T, L=68m											
LO1TA20345 Kazi Hatı, 21+340 - 21+410, Tip T, L=70m	160	13AUG07A	05JAN08A								
LO1TA20347 Beton Hatı, 21+340 - 21+410, Tip T, L=70m	75	27MAR08A	31AUG08								
0+000 - 0+060, TIP A, L=60m Makas				18							
LO1TA20355 Kazi Hatı, 21+410 Makas Tuneli, Tip A, L=70m	220	03JUL07A	10JAN08A								
LO1TA20356 Beton Hatı, 21+410 Makas Tuneli, Tip A, L=70m	100	06MAR08A	14JUN08A								
21+630 - 21+730, TIP P, L=200m											
LO1TA20702 Kazi Fazlası (Maslak) Tip P, L=400m	220	03MAY07A	04JAN08A								
LO1TA20710 Kazi Hatı, 21+630 - 21+655, Tip P, L=125m	220	15MAY07A	04JAN08A								
LO1TA20730 Kazi Hatı, 21+655 - 21+730, Tip P, L=75m	250	15JUL07A	31DEC07A								
LO1TA20720 Beton Hatı, 21+630 - 21+730, Tip P, L=200m	60	14JUN08A	14JUN08A								
<b>7 NOLU SAFT VE 8 NOLU SAFT ARASI, L=360m</b>											
21+730 - 21+940, TIP A, L=210m											
LO1TA20354 Kazi Hatı, 21+730 - 21+940, Tip A, L=210m	250	14MAY07A	31DEC07A								
LO1TA20358 Beton Hatı, 21+730 - 21+940, Tip A, L=210m	30	14JUN08A	14JUN08A								
21+940 - 22+115, TIP A, L=180m											
LO1TA40010 Kazi Hatı, 21+925 - 22+100g, Tip A, L=180m	260	14MAY07A	31AUG08	18							
LO1TA40015 Kazi Fazlası Saft 9 A Tipi	330	14MAY07A	31AUG08	18							
LO1TA40020 Beton Hatı, 21+925 - 22+100, Tip A, L=190m	50	14JUN08A	14JUN08A								
<b>8 NOLU SAFT ve MAKAS TUNELI ARASI, L=900m</b>											
22+115 - 22+415, TIP A, L=300m											
LO1TA40030 Kazi Hatı, 22+100 - 22+375, Tip A, L=275m	270	01JUN07A	31AUG08	25							
LO1TA40040 Beton Hatı, Tip A, L=275m (Sabotez Erişimsiz)	3	14JUN08A	14JUN08A								
<b>10 NOLU SAFT ve MAKAS TUNELI ARASI, L=900m</b>											
22+415 - 22+715, TIP A, L=300m											
LO1TA40048 I.T.U. B. Geçisi Yarı Teslimi	0	12MAY08A									
LO1TA40050 I.T.U. B. Geçisi Kazıkları (0-16 BS20)	20	20AUG08A	10SEP08	8							
LO1TA40054 I.T.U. B. Geçisi Kazıkları (0-16 BS14)	20	29AUG08A	31AUG08	8							
LO1TA40052 I.T.U. B. Geçisi Kazıkları (16-24 BS20)	20	01SEP08	20SEP08	8							
LO1TA40056 I.T.U. B. Geçisi Kazıkları (16-24 BS14)	20	01SEP08	20SEP08	8							

Start Date: 01OCT04  
 Finish Date: 27MAR09  
 Data Date: 01SEP08  
 Run Date: 05SEP07 12:54

Legend:  
 Early Bar (Green)  
 Progress Bar (Blue)  
 Critical Activity (Red)

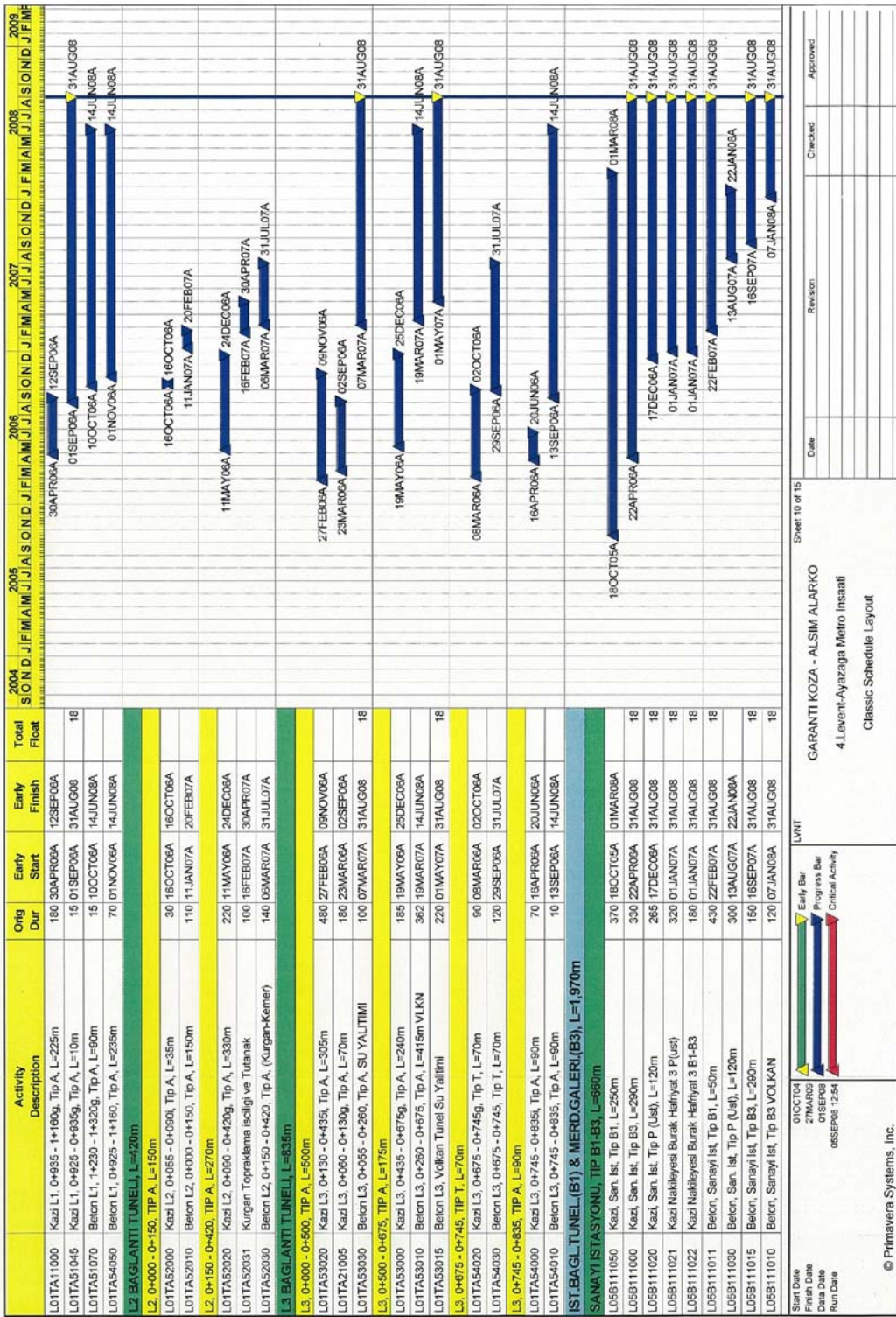
Sheet 8 of 15

GARANTI KOZA - AL-SIM ALARKO  
 4. Levent-Ayazaga Metro Insaati  
 Classic Schedule Layout

© Primavera Systems, Inc.

Date: \_\_\_\_\_  
 Revision: \_\_\_\_\_  
 Checked: \_\_\_\_\_  
 Approved: \_\_\_\_\_





Activity Description	Orig Dur	Early Start	Early Finish	Total Float	Year												
					2004	2005	2006	2007	2008	2009							
<b>ITU AYAZAGA ISTASYONU, TIP B1-B3, L=480m</b>																	
Kazi, Ayazaga Ist, Tip B1, L=60m	300	03NOV06A	21JUN07A														
Kazi, Ayazaga Ist, Tip B1, L=45m	200	30NOV06A	01FEB07A														
Kazi, Ayazaga Ist, Tip B3, L=240m	320	20MAR07A	21JUN07A														
Beton, Ayazaga Ist, Tip B1, L=200m	300	21JUN07A	31AUG08	18													
Kazi, Ayazaga Ist, Tip P (Ust), L=70m	180	21JUN07A	07JAN08A														
Beton, Ayazaga Ist, Tip B3, L=145m	220	21SEP07A	31AUG08	18													
Beton, Ayazaga Ist, Tip P (Ust), L=105m	60	14JUN08A	14JUN08A														
<b>ATATURK OTO SAN ISTASYONU, TIP B1-B3, L=430m</b>																	
Kazi, Maslak Ist, Tip B1, L=180m MASLAK	230	11JUN07A	10APR08A														
Kazi, Maslak Ist, Tip B1, L=70m SAFT 7	350	01DEC07A	04NOV08	18													
Kazi Fuzlas (Maslak) Tip B1-B3, L=360m	140	01DEC07A	10APR08A														
Beton, Maslak Ist, Tip B1, L=215m	150	09FEB08A	31AUG08	18													
Kazi, Maslak Ist, Tip P (Ust), L=96m SARGIN	120	14FEB08A	10APR08A														
Kazi, Maslak Ist, Tip B3, L=145m	120	10APR08A	10APR08A														
Kazi, Maslak Ist, Tip P (Ust), L=96m SONER	85	21APR08A	03SEP08	18													
Kazi Fuzlas P Ipi	85	01MAY08A	31AUG08	18													
Beton, Maslak Ist, Tip B3, L=145m	100	14JUN08A	14JUN08A														
Beton, Maslak Ist, Tip P (Ust), L=70m	50	14JUN08A	14JUN08A														
<b>ANAHAT TUNEL BAGLANTI GALERLERI, TIP B2, L=420m</b>																	
Kazi, Bag, 17*800, No.1, Tip B2, L=26m	20	11AUG06A	22NOV06A														
Kazi, Bag, Uzamlisi, 18*700, Tip B2, L=33m	30	15JAN06A	28FEB06A														
Kazi, Bag, 20*613, No.11, Tip A, L=27m	20	29APR06A	29MAY06A														
Kazi, Bag, 19*752, No.10, Tip A, L=27m	20	10MAY06A	10JUN06A														
Kazi, Bag L3 0*202, No.5, Tip B2, L=31m	30	26JUN06A	16SEP06A														
Kazi, Bag L2 0*215, No.4, Tip B2, L=63m	40	06JUL06A	25DEC06A														
Kazi, Bag L1 0*741, No.5, Tip B2, L=27m	30	08JUL06A	26SEP06A														
Kazi, Bag, 18*450, No.3, Tip B2, L=26m	20	11JUL06A	25DEC06A														
Kazi, Bag L3 0*531, No.6, Tip B2, L=10m	20	09AUG06A	25DEC06A														
Kazi, Bag L2 0*215, No.4, Tip B2, L=63m	50	01SEP06A	25DEC06A														
Kazi, Bag, 20*818, No.12, Tip B2, L=24m	20	07SEP06A	25DEC06A														
Kazi, Bag, 19*585, No.9, Tip B2, L=28m	20	08DEC06A	27JAN07A														
Beton, Bag L2 0*215, No.4, Tip B2, L=63m	97	23FEB07A	31AUG08	30													
Beton, Bag L3 0*531, No.6, Tip B2, L=10m	90	02MAR07A	21JUN08A														
Beton, Bag 17*800, No.1, Tip B2, L=26m	80	19MAR07A	21JUN08A														
Beton, Bag, 18*450, No.3, Tip B2, L=26m	115	21MAR07A	31AUG08	30													
Kazi, Bag, 19*350, No.8, Tip B2, L=26m	20	01JUN07A	07JUL07A														
Kazi, Bag, 19*130, No.7, Tip B2, L=26m	20	05JUN07A	12JUL07A														

Sheet 11 of 15

GARANTI KOZA - ALSIM ALARKO  
4. Levant-Ayazaga Metro Insaati  
Classic Schedule Layout

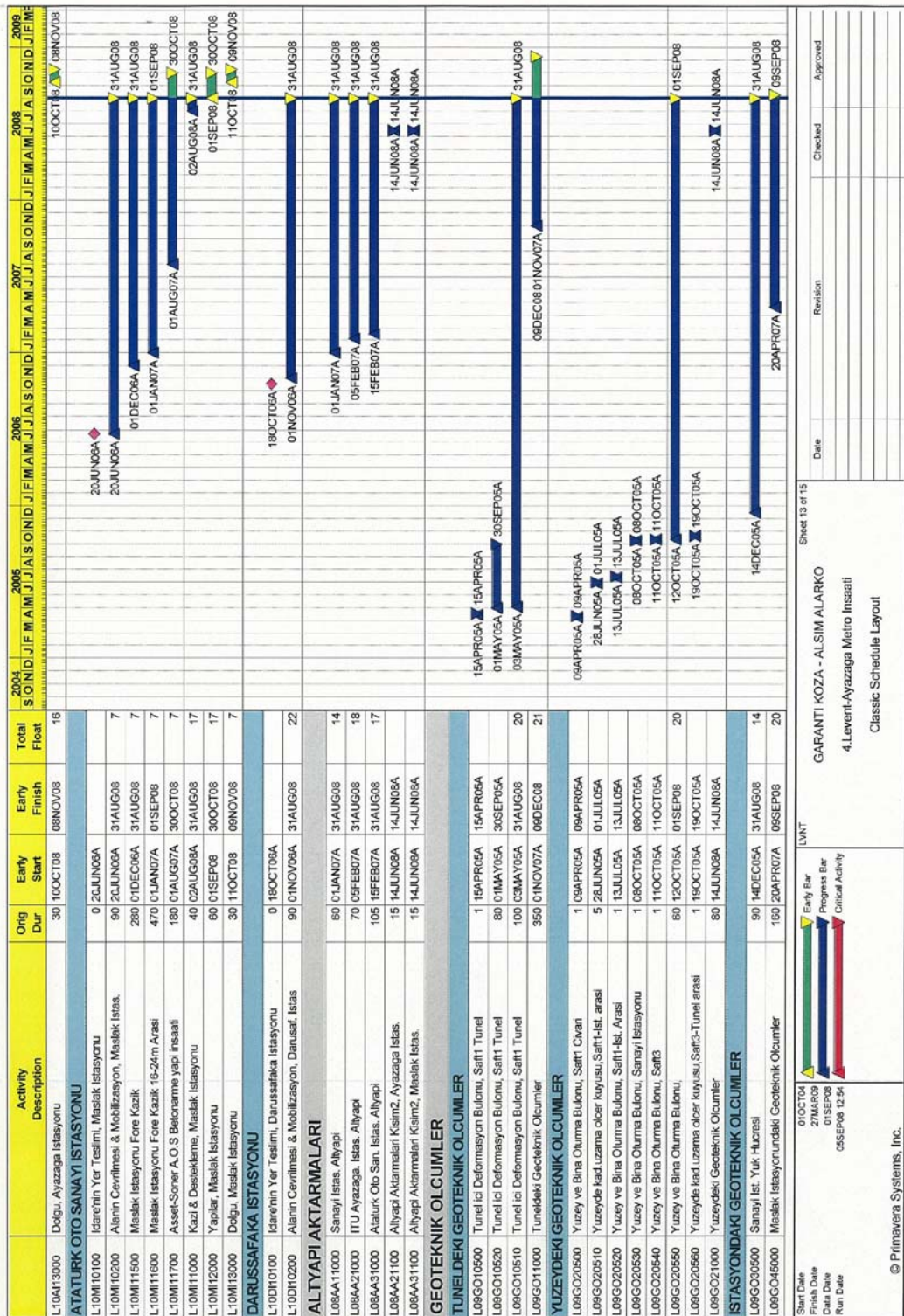


Start Date: 01OCT04  
Finish Date: 27MAR09  
Date Date: 01SEP08  
Run Date: 06SEP08 12:54

© Primavera Systems, Inc.



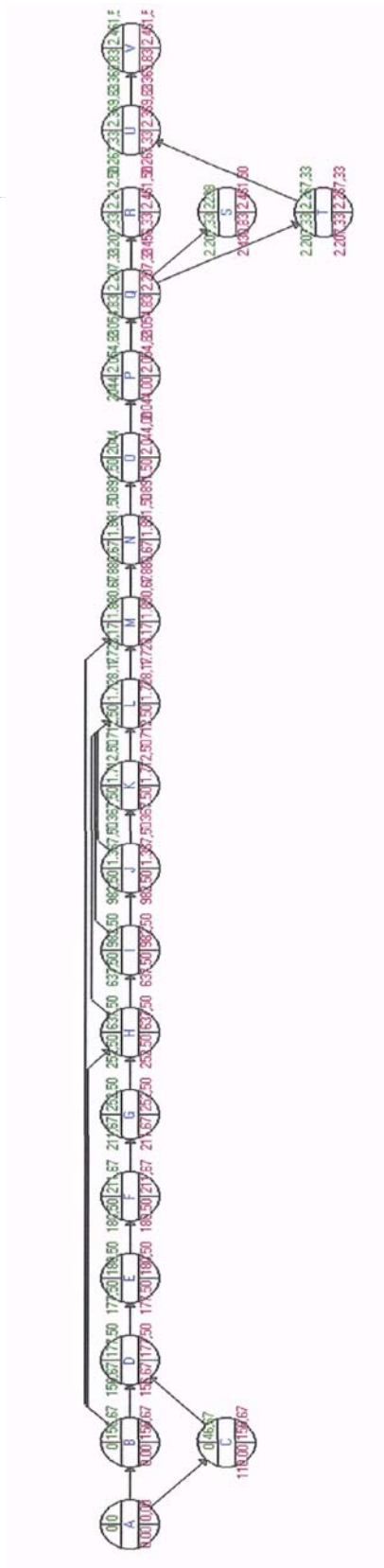




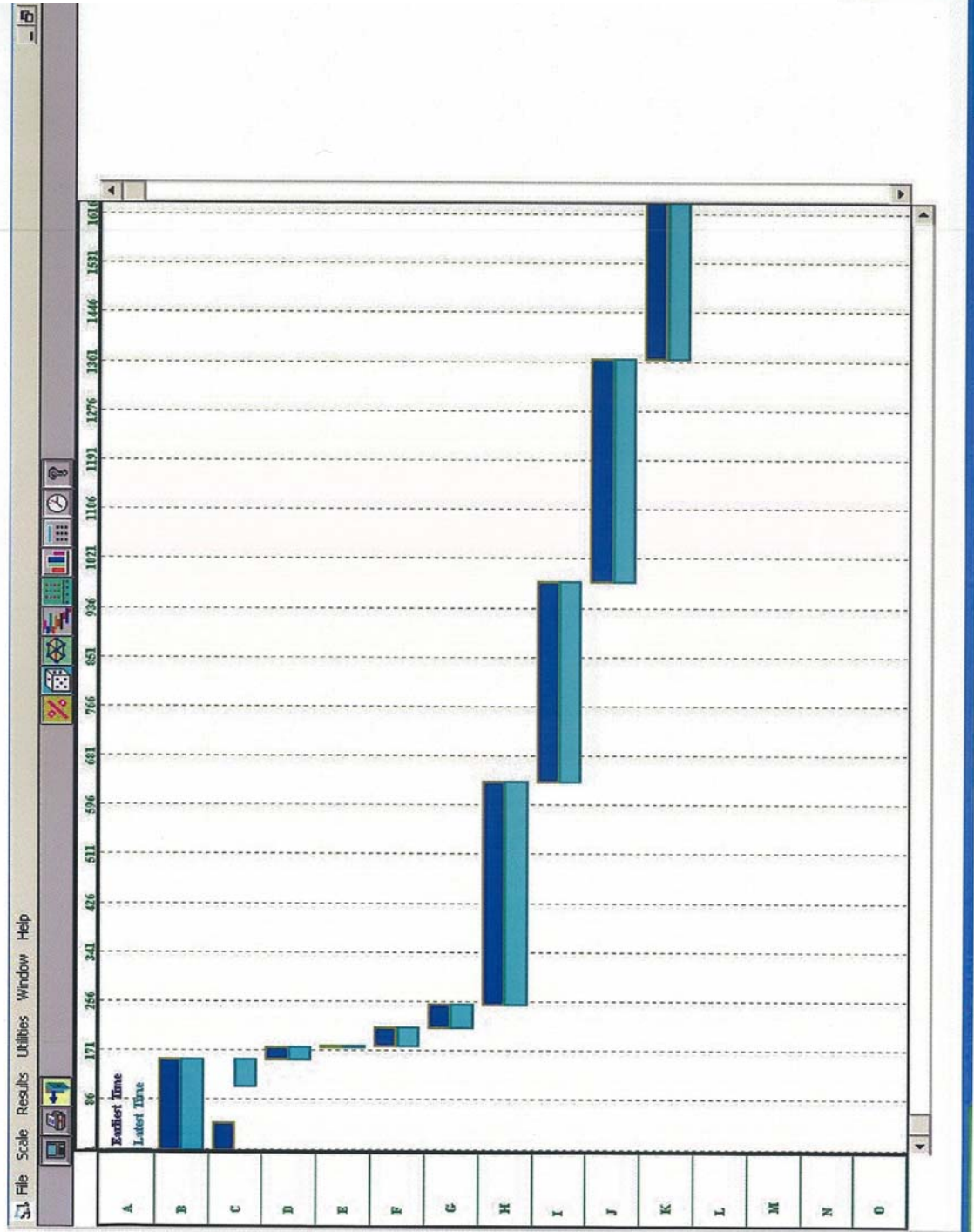




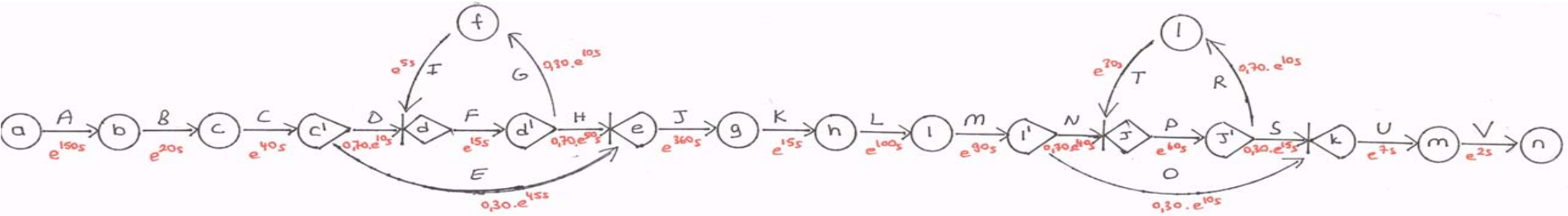
# EK-7 Projenin PERT İle Gösterimi



## EK-8 Projenin GANTT İle Gösterimi



EK-9 Projenin GERT ile gösterimi



## **ÖZGEÇMİŞ**

Berna ÖZDEN, 1984 yılında Edirne’de doğdu. 2002 yılında Yedikule Süper Lisesi’nden mezun oldu. 2006 yılında Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme (1. Öğretim) Bölümünü bitirdi. 2006 yılında Alarko Holding A.Ş.’de staj yapmış ve belirli bir süre çalışmıştır. 2009 yılında TMSF’de Sistem Mühendisi olarak işe başlamış olup, çalışmaya devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.