



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HİZMET ALIMI TİPLİ SÖZLEŞMELERDE
KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİ
MODELİ VE BİR UYGULAMA**

İnş. Müh. Murat BAHAR
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı İşletmesi Programı

Danışman
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI

Temmuz, 2008

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HİZMET ALIMI TİPLİ SÖZLEŞMELERDE
KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİ
MODELİ VE BİR UYGULAMA**

İnş. Müh. Murat BAHAR
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı İşletmesi Programı

Danışman
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI

Temmuz, 2008

İSTANBUL

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin birinci yılını tamamladığım teorik bölümün sonunda, açıkçası öğrendiğim bilgileri nasıl bir arada tutacağım ve gerektiğinde birleştirerek yargılara varabileceğim konularında tereddütlerim bulunuyordu. Ancak tez çalışmalarımın başladığı Eylül 2007 döneminden bitimine kadar geçen zaman içerisinde, teorik birikimin pratik uygulamayla buluşmasına tanıklık ettim. Aynı zamanda bilimin ışığını ve güzelliğini bir kez daha hissettim. İstanbul Üniversitesi gibi, ilim bahçesinde hep yeni çiçekler açan ve ülkemizin en köklü ve ciddi akademilerinden birinde eğitim almaktan gurur duydum. Bu bağlamda Ulu Önder Atatürk'ü “ilim, fen ve ihtisas nerede ise oradan alacağız ve her millet ferdinin kafasına koyacağız. İlim ve fen için kayıt ve şart yoktur.” sözünü anmak gereği duyuruyorum.

Bu zorlu çalışma sürecinin her aşamasında, ilgisini, yardımını, uyarı ve hoşgörüsünü esirgemeyen ve tezimi tamamlamamda büyük katkısı olan hocam, Prof. Dr. Sayın Ekrem MANİSALI' ya,

Sabır ve desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Ayşe BAHAR'a,

Belli bir dönem dersleriyle ilgilenmeye, futbol maçlarındaki kaleciliğini seyretmeye ve sohbet etmeye zaman ayıramadığımdan dolayı beni affedecek olan oğlum Metehan'a,

Maddi ve manevi desteğini sürekli üzerimde hissettiğim ve yardımlarını esirgemeyen Gama-Nurol ortaklığının değerli çalışanları Yük. Müh. Hakan CEYLAN ile Müh. Ömer OLGUNÖZ' e

Bilgisini hiçbir zaman sakınmayan ve paylaşmaktan zevk duyan Araştırma Görevlisi Ersin NAMLI ve Müjdat TİRYAKİ' ye,

Canla başla emek veren mesai arkadaşlarım İnş.Yük.Müh. Hakan DEMİR, Fatih ŞENTÜRK, Alper YILDOĞAN ve B.Emre EKİNCİ' ye teşekkürlerimi sunarım.

30 Temmuz 2008

Murat BAHAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. PROJENİN TANIMI	4
2.2. PROJENİN ÖZELLİKLERİ	5
2.3. PROJENİN ÖMRÜ	6
2.4. PROJENİN SINIFLANDIRILMASI	8
2.4.1. Sürelerine Göre Projeler	8
2.4.2. Niteliklerine Göre Projeler	8
2.4.3. Sözleşme Tipine Göre Projeler	9
2.5. PROJE YÖNETİMİ YAKLAŞIMI	9
2.6. PROJE YÖNETİMİNİN GELİŞİMİ	13
2.7. TEDARİK SÜRECİ, TAKVİM VE ÇİZELGELEME	15
2.8. PROJE RİSK YÖNETİMİ.....	16
2.9. PROJE YÖNETİMİ FONKSİYONLARI	19
2.9.1. Proje Planlarının Yapılması	19
2.9.2. İş Dağılım Ağacının (WBS) Oluşturulması	20
2.9.3. Birleşik Ana Planlar/Takvimlerin Yapılması	22
2.9.4. Proje Kontrolü	24
2.9.5. Kazanılmış Değer Analizinin Yapılması	25
2.9.6. Diyagramların Hazırlanması	27

2.9.6.1. Faaliyetlerin Tanımlanması	27
2.9.6.2. Faaliyetlerin Sıralanması	28
2.9.6.3. Faaliyetlerin Süresinin Tahmini	28
2.9.6.4. Diyagramın Geliştirilmesi	28
2.9.6.5. Diyagramın Kontrolü	29
2.9.7. Risklerin Değerlendirilmesi	29
2.10. DİYAGRAM TİPLERİ VE GELİŞİMLERİ	30
2.10.1. Gant Şeması ve Dönüm Noktası Diyagramları	30
2.10.2. Ağ Diyagramları	32
2.10.3. Üretim Çizelgeleri Diyagramları	33
2.11. AĞ DİYAGRAMLARI	34
2.11.1. Şebeke Tekniği	36
2.11.2. Şebeke Tekniği Uygulama Safhaları	36
2.11.3. Şebeke Analiz Teknikleri	38
2.11.3.1. CPM Tekniği	39
2.11.3.2. PERT Tekniği	39
2.11.3.3. CPM ve PERT Tekniklerinin Değerlendirilmesi	41
2.11.3.4. PDM (Öncelikli Diyagram Metodu)	43
2.11.4. Faaliyet İlişkileri.....	43
2.12. PROJE YÖNETİMİNDE KAYNAK KULLANIMI	44
2.12.1. Sınırlı Kaynak Tahsisi	46
2.12.2. Sınırsız Kaynak Dengelemesi	46
2.12.3. Uzun Vadeli Kaynak Planlaması	46
2.13. KAYNAK ANALİZİ	47
2.14. ŞEBEKENİN ÇUBUK DİYAGRAMA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ	48
2.15. KAYNAK TOPLAMLARI VE DENGELEME.....	49
3. MALZEME VE YÖNTEM	51
3.1. MALİYET	51
3.1.1. Maliyet Kavramı	51
3.1.2. Maliyet Analizi ve Kontrolü	52
3.1.3. Süre-Maliyet ilişkisi	53
3.2. KAZANILMIŞ DEĞER KAVRAMI	55
3.2.1. Genel	55
3.2.2. Kazanılmış Değer Analizinin Tarihçesi	57
3.2.3. Kazanılmış Değere Bakış	58
3.2.4. Kazanılmış Değere Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri	60
3.2.5. KDA Standart Tanımları ve Kısaltmalar	62
3.2.6. Gold Kart	63
3.2.7. Maliyet/Program Sapmaları	64
3.2.8. Planlanan Değer, Gerçek Maliyet ve Kazanılmış Değerin Karşılaştırılması	66

3.3. KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİNİN ELEMANLARI	67
3.3.1. Başlangıç Planlaması ve Şimdiki Zamana İlişkin Parametreler	67
3.3.1.1. <i>Planlanmış Değer</i>	67
3.3.1.2. <i>Kazanılmış Değer</i>	68
3.3.1.3. <i>Gerçek Maliyet</i>	68
3.3.1.4. <i>Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet</i>	68
3.3.1.5. <i>Toplam Bütçelenen Maliyet</i>	68
3.3.2. Program Analiz ve Tahminlemesine İlişkin Parametreler	69
3.3.2.1. <i>Program Sapması</i>	69
3.3.2.2. <i>Program Performans Endeksi</i>	70
3.3.2.3. <i>Tahmini Tamamlanma Süresi</i>	71
3.3.2.4. <i>Tamamlanma Program Performans Endeksi</i>	71
3.3.3. Maliyet Analiz ve Tahminlemesine İlişkin Parametreler	71
3.3.3.1. <i>Maliyet Sapması</i>	71
3.3.3.2. <i>Maliyet Performans Endeksi</i>	72
3.3.3.3. <i>Maliyet Program Endeksi</i>	73
3.3.3.4. <i>Tahmini Tamamlanma Maliyeti</i>	73
3.3.3.5. <i>Tamamlanmadaki Sapma</i>	76
3.3.3.6. <i>Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi</i>	76
3.3.3.7. <i>Tamamlanma Performans Endeksi</i>	77
3.3.3.8. <i>Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyeti</i>	78
3.3.3.9. <i>Yüzde Tamamlanma</i>	79
3.3.3.10. <i>Yüzde Harcama</i>	79
3.4. KAZANILMIŞ DEĞER TEKNİKLERİ	79
3.4.1. 0 – 100 Kazanılmış Değer Metodu.....	80
3.4.2. 100 – 0 Kazanılmış Değer Metodu	80
3.4.3. Yüzde Başlama – Yüzde Bitiş Metodu	80
3.4.4. Yüzde Tamamlanma Metodu	80
3.4.5. Ağırlıklandırılmış Kilometretaşları Metodu	81
3.4.6. Yüzde ağırlıklandırılmış Kilometretaşları Metodu	81
3.4.7. Tamamlanan Birimler Metodu.....	81
3.4.8. Eşdeğer Birim Metodu.....	81
3.4.9. Paylaştırılmış Çaba Metodu.....	82
3.4.10. Çaba Seviyesi Metodu.....	82
3.5. KAZANILMIŞ DEĞER YÖNETİM SİSTEMİ KRİTERLERİ VE	
METODOLOJİSİ	82
3.5.1. Kriterler	82
3.5.1.1. <i>Grup 1 (Organizasyon)</i>	82
3.5.1.2. <i>Grup 2 (Planlama,Programlama ve Bütçeleme)</i>	83
3.5.1.3. <i>Grup 3 (Hesaplama)</i>	83
3.5.1.4. <i>Grup 4 (Analiz ve Raporlama)</i>	84
3.5.1.5. <i>Grup 5 (Gözden Geçirme ve Düzeltme)</i>	85
3.5.2. Metodoloji	85
3.5.2.1. <i>İş Dağılım Ağacının (WBS) Oluşturulması</i>	85
3.5.2.2. <i>Planlamanın Tamamlanması</i>	86
3.5.2.3. <i>Gerçekleşen Maliyetlerin Hesaplanması</i>	86
3.5.2.4. <i>Raporlamalar</i>	86

3.5.2.5. <i>Disiplinin Temini ve Sürdürülmesi</i>	86
3.6. KAZANILMIŞ DEĞER İÇİN BASİT ÖRNEK.....	87
4. BULGULAR	91
4.1. GİRİŞ	91
4.2. UYGULAMA PROJESİ.....	91
4.2.1. Marmaray Projesi	92
4.2.1.1. <i>Projenin Amaçları</i>	92
4.2.1.2. <i>Projenin Tarafları</i>	93
4.2.1.3. <i>Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesinin Kısa Tanıtımı</i>	93
4.2.1.4. <i>Program (Schedule) ve Maliyet (Cost) Sapmalarının Genel İncelemesi</i>	95
4.2.2. Faaliyet Listesinin Oluşturulması.....	97
4.2.3. Öncelikler ve Faaliyetler Arası İlişkilerin Tanımlanması.....	99
4.2.4. Faaliyet Sürelerinin Tespiti.....	100
4.2.5. Kaynaklar ve Maliyetlerin Belirlenmesi	101
4.2.5.1. <i>İşgücü Kaynağı</i>	101
4.2.5.2. <i>Malzeme Kaynağı</i>	102
4.3. UYGULAMANIN PROJE YÖNETİMİ YAZILIMI KULLANILARAK ANALİZİ.....	105
4.3.1. MS Project Yazılımı.....	105
4.3.1.1. <i>Yazılımın Genel Tanıtımı</i>	105
4.3.1.2. <i>Yazılımın Özellikleri</i>	109
4.3.2. Zaman Analizinin Yapılması	110
4.3.2.1. <i>Gantt Şemasının Oluşturulması</i>	111
4.3.2.2. <i>Ağ Diyagramının Oluşturulması</i>	111
4.3.3. Kaynak Dengelemesinin Yapılması	112
4.3.3.1. <i>Kaynak Grafiklerinin İncelenmesi</i>	112
4.3.3.2. <i>Kaynak Kapasite Miktarının Belirlenmesi</i>	112
4.3.3.3. <i>Kaynak Dengelemesinin Yapılması</i>	113
4.3.4. Kazanılmış Değer Hesaplamaları	113
4.3.4.1. <i>Başlangıç Planlaması</i>	113
4.3.4.2. <i>Birinci Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri</i>	114
4.3.4.3. <i>İkinci Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri</i>	116
4.3.4.4. <i>Üçüncü Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri</i>	118
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	121
KAYNAKLAR	126
EKLER	128
ÖZGEÇMİŞ	129

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Morris'e Göre İnşaat İçin Örnek Proje Yaşam Döngüsü	6
Şekil 2.2	: Sık Karşılaşılan Proje Yaşam Döngüsü.....	7
Şekil 2.3	: Proje Bileşenleri	10
Şekil 2.4	: Üçlü Kısıtın Öncelikleri	11
Şekil 2.5	: Proje Yönetimi Bileşenleri	12
Şekil 2.6	: Proje Yönetimi Avantajları	15
Şekil 2.7	: Risk Yönetimi Unsurları	17
Şekil 2.8	: Risk Tepkisi.....	18
Şekil 2.9	: İş Dağılım Ağacının Oluşturulması.....	22
Şekil 2.10	: Bir Aracın 10.000 km. Bakımının Teknik Serviste Yapılmasını İçeren WBS Örneği	23
Şekil 2.11	: Performans Raporu Grafik Gösterimi	24
Şekil 2.12	: Çubuk Diyagram Örneği	31
Şekil 2.13	: Ağ Diyagramı Örneği	32
Şekil 2.14	: Ağ Diyagramları Akış Şeması.....	35
Şekil 2.15	: Şebeke Tekniği Akış Şeması	38
Şekil 2.16	: PERT Zaman Tahminleri İle Beta Dağılımı.....	40
Şekil 2.17	: PERT Süre Hesaplaması	41
Şekil 2.18	: Sınırlı ve Miktarları Değişmeyen Kaynakların Kullanımında İdeal ve Gerçek Dağılım	45
Şekil 2.19	: Kaynak Ataması ve Dengelemesinin Yapılması	49
Şekil 3.1	: Maliyet-Süre İlişkisi	53
Şekil 3.2	: Gold Kart.....	63
Şekil 3.3	: Kazanılmış Değer Grafiği ve Sapmalar.....	65
Şekil 3.4	: Toplam Bütçelenen Maliyet Grafiği.....	69
Şekil 3.5	: Program Sapması Grafiği	70
Şekil 3.6	: Maliyet Sapması Grafiği	72
Şekil 3.7	: Maliyet Program Endeksi	73
Şekil 3.8	: Tamamlanma Performans Endeksi.....	78
Şekil 3.9	: Proje Maliyet / Sermaye Planı.....	87
Şekil 3.10	: Geleneksel Maliyet/Sermaye Yönetimi.....	88
Şekil 3.11	: Kazanılmış Değer Proje Yönetimi.....	89
Şekil 4.1	: Marmaray Projesi Genel Durumu.....	92
Şekil 4.2	: Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi Uydu Görünümü.....	93
Şekil 4.3	: Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi (Kesit).....	94
Şekil 4.4	: Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi İş Programı	95
Şekil 4.5	: Proje Planı Yapılması	105
Şekil 4.6	: Görev Listesi Yaratılması	106
Şekil 4.7	: Kaynak Tanımlamaları	107

Şekil 4.8	: Görevlerde Kaynakların Atanması	107
Şekil 4.9	: Görevlerdeki Sürecin İzlenmesi	108
Şekil 4.10	: Kaynak Dengeleme İşlemleri	108
Şekil 4.11	: Raporlamaların Alınması	109
Şekil 4.12	: Birinci Dönem Kazanılmış Değer Grafiği.....	115
Şekil 4.13	: İkinci Dönem Kazanılmış Değer Grafiği.....	118
Şekil 4.14	: Üçüncü Dönem Kazanılmış Değer Grafiği.....	120
Şekil 4.15	: Kümülatif Maliyetler Grafiği.....	123
Şekil 4.16	: Toplam Kazanılmış Değer Grafiği	124

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: Proje Performansı Raporu Tablo Gösterimi.....	25
Tablo 2.2	: Şebeke Teknikleri Avantaj ve Kısıtları	37
Tablo 3.1	: Maliyet Artış Faktörü	54
Tablo 3.2	: KDA' nın Kullanım Alanları.....	57
Tablo 3.3	: KDA Standart Tanımları ve Kısaltmalar.....	62
Tablo 3.4	: Örnek Projeler Üzerinde Kazanılmış Değer Kıyaslamaları	66
Tablo 4.1	: Tasarım Hataları ve Metraj Yanlışlıkları Bedelleri.....	96
Tablo 4.2	: Fiyat Artışı Bedelleri	97
Tablo 4.3	: Başlamış ve Halen Devam Eden Aktiviteler	98
Tablo 4.4	: Faaliyet Öncelik İlişkileri	100
Tablo 4.5	: İşgücü Kaynakları ve Maliyetleri	102
Tablo 4.6	: Malzeme Kaynakları ve Maliyetleri	102
Tablo 4.7	: Taşeron Firma Kaynakları ve Maliyetleri	103
Tablo 4.8	: Birinci Dönem Kazanılmış Değerleri.....	114
Tablo 4.9	: İkinci Dönem Kazanılmış Değerleri.....	116
Tablo 4.10	: Üçüncü Dönem Kazanılmış Değerleri.....	119

SEMBOL LİSTESİ

AC	: (Actual Cost), Gerçek Maliyet
ACC	: (Acquisition Community Connection),
ACT	: (Action), Faaliyet
ACWP	: (Actual Cost Work Performed), Yapılan İşin Gerçekleşen Maliyeti
BAC	: (Budget At Completion), Tamamlamadaki Bütçelenen Maliyet
BCWP	: (Budgeted Cost Work Performed), Yapılan İşin Bütçelenen Maliyeti
BCWS	: (Budgeted Cost Work Scheduled), Programlanan İşin Bütçelenen Maliyeti
C/SCSP	: (Cost/Schedule Control Systems Criteria), Maliyet/Program Kontrol Sistemleri Kriteri
CSI	: (Cost Schedule Index), Maliyet Program Endeksi
C/SPCS	: (Cost/Schedule Performance Control Systems), Maliyet/Program Performans Kontrol Sistemleri
CPI	: (Cost Performance Index), Maliyet Performans Endeksi
CPM	: (Critical Path Method), Kritik Yol Yöntemi
CV	: (Cost Variance), Maliyet sapması
EAC	: (Estimate At Completion), Tahmini Tamamlanma Maliyeti
ETC	: (Estimate To Completion), Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyeti
EV	: (Earned Value), Kazanılmış Değer
EVM	: (Earned Valued Management), Kazanılmış Değer Yönetimi
EVPM	: (Earned Valued Project Management), Kazanılmış Değer Proje Yönetimi
IMP	: (Integrated Master Plans), Birleşik Ana Planlar
IMS	: (Integrated Master Schedule), Birleşik Ana Diyagram
IPPD	: Entegre Ürün ve Süreç Geliştirme
IPT	: Ortak Çalışma Grubu
LOB	: Denge Çizgisi Tekniği
MPS	: Ana Proje Diyagramı
MS	: (Master Schedule), Ana Program
NASA	: Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
US DOD	: Amerikan Savunma Bakanlığı
PCS	: (Precedence Charting System), Öncelik Diyagramları
PDM	: (Precedence Charting System), Öncelik Diyagramları
PERT	: (Program Evaluation And Review Technique), Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
PMI	: (Project Management Institute), Proje Yönetim Enstitüsü
PMBOK	: (Project Management Body Of Knowledge),
POC	: (Percent Of Complete), Yüzde Tamamlanma
POS	: (Percent Of Spent), Yüzde Harcama
PV	: (Planned Value), Planlanmış Değer
SPI	: (Schedule Performance Index), Program Performans Endeksi

SV	: (Schedule Variance), Program Sapması
T	: Herhangibir T Zamanı
T_e	: Beklenen Zaman Değeri
TBC	: (Total Budgeted Cost), Toplam Bütçelenen Maliyet
TBM	: (Tunnel Boring Machine), Tünel Kazı Makinesi
TCCPI	: (To Complete Cost Performance Index), Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi
TCPI	: (To Complete Performance Index), Tamamlanma Performans Endeksi
TCSPI	: (To Complete Schedule Performance Index), Tamamlanma Program Performans Endeksi
TSK	: (Task), Görev
WBS	: (Work Breakdown Structure), İş Dağılım Ağacı
V	: Varyans Değeri
VAC	: (Variance At Completion), Tamamlanmadaki Sapma
Z	: Standart Normal Dağılıma Ulaşmak İçin Kullanılan Özel Bir Dağılım
σ	: Standart Sapma Değeri
μ	: Normal Dağılımdaki Ortalama
Σ	: Toplama, Toplam Alma

HİZMET ALIMI TIPLİ SÖZLEŞMELERDE KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİ MODELİ VE BİR UYGULAMA

ÖZET

Çalışmada proje hakkında genel bilgi ve tanımlamalar aktarılmış ve projelerin sınıflandırması yapılmıştır. Proje yönetimi yaklaşımı, gelişimi ve fonksiyonları hakkında yüzeysel bilgiler verilmiştir. Proje risk yönetimi ve risklerin değerlendirilmesi konusu üzerinde durulmuştur.

Proje planlarının oluşturulması kapsamında ağ diyagramları açıklamalı olarak örneklendirilmiş, şebeke teknikleri ayrıntılı olarak irdelenmiş, özellikle CPM (Kritik Yol Metodu) konusu gelişimi ve kapsamı incelenmiştir.

Proje yönetiminde kaynak kullanımı araştırılmış ve kaynakların atanması / tahsisi, dengelenmesi ve planlaması konuları incelenmiştir. Proje zaman yönetimini kapsayan CPM tekniği ile birlikte maliyet kavramı ele alınmış, maliyet analizi ve süre / maliyet ilişkileri araştırılmıştır.

Kazanılmış değer kavramı incelenmiş, tanımlamaları yapılmış, kazanılmış değer parametreleri ve formülasyonları üzerinde çalışılmış, parametrelerin bağıl grafikleri ve grafiklerin yorumlamaları üzerinde durulmuştur. Kazanılmış değer yönetim sistemi teknikleri incelenmiş, hangi cins projelerde hangi tekniklerin uygulanması gerektiği konusu araştırılmış, sistemin kriterleri ve metodolojisi incelenmiştir. Kazanılmış değer yönetim sistemi kavramlarının basit bir örnek üzerinde incelenerek anlaşılması sağlanmıştır.

Uygulama projesi hakkında genel tanıtım yapılmış, proje yönetimi kapsamında projenin zaman ve kaynak planlamaları yapılmış ve üç bölüm halinde kazanılmış değer hesaplamaları yapılarak program ve maliyet sapmaları incelenmiş, performans endeksleri hesaplanarak ileriye yönelik tahminlerde bulunulmuştur. Ayrıca sapmaların olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla alınması gereken tedbirler araştırılarak çalışmaya son verilmiştir.

EARNED VALUE METHOD AND APPLICATION IN THE SERVICE PROCUREMENTS CONTRACT TYPE

SUMMARY

Within this study, the general information, description and classification about the project were done. Information about the project management approach, development and functions were give shortly. The project risk management and evaluation of risk had been emphasized in our study.

In the extent of constitution of project plans, network diagrams were samplised with illustrations. The network techniques were detailed. Specially the development and the extent of the subject of CPM (critical path method) were examined.

In this study the usage of the resource in the project management were searched. Assignment, stabilization and planning of the resource were examined. Project schedule management which had included CPM techniques cost/schedule analyze, relationships with cost were investigated.

The earned valued concept was inspected, definitions were made, the components and formulations of the earned valued were worked, related graphics of the components and the commentment of the graphics were examined. The techniques of EVMS were examined, the choice of the techniques that will be used in which project were investigated, the criterias and the methods of the system were examined. The concepts of EVMS were examined in a sample to illustrate in a easy way.

The general introduction was made about the application project, in the scope of the project management, the time and resource plans of the project were made and earned valued calculations were made in three divisions schedule and cost variances were examined. This study had been done to investigate the precautions for protecting from the negative effect of variance.

1. GİRİŞ

Üretim ve hizmet çok sayıda faaliyetin meydana getirdiği projelerin hayata geçirilmesiyle meydana gelmektedir. Bir projenin başarısı da istenen amaca zaman, maliyet ve kalite kavramlarının optimum birlikteliği ile ulaşıp ulaşılamadığı ile ölçülür. 20 nci yüzyılda gelişen teknoloji ile projeler büyük boyutlara ulaşmış, faaliyet sayıları ile birlikte karmaşıklık da artmıştır. Dolayısıyla “ projeye dahil olanların projeye yönelik gereksinim ya da bunların üzerine çıkma için bilgi, beceri, araç ve tekniklerin proje etkinliklerine uygulanması olarak tanımlanan proje yönetiminin “ çok daha özenli dikkate alınması zorunluluğu doğmuştur.

Henry Gantt’ ın 1900’ lü yılların başında yaptığı çalışmalar modern proje yönetimi anlayışının ilk eseri olarak karşımıza çıkmış, Gantt şemaları o yıllarda gemi inşa projelerinde planlama ve kontrol işlerinde görsel amaçlı olarak kullanılmış ve bu şemaların Birinci Dünya Savaşı sırasında inşa edilen kargo gemilerinin inşa sürelerini kısalttığı görülmüştür. Öte yandan bu şemalar projeyi oluşturan faaliyetler arasındaki bağlantıları ve kritik faaliyetleri göstermemesi, uygulama sürecinde değişikliklerin tüm şemaların yeniden çizilmesini zorunlu kılması gibi sebeplerle çok yetersiz kalmıştır.

Proje yönetiminin iki temel tekniği olan CPM (Critical Path Method- Kritik Yol Yöntemi) ve PERT (Program Evaluation and Review Technique – Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) eş zamanlı olarak bu çalışmalar sonucu geliştirilmiş tekniklerdir. CPM çalışmaları ABD donanmasının “ Polaris Projesinin “ gerçekleştirilmesi sırasında zenginleştirilmiştir. Bir matematikçi olan Dr. E. CLARK geliştirdiği ağ diyagramı yöntemi olan PERT tekniğini ortaya koymuştur.

1970’ li yıllarda birbirinden farklı yöntem ve tekniklerle proje yönetimi büyümeye ve gelişmeye devam etmiş, savunma ve inşa sektörünün yanı sıra ileri teknoloji şirketleri de proje yönetimi sistemlerini verimli bir şekilde kullanmışlardır. Zaman, maliyet ve kalite üçgeninin biri değiştiğinde diğerlerini etkileyen elemanları birbirleri ile entegre edilmiştir. 1980’ lerin önemli gelişmelerinden biri de daha önceden uygulama safhasına odaklanan yönetim anlayışının projeye daha fazla değer katma imkanının mümkün olduğu proje başlama ve bitiş safhalarına odaklanmaya başlaması olmuştur. Ülkemizde

de Keban ve Atatürk Barajları, Boğaz Köprüleri, İskenderun Ereğli Demir Çelik Fabrikaları, Ali Ağa Rafinerisi gibi büyük inşaat projelerinin yönetiminde CPM ve PERT proje yönetim teknikleri kullanılmıştır.

Uygulama projesinin amacı zaman ayarlaması, kritik faaliyetler ve faaliyet bolluklarının tespiti gibi bütün yöneticilerin az yada çok bildikleri ve uyguladıkları proje yönetimi kavramlarının açıklanmasından çok, daha az bilinen ve uygulanan, oysa proje zaman yönetimi kadar önemli maliyet analizi kapsamındaki kazanılmış değer kavramının ortaya konması olmuştur. Doğal olarak konunun daha iyi açıklığa kavuşabilmesi için ilk bölümde proje, ikinci bölümde proje yönetimi kavramları anlatılarak önemleri vurgulanmıştır. Bu açıdan CPM ve PERT tekniklerinin esasları yanı sıra şebeke çiziminden de bahsedilmiştir. Yine bu bölümde proje süresinin belirlenmesine kısaca değinilerek kaynak dağılımı ve dengelemesi konusu incelenmiştir. Üçüncü bölümde kazanılmış değer analizi tanımlanmış, analizde kullanılan kavramlar ve formülasyonlara değinilmiş, basit örneklerle konunun incelenmesi yapılmıştır. Yine analizin inşaat projelerindeki uygulama alanlarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde tezin temel hedefi olan uygulama safhasına geçilmiş; uygulama şantiyesinin ve projenin genel tanıtımı, mali / programsal portresi, iş programı ve maliyet / program sapmaları kısaca anlatılmış, bunların nedenleri yüzeysel olarak incelenmiş, daha sonra uygulamanın yapılacağı kesitler incelenmek üzere ele alınmıştır. CPM ve PERT bütün proje yöneticileri tarafından az çok bilinen ve uygulanan yöntemler olsa da kaynak dengelemesi ve kazanılmış değer analizi kavramları yeterince bilinmemekte ve uygulamaları gerçekleştirilmemektedir.

Kazanılmış değer analizi planlanan ve gerçekleşen arasındaki farkı ortaya koyarak projenin hem süre hem de maliyet açısından gidişatının takibini sağlayan analizdir. Bu sayede projenin tarafları ve yönetim proje üzerindeki denetimlerini artırıp gerekli tedbirleri daha önceden alma şansına sahip olurlar.

Uygulama projesi olarak T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı (DLH) Genel Müdürlüğünce TAISEI – GAMA – NUROL Konsorsiyumuna ihale edilen ve 2004 yılı içerisinde başlanmış Marmaray İstanbul

Boğaz Tüpeçit BC1 Projesi seçilmiştir. Proje çok geniş kapsamlı olduğundan, halen inşaatı devam eden Üsküdar İstasyonu projesi etabı incelemeye alınmıştır. Üsküdar İstasyonu inşaatına “ kazı için trafik düzenleme tasarımı “ ile 27 Ağustos 2004 tarihinde başlanmıştır.

Her şebeke esaslı proje yönetim tekniğinin standart programında temel basamak olan zaman analizi proje için uygulanarak bu projeye ait kritik faaliyetler ve faaliyet bollukları tespit edilmiştir. Bunun için MS Office Project 2003 programı kullanılmış, program ve kullanımı hakkında genel bilgiler verilmiş; program esnek ve pratik kullanım imkanı ile projenin kaynak dengelemesinin yapılmasını da kolaylaştırılmıştır. Faaliyetler bazında girilen kaynakların zaman içinde toplam kullanım miktarlarını hiçbir hesaplama yapmadan direk olarak kaynak grafiklerinden görmek mümkün olmuştur. Bu grafiklerden dar boğaz yaşanması muhtemel kaynaklar tespit edilerek kaynak kapasite miktarları tespit edilmiş ve bu doğrultuda kaynakların dengelenmesi yine yazılıma otomatik olarak yaptırılmıştır.

Projede, kazanılmış değer analizi üç bölümde yapılmıştır. 06 Ekim 2005, 05 Ocak 2008 ve 10 Mayıs 2008 tarihlerinde proje güncellemeleri yapılmış, bu tarih aralıklarında projenin planlanan ve gerçekleşen durumu karşılaştırılarak elde edilmiştir. Maliyet ve program sapmaları hesapları ile projenin gidişatı ve geleceği hakkında tahminler ortaya konulmuş, projenin tahmini bitirme maliyeti ve bitirme süresi hesaplanmış, hedef maliyet ve süreye ulaşılması için alınması gerekli tedbirler değerlendirilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. PROJENİN TANIMI

Proje, ekonomik ve teknik yapılabilirliğe sahip, minimum yatırım olarak tanımlanabilir veya belirli bir amaca ulaşmak için tanımlanan ve amaca ulaşıldığında biten faaliyetler ve yatırımlar dizisi olarak tanımlanabilir.

Belirli başlangıç ve bitiş noktası olan, amacı, kapsamı, bütçesi açıkça tanımlanmış ve bir defaya mahsus gerçekleştirilen aktiviteler bütünüdür. (Tekir, 2006)

Proje kişinin kafasında oluşan bir düşünceyi hayata geçirmeyi istemesiyle başlayan ve hedefine ulaşmasıyla sona eren bir süreçtir. Bu süreç; kaynak, para ve zaman unsurlarını içerir. (Uludağ, 2000)

Proje;

- Orijinal bir ürün veya hizmetin ortaya çıkarılması için yapılan geçici bir çalışmadır.
- Belirli bir başlangıç ve bitiş noktası olan ve tanımlanan amaçlara ulaşmanın sonucu açıkça gösterdiği bir taahhüttür.
- Belirli bir noktadan başlayan ve hedefe ulaştığı kabul edildiğinde sona eren bir süreçtir.
- Kısıtlı kaynaklarla özgün bir amaca ulaşmak için yaşanan süreçlerin tümüdür. (Manisalı, 2002)

Belirli bir süre içinde bitirilmesi gereken karmaşık fakat homojen olan, bir veya birkaç kez yapılacak bir faaliyettir. Bu tanıma göre bir organizasyondaki her bir aktivite aslında proje olarak adlandırılabilir. Her aktivitenin belirli bir başlangıç ve bir bitiş noktası, en az bir kaynağı bulunmaktadır. Fakat projeler aşağıdakilerden en az bir tanesini sağlayabilmelidir ki o çalışma proje olarak kabul edilebilsin:

- Değişiklik yaratmalı,
- Stratejik planları hayata geçirmeye yönelik olmalı,
- Taraflar arasında sözleşmelerle mutabakat sağlanmalı,
- Belli başlı problemlerin çözümünde etkili olmalı. (Keskinel, 2000)

Yine bazı proje tanımlamaları;

- Proje temel bir yatırım önerisidir.
- Proje, ekonomik ve teknik yapılabilirliğe sahip minimum yatırımdır.
- Proje, yatırıma yönelik herhangi bir tasarımın analiz edilebilen ve değerlendirilebilen en küçük birimidir.
- Proje, başlı başına değerlendirilebilen herhangi bir yatırım unsurudur. (Dickley-Miller,1984; Little-Mirrlees,1974; Adler,1971)

2.2. PROJENİN ÖZELLİKLERİ

Projelerin genel özelliklerinden hareket edildiğinde ortak bazı noktalar tespit edilebilmektedir:

- Proje, bir gereksinimden (talep) doğar ve bu gereksinimi karşılamaya yönelik olarak tasarılır.
- Proje, belli bir zaman aralığında ve mekanda gerçekleşir.
- Proje, belli girdiler (kaynak) tüketir ve çıktılar (mal veya hizmet) üretir.
- Proje, alternatif projelerin kullanılabileceği kaynakları tüketir. (Yılmaz-Akça,2004)

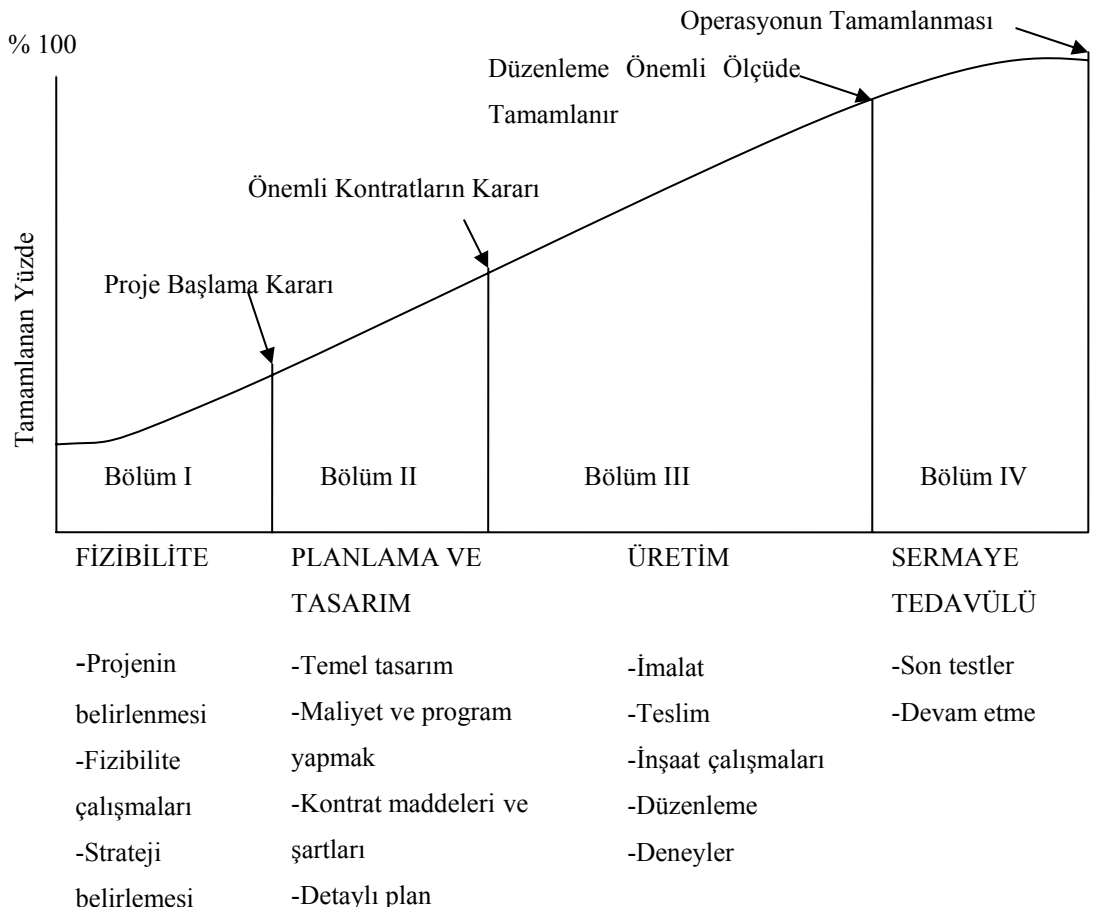
Projelerin özellikleri içinde şunları da saymak mümkündür:

- *Amaç tanımı:* Her bir projenin belirli amaçları vardır ve bu amaçlara ulaşıldığı zaman proje tanımlanır.
- *Proje ömrü:* Hiçbir proje sonsuza kadar devam edemez. Sınırlı bir ömrü vardır.
- *Tek tanım:* Proje tek bir tanımdır ve genellikle bir proje yöneticisi yönetiminde yürütülür; ancak bir projenin içinde çok çeşitlilik bulunur.
- *Ekip çalışması:* Bir projenin yürütülmesi genellikle içinde çok değişik disiplinlerden, organizasyonlardan gelen kişilerden oluşan ekip çalışması sayesinde olur.

- *Özgünlük:* Hiçbir proje başka bir projeye tamamen benzemez her bir proje kendine has özelliklere sahiptir.
- *Değişim:* Bir proje, ömrü boyunca büyük/küçük çok sayıda değişim görür.
- *Taşeron kullanımı:* Bir proje içindeki işlerin yüksek bir kısmı taşeronlar aracılığı ile yapılabilir. Daha yüksek oranda taşeron kullanımı projenin karmaşıklığını artırır.
- *Risk ve belirsizlikler:* Bütün projelerde belirsizlikler ve riskler bulunur.

2.3. PROJENİN ÖMRÜ

Ekonomik ve teknik yapılabilirliğe sahip, belli bir amaca ulaşmak için tanımlanmış faaliyetler ve yatırımlar dizisinin tanımlanması ile belirlenen hedefe ulaşması arasında geçen zamana projenin "ömür devri (LC-life cycle)" diyebiliriz. Projenin ömrü değişik aşamalardan oluşur. İnşaat sektörü için tipik bir proje ömür grafiği aşağıda yer almaktadır.

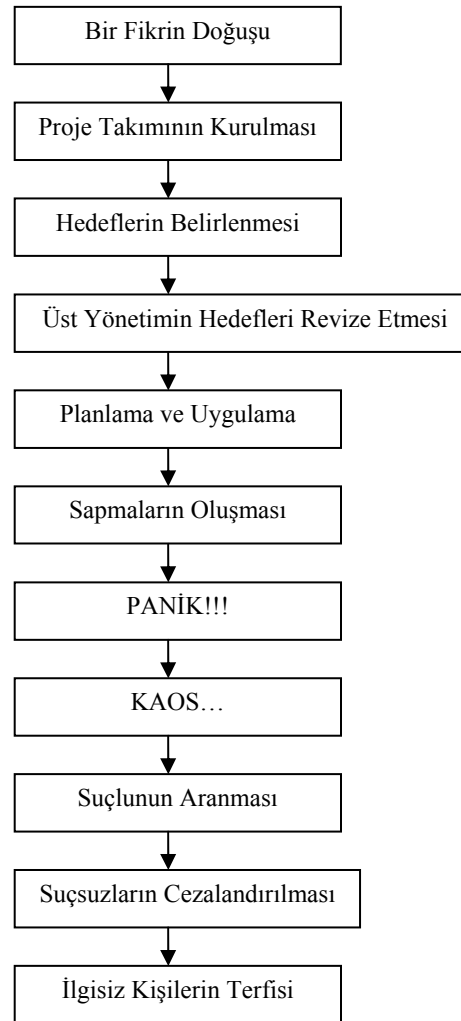


Şekil 2.1 Morris'e Göre İnşaat İçin Örnek Proje Yaşam Döngüsü (Manisalı, 2002)

Projeler yapılarına göre farklı aşamalar içerirler. Bu aşamaların tanımlanması, proje tarafları için oldukça önemlidir. Projenin geçeceği ana süreçler için ayrılacak zaman, bütçe v.b. kaynaklar proje taraflarının dur/devam et kararlarını etkileyebilir. Genellikle şu altı aşama hemen her projede karşımıza çıkar:

- Bir fikrin doğuşu (konsept geliştirme)
- Tanımlama ve planlama
- Tasarım
- Geliştirme ve üretim
- Uygulama
- Sonlandırma

Bunun yanı sıra Şekil 2.2 de sık karşılaşılan proje yaşam döngüsü verilmiştir;



Şekil 2.2 Sık Karşılaşılan Proje Yaşam Döngüsü (Tekir, 2006)

Projelerin sınıflandırılmasında etkili olması sebebiyle burada genel olarak sözleşme tanımı ve çeşitlerine de değinilecektir.

Sözleşme, belirli bir hukuki sonuç doğurmaya yönelik karşılıklı ve uygun irade beyanlarından oluşan hukuki işleme denir. Diğer bir tanımla ise sözleşme, uyulmaması halinde kanuni yaptırımı olan bir taahhütler topluluğudur. Tedarik süreci açısından ise sözleşme, satıcının mal ve hizmetleri satma yükümlülüğü üstlendiği ve karşılığında alıcının ödemeye rıza gösterdiği, iki tarafı da yükümlülük altına sokan bir hukuki ilişkidir.(Kandiller,2000)

2.4. PROJELERİN SINIFLANDIRILMASI

Projeler, genel olarak üretilecek mal ve hizmetin yer aldığı sektöre göre adlandırılırlar. Sektörün yanında diğer bazı kriterlere göre de proje sınıflandırması yapılmaktadır.

2.4.1. Sürelerine Göre Projeler

- Kısa vadeli projeler; bu tip projeler 0-12 aylık süreyi esas alan projelerdir. Yüklenici açısından belirsizliği beraberinde getirir, sağlanan iş hacmi kısa dönemle sınırlıdır, nispeten az sorumluluk gerektirir.
- Orta vadeli projeler; oniki aydan üç yıla kadar olan süreyi esas alan projelerdir. Kısa ve uzun vadeli projelerin eksikliklerini gidermek amaçlıdır.
- Uzun vadeli projeler; üç yıldan fazla süreli projelerdir, bu tip projeler uzun süreli taahhütler, garantiler ve teminatlar içerdiğinden belirli bir kesinlik taşır ve yüklenicinin ihtiyaca cevap verme derecesini artırır. Risk faktörü ve maliyet kontrol edilebilir.

2.4.2. Niteliklerine Göre Projeler

- Yeni yatırım projeleri; özellikle gelişmekte olan ülkelerde sayısal ve parasal yönden önemi büyük olan gruptur. Yeni yapılan yatırımların, yeni kazanılan teknolojilerin projeleridir.
- İyileştirme projeleri; kurulu bir tesisin mal ve hizmet üretim kapasitesini artırmak amacıyla yapılan projelerdir. Örnek olarak mevcut bir fabrikanın yıllık üretim miktarının artırılmasına yönelik yapılan projeler gösterilebilir. Buradan hareketle tamamlama, onarım ve restorasyon projeleri iyileştirme projeleridir.

Darboğaz veya bir başka nedenle projenin eksik kalan bir bölümünün tamamlanması amacıyla hazırlanan projelere de tamamlama projeleri denir.

- Yenileme ve idame yatırımları projeleri; mal ve hizmet üretiminde kapasiteyi artırmaksızın teknik veya ekonomik ömrünü tamamlayan bina, tesis, makine, takım, teçhizat, altyapı ve benzerinin yenilenmesi amacıyla yapılan yatırımlara yenileme ve idame projeleri denir.

2.4.3. Sözleşme Tipine Göre Projeler

- Sabit fiyatlı sözleşme tipi projeler; bu tip projelere ilişkin tedarik sözleşmesi sabit fiyatlı olarak sözleşmenin imzası ile taraflar arasında mutabık kalınarak belirlenir. Yüklenicinin kar marjı konusunda yasal bir kısıtlama yoktur. Fiyatın uygunluğu ancak ihale koşulları ile veya çok etkin bir maliyet analizi ile kontrol edilebilir. Yüklenicinin bütün riskleri üstlendiği ve performansa ilişkin garanti ve teminatları verdiği proje tipidir. Kamunun yaptığı sistem tedarikleri veya modernizasyonlar için bu tip sözleşme tipi projeler tercih edilir. Ancak bu tip projelerde maliyet analizi yeterli etkinlikte yapılamaz veya adil ihale koşulları sağlanamazsa, riskin tamamını üstlenmesine rağmen yüklenicinin fazla kar etme durumu vardır. Bu tip projelerde tedarik makamı etkin bir maliyet analizi sistemine ve adil bir ihale mevzuatına, yüklenici ise çok iyi çalışan bir proje yönetim sistemine sahip olmalıdır.
- Maliyet geri ödemeli sözleşme tipi projeler; bu tip projelerde yükleniciye proje süresince gerçekleşen maliyetler ödenir ve daha önce taraflar arasında mutabık kalınan sabit bir oranda kar bu gerçekleşen maliyet üzerine eklenir. Gerçek maliyetin doğru olarak hesaplanması için özellikle tedarik makamının kapsamlı olarak teknik ve idari yapılanması gereklidir. Yüklenici bu tip projelerde performansı garanti etmez sadece en iyi çabayı sarfedeceğini taahhüt eder. Bu tip projeler idare tarafından yeterli idari/teknik yapılanma olduğu takdirde Ar-Ge veya sadece geliştirme projeleri için uygulanır. Maliyet denetimi mekanizması doğru ve yeterli çalışmadığı takdirde beklenenin çok üzerinde maliyetlerle karşılaşma riski vardır, bunun sebebi yüklenicinin maliyet hesaplarına güvenme mecburiyetidir.

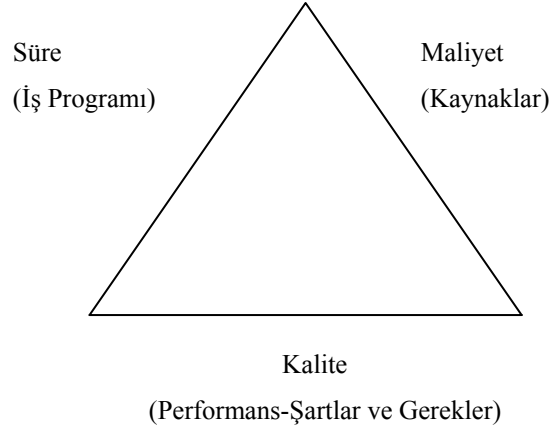
2.5. PROJE YÖNETİMİ YAKLAŞIMI

Proje yönetimi sadece zaman programlama değildir. Zaman planlayan yazılımlarının popullaritesinin artmasıyla, pek çok kişi eğer böyle bir yazılım satın alır ve bunu

kullanmaya başlarsa, proje yönetimi gerçekleştirdiklerini düşünmektedirler.

Proje yönetimi; performans, maliyet ve zaman hedeflerine ulaşabilmek için eldeki kaynakları en verimli şekilde programlama ve proje aktivitelerini kontrol etme sürecidir. Bu üç amaca kaynakların verimli ve etkili kullanımıyla ulaşılabilir. Her organizasyonda sınırlı kaynak vardır. Kaynakların iş yüklerinin doğru oluşturulmaması, projenin başarısızlıkla sonuçlanmasına sebep verebilir.

Proje yönetiminde başarı kriterileri olarak gösterilen maliyet, kalite, zaman ve kapsam faktörleri birbirlerine bağlı değişkenlerdir.



Şekil 2.3 Proje Bileşenleri (Manisalı, 2002)

$$\text{Maliyet (cost)} = f [\text{Kalite (quality)}, \text{zaman (time)}, \text{kapsam (scape)}] \quad (2.1)$$

Projenin özelliğine göre üçlü kısıtın unsurlarından herhangi birinin daha öne çıkıp (göreceli olarak daha önemli olduğu), daha ziyade onun karşılanmasına çalışıldığı ve diğer iki unsurun biraz daha tolere edilebileceği durumlar bulunabilir. Örneğin , bir projenin belli bir tarihte kesinlikle bitirilmesi isteniyorsa , maliyet (artar) ve kalite (azalır) faktörlerinden belli bir taviz verilmesi gerekir. Eğer proje bütçesinin herhangi bir esnekliği yoksa, o zaman süre (artar) ve kalite özelliklerinden kesinlikle taviz verilmemesi isteniyorsa , maliyet (artar) ve süre (artar) etkenleri değişir. Şekil 2.4 de öncelik durumu ve gösterilecek toleranslar açıkça ortaya konulmuştur.

Öncelik Durumu	Gösterilecek Toleranslar	
Süre önemli; en kısa zamanda bitirilmeli	Kalite (↓)	Maliyet (↑)
Kalite önemli; en kaliteli şekilde dizayn edilmeli	Süre (↑)	Maliyet (↑)
Maliyet önemli; en ucuz şekilde tamamlanmalı	Süre (↑)	Kalite (↓)

Şekil 2.4 Üçlü Kısıtın Öncelikleri

Genellikle müşteriler ve üst yönetim, bir projenin hem ucuz, hem kaliteli, hem kısa zamanda hem de geniş kapsamlı olmasını isterler. Proje tarafları, bir proje uygulamasında bütün bu faktörlerin birbirlerine bağımlı olarak değişkenlik göstereceği bilincinde olmalıdır.

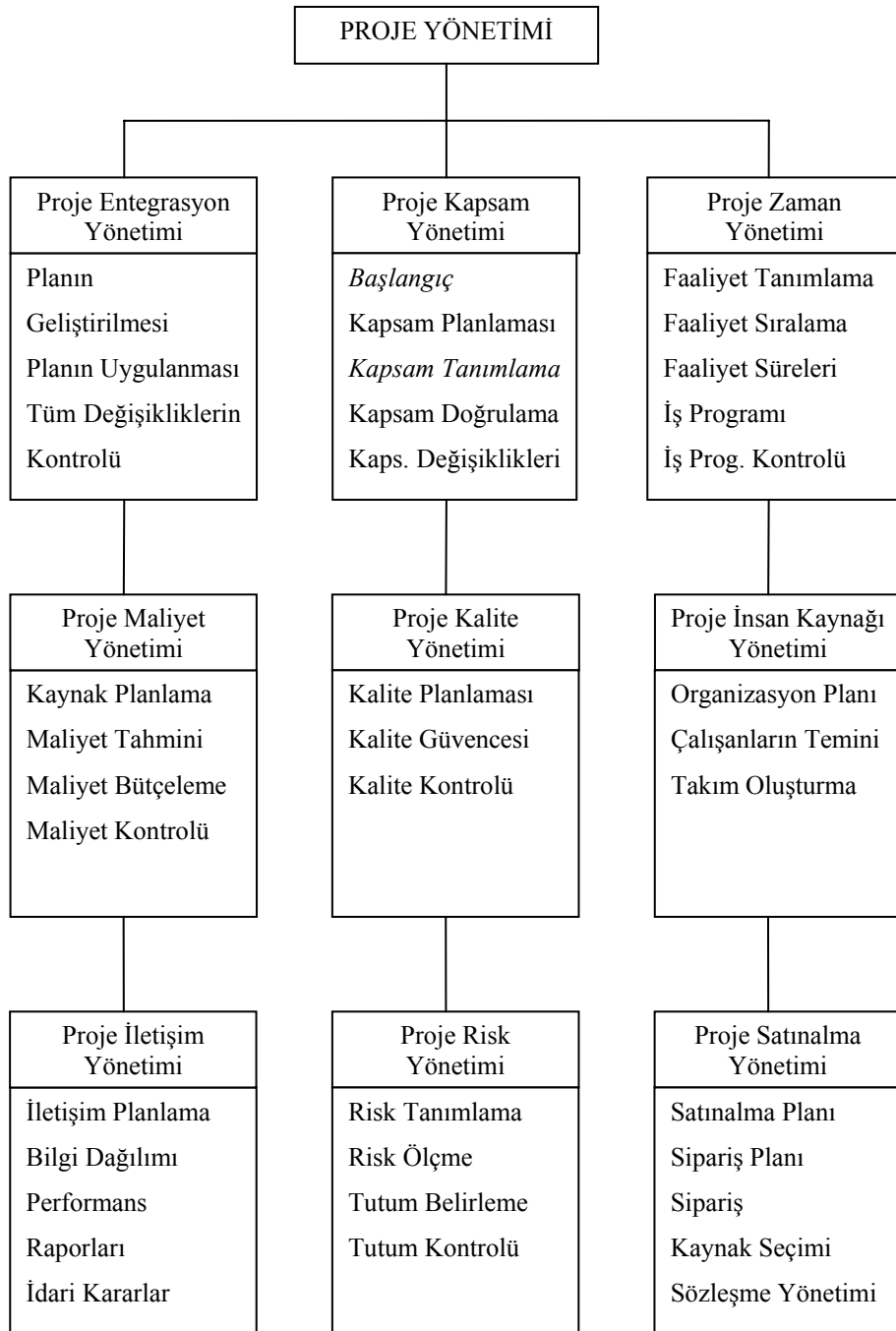
Proje yönetimi; planlama, örgütleme, kadrolama, kontrol ve yöneltme yönetimi fonksiyonlarından meydana gelmektedir. Program yönetimi konusuna dahil edilebilen diğer fonksiyonlar ise, çizelgeleme, bütçeleme, görüntüleme, yöneltme, uzlaşma sağlama ve destek (idame) verme fonksiyonlarıdır.

- Planlama : Plan görevlerinin, amaçlarının, hedeflerinin ve stratejisinin belirlenmesi ile tüm yönetim faaliyetlerini içeren çalışmadır. Çözüm yollarının belirlenmesi, geliştirilmesi ve amaca uygun olarak bu yollardan optimum sonuç sağlayacak birinin seçilmesini sağlayan faaliyetler topluluğudur.
- Örgütleme : Plan kapsamındaki kaynakların durumunu ve planla olan ilişkilerini konu alır. Bu fonksiyon, program hedeflerine ulaşmak için çalışanların, fonun, teçhizatın, tesisler gibi organizasyonun diğer bileşenlerinin nasıl düzenleneceğini belirler.
- Kadrolama : Program kapsamındaki her pozisyon için atanan kişilerin sahip olması gereken nitelik ve özel yeteneklerin belirlenmesi ve görevlerin zamanlamasının yapılmasıdır.
- Kontrol: Yöneticinin program süresince yapılan işlemlerin planlara uygunluğunu

kontrol etmesi açısından faaliyetlerin görüntülenmesini, ölçülmesini, hesaplanmasını ve düzeltilmesini sağlayan fonksiyondur.

- Yönetme : Bir kişinin grupta diğerlerini etkilediği süreçtir. Liderliğin öğelerinden olan yönlendirme, diğerlerinin yetenekleri doğrultusunda programın amaçlarını karşılamak için planları uygulama sürecidir.

Proje yönetimi bileşenleri ve kapsamları Şekil 2.5 de verilmiştir.



Şekil 2.5 Proje Yönetimi Bileşenleri (Manisalı, 2002)

Genel olarak, "planlama safhası", işin gereksinimlerinin tanımlanması, işin miktarının ve niteliğinin belirtilmesi, kaynakların tanımlanması ve bunların programın en iyi şekilde devam ettirilmesi için organize edilmesi işlerini kapsar. Benzer şekilde, "yönetim ve yürütme safhası" sürecin görüntülenmesi, gerçekleşen çıktılarla öngörülenlerin kıyaslanması, planlanan ve gerçekleşen başarımların farklarının programa etkilerinin belirlenmesi ve gerektiğinde planın yeniden güncellenmesi işlerini kapsar.

2.6. PROJE YÖNETİMİNİN GELİŞİMİ

Proje yönetiminin tarihi eski Mısır, Roma ve Çine kadar gitmektedir. Mısır piramitleri, Çin Seddi gibi mucizevi yapıların inşasında mimari açıdan görkemli eserlerini görsek de planlama ve şebeke teknikleri hakkında çok az şey bilinmektedir. Modern proje yönetimi anlayışının ilk eseri olarak Henry Gantt'ın 1900' lü yılların başında yaptığı çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Bugün kullanılan bar grafik ve bar diyagramların temeli Gantt'ın o yıllarda gemi inşa projelerinde planlama ve kontrol işlerinde görsel amaçlı dizayn ettiği şemalardır. Bu diyagramın Birinci Dünya Savaşı sırasında inşa edilen kargo gemilerinin inşa sürelerini kısalttığı görülmüştür. Proje yönetiminde gelişmeler 1950 ve 1960' lı yıllarda Amerika ve İngiltere'de askeri ve uzay amaçlı projeler yürütülmesi sırasında devam etmiştir. Bu çalışmalarda başarılarının temellerini İkinci Dünya Savaşı yıllarında aramak gereklidir. İkinci Dünya Savaşı yıllarında, Dunkerque çekilmesinden sonra sınırlı kaynaklarını israf etmek istemeyen Britanya Hükümeti stratejik ve taktik sorunların çözülmesinde yardımcı olmak üzere kendi bilim dallarındaki inceleme yöntemlerini başka konulara da uygulayarak yeni çözümler araştırmakla görevli olan uzmanlaşmış bilim adamlarından oluşan gruplar kurdu. ABD Savunma Bakanlığı'nda da gerçekleştirilen benzer çalışmalar 'Yöneylem Araştırması' bilim dalının ortaya çıkmasına sebep oldu. Daha sonra yaşanan gelişmeler ve geliştirilen ağ çözümleme yöntemleri Yöneylem Araştırmasının ürünleri olarak karşımıza çıkmıştır.

Proje yönetiminin iki temel tekniği olan CPM (Critical Path Method -Kritik Yol Yöntemi) ve PERT (Program Evaluation and Review Technique - Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) eş zamanlı olarak geliştirilmiş tekniklerdir. Matematikçiler bilgisayarın işlerin sırası ve aktivitelerin süresi bilgileri ile beslendiği zaman işlere ait bir program ortaya çıkaracakları teorisi ile yola çıkmışlardır. 1957

yıllarının başında Univac Uygulama Araştırma Merkezi ve Dupont de Nemours Şirketi bu teoriden yola çıkarak en küçük maliyet amacını güden bir planlama ve izleme yöntemi geliştirdi. Bu çalışmalar CPM olarak ortaya çıktı ve günümüze kadar temel bir değişiklik olmadan geldi. Aynı yıllarda CPM çalışmaları ABD donanmasının 'Polaris Projesinin' gerçekleştirilmesi sırasında zenginleştirildi. Bir matematikçi olan Dr. E. CLARK geliştirdiği ağ diyagramı yöntemini PERT olarak ortaya koydu. 1950' li yıllarda yaşanan bir diğer gelişme çok disiplinli projelere konseptten bitirilmesine kadar sorumlu bir proje yöneticisi atanması şeklinde tanımlanabilecek “tek sorumluluk noktası” kavramının ortaya çıkmasıdır. 1960' larda yoğunlukla NASA ve USAF'ın çalışmaları ile çapraz organizasyon yapısı, maliyet kontrolü ve iş dağılım ağacı, kazanılmış değer, proje yaşam döngüsü, konfigürasyon yönetimi gibi kavramlar geliştirilmiş; ihale şartnamelerine proje yönetim sistemlerinin kullanılmasının girmesi, zorlayıcı tip şartnamelerin ortaya çıkması, inşaat sektöründe artan oranda proje yönetim tekniklerinin kullanılmaya başlanması, proje yönetim enstitüsünün kurulması gibi gelişmeler yaşanmıştır.

1970' li yıllarda birbirinden farklı yöntem ve tekniklerle proje yönetimi büyümeye ve gelişmeye devam etmiş, savunma ve inşaat sektörünün yanı sıra ileri teknoloji şirketleri de proje yönetimi sistemlerini verimli bir şekilde kullanmışlardır.

1960' larda sayıları hızla artan proje yönetimi yöntem ve teknikleri, 1970' lerde rafine edilmiş, 1980' lerde kabul edilebilir pratikle birleştirilmiştir. Zaman, maliyet ve kalite üçgeninin biri değiştiğinde diğerlerini etkileyen elemanları birbirleri ile entegre edildi. 80' lerin önemli gelişmelerinden biri de daha önceden uygulama safhasına odaklanan yönetim anlayışının projeye daha fazla değer katma imkanının mümkün olduğu proje başlama ve bitiş safhalarına odaklanmaya başlamasıdır. 1990' lı yılların en büyük gelişmeleri olarak ise büyük şirketlerin proje ile yönetim anlayışıyla küçük proje takımlarına işlerin yaptırılması ve toplam kalite yönetimi anlayışının geniş kapsamlı bir proje yönetimi tekniği olarak ortaya çıkması olmuştur.

Günümüzde bilgisayarın yaygın kullanımı, kapasitelerindeki artışlar, yazılım sektörünün gelişimi gibi çeşitli sebeplerle proje yönetimi bilgisayar destekli olarak sürdürülmektedir. Primavera, MS Project gibi bir çok windows uyumlu yazılım proje yöneticileri tarafından tercih edilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

PROJE YÖNETİMİ	
AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
1. Daha iyi kontrol 2. Daha iyi müşteri ilişkileri 3. Geliştirme zamanının kısaltılması 4. Maliyetlerin azaltılması 5. Yüksek kalite ve güvenilirlik 6. Yüksek kar payları 7. Hızla sonuç elde etmeye yönelme 8. Bölümler arası / disiplinler arası daha iyi kontrol	1. Karmaşık organizasyonlar 2. Kuruluş politikalarının bozulması eğilimi 3. Yönetim gücü 4. Personel kullanım zorunluluğu

Şekil 2.6 Proje Yönetimi Avantajları (Baktır, 2002)

2.7. TEDARİK SÜRECİ, TAKVİM VE ÇİZELGELEME

Proje alt yöneticileri ve tedarik sorumluları küçük miktar zaman ve maliyete yol açan faaliyetleri ortadan kaldıracak şekilde plan değişikliği yapabilmektedirler. Etkin bir proje değişikliği için, yöneticiler çizelgelemeyi, kaynak durumunu ve tahsisini ve sözkonusu değişikliğin taşıdığı riski bilmek zorundadırlar.

Tedarik sürecindeki verimsizlik ve aksaklıklar , stok kontrolü, nakliye planlanması , üretim planlanması ve müşteri ilişkileri gibi şirketin diğer alanlarına da yansır. Firma / proje yöneticisinin, iş stratejisini oluştururken bu stratejiye uyumlu şekilde tedarik zinciri yönetimini gerçekleştirmesi gerekmektedir. Başarılı bir tedarik zinciri yönetimi ile maliyetler azalacak ve belirsizlikler ortadan kalkacaktır. (Şen, 2006)

Bir tedarik stratejisi, teknik yönetim yaklaşımını, amaçların takvim ve program kısıtları dahilinde gerçekleştirilmesi olarak tanımlar. Birincil amaç, geçerli bir ihtiyacın karşılanmasında zaman ve maliyetin minimize edilmesidir. Proje yöneticisi, başlangıç dönüm noktasında bir ön tedarik stratejisi hazırlar ve bu stratejiyi programın genel ve uzun vadeli amaçlarını da göz önüne alarak, bir sonraki fazın gerçekleşmesi için faaliyetleri ve olayları da tanımlayacak şekilde, her bir dönüm noktası için günceller. Tedarik stratejisi, ilk olarak program başlangıç zamanında hazırlanır ve onaylanır. Bu strateji, araştırma, geliştirme, test, üretim ve diğer faaliyetler için

gerekli olan ana programı (MS-master schedule) içerir. Bu ana program, aynı zamanda fonksiyonel plan ve takvimlerin düzenlenmesi için temel teşkil eder.

Proje takip eden fazlar ile geliştikçe, çizelgelerin oluşturulması ve kaynakların atanmasını mümkün kılan yeni bilgiler elde edilir. Proje içinde planlama safhasında öngörülenden daha belirgin riskler söz konusu olduğundan, program ve proje takvimi dahilinde risk dengeleyici tedbirler almak gereklidir. Takvimin göz önüne alınması, kaynak seçimi sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Sözleşmenin imzalanmasından sonra program, süreci tanımlama ve yönetim faaliyetleri için ihtiyacı belirlemede esas alınır.

İyi bir tedarik stratejisi, tedarik kararlarını veya sözleşmelerini riski yeterli seviyede göz önüne alırken geciktirmeden mali kontrolü sağlamalıdır. Planlama sürecinin anahtarı olarak, proje yöneticileri program ve takvimi projeye ilgili gelişmeler ve değişiklikler oldukça güncellemelidir. Her bir yeni güncelleme ile, proje maliyeti, zaman ve gereksinimler değişebilir. (McDaniel-Bahnmaier,2000)

2.8. PROJE RISK YÖNETİMİ

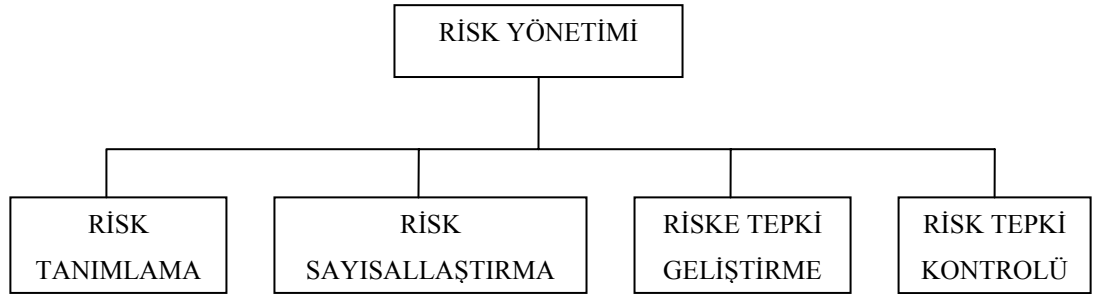
Proje risk yönetimi, projenin riskinin tanımlanmasını, analiz edilmesini ve sorumluluğunun üstlenilmesini kapsar. Olumlu olayların artırılmasını ve olumsuz olayların azaltılmasını inceler. (Manisalı, 2002) Risk Yönetimi, riski kontrol altına almaya yönelik eylem ve uygulamadır. Risk planlama, riskli alanları değerlendirme, risk giderme seçeneklerinin geliştirilmesi, riskin ne şekilde değiştiğinin tanımlanması için görüntülenmesi ve genel risk yönetimi programının belgelenmesini içerir.

Riskin yönetilmesine dair sorumluluklarını yerine getirmek amacıyla proje yöneticileri, planlama ve çizelgeleme uygulamalarında riski göz önünde bulundurmalarıdır. Risk yönetimi; maliyeti, takvimi, performans amaçlarına ulaşmayı tehdit eden belirsizliklerin tanımlanması ile ve bu belirsizliklerin en iyi şekilde üstesinden gelecek faaliyetlerin geliştirilmesi ve uygulanmasını sağlar.(Higuera,1999)

Risk yönetimi ve çizelgeleme birbirleriyle yakından bağlantılıdır. Biri diğerinin yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Örnek olarak, proje riskinin üstesinden gelecek strateji ve plan

hazırlarken, proje yöneticisi, yaklaşımın proje takvimini nasıl etkileyeceğini düşünmelidir. Benzer olarak, maliyet ve performans arasında yapılacak dengelemelerde takvim ve diyagram göz önüne alınmalıdır. Yine, proje takviminde yapılacak herhangi bir değişikliğin, genel proje amaçları, maliyeti ve performansına yapacağı etkiler göz önüne alınmalıdır. Amaç riski, maliyeti, takvimi ve performansı dengeleyen bir plan geliştirmektir. Takvim riski, genel olarak proje riskinin de ayrılmaz bir parçası olarak, proje takvimini karşılayamama ihtimali ve bunun sonuçlarıdır. Şekil 2.7 de risk yönetimi unsurları gösterilmiştir. Bunlar;

- Riskin tanımlanması; hangi olayların projeyi etkileyeceği ve bu olayların özelliklerinin belgelendirilmesi.
- Risk sayısallaştırma; risk değerlendirmesi ve aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi.
- Riske tepki geliştirme; fırsatlardan yararlanmak ve tehditlere karşı yapılacakların adım adım tanımlanması.
- Risk tepki kontrolü; risklerdeki değişikliklerin etkilerinin tüm proje boyunca takip edilmesi.

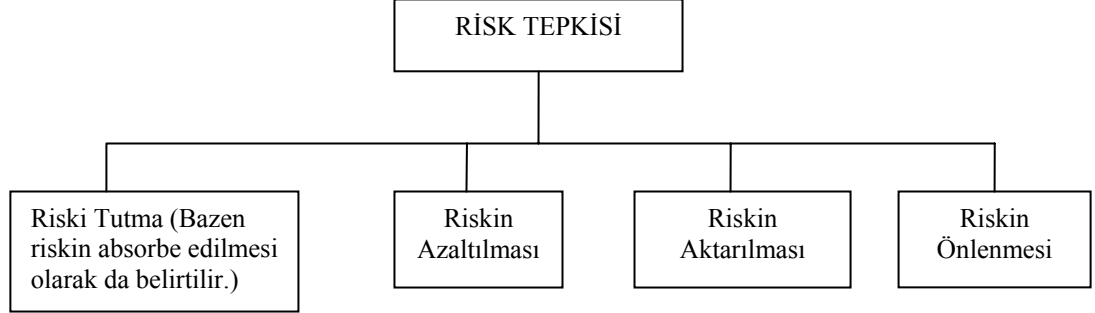


Şekil 2.7 Risk Yönetimi Unsurları (Uludağ, 2000)

Riskin tanımına iki türlü yaklaşmak mümkündür. İlk yaklaşımda risk belirsizlik anlamında kullanılır. Bu anlamıyla hem olumlu hem de olumsuz sonuçları içerir. İkinci yaklaşımda risk tehdit ve tehlike anlamına gelir; bu durumda yalnız olumsuz sonuçları içerir. Proje yönetimi açısından Proje Yönetim Enstitüsü (PMI), riski proje hedeflerini olumsuz olarak etkileyen belirsiz olayların yığılmış etkisi olarak tanımlamaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken birkaç husus vardır, bunlar; belirsiz olayların varlığı, proje hedefleri ve belirsiz olayların proje hedefleri üzerinde biriken etkisidir.

Yani belirsizlik yoksa risk yoktur ya da belirsizlik varsa risk vardır; öte yandan belirsiz olaylar proje hedeflerini birbirinden tümüyle bağımsız olarak etkilemezler. Proje yönetimi açısından

riskin meydana gelmesi için projeye zarar verecek olayların varlığı, bunların meydana gelme olasılığı ve gerçekleştiğinde meydana gelecek kaybin olması gerekir. Riske gösterilen tepki veya riskin paylaşılması Şekil 2.8 de gösterildiği gibi dört temel form alabilir.



Şekil 2.8 Risk Tepkisi (Uğur, 2006)

Riskin uygun bir şekilde dağılımının yapılması sırasında riski soğurabilme kabiliyetinin ve bu riski taşımaya teşvik edici unsurların göz önünde bulundurulması gerekir. Örneğin bir yeraltı inşaat projesinin fiyatlandırılması sırasında, yüklenicinin saha muayenesine ,sondaj raporlarına ve mümkün olan her türlü jeolojik bilgiye sahip olması gereklidir. Şartname , yüklenicinin karşılaşacağı her türlü zemin koşulunda kazı işlemi için gerekli ödeneği ayırmasını şart koşar. Sahanın sahip olduğu jeolojik özellikler hakkındaki yetersiz bilgi ve öngörülemeyen zemin koşullarının ortaya çıkma ihtimali yüklenicinin üzerine oldukça büyük riskler yükler. Bu riskin bir bölümünün iş yüklenicilerine aktarılması gereklidir. Ancak, bir risk primi eklenerek ve birim fiyat oranlarını şişirerek ve bu sayede elde tutulan riske karşı gerekli önlemler alınarak savunmacı bir tutum alınacaktır. Bu durumda biraz aktarılan , biraz da elde tutulan risk bulunmaktadır.

Risk yönetimi, belirsizlikleri belirleyecek sihirli bir araç değildir; tüm riskleri ortadan kaldırmayacaktır. Ancak risk yönetimi sayesinde gerçekleşebilecek risklerin sistemli analizi sayesinde belirli risklerin muhtemel etkilerini azaltmak için kararlar/önlemler alınması mümkün olur. Proje riskleri iki başlık altında incelenebilir:

- Genel proje riskleri
- Özel proje riskleri, bu riskler de kendi içinde beş kategoride incelenebilir:
 - *Dış kaynaklı / öngörülemeyen / kontrol edilemeyen:* (Mevzuat kaynaklı riskler, örnek olarak projede öngörülemeyen devlet müdahalesi, doğal afetler, anarşi ve sabotaj gibi planlı hareketler).

- *Dışkaynaklı / öngörülebilir / kontrol edilemeyen:* (Pazar riskleri, işletme, emniyet konuları, bakım ücretleri, çevresel etkiler, sosyal etkiler, parasal değişiklikler, enflasyon, vergilendirme).
- *İç kaynaklı / teknik olmayan genellikle kontrol edilebilir:* (Yönetim riskleri, yetersiz proje yönetimi, para akışı riski, projede kapsam değişikliği veya geç teslimatlar).
- *Teknik olan / genellikle kontrol edilebilir:* (Teknolojik değişiklikler, projenin boyutu, karmaşıklığı, tasarımı, yetersiz veri, uygunsuz tasarım riski).
- *Hukuksal / genellikle kontrol edilebilir:* (Lisanslar, patent hakları, sözleşme tipi, örgüt içi/ dışı hukuk davası.)

2.9. PROJE YÖNETİMİ FONKSİYONLARI

Daha önce de açıklandığı gibi, çizelgeleme ve takvim hazırlama proje yöneticisinin elindeki en güçlü araçlardan biridir ve bunun etkin olarak uygulanması da projenin başarısı için esastır. Çizelgeleme, tüm proje yönetimi fonksiyonları için anahtar unsur olurken aynı zamanda planlama ve yönetim kontrol fonksiyonlarının başarılanmasında da kritik rol oynar. Bu bölüm içinde çizelgeleme, planlama ve yönetim kontrol fonksiyonları incelenecektir.

2.9.1. Proje Planlarının Yapılması

Proje planlama, neyin, kim tarafından, ne zaman, ve hangi kaynak kısıtları altında yapılacağını tanımlanmasıdır. Proje yönetim fonksiyonlarının en önemlisi olduğu söylenebilir. Esaslı ve detaylı bir plan hazırlamadan, anlamlı bir bütçe geliştirmek, proje ofisini etkin olarak düzenlemek ve kadrolamak, proje ofisi faaliyetlerini yönlendirmek veya projeyi yönetmek ve izlemek neredeyse imkansızdır. "Ne, nerede, kim tarafından, ne ile, ne zaman" tanımlarına ek olarak, planlama risk alanlarının tanımlanmasına ve riskin üstesinden gelinmesine yardım ederek projenin temellerini kurar. Planlama sürecinin birçok parametresi vardır, bunlar aşağıda açıklanmıştır.

- *Tedarik Stratejisi;* Tedarik stratejisi projenin takip edeceği kapsamlı, birleştirilmiş plana verilen addır. Fonksiyonel planların çok detaylı olarak yer alacağı ve proje hedeflerinin karşılanması için ve projedeki riskin üstesinden gelmek için takip edilecek stratejileri belirleyecek şekilde projeye genel bir çerçeve belirler. Projeyi özetler ve kendi içinde yer alan test ve değerlendirme, sözleşme müzakeresi .. vs gibi

detaylı fonksiyonel çizelgelerden meydana gelir. Bazen bu proje ana program takvimi veya ana proje diyagramı (MPS) olarak da adlandırılır. Bu diyagramlara ek olarak, proje yöneticisi, daha detaylı olarak teklif sürecinde yüklenici tarafından hazırlanmış olan birleşik ana plan (IMP-Integrated master plans) ve birleşik ana diyagram (IMS-Integrated master schedule) 'ın kullanılmasına ihtiyaç duyabilir. (Fleeming and Koppelman, 2007)

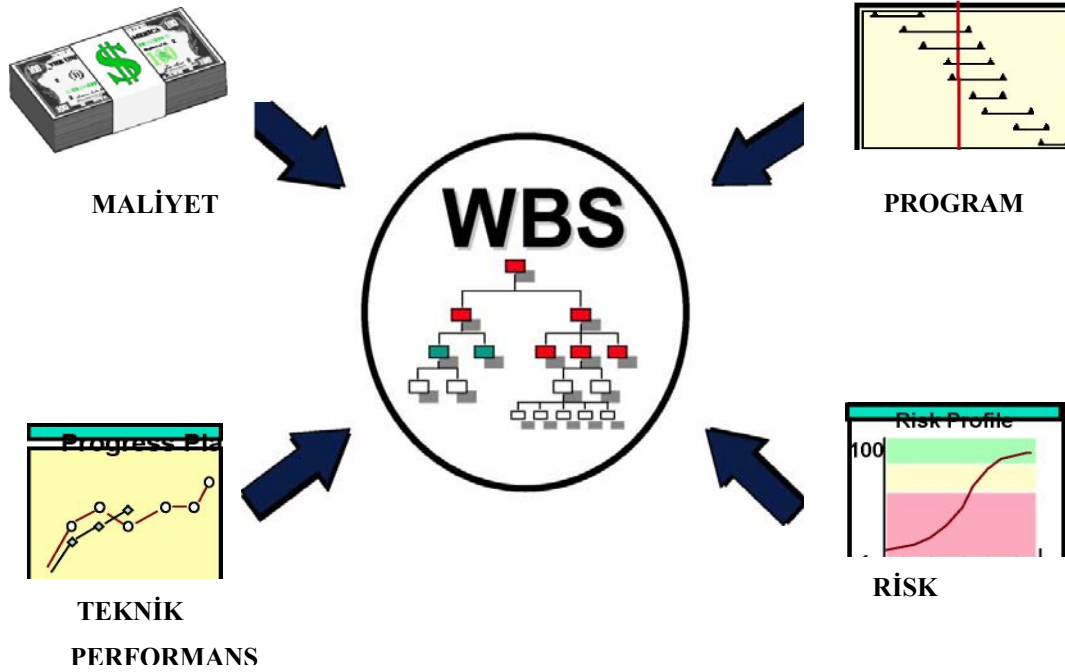
- *Fonksiyonel Planlar*; Bunlar farklı fonksiyonel alanlar tarafından yaklaşımların yer aldığı detaylı planlardır. Örnek olarak, test ve değerlendirme ana planı ve kalite kontrol planı, iletişim planı, nakit akış planı, personel temin planı, ekipman-teçhizat temin planı...v.b.
- *İş Dağılım Ağacı (WBS)*; Projenin her bir unsurunu artan bir detayda tanımlamak için temel çerçeve sağlar. Asıl olarak, işin yapılma şeklini tanımlar. Bu konu ileriki bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.
- *Birleşik Ana Plan (IMP)*; Programın genel yapısını, anahtar süreçleri, faaliyetleri ve dönüm noktalarını anlatan olay bazlı plandır.
- *Birleşik Ana Çizelge/Takvim*; IMP' de yer alan işleri ve zamanları detaylı olarak gösterir ve olayların proje boyunca mantıksal akışını anlatır. Bu işler IMP ve WBS ile izlenebilir olmalıdır.
- *Çizelgeler/Takvimler*; Planlama süreci boyunca çizelge serisi geliştirilmiştir. Bu çizelgelerin tamamı birleşik ana çizelgenin türevleridir. Bu çizelgeler, anahtar faaliyetlerin ve dönüm noktalarının tamamlanması için gerekli detayları göstermek için geliştirilmiştir.
- *Bütçe*; İşin başarıyla tamamlanması için kapsamın, takvimin ve kaynak planının birleştirilmesi maliyetini yansıtır.

2.9.2. İş Dağılım Ağacının (WBS) Oluşturulması

Karmaşık detayları olan bir projenin genelini ele alarak plan yapmak imkansızdır. Araştırmalar, insan beyninin herhangi bir anda 5-9 bitlik veri işleyebildiğini ortaya çıkarmıştır. Küçük ve basit olarak sınıflandırılacak projeler bile bu limitlerin üzerinde veri işlemeyi gerektirir.

- Bir projedeki karmaşıklığı azaltabilmek ve düşünmeyi projenin geneli içindeki alt aşamalara odaklayabilmek için WBS yöntemi kullanılır. Proje planlayıcısı WBS'i oluşturma esnasında öncelikle tanımladığı aktiviteleri "kontrol" edebileceği seviyeye

kadar oluşturmaldır. Kontrol edilemeyecek bir aktiviteyi planlamak anlamsızdır. Detaylandırmada ikinci önemli etken ise anlamlılık düzeyidir. Örneğin yıllar sürmesi düşünülen bir projeyi hiçbir planlamacı dakika bazında tanımlanmış aktivitelerle planlamaya çalışmaz. Böyle bir projede anlamlı süre, ay veya hafta olarak kabul edilmelidir. (Fleeming and Koppelman, 2007)



Şekil 2.9 İş Dağılım Ağacının Oluşturulması (Solomon, 2005)

WBS oluşturma'nın birçok avantajı vardır. Bunlar;

- Can alıcı adımları atlama ihtimalini azaltarak, sıralı planlama metodunu geliştirir.
- Projenin değişik detay seviyeleri ile gösterilebilmesini sağlar.
- Özet görevler altlarındaki tüm detay görevlerin süre, maliyet ve performans toplamalarını proje yöneticisine sunma özelliğine sahiptir. Böylece, projenin hangi aşamasının kaç mal edileceği, ne kadar süreceği ve kaç adam x saatlik iş yükü olduğu ortaya çıkarılır.

WBS'i, aşağıda tanımlanmış seviyelerle açıklamak daha anlaşılır olacaktır;

- *Seviye 0 (Proje)* : Tüm projenin özet başlığıdır. "P" koduyla gösterilir.

- *Seviye 1 (Faz)* : Projenin fazlarından herbiridir; ayrıca onu oluşturan faaliyetlerin toplamıdır. "H" koduyla gösterilir.
- *Seviye 2 (Faaliyet)* : Bir kısım yada iş grubu tarafından gerçekleştirilen iş paketleridir; ayrıca onu oluşturan görevlerin özet toplamını ifade eder. "ACT" koduyla gösterilir.
- *Seviye 3 (Görev)* : Bir görev, daha fazla parçalanamayan, tek yada küçük bir iş grubu tarafından yapılabilecek işi tanımlar. İtina ile hazırlanmış bir WBS yapısında görevler olduğu gibi ağ diyagramının düğümlerine yerleştirilebilir. "TSK" koduyla gösterilir.
- *Seviye 4 (Süreçsel Adım)* : Görevlerin süreçsel adımları referans oluşturmaları açısından listelenebilir. Her zaman kullanılmaz. (Leavitt and Nunn, 1994)

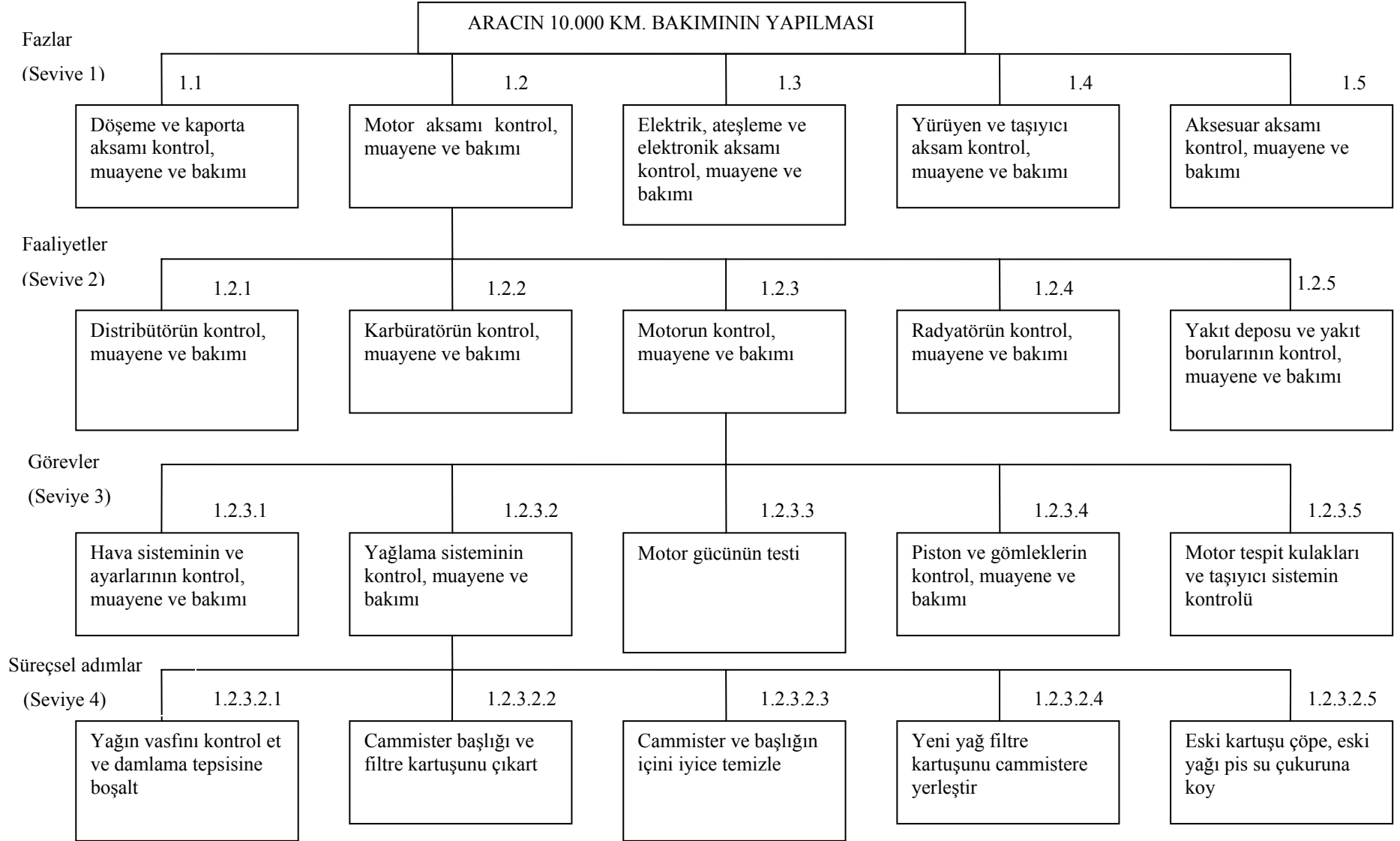
Şekil 2.10 da örnek bir WBS yapısı görülmektedir. Bu örnekte 1.2.3.2.4 yeni yağ filtre kartuşunu cammistere yerleştirme faaliyeti;

- P (Proje) 1
- H (Faz) 2
- ACT (Faaliyet) 3
- TSK (Görev) 2
- Süreçsel Adım 4 olarak tanımlanır.

İş Dağılım Ağacı yaklaşımı, yönetime projenin kapsamına, proje gereksinimlerine ve performansına en üst seviyeden an alt seviyeye kadar bakabilme imkanı veren güçlü bir tekniktir. (Fleeming and Koppelman, 2007)

2.9.3. Birleşik Ana Planlar/Takvimlerin Yapılması

IMP, proje yönetiminin oldukça etkin bir aracıdır. Bu plan yüklenicinin amaç tanımı ve iş tanımının gerçekleşmesi için hazırlanan olay bazlı plandır. Projeyi oluşturan anahtar faaliyetleri, olayları, dönüm noktalarını ve gözden geçirmeleri tanımlar. IMP ilk olarak yüklenici tarafından hazırlanır ve diğer fonksiyonel planlar için temel teşkil eder. Aynı zamanda birleşik ana takvime dahil edilecek olay ve faaliyetleri de tanımlar. IMP, faaliyetlerin, gerçekleştirmelerin ve kriterlerin tanımlanmasıyla başlayan, yüklenicinin hazırladığı çok seviyeli ağ diyagramıdır. Bu olayların ve faaliyetlerin beklenen başlangıç ve bitiş tarihlerini



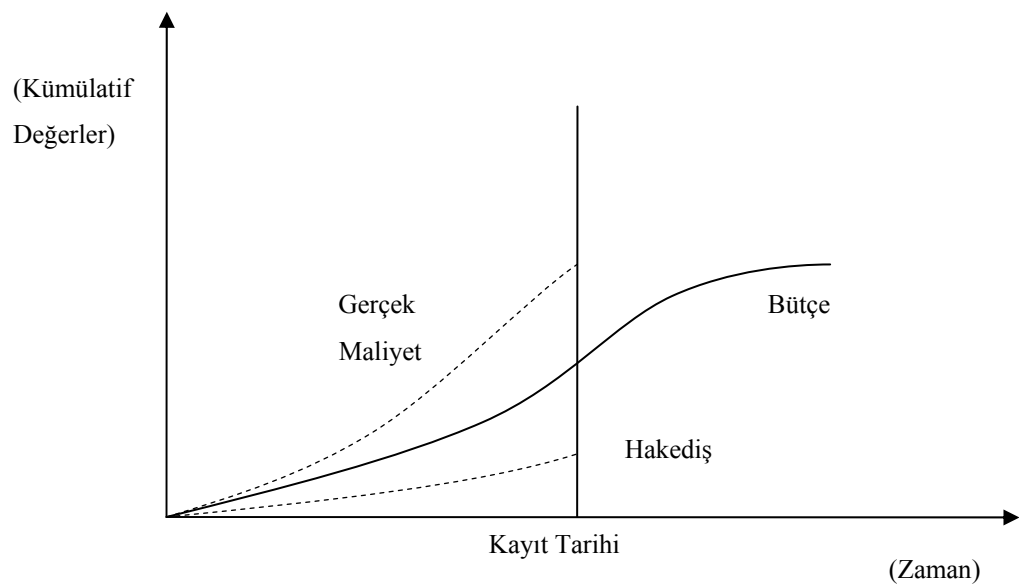
Şekil 2.10 Bir Aracın 10.000 km. Bakımının Teknik Serviste Yapılmasını İçeren WBS Örneği

gösterir. Sözleşme kapsamındaki gözden geçirmeler, testler, tamamlanma tarihleri, ve teslimatlar gibi tüm gerekli olaylar, dönüm noktalarını içerir. IMP, sözleşme gereksinimlerini tanımlar ve yüklenici bunu birleşik ana takvim ve fonksiyonel çizelgeler hazırlanmasında kullanır. (Fleeming and Koppelman, 2007)

2.9.4. Proje Kontrolü

Kontrol fonksiyonu, gerçekleşen programın, mevcut plana uygunluğunun proje yöneticisi tarafından izlendiği tüm faaliyetleri içerir. Projeyi kontrol etmek için, proje yöneticisi bazı araçlara ihtiyaç duyar. En basit şekliyle, program takvimi ilerlemeyi ölçmek için bir temel sağlar. Eğer bir faaliyetin takvimde belirlenmiş şeklinden geç olarak gerçekleşmesi söz konusu ise yönetici bu bilgiyi düzeltici faaliyet için kullanır. Ancak, sadece takvim bilgisi yanıltıcı olabilir. Başarılı bir yönetim için projenin kalite, zaman ve maliyet açılarından bütünleştirilmesi gerekir. Bu sebeple programın izlenmesi ve kontrol edilmesi için bazı birleşik performans ölçümlerine gerek duyulmaktadır.

Performans raporları toplanmış bilgileri organize eder, özetler ve herhangi bir analizin sonuçlarını temsil eder. Performans raporlarının genel formatları çubuk tablolarını, S-eğrilerini, histogramları ve tabloları kapsar. Şekil 2.11 kümülatif kazanılmış değer analizlerini S-eğrisi ile gösterirken, Tablo 2.1 de farklı kazanılmış değer bilgilerini tablo formunda gösterir. (Manisalı, 2002)



Şekil 2.11 Performans Raporu Grafik Gösterimi (Manisalı, 2002)

Tablo 2.1 Proje Performansı Raporu Tablo Gösterimi (Manisalı, 2002)

WBS ELEMENLARI	BÜTÇE (\$) (BCWS)	HAKEDİŞ (\$) (BCWP)	GERÇEK MALİYET (\$) (ACWP)	MALİYET VARYANSI		PROGRAM VARYANSI	
				(\$) (BCWP- ACWP)	(%) (BCWP- ACWP)	(\$) (BCWP- BCWS)	(%) (BCWP- BCWS)
1.0 Ön Pilot Planlama	63.000	58.000	62.500	-4.500	-7.8	-5.000	-7.9
2.0 Çizim Kontrolü	64.000	48.000	46.800	1.200	2.5	-16.000	-25
3.0 Müfredat Programı Dizaynı	23.000	20.000	23.500	-3.500	-17.5	-3.000	-13
4.0 Ara Dönem Değerlendirmesi	68.000	68.000	72.500	-4.500	-6.6	0	0.0
5.0 Uygulama Desteği	12.000	10.000	10.000	0	0.0	-2.000	-16.7
6.0 Pratik Kitapçığı	7.000	6.200	6.000	200	3.2	-800	-11.4
7.0 Roll-out Planı	20.000	13.500	18.100	-4.600	34.1	-6.500	-32.5
Toplam	257.000	223.700	239.400	-15.700	-7.0	-33.300	-13.0

2.9.5. Kazanılmış Değer Analizinin Yapılması

Daha sonra detaylı olarak incelenecek ve örneklenecek olan kazanılmış değer yönetimi (EVM) kavramı işin kapsamını, takvimi ve maliyet hedefini koordine eden ve bu amaçlar doğrultusunda ilerlemeyi ölçen bir birleşik yönetim sisteminin kullanımınıdır.

EVM' nin amacı, yüklenici ve işverene, projenin yürütülmesini izleyebilmek için etkin veri sağlamaktır. Aynı zamanda yüklenici ve işverene yeterli temel sağlamak amacıyla iç yönetim kontrol sistemlerinde aşağıdaki özelliklerde olan verileri üretmek için de gereklidir: (Fleming,1999)

- İş akışını gösteren veriler,
- Maliyet, takvim ve teknik hedefleri doğru şekilde ilişkilendiren veriler,
- Geçerli, zamanlı ve denetlenebilen veriler,
- Değerlendiricilere özet seviyesinde bilgi sunabilen veriler.

Kazanılmış değer süreci, yükleniciyi etkin bir kazanılmış değer proje yönetiminden (EVPM) sorumlu tutar. Ancak uygulanacak tanımlı bir EVM, yerine getirilmesi gereken bazı kriterler koyar. Bu kriterler ise sözleşmenin tipine ve içeriğine göre değişir. (Abba,1999)

EVM' nin başarılı olması, çizelgenin ve takvimin etkin ve doğru kullanılmasından başka birkaç sebebe daha bağlıdır. EVPM belirli çizelgeleme yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmez. Ancak çizelgeleme süreci boyunca formalitelere uyum, uyumluluk ve disiplin gerektirir. Yüklenicinin çizelgeleme sistemi:

- Ana çizelgeyi özetleyecek nitelikte olmalıdır ve ana çizelgeden, daha fonksiyonel alt çizelgelere dikey izlenebilirliğe sahip olmalıdır.
- Anahtar dönüm noktalarını ve faaliyetleri tanımlayarak önemli kısıt ve ilişkileri işaretlemelidir.
- Planlanan ve gerçekleşen proje hedeflerini kıyaslamaya imkan verecek şekilde tamamlanma tarihleri açısından mevcut durumu ve öngörülerini sağlamalıdır.
- Takvim, çizelge için bir temel teşkil etmelidir.
- Faaliyetler arasındaki ilişkileri göstererek yatay izlenebilirliği sağlamalıdır.

Çizelgelemenin temeli, her bir alt seviyede program amaçlarını gerçekleştirmeye yönelik daha detaylı tanımlı işlerin yer aldığı hiyerarşik dikey formda diyagramlardan oluşur. Genel olarak üç set diyagram hazırlanır:

- *Ana diyagram (MS)* : Tüm program kapsamındaki anahtar faaliyetlerin ve dönüm noktalarının mantıksal sıra takip edilerek sıralandığı en üst seviye diyagramlarıdır.
- *Orta seviye diyagram* : Ana çizelgeyi detaylı çizelgeye bağlayan diyagramlardır.

Detaylı diyagramları özetleme imkanı tanır.

- *Detaylı diyagram* : İş paketi seviyesindeki diyagramlardır. Bu iş paketleri birbirlerinden ayrılabilir olmalı ve başlangıç ve bitiş tarihleri de açıkça belirtilmelidir.

2.9.6. Diyagramların Hazırlanması

Daha önce de belirtildiği gibi, çizelgeleme planlama sürecinin kritik bir unsurudur, diğer taraftan ise planlama etkin bir çizelgeleme için kritiktir. Yakın dönem çizelgeleme, yönetimi her seviyede destekleyecek kadar yeterli detayda yapılmalıdır. Uzun dönem çizelgeleme ise programın alternatif yollarını da belirtecek şekilde daha az detaylı ve esnek olabilir.

Tüm projelerde, maliyet, zaman ve performans arasında dengeleme yapmak gerekliliği ortaya çıkacaktır. Maliyet, insan, para, teçhizat ve tesisler gibi kaynakları kapsar. Performans, kalite ve destekleme parametrelerini kapsar. Zaman ise faaliyetlerin tamamlanma süreleri olarak önümüze çıkar. En iyi diyagram, bu parametrelerin tüm proje üzerindeki etkileri dikkate alınarak ve riskleri göz önünde tutularak yapılmış dengelemeler sonucu elde edilir.

Proje diyagramlarının hazırlanması belirli kalıplar dahilinde olmalıdır. Takip edilecek yöntemler belirtilmeli, kullanılacak şekiller, ekranlar, çıktılar, ve sembol tipleri belirlenmeli ve tanımlanmalıdır. Aynı zamanda yetki ve sorumluluk çizgileri de net bir şekilde belirlenmelidir. Diyagram hazırlanırken takip edilmesi gereken mantıksal sıralama, bilgi kaynaklarının kapsamı, araçlar, teknikler göz önünde bulundurulmalıdır. (McDaniel-Bahnmaier,2000)

2.9.6.1.Faaliyetlerin Tanımlanması

Bu adım amaçların gerçekleştirilebilmesi için yapılması gereken faaliyetlerin tanımlanmasını içerir, WBS bu tanımlar için mantıksal olarak kaynak teşkil eder. Bunun dışında tanımlama adımının diğer girdileri ise, proje kapsamı, geçmiş tecrübeler, proje kısıtları ve varsayımları, planlama, programlama ve bütçeleme sistemi girdileri ile tedarik yönetim sürecidir. Bu adıma ait birincil çıktıyı ise faaliyet listesi oluşturur. Bu liste programı tamamlamak için gerekli olan faaliyetlerin tam tanımlarını içermelidir. Faaliyet listesi aynı zamanda WBS ile bağlantılı olmalıdır. Faaliyet tanımlama süreci içerisinde meydana gelecek değişiklikler veya güncellemeler ışığında

değiştirilebilmelidir. Her bir faaliyet için kısıt ve varsayımlar gibi destek detaylar geliştirilmeli ve belgelenmelidir.

2.9.6.2.Faaliyetlerin Sıralanması

Bu adım tamamlanacak faaliyetlerin sıralamalarının belirlenmesinde faaliyetlere ait kısıt ve ilişkilerin tanımlanmasını içerir. Bu adımın çıktısı ise, faaliyet sıralamasını gösteren ağ diyagramdır. Bu diyagram sıralamanın nasıl yapıldığına dair açıklamalarla genişletilmelidir. Faaliyet sıralaması ile ihtiyaç duyulduğu şekilde faaliyet listesi gözden geçirilmeli, düzeltilmelidir.

2.9.6.3.Faaliyet Süresinin Tahmini

Faaliyet süresinin tahmini, projeyi meydana getiren faaliyetlerin tamamlanması için gereken zamanın tanımlanmasıdır. Bu adım çizelge geliştirmenin en zor adımlarından biridir ve faaliyetleri iyi bilen kişiler tarafından hazırlanmalıdır. Tahmin için gerekli iki ana girdi ise faaliyet için gerekli ve atanmış kaynak ile atanmış kaynakların kabiliyetleridir. Doğru tahminler yapabilmek için daha önceki benzer programlara ait tecrübelerden ve ticari verilerden faydalanmak yardımcı olacaktır. Faaliyet süresinin tahmini için genelde aşağıdaki teknikler kullanılır:

- Geçmiş tecrübelerden faydalanan uzman kararları,
- Benzer programlara ait benzer hesaplamalar,
- Proje parametreleri ve zaman arasındaki ilişkiyi tanımlayan parametrik hesaplamalar.
- Her bir faaliyetin olası süresinin benzetim kullanılarak dağılımının geliştirilmesi.
- Bu adımın çıktısı ise, her bir faaliyetin tamamlanması için muhtemel zamanın tahmin edilmesidir. Bu tahminler 3 hafta $\pm$ 1 hafta gibi olası aralıkları da içermelidir ve tahmin sürecinde yapılan varsayımları da açık bir şekilde belirtmelidir. (Kandiller,2000)

2.9.6.4.Diyagramın Geliştirilmesi

Bu adım her bir faaliyet için gerçek başlangıç ve bitiş tarihlerinin atanmasını içerir. Süreç içinde diyagram geliştirme; faaliyet sıralamasını, süre tahminini, kaynak gereksinimini ve elde edilebilirliğini, işin ne zaman yapılacağını gösteren takvimleri, kısıtları, varsayımları ve riski göz önüne alır. Bu adımın çıktısı ise, proje için bir çizelgeler topluluğudur. Bunlar zaman ve kaynaklar arasında mümkün olan en iyi dengenin nasıl kurulacağını yansıtan ana diyagramı

ve bunu destekleyen detaylı çizelgeleri içerir. Bunlar aynı zamanda zaman, maliyet ve performans dengelemelerinin risklerini de göz önüne almalıdır.

2.9.6.5.Diyagramın Kontrolü

Diyagram hazırlama sürecinin son adımı diyagram varyasyonlarının tanımlanması ve geliştirilmiş diyagramlara gelen güncel değişiklikleri yönetmektir. Diyagramlarda değişiklik ihtiyacı aşağıdakiler de dahil olmak üzere birçok nedenle ortaya çıkabilir:

- Belirli olay ve faaliyetler için planlanan tarihlere ulaşamama,
- İç program değerlendirme ve yeniden planlama,
- Yeniden tahsis veya fonlandırma gibi dış yönlendirmeler.

Bu nedenler değerlendirilirken hangi diyagram değişikliğinin gerekli olduğu belirlenmelidir. Örneğin, bir faaliyet kritik yol içinde değilse tüm proje takvimi üzerinde bir etkisi olmayabilir. Yani önemli bir takvim değişikliği gerektirmeyebilir.

29.7. Risklerin Değerlendirilmesi

Her çizelgede ve takvimde bir belirsizlik unsuru vardır. Bir faaliyetin tamamlanması için tam olarak gereken zamanın veya bir dönüm noktasının gerçekleşmesinin kesin olarak önceden bilinmesi mümkün değildir. Önceden az sayıda olan veri ve bilginin program ilerledikçe daha fazla elde edilmesi mümkün hale gelir; ileri fazlarda bilgi ve analizlere dayalı olarak çizelgeler geliştirilir, ancak yine de kesinlikten uzaktır. Bu kesinlikten uzak olma durumu da riski doğurur. Çizelge riski, çizelge planlarının karşılanamaması ve bunun sonuçlarını içerir. (Kandiller,2000)

Çizelge oluşturulurken veya programın genel olarak riski tanımlanırken, proje yöneticisi çizelgeye bir risk değeri biçmelidir. Risk değeri biçme tekniklerinden biri, her bir faaliyetin süresinin tahmini katkısının bulunması ve bu dağılımların Monte Carlo simülasyonu veya diğer analitik yöntemler kullanılarak toplanmasıdır.

Bu teknik faaliyetlerin tamamlanması için tek noktalı tahminler yerine zaman aralığı kullanır. Bu yaklaşım sonucunda da tek noktalı tahminlere kıyasla daha gerçekçi çizelge riski hesaplanması mümkün olur. Bu teknik, ilk iş tanımının tamamlanmasından itibaren herhangi bir faaliyet süreci fazında kullanılabilir. Her bir anahtar faaliyet ana çizelgeye dahil edildiği zaman, çizelgenin

olasılık dağılım fonksiyonu da geliştirilmelidir. Dağılım fonksiyonu gerekli oldukça, en azından her faz için bir defa, periyodik olarak gözden geçirilmeli ve düzeltilmelidir.

2.10. DİYAGRAM TİPLERİ VE GELİŞİMLERİ

Diyagramlar bir çok farklı yolla ifade edilebilir. Nasıl sunulduklarından bağımsız olarak, çizelgeler, aşağıdaki kategorilerden birine ait bilgiyi taşırlar:

- Belirli bir süre içinde tamamlanacak faaliyet veya işler,
- Belirli bir noktadaki olay veya dönüm noktaları,
- Faaliyet veya olaylar boyunca ortaya çıkan bağımlılıklar veya kısıtlar.

Yukarıda anlatılan bilgi kategorilerini anlatan genel olarak dört tip diyagram kullanımdadır. Bunlar, gannt şeması veya bar diyagramları, dönüm noktası diyagramları, ağ diyagramları ve üretim diyagramlarıdır.

2.10.1. Gannt Şeması ve Dönüm Noktası Diyagramları

Henry Gannt'ın iş programlama problemine ilk bilimsel yaklaşım olarak ortaya koyduğu Gannt şeması ilk olarak üretim programlamasına yönelik olarak geliştirilse de kısa zamanda inşa işlerinin planlaması ve kaydedilmesinde de kullanılır hale geldi.

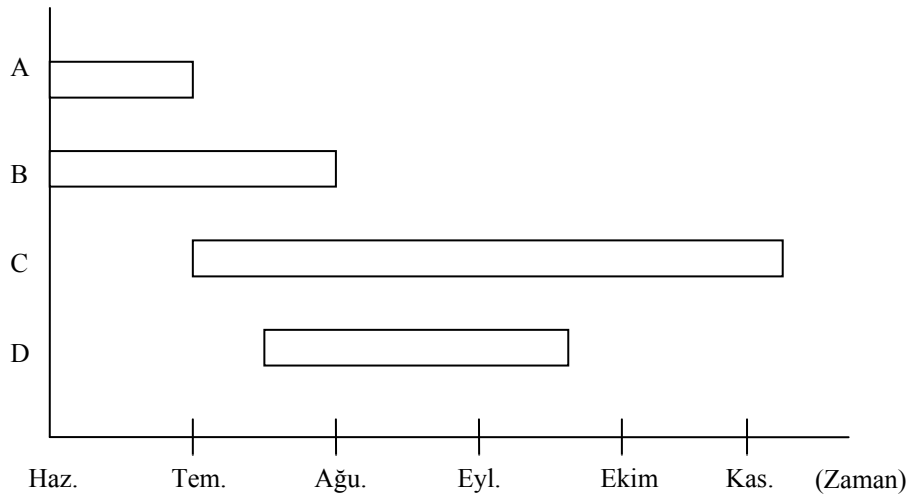
Yatırım projelerinde de proje alt faaliyetleri belirlendikten ve bunların zaman içindeki başlangıç ve bitiş tarihleri planlandıktan sonra çizilecek bir Gannt şeması gelişmelerin izlenmesi ve her aşamadan elde edilen sonuçların planlananla karşılaştırılması açısından yönetime önemli kolaylıklar sağlayacaktır.

Gannt diyagramı karmaşık olmayan projeler için uygun bir yöntem olsa dahi bir çok önemli eksikliği vardır. Bu eksiklikler, projeyi oluşturan faaliyetler arasındaki bağlantıları göstermemesi, kritik faaliyetleri yani gecikmesi projenin bitiş tarihinin gecikmesine sebep olacak faaliyetleri ve kritik olmayan yani belli bir süre gecikmeleri projenin bitiş tarihini etkilemeyecek faaliyetleri göstermemesi, uygulama süresinde değişiklik olan faaliyetin tüm diyagramın yeniden çizilmesine sebep olması gibi sıralanabilir.

Bu eksiklikler sebebi ile matematiğin analizlerinde etkin bir şekilde kullanıldığı projeyi oluşturan faaliyetlerin mantıksal sırasını ve bu faaliyetler arasındaki ilişkileri belirtebilen grafik planlama ve izleme sistemleri olan Şebeke Çözümleme Yöntemleri geliştirilmiştir.

Gantt diyagramları ve dönüm noktası diyagramları doğal olarak projenin çizelgesini göstermek için bir araya getirilirler. Gantt şeması, faaliyetler hakkında bilgi elde etmek için kullanılır. Genellikle bar (çubuk) grafik olarak değerlendirilirler; bunun sebebi de takvimde faaliyetlerin faaliyet süresi boyunca yatay olarak gösterilmesidir. Bir faaliyet için planlanmış başlangıç ve bitiş tarihlerini gösterir ve işlerin ilerleme süreci için de bilgi sağlayabilir. Gösterimde gerçekleşen ve planlanan zamanları birlikte ifade etmek mümkündür. Gantt şeması resmi olarak geliştirilen ilk çizelgeleme tekniğidir. I. Dünya Savaşı sırasında Henry L. Gantt tarafından bulunmuştur. Zamanın çok önemli faktör olduğu dönemde işlerin sistematik bir şekilde çizelgelenmesini sağlamak için kullanılmıştır.

Gantt şeması günümüze kadar temel şeklini korumuş ve organizasyonların her seviyesinde kullanım imkanı bulmuştur. Basit olması, kolay, anlaşılır ve açık olması yaygın olarak kullanımının en önemli sebepleridir. Geçmişte geleneksel gantt şemasının eksikliği faaliyetler süresince bağımlılıkların veya kısıtların açık olarak anlatılmamasıydı ve bu da faaliyetlere kaynak atamalarını ve çizelgelerin analiz edilmesini zorlaştıyordu. Bugün bazı çizelgeleme programları, ilişkileri göstererek gantt şemasının faydasını artırmaktadır. Gantt şeması projenin durumunun raporlanması için ve bağımsız faaliyetlerin veya az miktarda faaliyetten oluşan basit projelerin yönetiminde çok kullanışlıdır.



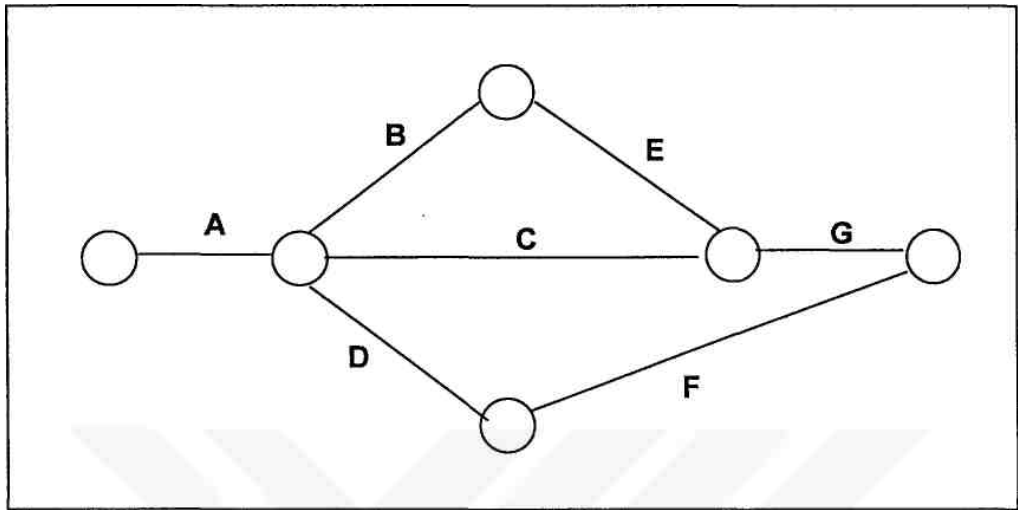
Şekil 2.12 Çubuk Diyagram Örneği (Manisalı, 2002)

Daha sonraları, projenin belirli noktalarındaki olayların zamanlarını dikkate alarak benzer bir yaklaşımla yöneticiler dönüm noktası diyagramını ortaya çıkardılar. Bu tip diyagramlar işin ne zaman planlandığını ve ne zaman gerçekleştiğini belirtir. Gannt şemasına benzer olarak bu diyagram da basitliği ve kolay anlaşılabilirliği sayesinde güçlü bir çizelgeleme tekniği olarak kullanılmaktadır. Projenin genelini "büyük resim" olarak görme imkanı sağlar. Ancak bu yöntemin eksikliği yönetimde güncel etkinliğin olmamasıdır.

Dönüm noktası diyagramının bir başka zayıf yönü de çok sayıdaki proje/program faaliyet ve olayları içinde ilişkilerin, bağımlılıkların ve kısıtların açıkça görülmesinin zor olmasıdır. Bu eksikliklerine rağmen yöntem, üst yönetim seviyelerine projenin durumunu sunmak için etkin bir yoldur. Gannt şeması ve dönüm noktası diyagramlarının ikisinin de en büyük eksiklikleri detaylı çizelge analizine imkan vermemeleridir. Ancak yine de proje yöneticisi programı çizelgelemek ve takvimini oluşturmak için ilk adımın gannt şeması olduğunu bilmelidir. (McDaniel-Bahnmaier,2000)

2.10.2. Ağ Diyagramları

Ağ diyagramları, gannt şeması ve dönüm noktası diyagramlarında, faaliyetlerin ilişkilerinin açıkça gösterilememesi, bağımlılık ve kısıtların izlenememesi gibi eksiklikleri sebebiyle geliştirilmiştir. Ağ diyagramı, ilişkilerin temsil edilerek belirtildiği, projenin grafiksel gösterimidir. Şekil 2.13 de basit bir ağ çizelgesi örneği yer almaktadır.



Şekil 2.13 Ağ Diyagramı Örneği

Bu örnekte A dan G ye kadar çizgiler proje faaliyetlerini gösteriyor, düğümler ise faaliyetlerin ne zaman başlayıp bittiklerini ifade eden olayları belirtiyor. Bu ağ çizelgesi şu kısıtları ifade eder;

- A faaliyeti B, C ve D faaliyetleri başlamadan bitmelidir,
- B faaliyeti bitmeden E faaliyeti başlayamaz,
- D bitmeden F faaliyeti başlayamaz,
- C bitmeden G başlayamaz.

Kısıtların bu şekilde sıralanmalarına ek olarak, ağ diyagramları her bir faaliyetin planlanan zaman ve kaynağını göstererek yöneticiye projeyi izleme ve kontrol etme imkanı verir. Bir proje şebekesinin hazırlanması sırasında bazı kurallara uyulması gerekir;

- *Kural 1:* Her faaliyet bir tek okla gösterilir.
- *Kural 2:* İki olay birbirine birden fazla faaliyetle direkt olarak bağlanamaz; bunun için kukla faaliyet kullanılır.
- *Kural 3:* Bir faaliyet başlamadan ondan önceki tüm faaliyetler sona ermelidir.
- *Kural 4:* Aynı olay numarası aynı şebeke içinde yalnız bir kere kullanılabilir.
- *Kural 5:* Şebekeye her faaliyet eklendiğinde şu sorular cevaplandırılmalıdır;
 - Bu faaliyetin başlamasından hemen önce hangi faaliyetler bitirilmelidir?
 - Bu faaliyeti hangi faaliyetler izlemelidir?
 - Hangi faaliyetler bu faaliyetle birlikte yapılabilir?

2.10.3. Üretim Diyagramları

Üretim çizelgeleri, özdeş ürünlerin yüksek miktarda üretimi gibi tekrar eden faaliyetlerin planlama, uygulama ve kontrollerini içerir. Etkin bir üretim, malzeme, tesis ve kişisel becerilerin uygun biçimde dengelenmesini gerektirir. Aynı zamanda üretim sistemini izlemek için de bir araca gereksinim duyar. Denge Çizgisi Tekniği (LOB) gerçek bir çizelgeleme aracı olmasa da proje takvimini etkileyecek potansiyel problemlerin erken uyarılması için bir izleme sistemidir. Bu yöntem özellikle, üretim süreci ve teslimat gereksinimleri için stok dengelemesinin gerekli olduğu tekrarlı süreçler için kullanışlıdır. LOB tekniği, dört unsurdan meydana gelir:

- Programın amacı, örneğin sözleşme takvimi ve gerçekleşen teslimatlar,
- Üretim planı,

- Mevcut program ve stok durumu,
- Programın nerede olduğu ve nerede olması gerektiğinin karşılaştırılması.

Bu teknik ile bitmiş ürünler üzerinde etki etmeden önce problemler belirlenebilir ve yöneticiler gerekli düzeltmeleri yapabilir. Sözleşme süresince yöneticiler o zamana kadar olan performansa göre sözleşme çizelgesi içindeki taahhütlerini karşılayıp karşılamayacaklarını görürler. LOB'un bir diğer avantajı da problemin olduğu üretim faaliyetlerine odaklanmasıdır, böylece düzeltici faaliyetler de gerçekleştirilebilir. (McDaniel-Bahnmaier,2000)

2.11. AĞ DİYAGRAMLARI

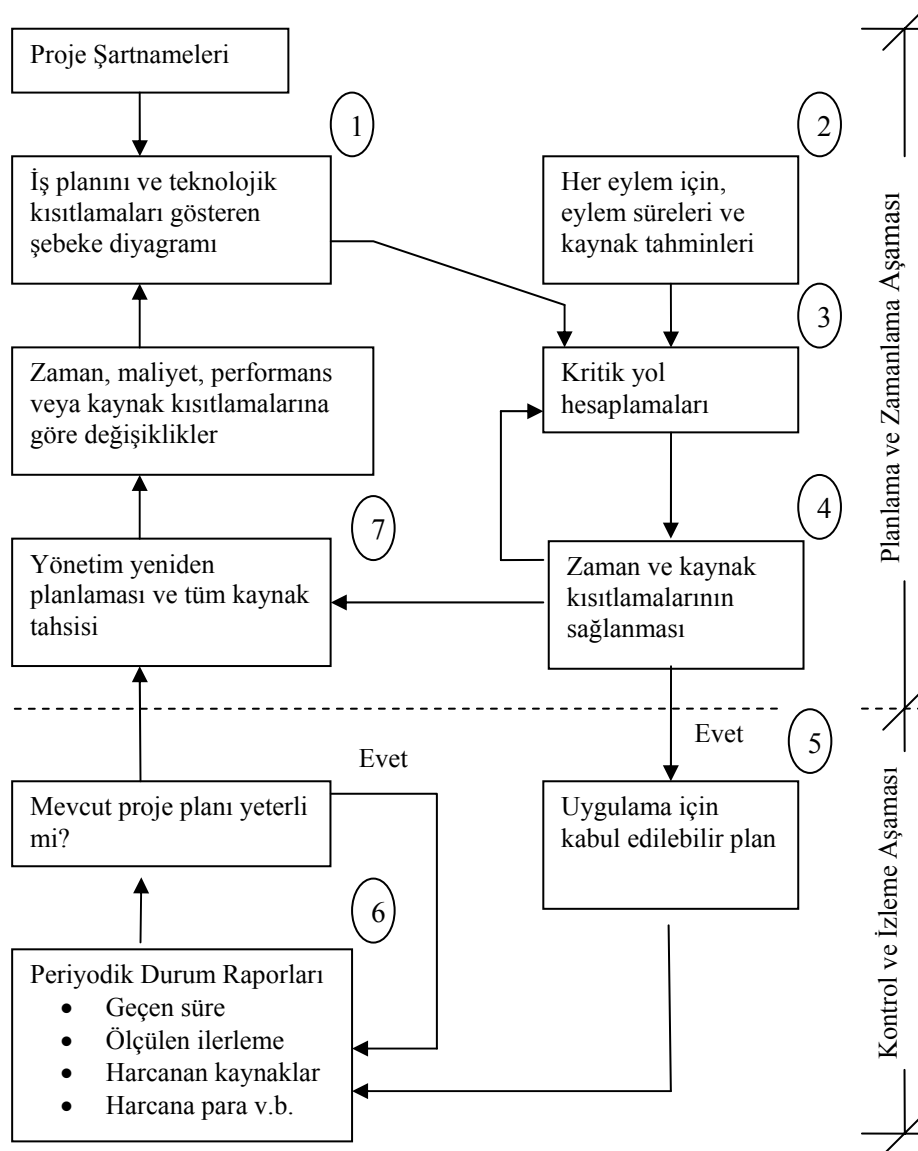
Ağ diyagramlarının geçmişi, yöneylem araştırmasının gelişimine kadar dayanır. Analistler mevcut tekniklerin eksiklikleri ve yetersizlikleri karşısında şebeke teorisi uygulamalarına yönlendiler ve problemleri bu yaklaşımla aşmaya çalıştılar. Bilgisayarların gelişimi ile veri işleme süreci hızlandı ve şebeke çizelgeleri büyük ve karmaşık projelerde uygulanmaya başladı. Bugün esas olarak üç şebeke tekniği kullanılmaktadır:

- Kritik yol tekniği, (CPM).
- Program değerlendirme ve gözden geçirme tekniği, (PERT).
- Öncelik diyagram metodu, (PDM).

Şebeke çizelgeleme teknikleri yöneticiye projelerini takvimlemek ve kontrol etmek için güçlü araçlar sağlar. Tüm bu teknikler, yöneticiye projeyi planlamak, analiz yapmak, izlemek ve kontrol etmek için ve faaliyetler için gerekli kaynağın yönetilmesi için güçlü araçlar sağlar. Aşağıdaki şu soruların cevaplanmasında yöneticiye yardımcı olur:

- Programın her bir faaliyeti ne zaman başlayıp, ne zaman bitiyor?
- Zaman kaybını önlemek amacıyla, programın tamamlanma tarihinden önce hangi faaliyetler bitirilmelidir ?
- Programın bitiş tarihi etkilenmeden, programın kritik olmayan kısımlarından kritik kısımlarına kaynaklar kaydırılabilir mi ?
- Program işleri süresince, yönetim hangi zaman dilimlerinde nereye odaklanmalıdır?

Şebekeler, programın faaliyet ve işlerinin grafiksel olarak gösterimidir. Bu faaliyetlerin birbirleriyle nasıl ilişkide olduklarını, faaliyet sıralamasını ve diğerlerinden önce tamamlanması gereken işleri gösterir. Şebekeler aynı zamanda erken veya geç başlangıçların da etkilerini gösterirler, kaynakların tahsisine dair bilgi sağlarlar ve yöneticilerin "olursa ne olur" analizi yapmalarına imkan sağlarlar. Bu bilgi ile yöneticiler, planın durumunu görebilir, süreci analiz edebilir ve alternatifleri değerlendirebilirler. Şekil 2.14 de ağ çizelgelerinin oluşturulmasına ilişkin akış şeması görülmektedir.



Şekil 2.14 Ağ Diyagramları Akış Şeması

Bu şebeke tekniklerini uygulayabilmek için aşağıdaki koşulların olması gerekir:

- Tüm program faaliyetleri açıkça tanımlanmalıdır, bunlar tanımlanabilen

başlangıç ve bitiş noktalarını içermelidir.

- Faaliyetlerin sırasını ve ilişkilerini gösteren mantıksal akış diyagramı geliştirilmelidir,
- Her bir faaliyetin tamamlanması için gerekli zaman mümkün olduğu kadar doğru şekilde tahmin edilmelidir.

2.11.1. Şebeke Tekniği

Program amacına ulaşabilmek için gereken faaliyetler ve olaylardan meydana gelen faaliyet ve olayların birbirleriyle olan planlama gereği bağlantı ve ilişkilerini gösteren şemaya şebeke denir.

Şebeke analizi bir planlama tekniği olup genellikle büyük ölçekli projelerin planlanması, bir noktadan diğer noktaya olan en kısa yolun bulunması, inşaat planlaması, yeni ürünlerin pazarlanmasının programlanması, belirli sistemlerdeki maksimum akışın (örneğin trafik akışı) bulunması, büyük çaplı ihalelerin hazırlanması gibi bir çok alanlarda kullanılabilir. Tablo 2.2 de şebeke tekniklerinin kısıtları ve faydaları görülmektedir.

2.11.2. Şebeke Tekniği Uygulama Safhaları

Şebeke çizimi ve şebeke analiz tekniklerinden bahsetmeden önce şebeke tekniği ile gerçekleştirilen bir projenin yönetimi faaliyetinde izlenen standart programdan bahsetmek faydalı olacaktır. Pratikte bu programın her adımı çeşitli defalar kontrol edilerek ve geri beslemeler yapılarak gerçekleştirilir.

- İlk aşama hazırlık çalışmaları safhasıdır. Burada her planlamada olduğu gibi şebeke tekniğinde de projenin amacı, başlangıcı, sonu, proje sorumlusu, kurulacak organizasyonun yapısı gibi önemli konular tespit edilir.
- İkinci adımda proje yapı planı oluşturulur. Projeyi oluşturan alt bölümler tespit edilerek kısmi projeler oluşturulur.

Üçüncü adımda faaliyetler belirlenir ve listelenir. Bu bölümde projeyi oluşturan bütün faaliyetlerin ayrı ayrı belirlenmesi, sürelerinin çok uzun yada çok kısa olmamasına dikkat edilmesi, faaliyetlerin yerine getirilme sırasının belirlenmesi yani hangi faaliyeti hangi faaliyetler takip ediyor, birbirinden bağımsız ve eşzamanlı olarak yürütülebilecek

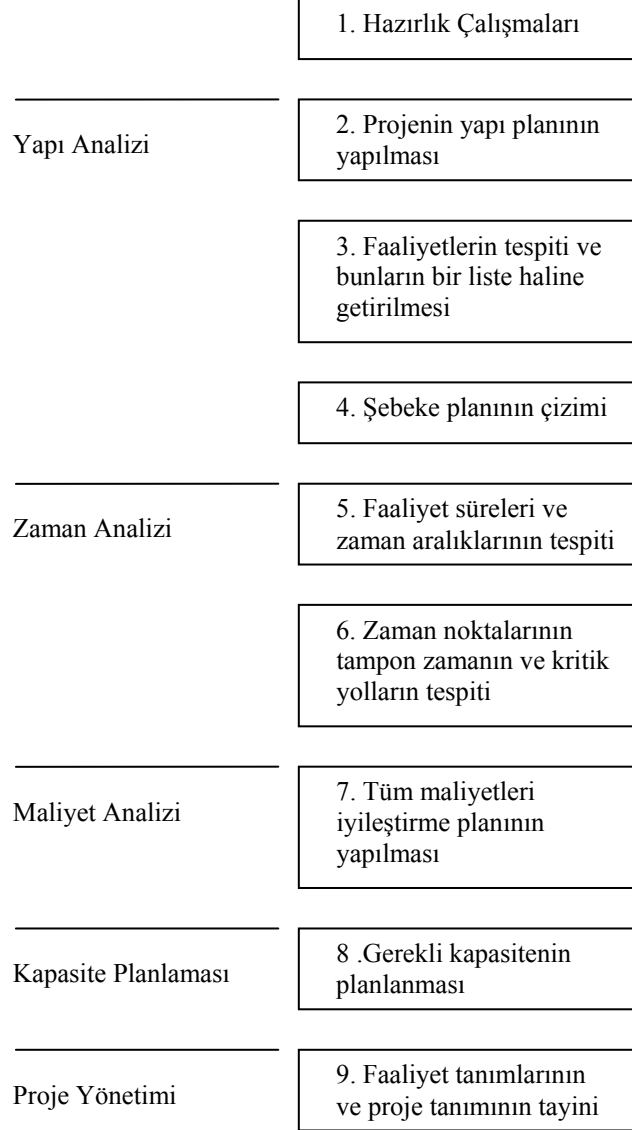
Tablo 2.2 Şebeke Teknikleri Avantaj ve Kısıtları

AVANTAJLAR	KISITLAR
1- Yapılacak faaliyetleri açıkça ve kesinlikle tanımlar. 2- Projenin toplam süresini etkileyen ve üzerinde özellikle durulması gereken kritik faaliyetler belirlenebilir. 3- Her faaliyetin başlama ve bitme zamanlarında, toplam süreyi etkilemeksizin, izin verilebilecek değişiklikler belirlenebilir. 4- Planlama döneminde öngörülen sürelerin uygulama sırasında uğradıkları değişikliklerin sonuçlarını değerlendirmeye, yol ve vaktinde önlem almaya olanak sağlar. 5- Kaynaklardan en iyi yararlanma yolunun seçilmesine imkan verir. 6- İşin gerçekleştirilmesi için gerekli bütçe ve finansman programının düzenlenmesini sağlar. 7- Uygulama sırasında gerçekleşen maliyetlerin gelişmesini ölçüp toplam maliyete etkilerini hesaplayarak proje maliyetinin izlenmesi olanaklarını sağlayarak planlama ve izlemede yardımcı olur.	1- Bir şebeke yöntemi tekniği uygulamasında mutlaka belirli bir başlangıç ve belirli bir son olmalıdır. Faaliyetin sürekli olduğu durumlarda şebeke tekniği uygulanamaz. 2- Şebeke teknikleri her derde deva değildir ve her hastalığı iyileştirmez. Gerçekte şebeke teknikleri problemlerin ortaya konması ve olası çözümlerin belirlenmesine yardımcı olur. 3- Şebeke teknikleri sadece bazılarının bildiği sırlar değildir. Her seviyeden metod onayı alınmalı bilgi mümkün oldukça çok yayılabilmelidir. 4- Şebeke tekniğini organizasyon içerisinde kullanan kişi alt ve üst seviyedeki insanları etkileyebilecek kadar önemli ve olgun birisi olmalıdır. 5- Mümkün oldukça ilk uygulamalar daha basit projeler üzerinde gerçekleştirilmeli, aksi durumda uğranılacak başarısızlık sebebi ile tekniğin gözden düşmesine sebep olunmalıdır.

faaliyetlerin neler olduğunun dikkatli bir şekilde tespit edilmesi gereklidir.

- Dördüncü adımda şebeke planı çıkartılarak çizim yapılır ve düğümler numaralandırılır.
- Beşinci adımda faaliyetlerin süreleri tespit edilir.
- Altıncı adım şebekenin kritik yolunun yani gecikmesi ile projenin bitişinin gecikmesine sebep olacak faaliyet sırasının bulunması, kritik yol dışında kalan faaliyetlerin bolluklarının tespiti adımdır.
- Yedinci adımda maliyet analizi yapılarak maliyet planlaması gerçekleştirilir ve toplam maliyetin azaltılmasına çalışılır. Nakit akışı da dikkate alınarak projenin zamanında tamamlanabilmesi için gerekli finansal planlamada maliyet analizi ile gerçekleştirilir.

- Sekizinci adımda kapasite planlaması yapılarak gerekli olan işgücü ve makine teçhizat tespiti bu aşamada yapılır.
- Son adım faaliyet sürelerinin ve proje süresinin tespit edilmesidir. Bu tespite göre proje yürürlüğe konulur ve proje bu doğrultuda yönetilir. Şekil 2.15 de burada anlatılan şebeke tekniğinin akış şeması özetlenmiştir.



Şekil 2.15 Şebeke Tekniği Akış Şeması

2.11.3. Şebeke Analiz Teknikleri

Şebekeye dayalı proje analizlerinde projenin toplam süresinin belirlenmesi, kritik faaliyetlerin tespiti ve bunlara dayalı olarak yapılacak kaynak ve maliyet analizlerinin doğru yapılmasının temel şartı şebekenin doğru çizilmesidir.

2.11.3.1. CPM Tekniği

Kritik yol çizelgeleme tekniği hemen hemen PERT ile aynı zamanda ortaya çıkmıştır. İlk olarak kimyasal üretim tesislerinin bakım amaçlı kısmen kapatılması sürecinde ortaya çıkmıştır. Zaman ilerledikçe CPM, diğer şebeke çizelge tekniklerinden daha fazla kullanım oranına ulaşmıştır. CPM, kritik yol kavramı üzerine inşa edilmiştir ve projenin faaliyetlerinin tamamlanması için gerekli zaman, kaynaklar ve kısmi maliyet üzerine odaklanır.

Şebeke oluşturulmasında ilk adım faaliyetlerin saptanmasıdır. Faaliyetler kesin tanımlanabilir olmalıdır. Herhangi bir faaliyet başladıktan sonra kesintiye uğramaksızın bitene kadar sürdürülür. Faaliyet sırasında kullanılacak kaynakların faaliyet süresi boyunca sürekli kullanılmasına dikkat edilmelidir. Her faaliyetin kendisinden önce bitirilmesi gereken faaliyetler ve ancak kendisinin bitirilmesi ile başlayacak faaliyetler saptanmalıdır. Faaliyetler ile ilişkili tahmini süreler belirlenmelidir. Diyagram çizildikten sonra aşağıdaki adımlar uygulanır:

- Yollar üzerinde her bir düğüme ulaşmak için gerekli toplam zaman yazılmalıdır.
- Kritik yol bulunmalıdır, bu tamamlanması en uzun zaman alan yoldur.
- CPM' de her işlem için iki maliyet ve zaman tahmini verilir; biri en erken diğeri en geç zaman. Bir olayın en erken zamanını bulabilmek için o olayı takip eden olay zamanları toplanarak en yüksek değeri seçilir.
- Olay kavramı olmayan durumda, her düğüme karşı gelen faaliyetin en erken başlama ve bitme zamanları ile en geç başlama ve bitme zamanları hesaplanarak kritik yol bulunur.

2.11.3.2. PERT Tekniği

1958'de ABD Deniz Kuvvetleri PERT'i geliştirerek şebeke çizelgeleme tekniklerini ortaya çıkardı. Bu ilk uygulama Polaris Füze Siteminin yönetim kontrol sistemi için geliştirilmişti. PERT'in odaklandığı asıl nokta, programın belirlenen zaman içinde tamamlanmasını sağlayacak planlama ve süreç takibinin yapılabilmesidir. Polaris programı kapsamında 250 ana yüklenici, 9000 den fazla alt yüklenici ve yüz binlerce iş tanımı vardı.

PERT tekniği, CPM için de ortak olan altı aşamada uygulanır;

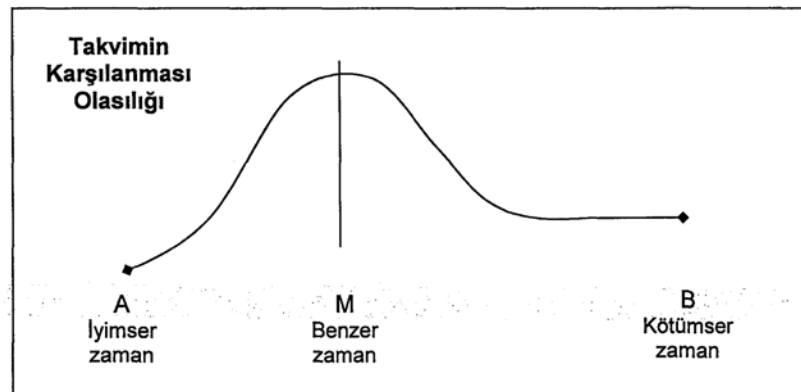
- Proje tanımlanır, faaliyetlerin hiyerarşik yapısı ve sırası belirlenir.

- Tüm faaliyetler birbirine bağlanarak proje ağı oluşturulur.
- Faaliyetler arasındaki ilişkiler oluşturulur. Hangi faaliyetlerin önce, hangilerinin sonra gerçekleştirileceği belirlenir.
- Her faaliyete zaman ve/veya maliyet tahminleri atanır.
- Ağdaki en uzun yol belirlenir. Bu yol kritik yol olarak adlandırılır.
- Proje ağı, planlama, programlama, izleme ve kontrol faaliyetlerine yardımcı olarak kullanılır.

PERT, olay odaklı bir olasılıklı teknik olarak ortaya çıkmıştır ve proje yöneticisi için zamanın kritik olduğu projelerde kontrolü artırmak için kullanılmıştır. PERT her bir faaliyet için üç zaman tahmini kullanır:

- İyimser,
- Kötümser,
- Muhtemel.

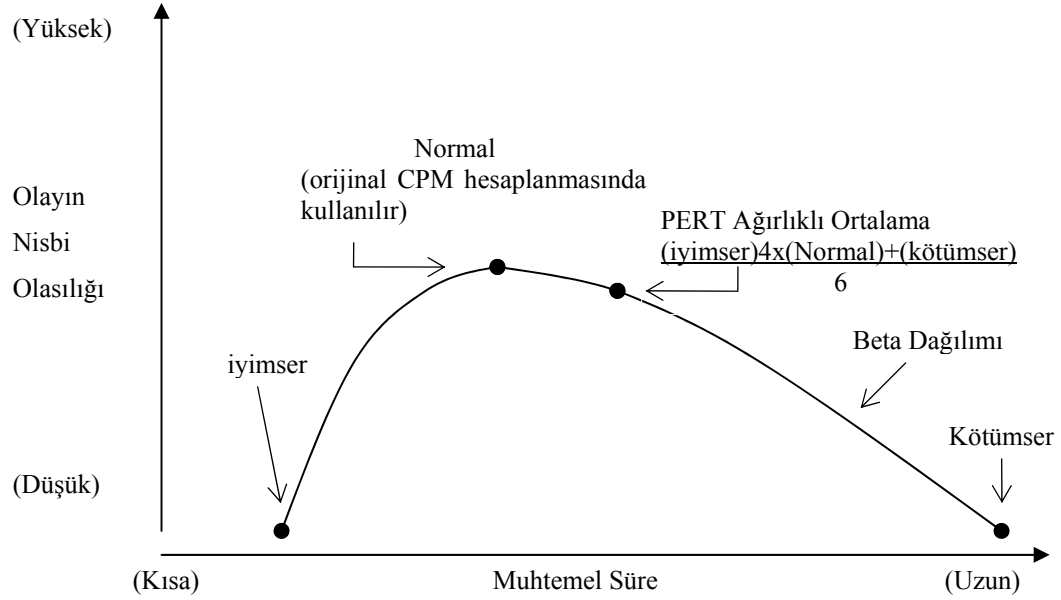
Bu tahminlerden, her bir faaliyet için beta olasılık dağılımına dayanan beklenen değer hesaplanır. PERT'i geliştirenler simetrik olmayan durumlara uyduğu için beta dağılımını seçmişlerdir. Varsayımlarının temelinde en iyimser olma olasılığının tahmini ile en kötümser olma olasılığının eşit olmayabileceği bulunmaktadır. Eğer tahmin edilen zamanlar ile gerçekleşme zamanları kıyaslanırsa ortaya çıkan eğri Şekil 2.16 da görüldüğü gibi olacaktır.



Şekil 2.16 PERT Zaman Tahminleri İle Beta Dağılımı

Polaris programındaki başarının ardından, PERT sistem tedariklerinde çok yaygın bir kullanım imkanı bulmuştur. Bu sırada PERT maliyet gibi proje yönetiminin çizelgeleme dışındaki unsurlarıyla birleştirilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmalar neticesinde yalnız

PERT kullanımı yetersiz kalmış ve tedarik faaliyetlerinde nadiren tek başına kullanılmıştır. Ancak son zamanlarda özellikle özel sektördeki yaygın PERT kullanımının sebebi yeni PERT uygulama yazılımlarının bilgisayar kullanımının artmış olmasıdır.



Şekil 2.17 PERT Süre Hesaplaması (Manisalı, 2002)

PERT in geliştirilmesindeki en önemli amaçlardan birisi gerçekleşme sürelerinde önemli ölçülerde belirsizliğin hakim olduğu önemli faaliyetlerin çizelgelenebilmesi ihtiyacını karşılamaktır.

CPM ile planlamada esas olarak aktivite sürelerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Bazı projelerde şebekenin bazı aktivitelerinin süreleri tam olarak bilinemez. Eğer süreleri belirlenemeyen bu aktiviteler kritik yol üzerinde değilse ve bu aktivitelerin bulunduğu düğüm noktalarında, büyük bolluklar varsa, yine bu proje, kritik yol (CPM) metodu ile programlanabilir. Ancak bu halde sadece zamanlama planlanabilir ve şebekede, sıkıştırma, kaynak dengelemesi maliyet hesabı gibi işlemler yapılamaz. Eğer süreleri belli olmayan aktiviteler kritik yol üzerinde ise artık proje süresinin bile CPM ile tayin edilmesi mümkün değildir. O halde proje PERT ile planlanmalıdır.

2.11.3.3. CPM ve PERT Tekniklerinin Değerlendirilmesi

CPM ve PERT kavramsal olarak benzer olsalar da aralarında bazı farklar vardır. Daha önce de bahsedildiği gibi, eğer belirsizlik yüksekse ve zaman üzerinde kontrol ihtiyacı

maliyet kontrolünden ağır basıyorsa PERT tercih edilir. PERT üç zaman tahmini ve beta dağılımı ile beklenen zaman değerini hesaplar. CPM ise, doğru zaman ve kaynak tahminlerinin nerede yapılacağı ve faaliyetlerin bitiş yüzdesinin tanımlanabileceği belirsizliğin az olduğu iyi tanımlanmış projeler için kullanılır. CPM'de belirsizlik düşük olduğu için tek bir zaman tahmini kullanılır. Bu tahmin normal şartlar altında planlanan zamandır, yaklaşık olarak da PERT ile hesaplanan beklenen zamana yakın bir değerdir. CPM ile PERT arasındaki en önemli fark CPM'in planlama ve kontrol sürecine maliyet kavramını dahil etmesidir. Yani zaman oldukça yakın tahmin edilebilir ve maliyet önceden hesaplanabilirce CPM tercih edilirken, son derece belirsiz ve zamanı kontrol etmenin maliyeti kontrol etmekten daha önemli olduğu durumlarda PERT kullanılır. CPM ile PERT arasındaki ilk ayrılık şebeke analizinde değil, zaman tahmininde ortaya çıkmaktadır.

CPM ve PERT arasındaki temel farklılık, bu yöntemlerin ilk tasarımları göz önünde tutulduğunda, çözmek istedikleri problemlerin farklılığından ve yaklaşımlardaki değişikliklerden kaynaklanır. CPM ile planlanan ve izlenen projelerde eylemlerin ve eylemler arası ilişkilerin tanımı rölatif olarak kolaydır. PERT yöntemi ise genelde, eylem sürelerinin kestirilmesinde güçlük çekilen projelerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. İnşaat projelerinde, ne kadar karmaşık olursa olsun, bu tür şartlarla pek sık karşılaşıldığı söylenemez.

Yine PERT ve CPM arasındaki temel farklılıklar şu şekilde sıralanabilir:

- PERT 3 ayrı zaman tahmini kullanır (optimistik, pesimistik, en olası) Bu tahminlerden beklenen zaman elde edilir. CPM de ise normal zamanı gösteren bir tahmin kullanılır.
- PERT' in doğasında olasılık vardır; CPM ise bir tahmine dayanır ve doğasında determinizm vardır.
- Hem PERT hem de CPM kukla faaliyetler kullanımına imkan verir.
- PERT zaman sürelerinin hesaplanmasında riskin çok değişiklik gösterdiği araştırma geliştirme projelerinde, CPM ise kaynağa bağımlı olan ve doğru zaman tahminlerine dayalı inşa projelerinde kullanılır.
- PERT oransal tamamlamanın belirlenmesinin imkansız olduğu araştırma geliştirme projelerinde kullanılırken, CPM oransal tamamlamanın belirli bir doğrulukla

hesaplamanın mümkün olduğu inşa projeleri gibi projelerde kullanılır ve nakit akışı da bu doğrultuda planlanır.

2.11.3.4. PDM (Öncelikli Diyagram Metodu)

Öncelikli diyagram metodu, bir şebekeyi çubuk diyagramına çevirmek ve şebekeyi basit bir şekle indirgemekte kullanılır. PDM yönteminde düğüm noktaları, eylemleri gösterir; düğüm noktalarını birleştiren oklar ise olaylar arasındaki öncelik ilişkilerini belirler.

PDM, PERT ve CPM yaklaşımlarından sonra geliştirilmiştir. Bu ihtiyacın asıl sebebi proje faaliyetlerinde ilişkiler ve kısıtlar arasında esneklik ihtiyacının yüksek olmasıdır. PERT/CPM tüm ilişkileri "bitiş-başlangıç" olarak alır. Bu da A faaliyetinin B faaliyeti başlamadan bitmesi gerekliliği demektir.

Faaliyetler arası ilişkilerin anlatılmasına ek olarak, PDM proje devam ettikçe oluşan gecikmelerin ve geri kalmaların üstesinden gelir. PDM de diğer şebeke teknikleri ile aynı prensipleri kullanır:

- Açıkça tanımlanmış faaliyetler,
- Doğru zaman tahminleri, kritik yol ... vb.

PERT/CPM/PDM farkları şebekenin gösterimindedir. PERT/CPM'de düğümler başlangıç ve bitiş gibi faaliyetlerle ilgili olayları, oklar da faaliyete ilişkin ilişkiler ile kısıtları gösterir. Faaliyet zamanı ve zaman tahminleri oklar üzerinde gösterilir. PDM de ise düğümler faaliyetleri gösterir ve genellikle dikdörtgenlerle ifade edilir. Faaliyet belirleyicileri olan zaman ve kaynak tahminleri, en erken ve en geç başlama-bitirme zamanları ve diğer gerekli bilgiler kutular içinde gösterilir.

2.11.4. Faaliyet İlişkileri

Buraya kadar incelenecek eylemin başlayabilmesi için daha önceki işlemin bitmesi gerektiği koşulundan hareket edildi. Ancak pratikte yığın faaliyetler arasında planlanmış zaman aralıklarından yararlanılabilir ve ağ planlamasında özellikle ilişki sıralamalarında dikkate alınabilir. Sıralama ilişkileri iki faaliyet arasında bir ok ile gösterildiğinde şu şekilde açıklanabilirler.

- Son başlangıç ilişkisi, kuyruk işleminin bitmesinden t zaman sonra uç

işleminin başlaması gerektiğini belirtir. (Finish to start – fs)

- Başlangıç başlangıç ilişkisi, kuyruk işleminin başlamasından t zaman sonra uç işleminin başlayabileceğini belirtir. (Start to start – ss)
- Son son ilişkisi, kuyruk işleminin bitmesinden t zaman sonra uç işleminin bitmesi gerektiğini belirtir. (Finish to finish – ff)
- Başlangıç son ilişkisi, kuyruk işleminin başlamasından t zaman sonra uç işleminin bitmesi gerektiğini belirtir. (Start to finish – sf)

Bu tanımlamalarda t ile belirtilen süreler belirli bir ilişki içinde birbirini takip eden iki faaliyet arasında geçen süreyi gösterir.

2.12. PROJE YÖNETİMİNDE KAYNAK KULLANIMI

Şimdiye kadar eldeki verileri kullanarak bir projeyi meydana getiren faaliyetlerin ne şekilde çizelgelenecekleri anlatılmıştır. Çizelgenin başarıyla uygulanabilmesi için insan gücü, makine gücü, malzeme ve para gibi kaynakların istenilen miktarda ve zamanda hazır olması gerekmektedir. Bunların hazır olmaması halinde gecikmeler olacak, dolayısıyla projenin süresi ve maliyeti artacak ve eldeki çizelge kullanışsız hale gelecektir. Eldeki kaynakların çoğu zaman sınırlı olduğu ve her kaynağın bir maliyet unsuru olduğu göz önüne alınırsa kaynakların proje başarısı açısından önemli olduğu ortaya çıkacaktır. Bu bölümde kaynakların yaratabileceği sorunlar ele alınacaktır. Sınırlı kaynakların kullanıldığı projelerde gerçekçi bir çizelge elde edebilmek için kaynakların dengeli bir şekilde dağıtılması gerekmektedir. Bolluk olan yollarda faaliyetlerin kaydırılması, faaliyet sürelerinin ve kaynak ihtiyaçlarının değiştirilmesi ve faaliyetlerin bölünmesi gibi çözüm yolları değerlendirilmelidir. Bu yollarla proje süresinde veya maliyetlerde meydana gelebilecek artışların en az seviyede tutulması sağlanabilir. (Kandiller,2000)

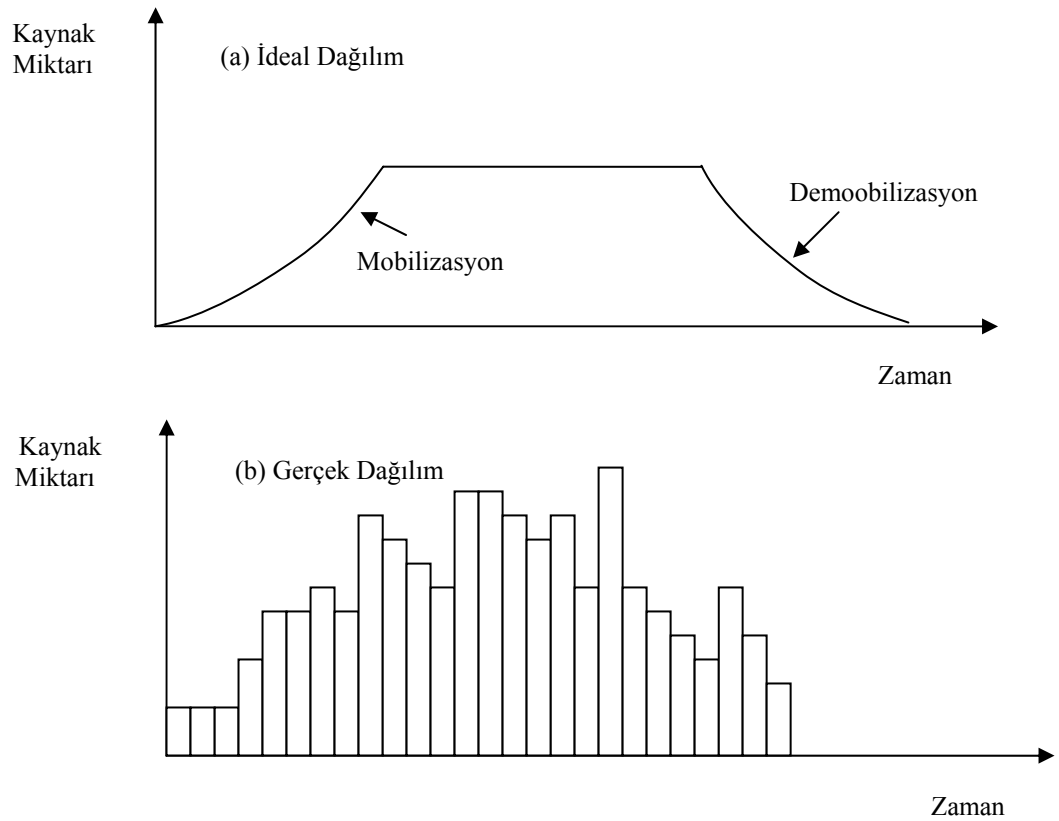
Kaynak türleri proje programlarını önemli bir ölçüde etkiler. Proje yönetiminin kullanabileceği kaynak türleri:

- İnsan gücü,
- Malzeme,
- Makine/ekipman/tesis,
- Para,

- Yer,
- Diğer soyut kaynaklar olarak sıralanabilir.

Makine/ekipman ve insan gücü kaynaklarından tüm proje süresince yararlanılır. Kaynak analizi yapılırken arz açısından sınırlı, kullanım açısından kullanıldıklarında miktarları değişmeyen kaynaklar birinci derecede önemlidir. Makina/ekipman bu sınıfa girdiğinden büyük önem taşır.

Makine/ekipman v.b. kaynakların kullanımında bu kaynaklara olan talebin zaman içinde fazla bir değişim göstermemesi, maliyetlerin minimuma yakın değerlere indirilmesinde önemli bir rol oynar. Bu tür sınırlı ve miktarları değişmeyen kaynakların kullanımında en uygun dağılım Şekil 2.18 de gösterildiği gibidir. Mobilizasyon aşamasının demobilizasyona oranla biraz daha yavaş gerçekleşmesinin nedeni, şantiyeye gelen makine-ekipman v.b. kaynakların derhal üretime dahil edilmesindeki zorluktur. Demobilizasyonda böyle bir sorun olmadığından bu aşama daha hızlı gerçekleştirilebilir. Proje süresince kaynak gereksinmesinin sabit olması ise sınırlı kaynak kullanımının optimum olmasını sağlar.



Şekil 2.18 Sınırlı ve Miktarları Değişmeyen Kaynakların Kullanımında İdeal ve Gerçek Dağılım

Üç tip dengelenecek kaynak vardır:

- Sınırlı kaynaklar,
- Sınırsız kaynaklar,
- Uzun vadeli kaynaklar

2.12.1. Sınırlı Kaynak Tahsisi

Genellikle kaynaklar üzerinde kesin sınırlar olduğu durumlarda ortaya çıkan bu kaynak yetersizliği sorununa denir. Sınırlı kaynaklardan dolayı bazı faaliyetler ileri bir tarihe atılabilecek ve proje süresi zorunlu olarak uzayacaktır. Gereken kaynağın sayısını arttırmak maliyeti çok yükselteceği ve çeşitli nedenlerden mümkün olamayacağından bu durumda çözüm projenin süresini mümkün olduğunca az uzatacak yeni bir çizelge belirlemektir.

2.12.2. Sınırsız Kaynak Dengelemesi

Pratikte vasıflı işler için gereken personel vb. kaynakları bir günlüğüne işe alma ve çıkarmanın hem güvenilir bir yöntem olmaması hem de yüksek maliyetlere sebep olması yüzünden sınırsız kaynakların çizelgede dağılımlarının dengesiz olması sorununa denir. Burada amaç projenin süresini uzatmadan kaynakları dengeli bir şekilde kullanacak çizelgeyi belirlemektir.

2.12.3. Uzun Vadeli Kaynak Planlaması

Bu problem sınırlı kaynak tahsisinin genelleştirilmiş durumudur. Burada yönetim hem projenin süresini hem de mevcut kaynak sınırlarını dikkate alarak kaynaklar dahil, proje toplam maliyetini ve projenin uzamasından dolayı meydana gelebilecek kayıpları düşük seviyede tutmaya çalışacaktır. Böylece uzun vadeli bir planlama yapılacaktır.

Dengeleme için aşağıda anlatılan yaklaşımların da gözönünde bulundurulmasında fayda vardır.

- Faaliyetlerin bölünmesi veya ara verilmesi : bazı projelerde belirli faaliyetlerin iki veya daha fazla faaliyete bölünmesi mümkündür. Ancak ekonomik ve yapısal nedenlerden dolayı fiziksel ve kimyasal süreçleri içeren ağır ve kıymetli ekipman kullanan veya taşeronlar tarafından yürütülecek faaliyetlerde bu yaklaşımın uygulanması oldukça zordur.
- Ekip büyüklüklerinin değiştirilmesi : belirli bir faaliyeti yürütecek ekipteki

elemanların sayısı veya ekip büyüklüğü bazı durumlarda değişiklik gösterebilir. Özellikle vasıfsız işçilik gerektiren faaliyetlerden dolayı kaynak problemi ortaya çıkıyorsa ekip büyüklüğünü değiştirerek iyi bir çizelge elde edilebilir.

- Kullanılmayan kaynakların çizelgelenmesi : ilk çizelge elde edildikten sonra istihdam edilmiş fakat kullanılmayan kaynaklar olabilir. Atıl kapasitesi bulunan bu gibi kaynaklar mümkünse tahsis edilerek maliyetleri artırmadan dengeli kaynak kullanımı ile proje süresi ve maliyeti kısaltılabilir.

2.13. KAYNAK ANALIZI

Zaman analizi ile ortaya konan program, projenin tarafları tarafından kabul edildiği takdirde, her faaliyetin belirlenen süre içerisinde gerçekleştirilebilmesi için kaynak analizi yapılmalıdır. Proje yöneticisinin karşısında zaman bir kısıtlama olarak dururken faaliyetler yürütülmeye başlandığında insan gücü, makine-ekipman, para ve nakit akışı gibi kaynak kısıtlamaları da ortaya çıkmaya başlayacaktır. Bu kısıtlamalar önceden iyi etüt edilip analiz edilmediği ve gerekli tedbirler alınmadığı takdirde projenin zamanında bitmesi imkansız hale gelecektir. Bir kaynaktan olanaklarının yada gücünün üstünde iş istenmesine 'aşırı yükleme', altında iş istenmesine 'az yükleme' gücüne denk iş istenmesine de 'tam yükleme' denir.

Çoğu zamanda kısıtlı kaynaklarla projenin planlanan sürede bitirilmesi imkansızdır. Bu durumda proje mantığı değiştirilerek şebekenin değiştirilmesinin mümkün olup olmadığına bakılmalı, mümkün değilse sabit zaman, sabit kaynak yada ikisinin karması seçeneklerinden birine başvurulmalıdır.

Sabit zaman seçeneğinde projenin zamanının uzatılması imkansız kabul edilerek sınırlı kaynaklardan ne pahasına olursa olsun sınırsız edinme yoluna gidilir. Projenin uzaması durumunda yüksek cezalar söz konusu ise, proje büyük bir projenin bir parçası olarak yürüyor ise, spor şampiyonası gibi bir organizasyonun açılışı yada yaz sezonuna bir otelin yetişmesi gibi acil durumlarda sabit zaman seçeneği tercih edilir.

Sabit kaynak durumunda sınırlı kaynakları artırmak mümkün değildir ve ancak proje süresinin uzatılması söz konusu olabilir. Bir yerde çalışabilecek personel sayısı sabit ise, bilgisayar, makine, vinç gibi ana ekipmanların sayıları limitli ise, güvenlik gerekçesi ile çalışabilecek işgücü sayısı sınırlanmış ise sabit kaynak durumu söz konusudur.

Karma durum seçeneği çoğu zaman uygulanan yoldur ve sabit zaman ile sabit kaynak arasında tutturulan orta yolu ifade eder. Kaynak artırımı maliyeti ile süre uzatımı maliyeti karşılaştırılarak, sürenin ve kaynakların en uygun olacak şekilde artırılmasına dayanır.

2.14. ŞEBEKENİN ÇUBUK DİYAGRAMA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Şantiyelerde uygulama ve kaynak dengelemesi için şebekenin çubuk diyagrama dönüştürülmesi gerekir. Bir şebekenin çubuk diyagrama dönüştürülmesi için dört geçerli sebep vardır:

- Çubuk diyagram her seviyedeki deneyimsiz personel tarafından daha iyi anlaşılır.
- Projenin gelişimi çubuk diyagram üzerinde daha kolay gösterilebilir.
- Her çeşit bolluk ve faaliyet zamanı anlamı çubuk diyagramın incelenmesi ile anlaşılır.
- Basit kaynak tahsisi diyagram üzerinde yapılabilir. Daha karmaşık kaynak tahsisi mekanizması da diyagram yardımı ile kolaylıkla anlaşılabilir.

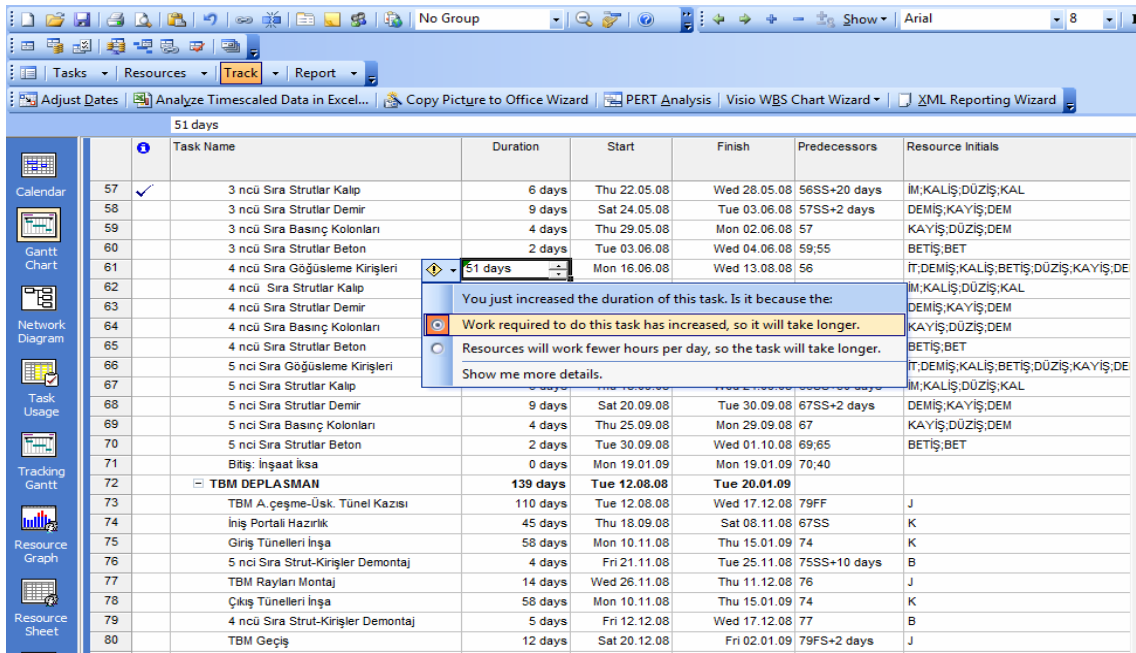
Şebeke diyagramının çubuk diyagrama dönüştürülebilmesi için daha önce çözümlenmiş ve zaman analizi yapılmış olmalıdır. Bu işlem için; zaman eksenini üstte ve soldan sağa, numara sırası solda ve yukardan aşağıya doğru gelişen bir çubuk diyagramı çerçevesi hazırlanır. Çerçevenin sol yanına faaliyet numaralarını, sürelerini ve ileride kullanılmak üzere gerekli kaynakları yazmak için dört düşey bölmeli bir çizelge çerçevesi eklemekte yarar vardır. Bu çerçeveye işlemler süreleri, numaraları küçükten büyüğe doğru gelişecek biçimde, yazılır.

Çizelgedeki ilk işlem çubuk diyagramına, sol ucu 'sıfır' birim bölmesinin hizasında olacak ve sağ ucu en erken tamamlama zamanına denk gelecek biçimde yerleştirilir. Dolu çizgiyle gösterilen çubuğun başına ve sonuna faaliyetin kuyruk ve uç numaraları yazılır. Sonra çubuk, faaliyetin en geç tamamlanma zamanına kadar kesikli çizgilerle uzatılır. Aradaki bu kesik çizgilerle gösterilen, toplam boş zamanı belirler, öteki faaliyetlerde çizelgedeki sırayla ve karşısındaki satıra yukarıda ki gibi, sol uçları en erken başlama zamanını, sağ uçları en erken tamamlanma zamanını gösterecek şekilde dolu çizgilerle işlenip numaralandıktan sonra en geç tamamlanma zamanına kadar kesikli çizgilerle sürdürülerek işlenir.

2.15. KAYNAK TOPLAMLARI VE KAYNAK Dengeleme

Bir projenin zaman analizi doğrultusunda kaynak analizinin yapılabilmesi için kaynak toplamı ve kaynak dağılımı bulunur ve daha sonra kaynak tahsisi ve kaynak dengeleme işlemleri yapılır.

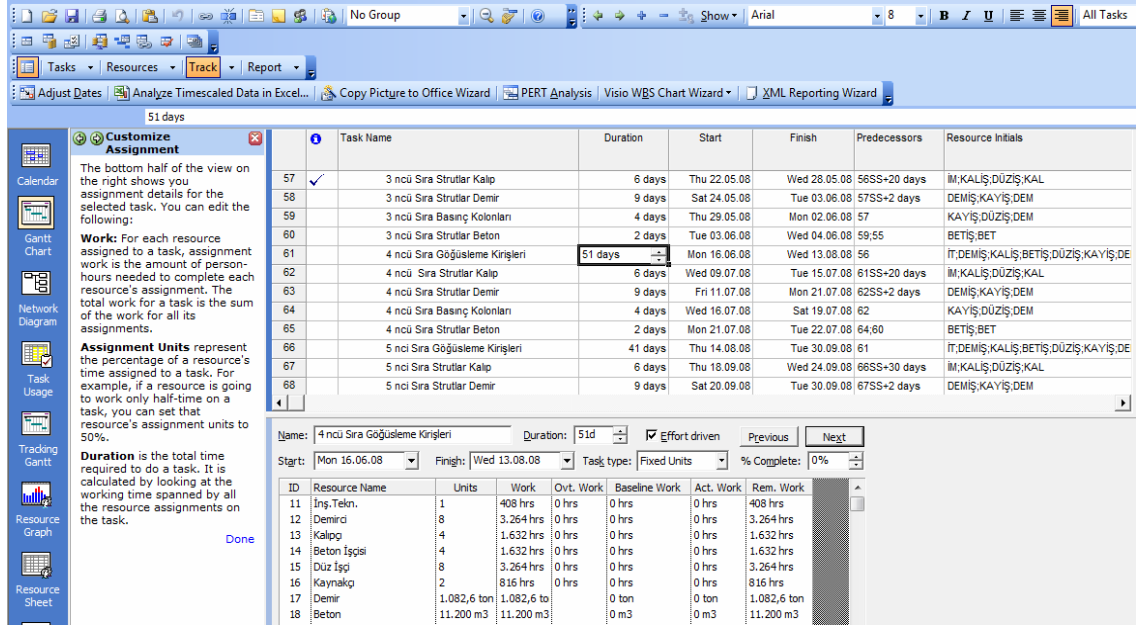
Microsoft Project paket programı kaynak dengelemesini otomatik olarak yapmaktadır. Proje güncellemesi yapılırken bazı faaliyetlerin sürelerinin planlanandan daha kısa veya uzun sürdüğü görülerek süreler düzeltilir. Tek yapmak gereken şey süre değişiminin nedenlerini programa doğru olarak girmektir. Örneğin Şekil 2.19 (a)'daki gibi herhangi bir faaliyetin süresi kırkbir gün planlanmışken ellibir gün sürdüğünde program bunun nedenini öğrenmek ve buna göre kaynak dengelemesini yapmak ister. İlk seçenekte bu faaliyet için çalışma ihtiyacı artmış, bu nedenle faaliyet daha uzun süre almıştır.



Task ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Initials
57	3 ncü Sıra Strutlar Kalıp	6 days	Thu 22.05.08	Wed 28.05.08	56SS+20 days	İM,KALİŞ,DÜZİŞ,KAL
58	3 ncü Sıra Strutlar Demir	9 days	Sat 24.05.08	Tue 03.06.08	57SS+2 days	DEMİŞ,KAYİŞ,DEM
59	3 ncü Sıra Basiñ Kolonları	4 days	Thu 29.05.08	Mon 02.06.08	57	KAYİŞ,DÜZİŞ,DEM
60	3 ncü Sıra Strutlar Beton	2 days	Tue 03.06.08	Wed 04.06.08	59;55	BETİŞ,BET
61	4 ncü Sıra Göğüsleme Kirişleri	51 days	Mon 16.06.08	Wed 13.08.08	56	İM,KALİŞ,DÜZİŞ,KAYİŞ,DEMİŞ,KALİŞ,BETİŞ,DÜZİŞ,KAYİŞ,DEMİŞ,KAYİŞ,DEM
62	4 ncü Sıra Strutlar Kalıp					İM,KALİŞ,DÜZİŞ,KAL
63	4 ncü Sıra Strutlar Demir					DEMİŞ,KAYİŞ,DEM
64	4 ncü Sıra Basiñ Kolonları					KAYİŞ,DÜZİŞ,DEM
65	4 ncü Sıra Strutlar Beton					BETİŞ,BET
66	5 ncü Sıra Göğüsleme Kirişleri					İM,KALİŞ,DÜZİŞ,KAYİŞ,DEMİŞ,KALİŞ,BETİŞ,DÜZİŞ,KAYİŞ,DEMİŞ,KAYİŞ,DEM
67	5 ncü Sıra Strutlar Kalıp					İM,KALİŞ,DÜZİŞ,KAL
68	5 ncü Sıra Strutlar Demir	9 days	Sat 20.09.08	Tue 30.09.08	67SS+2 days	DEMİŞ,KAYİŞ,DEM
69	5 ncü Sıra Basiñ Kolonları	4 days	Thu 25.09.08	Mon 29.09.08	67	KAYİŞ,DÜZİŞ,DEM
70	5 ncü Sıra Strutlar Beton	2 days	Tue 30.09.08	Wed 01.10.08	69;65	BETİŞ,BET
71	Bitiş: İnşaat İksa	0 days	Mon 19.01.09	Mon 19.01.09	70;40	
72	TBM DEPLASMAN	139 days	Tue 12.08.08	Tue 20.01.09		
73	TBM A. çeşme-Üsk. Tünel Kazısı	110 days	Tue 12.08.08	Wed 17.12.08	79FF	J
74	İniş Portali Hazırlık	45 days	Thu 18.09.08	Sat 08.11.08	67SS	K
75	Giriş Tüneli İnşaa	58 days	Mon 10.11.08	Thu 15.01.09	74	K
76	5 ncü Sıra Strut-Kirişler Demontaj	4 days	Fri 21.11.08	Tue 25.11.08	75SS+10 days	B
77	TBM Rayları Montaj	14 days	Wed 26.11.08	Thu 11.12.08	76	J
78	Çıkış Tüneli İnşaa	58 days	Mon 10.11.08	Thu 15.01.09	74	K
79	4 ncü Sıra Strut-Kirişler Demontaj	5 days	Fri 12.12.08	Wed 17.12.08	77	B
80	TBM Geçiş	12 days	Sat 20.12.08	Fri 02.01.09	79FS+2 days	J

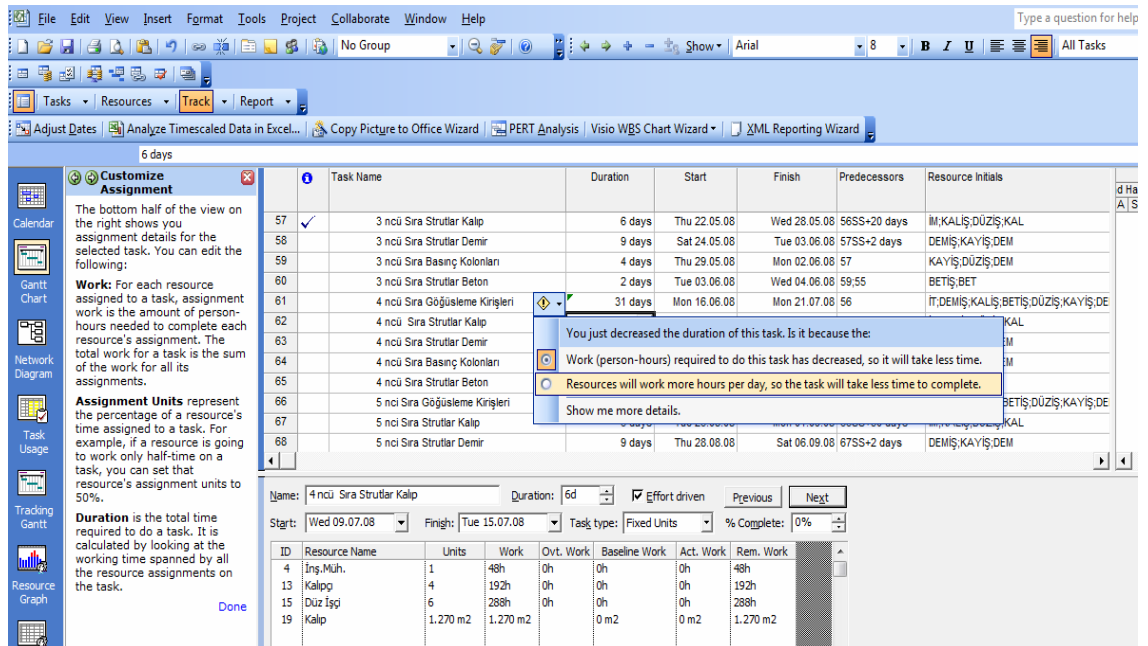
Şekil 2.19 (a) Kaynak Ataması ve Dengelemesinin Yapılması

Bu seçenek işaretlendiğinde kaynakların çalışma saatleri değişmez. İkinci seçenekte ise kaynaklar gün başına planlanan çalışma saatinden daha az çalışmış, bu nedenle faaliyet daha uzun sürede tamamlanmıştır. Kaynakların çalışma saatleri program tarafından gerektiği kadar azaltılarak dengeleme yapılır. Çalışma saatlerindeki değişimin takip edilmesi için üçüncü satırdaki detay görünümü komutu işaretlenir. Detay görünüm Şekil 2.19 (b)'de verilmiştir.



Şekil 2.19 (b) Kaynak Ataması ve Dengelemesinin Yapılması

Aynı şekilde Şekil 2.19 (c)' deki gibi herhangi bir faaliyetin süresi kırkbir gün planlanmışken otuzbir gün sürdüğünde program bunun nedenini öğrenmek ve buna göre kaynak dengelemesini yapmak ister. İlk seçenekte bu faaliyet için (personel-saat) çalışma ihtiyacı azalmış, bu nedenle faaliyet daha kısa zamanda tamamlanmıştır. İkinci seçenekte kaynaklar gün başına planlanan çalışma saatinden daha fazla çalışmış, bu nedenle faaliyet daha kısa sürede tamamlanmıştır.



Şekil 2.19 (c) Kaynak Ataması ve Dengelemesinin Yapılması

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALİYET

Daha önce de ifade edildiği gibi bir projenin üç temel unsuru zaman, kalite ve maliyettir. Bu açıdan proje yönetimi faaliyetlerinin en önemli boyutlarından birisi de maliyet yönetimi ve analizi boyutudur. Proje maliyet yönetimi projenin onaylanmış bütçe sınırları içerisinde tamamlanmasını sağlayan gerekli süreçleri tanımlar. Kaynak planlaması, maliyet tahmini, maliyet bütçeleme ve maliyet kontrolünü kapsar. Bu bölümde asıl olarak maliyet kontrolü ve ona bağlı olarak gelişen kazanılmış değer analizi konusu ele alınacaktır.

Bir projenin nihai sonuçlarını üç faktör belirler:

- Faktör 1 : Başlangıç planlamasının kalitesi,
- Faktör 2 : Onaylanmış başlangıç planı karşısındaki gerçek performans,
- Faktör 3 : Yönetim tarafından nihai sonuçların etkilerinin doğru olarak saptanabilmesi. (Fleeming and Koppelman, 2007)

3.1.1. Maliyet Kavramı

Kaynak analizi konusunda bahsedildiği gibi nakit para da önemli bir kaynaktır. Diğer kaynaklarda olduğu gibi nakit akışında karşılaşılabilecek darboğazlar da, projenin ilerlemesini engelleyerek öngörülen zamanda bitmemesine sebep olabilir. Bu açıdan nakit akışı, gelir/gider durumu ve yaşanabilecek nakit darboğazlarının önceden belirlenerek gerekli tedbirlerin alınması projenin geleceği açısından son derece önemlidir. Bu amaçla kritik yol dışındaki faaliyetlerin zamanlamasının bazen nakit akışına göre ayarlanması yoluna gitmek mümkündür.

Öte yandan nakit akışlarının çoğu zaman faaliyetlerin zamanlaması ile aynı anda gerçekleşmemesi, nakit giriş ve çıkışlarında gecikmeler meydana gelmesi maliyet

analizini, kaynak ve zaman analizinden daha karmaşık hale getirir. Maliyet analizinin iki temel amacı vardır:

- Toplam maliyetin optimum yapılması
- Maliyet planlaması (masraf bütçe planlaması)

Projenin uygulanmasında faaliyet maliyeti ve ara maliyet şeklinde iki tür maliyet oluşur:

- *Faaliyet maliyetleri*; bir faaliyetten kaynaklanan maliyetlerdir ve direk maliyetler olarak da adlandırılır ve direk olarak faaliyetlere verilebilirler. Buna örnek olarak bir işin yapılması için çalışanlara ödenen ücretler verilebilir.
- *Arabirim maliyetleri*; belirli bir faaliyete verilemeyecek bazı faaliyetlere dağıtılması gereken genel maliyetlerdir. Bütün bir iş paketine ait olan veya daha büyük proje bölümlerine dağıtılabilen (inşaat denetim veya sigorta masrafları gibi) maliyetlerdir.

Keskinel' e göre altı ana maliyet türü aşağıda sıralanmıştır. (Keskinel, 2000)

- Direkt işçilik maliyetleri, ücretler, gündelikler ve diğer personel maliyetleri,
- Özel olarak iş için satın alınan direk malzemeler,
- Toplu olarak alınan genel malzemeler,
- Kiralanan tesis ve hizmetler,
- Taşeron maliyetleri,
- Amortisman, süpervizyon, sigorta, taşıma, faiz, güvenlik ve diğer endirek masraflar.

3.1.2. Maliyet Analizi ve Kontrolü

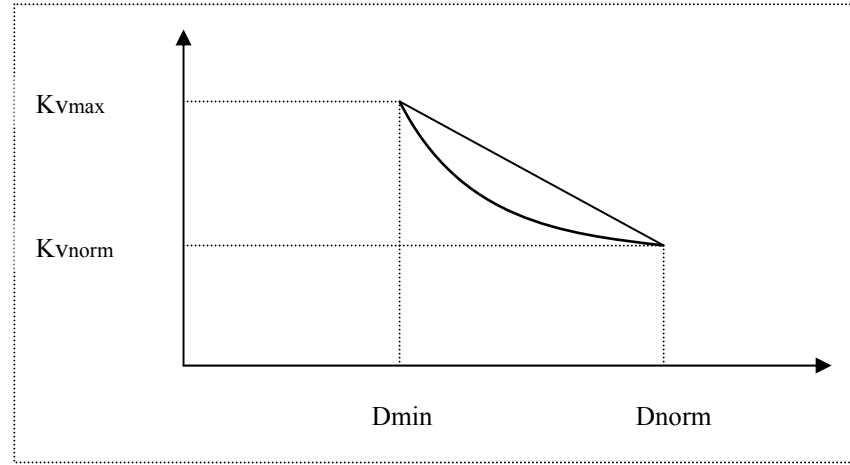
Maliyet ve bunun kontrolü, proje yönetiminin her aşamasında ve her düzeyinde, kaynaklar ve kaynak kontrolü ile bütünleştirilmelidir. Maliyet kontrol sisteminin yapısı, sisteme tepki zamanını en aza indirmek için, basit olmalıdır. Ancak elde en azından ana maliyetleri de içeren bir ön maliyet hesabı bulunmalıdır.

Maliyet kontrol sistemlerinde kullanılan iki farklı işlem vardır. Bunlardan birisi finansal denetçilerin gereklerini karşılamak üzere geliştirilmiş maliyet kaydı sistemidir. Bu sistem tamamen doğru olan geçmiş bilgileri toplar ve kullanır, tahmine dayalı değildir ve normal

olarak sonuçlar proje yöneticisinin kullanımına imkan vermeyecek şekilde geç gösterilir. İkincisi ise proje takımı tarafından oluşturulan ve maliyet verilerinin proje yönetimine yönelik olarak kullanıldığı maliyet kontrol sistemidir. Böyle bir sistemin en önemli özelliği tepki hızıdır ve hız doğruluktan çok daha önemlidir.

3.1.3. Süre - Maliyet İlişkisi

Bilindiği gibi bir faaliyetin gerçekleştirilebilmesi için işgücü ve makine gibi kaynaklara ihtiyaç vardır. Bir faaliyetin optimum maliyeti de (malzeme maliyeti yanı sıra) bu kaynakların maliyeti minimize edecek şekilde etkin biçimde kullanılması ile ortaya çıkar. Bu etkin kullanım sonucu optimum bir faaliyet süresi bulunur. Bir faaliyetin bu optimum süresinin kısaltılması fazla mesai, fazla işgücü veya fazla makine ile mümkün olabilir ki bu durum faaliyet maliyetinin artmasına sebep olacaktır.



Şekil 3.1 Maliyet Süre İlişkisi

Maliyet oluşumu genelde lineer veya kavislidir, fakat kolaylık açısından lineer olarak kabul edilir. Faaliyet maliyeti Kv'nin faaliyet süresine bağlılığı D, lineer bir değişimde maliyet artış faktörü m ile gösterilir ve bir projenin bütün faaliyetleri için birbirinden farklı maliyet artış faktörleri söz konusudur.

$$m = (K_{vmax} - K_{vnorm}) / (D_{norm} - D_{min}) \quad (3.1)$$

Proje süresinin kısaltılmasının zaruret olduğu durumlarda kritik faaliyetlerden maliyet artış faktörü küçük olanların öncelikle kısaltılmaya çalışılması kabul gören metottur. Tablo 3.1 de maliyet artış faktörü m nin belirlendiği bir örnek sunulmuştur.

Tablo 3.1 Maliyet Artış Faktörü

Boru döşeme projesinin kritik yolu	Çukur kazılması	Boru döşenmesi	Boru kaynağı ve döşenmesi	Çukur doldurulması
Faaliyet süresinin kısaltılması	İlave tarak makinesi kiralınması	Fazla mesai	İlave kaynak ve test	İlave kaynak makinesi kiralınması
Faaliyet maliyetinin süre ve para olarak faaliyet süresine bağımlılığı				
Maliyet artış faktörü m'nin günlük kısaltma değeri	600	200	500	600

3.2. KAZANILMIŞ DEĞER KAVRAMI

3.2.1. Genel

Proje performansını gösteren her sistem proje yöneticilerine ve paydaşlara aşağıdaki gibi soruları cevaplama kabiliyetini sağlamalıdır.

- Zaman ve maliyet açısından projenin şu anki durumu nedir?
- Proje tamamlamak ne kadar mal olacaktır?
- Proje ne zaman tamamlanacaktır?
- Şimdi belirlenmesi gereken potansiyel problemler var mıdır?
- Zaman ve maliyetin aşılmasına sebep olabilecek faaliyetler nelerdir ve nerededirler?
- Harcanan paralarla neler yapılmıştır?
- Projenin yarı yolunda bir maliyet aşımı olursa, proje tamamlandığındaki bütçe aşımı tahmin edilebilir mi?
- Düzeltilmesi için geç kalınmadan potansiyel problemler tanımlanabilir mi?

Kazanılmış değer (EV) adı verilen sistem bu soruların cevaplarını kolaylaştırır. Şüphesiz her izleme sisteminin geçerliliği doğru ve güvenilir veriye bağlıdır. EV sisteminin kullanışlılığı WBS' deki verilere (kaynaklar, zaman ve maliyet tahminleri, her faaliyet için zaman tabanlı bir bütçe) ve yüzde tamamlanma için gerçekçi ve mümkün olan yanlışsız tahminlere bağlıdır.

Kazanılmış değer projeler içindir, devamlılık arzeden operasyonel faaliyetler için değil... Peki kazanılmış değer maliyet ve süre artışlarına engel olabilir mi? Kesinlikle hayır. Bu artışlar şu üç tipik nedenin kombinasyonuna bağlıdır;

- Yetkili yönetimin iş için gerekli bütçeyi çok düşük belirlemiş olması,
- Proje ekibinin yetersiz teknik bilgi ve performansı,
- Dalkavukluğa müsadde edilmesi. (Fleeming and Koppelman, 2007)

Kazanılmış değer analizi, sabit bir bütçesi ve süresi olan bir projenin;

- Bütçe limitleri içinde yapılmakta olup olmadığını,

- Planlanan takvime uygun ilerleyip ilerlemediğini,
- Bu gidişle projenin ne zaman ve ne kadar maliyetle bitirileceğini önceden haber vererek, proje bitiminde beklenmeyen bir durumla karşılaşmayı önleyen bir proje performans ölçüm sistemidir. (Deniz, 2005)

Her kontrol sisteminde olduğu gibi maliyet kontrolünde de yapılan iş planlanan ve gerçekleşenin kıyaslanmasıdır. Bu kıyas sonucu oluşan farklılık da hatayı verecektir. Maliyet kontrolünde faaliyet veya faaliyetler sonucu oluşan maliyetler onlar için daha önceden planlanmış maliyetlerle kıyaslanarak aradaki fark yani hata bulunur. Bu hata sapma olarak isimlendirilir ve bütçelenen ve gerçekleşen maliyet arası farktır. Buradan pozitif farkın olumlu ve istenen bir durum olduğu, negatif sapmanın da olumsuz bir durum olduğu değerlendirilmesi yapılabilir. Gerçekte sapmaların sebebi basit olarak sadece planlanandan daha az yada planlanandan daha fazla harcama yapmış olmak değildir.

Pozitif bir sapmanın sebepleri kontrolün çok iyi yapılmış olması olabileceği gibi, çeşitli faaliyetlerin veya malzemelerin maliyetlerinin daha önceden fazla tahmin edilmiş veya bazı harcamaların iyi kaydedilmemiş olması da olabilir. Öte yandan negatif bir sapmanın sebebi projenin iyi yönetilememesi olabileceği gibi, maliyetlerin daha önceden düşük tahmin edilmesi yada bütçelenmemiş çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirilmiş olması olabilir. Ancak bütün bu varsayımlar maliyet kontrolü anında gerçekleştirilen ve planlanan faaliyetlerin aynı düzeyde olması ile söz konusu olabilir. Çünkü gerçekleştirilen işler programın gerisinde ise kalan faaliyetlerin maliyeti henüz yansımadığı için o anki toplam maliyet de planlanan maliyetten daha düşük olabilecektir. Planlanandan daha fazla faaliyet gerçekleştirildiyse bu faaliyetlerin maliyeti de yansıyacağına göre planlanan maliyetten daha büyük bir maliyetle karşılaşmak mümkündür.

Örneğin yürütülen bir inşaat projesinin belirli bir ay sonunda yapılan maliyet kontrolünde 100.000 \$ harcama buna karşılık 120.000 \$ bütçe tespit edilebilir. O gün için projenin % 15' inin tamamlanması planlandı ve projenin henüz % 12 si bitirildi ise bütçelenen maliyette tespit edilen 20.000 \$' lık fazlalık büyük bir ihtimalle henüz tamamlanmamış % 3' lük işe aittir. Sonuç olarak durum ne olursa olsun bir sapmanın gerçek sebebini veya neyin yanlış yada doğru gittiğini anlayabilmek gerekli tedbirleri önceden alabilmek için projenin maliyeti ve süresi yada programı birleştirilebilmeli, karşılaştırma hem maliyet hem de iş programı bazında yapılmalıdır. Bu noktada kazanılmış değer analizi yaklaşımı önem

kazanmakta ve proje yöneticilerinin geleceği görmesine imkan sağlamaktadır. Tablo 3.2 de KDA' nın kullanım alanları gösterilmektedir.

Tablo 3.2 KDA' nın Kullanım Alanları

SIK KULLANILDIĞI ALANLAR	DAHA AZ TERCİH EDİLDİĞİ ALANLAR
• Yazılım projeleri • Savunma sanayii projeleri • İnşaat projeleri • Enerji projeleri	• Maliyet + kar modeliyle yapılan projeler • Bakım, onarım ve idame projeleri • Parasal ve zaman sınırı olmayan şirket içi projeler -AR-GE projeleri -Yatırım projeleri

Özellikle yazılım projelerinde kazanılmış değer yönetim sistemini kullanmak, katlanılacak pahalı hataların önüne geçebilir. (Solomon, 2001)

Kazanılmış değer yönetim sisteminin büyük kamu projelerinde ve maliyet sapmalarının kamu kurumu tarafından karşılandığı veya maliyet riskinin kamu kurumu tarafından taşındığı projelerde kullanılması tavsiye edilmektedir. (Christensen, 1999)

Öte yandan;

- “Kazanılmış değer sadece kamu kaynaklı büyük sözleşmelerde faydalıdır.”
- “Sadece maliyet geri ödemeli projelerde kullanılabilir.”
- “Parça başı üretim projeleri veya sabit fiyatlı / maliyetli sözleşmelerde hiç bir fayda sağlamaz.”
- “Kazanılmış değer inşaat projeleri için herhangi getirisi yoktur.”

gibi söylemlere sıkça rastlanmaktadır. Oysa temel fayda, kazanılmış değer tüm maliyet risklerini kapsamı ve sapmaları yönetime bildirmesi, gerekli tedbirlerin alınması için proje yöneticisine zaman vermesidir. O nedenle kapsam alanının daraltılmaması, tam tersine kullanım alanlarının genişletilmesi gerekmektedir. (Fleming and Koppelman, 2002)

3.2.2. Kazanılmış Değer Analizinin Tarihçesi

1960'lı yıllarda ABD Deniz ve Hava Kuvvetlerinin geliştirdiği PERT (Program Evaluation and Review Technique) sistemi zaman yönetimine kaynakların eklenmesiyle

PERT-COST olarak daha da geliştirilmesine rağmen, yüklenicilerin hükümetin projeleri nasıl yöneteceklerini belirlemesini istememeleri ve her tedarik makamının farklı bir PERT versiyonu kullanmasının yarattığı karışıklıklar nedeniyle aksaklıklar yaşanması üzerine, Amerikan Hava Kuvvetleri, Boeing ve Lockheed firmalarından temsilcilerle, iyi bir proje yönetiminin karşılması gereken kriterleri belirten yeni bir fikir geliştirdiler. Savunma Bakanlığı da bu fikrin temelleri üzerinde, C/SCSC (Cost/Schedule Control Systems Criteria) sistemini geliştirdi ve savunma sanayi yüklenicilerinin uyması gereken finansal yönetim kuralları olarak yayınladı.

ABD hükümetinin yüklenicilere tek taraflı zorunlu kıldığı karmaşık kurallardan sonra, 1995 yılında Amerikan Savunma Sanayicileri Birliğinin (NSIA) başlattığı çalışmalarla kurallar, daha anlaşılır bir metodoloji ile ortaya konuldu ve “kazanılmış değer proje yönetimi” (EVPM-Earned Value Project Management) olarak adlandırıldı. C/SCSC (Cost/Schedule Control System Criteria) ABD Savunma Bakanlığının 7000.2 numaralı talimatı ile tanımlandı, 1997’de ise 5000.2-R sayılı yönetmelikle EVPM Kriterleri yayınlandı. Belirlenen bu otuziki kriter ileriki bölümde incelenecektir.

3.2.3. Kazanılmış Değere Bakış

Gerçek proje performansını dikkatlice ölçmek için kabul edilen iş planı ‘planlanmış değer’ ile fiziksel tamamlanan işi, ‘kazanılmış değer’ i kıyaslar ve yapılan işe karşılık gelen ‘gerçek maliyet’ ile karşılaştırır.

Kazanılmış değer (EV), bir iş için bir noktaya kadar bütçelenen veya planlanan değeri temel alan, genel olarak dolar bazında tanımlanan, o işin tamamlanmış değeridir. Çok güçlü bir proje yönetim tekniğidir. Eğer bir organizasyon, bu sistemi kendi prosedür ve yönetim bilgi sistemlerine uygun bir şekilde entegre edebilirse, zamanın ve maliyetin tahminlemesinde ve proje performansının ölçülmesinde bu sistemi muhtemelen en iyi tek metod olarak benimseyecektir. (Brandon, 1998)

Kazanılmış değer varolduğu yıllardan beri endüstriyel standart terimleri içeren farklı terimlerle anılmıştır (kazanılmış değer ölçümü, performans ölçümü, tamamlanan işin planlanmış değeri, yapılan işin bütçelenmiş değeri, C/SCSC, C/SPCS, PERT/maliyet kriterleri...v.b.) Hangi terim kullanılırsa kullanılsın, odak nokta her zaman detaylı

performans planına karşı elde edilen kazanımların sürekli izlenerek, bir proje yada operasyon için bitiş maliyetlerini ya da bitiş zamanındaki sonuçları öngörebilmektir. Bu amacı kazanılmış değer proje yönetimi olarak da tanımlayabiliriz.

Kazanılmış değer bize projede çok büyük şeyler ifade etmez, sahip olduklarımızın biraz daha basitleştirilmiş ve kullanışlı hale getirilmişinden başka birşey değildir; ancak sahip olduklarımıza farklı bir bakış açısıyla yaklaşarak gerçek sonuçlara ulaşmamızı sağlar. Proje yönetim teknikleri projenin tamamında kullanılabilmesi için basit ve kullanışlı olmalıdır, kazanılmış değer analizi de basit fakat işe yarar bir teknik olduğu için kullanılması gerekir.

Kazanılmış değer uzunca bir süre Maliyet/Program Kontrol Sistemleri Kriterleri (C/SCSC)'nin bir parçası olarak kullanılmıştır. Ancak birçok proje yöneticisi, projenin onaylanmış plana uygun tamamlanmasıyla ilgilidir ve yeni mesleki deyimler türetmeye ya vakitleri ya da istekleri yoktur. Kavram olarak basit fakat etkili maliyet yönetim tekniği olan bu tekniği kullanmayan proje yöneticileri diğer yönetim metotlarıyla özellikle kritik yol çizelgeleme araçları ile uyumlu çalışan çok etkili bir aracı kullanma fırsatını kaçırmaktadırlar. Kazanılmış değer kavramında zor ya da karmaşık olan hiçbir şey yoktur. Temelini öğrenmek için özel eğitilmiş uzmanlara ihtiyaç duyulmaz. Örneğin bir çok inşaat tipi projede, işi değerlendirmesi için maliyet mühendisliği adı verilen sorumlu birisi bulunur. Diğer endüstrilerde de bunlara proje kontrolü ya da yönetim kontrolü adı verilir. Bir inşaat maliyet mühendisi, her zaman, ödenmesi istenen faturalara ve tedarikçilere ödeme önceliğine karşı fiziksel olarak gerçekte tamamlanan işi doğrulamak için zamanı kullanır ki, burada maliyet mühendisi kazanılmış değer basit bir formundan faydalanmaktadır. Projenin fiziksel iş olarak tamamlanan kısmına karşı harcanan gerçek maliyetlerin arasındaki bağlantıya odaklanır. Gerçek maliyet üzerinde odaklanırlar.

Kazanılmış değer genellikle proje program sistemiyle tanımlanan önceden onaylanmış bir performans değerlendirme planının planlanmış değerine ve bu planlanmış değere karşılık gelen elde edilen çıktıya ihtiyaç duyar. Fiziksel kazanılmış değer işiyle bu fiziksel işi tamamlamak için harcanan gerçek maliyetler ilişkilendirilir. Kazanılmış değer bir erken

uyarı sistemi gibi proje yöneticisini uyarır ve fiziksel olarak tamamlanandan daha fazla para harcanacak projeye karşı kesin düzeltici tedbirleri almaya sevkeder.

Aslında kazanılmış değer analizi yapılmadan iyi bir proje yönetimi uygulanamayacağı gibi, iyi bir proje yönetimi olmadan da kazanılmış değer analizinin etkili olması düşünülemez. (Fleming and Koppelman, 2006)

3.2.4. Kazanılmış Değer Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

EVPM, temelde projenin bütçesi üzerine dayalı bir performans sistemi olması nedeniyle, proje bütçesini hazırlamanın tüm zorluklarını ve bu arada bütçelerin yanılma paylarını da içinde barındırmaktadır.

Kazanılan değerler, bütçe değerleri (TL, \$, adamxsaat) üzerinden hesaplandığından, bu değerler bütçelenirken yapılan hatalar, kazanılan değerlerin de yanlış hesaplanmasına neden olacaktır. Bu nedenle raporlarda görünen kazanılan değerler aslında projenin gerçek performansını yansıtmayacak ve projenin son aşamalarında ya da sonunda o güne kadar gelen raporların aslında sonuca ışık tutmadığı gecikmiş olarak ortaya çıkacaktır. Bu nedenle WBS'in ve iş paketlerinin tanımlanmasında, bunlara kaynak, süre ve maliyet atanmasında çok dikkatli ve özenli olmak gerekir. (Fleming and Koppelman, 2007)

Projenin toplam bütçesi bir şekilde tüm iş paketlerine dağıtılmış olacağından, burada sözü edilen yanılma, toplam üzerinde değil, iş paketlerinin kendi aralarında maliyet/süre geçişi olarak ortaya çıkacaktır. Yani bazı iş paketleri küçümsemiş ve onlara az kaynak ve maliyet bütçelenmişse ve bu iş paketleri yapılırken çıkan raporlar iyimserse, mutlaka başka iş paketlerinde de bunun tersi bir durum olacaktır. Ya da toplam proje bütçesinde bir yanılma söz konusudur ki en kötü durum budur. Bu durumu EVPM'nin tek başına kurtarması mümkün değildir.

Öte yandan projelerin performansının bütçeleri üzerinden ölçülmesi doğru gibi görünmeyebilir ancak ölçülebilecek kısıtlardan en mantıklı olanı maliyetlerdir. Her bir proje kendine özgü olduğundan ve benzeri bulunmadığından, kendi bütçesinden başka

bir kıstasla karşılaştırmak doğru olmaz. Ortada var olan tek temel, projenin teklif aşamasında hazırlanan ve kontratında yer alan bütçesidir. Proje fiilen yürütülürken de ancak bu temel üzerinden performansı ölçülebilir.

Kazanılan değerlerin bütçeye bağlı olması, aynı zamanda projenin karlılığının da garantisidir. Gücünü bu oluşturur; çünkü işverenle sözleşmede bağitlanan sabit fiyat, detayları bütçede yer alan fiyattır, başka bir fiyattan değil, ama bu fiyattan olumsuz sapmalar önce yönetim rezervini, sonra karı eritir, en sonunda da zarara yol açar.

İnsan doğası gereği planlama yaparken kaynaklarını ve maliyetleri projenin ön safhalarına yığar. Bu nedenle herhangi bir projenin başında, henüz % 15-20'sinin tamamlandığı aşamada maliyetin aşılması durumunda, EVPM, projenin bütünü için öngörülen bütçenin küçümsenmesi hatasına erken uyarı verir. Bu nedenle sabit fiyatlı olmayan şirket içi geliştirme projelerinde de bu yönüyle, toplam bütçeyi daha doğruya yakın belirleyebilmeyi olanaklı kılar.

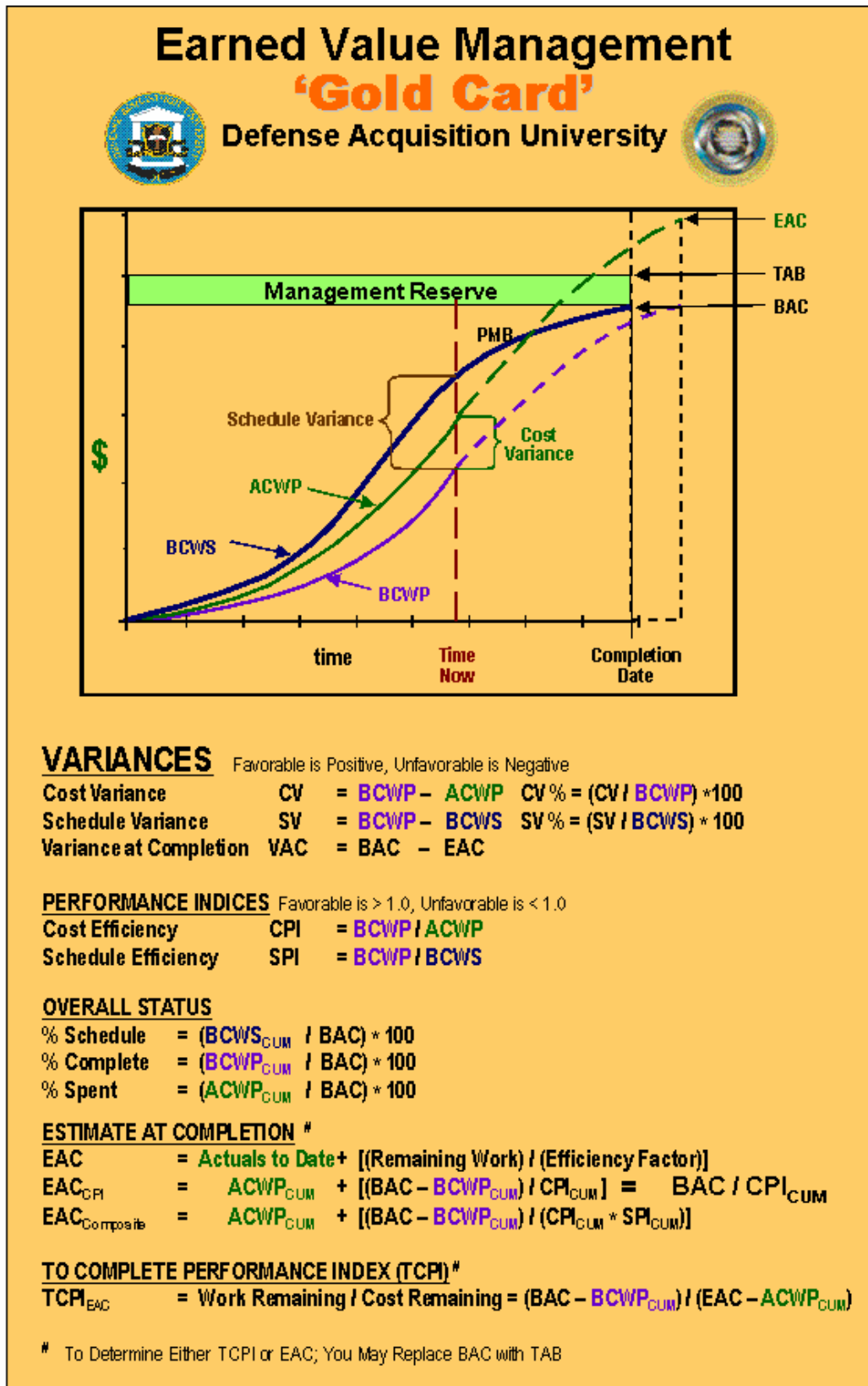
Proje yöneticisi rapor verdiği makamı yanıltmak için öznel belirlenen WBS elemanlarında EVPM gerçekleşen parametrelerini (tamamlanma yüzdelerini) sisteme olduğundan iyi verebilir ya da projenin ortasında sisteme geçildiğinde tamamlanan WBS elemanlarına bütçeyi olmaları gerekenden fazla ayırabilir. Bu durumlarda projenin tamamlanma yüzdesi, CPI ve SPI parametreleri olması gerekenden büyük çıkacaktır. Ancak bu durum en fazla birkaç rapor dönemi sürdürülebilir, çünkü eski rapor dönemlerinde yapılan işlere fazla bütçe tahsis edilmesi, toplam bütçe sabit olduğundan, ancak takibeden işlerin bütçelerinin azaltılmasıyla mümkün olabilecektir. Bu durumda da yeni rapor dönemlerinde büyük gerçekleşen maliyetlere karşın küçük kazanılmış değerlerin çıkması, dolayısıyla CPI ve SPI grafiklerinde dik düşüşler ve tamamlanma yüzdesi grafiğinde de bir duraklama kaçınılmazdır. Ya da öznel girilen tamamlanma yüzdeleri de, % 100'lük doğal sınırları nedeniyle, başlangıçta ne kadar hızlı artırılırsa artırılınsınlar, sonlara doğru yavaşlamak zorunda kalacaklardır. Yine gerçekleşen maliyetler artmayı sürdüreceğinden performans grafikleri aynı kaderi paylaşacaktır. Her iki durumda da rapor alan makam bu grafikleri gördüğünde, daha önceki raporlarda bir hata olduğunu anlayacaktır.

3.2.5. KDA Standart Tanımları ve Kısaltmalar

Tablo 3.3 KDA Standart Tanımları ve Kısaltmalar

I- Değerlendirme dönemine kadar ortaya çıkan kavramlar		
Kısaltma	Hesap yöntemi	Açıklama
BCWS	= Bütçe	Faaliyet(ler)in bütçelenen değeri.
POC	= % Faaliyet	Faaliyet(ler)in tamamlanma yüzdesi
ACWP	= Gerçekleşme	Faaliyet(ler)in gerçekleşen maliyetleri
BCWP	= POC x BCWS	Yapılan işin bütçesel değeri
SV	= BCWP - BCWS	Faaliyete ilişkin takvim sapması
CV	= BCWP - ACWP	Faaliyete ilişkin maliyet sapması
SPI	= BCWP / BCWS	Takvim başarı (performans) endeksi
CPI	= BCWP/ACWP	Maliyet başarı (performans) endeksi
II- Projenin sonuna kadar öngörülen kavramlar		
BAC	= BCWS toplamı	Proje veya faaliyet için toplam planlanan bütçe
% Harcanan	= ACWP / BAC	Proje veya faaliyet için yapılan harcama yüzdesi
ETC	= (BAC - BCWP) / CPI	Kalan işin tahmini tamamlanma maliyeti
EAC	= (ETC+ ACWP)	Proje (faaliyet) sonunda öngörülen toplam maliyet
TCPI	= (BAC - BCWP) / (EAC - ACWP)	Kalan işin tamamlanma endeksi.
VAC	= EAC - BAC	Tamamlanma maliyetindeki sapma

3.2.6. Gold Kart



Şekil 3.2 Gold Kart

3.2.7. Maliyet / Program Sapmaları

Bilişim teknolojisi alanında proje yönetiminin mali boyutu ile ilgili yapılan bir araştırma çok dikkat çekicidir.

- Uygulama projelerin yalnızca % 26' sı başarılı.
- İptal edilen projeler için yılda 75 milyar \$, geç bitenler için 22 milyar \$ ek maliyet ortaya çıkmıştır.
- Kurumsal proje yönetimi uygulayan şirketler %50 maliyet avantajına sahip olmuşlardır.
- Projelerin % 30' u asla başarıya ulaşamamıştır.
- Projelerin % 51'i bütçelerini % 189 aşmıştır. (Balaban, 2005)

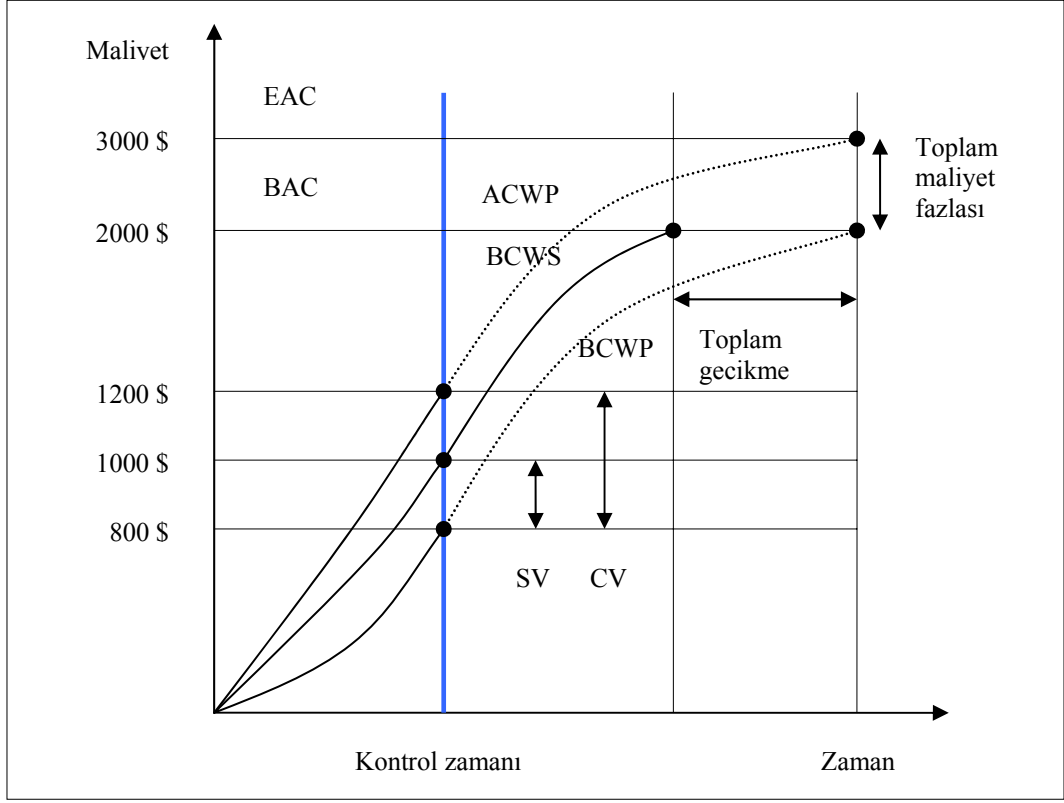
Bu rakamlar incelendiğinde sapma analizlerinin önemi ve çıkarımlar sonucu alınacak tedbirlerin önemi ve çıkarımlar sonucu alınacak tedbirlerin değeri daha net ortaya çıkmaktadır.

Sapma analizleri, gerçek proje sonuçlarıyla beklenen yada planlanan değerleri karşılaştırmak üzere kullanılırlar. Maliyet ve zaman sapmaları daha sıklıkla analiz edilmekle birlikte, kapsam, kalite ve risk alanlarında planlanandan sapma da eşit yada daha fazla öneme sahip olabilir.

Kazanılmış değer proje yönetiminde kullanılan iki tür sapma vardır:

- Program sapması (SV - Schedule Variance) = BCWP - BCWS
- Maliyet sapması (CV - Cost Variance) = BCWP – ACWP (Fleming and Koppelman, 2007)

Sapmalar incelenerek projenin durumu hakkında çeşitli yorumlar yapılabilir. Maliyet sapması sıfır ve negatif bir zaman sapması söz konusu ise proje gecikmektedir. Zaman sapması sıfır ve negatif maliyet sapması durumunda proje zamanında ama planlanandan daha maliyetli ilerlemektedir. Hem zaman hem de maliyet sapmaları negatif ise projenin hem gecikmesi hem de maliyetinin planlanandan yüksek olması söz konusudur. Benzer yorumların pozitif sapmalar için de yapılması mümkündür.



Şekil 3.3 Kazanılmış Değer Grafiği ve Sapmalar

Kazanılmış değer proje yönetiminden elde edilen maliyet yönetim raporları, karmaşık görünen yapılarına rağmen, projenin maliyet ve program öngörülerinin yapılabilmesi açısından proje yöneticileri için değerli bir kaynaktır. Uygun kullanıldıklarında ve güncel olarak gözlemlendiklerinde, maliyet ve program sapmalarındaki değişimler bir proje yöneticisinin acil problemlere dikkatini çekmesini sağlar. Maliyet yönetim raporu finansal bir rapor değildir; proje yöneticileri için vazgeçilmemesi gereken bir yöntemdir. (Christensen, 1999)

Bir proje yöneticisinin, kazanılmış değer proje yönetimini kullanarak, herhangi bir zamanda erken bir maliyet sapması uyarısı almasının, projenin kalan zamanı için gerekli tedbirleri almasını sağlayabileceği unutulmamalıdır. (Fleming and Koppelman, 1998)

Sapmaların daha anlaşılır hale getirilebilmesi için sapma analizleri gerçekleştirilebilir. Bu ise maliyetlerin işçilik, malzeme ve genel giderler şeklinde alt bütçelere ayrılmasıyla mümkün olur. Böylece bir sapma işçilik sapması, malzeme sapması ve genel gider sapması şeklinde ayrılabilir. Daha fazla ayrıntıya indirgeme imkanı varsa da, daha fazla karışıklık yaratmamak için bu kadar ayrıntı yeterli olacaktır.

Sapma hesapları ile projenin gidişatı hakkında çeşitli fikirler edinmek mümkünse de, proje yöneticisi halihazırdaki performansa göre projenin bitiş tarihinin ne olacağı, maliyetin ne kadar artıp azalacağı gibi bilgiler edinmek isteyecektir. Bunların yanısıra üst yönetim projenin durumuna göre maliyetin çok artması ihtimali durumunda projeden vazgeçebilir. Bütün bu tahminlerin yapılabilmesi için geçmiş verilere dayalı olarak çeşitli matematiksel teknikler geliştirilmiştir.

3.2.8. Planlanan Değer, Gerçek Maliyet ve Kazanılmış Değerin Karşılaştırılması

Tablo 3.4 de kavramların genel olarak anlaşılması açısından, nominal değerler üzerinden karşılaştırmalar verilmiştir.

Tablo 3.4 Örnek Projeler Üzerinde Kazanılmış Değer Kıyaslamaları

Proje No	Planlanan Değer (PV)	Gerçek Maliyet (AC)	Kazanılmış Değer (EV)	Değerlendirmeler
1	1000	1000	1000	Plana uygun giden bir projedir; planlananla gerçek değer aynıdır.
2	1000	800	800	Programın gerisinde kalmıştır ama gerçek maliyetler bütçe içindedir.
3	1000	800	1000	Programa uygun ve gerçek maliyetler bütçenin altındadır.
4	1000	800	1200	Programdan önce ve gerçek maliyetler bütçenin altındadır.
5	1000	1000	800	Programın gerisindedir, gerçek maliyetler bütçeyi aşmıştır.
6	1000	1000	1200	Programdan öndedir ama gerçek maliyetler bütçenin altındadır.
7	1000	1200	800	Programın gerisindedir ve gerçek maliyetler bütçenin üzerindedir.
8	1000	1200	1000	Programa uygundur ama gerçek maliyetler bütçeyi aşmıştır.
9	1000	1200	1200	Programdan öndedir ve gerçek maliyetler bütçeye eşittir.

10	1000	800	600	Programdan oldukça geride ve gerçek maliyetler bütçenin üzerindedir.
11	1000	600	800	Programdan geride ama gerçek maliyetler bütçenin altındadır.
12	1000	1200	1400	Proje oldukça ileridedir ama gerçek maliyetler bütçenin altındadır.
13	1000	1200	1200	Proje programdan öndedir ama maliyetler bütçeyi aşmıştır.

3.3. KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİNİN ELEMANLARI

Kazanılmış değer analizi tekniğinde kullanılan terimler ve açıklamaları aşağıda verilmiştir. İngilizce isimler, Amerikan Hükümeti Savunma Bakanlığı’ nın belirlediği ve kullandığı isimlerdir. Burada kullanılan terimler, tekniğin açıklanması için asgari seviyede gerekli olan terimlerdir. Uygulamada kullanılan tüm terimlere, Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve Amerikan Hükümeti Savunma Bakanlığı’ nın (US DoD) internet sitelerinden kolayca ulaşılabilir.

3.3.1. Başlangıç Planlaması ve Şimdiki Zamana ilişkin Parametreler

3.3.1.1. Planlanmış değer – Planned value (BCWS/PV)

BCWS (Budgeted cost work scheduled) - Programlanan İşin Bütçelenen Maliyeti; diğer bir deyişle PV (Planned value – planlanmış değer), belli bir zamanda yapılıp tamamlanması planlanan tüm iş paketlerinin, plan paketlerinin bütçelerinin toplamıdır.

Asıl adı “Programlanmış işin bütçelenen maliyeti (BCWS)” iken Proje Yönetim Enstitüsü (PMI)’ un çıkardığı “Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)” ‘ta (2000) “Planlanmış Değer (PV)” olarak kısaltılmıştır. Belli bir zamanda

yapılıp tamamlanması planlanan tüm iş paketlerinin, plan paketlerinin bütçelerinin toplamıdır. Projede herhangi bir noktada planlanmış değer bulunabilir.

3.3.1.2. *Kazanılmış değer – Earned value (BCWP/EV)*

BCWP (Budgeted cost work performed) - Yapılan İşin Bütçelenen Maliyeti; diğer bir deyişle EV (Earned value – kazanılmış değer), yapılıp tamamlanan işlerin bütçeye göre hangi değere karşılık geldiğini gösterir.

Asıl adı “Yapılan işin bütçelenen maliyeti (BCWP)” iken PMI’ ın çıkardığı “Guide to the PMBOK (2000)” de “Kazanılmış Değer (EV) olarak kısaltılmıştır. Yapılıp tamamlanan işlerin bütçeye göre hangi değere karşılık geldiğini gösterir. Proje başlayıp belli işler tamamlandıktan sonra ifade edilebilir.

3.3.1.3. *Gerçek maliyet – Actual cost (ACWP/AC)*

ACWP (Actual cost work performed) - Yapılan İşin Gerçekleşen Maliyeti; diğer bir deyişle AC (Actual cost – gerçek maliyet), yapılıp tamamlanan işlerin ortaya çıkardığı gerçek maliyetler, ödemelerdir.

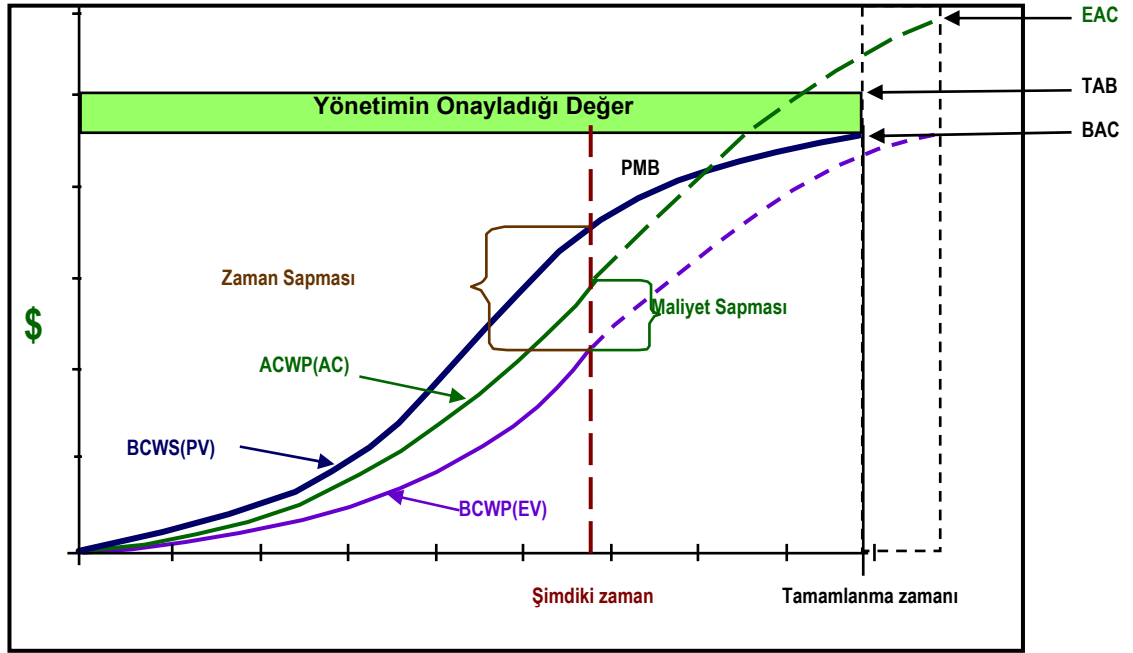
Asıl adı “Yapılan işin gerçekleşen maliyeti (ACWP)” iken PMI’ ın çıkardığı “Guide to the PMBOK (2000)” de “Gerçek Maliyet(AC)” olarak kısaltılmıştır. Yapılıp tamamlanan işlerin ortaya çıkardığı gerçek maliyetler, ödemelerdir. Proje başladıktan sonra ortaya çıkar.

3.3.1.4. *Tamamlanmadaki bütçelenen maliyet – Budget at completion (BAC)*

BAC (Budget at completion) - Tamamlamadaki Bütçelenen Maliyet; proje tamamlandığında ulaşılması hedeflenen planlanmış maliyettir. Planlanmış değer in proje bitişinde aldığı maliyet olarak tanımlanabilir.

3.3.1.5. *Toplam Bütçelenen Maliyet – TBC (Total budgeted cost)*

Projenin gerçekleştirilmesi için katlanılması düşünülen maliyet. Şekil 3.4 de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Toplam Bütçelenen Maliyet Grafiği

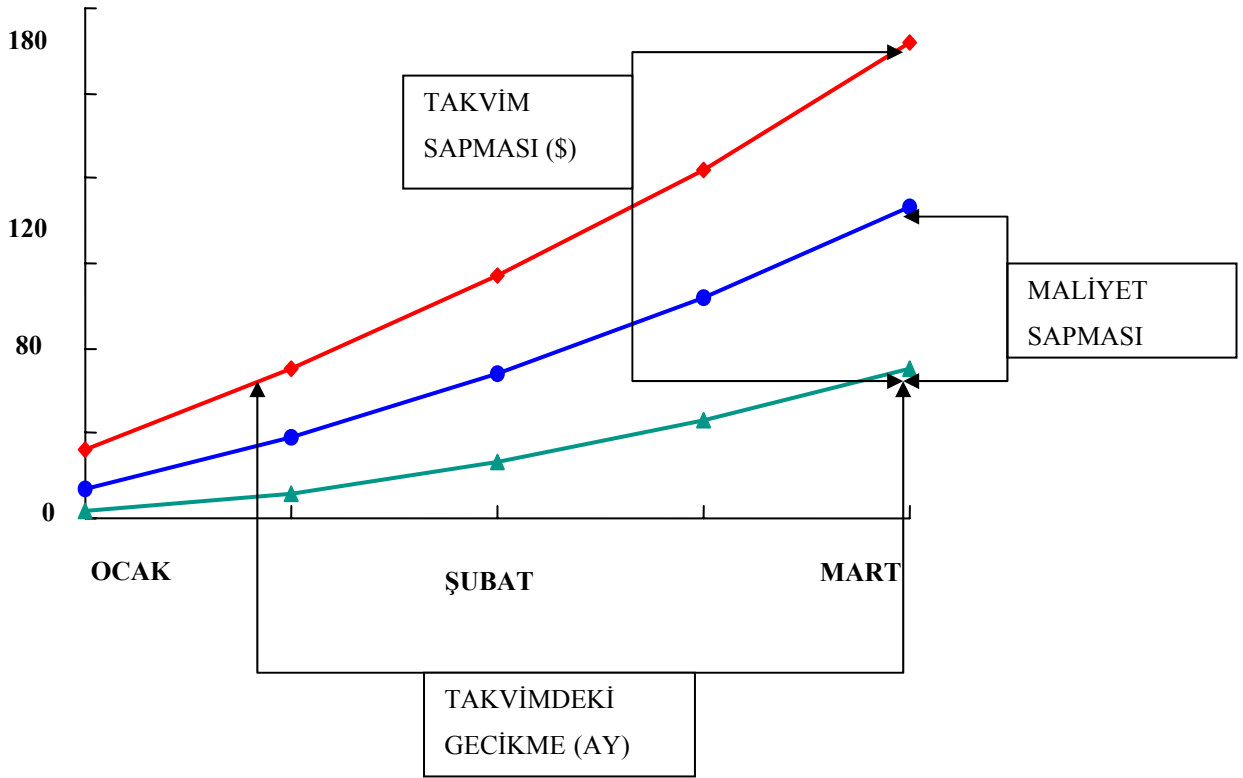
3.3.2. Program Analiz ve Tahminlemesine İlişkin Parametreler

3.3.2.1. Program Sapması – Schedule Variance (SV)

Kazanılmış değerle planlanan değeri karşılaştırarak onaylanan bütçeyle ne kadar orantılı çalışıldığını gösterir.

$$\text{Program Sapması} = \text{Kazanılmış Değer} - \text{Planlanan Değer} = \text{EV} - \text{PV} \quad (3.2)$$

Kazanılmış Değer Analizinde planladığımıza karşın ne elde ettiğimizi ölçmek için kullanılan araç program sapmasıdır. Program sapmasının pozitif çıkması olumlu, negatif çıkması ise olumsuzdur. Çünkü planlanandan daha çok iş yapılması planlanandan daha az iş yapılmasına tercih edilir. İstisnai durumlar söz konusu olabilir.



Şekil 3.5 Program Sapması Grafiği

3.3.2.2. Program Performans Endeksi – Schedule Performance Index (SPI)

Projenin proje programına ne kadar uygun çalıştığını ifade eden bir göstergedir. Tamamlanması planlanan proje faaliyetlerinin tamamlananlara karşı kıyaslanmasıdır. Maliyet Performans Endeksi gibi Program Performans Endeksi de farklı büyüklüklerdeki projeleri karşılaştırmada yardımcı olur.

$$\text{Program Performans Endeksi} = \text{Kazanılmış Değer} / \text{Planlanan Değer} = \text{EV} / \text{PV} \quad (3.3)$$

Bu endekse göre eğer proje plana uyuyorsa tamamlanan işin değeriyle tamamlanması planlanan işin değerinin aynı olması dolayısıyla endeksin 1'e eşit olması anlamını taşır. Elde edilen 1 sonucu da projenin proje planına uygun yürüdüğünü gösterir. Tamamlanan işin miktarı planlanandan çoksa endeks 1'den büyük çıkar, bu da planlandığından daha çok iş yapıldığını gösterir. 1'den küçük çıkması da yapılması planlanandan daha az iş yapıldığını, yani program olarak geri kaldığını ortaya koyar. Kısacası bu endeks için

de 1’den büyük çıkması olumlu, 1’den küçük çıkması olumsuz olarak kabul edilir. Proje tamamlandığında da 1’e eşit olması gerekir.

3.3.2.3. *Tahmini Tamamlanma Süresi*

Program sapmalarına dayalı olarak projenin aynı performans seviyesinde ilerlemesi durumunda tamamlanabileceği süreyi ifade eder.

3.3.2.4. *Tamamlanma Program Performans Endeksi – To Complete Schedule Performance Index (TCSPI)*

Tamamlanma Maliyet Performans Endeksine benzer olarak Tamamlanma Program Performans Endeksi de projenin belirlenen programda bitirilebilmesi için yakalaması gereken program performans endeksini ifade eder. Bu endeks pek sık kullanılmaz, ama tamamlayıcı olabilir. Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi ile aynı özellikleri taşır.

Tamamlanma Program Performans Endeksi = (Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet – Kazanılmış Değer) / (Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet – Planlanan Değer)

$$= (BAC - EV) / (BAC - PV) \quad (3.4)$$

Bir projenin Program Performans Endeksi 1’den küçük olursa Tamamlanma Program Performans Endeksi 1’den büyük olur. Bu durumda proje programa uygun devam etmemektedir ve müdahale edilmesi gerekmektedir.

3.3.3. **Maliyet Analiz ve Tahminlemesine İlişkin Parametreler**

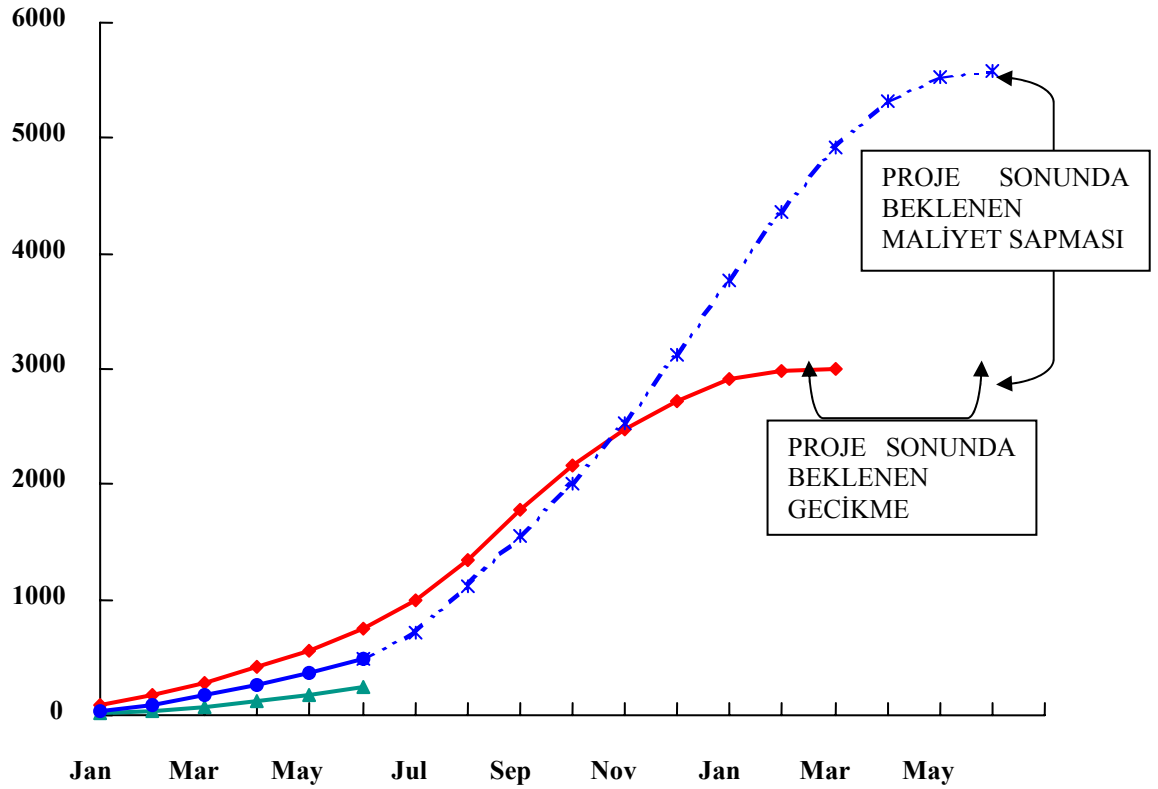
3.3.3.1. *Maliyet Sapması – Cost Variance (CV)*

Kazanılmış değerle gerçek maliyetleri karşılaştırarak ne kadarlık iş yapıldığına karşın ne kadar para harcandığını ortaya çıkarır.

$$\text{Maliyet Sapması} = \text{Kazanılmış Değer} - \text{Gerçek Maliyet} = EV - AC \quad (3.5)$$

Kazanılmış Değer Analizinde harcadığımız paraya karşın ne elde edildiğinin ölçülmesi gerekir. Bu ölçüm aracı Maliyet Sapmasıdır. Maliyet sapmasının pozitif çıkması olumlu, negatif çıkması ise olumsuzdur. Çünkü yapılıp bitirilen işin değerinin harcanan para karşılığı değerden daha yüksek olması istenilen bir durumdur. İstisnai durumlar söz

konusu olabilir. Maliyet Sapması proje yöneticileri için önemli bir araçtır çünkü proje sonunda ne kadar para harcanmış olacağını tahmin etmeye yardımcı olur.



Şekil 3.6 Maliyet Sapması Grafiği

3.3.3.2. Maliyet Performans Endeksi – Cost Performance Index (CPI)

Maliyet Performans Endeksi; kazanılmış değer gerçek maliyete oranıdır, önemli bir fark dışında Maliyet Sapmasına benzer. Maliyet Sapmasını hesaplarırken para değeri kullanılır. Eğer maliyet negatif ise sapmayı kötü, pozitif ise sapmayı iyi olarak algılanır. Ama bu sonuç büyüklükleri farklı olan iki projeyi kıyaslama imkânını vermez. İşte bu yüzden indeksler kullanılır. Maliyet Sapmasında olduğu gibi Kazanılmış Değerle Gerçek Maliyetler kıyaslanır.

$$\text{Maliyet Performans Endeksi} = \frac{\text{Kazanılmış Değer}}{\text{Gerçek Maliyet}} = \frac{EV}{AC} \quad (3.6)$$

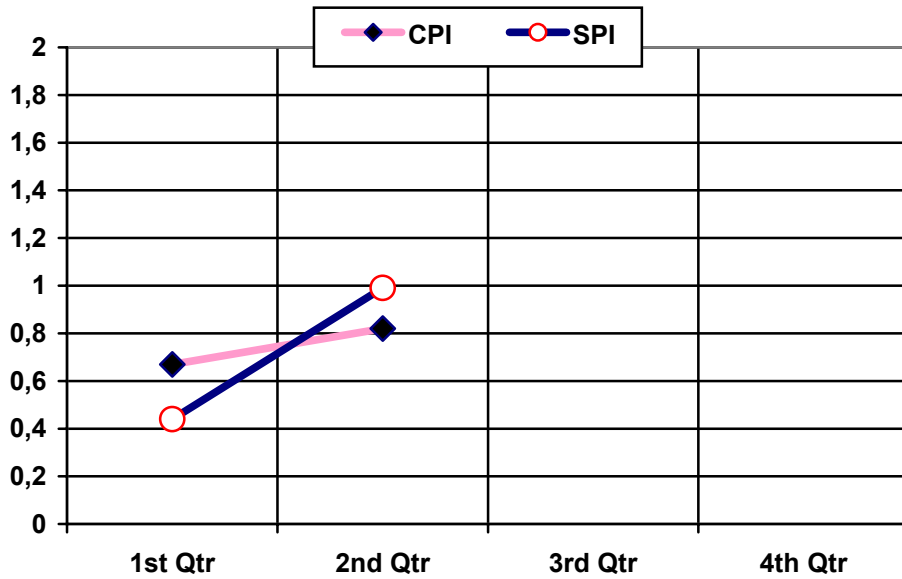
Bu endekse göre tamamlanan işin değeriyle harcanan paranın değerinin aynı olması endeksin 1'e eşit olması demektir. Elde edilen 1 sonucu projenin maliyetlerinin dengeli yürüdüğünü gösterir. Tamamlanan işin değeri gerçek maliyetlerin değerinden büyükse

endeks 1'den büyük çıkar, bu da projenin tasarruflu bir şekilde ilerlediğini, az parayla çok iş yaptırıldığını gösterir. 1'den küçük çıkması da gerçek maliyetlerin değerinin tamamlanan işlerin değerinden daha büyük olduğunu dolayısıyla çok paraya az iş yaptırıldığını ortaya koyar. Kısacası 1'den büyük çıkması olumlu, küçük çıkması ise olumsuz olarak kabul edilir. Maliyet Performans Endeksi düzenli olarak takip edilmelidir, eğer sürekli bir azalma varsa projeye acil müdahale edilmesi gerekir.

3.3.3.3. Maliyet Program Endeksi – Cost Schedule Index(CSI)

Maliyet Performans Endeksiyle Program Performans Endeksi çarpılarak iki endeksin birlikte etkisi ölçülür.

$$\text{Maliyet Program Endeksi} = \text{Maliyet Performans Endeksi} \times \text{Program Performans Endeksi} = \text{CPI} \times \text{SPI} \quad (3.7)$$



Şekil 3.7 Maliyet Program Endeksi

3.3.3.4. Tahmini Tamamlanma Maliyeti – Estimate at Completion (EAC)

Tahmini tamamlanma maliyeti, proje tamamlandığındaki tahmini maliyet anlamına gelir. Herhangi bir zamandaki maliyetlerle projenin bitişinde karşılaşılabilecek maliyetlerin

tahmin edilmesidir. Birkaç şekilde hesaplanabilir ve proje sonunda proje maliyetlerinin ne olacağını simgeler.

$$\text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} = \text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} / \text{Maliyet Performans Endeksi} = \text{BAC} / \text{CPI} \quad (3.8)$$

$$\text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} = (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} \times \text{Gerçek Maliyet}) / \text{Planlanan Değer} = (\text{BAC} \times \text{AC}) / \text{PV} \quad (3.9)$$

Bu maliyet proje tamamlandığında harcanmış olacak paranın biraz kötümser bir tahminidir. Eğer hesaplama yapıldığı anda proje planlanana göre maliyetlerin üstündeyse sert bir uyarı niteliğini alır, şimdiye kadar böyle devam eden durum proje sonuna kadar da devam edecektir, düzeltme yapılamayacaktır ve maliyetler aşılabacaktır. Bu doğru bir yöntem gibi gözükmesine de doğru olması için birçok sebep vardır. Tahminlerde ön yargılı olarak davranılabilir ve önce yapılan işler olumsuz durumdaysa sonra yapılacak işler de olumsuz durumda olur diye düşünülür. Mesela projenin bir kısmında kronik bir problem olan iş gücü ya da kaynağın proje sonuna kadar kronik kalacağını ifade eder ki bu her zaman doğru bir yaklaşım değildir. Gerçekte böyle bir durumda projeye hemen müdahale edilir ve gerekli değişiklikler yapılır. Bunun yanı sıra tüm proje boyunca aynı işgücü ya da ekipman kullanılmayacak olabilir. Yapılan araştırmalara göre % 25 tamamlandığında bütçeyi aşan projeler genellikle tamamlandıklarında da bütçeyi aşmış durumda olmaktadır.

Tahmini Tamamlanma Maliyetini hesaplamanın iki formülü daha vardır.

$$\text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} = \text{Gerçek Maliyet} + (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kazanılmış Değer}) = \text{AC} + (\text{BAC} - \text{EV}) \quad (3.10)$$

$$\begin{aligned} \text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} &= \text{Gerçek Maliyet} + \text{Kalan İşin Tahmini Bitirilmemiş Maliyeti} \\ &= \text{Gerçek Maliyet} + (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kazanılmış Değer}) / \text{Maliyet Performans Endeksi} = \text{AC} + \text{ETC} = \text{AC} + (\text{BAC} - \text{EV}) / \text{CPI} \quad (3.11) \end{aligned}$$

Acquisition Community Connection(ACC) ‘a göre de şöyle hesaplanabilir.

$$\text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} = \text{Gerçek Maliyetler} + (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kazanılmış Değer}) / \text{Performans Faktörü} \quad (3.12)$$

Burada performans faktörü olarak bakış açısına göre aşağıdakilerden biri alınabilir;

Basit ;

- Kümülatif CPI
- O andaki CPI
- 3 aylık CPI
- 6 Aylık CPI
- Kümülatif SPI
- andaki SPI

Bileşik ;

- Kümülatif CPI $\times$ Kümülatif SPI (3.13)

Ağırlıklandırılmış ;

- $0.8(\text{Kümülatif CPI}) + 0.2(\text{Kümülatif SPI})$ (3.14)
- $0.4(\text{CPI}_{\text{Fabrika}}) + 0.4(\text{CPI}_{\text{Test}}) + 0.2(\text{CPI}_{\text{Kalite}})$ (3.15)

Gerçek Maliyeti geriye kalan işlerle toplayıp sonuç maliyetini tahmin etmek daha iyimser bir yaklaşımdır. Geriye kalan işler proje planına göre bütçelendiği gibi maliyetlenmesi öngörülür ve buna o anki gerçek maliyetler eklenerek Tahmini Tamamlanma Maliyeti bulunur. Geriye kalan iş bütçedeki maliyetleriyle hesaplanır, o anki gerçek değerler aynen alınır, burada Kazanılmış Değer önem kazanır. Proje yöneticilerinin kullanması için teşvik edilen formül tabii ki iyimser olanıdır. Bu hesaplama göre geriye kalan işlerin bütçe içerisinde yapılacağı, hesaplanan anda olumsuz bir durum varsa sadece o olumsuz duruma katlanılacağı varsayılmaktadır.

Fleming'e göre kümülatif CPI özellikle izlenmesi gereken bir endekstir çünkü doğru ve güvenilir bir tahmin aracı olduğunu kanıtlanmıştır. Kümülatif CPI projenin % 15'i ya da %20'si tamamlandıktan sonra mutlaka takip edilmelidir. (Flemming&Koppelman,1996)

Christensen de şu fikri öne sürmüştür: "Araştırmacılara göre kümülatif CPI bir projenin % 20'si tamamlandıktan sonra proje süresince % 10'dan fazla değişmemektedir, dolayısıyla kümülatif CPI projenin tamamlanmasına götüren bir araçtır". (Christensen, 1999) Proje yöneticileri projenin başlarında meydana gelen kötü durumların sonuna da

yansıdığını, başta kötü durumda olan bir projenin geri kalan kısmı bütçe içinde tamamlamasının mümkün olmadığını ifade etmektedirler.

3.3.3.5. *Tamamlanmadaki Sapma – Variance at Completion (VAC)*

Proje bitiminde toplam bütçeden sapmanın ne kadar olduğunu gösteren bir değerdir.

$$\text{Tamamlanmadaki Sapma} = \text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} - \text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} = \text{EAC} - \text{BAC} \quad (3.16)$$

3.3.3.6. *Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi – To Complete Cost Performance Index (TC CPI)*

Projenin hesaplanan andan önceki değerlerini alarak tamamlanmadaki bütçelenen maliyetle kıyaslar ve projenin hedeflenen maliyetle bitirilmesi için bundan sonraki maliyet performansının şimdiki performansa göre ne kadar olması gerektiğini tespit eder. Yani projenin orijinal bütçe içinde kalması için gereken maliyet performansını ifade eder.

$$\text{Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi} = (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kazanılmış Değer}) / (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Gerçek Maliyet})$$

$$= (\text{BAC} - \text{EV}) / (\text{BAC} - \text{AC}) \quad (3.17)$$

Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi düz bir bakış açısıyla tahmin yürüterek projenin orijinal bütçesi içinde tamamlanabilmesi için geriye kalan işlerde maliyetin hangi performansla tamamlanması gerektiğini ortaya koyar.

Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi tek başına kullanılabilen ama kullanımında bazı zorluklar olan bir göstergedir. Kazanılmış Değere göre kalan işle gerçek maliyetlere göre kalan işin birbirine bölünmesiyle bulunur. Bir projede kalan işin, kazanılmış değerle ve tamamlanmadaki bütçelenen maliyetle arasındaki fark açıktır. Proje tamamlandığında Kazanılmış Değer'in Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyetle eşit olması her projede istenen bir durumdur. Bu eşitlik sağlanmazsa matematiksel olarak proje tamamlandığında Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyetin, Kazanılmış Değerin ve Planlanmış Değerin eşit olması mümkün olmaz.

Bir projenin maliyet performans endeksi 1'den küçük olursa Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi artar ve 1'den büyük olur. Genellikle endeksler 1'den küçük olduğunda bir sorun olduğu düşünülür ama bu endeksin değeri eğer 1'den büyükse bir sorun olduğunu işaret eder. Bu endekste matematiksel anlamda bir zorluk vardır. Eğer bir proje sonlara doğru bütçesinin üzerindeyse, Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyetle Gerçek Maliyet birbirine eşit olabilir. Bu durumda bölen kısmı sıfır olur ve sonuç tanımsız olur. Normal şartlarda projenin o andan sonra sahip olması gereken performans değerini verecektir. Örneğin 1.33 olarak hesaplanan bir Tamamlanma Maliyet Performans Endeksi, projenin orijinal bütçe içinde kalması için hesaplandığı andan itibaren proje ekibinin Maliyet Performans Endeksini 1.33 olacak şekilde performans sergilemeleri gerekmektedir.

3.3.3.7. Tamamlanma Performans Endeksi – To Complete Performance Index (TCPI)

Tahmini Tamamlanma Maliyetinin uygunluğunu değerlendirme için kullanılır. Tahmini Tamamlanma Maliyetine ulaşılabilmesi için gelecekte gereken maliyet verimliliğidir.

$$\text{Tamamlanma Performans Endeksi} = (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kümülatif Kazanılmış Değer}) / (\text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} - \text{Kümülatif Gerçek Maliyet}) = (BAC - AC_{Küm}) / (EAC - AC_{Küm}) \quad (3.18)$$

Tahmini Tamamlanma Maliyeti şu durumda mantıklı bir değerdir:

$$\text{Tamamlanma Performans Endeksi} = \text{Kümülatif Maliyet Performans Endeksi} \pm 0.5$$

$$TCPI = CPI_{Küm} \pm 0.05 \quad (3.19)$$

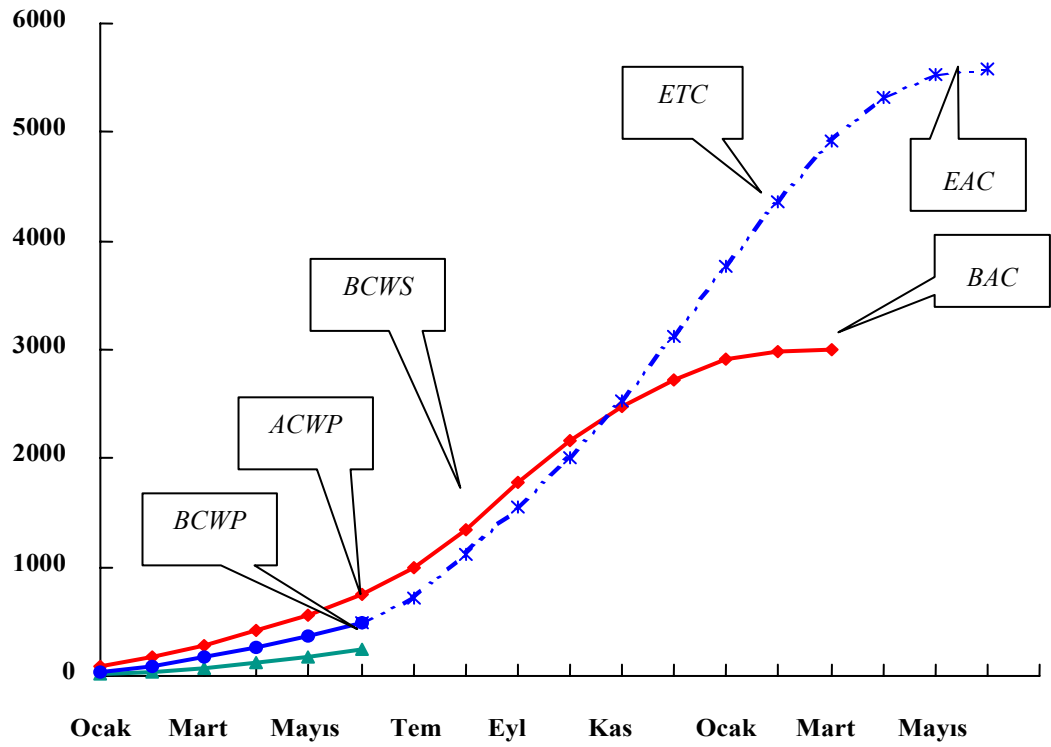
Tahmini Tamamlanma Maliyeti şu durumda iyimserdir.

$$TCPI > CPI_{Küm} + 0.05 \quad (3.20)$$

Tahmini Tamamlanma Maliyeti şu durumda da kötümserdir.

$$TCPI < CPI_{Küm} - 0.05 \quad (3.21)$$

Örneğin 1.10 olarak hesaplanan Tamamlanma Performans Endeksi bu andan itibaren sözleşmede yer alan her 1 dolar için 1 dolar 10 centlik işin ya da kazanılmış değer artırılması gerektiğini ifade eder.



Şekil 3.8 Tamamlanma Performans Endeksi

3.3.3.8. Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyeti – Estimate to Completion (ETC)

Projede o andan itibaren gerekli olan paranın tahmini değeridir. Tahmini Tamamlanma Maliyetinden Gerçek Maliyetin çıkarılmasıyla bulunur.

$$\text{Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyeti} = \text{Tahmini Tamamlanma Maliyeti} - \text{Gerçek Maliyet} = \text{EAC} - \text{AC} \quad (3.22)$$

$$\text{Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyeti} = (\text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} - \text{Kazanılmış Değer}) / \text{Maliyet Performans Endeksi} = (\text{BAC} - \text{EV}) / \text{CPI} \quad (3.23)$$

Hesap yapılırken Tahmini Tamamlanma Maliyeti kullanıldığı için farklı yollarla hesaplanabilir. Genel olarak kullanılan Tahmini Tamamlanma Maliyeti, Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyetin Maliyet Performans Endeksine bölümüyle elde edilenidir.

Kalan İşin Tahmini Bitirilme Maliyetini kullanmak projenin bütçeyi aşıp aşmayacağı hakkında önceden bilgilenmeyi sağlar. Projenin sorunlu olarak ilerlediğinin paydaşlar

ve yöneticiler tarafından bilinmesi iyi bir şeydir. Zira projeye ek bütçe eklemek için müdahalede bulunabilirler. İşinde kalıcı olmak isteyen iyi bir proje yöneticisi bu değeri kullanarak projenin bütçeyi aşıp aşmayacağını öngörebilir. Ama bu değer kullansa da proje yöneticisi projenin neden o durumda olduğunu tespit edebilmek için daha fazla bilgi edinmelidir.

3.3.3.9. *Yüzde Tamamlanma – Percent of Complete (POC)*

Yüzde tamamlanma basit bir hesaplamadır. Kazanılmış Değerin Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyete bölünmesiyle bulunur.

$$\begin{aligned} \text{Yüzde Tamamlanma} &= \text{Kazanılmış Değer} / \text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} \times 100 \\ &= EV / BAC \times 100 \end{aligned} \quad (3.24)$$

Yüzde Tamamlanma asla 100'den büyük olamaz. Çünkü Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet zaten projenin toplam bütçesidir.

Normalde her faaliyetin kendine özel bütçesi vardır ve Planlanmış Değeriyle Kazanılmış Değerinin aynı olması beklenir. Bu ikisi arasında fark bir faaliyetin tamamlanmaması durumunda ortaya çıkar, ancak proje sonunda tüm bütçelerin toplamının Kazanılmış Değerlerin toplamına eşit olması gerekir. Bir faaliyetin Kazanılmış Değeri ortaya çıkmamışsa o faaliyet henüz tamamlanmamış demektir. Projedeki bütün faaliyetlerin Kazanılmış Değeri belli olduğunda projenin tamamlandığı söylenebilir.

3.3.3.10. *Yüzde Harcama – Percent of Spent (POS)*

Yüzde Harcama da basit hesaplamalardan birisidir. Bütçenin harcanan kısmını ifade eder.

$$\begin{aligned} \text{Yüzde Harcama} &= \text{Gerçek Maliyet} / \text{Tamamlanmadaki Bütçelenen Maliyet} \times 100 \\ &= AC / BAC \end{aligned} \quad (3.25)$$

3.4. KAZANILMIŞ DEĞER TEKNİKLERİ

Kazanılmış Değer Teknikleri; Kazanılmış Değer değişkenleri olan Planlanan Değer ile Kazanılmış Değer arasında bağlantı kurar. Bu teknikler aşağıdaki gibidir.

Farklı Ölçüm Metodları

- 0 – 100
- 100 – 0
- Yüzde başlama – Yüzde bitiş
- Yüzde tamamlanma
- Ağırlıklandırılmış kilometretaşları
- Yüzde tamamlanmayla ağırlıklandırılmış kilometre taşları
- Tamamlanan birimler
- Eşdeğer birim
- Paylaştırılmış çaba
- Çaba seviyesi (Fleming and Koppelman, 2007)

3.4.1. 0 – 100 Kazanılmış Değer Metodu

Bitiş faaliyetini öne çıkaran bir metottur. Faaliyetin başladığı kilometretaşında Planlanan Değer ve Kazanılmış Değer hesaplanmaz, faaliyetin tamamlandığı kilometretaşında hesaplanır. Çok titizdir, her zaman performansı düşük gösterir. Basit hesaplama periyoduna ve kısa zamana sahip aktivitelerde kullanılması gerekir.

3.4.2. 100 – 0 Kazanılmış Değer Metodu

Önceki tekniğin aksine başlangıç faaliyeti öne çıkar. Faaliyet başladığı kilometre taşından itibaren Planlanan Değer ve Kazanılmış Değer hesaplanır. Bu metot da performansı düşük gösterir. Küçük ve kısa süreli faaliyetlerde kullanılmalıdır.

3.4.3. Yüzde Başlama – Yüzde Bitiş Metodu

Faaliyetin belli bir yüzdesi tamamlandığı anda Planlanan Değer ve Kazanılmış Değer hesaplanır. Farklı yüzdeler kullanılabilir (20 – 80, 25 – 75, 50 – 50, 75 – 25, 80 – 20 gibi).

3.4.4. Yüzde Tamamlanma Metodu

Resmi projeler için tavsiye edilmeyen öznel bir metottur. Proje yöneticisi ya da programı hazırlayan kişi hesaplama döneminin başlangıcında Planlanan Değer hesabı için yapılması programlanan işin yüzde kaç olarak alınacağını tahmin eder. Aynı şekilde

tamamlanan işler için de Kazanılmış Değer tahmini yapar. Teknik tahmini yapan kişiye göre iyi ya da kötü olabilir.

3.4.5. Ağırlıklandırılmış Kilometretaşları Metodu

Tercih edilen objektif bir metottur. Uzun süreli faaliyetler için kullanılır. Her raporlama periyodunda en az bir tane ölçülebilir bir kilometre taşı programlanmalıdır. Bütçe kilometre taşlarına ulaşmak için gerekli olan kaynak ihtiyaçlarına göre dağıtılmıştır. Planlanan Değer kilometre taşının programına, Kazanılmış Değer ise kilometre taşının bitimine bağlıdır. En cazip olan metottur.

3.4.6. Yüzde Ağırlıklandırılmış Kilometretaşları Metodu

Ağırlıklandırılmış kilometre taşları metoduna benzeyen ama biraz farklı olan, hem objektif hem de subjektif olan bir metottur. Uzun süreli faaliyetlerde ağırlıklandırılmış kilometre taşları metoduna göre daha az tercih edilir. Planlanan Değer programlanmış kilometre taşlarına proje yöneticisinin bir sonraki kilometre taşı için tamamlanma yüzdesi tahmini eklenerek hesaplanır. Kazanılmış Değer de aynı şekilde tamamlanmış kilometre taşlarına, proje yöneticisinin bir sonraki kilometre taşının tamamlanma yüzdesi tahmini eklenerek hesaplanır. Bir sonraki rapor dönemi için en az bir adet kilometre taşının bulunması gerekir. Tekniğin geçerliliği yine proje yöneticisinin tahmin kabiliyetine göre değişir.

3.4.7. Tamamlanan Birimler Metodu

Basit objektif bir metottur. Sürekli devam eden akış süreçleri için uygundur. Planlanan Değer ve Kazanılmış Değer birimler üzerinden hesaplanır.

3.4.8. Eşdeğer Birim Metodu

Komplike ve objektif bir tekniktir. Bir üretim biriminin toplam standart bütçesinin bir dizi operasyonun tamamlanmasıyla tanımlandığı üretim döngülerinde kullanılır. Kazanılmış Değer bir dizi operasyonun tamamlanmasıyla tanımlı birimler için hesaplanabilir. Planlanan Değer planlanmış ya da programlanmış operasyonlar üzerinden hesaplanır. Kazanılmış Değer tamamlanan operasyonlar üzerinden hesaplanır.

3.4.9. Paylaştırılmış Çaba Metodu

Genel ve destekleyici aktiviteleri farklı çabayla ilişkilendirir. Çaba seviyesi metodu ve diğer paylaştırılmış çaba hesaplamalarıyla birlikte kullanılmamalıdır. Planlanan Değer farklı çaba bütçesi ve programı yüzdesini temel alır. Kazanılmış Değer farklı çaba performansı üzerinden hesaplanır. Paylaştırılmış çaba metodu çaba seviyesi metodundan daha kullanışlıdır ama diğer tekniklerden de daha az kullanışlıdır.

3.4.10. Çaba Seviyesi Metodu

Subjektif olan en az kullanılan tekniktir. Genel ve destekleyici ativiteler için kullanışlıdır. Planlanan Değer programlanmış performansın periyoduna yayılarak hesaplanır. Kazanılmış Değer zaman yoluna göre hesaplanır. Kazanılmış Değer her zaman Planlanan Değere eşit çıkar. Kabul edilebilir bir maksimum değeri yoktur. Kazanılmış Değer teknikleri içinde küçük bir yeri vardır ve diğer hesaplamaları doğrulamak için kullanılır. (Fleming and Koppelman, 2007)

3.5. KAZANILMIŞ DEĞER YÖNETİM SİSTEMİ KRİTERLERİ VE METODOLOJİSİ

3.5.1. Kriterlerler

1965 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri, kazanılmış değer yönetim sistemini 35 (otuzbeş) kriterle tanımlamıştır. İki yıl sonra Amerikan Savunma Bakanlığı bu kriterleri Maliyet / Program Kontrol Sistemleri Kriterleri olarak kabul etmiştir. (C / SCSC – Cost / Schedule Control Systems Criteria). 1996 yılına kadar bu kriterler özel sektörde de yaygın kullanım alanı bulmuştur. 1996 yılında kriterler aşağıda başlıkları verilen otuziki kritere düşürülerek kabul edilmiştir. (Fleming and Koppelman, 2006)

3.5.1.1. Grup 1 : Organizasyon Kriterleri (Beş Kriter)

- Program için gerekli iş unsurlarının tanımlanması.
- Program organizasyon yapısının tanımlanması.
- Kuruma ait planlama, çizelgeleme, bütçeleme, iş yetkilendirme ve maliyet birikimi süreçlerinin entegrasyonunun sağlanması.

- Genel giderlerin kontrolü için kurum organizasyon veya fonksiyon sorumluluğunun tanımlanması.
- Program iş dağılım ağacı yapısının ve program organizasyonel yapısının entegrasyonu için maliyet ve çizelge performans ölçümüne izin veren usulün ortaya konulması.

3.5.1.2. Grup 2 : Planlama, Programlama ve Bütçeleme Kriterleri (On Kriter)

- Program gereksinimlerinin karşılanması için gerekli iş ilerleyişini açıklayan ve faaliyetler arasındaki ilişkileri tanımlayan gerekli işin bir usul ile çizelgelenmesi.
- İlerlemenin ölçülmesinde kullanılacak fiziksel ürünlerin, kilometre taşlarının, teknik performans hedeflerinin ve diğer göstergelerin tanımlanması.
- Program performansının ölçülebileceği hesap seviyesi kontrolünde, zaman safhalı bütçe temelini saptanması.
- İç yönetim ve taşeronların kontrolü için ihtiyaç duyulan önemli maliyet unsurlarının (işçilik, malzeme, vb.) tanımlanması ile gerekli işler için bütçelerin saptanması.
- Kapsama göre gerekli işlerin ayrık iş paketleri halinde tanımlanması, bu işler için bütçenin dolar, saat veya diğer ölçülebilir birimler açısından tespit edilmesi.
- Tüm iş paketlerinin toplam bütçesinin planlama paketlerinin bütçesi ile toplamının hesap kontrol bütçesine eşitliğinin sağlanması.
- Tanımlama ve kontrol amacı için tespit edilmiş zaman safhalı bütçelerde efor faaliyet seviyesinin tanımlanması ve kontrolü.
- Dolaylı maliyetler halinde gelecek harcamaları oluşturan kurumun organizasyonel bileşenleri için genel giderlerin tespit edilmesi.
- Yönetim rezervlerinin ve dağıtılmamış bütçenin yönetilmesi.
- Program hedef maliyetinin amacı ile tüm iç program bütçeleri toplamının ve yönetim rezervlerinin uygunluğunun sağlanması.

3.5.1.3. Grup 3 : Hesaplama Kriterleri (Altı Kriter)

- Direkt maliyetlerin uygun bir usulde kaydedilmesi.
- WBS kullanıldığında direkt maliyetlerin kontrol hesaplamalarının WBS' e özetlenmesi.

- Direkt maliyetlerin kontrol hesaplamalarının yüklenici organizasyonel unsurlarına özetlenmesi.
- Sözleşmeye tahsis edilecek tüm dolaylı maliyetlerin kaydedilmesi.
- Birim maliyetlerin, eşdeğer birim maliyetlerin veya ihtiyaç duyulduğunda lot maliyetlerinin tanımlanması.
- EVPM için, malzeme hesaplama sisteminin aşağıdaki metodoloji dahilinde yürütülmesi.
 - Doğru maliyet birikimi ve kabul edilebilir maliyetlendirme teknikleri ile uygun usul içinde hesapların kontrolü için maliyetlerin ataması.
 - İlgili malzeme kategorisi için en uygun zaman noktasında maliyet performans ölçümü.
 - Fazla stoğu dahil olduğu program için tüm satın alınan malzemenin hesaplanması.

3.5.1.4. Grup 4 : Analiz ve Raporlama Kriterleri (Altı Kriter)

- Planlanmış bütçe miktarı ile tamamlanan iş için kazanılan bütçe miktarının karşılaştırılması. Bu karşılaştırma çizelge varyansını verir. Kazanılmış bütçe miktarı ile aynı işin gerçek direkt maliyetlerinin karşılaştırılması. Bu karşılaştırma maliyet varyansını verir.
- En azından aylık planlanan ve gerçek çizelge performansı ve maliyet performansı arasındaki önemli farklılıkların tanımlanması ve proje yönetimi tarafından ihtiyaç duyulan detaylardaki varyanslar için sebeplerin tespit edilmesi.
- Etkili kontrol için yönetimin ihtiyaç duyduğu seviyede bütçelenmiş ve dolaylı maliyetlerin tanımlanması.
- Veri unsurlarının ve program organizasyonu boyunca ilişkili varyansların ve/veya yönetim ihtiyaçlarının desteklenmesi için WBS' in ve sözleşmede belirtilen müşteri raporlarının özetlenmesi.
- Yönetimsel faaliyetlerin kazanılmış değer bilgisi olarak alınmasının sağlanması.
- O güne kadar performans, taahhüt edilen malzeme değerleri ve gelecek koşulların tahmin edilmesine dayanan tamamlanmadaki maliyetin revize tahminlerinin geliştirilmesi.

3.5.1.5. Grup 5 : Gözden Geçirme ve Düzeltme Kriterleri (Beş Kriter)

- Zaman içerisinde oluşan yönetsel değişikliklerin birleştirilmesi, bu değişikliklerin bütçeye ve zaman programına olan etkinliklerinin kaydedilmesi.
- Yönetim tarafından etkili kontrolün sağlanması için tekrarlanan, planlanan ve ihtiyaç duyulan ayrıntıdaki gerekli işlerin ve eski bütçeyle güncel bütçenin bağdaştırılması.
- Çalışma performansına ait geçmiş aylardaki kayıtların değişmesine neden olan gerçek maliyet, kazanılan değer ve bütçenin kaydedilmesi için geçmişteki değişikliklerin tekrar gözden geçirilmesi. Bu gözden geçirme ve kontrol sadece tespit edilen yanlışlıkların düzeltilmesi için yapılmalıdır. Rutin hesaplamaların kontrolü, müşteri etkilerinin değerlendirilmesi, yönetimden kaynaklanan değişikliklerin gözden geçirilmesi ve entegrasyonunun sağlanması, kalite ve performans ölçüm bilgilerinin netleştirilmesi.
- Yönetimsel değişiklikler haricindeki program bütçesinin revizesine müsaade edilmesi.
- Performans ölçüm esaslarının kaydedilmesi. (Fleming and Koppelman, 2007)

3.5.2. Metodoloji

KDA ile ilgili birçok metodoloji vardır. Aşağıda verilen Primavera'nın 20 nci Genel Kongresindeki anlatılan metodolojidir. (Fleming, 2003) Özetle EVPM beş kriter ile tanımlanmaktadır.

3.5.2.1. İş Dağılım Ağacının (WBS) Oluşturulması

Daha önce de değinildiği gibi öncelikle projede yapılacak işler bir ağaç yapısı (work breakdown structure) içinde tanımlanır. En üstteki WBS elemanı projeyi, ikinci düzey elemanlar projenin ana dallarını, alt düzeyler ana dalların detaylandırılmış işlerini tanımlar. Bu yapı projedeki işlerin organizasyon ve entegrasyonunu belirtir. En alt düzey elemanların anlamlı ve birbirinden ayırtedilebilir grupları oluşturulur. Bu gruplar iş paketi olarak adlandırılır. İş paketleri bir-iki rapor döneminde bitecek kadar kısa süreli

birimlerden oluşmalıdır. Her WBS elemanının gerçekleştirilmesinden sorumlu kişi ya da bölüm, sorumlular matrisinde tanımlanır. (Yıldırım, 1999)

3.5.2.2. Planlamanın tamamlanması

İkinci olarak projede yapılacak işler sıraya konur, iç bağlantıları ve bağılıkları tanımlanır, takvim ve dönüm noktalarının yer aldığı performans planı çıkarılır, para, adamxsaat vb. birimlerle WBS elemanlarının bütçesi hazırlanır, önceden kestirilemeyen aksaklıklarda yönetimin yetkisiyle kullanılmak üzere yönetim rezervi bütçesi belirlenir, bu tutarda WBS bütçesine eklenir. (Yıldırım, 1999)

3.5.2.3. Gerçekleşen maliyetlerin hesaplanması

Üçüncü kural gerçekleşen maliyetler planlanan maliyetler ile (bütçe) aynı yapıda toplanır. Hesap planı ve WBS yapıları bütçe ve maliyet muhasebesinde aynı olmalıdır. (Deniz, 2002)

3.5.2.4. Raporlamalar

Dördüncü kriter yüklenicilerin en az her ay kazanılmış değerler ile ölçtükleri performanslarını, performans sapmalarını ve bunları telafi etmek için aldıkları önlemleri raporlamalarıdır. (Deniz, 2002) Proje yöneticileri gerçekleştirecek maliyetlerin planladıklarından farklı olacağını düşündüklerinde proje bitiş maliyetini revize etmeleri gerekir. Maliyet riskini işverenin de paylaştığı projelerde (yani sabit fiyatlı olmayan projelerde) bu değişikliğin anında müşteriye (işverene) de bildirilmesi gerekir. Dikkate alınmaması ve ilerdeki işlerle açığın kapatılabileceği iyimserliğiyle gizlenmesi ya da açıklanmasının geciktirilmesi uygun olmayan proje yönetimi tavırlarıdır. Daha sonra detaylı olarak tanımlanacak ve örnekle hesaplanacak olan, CPI (maliyet performans endeksi) ve SPI (program performans endeksi) değerlerinin 1' den büyük olması projenin performansının iyi olduğuna, küçük olması performansının düşüklüğüne işaret eder.

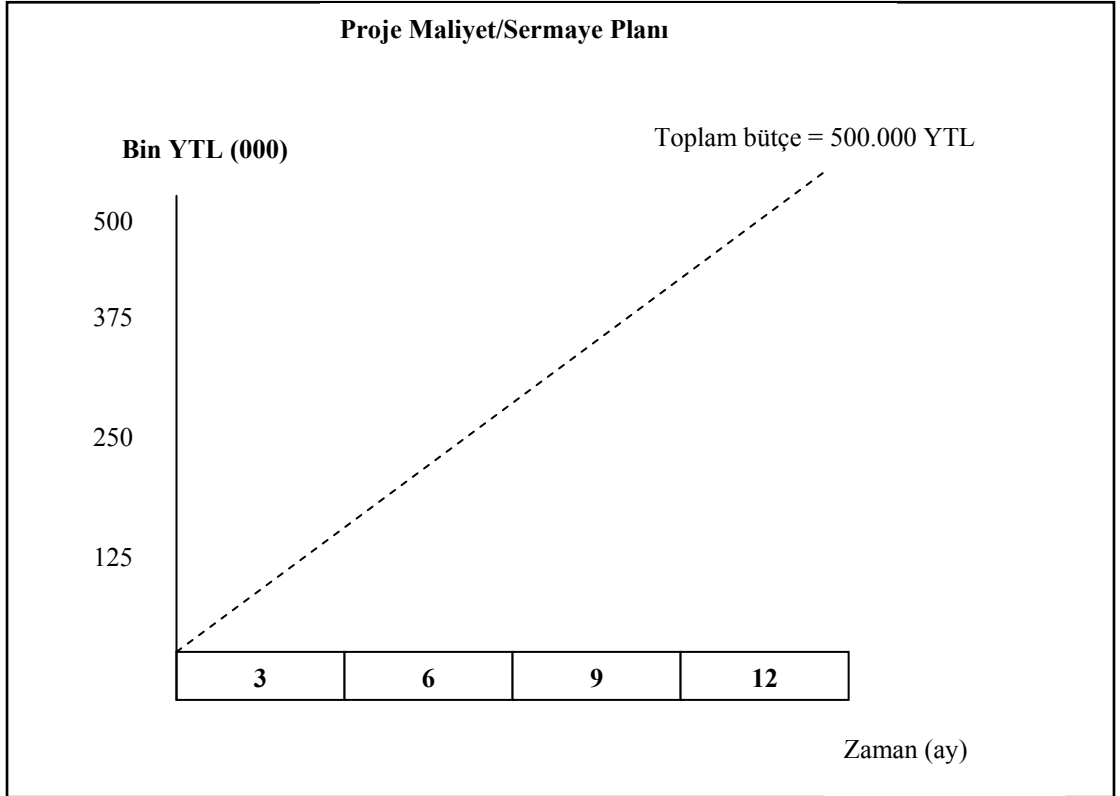
3.5.2.5. Disiplinin temini ve sürdürülmesi

Beşinci ve sonuncu kriter yönetim sisteminin disiplinine ilişkindir. Yapılan hesaplamalar sonucunda projeye müdahale edilmesi gerekiyorsa bu müdahalenin nasıl ve nereye olacağının tespiti yapılır. Analizlerin kümülatif bir şekilde yapılabilmesi için de eski değerler saklanır. Geçmiş verilerin değiştirilmesi önlenmelidir. Bütçe verileri yönetimin

onayı olmadan ve kayıt altına alınmadan değiştirilmemelidir. Değişiklikler olduğunda bunlar orijinal bütçe limitleri içinde kalmalıdır.(Deniz, 2002)

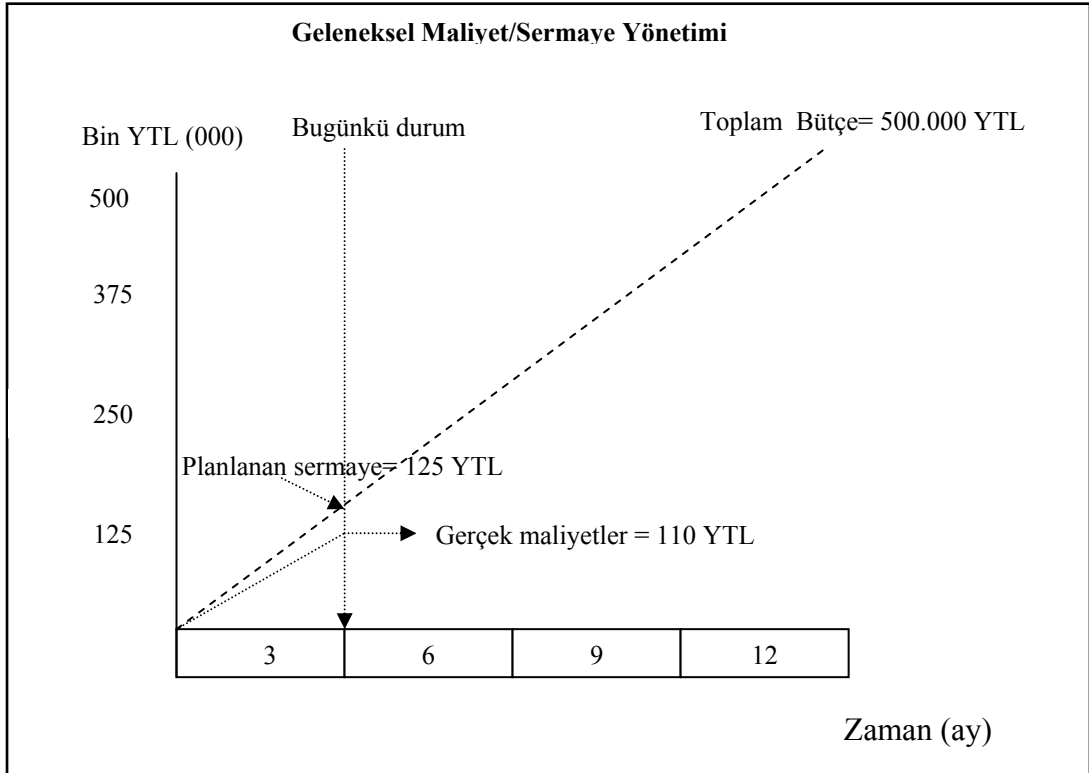
3.6. KAZANILMIŞ DEĞER İÇİN BASİT BİR ÖRNEK

Kazanılmış değer anlayışı basit örnekler üzerinde ifade edilebilir. Şekil 3.9 da gösterilen bir projenin ödeme planıdır. Bir yıllık süreçte 500.000 YTL ödenecektir ve her çeyrek için 125.000 YTL olarak hesaplanmıştır. Yönetim var olan bir ürünün “performans artırma projesi” ni değerlendirerek onay vermiştir. Yönetim Kurulu proje yöneticisinden projenin 500.000 YTL limitleri içerisinde kalmasını ve proje performansını proje süresince takip etmesini talep etmiştir. İlk çeyrekte sonra proje yöneticisi maliyet performansını Şekil 3.10 daki gibi göstermiştir. Onaylı harcama planına göre birinci çeyrek için 125.000 YTL’ lik bir gider hesaplanmıştır ve sonuçlar bu giderin 110.000 YTL olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Muhasebe müdürü programın gözden geçirilmesini ve projenin -15000 YTL yani yaklaşık olarak % 12 programın gerisinde olup olmadığının araştırılmasını ister. Ancak proje yöneticisi muhasebe müdürü ile aynı fikirde değildir.



Şekil 3.9 Proje Maliyet / Sermaye Planı

Aslında Şekil 3.10 da kimse projenin doğru maliyet performansını tespit edemez. Proje performansını kesin tespit etmek için birisinin program durumuyla maliyetleri karşılaştırması gerekir. Fakat maliyeti planlayan insanlarla proje programını oluşturan insanlar aynı yapıdaki verileri kullanmazlarsa maliyet ve program durumu ilişkilendirilemez. Buna rağmen ilginç bir gözlemdir ki günümüzde dünyadaki birçok projede yönetim için harcama durumunu gösterirken Şekil 3.10'daki ödeme planına benzer grafikler kullanırlar, ancak olarak birçok program gösterimleri muhasebe tarafından kullanılan maliyet gösterimleriyle bağdaşmaz. Günümüzdeki birçok projede maliyet performansını çizelgeleyebilmek için gerekli olan proje kapsamını bağdaştıracak entegre bir yol kullanılmaz.

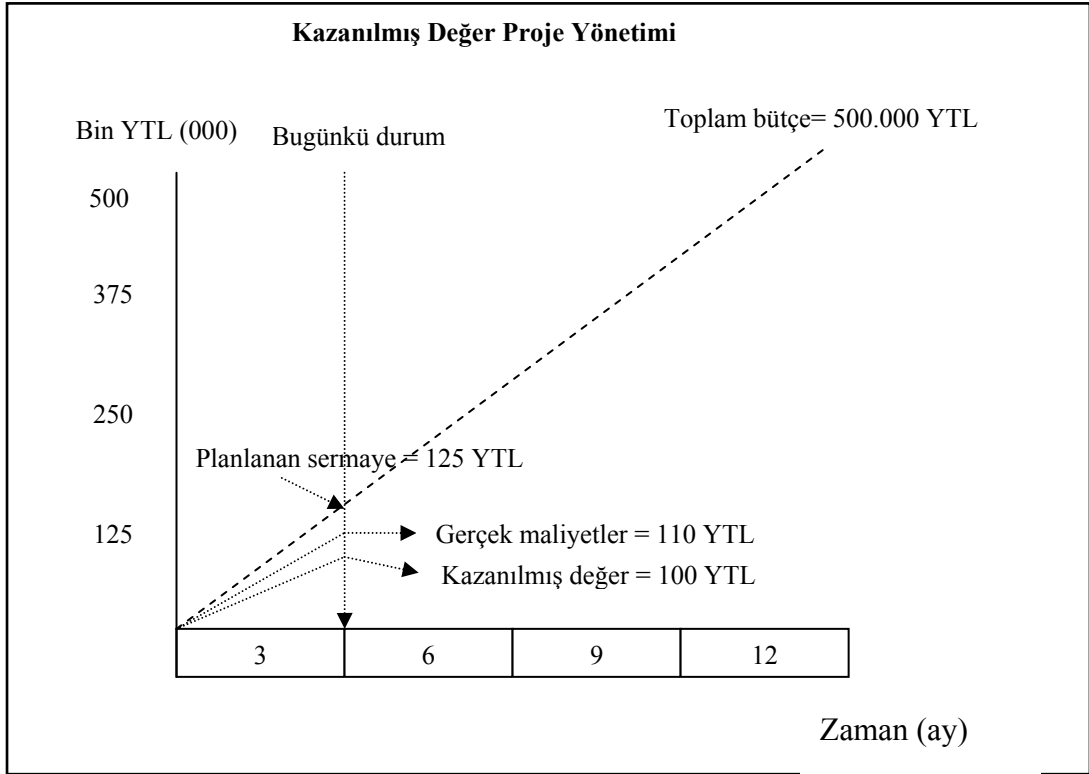


Şekil 3.10 Geleneksel Maliyet / Sermaye Yönetimi

Şekil 3.11 de kazanılmış değer performansı da gösterilmiştir. Gerçek fiziksel kazanım olan 100.000 YTL' ye karşı planlanan değer olan 125.000 YTL' yi gösterir. İlk çeyrekte projenin olması gerekenden geride olduğunu kolayca görebiliriz.

125.000 YTL' lik işin tamamlanması planlanmıştır ama tamamlanan kısım 110.000 YTL değerindedir. Buradan planlanan işten 25.000 YTL geride olduğu söylenebilir.

Planlanan işin bu negatif durumu bir proje için önemlidir; çünkü programdan geride kalındığına işaret eder. Fakat bu fiziksel tamamlanan kısım, kazanılmış değeriyle katlanılan maliyetlerin kıyaslanması kadar kritik değildir. Negatif bir maliyet varyansı projede genellikle kalıcı hasarlara sebep olur.



Şekil 3.11 Kazanılmış Değer Proje Yönetimi

Şekil 3.11'e göre gerçek maliyet 110.000 YTL, fiziksel olarak tamamlanan işin kazanılmış değeri olan 100.000 YTL' den büyüktür. Bu da projede 100.000 YTL' lik işin 110.000 YTL karşılığında yapılmış olduğunu gösterir. Bu negatif duruma bütçe aşımı denir ve bir projede bitiş maliyet ve zaman sonuçlarını kesin bir şekilde tahmin eden ilişkiyi ortaya koyar. Burada aşağıdaki gibi üç önemli varyans ortaya çıkar.

- Geleneksel Maliyet/Sermaye Yönetimi:

Planlanan sermaye = 125.000 YTL

Gerçek maliyetler = 110.000 YTL

Harcama planından sapma = -15.000 YTL

- Kazanılmış Değer Proje Yönetimi:

Planlanan değer = 125.000 YTL

Kazanılmış değer = 100.000 YTL

Gerçek maliyetler = 110.000 YTL

Planlanan programdan sapma = -25.000 YTL

Doğru maliyet sapması = +10.000 YTL

Planlanmış masraflara karşı gerçek masrafları kıyaslamak projenin doğru maliyet performansını göstermez. Planlanmış işle gerçek masrafları karşılaştırmak fiziksel olarak tamamlanan işin miktarını vermez. Sadece ne planlanıp gerçekte ne harcandığını gösterir. Maliyet sapması, yukarıda görüldüğü gibi orijinal plandan -15.000 YTL' lik negatif bir sapmadır. Bu verinin özelliği projenin yönetim tarafından onaylanan maliyetler içerisinde devam edip etmediğini göstermesidir. Bunlar maliyet grafikleri değil sermaye grafikleridir. Hala birçok projede maliyet durumu bu basit grafiklerle gösterilmektedir. Bunun aksine aşağıda görüldüğü gibi kazanılmış değer projesi üç tür veri ortaya koyar.

İşin planlanan değeri, fiziksel olarak tamamlanan işin kazanılmış değeri, kazanılmış değeri tamamlamak için maruz kalınan gerçek maliyetler. Böylece kazanılmış değer yaklaşımı altında iki önemli sapma ortaya çıkar. Birincisi çizelgelenmiş işin planlanmış değeriyle tamamlanan işin kazanılmış değeri arasındaki farktır. Şekilde görüldüğü gibi proje plandan -25.000 YTL' lik bir negatif program sapmasına uğramıştır. Ya da yapılması gereken işin % 20 si tamamlanmamıştır. Proje programın gerisinde kalmıştır. Bu sapma projenin doğru program durumuna değerli bir yaklaşımı geliştirmek için diğer çizelgeleme teknikleriyle, özellikle kritik yol metoduyla ilişki kurmada kullanılır.

Daha önemli olan ikinci fark ise yapılan işin değeri olan kazanılmış değer ile bu işi yapmak için harcanan sermayenin arasındaki farktır. 100.000 YTL' lik iş için 110.000 YTL harcanmıştır. Bu duruma göre proje yapılan işlere göre 10.000 YTL maliyetlerin üzerindedir. Ya da başka bir deyişle proje ilk çeyrekte % 10 negatif bir maliyet elde etmiştir. Bu negatif maliyet trendi proje için kritik bir önem taşır çünkü geçmişinde maliyetleri aşan bir proje tamamlanana kadar kendisini düzeltemeyebilir. Bu maliyet ve program sonuçları projenin tamamlanma sonuçlarını tahmin etmek için kullanılabilir.

4. BULGULAR

4.1. GİRİŞ

Tezin uygulama kısmının asıl amacı proje yönetiminde kazanılmış değer analizinin yapılmasıdır. Bunun için ilk olarak seçilen projenin tanıtımı yapılacak, proje yönetiminin girdileri olarak değerlendirilebilecek olan faaliyet listesinin meydana getirilmesi, faaliyetler arası öncelikler ve sıralama ilişkilerinin belirlenmesi, faaliyet sürelerinin tespiti ve kaynaklar ve maliyetlerinin belirlenmesi anlatılacaktır. İkinci bölümde ise belirlenen girdiler ile projenin analizi MS Project yazılımı ile yapılacaktır. Burada da kazanılmış değer analizi öncesinde zaman analizi ile projenin kritik faaliyetleri ve faaliyet bollukları tespit edilecektir.

4.2. UYGULAMA PROJESİ

Kazanılmış değer analiz sisteminde uygulama için halen yapımı devam etmekte olan Marmaray Projesi seçilmiştir. Bu projenin seçilmesinde iki etken önemli rol oynamıştır. Birincisi projenin dünya çapında büyük bir proje olması ve uluslararası firmaları da bünyesinde barındırması; ikincisi ve daha önemlisi ise projenin hem maliyet bakımından (CV-Cost variance), hem de program bakımından (SV-Schedule variance) oldukça büyük sapmalara sahip olması ve tahmini tamamlanma maliyetinin (EAC-Estimate at completion) sürekli değişken olması ile program performans endeksinin (SPI-Schedule performance index) hedeflenen seviyede yakalanamamış olmasıdır.

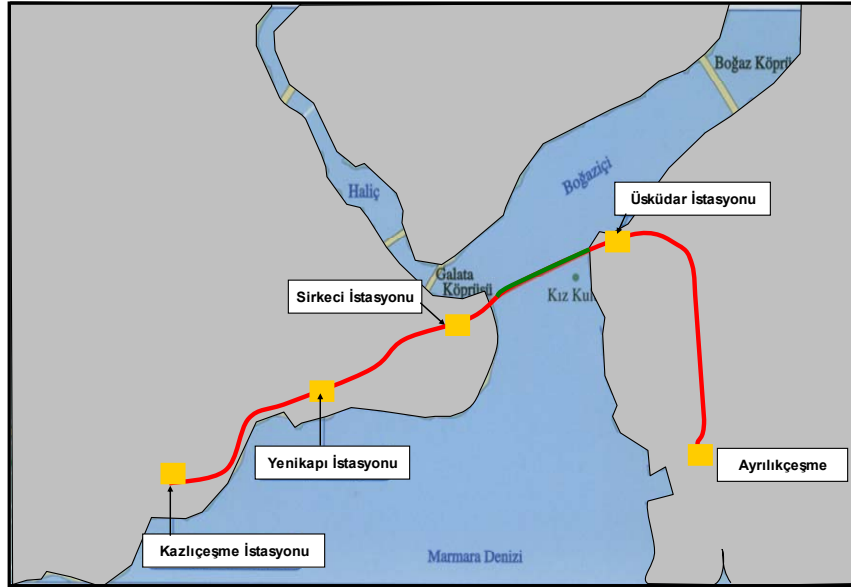
Genel olarak bilinmektedir ki yürütülen projede kısıtlar ciddi derecede rol oynamaktadır.

- 4-5 aylık süre içerisinde tamamlanabileceği tahmin edilen araştırma kazıları, buluntular nedeniyle tahminlerin çok ötesinde maliyetler ve süreler ortaya çıkarmıştır. Üsküdar’ da gömülü yerleşim, Ayrılıkçeşme ve Sirkeci’ de tarihi yapılar ve Yenikapı’ da üç adet batık gemi bulunmuştur. Projenin işleyişi T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu ve Anıtlar Yüksek Kurulu’ nun prosedürlerine bağımlı hale gelmiştir.
- Kazı güzergahı üzerindeki yerleşimlerde protokoller zamanında ve istenilen

maliyetle tamamlanamamıştır. Tünel açma makineleri (TBM-Tunnel Boring Machine), planlanan zamanda planlanan noktalardan kazılara başlatılamamış, bu ekipmanlar dünyanın dört bir tarafında ve önceden planlanan tarihlerde kullanıldığından, bunların kiralama ücretleri de planlanan bütçenin üzerine çıkmıştır. Örneğin Üsküdar diyafram duvar inşaatının Ekim 2005 ile Temmuz 2006 arasında inşa edilmesi gerekmektedir. Şubat 2006'da özel ekipmanların taşeronun Mısır'daki işyerinden sevk edilmesi ve sözleşmeye göre, özel ekipmanların Mart 2007'ye kadar işini tamamlayarak Mısır'a geri gönderilmesi gerekmektedirken tarihi kazılar bu planlamayı imkansız kılmıştır.

- Bu ve buna benzer sıkıntıları içinde barındırdığından, projenin EVM açısından kapsamlı bir yapıya sahip olduğu değerlendirilmiştir. EVM bilgisayar ortamında Microsoft Office Project 2003 programı yardımıyla yapılmış ve raporlamaları alınmıştır.

4.2.1. Marmaray Projesi



Şekil 4.1 Marmaray Projesi Genel Durumu

4.2.1.1. Projenin Amaçları:

Marmaray projesi ile:

- Avrupa ile Asya demiryolu ile birbirine bağlanarak Asya ve Avrupa yakaları arasında yüksek kapasiteli toplu taşıma imkanı sağlanacak,

- Yolcuların güvenilir, hızlı ve konforlu bir toplu taşıma sistemi ile seyahat etmesi sağlanacak,
- Tarihi ve kültürel çevrenin korunmasına katkı sağlanacak,
- Mevcut Boğaz Köprülerinin yükü hafifletilecek,
- Trafikte daha az motorlu taşıt kullanılması nedeniyle enerji tasarrufu sağlanacak, trafik kazaları azalacaktır.

4.2.1.2.Projenin Tarafları

- İşveren : TC Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı (DLH) Genel Müdürlüğü
- Yüklenici : TAISEI – GAMA – NUROL Konsorsiyumu

4.2.1.3.Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesinin Kısa Tanıtımı

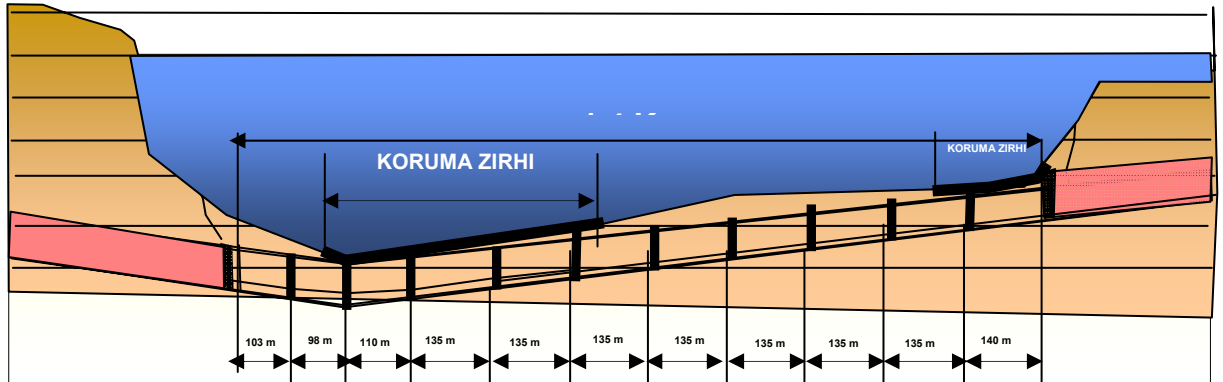


Şekil 4.2 Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi Uydu Görünümü

- Toplam Uzunluk : 13.6 km
- Batırma Tüp : 1400 m
- Delme Tünel : 9500x2 m
- Aç-Kapa Tünel : 500 m
- Hemzemin/Köprü : 830 m
- Aç-Kapa İstasyonlar : 850 m (Yenikapı TCDD ve Banliyö, Üsküdar)

- Hemzemin İstasyon : 230 m (Kazlıçeşme)
- Delme Tünel İstasyon: 250 m (Sirkeci)
- TAISEI-KUMAGAI Japon firması tarafından yapılacak işler (% 75)
 - o Tasarım
 - Batırma Tüp
 - Delme Tüneller
 - Ray İşleri
 - Tünel Havalandırma Tasarımı
 - İstasyonların Elektrik/Mekanik Tesisatları
 - İstasyonların İnce İşleri
 - o Yapım
 - Batırma Tüp
 - Yenikapı - Sarayburnu-Boğaz ve Ayrılıkçeşme-Üsküdar-Boğaz arasındaki Delme Tüneller
 - İstasyonların İnce İşleri
 - İstasyonların Elektrik/Mekanik Tesisatları
 - Tünel Havalandırma Tesisatı
 - Ray İşleri (% 50)

Şekil 4.3 de boğaz tüp geçit kısmında kullanılan tüplerin birleşimleri ve deniz tabanında yerleşimleri gösterilmiştir. Tüplerin yerleştirme ve birleşim işlemlerinin tamamlanmasını müteakip, oluşturulan hat özel kompozit malzemeden imal koruma zırhı ile kapatılacaktır. Ayrıca birleşim mafsalları herhangi bir sismik harekete karşı, kırılmaları önlemek için hareketli olarak oluşturulacaktır.

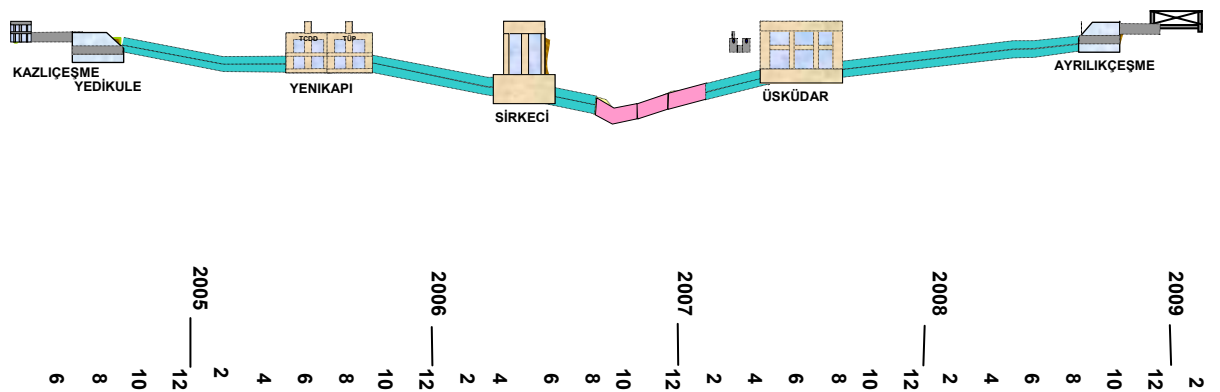


Şekil 4.3 Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi (Kesit)

- GAMA-NUROL firması tarafından yapılacak işler (% 25)
 - o Tasarım
 - İstasyon Binalarının Yapısal Tasarımı
 - Aç-Kapa ve Hemzemin Kısımlar, Köprüler, ve Altyapı Aktarımları
 - o Yapım
 - İstasyonların Betonarme İnşaatı
 - Yenikapı-Yedikule Arasındaki Delme Tünel
 - Aç-Kapa ve Hemzemin Kısımlar, Köprü, ve Altyapı Aktarımları
 - Ray İşleri (% 50)

4.2.1.4. Program (Schedule) ve Maliyet (Cost) Sapmalarının Genel İncelemesi

- Program Bilgileri :
 - o Sözleşme Tarihi : 25.05.2004
 - o Süre : 56 Ay
 - o Sözleşme Tamamlanma Tarihi : 28.04.2009
 - o Tahmini Tamamlanma Tarihi : Mart 2011
 - o Tahmini Gecikme : 23 Ay



Şekil 4.4 Marmaray Boğaz-Tüp Geçit Projesi İş Programı

- Sözleşme Öncesi Durum
 - o Sözleşme Bedeli : 86.823.610.000 JPY
 - o Gama-Nurol Payı (% 25) : 21.705.902.000 JPY
 - o USD = 118 JPY : 183.948.000 USD
 - o Tahmin Edilen Maliyet : 152.805.000 USD
 - o Beklenen Kar : 31.143.000 USD iken;
- Sözleşme Sonrası Durum
 - o Gama-Nurol Payı
(Hedging: USD = 105.15 JPY) : 206.428.000 USD
 - o Diğer Beklenen Gelirler : 7.000.000 USD
 - Üsküdar Altyapı : 1.000.000 USD
 - Arkeoloji Genel Giderler : 2.000.000 USD
 - Geoteknik İzleme : 2.000.000 USD
 - Üsküdar Kazı Malzemesi : 2.000.000 USD
 - o Beklenen Toplam Gelir : 213.428.000 USD
 - o Hesaplanan Toplam Gider : 205.000.000 USD
 - o Beklenen Kar : 8.428.000 USD
- Net Maliyet Artışı : 52.000.000 USD
- Maliyet Artışını Karşılamanın Kalemleri
 - o Kar Azalması : 22.000.000 USD
 - o Hak Talepleri / İş Değişiklikleri : 7.000.000 USD
 - o Hedging Getirisi : 23.000.000 USD
- Sözleşme öncesi tahmin edilen direkt maliyet ile hesaplanan direkt maliyet arasında yaklaşık 50.000.000 USD fark vardır. Bunun ana nedenleri şunlardır:
 - o Teklif safhasında tasarım hataları ve metraj yanlışlıkları: 16.000.000 USD

Tablo 4.1 Tasarım Hataları ve Metraj Yanlışlıkları Bedelleri

Mahal	Miktar (USD)
Üsküdar	11.000.000
Altyapı Aktarımı	2.000.000
Diğer	3.000.000

- o Malzeme/işçilik/taşeronluk hizmetlerindeki fiyat artışları: 34.000.000 USD

Tablo 4.2 Fiyat Artışı Bedelleri

İş Cinsi	Miktar	İlk Fiyat (USD)	Son Fiyat (USD)	Artış (USD)
Hafriyat Nakli ve Dökümü	1.300.000 m ³	6	13	9.100.000
Beton	380.000 m ³	57	74	4.640.000
Demir	39.000 ton	290	560	10.530.000
Fore Kazık	95.000 m ³	20	55	3.325.000

- o Endirek maliyetlerdeki artışlar : 7.000.000 USD (Özellikle personel maliyetlerinde dolar bazında artış)

Yukarıda bahsedilen bilgiler hedef projedeki genel sapmaların derecesini göstermek açısından verilmiş olup bu çalışmada, yukarıdaki sayısal verilerden faydalanılmayacaktır. Zira uygulama çalışması sadece Üsküdar İstasyonu birimini kapsayacak şekilde yürütülmüştür.

4.2.2. Faaliyet Listesinin Oluşturulması

Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi şebekeye dayalı proje yönetim tekniklerinin en önemli aşamalarından birisi faaliyetlerin tespit edilmesi ve bunların bir liste haline getirilmesidir. Faaliyetler programlamanın fazla karışmasına sebep olacak kadar ayrıntıya yer vermemeye dikkat edilerek tespit edilmiştir. Bu proje için zaman ve işgücü açısından çok daha önde gelen inşaat işleri ayrıntılandırılmış, makine, tesisat ve elektrik işleri ana başlıklar altında faaliyet listesinde yerini almıştır. Ayrıca şu an yapımı devam eden iksa sistemi kazı, demir ve beton işleri, kazanılmış değerler daha net ortaya konulması açısından alt basamaklara bölünmüştür. Liste on dört ana başlık altındaki toplam 150 (yüzelli) aktiviteden oluşmuştur. Bunlar;

- Yer teslimi ve başlangıç
- Proje aşaması
- İnşaat alanı hazırlık

- Kazı, harfiyat ve zemin
- İnşaat : İksa
- TBM deplasman
- İnşaat : Temel üst koduna kadar
- İnşaat : Arakat üst koduna kadar
- İnşaat : Üstkat üst koduna kadar
- Mak-Shh. Tesisat
- Elektrik tesisat
- İnşaat : İnce mimari işler
- Çevre düzenleme-peyzaj
- Bitiş : Üsküdar istasyonu

Faaliyetlerin ayrıntılı listesi EK-A2 de verilen Proje Gannt Şemasında görülebilir. Buna göre yer teslimi 03 Mart 2004 tarihinde yapılmış, proje aşaması tamamlanmış, inşaat alanı hazırlığı kapsamında yeni trafik düzeni oluşturularak şantiye tesisleri kurulmuş ve panolama yapılmış, kazı ve harfiyata başlanmış, zemin seviyesinden 40 m. derinlikte yaklaşık 8000 m² alanda jetgrout yöntemiyle zemin taşıma gücü artırılmıştır. Bu sırada bulunan tarihi eserler, Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın inşaatı durdurmasına sebep olmuştur. Yaklaşık birbuçuk yıl süren arkeolojik kazıların ardından iksa sistemi için saha kazısı başlatılmış ve halen iksa sistemi inşaatı devam ettirilmektedir. Bir yandan Ayrılıkçeşme mevkiinden TBM tünel kazısı başlamıştır. Zaman planlaması açısından kritik nokta, TBM' in Üsküdar İstasyonu bölgesine gelene kadar geçecek süre içerisinde Üsküdar İstasyonu iksa sisteminin tamamlanmasıdır. 01 Eylül 2007 tarihinde yapılan proje güncellemesine göre başlamış ve halen devam eden aktiviteler Tablo 4.3 tedir.

Tablo 4.3 Başlamış ve Halen Devam Eden Aktiviteler

S.No	Aktivite Tanımı	Süre	Başlangıç	Bitiş
1	Kazı, Harfiyat ve Zemin	2166 gün	04.07.2005	15.10.2012
2	Drenaj ve Zemin Suyu Pompaj	1730 gün	28.12.2006	15.10.2012
3	Geoteknik Deney ve Ölçümler	1730 gün	28.12.2006	15.10.2012
4	Beton-Çelik Laboratuvar İşleri	1470 gün	10.01.2007	01.11.2011

5	Saha Kazısı	235 gün	02.11.2007	01.08.2008
6	Hafriyat Nakliye	255 gün	04.03.2008	25.12.2008
7	Zemin İyileştirme	185 gün	05.01.2008	07.08.2008
8	İnşaat : İksa	368 gün	23.10.2007	25.12.2008
9	3 ncü Sıra Göğüsleme Kirişleri	41 gün	16.04.2008	02.06.2008
10	3 ncü Sıra Strutlar Kalıp	6 gün	09.05.2008	15.05.2008
11	3 ncü Sıra Strutlar Demir	9 gün	12.05.2008	21.05.2008

Buna göre; devam eden faaliyetler kapsamında saha kazısı, 4 ncü sıra göğüsleme kirişleri, 4 ncü sıra Strut' lar ve basınç kolonlarının yapımı aktiviteleri, kazanılmış değer analizinin bütçe altına alacağı kısımlar olacaktır.

4.2.3. Öncelikler ve Faaliyetler Arası İlişkilerin Tanımlanması

Faaliyetlerin tespiti ve liste haline getirilmesini takip eden aşama bu faaliyetlerin önceliklerinin tespiti, her bir faaliyetin diğer faaliyetlerle ilişkisinin belirlenmesi aşamasıdır. Burada geleneksel olarak bilinen inşaat işlerinin mantıki sıralaması dikkate alınmıştır; örneğin betonarme betonunun dökülebilmesi için demirlerin hazırlanıp yerine yerleştirilmiş olması gereklidir. Bununla birlikte önceliklerin tespitinde hem kaynaklar konusunda bahsedilecek olan işgücünün düzenli ve sürekliliğini sağlamak için hem de iş süresini minimize edebilmek için çaba sarf edilmiştir.

Bunun için daha önceki proje yönetimi faaliyetlerinden elde edilen tecrübeler de dikkate alınarak, faaliyetlerin birbirlerini engellemeden, ama işgücünü mümkün oldukça düzenli ve sürekli şekilde şantiyede muhafaza ederek minimum zamanda bitirilebilmesini sağlayacak şekilde öncelik ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için klasik son başlangıç(fs) ilişkisi yanı sıra, daha önce de değinilen başlangıç-başlangıç(ss), son-son(ff), gibi sıralama ilişkileri kullanılmıştır (Tablo 4.4). Faaliyetler arası sıralama ilişkilerinin tamamı EK-A2 Proje Gantt Şemasında verilmiştir. Projenin geniş kapsamlı olması ve bir takım faaliyetlerin birbirlerini engellemeden devam edebilme özelliklerine sahip olması nedeniyle en çok “ss” ilişkisi kullanılmıştır.

Tablo 4.4 Faaliyet Öncelik İlişkileri

S.No	Aktivite Tanımı	Süre (gün)	Başlangıç	Bitiş	Öncelik ilişkileri
23	Kazı, Harfiyat ve Zemin	2166	04.07.2005	15.10.2012	
24	Tesviye	4	04.07.2005	07.07.2005	22
25	Aplikasyon	14	08.07.2005	27.07.2005	24
26	Asfalt Sıyırma Kazısı	5	28.07.2005	03.08.2005	25
27	Bitkisel Toprak Kazı	3	01.08.2005	03.08.2005	26SS+2 days
28	Jet Grout	128	04.08.2005	23.01.2006	27
29	Kazı İşleri Ara	0	18.01.2006	18.01.2006	28FF-3 days
30	Arkeolojik Kazılar	543	19.01.2006	22.10.2007	29
31	Arkeolojik Kazılar Bitiş	0	22.10.2007	22.10.2007	30
32	Drenaj ve Zemin Suyu Pompaj	1730	28.12.2006	15.10.2012	28SS;142FF
33	Geoteknik Deney ve Ölçümler	1730	28.12.2006	15.10.2012	28SS;142FF
34	Beton-Çelik Laboratuvar İşleri	1470	10.01.2007	01.11.2011	119FF
35	Diyafram Duvar Kazı	40	23.10.2007	08.12.2007	28SS+30 days;31
36	Saha Kazısı	235	02.11.2007	01.08.2008	37;35SS+8 days
37	Kule Vinç ve Careskal Montaj	35	04.08.2005	19.09.2005	28SS
38	Hafriyat Nakliye	255	04.03.2008	25.12.2008	27SS;78FF+3 days
39	Zemin İyileştirme	185	05.01.2008	07.08.2008	36FF+5 days; 46FS-5 days
40	Bitiş: Kazı, Hafriyat ve Zemin	0	25.12.2008	25.12.2008	39;38
85	İnşaat: TEM Üstkoda Kadar	336	18.11.2008	23.12.2009	
86	Grobeton	132	18.11.2008	23.04.2009	77
87	Geotekstil	75	27.12.2008	26.03.2009	84;86SS+15 days
88	Geomemberan	75	14.01.2009	14.04.2009	87SS+15 days
89	Koruyucu Beton	75	31.01.2009	01.05.2009	88SS+15days; 86FF+5 days
90	Temel Demir Donatı	250	04.02.2009	02.12.2009	89SS+4 days
91	Temel Kalıp	250	09.02.2009	07.12.2009	90SS+4 days
92	Temel Drenajı	67	21.09.2009	07.12.2009	91FF
93	Temel Beton	254	20.02.2009	23.12.2009	91SS+10 days
94	Bitiş: Tem Üstkoda Kadar	0	23.12.2009	23.12.2009	93;92

4.2.4. Faaliyet Sürelerinin Tespiti

Tespit edilen faaliyetler ve önceliklerle program diyagramının çizimi mümkün hale gelmiştir. Faaliyetler belirlenirken bu faaliyetlerin

gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan süreler de tespit edilmiştir. Birinci keşifte belirlenen metrajlar geçmiş tecrübelerle birlikte değerlendirilerek ortaya konulmuştur. Ayrıca bu süreler faaliyet önceliklerinde geç yada erken başlama arasındaki farkların tespitinde kullanılmıştır. Örneğin geotekstil malzemenin serilmesi, geomembranların yerleştirilmesinden 15 gün önce, fakat grobetonun atılmaya başlamasından 15 gün sonra başlayacak şekilde planlanmıştır.

4.2.5. Kaynaklar ve Maliyetlerin Belirlenmesi

Daha önce bahsedildiği gibi bir inşaat projesinde kaynaklar sınırlı ve sınırsız olmak üzere arz açısından ikiye ayrılmaktadır. İşgücü kaynağı ile tüketilen malzeme kaynağı sınırsız kaynakları, bunun dışında kalan ekipman, makine-teçhizat ve taşeron kaynakları ise sınırlı kaynakları oluşturmaktadır.

Uygulama projesinde, tüm aktiviteler için (teknik özellik veya ayrı bir uzmanlık gerektirenler hariç) için maliyet muhasebesi yapılmış, buna göre bir kısım aktiviteler maliyetleri ile orantılı olacak şekilde, sözleşme hazırlanmak suretiyle taşeron firmalara verilmiştir. Ana firma tarafından kalıp, demir, kaynak ve beton işlerinin yapılması planlanmış, iş gücü ve malzeme kaynağı anılan faaliyetler için kullanılmıştır. Taşere edilen aktiviteler ise etkin bir denetim mekanizması tesis edilerek sürekli kontrol altında bulundurulmuştur.

4.2.5.1. İşgücü Kaynağı

Proje için gerekli işgücü kaynağı yapılacak işin miktarı ve projenin tamamlanması gereken süre birlikte değerlendirilerek belirlenmiştir. Bayındırlık Bakanlığı İnşaat Birim Fiyat Analizi kitabında bir işin belirli bir miktarını yapmak için gerekli usta ve işçi sayısını bulmak mümkündür. Bu rakamlara dikkat edilmekle birlikte işgücü miktarı belirlenirken daha çok pratik uygulamalar esas alınmıştır. Tablo 4.5 de kullanılan işgücü çeşitleri, proje bilgisayar ortamına aktarılırken kolaylık olması için yapılan, kısaltmalar ve maliyetler verilmiştir. İşgücü maliyetleri saat bazında hesaplanmış ve ücretler belirlenirken güncel değerler esas alınmıştır.

Tablo 4.5 İşgücü Kaynakları ve Maliyetleri

S.No.	İşgücü	Kısaltma	Grup	Normal Mesai Maliyeti (YTL/sa.)	Fazla Mesai Maliyeti (YTL/sa.)
1	Proje Yöneticisi	PY	Mühendis	35	50
2	İnş. Yük. Müh.	İYM	Mühendis	25	35
3	İnş. Yük. Müh. (Geo.)	İYMG	Mühendis	25	35
4	İnş. Müh.	İM	Mühendis	20	28
5	Mimar	MİM	Mühendis	20	28
6	Mak. Müh.	MAM	Mühendis	20	28
7	Elekt. Müh.	ELM	Mühendis	20	28
7	Harita Yük. Müh.	HYM	Mühendis	25	35
8	Harita Müh.	HM	Mühendis	20	28
9	Topoğraf	TOP	Teknisyen	15	22
10	İnş. Tekn.	İTEK	Teknisyen	15	22
11	Demirci	DEMİŞ	Vasıflı İşçi	10	15
12	Kalıpcı	KALİŞ	Vasıflı İşçi	10	15
13	Beton İşçisi	BETİŞ	Vasıflı İşçi	8	10
14	Kaynakçı	KAYİŞ	Vasıflı İşçi	10	15
15	Düz İşçi	DÜZİŞ	Vasıfsız İşçi	8	10

4.2.5.2. Malzeme Kaynağı

Projede kullanılan tüketilen ve sınırsız kaynak grubuna giren malzemeler ve bu malzemelerin fiyatları Tablo 4.6 da verilmiştir. Malzeme fiyatları tespit edilirken güncel fiyatlar esas alınmıştır. Liste dikkatle incelendiğinde taşere edilen bazı işlere ait malzemelerin tek bir başlık altında verildiği görülecektir. Malzeme kaynak listesinin verilmesinin asıl amacı maliyet analizini yapabilmek olduğu için ayrıntılı bir şekilde malzemelerin yazılmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Tablo 4.6 Malzeme Kaynakları ve Maliyetleri

S.No.	Malzeme	Birimi	Kısaltma	Maliyeti
1	Demir	ton	DEM	1.070,00 YTL
2	Beton	M3	BET	142,00 YTL
3	Kalıp	M2	KAL	44,00 YTL

4	Kazı	M3	KAZ	8,000 YTL
5	Membran	M2	MEM	25,00 YTL
6	Su tutucu	M2	SUT	11,00 YTL

Projede kullanılan işgücü ve malzeme kaynak listesi ve kaynakların toplam maliyeti EK-B de gösterilmiştir. Taşere edilen faaliyetlere ait kaynak ve maliyetler Tablo 4.7 de verilmiştir. Tabloda ayrıca sözleşmelerin hizmet alımı ve yapım işi şeklinde sözleşmelerin hangi tip yapıldığı belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde işgücü, makine ve ekipman kullanılarak bir hizmetin verilmesine odaklı aktiviteler için hizmet alımı tip sözleşmeler yapılmış, bunun dışında bir işin malzeme ile birlikte makine, ekipman ve işgücü kullanılarak yapımını gerektiren aktiviteler için ise yapım işi tip sözleşmeler yapılmıştır.

Tablo 4.7 Taşeron Firma Kaynakları ve Maliyetleri

S.No.	Grup	Kaynağın Adı	Sözleşme Kapsamındaki Faaliyetler	İş Birimi	Kaynak Maliyeti (YTL)	Sözleşme Türü
1	A	Firma A-Zemin	Zemin Etüdü	Adet	105.000,00	Hizmet Alımı
2	B	Firma B-İnşaat	Tesviye	m ²	2,00	Yapım İş
			Bitkisel Kazı	m ²	2,00	Yapım İş
			Diyafram Kazı	m ³	10,00	Yapım İş
			Saha Kazısı	m ³	8,00	Yapım İş
			Hafriyat-Nakliye	m ³	9,00	Hizmet Alımı
			5.Demontaj-Harfıyat	m ³	345,00	Yapım İş
			4. Demontaj-Harfıyat	m ³	340,00	Yapım İş
			3. Demontaj-Harfıyat	m ³	335,00	Yapım İş
			2. Demontaj-Harfıyat	m ³	330,00	Yapım İş
			1. Demontaj-Harfıyat	m ³	325,00	Yapım İş
3	C	Firma C-Yol İnş.	Asfalt Sıyırma	m ²	3,00	Hizmet Alımı
4	D	Firma D-Zemin	Jetgrout	m ³	500,00	Yapım İş
			Diyafram Bentonit	m ³	48,00	Yapım İş
			Diyafram Duvar	m ³	130,00	Yapım İş
			Geotekstil	m ²	9,00	Yapım İş
			Geomembran	m ²	23,00	Yapım İş
			Drenaj	metre	44,45	Yapım İş

5	E	Firma E-Sondaj	Drenaj-Pompaj	Ay	17.500,00	Hizmet Alımı
6	F	Firma F-Zemin	(Ölçüm-Deney-Test)	Ay	34.680,00	Hizmet Alımı
7	G	Firma G-Lab.	(Ölçüm-Deney-Test)	Ay	8.400,00	Hizmet Alımı
8	H	Firma H-İnşaat	İş Mak.	Ay	15.000,00	Hizmet Alımı
9	I	Firma I-Zemin	Zemin İyileştirme	m ²	55,00	Yapım İş
10	J	Firma J-Yabancı	TBM Kazı	Ay	890.000,00	Hizmet Alımı
			TBM Ray	Adet	18.000,00	Hizmet Alımı
			TBM Geçiş	Adet	28.000,00	Hizmet Alımı
11	K	Firma K-Yabancı	Portal Hazırlık	Adet	22.000,00	Hizmet Alımı
			Tünel Giriş	Adet	35.000,00	Hizmet Alımı
			Tünel Çıkış	Adet	35.000,00	Hizmet Alımı
12	L	Firma L-Yabancı	Asansör	Adet	412.000,00	Yapım İş
13	M	Firma M-Yabancı	Shh. Tesisat	Adet	255.000,00	Yapım İş
			Kalorifer Tesisatı	Adet	880.000,00	Yapım İş
			Müşterek Tesisat	Adet	395.000,00	Yapım İş
			Kanalizasyon Tesisatı	Adet	245.000,00	Yapım İş
14	N	Firma N-Yabancı	İklimlendirme	Adet	1.220.000,00	Yapım İş
15	O	Firma O-Elektronik	Yangın -Tesisat	Adet	237.000,00	Yapım İş
			Elektronik Tesisat	Adet	164.000,00	Yapım İş
			Yangın Tesisatı	Adet	127.000,00	Yapım İş
16	P	Firma P-Elektrik	Tesisat	Adet	298.000,00	Yapım İş
17	R	Firma R-İnşaat	İnce İşler-Doğrama	mtül	468,00	Yapım İş
			İnce İşler-Kaplamalar	m ²	45,00	Yapım İş
			İnce İşler-Boya	m ²	18,00	Yapım İş
			İnce İşler-Çatı	m ²	16,00	Yapım İş
			İnce İşler-Dış Sıva Boya	m ²	20,00	Yapım İş
18	S	Firma S-İnşaat	Mantolama	m ²	25,00	Yapım İş
			Giydirme	m ²	78,00	Yapım İş
19	T	Firma T-Peysaj	Çevre Düzenlemesi	m ²	117,00	Yapım İş
			Peyzaj	m ²	6,00	Yapım İş

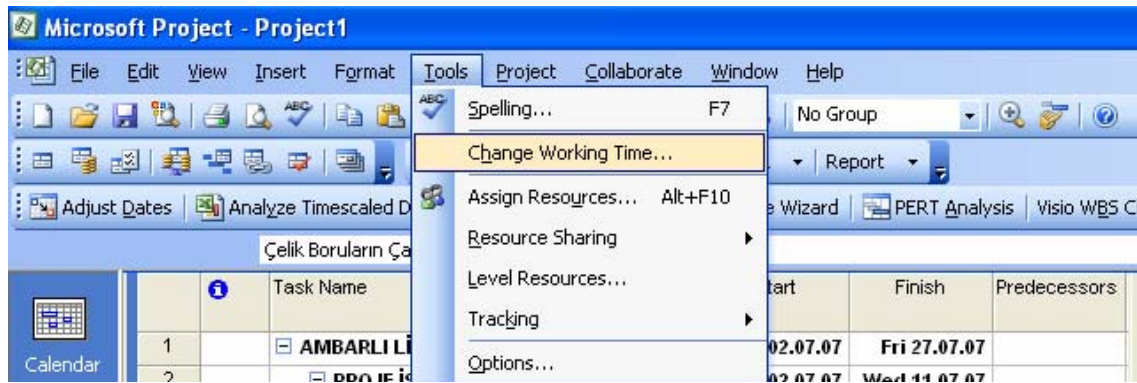
4.3. UYGULAMANIN PROJE YÖNETİMİ YAZILIMI KULLANILARAK ANALİZİ

4.3.1. MS Project Yazılımı

Şebeke bazlı proje yönetimi uygulamaları için kullanılan bir çok bilgisayar programı mevcuttur. Ancak bu programların büyük kısmı pahalı, kullanımı zor ve yüksek kapasite isteyen programlardır. Buna karşın Microsoft Project paket programı kolay kullanımı, uygun fiyatı, esnekliği ve bir çok kabiliyeti ile kısa sürede çok kullanılan bir program haline gelmiştir.

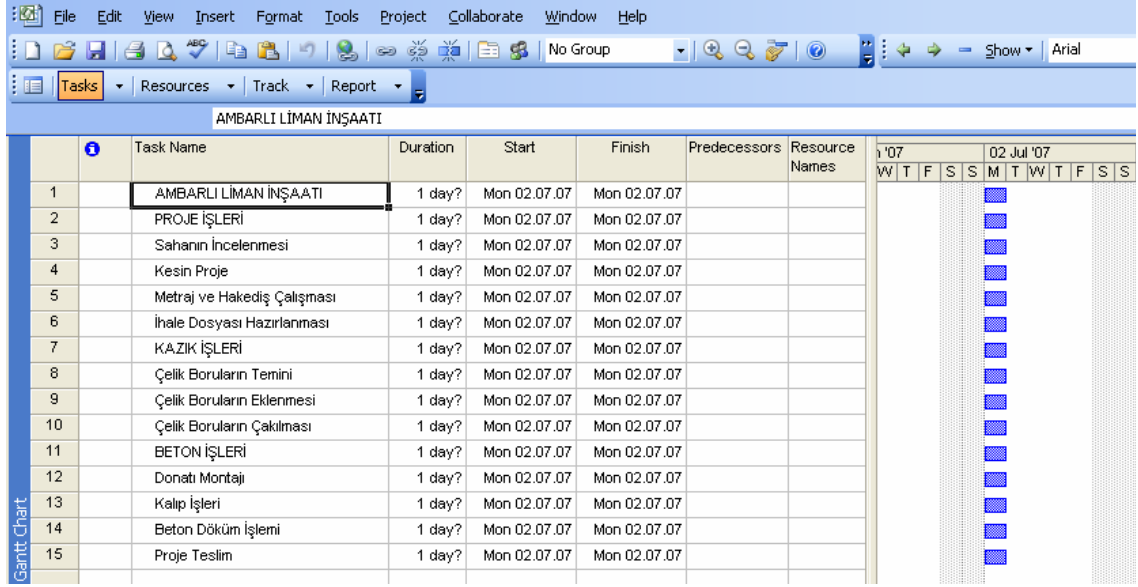
4.3.1.1. Yazılımın Genel Tanıtımı

- *Proje planı yapılır:* Proje takvimi yaratılır; proje başlangıç tarihi ve takvimi dosyaya bağlanır.



Şekil 4.5 Proje Planı Yapılması

- *Görev listesi yaratılır:* Aktiviteler tanımlanır, süre tanımının esasları belirlenir; aktivite çeşitleri tespit edilir, birlikte çalışma kuralları oluşturulur, aktivite bağları tanımlanır, önalma ve bekletme zamanları tanımlanır, kesintisiz çalışma zamanları tanımlanır, özel aktiviteler tanımlanır, periyodik olarak tekrar eden aktiviteler belirlenir, aktivitelere kısıtlamalar getirilir.



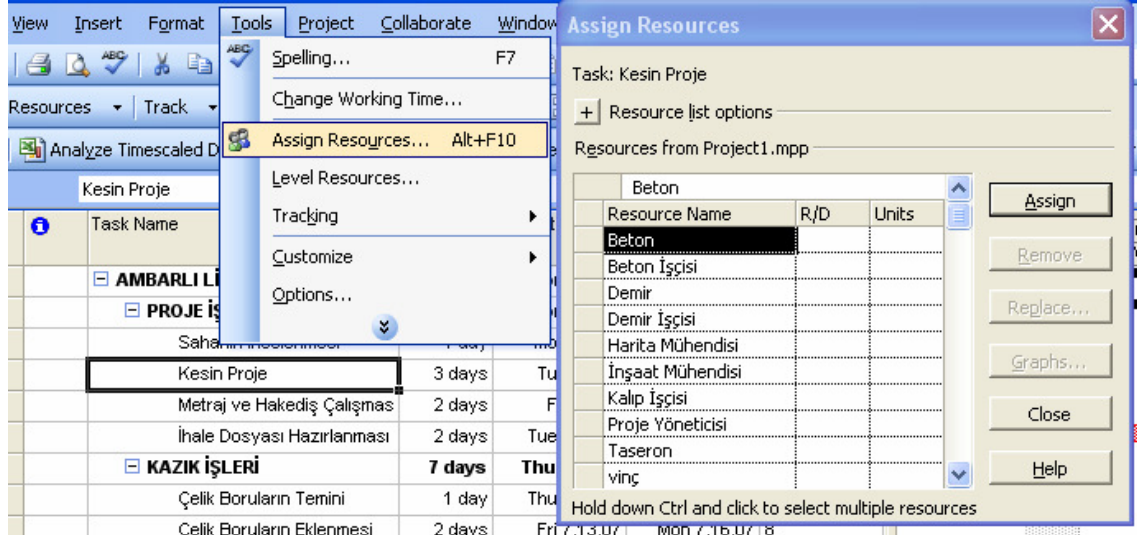
Şekil 4.6 Görev Listesi Yaratılması

- *Kaynaklar ayarlanır:* Kullanılacak kaynaklar belirlenir, kaynak tanımlama tablosu oluşturulur, kaynaklar için takvim oluşturulur, aktivitelere kaynak atanır, fazla mesai tanımlanır, kaynak ücretleri tanımlanır, malzeme fiyatları tanımlanır, diğer giderler tanımlanır, proje bütçesi çıkarılır.

	Resource Name	Type	Material Label	Initials	Group	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate	Cost/Use	Accrue At	Base Calendar	Code
1	İnşaat Mühendisi	Work		İnş. Müh.	Mühendis	400%	10,00 TL/hrs	15,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
2	Proje Yöneticisi	Work		P. Y.	Mühendis	100%	20,00 TL/hrs	30,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
3	Harita Mühendisi	Work		H. Müh.	Mühendis	200%	10,00 TL/hrs	15,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
4	Beton İşçisi	Work		Bet. İş.	İşçi	1.000%	5,00 TL/hrs	8,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
5	Demir İşçisi	Work		Dem. İş.	İşçi	1.000%	5,00 TL/hrs	8,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
6	Kalıp İşçisi	Work		Kal. İş.	İşçi	800%	5,00 TL/hrs	8,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
7	Beton	Material	m3	B	Malzeme		80,00 TL		0,00 TL	Prorated		
8	Demir	Material	Ton	D	Malzeme		900,00 TL		0,00 TL	Prorated		
9	vinç	Work		Vnc	Ekipman	100%	50,00 TL/hrs	50,00 TL/hrs	0,00 TL	Prorated	Standard	
10	Taseron	Material	Adet	T	Taseron		150,00 TL		0,00 TL	Prorated		

Şekil 4.7 (a) Kaynak Tanımlamaları

- *Görevlere kaynaklar atanır:* İş ayrışım yapısı (WBS) oluşturulur, WBS kodları verilir, görünümler gözden geçirilir, tablolar kullanılır ve yeni tablo yaratılır, görünüm ve tablolar arasındaki bağlantılar kurulur, bar diyagramlar tanımlanır ve uyarlamalar yapılır, network şeması kurulur ve uyarlamalar yapılır.



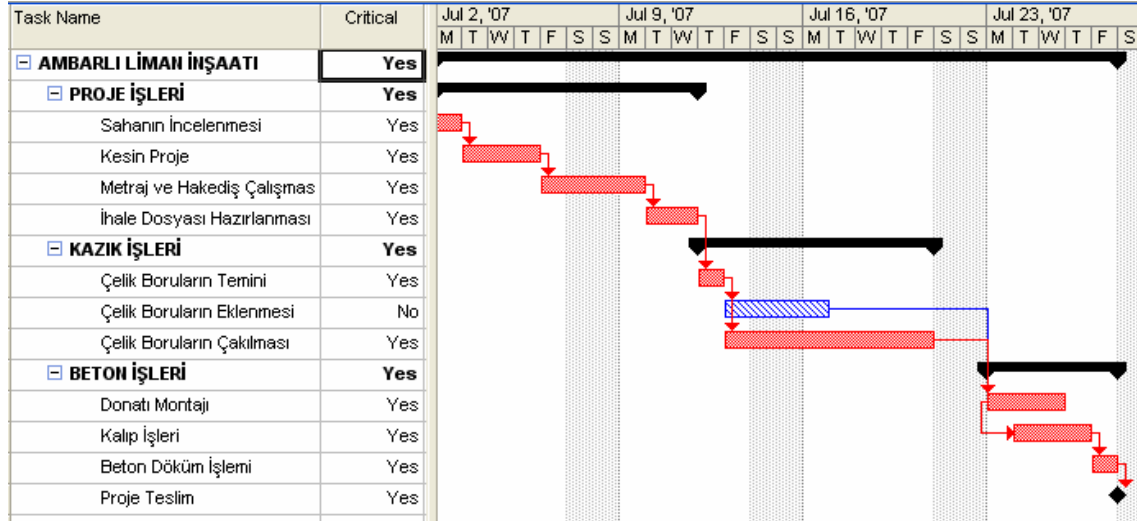
Şekil 4.7 (b) Kaynak Tanımlamaları

10	Çelik Boruların Çakılması	6 days	Fri 7.13.07	Fri 7.20.07	8
11	BETON İŞLERİ	5 days	Mon 7.23.07	Fri 7.27.07	
12	Donatı Montajı	3 days	Mon 7.23.07	Wed 7.25.07	10;9

Name:	Çelik Boruların Çakılması	Duration:	6d	☒ Effort driven	Previous	Next
Start:	Fri 7.13.07	Finish:	Fri 7.20.07	Task type:	Fixed Units	% Complete: 0%
ID	Resource Name	Units	Cost	Baseline Cost	Act. Cost	Rem. Cost
10	Taseron	10 Adet	1.500,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	1.500,00 TL

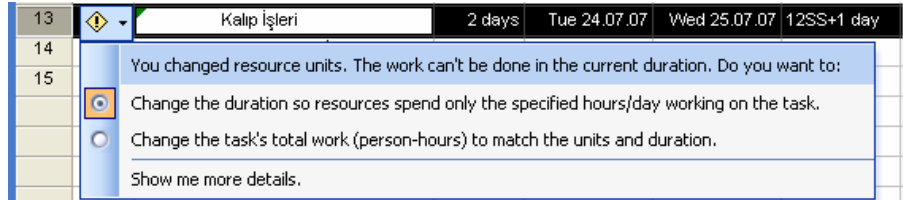
Şekil 4.8 Görevlere Kaynakların Atanması

- *Görevlerdeki süreç izlenir:* Kritik yol seçilir (CPM), bolluk değeri belirlenir, kritik aktiviteler belirlenir, kritik yolu etkileyen faktörler tespit edilir, kritik yolu iyileştirme yöntemleri gözden geçirilir.



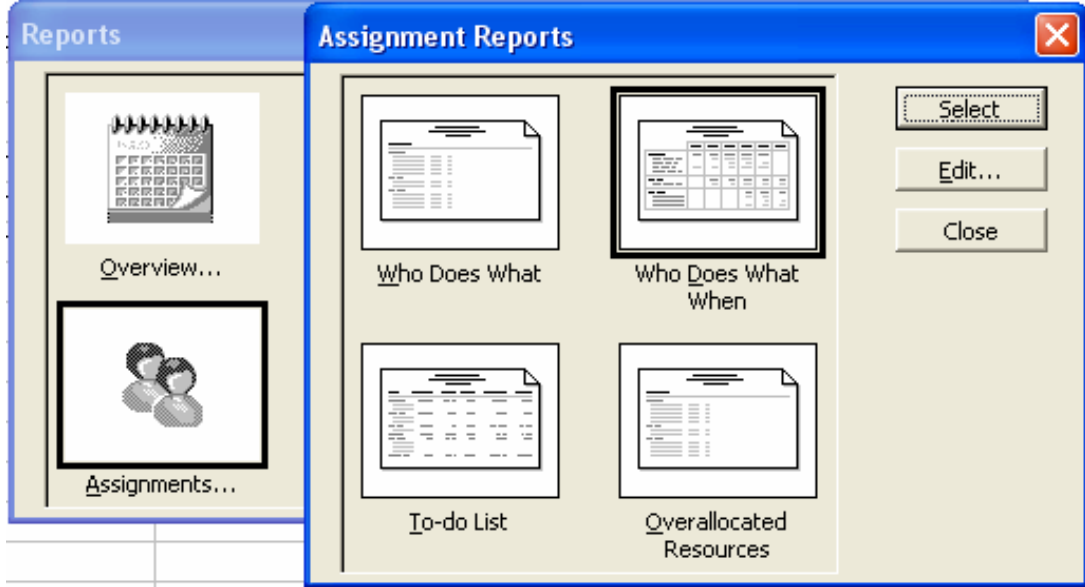
Şekil 4.9 Görevlerdeki Sürecin İzlenmesi

- *Kaynak dengeleme işlemleri yapılır:* Fazla yükleme yapılmış kaynaklar belirlenir, az yükleme yapılmış kaynaklar saptanır, otomatik kaynak dengelemeleri yapılır, kaynak dengelemesi yapılırken kritik hususlara dikkat edilir, dengeleme için gerekli işlemler elle yapılır.



Şekil 4.10 Kaynak Dengeleme İşlemleri

- *Proje kontrol süreçleri değerlendirilir:* Kazanılmış değer analizi (earned value) yapılır, yöntem seçimi yapılır (% 0-100 kazanılmış değer metodu, yüzde başlama-yüzde bitiş metodu...), kazanılmış değer analizi kullanılarak sapmalar kontrol edilir, program sapmaları ve maliyet sapmaları izlenir.
- *Raporlamalar Alınır:* Standart raporlamalar yapılır, özelleştirilmiş raporlar tasarlanır, proje kapama raporu entegrasyonu sağlanır.



Şekil 4.11 (a) Raporlamaların Alınması

36	Donatı Montajı						
37	Cost	0,00 TL	1.840,00 TL	2.780,00 TL	4.740,00 TL	0,00 TL	0,00 TL
38	Cumulative Cost	0,00 TL	1.840,00 TL	4.620,00 TL	9.360,00 TL	9.360,00 TL	9.360,00 TL
39	Kalıp İşleri						
40	Cost	0,00 TL	0,00 TL	240,00 TL	240,00 TL	240,00 TL	0,00 TL
41	Cumulative Cost	0,00 TL	0,00 TL	240,00 TL	480,00 TL	720,00 TL	720,00 TL
42	Beton Döküm İşlemi						
43	Cost	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	8.160,00 TL
44	Cumulative Cost	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	8.160,00 TL
45	Proje Teslim						
46	Cost	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL
47	Cumulative Cost	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL	0,00 TL
48	Total						
49	Cost	0,00 TL	1.840,00 TL	3.020,00 TL	4.980,00 TL	240,00 TL	8.160,00 TL
50	Cumulative Cost	3.980,00 TL	5.820,00 TL	8.840,00 TL	13.820,00 TL	14.060,00 TL	22.220,00 TL
51	Days	22.07.2007	23.07.2007	24.07.2007	25.07.2007	26.07.2007	27.07.2007

Şekil 4.11 (b) Raporlamaların Alınması

4.3.1.2. Yazılımın Özellikleri

Programın bazı özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

- Projede çalışılan zaman ayarlanabilir. Hafta tatilleri, bayram ve benzeri tatillerin bilgisayara girilmesi, çalışma süresinin belirlenmesi mümkündür. Bu proje için Pazar günleri hafta tatili olarak kabul edilmiş, günlük çalışma süresi standart olarak 8 saat alınmıştır. İstanbul bölgesi geçmiş yirmi yıllık meteorolojik veriler değerlendirilmiş,

kış mevsiminde son yirmi yılın en düşük sıcaklık ortalamasının +3 °C olduğu görüldüğünden kış mevsiminde çalışılmayan ay kaydedilmemiştir.

- Faaliyetlerin kaynak ihtiyaçları girilmekte ve kaynak maliyetleri toplamından program otomatik olarak faaliyet maliyetlerini ortaya koymaktadır.
- Proje faaliyetleri ve kaynaklarına ilişkin değişiklikler yapmak mümkündür. Bu değişiklikler, faaliyet eklenmesi, faaliyet çıkarılması, faaliyet yerlerinin değiştirilmesi, kaynak eklenip çıkarılması, kaynak maliyetlerinin değiştirilmesi, kaynak kapasitelerinin değiştirilmesi şeklinde sıralanabilir.
- Projeye ait faaliyet listesinin, süresinin ve önceliklerinin bilgisayara girilmesi gannt şemasının ve şebeke diyagramının çizilebilmesi için yeterlidir. Bu diyagramlarla ilgili çıktıların istenen boyutlarda alınabilmesi mümkündür.
- Şebeke diyagramı üzerinde her faaliyetin ne zaman başlayıp ne zaman biteceği, faaliyetin kritik olup olmadığı, en erken ve en geç başlama zamanı, en erken ve en geç bitiş zamanı, kullandığı kaynaklar, maliyeti, tamamlanma oranı gibi bilgileri görüntülenip yazdırılabilir.
- Kaynakların hangi faaliyetlerde kullanıldığı, kullanım zamanları, kullanım miktarı, maliyeti, kaynak kapasitesinde darboğaz olup olmadığı bilgisayar ekranından görüntülenip yazdırılabilir.
- Program projenin takibine imkan sağlar. Temel olarak kaydedilen program projenin planlanan durumudur ve daha sonra gerçekleşen durumun bilgisayara girilmesi ile planlanan ve gerçekleşen durumun karşılaştırılması mümkün hale gelir.
- Programın raporlar menüsünden proje özeti, kritik faaliyetler, önemli faaliyetler ve çalışma zamanları rapor halinde alınabilir. Yine bütçe, nakit akışı, planlanan ve mevcut durumun maliyet ve zaman açısından karşılaştırıldığı kazanılmış değer tabloları raporlar menüsünden elde edilebilir. Bunlar dışında kaynaklar, devam eden faaliyetler, maliyetler gibi bir çok raporun yazdırılabilmesi mümkündür.

4.3.2. Zaman Analizinin Yapılması

Faaliyetler, öncelikler ve her faaliyet için gerekli olan kaynakların nasıl tespit edildiği anlatılmıştı. Bütün bu bilgileri kullanarak tezin asıl konusu olan kazanılmış değer analizi uygulamalarını gerçekleştirmek mümkündür. Ancak daha öncesinde projenin

zaman analizinin yapılması ve proje bitim süresi, kritik faaliyetler, belirli tarihlerde yürümesi gereken işler gibi önemli olayların tespit edilmesi doğru yaklaşım olacaktır.

Proje bir yabancı yatırım ortaklığını da ihtiva ettiğinden faz ve safhalar birbirleriyle bağlantılı ancak ayrılamaz özelliklere sahiptir. Örneğin Japon firmasının Üsküdar tüp geçit bağlantısını yapmaya başlayabilmesi için, yerli firmanın istasyon biniş katını tamamlaması gerekmektedir.

4.3.2.1. Gantt Şemasının Oluşturulması

Programa proje faaliyetleri, süreleri ve faaliyetler arası öncelik ilişkileri girildiği takdirde belirlenen proje başlama tarihinden itibaren faaliyetler otomatik olarak başlatılmakta ve faaliyet başlangıç ve bitiş tarihleri program tarafından atanmaktadır. Bu şekilde oluşan listenin gantt şeması MS Project tarafından otomatik olarak oluşturulmaktadır. Elde edilen gantt şemasında planlanan işi meydana getiren faaliyetler süreleriyle orantılı uzunlukta yatay çizgilerle gösterilmişlerdir. Gantt şemasında projenin tamamlanması için gerekli süreler ve her faaliyetin başlangıç ve bitiş tarihleri kolaylıkla görülebilir. Ayrıca gantt şeması kolay okunması ve anlaşılması sebebiyle yönetim ve izleme faaliyetlerinde çokça kullanılmaktadır. Proje için elde edilen gantt şeması EK- A2 de verilmiştir.

4.3.2.2. Ağ Diyagramının Oluşturulması

Projenin tamamlanması için gerekli sürenin ne kadar olduğu ve her faaliyetin başlangıç ve bitiş tarihlerinin neler olduğu kadar, projenin zamanında tamamlanabilmesi için, hangi faaliyetlerin kritik olduğu ve planlanan süre içerisinde tamamen bitirilmesi gerektiği ve hangi faaliyetlerin kritik olmadığı ve projenin süresini geciktirmeyecek şekilde bu faaliyetlerin sürelerinin ne kadar uzatılabileceği de bir proje yöneticisi için önemlidir.

Gantt şeması elde edilen projenin MS Project programında şebeke diyagramının elde edilmesi mümkündür. Şebeke diyagramında her faaliyete ait en erken ve en geç başlama ile en erken ve en geç bitiş tarihlerini görmek mümkündür. Proje şebeke diyagramının bir çok değişik şekilde görüntülenmesi, örneğin diyagram üzerinde faaliyetin

tamamlanan yüzdesi, kaynakları, maliyeti gibi bir çok değişik durumun görüntülenmesi mümkündür. Bilindiği gibi en erken başlama ve en geç başlama arasındaki süre bir faaliyetin bolluğunu vermektedir. Buna göre bolluğu sıfır olan, yani geciktirilmesi proje bitim süresinin uzamasına sebep olacak kritik faaliyetler şebeke diyagramında farklı renkle gösterilir. MS Project programı ile raporlar menüsünden kritik faaliyetlerin rapor şeklinde direk olarak görüntülenmesi de mümkündür. Kritik faaliyetleri içeren faaliyet raporu EK-A4 de verilmiştir.

4.3.3. Kaynak Dengelemesinin Yapılması

Zaman analizi gerçekleştirilen projenin kaynak analizi yapılır. Bilindiği gibi kaynak analizi insan gücü, makine, ekipman, yer, malzeme, para gibi kaynakların faaliyetlere tahsis edilmesi işlemidir. Bu projenin süre açısından kaynak kısıtı söz konusu değildir. Bununla birlikte herhangi bir zamanda şantiyede bulunması gereken işgücü miktarının cins ve büyüklüğünün bilinebilmesi ve bu işgücünün şantiyede mümkün olduğunca düzenli ve sürekli muhafaza edilebilmesi için projenin kaynak analizinin yapılması zorunludur.

4.3.3.1. Kaynak Grafiklerinin İncelenmesi

Kaynak analizi bölümünde de bahsedildiği gibi işlemler kaynak toplamalarının bulunması ile başlar. Bu toplamalar eldeki kaynak miktarları ile karşılaştırılarak kaynak dengeleme işlemi yapılır. MS Project ile her bir kaynağa ait kaynak toplamalarının direk olarak bilgisayarda görülebilmesi mümkündür. Kullanılan kaynaklara ait kaynak bilgileri EK-B de verilmiştir.

4.3.3.2. Kaynak Kapasite Miktarının Belirlenmesi

Kaynak analizinin yapılabilmesi için kaynak kapasite miktarlarının bilgisayara girilmesi gereklidir. İşgücü kapasitesini sınırsız kabul etmek mümkün değildir. Çünkü istenilen kalitede işgücünü zamanında elde edebilmek ve bunu mümkün olduğunca sürekli muhafaza edebilmek için belirli bir kapasite tespiti şarttır. Bu proje için elde edilebilir maksimum işgücü sayısında kesin bir sınır söz konusu olmadığı için maksimum kapasiteler tecrübi olarak tespit edilmiştir.

4.3.3.3. Kaynak Dengelemesinin Yapılması

Kaynak grafikleri incelenmesi doğrultusunda maksimum kaynaklar tespit edilmiştir. Fazla yükleme yapılan kaynakların dengelenebilmesi için MS Project programında birkaç seçenek mevcuttur. Bunlar dengelemenin tampon zamanlar içerisinde yapılması yani proje süresi uzatılmadan yapılması, değişken ekip büyüklüklerine izin verilmesi, bir eylemin parçalara ayrılabilmesi veya bir faaliyete ara verilebilmesi gibi seçenekleridir. Bu çalışmada kaynak dengelemesi proje süresi içerisinde yapılmıştır.

4.3.4. Kazanılmış Değer Hesaplamaları

Maliyet analizi bölümünde ifade edildiği gibi bir projenin üç temel unsuru; zaman, kalite ve maliyettir. Bu açıdan proje yönetimi faaliyetlerinin en önemli boyutu maliyet yönetimi ve analizi boyutudur. Proje maliyet yönetimi, projenin onaylanmış bütçe sınırları içerisinde tamamlanmasını sağlayan gerekli süreçleri tanımlar. Kaynak planlaması, maliyet tahmini, maliyet bütçeleme ve maliyet kontrolünü kapsar. Kaynak planlaması yapılan projenin maliyet tahmini MS Project programında raporlar menüsünden alınacak bütçe ile ortaya konulabilir. Yine aynı şekilde proje için gerekli nakit akışı da raporlardan elde edilebilir.

Proje genel durumundan elde edilen bilgiye göre bu projenin toplam maliyeti 53.925.324 YTL'dir. EK-A1'de proje genel durumu ile birlikte EK-C1'de faaliyetler için gerekli nakit akışı yıllar bazında verilmiştir. Nakit akışını aylık, hatta haftalık bazda elde etmek de mümkündür. Projenin maliyet kontrolünün yapılması projenin kazanılmış değer analizinin yapılması ile mümkündür.

4.3.4.1. Başlangıç Planlaması

Kazanılmış değer hesaplamalarına geçmeden önce proje özeti hakkında bilgi vermekte fayda vardır. Proje başlangıç planlaması halinde karşılaştırmalara imkan vermesi açısından esas plan (baseline) olarak kaydedilmiştir. Bu durumda proje 03 Mart 2004 tarihinde başlamakta ve 17 Aralık 2012 tarihinde sona ermektedir. Toplam yüzelli faaliyetin 53.925.324 YTL maliyet ile 2561 günde gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

4.3.4.2. Birinci Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri

Projenin ilk dönemi 03.03.2004 - 06.10.2005 tarihleri arasındadır. Projenin yaklaşık birbuçuk yıllık bu süre için gerçekleşen maliyetleri girilmiştir. Oluşan yeni durumda EV elemanlarının değerleri Tablo 4.8’ de verilmiştir. Projenin ilk döneminde gerçekleştirilen faaliyetler yer teslimi ve başlangıç, proje aşaması, inşaat alanı hazırlık ve kazı, hafriyat-zemin ana aktivitelerine ait olduğundan, diğer aktiviteler bu tabloya eklenmemiştir.

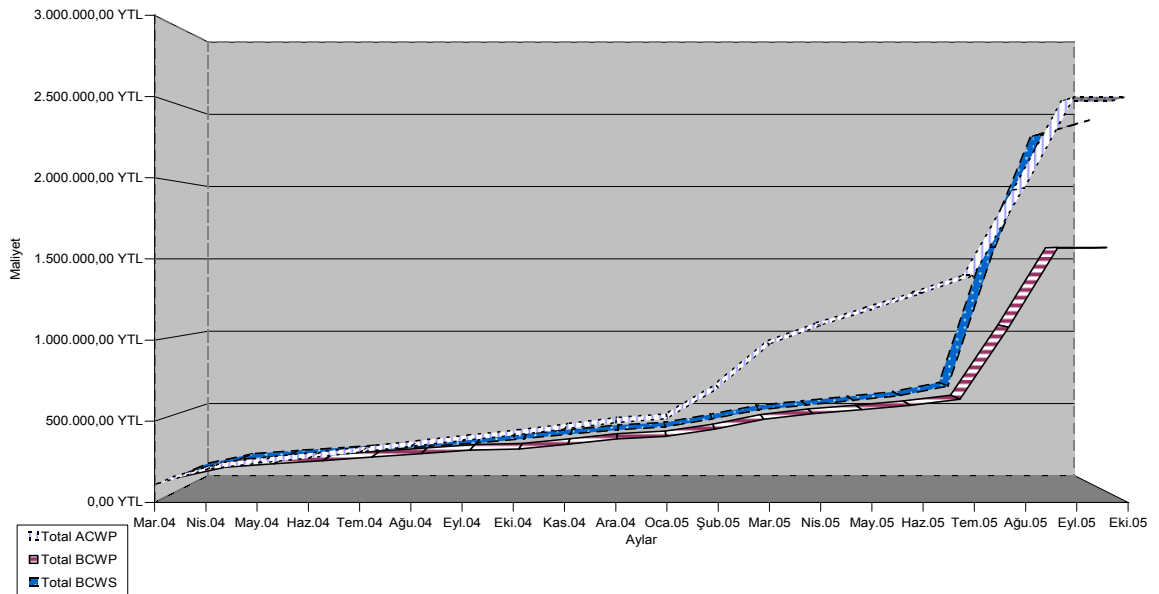
Tablo 4.8 Birinci Dönem Kazanılmış Değerleri

AŞAMALAR ELEMENLAR	YER TESLİMİ VE BAŞLANGIÇ (YTL)	PROJE AŞAMASI (YTL)	İNŞAAT ALANI HAZIRLIK (YTL)	KAZI HAFRİYAT VE ZEMİN (YTL)	PROJE BİTİŞİ (YTL)
BCWS (PV)	2.760,00	270.000,00	350.680,00	1.806.067,00	2.429.507,00
BCWP (EV)	2.760,00	270.000,00	303.061,00	998.169,00	1.573.990,00
ACWP (AC)	5.300,00	400.070,00	948.962,00	1.150.016,00	2.504.348,00
POC	% 100	% 100	% 86	% 1	% 6
CV	(-2.540,00)	(-130.070,00)	(-645.901,00)	(-151.847,00)	(-930.358,00)
SV	(0,00)	(0,00)	(-47.619,00)	(-807.898,00)	(-855.517,00)
CPI	0,52	0,67	0,32	0,87	0,63
SPI	1,00	1,00	0,86	0,55	0,65
CSI	0,52	0,67	0,2752	0,4785	0,4095
BAC	2.760,00	270.000,00	350.680,00	12.885.431,00	53.925.324,00
ETC	0,00	0,00	149.107,00	13.695.620,00	83.295.284,00
EAC	5.300,00	400.070,00	1.098.069,00	14.845.636,00	85.799.632,00
VAC	(-2.540,00)	(-130.070,00)	(-747.389,00)	(-1.960.205,00)	(-31.874.308,00)
TCCPI	0,00	0,00	-0,0796	1,0129	1,0181

Tablo verileri incelendiğinde; projenin bu döneminde yer teslimi ve başlangıç faaliyetleri için planlanan 2.760 YTL’ lik işin 2.760 YTL’lik kısmı, yani tamamı 5.300 YTL maliyetle tamamlanmıştır. Proje aşamasında planlanan 270.000 YTL’ lik işin yine tamamı 400.070 YTL maliyetle, inşaat alanı hazırlık safhasında planlanan 350.680 YTL’ lik işin 303.061 YTL’ lik kısmı 948.962 YTL maliyetle ve kazı, hafriyat-zemin safhasında planlanan 1.806.067 YTL’ lik işin 998.169 YTL’ lik kısmı 1.150.016 YTL maliyetle tamamlanmıştır.

Kazı, hafriyat-zemin safhasına kadar olan aktivitelerde ciddi bir program sapması yaşanmazken bu safhada program performans endeksi % 55' e gerilemiştir. Maliyet sapmaları ise daha büyük seviyelerde gerçekleşmiş, ortalama maliyet performans endeksi % 63 gibi oldukça dikkat çekici seviyede gerçekleşmiştir. En büyük maliyet sapması ise inşaat hazırlık safhasında (%32) ve yer teslimi – başlangıç safhasında (%52) görülmüştür. Bunun sebebi incelendiğinde proje onayı ve trafik yönetimi faaliyetleri esnasında, DLH Genel Müdürlüğü ile Büyükşehir Belediye Başkanlığı birimleri ile arada yaşanan protokol sıkıntılarının oluşturduğu direk maliyetlerin olduğu görülmüştür. İleride benzer faaliyetler bulunmadığından bu kapsamda alınabilecek herhangi bir tedbir bulunmamıştır.

Kazı, hafriyat – zemin safhasında ise esas göze çarpan sapma program sapması olmuştur. Maliyet farkları kabul edilebilir seviyelerde iken program için hızlandırıcı tedbirlere ihtiyaç vardır. Diyafram duvar kazısı ile saha kazısını yüklenen taşeronlarla iş süresini kısaltıcı yeni bir protokoller yapılması veya sözleşmelerin güncellenmesi konusu irdelenmelidir. Tamamlanma performans endeksinin (TCCPI) 1,0209 seviyesinde olduğu, yapılan hesaplamalardan kolayca görülebilmektedir. Şekil 4.12' de Kazanılmış Değer Grafiği verilmiştir.



Şekil 4.12 Birinci Dönem Kazanılmış Değer Grafiği

4.3.4.3. İkinci Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri

Projenin ikinci dönemi 06.10.2005 - 05.01.2008 tarihleri arasındadır. Gerçekleşen maliyetler ve program girilerek projenin güncellemesi yapılmıştır. Oluşan yeni süre ve maliyetlere göre EV elemanlarının değerleri Tablo 4.9’ da verilmiştir.

Tablo 4.9 İkinci Dönem Kazanılmış Değerleri

AŞAMALAR ELEMENLAR	YER TESLİMİ VE BAŞLANGIÇ (YTL)	PROJE AŞAMASI (YTL)	İNŞAAT ALANI HAZIRLIK (YTL)	KAZI HAFRİYAT VE ZEMİN (YTL)	İNŞAAT: İKSA (YTL)	PROJE BİTİŞİ (YTL)
BCWS (PV)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	5.031.509,00	4.881.966,00	11.382.075,00
BCWP (EV)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	4.645.727,00	1.548.770,00	7.663.097,00
ACWP (AC)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	5.372.527,00	3.334.316,00	10.175.444,00
POC	% 100	% 100	% 100	% 26	% 19	% 21
CV	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(-726.801,00)	(-1.785.546,00)	(-2.512.347,00)
SV	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(-385.782,00)	(-3.333.196,00)	(-3.718.978,00)
CPI	1,00	1,00	1,00	0,86	0,46	0,75
SPI	1,00	1,00	1,00	0,92	0,32	0,67
CSI	1,00	1,00	1,00	0,7912	0,1472	0,5025
BAC	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	13.971.336,00	23.025.790,00	55.856.389,00
ETC	0,00	0,00	0,00	10.784.554,00	46.237.450,00	63.993.466,00
EAC	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	16.157.081,00	49.571.766,00	74.168.910,00
VAC	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(-2.185.746,00)	(-26.545.976,00)	(-18.312.522,00)
TCCPI	0,00	0,00	0,00	1,0845	1,0907	1,0549

Projenin ikinci döneminde gerçekleştirilen faaliyetler, yer teslimi ve başlangıç, proje aşaması, inşaat alanı hazırlık, kazı, hafriyat-zemin ve inşaat: iksa aktiviteleridir. Diğer aktiviteler henüz başlamamıştır.

Tablo verileri incelendiğinde; güncellenen yeni maliyet ve sürelerle göre projenin bu safhasında yer teslimi ve başlangıç, proje aşaması ve inşaat alanı hazırlık aktivitelerinin tamamının güncellenen sayısal veriler değişmeden tamamlandığı, maliyetlerin sırasıyla 5.300 YTL, 400.070 YTL, 1.063.230 YTL olarak gerçekleştiği görülmektedir. Kazı, hafriyat-zemin safhasında ise planlanan / güncellenen 5.031.509 YTL’ lik işin

4.645.727 YTL' lik kısmı 5.372.527 YTL maliyetle yapılmıştır. Tamamlanma oranı % 26 olup faaliyetler halen devam etmektedir. Yine inşaat: iksa safhasında da planlanan 4.881.966 YTL' lik işin 1.548.770 YTL' lik kısmı 3.334.316 YTL maliyetle yapılmıştır, tamamlanma oranı % 19' dur.

Bir önceki dönemde program sapmasının giderilmesi için alınan tedbirler faaliyetlere kısmen hız kazandırmıştır. Kazı, hafriyat-zemin safhasında program performans endeksi % 92 olarak kaydedilmiş, ancak maliyet performansı endeksi % 86 gibi daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Yine de bu değerler kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır. Ancak inşaat: iksa aktiviteleri başlatıldığında hem program, hem de maliyet krizi yaşanmıştır.

Burada inşaat demiri fiyatlarının % 120-130 gibi çok yüksek artış göstermesi maliyet performans endeksinin % 46' ya düşmesinin başlıca sebeplerindendir. Bu durum şüphesiz devam edecek aktivitelerdeki maliyetleri de etkileyeceğinden, yönetim tarafından projenin ciddi bir şekilde gözden geçirilmesi ve DLH Genel Müdürlüğünden gerekli fiyat farkının mevcut prosedürler dahilinde talep edilmesi zaruri hale gelmiştir. Yine aynı safhadaki program performans endeksinin % 32 seviyesinde gerçekleşmesi de kabul edilebilir bir durum olarak gözükmemektedir.

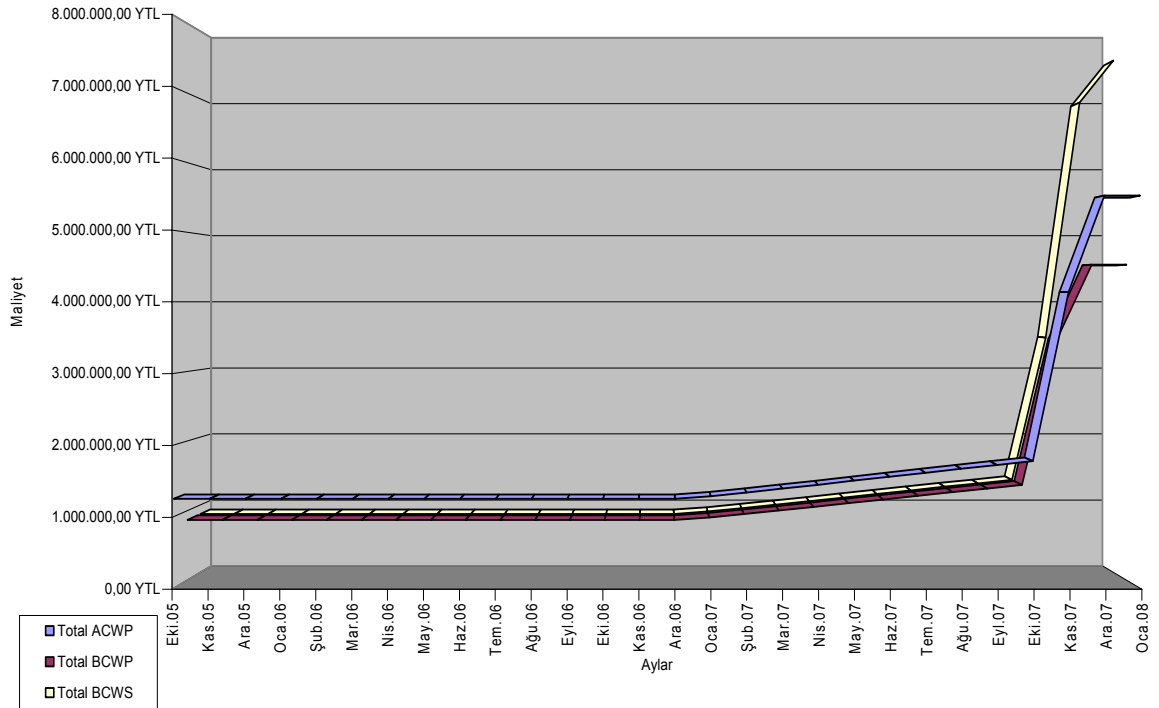
İnşaatın gelişimi dikkatle izlendiğinde iksa aktivitelerinde ciddi problemlerle karşılaşıldığı rahatlıkla görülebilecektir. Burada önceden planlanıp tespit edilen sabit röper noktalarında z yönünde deplasmanlar görülmüş, bu nedenle topografik çalışmalar bir kez daha gözden geçirilmiş, anakaya üzerindeki tabakalarda yer değiştirme olup olmadığı incelenmiştir. -20,00m. ile -28,00m. derinliklerde hidrostatik basınç tahmin edilen değerlerin üzerinde gerçekleşmiş, bu nedenle strutların dayanabileceği maksimum gerilmeler tekrar hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda strut başına 3000 ton yanal hidrostatik basınç etkidiği görülmüş, bunun üzerine her strutın uygun görülen noktalarına gerilmelerin anlık ölçülmesi için strengerler yerleştirilmiştir.

Yukarıda anlatılan hususlar inşaa faaliyetlerini ciddi ölçüde etkilemiş ve çok büyük boyutta program sapmasına sebep olmuştur.

İkinci aktiviteleri için program tamamlanma endeksi,

$$TCPI = \frac{BAC - BCWP}{EAC - ACWP} = \frac{23.025.790 - 1.548.770}{49.571.766 - 3.334.316} = \frac{21.477.020}{46.237.450} = \%46,5$$

bulunmuştur. Proje yöneticisinin program ve maliyet sapmalarının giderilmesi için yönetim kurulundan olağanüstü toplantı talep ederek acil eylem tedbirlerini yürürlüğe koyması gerekmektedir. Şekil 4.13’ te Kazanılmış Değer Grafiği verilmiştir.



Şekil 4.13 İkinci Dönem Kazanılmış Değer Grafiği

4.3.4.4. Üçüncü Dönem Kazanılmış Değer İncelemeleri

Projenin üçüncü dönemi 05.01.2008 - 10.05.2008 tarihleri arasındadır. Gerçekleşen maliyetler ve program girilerek projenin güncellemesi yapılmıştır. Oluşan yeni süre ve maliyetlere göre EV elemanlarının değerleri Tablo 4.10’ da verilmiştir.

Tablo 4.10 Üçüncü Dönem Kazanılmış Değerleri

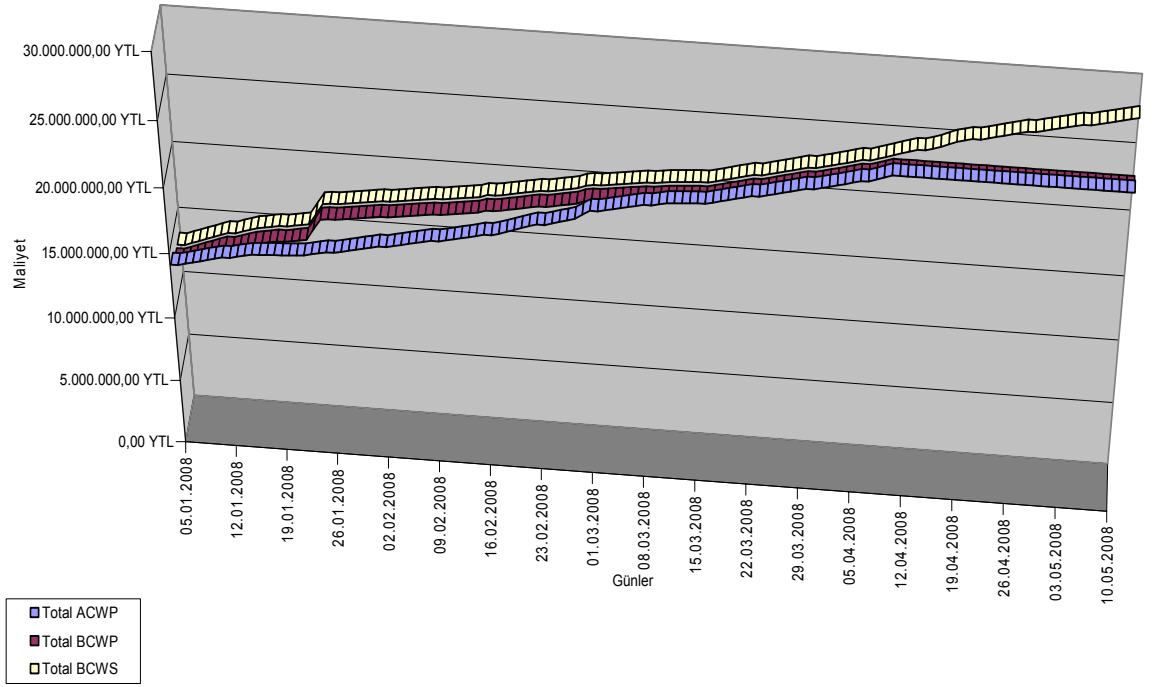
AŞAMALAR ELEMENLAR	YER TESLİMİ VE BAŞLANGIÇ (YTL)	PROJE AŞAMASI (YTL)	İNŞAAT ALANI HAZIRLIK (YTL)	KAZI HAFRIYAT VE ZEMİN (YTL)	İNŞAAT: İKSA (YTL)	PROJE BİTİŞİ (YTL)
BCWS (PV)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	9.369.473,00	16.978.287,00	27.816.359,00
BCWP (EV)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	8.250.401,00	14.132.998,00	23.851.999,00
ACWP (AC)	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	8.246.363,00	14.976.947,00	24.691.911,00
POC	% 100	% 100	% 100	% 34	% 61	% 27
CV	(0,00)	(0,00)	(0,00)	4.038,00	(-843.950,00)	(-839.912,00)
SV	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(-1.119.072,00)	(-2.845.288,00)	(-3.964.360,00)
CPI	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,97
SPI	1,00	1,00	1,00	0,88	0,83	0,86
CSI	1,00	1,00	1,00	0,88	0,7802	0,8342
BAC	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	17.344.216,00	28.110.300,00	64.695.531,00
ETC	0,00	0,00	0,00	9.089.364,00	14.811.955,00	42.281.775,00
EAC	5.300,00	400.070,00	1.063.230,00	17.335.727,00	29.788.903,00	66.973.686,00
VAC	(0,00)	(0,00)	(0,00)	8.489,00	(-1.678.603)	(-2.278.155,00)
TCCPI	0,00	0,00	0,00	0,9995	1,0643	1,0209

Bu dönemde de ikinci dönemdeki ana aktiviteler mevcuttur. Diğer aktiviteler henüz başlamadığından tabloda yer verilmemiştir. Tablo verileri incelendiğinde; yeni maliyet ve süreler göre maliyet performans endeksleri uygun görülmüştür. İşverenden talep edilen fiyat farkları onaylanmış, program sapmalarına sebep olan ikinci bölümde anlatılan etkenlerin bertaraf edilmesi için planlanan çalışmalar sürdürülmüş, işverenden yeterli miktarda süre uzatımı alınmıştır.

Kazı, hafriyat-zemin aktivitelerinde planlanan/güncellenen 9.369.473 YTL' lik işin 8.250.401 YTL' lik kısmı 8.246.401 YTL maliyetle yapılmıştır. Faaliyetler halen devam etmekte olup tamamlanma oranı % 34' tür. İnşaat: iksa aktivitelerinde ise 16.978.287 YTL' lik işin 14.132.998 YTL' lik kısmı 14.976.948 YTL maliyetle yapılmıştır. 10 Mayıs 2008 tarihi itibarıyla tamamlanma oranı % 27 olarak görülmektedir.

Bu safhada da inşaat: iksa aktivitelerindeki program sapması % 86 olarak gerçekleşmiştir. Bu kez maliyet sapması küçük bir seviyede, program sapması ise kabul

edilebilir seviyelerdedir. Alınan tedbirler ve doğurduğu sonuçlar dikkatle izlenmeye devam edilmeli, ihtiyatlı davranılmalıdır. Şekil 4.14’ te Kazanılmış Değer Grafiği verilmiştir.



Şekil 4.14 Üçüncü Dönem Kazanılmış Değer Grafiği

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çağımızda küçük yatırımcılardan, dev şirketlere ve devletlere kadar herkes en kısa süre içerisinde sınırlı mali kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirip, mümkün olan en yüksek sosyal yada mali kazancı sağlama uğraşı içerisinde. Bu amaca ise para ve işgücü kaynağının girdi olarak kullanıldığı projelerin hayata geçirilmesi ile ulaşılmaya çalışılmaktadır. Mümkün olan en yüksek kazancı elde etmek doğru projeyi seçmeye ve projeyi doğru yönetmeye bağlıdır. Doğru proje yönetiminin en önemli iki unsuru etkin planlama ve etkin denetimdir. Projelerin gün geçtikçe büyüyen boyutları ve artan önemi doğrultusunda planlama ve denetimin daha etkin yapılabilmesinin yolları araştırılmış ve halende çalışılmaktadır. Gartner şemalarından yola çıkan bu çalışmaların en önemli iki ürünü CPM ve PERT olmuştur. Bu iki teknik ülkemizde de en çok bilinen ve kullanılan yöntemlerdir. Faaliyet sürelerinde belirsizlik bulunduğundan bu tezde CPM tekniği kullanılmıştır.

Etkin planlama kaynakların faaliyetlere en iyi şekilde dağıtılıp, projenin en kısa süre içerisinde en az maliyetle bitirilmesini hedefler. Proje süresinin kısaltılmasının daha fazla kaynak gerektirdiği, bunun da maliyetlere olumsuz yansıdığı düşünülürse bir çelişkinin yaşanması kaçınılmazdır. O halde planlama kaynak kullanımı, maliyet ve proje tamamlanma süresinin optimum birlikteliğini sağlamalıdır. Planlamada faaliyetler gereğinden az yada fazla ayrıntılı olmayacak şekilde tespit edildikten sonra bu faaliyetlerin süreleri tespit edilmelidir. Faaliyet süreleri doğal olarak kaynakların miktarına bağlıdır ve kaynak ve süre tespitini birbirinden bağımsız düşünmek mümkün değildir.

Etkin proje planlaması başarılı proje yönetiminin ilk şartı ama tek şartı değildir. Etkin proje denetimi de en az onun kadar önemlidir. Projelerin planlandığı şekliyle hayata geçirilebileceğini düşünmek imkansızdır. Kazanılmış değer proje yönetimini uygulamanın sebebi zaten plandan ayrılmaya engel olmak ya da kısa sürede tekrar arzu edilen seviyeye ulaşmaktır. Projelerde kazanılmış değerın uygulaması aşağıdaki adımlarda yapılmalıdır;

- *Adım 1* : Projeye mümkün olduğunca geniş açıdan bakmak için kapsamın tamamı tanımlanmalıdır (EVM 1 nci Kriter),

- *Adım 2* : Tüm ana kritik ihtiyaçların teşhisini içeren belirtilen işi kimin yapacağına karar verilmelidir (EVM 2 nci Kriter),
- *Adım 3* : Tanımlanan işe ait program planlanmalıdır (EVM 6 ncı Kriter),
- *Adım 4* : Gerekli kaynaklar tahmin edilmeli, bütçe resmi olarak onaylanmalıdır (EVM 9 ncu Kriter),
- *Adım 5* : Planlanmış değeri kazanılmış değere dönüştürmek için metriğe karar verilmelidir (EVM 7 nci Kriter),
- *Adım 6* : Bir proje şablonu oluşturulmalı, yönetim kontrol noktaları belirlenmeli ve hesap kontrol planı onaylanmalıdır (EVM 8 nci Kriter),
- *Adım 7* : Onaylanmış esas bütçeyle projeye ait tüm direk maliyetler sürekli kayıt altında tutulmalı, proje içi organizasyonların genel hesap defterleriyle uyum içinde bulunmasına dikkat edilmelidir (EVM 16 ncı Kriter),
- *Adım 8* : Başlangıç planındaki maliyet ve program istisnalarını saptamak için kazanılmış değer uygulaması aralıksız denetlenmelidir (EVM 22 nci Kriter),
- *Adım 9* : Kazanılmış değer verisi kullanılmalı, gerçek performansı esas alan tamamlanma maliyet ihtiyaçları sürekli tahminlenmeli ve pansuman tedbir ve faaliyetlerin uygulanması için gerekiyorsa yönetim tarafından proje birimlerine bildirim yapılması sağlanmalıdır (EVM 27 nci Kriter),
- *Adım 10* : Onaylanan ya da reddedilen tüm değişiklikleri içeren belirlenmiş esas faaliyet alanı kontrol altında bulundurulmalıdır (EVM 27 nci Kriter). (Fleming and Koppelman, 2007)

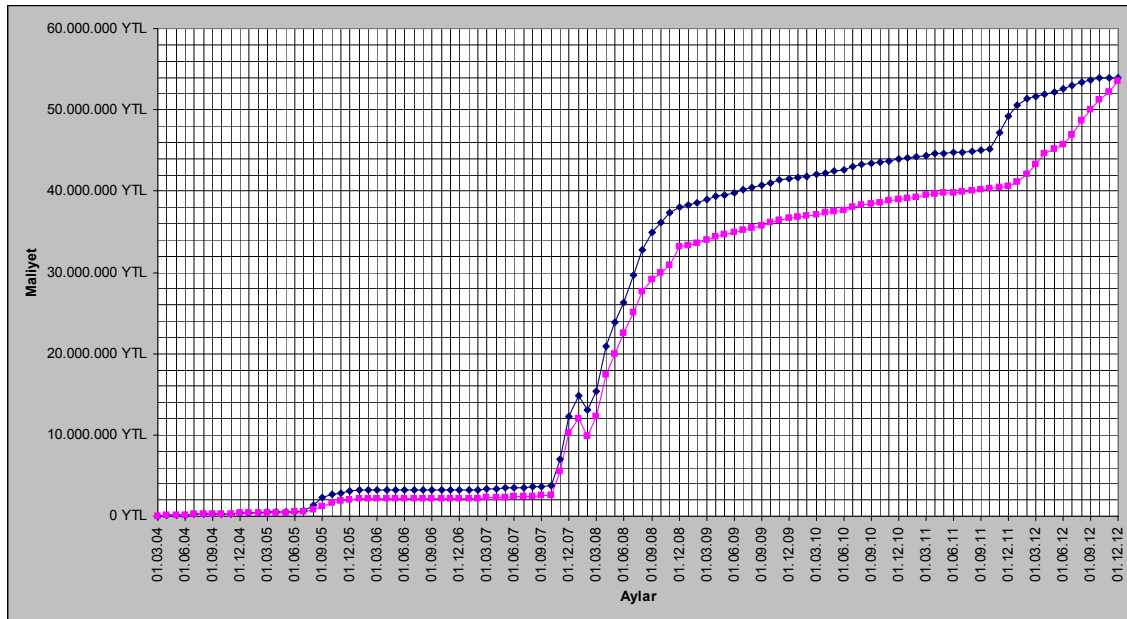
Yönetimin kendisinden veya taraflardan kaynaklanan onlarca sebep kimi zaman maliyet tahminlerini , kimi zaman süre tahminlerini yanlış çıkartabilmektedir. Bu durum kaçınılmaz olduğuna göre önemli olan tahminlerle gerçekleşen arasındaki farkı yani sapmaları önceden görebilmek ve gerekli tedbirleri alabilmektir. Tez uygulama projesinde zaman ve maliyet sapmaları ortaya konulmuş, projenin planlanan bütçe içerisinde ve planlanan zamanda bitmesinin ancak idarenin alacağı tedbirlerle mümkün olabileceği gösterilmiştir.

Birinci, ikinci ve üçüncü dönemdeki BCWS (PV), BCWP (EV), ve ACWP (AC) değerleri excell tablolarına aktarılmış ve kümülatif toplamalar alınmıştır. Alınan kümülatif toplama göre MS Project programında yeniden analiz yapılmış ve Şekil

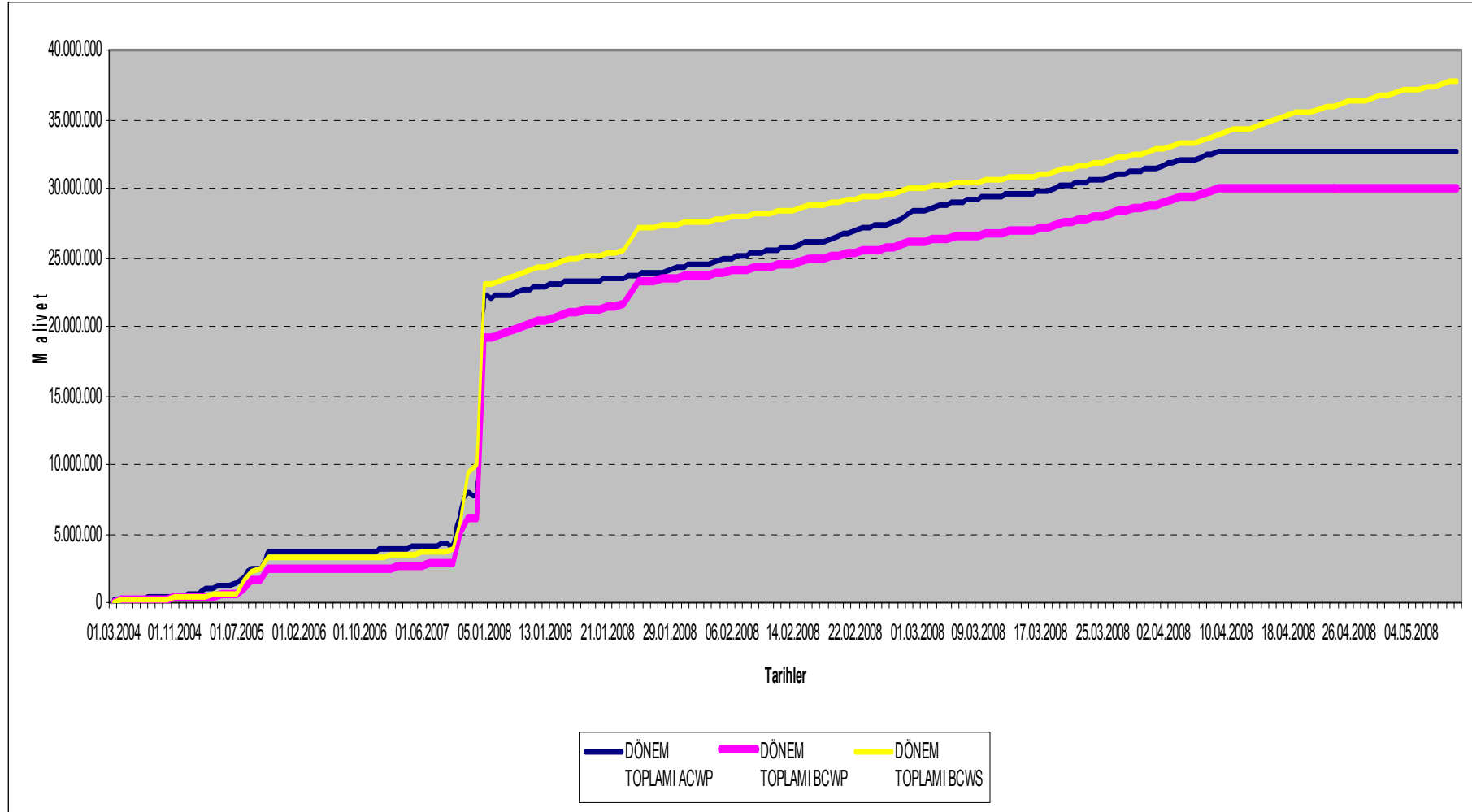
4.16'daki toplam kazanılmış değer grafiği elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde; projenin 10 Mayıs 2008 tarihi itibarıyla hem programın gerisinde hem de ciddi maliyet artışlarına sahip olduğu görülmektedir. İlgili sapmaların projenin devam eden dönemlerinde bertaraf edilebilmesi için yapılması gereken hususlar;

- Malzeme maliyetlerindeki artıştan dolayı işverenden hak taleplerini sürdürmek ve dikkatle takip etmek,
- Taşeron hakedişlerini izlemek, azalan metrajları hak edişlerden eksiltmek,
- Gider muhasebesini gözden geçirmek ve gereksiz masrafları azaltmak,
- Henüz sözleşme imzalanmamış taşeron işlerinde rekabet yaratarak sözleşme fiyatlarını düşürmek,
- Ek süre taleplerine gerektiğinde hassasiyetle devam etmek,
- Kaynak dağılımını tekrar gözden geçirerek, kritik faaliyetlerde kaynak sıkıntısı oluşmasını önlemek, aynı şekilde kaynak yığılmasına engel olmak,
- Çalışma saatlerini gözden geçirerek program kısalması – ek maliyet bağıntısını değerlendirmek, ilave çalışma saatleri oluşturmak.

Öte yandan mevcut duruma göre, projenin erken ve geç başlangıç-bitiş durumları için Şekil 4-15' de verilen Kümülatif Maliyetler Grafiği de proje yöneticisi için değerli sonuçlar içermektedir.



Şekil 4-15 Kümülatif Maliyetler Grafiği



Şekil 4.16 Toplam Kazanılmış Değer Grafiği

Sonuç olarak; ülkemizde kamu sektöründe bir çok inşaat yatırımı zamanında bitirilememekte, atanan maddi kaynaklar bazen şantiyelerin idamesine bile yetmemekte, uzayan süreler artan maliyetleri beraberinde getirmektedir. Bu genel durum dışında kamu yada özel sektör ayrımı olmaksızın proje yönetiminde planlama ve denetime yeterince önem verilmediği, bu durumun ise para ve diğer kaynakların inanılmaz derecede israf edilmesine sebep olduğu görülmektedir. Proje yönetimi anlayışının değişimi başta yöneticiler olmak üzere, projenin bütün taraflarının ortak sorumluluğundadır. Kısıtlı imkanlarla gerçekleştirilen kamu yada özel sektör projelerinden beklenen kazancın sağlanması tarafların bu sorumluluklarının bilincinde hareket etmeleri ile mümkündür.

KAYNAKLAR

1. ABBA, W. F., 1999, *Earned Value Management Systems* , Kazanılmış Değer Sempozyumu 18-24, Tokyo, Japonya.
2. BAKTIR, Elif, Ekim 2002, *Proje Yönetimi*, Aselsan Mikrodalga ve Sistem Teknolojileri Grubu,.
3. BALABAN M. ERDAL, 2005, *Proje Yönetiminde Maliyet Planlama ve Performans*, Türkiye Bilişim Derneği İstanbul Şubesi, , İstanbul.
4. BAYINDIRLIK BAKANLIĞI, 2007 *Birim Fiyat Kitabı*, Ankara.
5. CHRISTENSEN David S., 1999, *Using The EV Cost Management Report to Evalvate The Contractors Estimate at Copmletion*, Published in Acquisition Review Quarterly.
6. DANIEL M. Brandan, Jr., Ph.D., 1998, *Implementing Earned Value Easily and Effectively*, Published in Project Management Journal Christian Brothers University,.
7. DICKLEY, J.W., MILLER, L.H., 1984,*Road Project Appraisal For Developing Countries*, Chichester: John Wiley and Sons,(Little, I.M.D., Mirrlees, A.J. ,1974,*Project Appraisal and Planning for Developing Countries*, New York.) (Adler, H.A., 1971, “Economic Appraisal of Transport Projects”, EDI)
8. FLEMING, Q. W., KOPPELMAN J. M., 1998, , *A Powerful Tool for Software Project*, Earned Value Project Management.
9. FLEMING, Q. W., KOPPELMAN J. M., 1999 *Earned Value Project Management an Introduction*, The Journal of Defense Software Engineering.
10. FLEMING, Q. W., KOPPELMAN J. M., 2002, *Mitigating The Risk Associated With Construction Project* ,Earned Value Project Management.
11. FLEMING, Q. W. And KOPPELMAN J. M., 2006, *Start With “Simple” Earned Value On All Your Project*.
12. FLEMING, Q. W. And KOPPELMAN J. M., 2007, *Earned Value Project Management, Third Edition*, Project Management Institute, Newtown Square, PA
13. HIGUERA, R., 1999, *Earned Value From Risk*, Carnegie Mellon University Press, 40-51.
14. JEFFERY, S. Leavitt, CQE, PMP and PHILIP C. Nunn, 1994, *Total Quality Through Project Management*, PMP.

15. KANDİLLER, L, 2000, *Proje Yönetimi*, Savunma ve Teknoloji Eğitim Merkezi Komutanlığı Kurs Notları.
16. KESKİNEL, Fikret, 2000, *Şebeke Bazlı Bilgisayar Destekli Proje Yönetimi*, İstanbul.
17. MANİSALI, Ekrem, 2002, *İ.Ü.Müh.Mim.Fak. Proje Yönetimi Ders Notları*, İstanbul.
18. MCDANIEL, N. A, BAHNMAIER, W. W., 2000, *Scheduling Guide for Program Managers*, Defense Systems Management College Press, Fort Belvoir, VA 22060-5565, 3-17,19-51.
19. MS Project, 2003 *Proje Yönetimi Yazılımı*, Microsoft.
20. NOVA, 2007, *Performance Management Review*.
21. SOLOMON Paul, 2001, *Practical Software Measurement, Performance-Based Earned Value*, Northrog Grumman Corporation.
22. SOLOMON Paul, 2005, *Performance-Based Earned Value*, NDIA System, Engineering Conference, San Diego, CA.
23. ŞEN Esin, 2006, *KOBİ' lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
24. TEKİR, Gökrem, 2006, *Proje Yönetimi Kavramları-Metodolojisi ve Uygulamaları*, PMP, İstanbul Kurumsal Gelişim Danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri, İstanbul.
25. UĞUR L. Onur, 2006, *İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi Seminer Notları*, Türkiye Müteahhitler Birliği,.
26. ULUDAĞ, Soner, 2000, *Proje Yönetiminin Müşavir Firma Gözüyle İncelenmesi ve Uygulama Örneği*, Bitirme Projesi, İ.Ü.Müh.Mim.Fak.İnş.Müh.Bölümü, İstanbul.
27. YILMAZ, Cevdet, AKÇA, Halil İbrahim, 2004, , *Türkiye' de Proje Planlama ve Proje Döngüsü Yönetimi*, DPT Planlama Uzmanı ,Ankara, Sf.378.

EKLER

EK-A	A1-	Proje Genel Durumu
	A2-	Proje Gannt Şeması
	A3-	Faaliyet Öncelik İlişkileri
	A4-	Kritik Faaliyetler
EK-B	B1-	Kaynaklar
	B2-	Faaliyet Kaynak Kullanımları
EK-C	C1-	Nakit Akış Tablosu
	C2-	1 inci Dönem Kazanılmış Değer Tabloları
	C3-	2 inci Dönem Kazanılmış Değer Tabloları
	C4-	3 üncü Dönem Kazanılmış Değer Tabloları

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	: 16.05.1968
Doğum Yeri	: Manisa
Lise	: 1982 – 1986 Bursa Işıklar Askeri Lisesi
Lisans	: 1986 – 1990 Kara Harp Okulu
İkinci Lisans	: 1995 – 1998 Dicle Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	: 2004-2008 İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Programı
Çalıştığı Kurumlar	: 1990-1991 İs. Ok. ve Eğt. Mrk. K.lığı Narlıdere / İZMİR
	1991-1993 2 nci Kor. İs. Svş. Tb. K.lığı Dirikköy / GELİBOLU
	1993-1998 7 nci Kor. İs. Svş. Tb. K.lığı DİYARBAKIR
	1998-2000 K.T.B.K. İs. 4 ncü Kad. K.lığı KIBRIS
	2000-2002 8 nci Mknz. P. Tug. K.lığı TEKİRDAĞ
	2002-2004 9 ncü P. Tüm. K.lığı Sarıkamış / KARS
	2004-2006 1 nci Or. 546 ncı İs. İnş. Tb. K.lığı İSTANBUL
	2006-2007 Piyade Okul Komutanlığı Tuzla / İSTANBUL
	2007-Devam G.A.T.A. H.paşa Eğt.Hst.K.lığı Kadıköy/ İSTANBUL