

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LETME ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

**DEĞERLENDİRME MÜHENDİSLİĞİNDE PROJE PLANLAMA
ARAÇLARI VE SİMÜLASYON UYGULAMASI**

Mehmet Emre GÜLER

Danışman
Prof. Dr. Muammer DOĞAN

2010

Yemin Metni

Doktora Tezi olarak sunduğum “Değişim Mühendisliğinde Proje Planlama Araçları ve Simülasyon Uygulaması” adlı çalışmamın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmı olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../2010

Mehmet Emre GÜLER

mza

DOKTORA TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Mehmet Emre GÜLER
Anabilim Dalı : İletme
Programı : Doktora
Tez Konusu : Değişim Mühendisliğinde Proje Planlama Araçları ve Simülasyon Uygulaması

Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nüntarih ve..... Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 30.maddesi gereğince doktora tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini.....dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BASARILI OLDUĞUNA
DÜZELTİLMESİNE *
REDDİNE **
ile karar verilmiştir.

OY BİRLİK
OY ÇOKLUĞU

Jüri tekil edilmediği için sınav yapılamamıştır. ***
Öğrenci sınava gelmemiştir. **

* Bu halde adaya 6 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Evet

Tez, burs, ödül veya tevlik programlarına (Tüba, Fulbright vb.) aday olabilir.
Tez, mevcut hali ile basılabilir.
Tez, gözden geçirildikten sonra basılabilir.
Tezin, basımı gerekliliği yoktur.

JÜRİ ÜYELERİ				MZA
Prof. Dr. Muammer DOĞAN	Başarılı	Düzeltilme	Red
Prof. Dr. Üzeyme DOĞAN	Başarılı	Düzeltilme	Red
Doç. Dr. Kadir ERTA	Başarılı	Düzeltilme	Red
Prof. Dr. Saime ORAL	Başarılı	Düzeltilme	Red
Doç. Dr. Cengiz DEMİR	Başarılı	Düzeltilme	Red

ÖZET

Doktora Tezi

De i im Mühendisli inde Proje Planlama Araçları ve Simülasyon Uygulaması

Mehmet Emre GÜLER

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İletme Anabilim Dalı
Doktora Programı

İletmelerin zamanla sonuç odaklılıktan süreç odaklılı a dönmeleri ve süreçlerini etkin kullanmak istemeleri bir takım de i iklikleri zorunlu hale getirmi tir. Bu de i iklikler, de i ime olanak sa layan esnek süreçlerde iyile tirmelerle gerçekle tirilebilir. Ancak esnek olmayan süreçlerin rekabetçi konumlarını ve güçlerini yitirmemeleri için radikal de i iklikler yapmaları gerekmektedir. Süreçlerdeki bu radikal, çarpıcı ve temelden gerçekle tirilen de i imler 90'lı yıllarda M. Hammer ve J. Champy tarafından ortaya konulan De i im Mühendisli i kavramı ile bir manifesto niteli ine kavu mu tur.

De i im Mühendisli i çalı malarının sonunda belirsizliklerin çok olması öngörü yapmayı gerektirmektedir. Uygulamacılar için yapılacak de i imi ve sonucunu öngörebilmek, ileride yapılacak olası hataların önlenmesini sa layacaktır. Bu öngörü için yararlanılabilecek tekniklerden biri de simülasyondur. Simülasyon tekni i ile de i im mühendisli i uygulanacak sistemde kar ıla ılacak olası hatalar görülerek uygulamaya geçmeden önlemlerin alınması sa lanacaktır. Simülasyon bir öngörüden çok sistemin bire bir izlenmesine olanak tanımaktadır.

Tez çalı masının birinci bölümünde de i im mühendisli i kavramı açıklanarak literatürde yapılan de i im mühendisli i ile ilgili çalı malar ve uygulamalar incelenmi tir. İkinci bölümde proje planlama araçlarına ayrıntılı olarak de inilmi ve kısıtlı kaynakla proje planlama konusu ve araçları açıklanmı tır.

Üçüncü ve son bölümde ise Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Merkez Laboratuvarında de i imin önceden öngörülmesi için ProModel simülasyon yazılımıyla mevcut ve tasarlanan sürecin ve alternatif sürecin simülasyonu yapılmı tır. De i im mühendisli i uygulamasında kısıtlı kaynakla proje planlama araçları ile mevcut kaynaklarla en kısa sürede projeyi tamamlayan planlama aracı bulunmaya çalı lımı ve mevcut planlama algoritmalarına alternatif bir algoritma sunulmu tur.

Anahtar Kelimeler: De i im Mühendisli i, Kaynak Kısıtlı Proje Planlama, Simülasyon, ProModel Simülasyon Yazılımı

ABSTRACT
Doctoral Thesis
Project Planning Tools in Reengineering Implementation with Simulation

Mehmet Emre GÜLER

Dokuz Eylül University
Institute of Social Sciences
Department Business Administration
Doctoral Program

Because of the businesses change their focus from the result-oriented through the process oriented and they need to use their process efficiently, some changes are needed. These changes can be done through the development of flexible process systems. On the other hand, nonflexible process systems need to make some radical changes to their processes to keep their competitive advantage. The radical, dramatic and fundamental changes became a manifesto by the concept of “Business Process Reengineering” which are conceptualized by M. Hammer ve J. Champy in 1990s.

Implementation of reengineering has plenty of uncertainty so the implementer needs to make forecasting to be successful and to prevent the potential mistakes. One of these forecasting techniques is simulation. Simulation technique can forecast the potential mistakes before the implementation process of the system which should be reengineered. And simulation is not only a forecasting technique but it also enables the process monitoring.

In the first chapter of this thesis, reengineering concept is investigated in detail. In the second chapter, project planning techniques and tools are explained and the resource constrained project planning techniques are mentioned.

Third and last chapter of this study is about the application which is conducted at Central Laboratory of Dokuz Eylul University Hospital. Existing process and redesigned process, and an alternative process are simulated by using ProModel Simulation program to forecast the potential failure and monitor the process in the Central Laboratory. Finding the planning tool is aimed which completes the project on an earlier time by the resource constraint project planning algorithms in the implementation process of the reengineering project. The alternative resource constraint project planning algorithm is also presented.

Key Words: Reengineering, Resource Constraint Project Planning, Simulation, ProModel Simulation Software

DE M MÜHEND SL NDE PROJE PLANLAMA ARAÇLARI VE S MÜLASYON UYGULAMASI

YEM N METN	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
Ç NDEK LER	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar L STES	xi
EK LLER L STES	xiv
G R	1

B R NC BÖLÜM

DE M MÜHEND SL

1.1. DE M MÜHEND SL KAVRAMI.....	5
1.1.1. İletmeleri De i ime Zorlayan Nedenler	10
1.2. DE M MÜHEND SL N N TEMEL LKELER	11
1.2.1. De i im Mühendisli inde Bilgi Teknolojilerinin Rolü.....	15
1.3. DE M MÜHEND SL N N UYGULAMA A AMALARI	20
1.4. DE M MÜHEND SL UYGULAMALARININ GERÇEKLE MES N SA LAYACAK ELEMANLAR.....	26
1.4.1. Lider	27
1.4.2. Süreç Sahibi	28
1.4.3. De i im Mühendisli i Ekibi	29
1.4.4. dare Komitesi.....	30

1.4.5.	De i im Mühendisli i Çarı	31
1.4.6.	Mü teriler.....	32
1.5.	DE M MÜHEND SL PROJELER NDE KULLANILAN TEKN KLER	33
1.6.	DE ME GÖSTER LEN D RENÇLE BA A ÇIKMA LKELER	46

K NC BÖLÜM

PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA ARAÇLARI

2.1.	PROJE KAVRAMI VE PROJE YÖNET M	49
2.2.	PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA.....	55
2.2.1.	Sınırsız Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama.....	58
2.2.1.1.	Proje A ının Hazırlanması.....	58
2.2.1.2.	Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method-CPM)	63
2.2.1.3.	A Diyagramında Zaman ve Maliyet li kisi (Hızlandırma)	64
2.2.1.4.	Program De erlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi (Program Evaluation and Review Technique-PERT).....	66
2.2.1.5.	PERT ve CPM Teknikleri için Kısıtlar	68
2.2.2.	Sınırlı Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama.....	69
2.2.2.1.	Zamana Göre Kaynak Kullanım (ROT) Algoritması	70
2.2.2.2.	ROT Algoritmasınının Geli tirilmi Versiyonları.....	72
2.2.2.2.1.	Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Zamanı A ırlıklandırılması (ROT – ACTIM).....	72
2.2.2.2.2.	Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Kaynakları A ırlıklandırılması (ROT – ACTRES).....	72
2.2.2.3.	Faaliyet Kaynakları (ACROS) Ölçütü	73

2.2.3.Çoklu Proje – Çoklu Kaynak Algoritması	73
2.3. PROJE KONTROLÜ	75
2.4. PROJE YÖNETİMİNDE MÜHENDİSLER PROJELERİNDE KULLANIMI LEĞİL ÖRNEKLER	78

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. UYGULAMANIN AMACI.....	83
3.2. UYGULAMA YERİNİN TANITIMI.....	84
3.2.1. Çalışma Sistemi.....	84
3.2.2. Örnek Kabulü.....	85
3.2.3. Sonuç Raporları	87
3.3. UYGULAMAYA KONU OLAN PROBLEMİN TANIMI.....	87
3.4. PROBLEMİN SİMÜLASYON PROGRAMINDA GÖSTERİM VE DEĞERİM MÜHENDİSLER UYGULAMASIYLA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	89
3.4.1. Süreçlerin Mevcut Durumunun Analizi	89
3.4.2. Süreçlere Uygulanan Değerim Mühendisliği Uygulamasının Gösterimi ve Analizi	94
3.4.2.1. Alternatif Süreç – Hücreyel Yerleşim	95
3.4.2.2. Alternatif Süreç – Akıllı Tipi Yerleşim.....	99
3.4.3. Mevcut ve Önerilen Süreçlerin Karşılaştırmalı Analizi	103
3.5. DEĞERİM MÜHENDİSLER UYGULAMASININ PROJE PLANLAMA ARAÇLARIYLA PLANLANMASI.....	107
3.6. DEĞERİM MÜHENDİSLER PROJESİNİN KISITLI KAYNAKLARLA PLANLANMASI	112

3.6.1. ROT Algoritması	113
3.6.2. ROT – ACTIM.....	117
3.6.3. ROT – ACTRES.....	120
3.6.4. ACROS.....	124
3.6.5. Alternatif Proje Planlama Algoritma Önerisi	127
3.7. ÖNER LEN PROJE PLANLAMA PROSEDÜRÜ LE D ER PROSEDÜRLER N KAR ILA TIRILMASI	132
SONUÇ ve ÖNER LER	136
KAYNAKLAR.....	145
EK 1: NORMAL DA İLİM TABLOSU	159
EK 2: LABORATUVARIN YERLE M DÜZEN	160

KISALTMALAR

A-o-A	Activity on Arrow (Faaliyet Okları Uygulaması)
A-o-N	Activity on Node (Faaliyet Düğümleri Uygulaması)
ACROS	Resources of Activity (Faaliyetlerin Kaynakları Algoritması)
ACTIM	Activity Time (Faaliyet Zamanı Algoritması)
ACTRES	Activity Resources (Faaliyet Kaynakları Algoritması)
CPM	Critical Path Method (Kritik Yol Yöntemi)
PERT	Program Evaluation and Review Technique (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği)
ROT	Resources Over Time (Zamana Göre Kaynak Kullanımı Algoritması)

TABLolar L STES

Tablo 1.1: İletmeleri De ğerime Zorlayan Güçler	10
Tablo 1.2: De ğerim Mühendisli ğinde Bilgi Teknolojilerinin Sa ğladığı Kolaylıklar.....	16
Tablo 1.3: De ğerim Mühendisli ğinde Bilgi Teknolojilerinin Rolü.....	17
Tablo 1.4: De ğerim Mühendisli ği Uygulama A Ğamaları	22
Tablo 1.5: 1993 – 2000 Yılları Arasında Uygulanan/Geli tirilen De ğerim Mühendisli ği Modelleme Teknikleri	34
Tablo 1.6: 2001 – 2009 Yılları Arasında Uygulanan/Geli tirilen De ğerim Mühendisli ği Modelleme Teknikleri	38
Tablo 1.7: De ğerim Mühendisli ğinde Kullanılan Tekniklerin Kullanım Özeti.....	41
Tablo 2.1: Fonksiyonel ve Proje Örgüt Yapılarının Avantaj ve Dezavantajları.....	52
Tablo 2.2: Projede Öncül Ardıl lılıkları.....	57
Tablo 2.3: GANTT ğemalarının Avantajları ve Dezavantajları.....	57
Tablo 2.4: A-o-N ve A-o-A Kar ğıla tırması.....	61
Tablo 3.1: Laboratuvarda Gerçekle tirilen Analiz Sayısı.....	89
Tablo 3.2: Laboratuvarda Kullanılan Cihaz ve Çalı şan Personel Sayıları.....	90
Tablo 3.3: Vücut Sıvılarının ğzledi ği Rotalar.....	91
Tablo 3.4: Kan Ayırma Biriminden Analiz Birimlerine Kat Edilen Mesafeler.....	91
Tablo 3.5: Mevcut Sürecin Simülasyon Sonuçları.....	93
Tablo 3.6: Mevcut Sistemin Gerçek ve Simülasyon De ğerlerinin Kar ğıla tırılması..	94
Tablo 3.7: Hücresel Yerle ğimde Vücut Sıvılarının ğzledi ği Rotalar.....	97
Tablo 3.8: Hücresel Yerle ğim için Simülasyon Sonuçları.....	98

Tablo 3.9: Akı Tipi Yerle imde Vücut Sıvılarının zledi i Rotalar.....	100
Tablo 3.10: Akı Tipi Yerle im için Mesafeler ve Personel Sayıları.....	101
Tablo 3.11: Akı Tipi Yerle im için Simülasyon Sonuçları.....	103
Tablo 3.12: Toplam Çıktı Miktarına Göre Süreçlerin Kar ıla tırılması.....	103
Tablo 3.13: Alternatif Süreçler için Tahmini Maliyetler.....	104
Tablo 3.14: Sistemde Ta ıma Sürelerine Göre Süreçlerin Kar ıla tırılması.....	105
Tablo 3.15: Süreçler için Mesafeler ve Personel Sayıları.....	106
Tablo 3.16: İlem Süresine Göre Süreçlerin Kar ıla tırılması.....	106
Tablo 3.17: De i im Mühendisli i Projesinin Faaliyetleri ve Alt Görevleri.....	108
Tablo 3.18: Projenin Kritik Yolu.....	111
Tablo 3.19: Proje Faaliyetlerinin ROT De erleri.....	113
Tablo 3.20: ROT Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	116
Tablo 3.21: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTIM De erleri.....	117
Tablo 3.22: ROT – ACTIM Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	119
Tablo 3.23: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTRES De erleri.....	120
Tablo 3.24: ROT – ACTRES Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	123
Tablo 3.25: Proje Faaliyetlerinin ACROS De erleri.....	124
Tablo 3.26: ACROS Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	126
Tablo 3.27: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	128

Tablo 3.28: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması.....	130
Tablo 3.29: Faaliyetlerin Algoritmalara göre Başlangıç ve Bitiş Zamanları.....	132
Tablo 3.30: Algoritmaların Performanslarının Karşılaştırılması.....	133
Tablo 3.31: Kaynak Ataması Yapılmadan Geçen Süreler.....	134

EKİLLER LİSTESİ

ekil 1.1: Değişimden Beklentiler	10
ekil 1.2: Değişim Mühendisliği İlkeleri.....	12
ekil 1.3: ‘ Elmas’ı	14
ekil 1.4: Değişim Mühendisliği Uygulamalarının Kolaylaştırıcıları	15
ekil 1.5: Değişim Mühendisliği için Kavramsal Bir model	19
ekil 1.6: Değişim Mühendisliğinde Dört Adım	21
ekil 1.7: Değişim Mühendisliği için Akılcı Elması	24
ekil 1.8: Geliştirilen Değişim Mühendisliği Uygulama Metodolojisi	25
ekil 1.9: Değişim Mühendisliği Proje Ekibi Elemanları	27
ekil 1.10: Değişim Mühendisliği Elemanlarının Organizasyon Elması ile Gösterimi	32
ekil 1.11: Değişim Mühendisliği Girişiminin Bileşenleri	34
ekil 1.12: Simülasyon Uygulamalarının Sistem Çerçesindeki Kullanımı	42
ekil 1.13: Değişimin Yönetilmesinde Etkili Olacak Kategoriler	48
ekil 2.1: Proje Başarısına Etki Eden Temel Faktörlerin Gösterimi.....	50
ekil 2.2: Matris Örgüt Yapısı.....	53
ekil 2.3: Değişim Mühendisliği ve Proje Organizasyon Yapısı.....	54
ekil 2.4: GANTT Elması Örneği.....	56
ekil 2.5: Faaliyet Düğümleri (A-o-N).....	60
ekil 2.6: Faaliyet Okları (A-o-A).....	61
ekil 2.7: Kukla Faaliyet Kullanılmasını Gerektiren Durumlar.....	61
ekil 2.8: A-o-A ve A-o-N Uygulamalarında A Gösterimleri.....	63

ekil 2.9: Hızlandırma Zamanı ev Normal Zaman lilerinin Gösterilmesi.....	65
ekil 2.10: Beta dağılımında yımser, Olası, Kötümser ve Beklenen Zamanlar.....	66
ekil 2.11: Proje Zamanının Sapması.....	67
ekil 2.12: Standart Normal Dağılım Erisi ve Projenin Belirli Bir Zamandan Önce Bitirilme Olasılığı.....	68
ekil 2.13: Proje Kontrol Akı ılı.....	76
ekil 2.14: Proje Raporlama ve Kontrol Akı ılı.....	78
ekil 2.15: Proje Yönetimi ve İletme Uygulamaları Bütünleşmesi.....	79
ekil 3.1: Laboratuvar Mevcut Sürecinin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	92
ekil 3.2: Vücut Sıvılarının Analiz Birimlerinde İlem Gördü ü Süreler.....	93
ekil 3.3: Alternatif Hücresel Sürecin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	96
ekil 3.4: Vücut Sıvılarının Hücresel Analiz Birimlerinde İlem Gördü ü Süreler...	98
ekil 3.5: Akı Tipi Süreç Yerleşiminin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	99
ekil 3.6: Vücut Sıvılarının Akı Tipi Yerleşimde İlem Gördü ü Süreler.....	102
ekil 3.7: Seçenekler Arası Maliyet Kar ılı tırması.....	104
ekil 3.8: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen GANTT ıması.....	110
ekil 3.9: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen A ı Diyagramı.....	111
ekil 3.10: DS for Windows Programında Projenin Süre Hesaplamaları.....	112

GR

nsan ihtiyaçlarının e itlili i ve küreselle en dünya ile birlikte sınırların ortadan kalkması i letmelerin rekabetçi güçlerini korumak ve arttırmak için yenilikleri daha yakından takip etmelerini ve geli ime açık olmalarını gerekli kılmı tır. Geli ime ve dolayısıyla de i ime açık olmayan i letmeler içinde buldukları piyasada yava yava kaybolmaya ve i letmenin amaçlarından biri olan sürdürülebilirliklerini kaybetmeye ba layacaklardır. letmeler, rakipleriyle birlikte, de i en pazar ko ullarına kar ı esnekli i sa lamak, mü terilerin isteklerini kar ılamak amacıyla ürün ve hizmet yelpazesini dinamik tutmak ve bunları gerçekle tirirken üst düzeyde kalite ve mü teri memnuniyeti sunacak bir örgüt yapısına ula mak için çabalamaktadır. Bu çabaları gösteremeyen i letmeler; rekabet yönünden zayıf, mü terilerin ihtiyaçlarına cevap verecek ürünlerin üretme ve yaratıcılık konusunda eksik ve böylelikle kazanç elde edemeyen i letmelerdir. Çaba göstermeyen bu i letmelerin hatası, gemi te yarattıkları ba arılı i süreçlerini, sistemlerini ve yöntemlerini, içinde buldukları artların de i mesine ra men halen korumalarıdır.

Günümüzde, i letmeler hem mal ve hizmet üretirken hem de çevresel de i iklikleri takip edip bunlara ayak uydurmak için de i ime hazır olmaları gerekmektedir. De i imi yakından takip eden i letmeler yapacakları küçük de i ikliklerle sürekli bir iyile me geli me içinde bulunacaklardır. Her ne kadar teknolojik geli meler, mü teri ihtiyaçlarının e itlili i, rakiplerin yaptı ı yenilikler yakından takip edilse de hızlı ve radikal bir de i im geçirme ihtiyacı i letmelerin kar ı kar ıya kalacakları bir durum olacaktır. Bu durumda i letmeler, var olanı tamir etme ya da iyile tirme yolunda de il, her eyi ortadan kaldırıp yeninde in a etme yolunda olacaklardır. Bu uygulamalar “De i im Mühendisli i” uygulamaları olarak literatürde belirtilmektedir.

Yapılan alı malarda geli meleri takip edemeyip bir an önce günceli yakalamaya çalı an i letmeler bu ani de i im ihtiyacını çok daha fazla hissetmektedirler ancak öngörü yaparak ileride kar ı kar ıya kalabilecekleri sıkıntılarını gören i letmeler de bu de i im ihtiyacını duymaktadırlar. Bu iki tip i letmenin yanında rekabetçi gücü yüksek, pazar payı bakımından rakiplerinden çok önde olan ve i leyi i bakımından herhangi bir problemi olmayan i letmeler de de i im mühendisli i uygulamalarını yürütmektedir. Bu uygulamaları, rakiplerine kar ı olan üstünlüklerini daha da arttırmak ve uzun süredir ba arıyı getirmi olan

uygulamalarını, daha iyisini yaratmak için terk etme isteklerinden kaynaklanmaktadır.

İletmeler de i im mühendisli i uygulamalarına giri meden önce süreçlerini gözden geçirmeli ve de i ime gerçekten ihtiyacı olup olmadığını belirlemelidir. Yani bir amaç için de i im mühendisli i uygulamalarına giri lmelidir ki bu amaç var olan durumdan çok daha ileriye götürebilecek bir amaç olmalıdır. Aksi takdirde yapılanlar maliyet ve zaman kaybı do uracak çabalardan öteye geçemeyecektir. De i imin gerçekleşmesi için varsayımlardan öte daha objektif veriler ortaya konmalıdır. De i im öncesi yapılacak öngörüler uygulama esnasında kar ıla ılabilecek durumların ortaya konmasına yardımcı olacaktır. Süreçlerin analizi ve eri ilecek durumun ortaya konması açısından öngörü sa layacak en iyi karar verme aracı olarak simülasyon tekni inin kullanımı yaygındır. Bu teknikle mevcut sürecin arzulanana süreçle kar ıla tırması yapılarak olası alternatif süreçlerin de dü ünülmesi sa lanabilir. Teknolojik yeniliklerle birlikte birçok simülasyon yazılımı üretilmiştir. Bu yazılımlarla süreç, grafik tabanlı olarak bilgisayar yardımıyla tasarlanmakta ve analizler daha kolay yapılabilmektedir. Bu sayede öngörü hızı da artmakta ve i letmeler böylelikle yapacakları öngörüyle nasıl bir de i im geçireceklerine ve sonunda nasıl bir noktaya ula ılabileceklerine dair bir öngörü elde edeceklerdir.

İletmeler de i imi ya arken birçok zorlukla kar ı kar ıya kalacaklardır. De i imin zorlu bir süreç olması bakımından; bu süreçte mü terilere kar ı geri dönüş azalabilir, bu ise i letmenin pazar payında kayıplara neden olabilir. Öte yandan yeni teknolojilerin uygulanması ve bunları i letmeye kazandırılması sırasında adaptasyon ve uygulama ile ilgili teknik problemler ya anabilir. En önemlisi ise çalı anların yenili e ve de i ime kar ı tepki göstermeleri ve bu de i imi yok sayma davranı larıdır.

De i im mühendisli i uygulamasına karar veren bir i letme yönetimi, de i imi ba latmadan önce çalı anlarıyla birlikte hemfikir olmalıdır. Yapılacak de i im faaliyetlerinin birebir içerisinde olacak olan çalı anların deste ini alarak uygulamaya ba lanmalı ve uygulama devam ederken yönetimin deste i eksik olmamalıdır. Aksi takdirde planlanan ve eri ilmesi dü ünülen de i im noktasına ula mak yerine daha da geri noktalara dü ülebilir.

yi bir de i im mühendisi, de i im mühendisli i uygulamasıyla eriilmek istenen yere do ru dikkatli ve kontrollü bir ilerleme sa layan ki i olmalıdır. Bununla birlikte süreç odaklı dü ünen, parçaları ele alarak bütünü kavrayabilen bir dü ünce yapısında olmalı, de i ime kar ı olumsuz olmamalı ve ortaya çıkabilecek problemlerin çözümünde yaratıcı olmalıdır. De i im Mühendisi, kuraca ı ekibiyle birlikte amaçlanan sonuca ula maya çalı ırken ya anacak de i im süreçlerini iyi ele almalı, bunun ekibi tarafından da benimsenmesini sa lamalıdır. Böylelikle i letme içinde ya anacak de i im ve bu de i imin olumlu etkileri sadece de i im mühendisli i proje ekibi içerisinde de il i letmedeki tüm çalı anlar arasında yayılacaktır. Bu ise uygulama kapsamında kar ıla ılabilecek tepkileri azaltmaya yönelik olumlu bir durumdur.

Uygulama kapsamında de i im mühendisinin bir plan ve program dâhilinde hareket etmesi, de i im mühendisli i ekibinin kontrolünü sa lanmada daha etkili olacaktır. Ayrıca yapılacak faaliyetler ve bu faaliyetler için gerekli kaynakların verimli kullanılması konusunda gerekli kontroller için de sistemli bir yakla ımın olması gerekmektedir. De i im mühendisli i uygulaması, her i letme için özgün, belirlenmi zaman dilimleri içerisinde uygulanması gereken ve tek seferlik uygulamalar oldu u için proje yönetimi kapsamında ele alınması daha uygun olacaktır. Bu ba lamda proje yönetimini; programlı, ekonomik bir ekilde ve projenin ba langıcında ortaya koyulan zaman, maliyet ve performans sonucuna ula mak amacıyla elde bulunan hammadde ve malzeme, i gücü ve bunlarla birlikte ortaya çıkacak maliyetlerin yönetilmesi olarak tanımlamak mümkündür (Spinner, 1997; 4). De i im mühendisi de proje yönetim araçlarını kullanarak hem maliyetlerin iyi bir ekilde yönetilmesini sa layacak hem de amaca ula mada daha hızlı yol kat edecektir. Bu ise, hem minimum maliyeti hem de zamandan tasarrufu sa layacaktır.

Yapılan bu çalı manın amacı, de i im mühendisli i uygulamalarına öngörü sa layacak simülasyon programının kullanımında sa lanacak faydanın ortaya konması ve de i im sürecinin ekonomik ve hızlı bir ekilde ortaya konması için proje yönetim araçlarının kullanılarak en kısa sürede de i imin gerçekleştirilmesini sa lanmasıdır.

Çalı mada, Dokuz Eylül Üniversitesi Ara tırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarı ele alınmıştır. Laboratuvar kapsamında bulunan biyokimya, seroloji, endokrinoloji, hematoloji ve idrar laboratuvarları ele alınarak simülasyon programında mevcut süreçleri irdelenmiştir. Bu laboratuvarların ele alınmasının

sebebi, Merkez Laboratuvar bünyesindeki diğer laboratuvarlardan hasta tetkik ve kontrolleri esnasında daha çok kullanılması, diğer laboratuvarlarda özellikli kimyasal maddelerle birlikte alınan vücut sıvısının belirli bir süre beklemesi ve böylelikle analizinin yapılması durumu söz konusuysen ele alınan laboratuvarlarda yapılan vücut sıvısı analizlerinin hızlı bir şekilde yapılmasıdır. Simülasyon programıyla incelenen mevcut sürece alternatif olacak iki süreç tasarlanarak aynı şekilde program yardımıyla analiz edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılarak akıllı bant sistemi süreci daha iyi sonuç vereceğinden uygulama kapsamına alınmıştır. Bu durum deyim mühendisliği uygulaması başlamadan ulaşılacak noktayı uygulamacılara göstermiştir.

Bir hastane için kilit rolü olan laboratuvarın deyim mühendisliği uygulaması ile deyim adımları ortaya konmuştur. Bu deyim süreci yapılırken laboratuvarın hizmet verdiği taraflara hizmetin aksatılmadan verilmesi ön planda tutularak proje hazırlanmıştır. Daha sonra kısıtlı kaynaklarla en uygun zamanda sonuca ulaşılacak proje planlaması yapılmıştır. Öngörümü yapılan sürecin uygulanması amacıyla kullanılacak proje yönetim araçları, sınırlı kaynakla gerçekleştirilecek uygulama için en az maliyetli ve en kısa zamanlı sonucu verecektir. Yapılan bu çalışmada bir de alternatif kısıtlı kaynaklı proje planlama algoritması önerilmiştir. Bu algoritmanın diğer algoritmalara göre bu proje için daha iyi sonuca varacağı görülmüştür. Bu bağlamda çalışmada ortaya koyulan algoritma bakımından özgün bir çalışma olmakla birlikte ele alınan Merkez Laboratuvarı örneğinde olduğu gibi uygulamaya dönük bir çalışmadır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde deyim mühendisliği kavramı açıklanarak literatürde yapılan deyim mühendisliği ile ilgili çalışmalar ve uygulamalar incelenmiştir. İkinci bölümde proje planlama araçlarına ayrıntılı olarak değinilmiş ve kısıtlı kaynakla proje planlama konusu ve araçları açıklanmıştır.

Üçüncü bölüm olan son bölümde ise Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Merkez Laboratuvarında deyim önceden öngörülmesi için ProModel simülasyon yazılımıyla mevcut ve tasarlanan sürecin ve alternatif sürecin simülasyonu yapılmıştır. Deyim mühendisliği uygulamasında kısıtlı kaynakla proje planlama araçları ile mevcut kaynaklarla en kısa sürede projeyi tamamlayan planlama aracı bulunmaya çalışılmış ve mevcut planlama algoritmalarına alternatif bir algoritma sunulmuştur.

B R NC BÖLÜM

DE M MÜHEND SL

Literatürde, de i im mühendisli i ile ilgili farklı yazarlar tarafından; Süreçleri Geli tirmeleri (Harrington, 1991), Ana Süreçlerin Yeniden Tasarımı (Kaplan ve Murdoch, 1991), Süreçlerinin Dönü ümü (Burke ve Peppard, 1993) ve Süreçlerinin Yönetimi (Duffy, 1994) ekinde tanımlamalar yapılmı tır. Tanımlardaki bu çe itlili e ra men, uygulamaların temelini olu turan fikir aslında aynıdır. Ba ka bir deyi le uygulamacılar bir tanımlamayı di erinin yerine rahatça kullanabilmektedirler (Reijers, 2003: 14). Bu çalı mada ise tüm bu tanımlamaları kar ılayan kavram olarak “De i im Mühendisli i” kullanılacaktır.

Genel olarak de i im, herhangi bir eyi bir düzeyden ba ka bir düzeye getirmeyi ifade eder. Organizasyonlardaki de i im de organizasyon faaliyetleri ile ilgili konularda mevcut durumdan farklı bir konuma gelme anlamındadır. Sürekli de i im ki i ve organizasyonlarla ilgili her konuda devamlı bir farklı hale getirme, yeni konum ve durumlara ula ma iste i ile de i me ve eskisinden farklı olma anlamındadır (Koçel, 2005; 688).

De i im Mühendisli i ise Hammer ve Champy (1994)'nin kendi deyimleriyle bir *manifesto* niteli i ta ıyan, radikal bir de i im sürecini anlatmaktadır. Bu de i im sürecinde, kârın nasıl elde edilebilece i ya da en fazla çıktının nasıl sa lanabilece i yerine, hali hazırda yapılmakta olan i için izlenilen yol ya da süreçlerin *neden* yapıldı ı sorgulanmaktadır. Buradan hareketle De i im Mühendisli i; tüm sürecin, yeni ba tan, katma de er yaratan süreçlerle yeniden tasarlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir. Bu bölümde De i im Mühendisli i kavramı, ilgili literatürde yapılmı tanımlamalar ve çalı malar ı ında incelenmektedir.

1.1. DE M MÜHEND SL KAVRAMI

Bugün birçok i letme, de i en ve geli en rakipleriyle birlikte, ekillenen pazar ko ullarına daha hızlı uyum sa layabilecek esnekli i sa lamak, ürün ve hizmet yelpazesini mü terilerinin istekleri do rultusunda yenileyecek yaratıcılıkta olmak ve bunları gerçeğe tirirken üst düzeyde kalite ve mü teri memnuniyeti sunacak bir örgüt yapısına ula mak için çabalamaktadır. Bu çabaları gösteren i letmelerin

yanında, rekabetçi olmayan, etkinlikleri düşük, yaratıcı olamayan ve kazanç elde edemeyen işletmeler de vardır. Bu tip işletmelerin hatası, geçmişte yarattıkları başarısız süreçlerini, sistemlerini ve yöntemlerini, içinde bulunulan zamanın şartları değişmesine rağmen halen korumalarıdır.

19. yüzyıl boyunca işletmelerin çoğunu Adam Smith'in (1776) *Ulusların Zenginliği* kitabındaki bölümü, uzmanlaşma ve işletmeleri küçük parçalara ayırma düşüncesi etrafında örgütlenmişlerdir. Örgütler genişledikçe özellikli işletmelerde çalışanlar daha uzman hale geldiler ve işletmeler daha küçük parçalara bölünmüştür. Bu işletmelerin yapılması için prosedürler hazırlanmış ve her işletme için kurallar ortaya konmuştur. Böylelikle günümüzde hala geçerliliğini sürdüren bürokrasi ve komuta sistemi ortaya çıkmıştır (Hammer ve Champy, 1994; 2).

Daha sonra, 20. Yüzyılın başlarında Henry Ford, işletmeleri küçük ve tekrarlanabilir parçalara ayırarak, Smith'in fikrini üretimde uygulamaya koymuş ve yürüyen bantlarla işletmeleri çalıştırmeyi başarmıştır. Ancak yürüyen bant yeniliğiyle beraber, görevler kolaylaşmış olsa da görevleri yerine getiren çalışanlar arasındaki koordinasyon ve görevlerin sonunda tek bir çıktı elde etmek daha zor hale gelmiştir. Daha sonra General Motors'dan Alfred Sloan her araba modeli için merkezi olmayan küçük bölümler kurmuştur. Bu bölümlerin yöneticileri, üretim ve finansal sonuçları izlemekten sorumlu olmuşlardır. Böylelikle Ford'un üretimde uyguladığı Adam Smith ilkeleri, Sloan tarafından yönetime uygulanmıştır (Hammer ve Champy, 1994; 12)

Bölümü ve uzmanlaşma ile ayrı departmanlar için bütçe yapmak ve izlemek kolaylaşmakta, üretimdeki görevler basitleştiği için çalışanlara fazla ücret verme gereği ortadan kalkmaktadır. Buna karşın ürün ve hizmetin oluşması sürecindeki görev sayısının artması işletmenin bütünü ilgilendiren koordinasyon ve yönetim de zorlaşmaktadır. Aynı zamanda müşterilerin ihtiyaç ve beklentileri, bürokrasinin oluştuğu kademelerden geçerken kaybolur hale gelmektedir.

Yıllarca işletmeleri başarısız kılan Adam Smith'in görüşlerinin temel oluşturduğu bu ilke ve yöntemler bugün, pazar büyümesi, müşteri beklentilerinin artması ve çeşitlenmesi, teknolojik gelişmelerin hızlı olması ve rekabet gibi tahmin edilmesi zor olan faktörler nedeniyle artık işletmemeye başlandı. İnanan Hammer ve Champy (1994)'e göre işletmelerin bugüne kadar başarısız olmalarını sağlayan bu ilke ve tekniklerin yerini alacak ve işletme dünyasının üç sacaya dayalı oluşturulacak olan unsurlar; müşteri, rekabet ve değişim olarak ortaya konmuştur.

Mü teriler: İkinci Dünya Savaşı'nın ardından büyüyen kitle pazarının yerini 1980'lerden sonra; ne istediğini, ne kadar ödemek istediğini ve almak istediği artları bilen mü teriler almıştır. Satıcı-Mü teri arasındaki baskın güç mü teri yönüne doğru kaymıştır. Her son tüketici olsun isterse endüstriyel tüketici, her bir mü teri kendine özel bir ilgi gösterilmesini, kendi özellikli ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanması ve hep daha fazlasını istemektedir. Çünkü daha fazlasını elde edebilmektedir. Tüketim malları sıkıntısı artık söz konusu değildir; küreselleşme ile beraber arz, sadece mü terinin bulunduğu coğrafya içinde değil tüm dünya çapındadır (Hammer ve Champy, 1994: 16).

Rekabet: Rekabet ve rekabet şartları eskiden, pazara kabul edilebilir mal veya hizmeti uygun fiyatla sunan bir şirketin satış yapması şeklinde algılanırken artık günümüzde farklılaşmıştır. Nitekim benzer ürünler ayrı pazarlarda tamamen ayrı rekabet unsurları ile satılmaktadır: Bir pazarda fiyat, diğerinde seçenekler, diğerinde kalite, bir bakışta satış öncesi ve satış sonrasındaki hizmet önem kazanmaktadır (Hammer ve Champy, 1994: 19). Ayrıca pazarda en uygun kaliteyi, uygun fiyata ve iyi bir hizmetle sunan bir işletmenin yaptıkları, bulunduğu pazarın standardı haline gelerek daha az esnek olan rakiplerinin pazar paylarını kaybetmelerine yol açmaktadır. Ayrıca pazara yeni giren işletmeler çağın gerektirdiklerini görerek kurdukları için pazara daha hızlı ürün veya hizmet sunmaktadır ve daha esnek hareket etmektedirler. Bu işe, çağı yakalamak için gerekli değişimi sağlayamayan işletmelerin piyasadan silinmesine yol açmaktadır.

Değişim: Küreselleşme ve ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birlikte, rekabet ve mü terilerle beraber değişim de değişime girmiştir. Artık değişim sürekli bir hale gelmiştir. Bunun nedeni, yukarıda değinilen mü teri isteklerinin sürekli değişmesi ve bunun etkisiyle alevlenen rekabetin değişkenlik göstermesidir. Ana nokta şudur ki; ürün ve hizmetlerin kullanım sürelerinin azalmasının yanı sıra, yeni ürün geliştirip sunma süresi de azalmıştır. Bunun için işletmeler hızlı hareket etmedikleri takdirde hiç hareket edemez hale geleceklerdir (Hammer ve Champy, 1994: 21).

Şirketlerin rekabet yeteneklerini geliştirmeleri, sadece çalışanlarının daha fazla çalışmalarını sağlamakla değil, daha farklı şekilde çalışanlarını öğrenmelerine mümkündür. Bu işe şirketlerin ve çalışanların, şimdiye kadar bağımsız olmalarını sağlayan ilkeleri unutmaları gerektiğini anlamına gelmektedir (Ardıç, 1998: 241).

Buraya kadar ele alınan tarihsel süreçten hareketle, de i im mühendisli inin “her eye yeniden ba lama” dü ünçesini benimsedi i, ba ka bir deyi le var olanı tamir etmek ya da mevcut sisteme eklentiler yaparak iyile tirmeler ve yenilikler yaratmak olmadı ı söylenebilir. De i im mühendisli i, titizlikle planlanan, küçük ve dikkatli adımlarla tamamlanan bir uygulama de ildir; tam aksine sonuçları belirli olmayan “ya hep ya hiç” durumudur (Hammer, 1990: 105). Hammer ve Champy (1994) eserlerinde de i im mühendisli inin resmi tanımını u ekilde yapmı lardır:

“De i im Mühendisli i, maliyet, kalite, hizmet ve hız gibi ça ımızın en önemli performans ölçülerinde çarpıcı geli tirmeler yapmak amacıyla i süreçlerinin temelden yeniden dü ünülmesi ve radikal bir ekilde yeniden tasarlanmasıdır.” (Hammer ve Champy, 1994: 29).

De i im mühendisli inin resmi tanımında dört anahtar sözcükten bahsedilmektedir:

Temel; de i im mühendisli i uygulamasının bir i letme için gereklili inin saptanmasındaki temel soruların sorulmasını i aret etmektedir. Yapılan i lerin neden yapıldı ı ve neden u andaki gibi yapıldı ı gibi sorular sorularak i lerin altında yatan ve ço unlukla hatalı ve uygunsuz olan söze dökülmemi bazı kuralların günü ına çıkmasını sa lamaktadır (Robbins, 1993: 3). Böylelikle i letme, öncelikle ne yapması gerekti ini belirleyerek daha sonra bunu nasıl yapması gerekti ini saptayabilir.

De i im mühendisli inde varsayımlara yer yoktur. Bunun nedeni, hali hazırda de i im gerektiren i ler varken, bunları varsayımlarla bo luk bırakarak in a etmek sonuca zararlı etki yapacaktır. Bununla beraber, de i im mühendisli i uygulayan i letmeler birçok sürecin içinde var olabilecek varsayımlara kar ıda hazırlıklı ve korunaklı olmalıdırlar. De i im mühendisli inde mevcut sistem göz ardı edilerek neyin ne olması gerekti i ara tırılır.

Radikal; Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlü ünde (2000), “köklü, kesin, kökten, köktenci” olarak açıklanmı tır. lerin köküne inmek ba ka bir deyi le mevcut süreç üzerinde de i iklikler yaparak süreci yeniden kullanılır hale getirmeye çalı mak de il, var olan süreci kökten de i tirmek ve yapılacak i ler için süreçleri yeniden yaratma yoluna gitmektir (Ould, 2005: 8).

Çarpıcı geli meler yapmak amacıyla de i im mühendisli ine ba vurmak gerekmektedir. Hammer ve Champy (1994) yaptıkları ara tırma ve çalı malarda üç tür i letmenin de i im mühendisli i uygulamasına ba vurdu unu saptamı lardır. Bu i letme türlerinden ilki, ciddi ekilde “çıkılmazda olan” i letmeler olarak belirlenmi tir. Bu tür i letmelerin içinde buldukları pazarda rekabete dayanabilmeleri için de i ime ihtiyaçları vardır. kinci tür i letmeler ise, içinde buldukları pazarda, kendilerine kar ı olan tehlikeleri önceden gören ve henüz bir olumsuzlukla kar ıla mamı olan i letmelerdir. De i en mü teri istekleri, faaliyet gösterilen pazara yeni rakiplerin gelmesi, de i en teknoloji, ekonomik ortam ve kanunlar gibi i letmeyi zor duruma sokabilecek faktörlerin önceden kestirilerek de i im yoluna gidilmesidir. Son olarak, rekabette en önde olan ve hiçbir problemi olmayan i letmeler de i im mühendisli i uygulamalarını gerçekle tirmektedirler. Bunun nedeni rakiplerine kar ı olan üstünlüklerini daha da arttırmak ve uzun süredir ba arıyı getirmi olan uygulamalarını, daha iyisini yaratmak için terk etme isteklerinden kaynaklanmaktadır.

Çarpıcı geli tirmeler yapmak ani bir sıçrama yapmakla aynı anlama gelmektedir. Süreç üzerinde bazı ayarlamalara olanak sa layan marjinal ya da kademeli iyile tirmeler yapmak, daha önce de inilen de i im mühendisli inin var olanı tamamen göz ardı etme dü ünncesine uygun olmayacaktır.

Süreç, mü teri için de er yaratmak amacıyla girdilerin çıktılara dönü tü ü faaliyetlerin bütünüdür. De i im mühendisli i de ürün ya da hizmete yönelik sistemlerden, mü teriler için (iç ya da dı mü teriler) tatmin sa layacak çıktılar veren süreçlere geçi i sa layan uygulamalardan olu malıdır (Parker, 2003: 52). Mü teriler, girdinin çıktıya dönü tü ü süreçlerle de il ihtiyaçlarının tatmin edilip edilmedi iyle ilgilendiklerinden, i letmelerin süreç odaklı dü ünmelerini sa lamı lardır. De i im Mühendisli i projelerinin ba arısı, radikal de i imin öncelikle yapılaca ı süreçlerde, dinamik modeller geli tirerek yükseltilecektir (Irani vd., 2001: 99).

letmelerin de i im mühendisli ine ihtiyaç duymaları ve de i im sonucunda bekledikleri Hammer (2004) tarafından ekil 1.1’de açıklanmı tır. Buna göre de i imin sonucunda i letmeler üç boyutlu bir kazanç sa lamak istemektedirler. Bunlar stratejik kazançlar, faaliyet gösterilen ve yeni nüfuz edilecek olan pazarlardaki kazançlar ve üretim a masında elde edilecek kazançlardır.

Stratejik Kazançlar	<ul style="list-style-type: none"> • Daha çok müşteri kazanmak • Daha yüksek pazar payı • Stratejileri uygulama kabiliyeti • Yeni pazarlara girebilme kabiliyeti
Pazardaki Kazançlar	<ul style="list-style-type: none"> • Daha düşük fiyatlar • Daha fazla müşteri tatmini • Farklılaştırılmış ürünler • Daha güçlü müşteri ilişkileri • Daha fazla çeviklik
Üretim Kazançları	<ul style="list-style-type: none"> • Daha düşük direkt maliyetler • Varlıkların etkin kullanımı • Daha hızlı çevrim zamanı • Hedeften sapmaların azalması • İş sahiplenme veya duyarlılık oranının artması • Daha fazla katma değer yaratılması • Basitleştirilmiş süreçler

ekil 1.1: De i imden Beklentiler

Kaynak: Hammer, 2004; 87

1.1.1. İletmeleri De i ime Zorlayan Nedenler

De i im bir bütün olarak çe itli baskıların sonucu olarak gerçekleşir. De i im olgusunun yönetilmesi ve planlı eilde gerçekleşmesinin sağlanması için örgütlerdeki içsel ve dışsal faktörlerin di er bir deyi le de i im baskılarının incelenmesi gerekmektedir. Bu faktörleri a a ıdaki tabloda görmek mümkündür.

Tablo 1.1: İletmeleri De i ime Zorlayan Güçler

De i ime Zorlayan Örgüt Dı ı Güçler	De i ime Zorlayan Örgüt ç i Güçler
Tüketicilere ili kin ko ullar	Örgütsel yetersizlikler
Rekabete ili kin ko ullar	Küçülme politikası
Teknolojiye ili kin ko ullar	Örgütsel de erlerin de i imi
Toplumsal ko ullar	Alternatif çalı ma yöntemleri
Yasal ko ullar	Tepe yöneticilerin de i mesi
Uluslar arası çevre ko ulları	Büyüme politikası
Girdilere ili kin ko ullar	irket birle meleri
Do al ko ullar	

Kaynak: Sabuncuo lu ve Tüz, 2008; 245 – 250

Sistem olarak ele alındığında her işletmenin dış çevresinden aldığı bir takım girdileri (input) vardır ve bu girdiler üretim süreçlerinin özelliklerine göre değişkenlik gösterir. İşletme elde ettiği bu girdileri süreçlerde işledikten sonra meydana gelen çıktıları (output) ise yine dış çevreye verir. İşletmenin kontrolü dışındaki bu dış çevre faktörleri, işletme için yeni fırsatlar oluşturacak yönde değişirken bazıları da tehlike oluşturacak yönde değişecektir. İşletmelerin bu fırsat ve tehditleri tahminleyerek, fırsatlardan yararlanacak ve tehditlerden korunacak şekilde organizasyonlarını değiştirmeleri gerekebilecektir. Çevresi ile uyum içerisinde olmayan işletmelerin sistemleri bu sebeple olumsuz etkilenecektir (Koçel, 2005; 694).

İşletmeleri değiştirmeye zorlayan içsel nedenler, işletmelerin kendi yapıları içerisinde meydana gelen durum, gelişme ve olaylarla ilgilidir. Buna örnek olarak işletmenin verimliliğindeki düşüşler, çalışanların işe karşı isteksizlikleri ve motivasyon düzeyleri, işletme içi iletişim ya da gruplar arası çatışmalar, personelin eğitim ihtiyacının karşılanma düzeyi gibi konular değişimi gerektiren unsurlardır. Bunun yanında işletme içindeki yaratıcılık sonucu ortaya çıkabilecek yeni ürün fikirleri, teknoloji ve hizmet türleri de önemli bir içsel değişim nedenidir (Koçel, 2005; 695).

Açık sistemli yapı içerisinde örgütler, çevreleriyle sürekli etkileşim halinde faaliyetlerini sürdürmektedirler. Ancak bu değişim çevre içerisinde örgütlerin değişime uyum sağlaması da zorunlu hale gelmektedir (Özkalp ve Kirel, 2001; 488).

İşletmelerde yapılan uzun vadeli planların başarıya ulaşmasını sağlamak, karlı olabilecek olaylar karşısında esnek ve dengeli bir faaliyet gösterebilmek için çevrelerinde dinamik bir çalışma içerisinde bulunurlar. Böylelikle, yönetim kademesinde bulunanlarla, işletmede görevli diğer personelin her gün değişimden koşullara uyabilmeleri için devamlı olarak işletmenin yapısına ve amacına uygun olarak değişiklik yapmaları gerekli olacaktır (Eren, 2000; 213)

1.2. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNİN TEMEL İLKELERİ

Değişim Mühendisliğinin uygulanmasında işletmelerin büyüklük açısından sınıflandırılmaları söz konusu değildir. Küçük bir şirketin değişim mühendisliğini uygulamasıyla büyük şirketlerin uygulaması çok farklı olmamaktadır. Başarının temel ögesi olarak büyüklük fark etmeksizin, tepe yöneticilerinin değişime destek vermeleri ve inanmaları, süreç odaklı düşünmek, müşteri isteklerini gözden kaçırmamak ve temelden yeni bir başlangıç yapmak gibi temel öğeler göze

çarpılmaktadır. Bu özelliklerin yanında de i im mühendisli i uygulamaları büyük i letmelere göre daha dinamik ve daha az bürokratik yapıda olmalarından dolayı küçük i letmelerde daha kolay ve daha az kaynakla gerçekleştirilmektedir (Hammer ve Stanton, 1995: 180).

De i im mühendisli i ile ilgili Hammer ve Champy'nin (1994) ortaya koydu u ve süreçlerin yeniden dü ünülmesini kapsayan dokuz temel ilke ve bununla beraber yazarların ortaya koydukları yeniden tasarım ile ilgili ilkelerin i in do asına yani i gücü kapasitesine, performans ölçümüne ve de erlere nasıl etki edece i süreç odaklılı a atıfta bulunularak ekil 1.2'de özetlenmektedir.

Bilgi Teknolojilerini Yaratıcı Bir ekilde Kullanarak Süreçlerinin Dü ünülmesi ve Yeni Dünyasına Geçi	
Sürecinin Yeniden Dü ünülmesi	Yeni Dünyası
<ul style="list-style-type: none"> • Pek çok i , bir tek i halinde birle tirilmektedir. • Kararları elamanlar vermektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> • birimleri i levsel bölümlerden süreç ekiplerine do ru de i mektedir. • <i>ler</i> basit görevlerden çok boyutlulara do ru de i mektedir.
<ul style="list-style-type: none"> • Sürecin içindeki adımlar do al bir sıra ile gerçekleştirilmektedir. • Süreçlerin pek çok alternatifi bulunmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Çalı anların rolleri kontrol edilenden yetkilendirene do ru de i mektedir. • e hazırlanma uygulamadan e itime do ru de i mektedir.
<ul style="list-style-type: none"> • , en mantıklı yerde gerçekleştirilmektedir. • Kontrol ve denetimler azaltılmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Performans ölçümü faaliyetlerden sonuçlara do ru de i mektedir. • Terfi kriterleri performanstan yetene e do ru de i mektedir.
<ul style="list-style-type: none"> • De er katmayan onay i lemleri en aza indirilmektedir. • Önemli temas noktalarında bir tek yönetici bulunmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> • De erler koruyucudan üretkene do ru de i mektedir. • Yöneticiler amirlikten antrenörlü e de i mektedir.
<ul style="list-style-type: none"> • Merkeziyetçilik ve âdemi merkeziyetçilik birle tirilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Örgüt yapıları hiyerar ikten sadeye de i mektedir.

ekil 1.2: De i im Mühendisli i İlkeleri

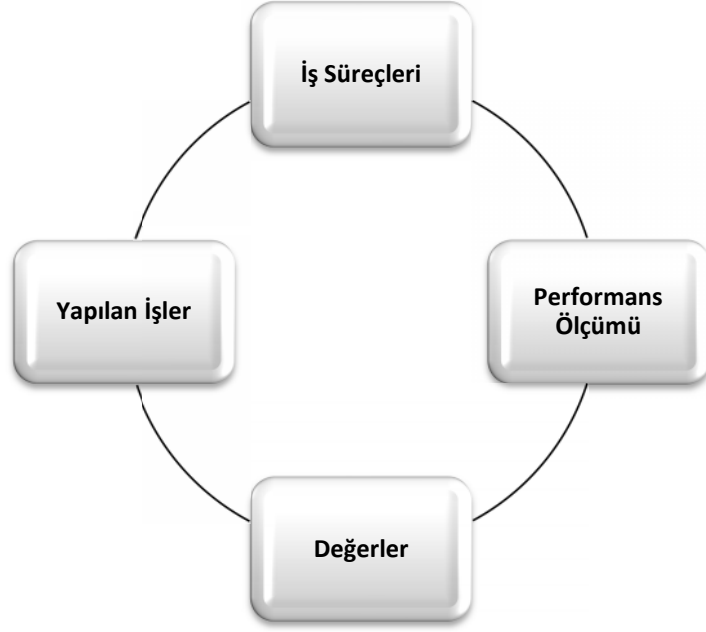
Kaynak: Loch, 1998; 311

De i im Mühendisli i uygulanan bir süreçte yapılan i ler, görev odaklılıktan çıkıp çok boyutlu bir hale gelmekte ve geni lemektedir. Görev odaklı süreçlerde

kendilerine verilen görevi yapan çalışanlar, kendi kararlarını verecek hale gelebilmektedir. Çalışanlar karar verebilme yeteneklerini geliştirerek yönetsel kararlara da kendi ipleri do rultusunda destek olabileceklerdir. Böylece, yöneticiler de sürekli kontrol gibi de er katmayan faaliyetlerden uzakla ıp bir takım antrenörü gibi sürece dâhil olabilecektir. Bu ekilde, tam katılımın oldu u bir süreçte çalışanların motivasyonu artarak mü teri ihtiyaçları üzerinde daha çok yo unla ma sa lanacak, davranı ve de erlerde eskiye göre büyük de iklilikler meydana gelebilecektir.

ekil 1.2'de bahsedilen 'Yeni Dünya' terimi, i süreçlerinde ya anan temel de ikliliklerin, bir örgütün di er bölüm ve durumlarını nasıl etkiledi ini ifade etmektedir. Bu etkiler, örgüt içerisindeki i levsel yapılardan sürece yönelik yapıya do ru de iklilikte, çalışanların yeteneklerinde, performans ölçümlerinde ve örgütün kültür ve de erlerinde görülmektedir (Loch, 1998: 310). Bununla beraber, bu sonuçların meydana gelmesi sadece süreçlere de i im mühendisli i uygulamak anlamına gelmemekte, de i im mühendisli inin uygulandı ı süreçlerin de i imi kabul edecek potansiyelde olmasına da i aret etmektedir.

E er çalışanlar verilen ek görevleri yerine getirebilecek kapasiteye sahip olmazlarsa, birle tirilmi ipleri ve i üzerinde karar verme i levini yerine getiremeyeceklerdir. Aynı ekilde, çalışanlar, yaptıkları i in içeri i ile ilgili bir bilgiye sahip olmazlarsa, karar vermede yetersiz kalacak ve sürecin bütününe olan ilgilerini kaybedebileceklerdir (Hammer, 2007: 113). Tüm süreci ilgilendiren bireysel faaliyetlerle ili kili, uygun mü teri odaklı performans ölçümünün olmaması çalışanların i letmede aylak kapasiteye dönü mesine neden olacaktır. Karar verme gücüyle yetkilendirilmi merkezi olmayan süreçlerde faaliyet gösteren çalışanların hepsinin, bireysel katkılarını izlemeye olanak olmayacaktır. E er örgüt kültürü ve de erleri bireysel sorumlulu u desteklemiyorsa, merkezile me ve yetki verme a ır suiistimallere yol açabilecektir.



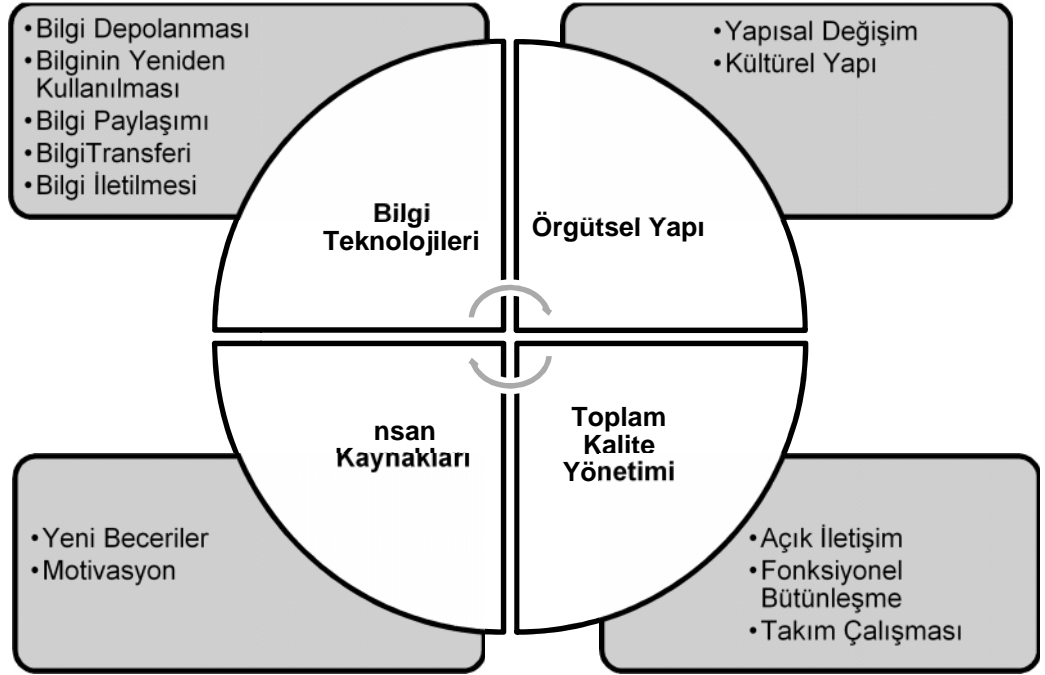
ekil 1.3: ‘ Elmas’ı

Kaynak: Hammer ve Champy, 1994; 74

De i im Mühendisli i bir i letmenin i süreçlerine uygulandı nda, temelden ve radikal de i iklikler sonucu i letmedeki her ö e de i im gösterecektir. letmenin bu ö eleri; ekil 1.3’de Hammer ve Champy’nin (1994) ‘ Elmas’ı olarak adlandırdı ı; irketin *i süreçleri* – i in yapılma ekli, *i ler*, *performans* ölçümü ve *de erler* olarak belirtilmi tir.

ekil 1.4’te ise, “ Elması”nın benzer bir kavramsal modelini olu turan Love ve Gunasekaran (1997), bilgi teknolojileri, insan kaynakları, örgütsel yapı ve toplam kalite yönetimi uygulamalarının de i im mühendisli i uygulamalarına kolayla tırıcı etkisi oldu unu belirtmi lerdir.

Örgütsel yapının de i ime açık olması, çalı anların rutinden kurtulup kendilerini geli tirmek istemeleri ve bu kazançların onları i e yönelik motive etmesi; de i im mühendisli i açısından insan unsurunun önemli oldu u dü ünülecek olunursa; de i im mühendisli i uygulamasını kolayla tırıcı bir etki sa layacaktır



ekil 1.4: De i im Mühendisli i Uygulamalarının Kolayla tırıcıları

Kaynak: Love ve Gunasekaran, 1997; 188

lerin uygulanması esnasında bilgi teknolojilerinden yararlanılması ve bilginin her kademedeki çalı anın ihtiyaçlarını kar ılayacak biçimde akı ının sa lanması büyük önem arz etmektedir. letimi güçlü ve i letmede neler yapıldı ndan haberdar olunan bir örgütte, küçük çalı ma gruplarından ba layarak tüm i letme çapında iyi bir takım çalı ması sergilendi inde, de i im sürecinin ba arılı bir ekilde tamamlanaca ı dü ünülmektedir.

1.2.1. De i im Mühendisli inde Bilgi Teknolojilerinin Rolü

Bilgi Teknolojileri, “her tür verinin elde edilmesi, i lenmesi, depolanması ve da ıtılması konusunda yeni ve sürekli geli meleri sa layan teknolojiler” olarak tanımlanabilir. Hammer ve Champy (1994)’e göre bilgi teknolojileri, de i im mühendisli i uygulamalarında kolaylık sa lamakta ve uygulamanın ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Davenport ve Short (1990) ise de i im mühendisli i ve bilgi teknolojilerinin süreklilik arz eden ayrılmaz bir ili ki içerisinde olduklarını belirtmişlerdir. Organizasyonun, yeni sürecin gerçekleştirilmesi için nasıl bir bilgi teknolojisine ihtiyaç duyacağını de i im mühendisli i projesinin ba ında ve belki de proje ba lamadan tahmin edebilmek mümkün olacaktır. Bu sistemlerin ve

uygulamalarının erken tahmin edilip gerekli donanım ve yazılımların kurulması, projenin uygulanmasına hız katacaktır.

Değişim mühendisliğinde bilgi teknolojilerinin özellikleri ve örgüte etkisi Tablo 1.2'de gösterilmektedir.

Tablo 1.2: Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Sağladığı Kolaylıklar

Bilgi Teknolojilerinin Özellikleri	Bilgi Teknolojilerinin Yarattığı Örgütsel Etki
<i>Görme</i>	Bilgi teknolojileri, yapılandırılmamış süreçlerini standardize etmeyle dönüşümlere dönüştürür.
<i>Co-rafî Bağımsızlık</i>	Bilgi teknolojileri, bilgiyi kesin ve kolay bir şekilde büyük mesafeler kat ederek transfer eder. Böylelikle iş süreçleri yerleşiminde bağımsızlık kazandırılabilir.
<i>Otomasyon</i>	Bilgi teknolojileri, belirli süreçlerde iş gücünün azaltılmasını sağlar.
<i>Bilgi Sağlama</i>	Bilgi teknolojileri, iş süreçlerinde detaylı ve geniş bir bilgi hizmeti verir.
<i>Analitik</i>	Bilgi teknolojileri, süreçleri ilgilendiren konularda etkili çözüm yolları sunar.
<i>Sıralı ve Çoklu İşlem Yapabilme</i>	Bilgi teknolojileri, süreç içerisindeki görevlerin dizindeki yerlerini değiştirmeyi sağlar, aynı anda birçok görevin yapılabilmesine olanak sağlar.
<i>Bilgi Yönetimi</i>	Bilgi teknolojileri, bilginin ele geçirilmesi ve yayılmasına izin verir.
<i>İzleme</i>	Bilgi teknolojileri, girdi, çıktı ve süreç durumu hakkında detaylı izlemelerin yapılmasını sağlar.
<i>Aracıları Azaltma</i>	Bilgi teknolojileri, süreç içerisindeki iki tarafı bir araya getirebilir.

Kaynak: Davenport ve Short, 1990; 15

Değişim mühendisliğinde bilgi teknolojilerinin rolü iki farklı bakı açıyla değerlendirilebilir (Gunasekaran ve Kobu, 2002: 2523):

- i) Bilgi Teknolojilerinin i levselliklerinden kaynaklanan rol (nternet, E-Ticaret, Mltimedya Araçları, Elektronik Veri Transferi, Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli retim)
- ii) Teknolojilerin rolü (CD-ROM, e zamanlı transfer sa layıcılar, fiber optik malzemeler)

Bilgi teknolojileri, de i im mühendisli i giri imlerinin ba arısında hayati bir önem arz etmektedir. Soliman ve Youssef (1998) gerçekte tirmi oldukları bir çalı mada, de i im mühendisli inin ba arısının bilgi teknolojilerinin kullanımına dayandı rını ve aynı zamanda bilgi teknolojilerinin ba arılı bir de i im mühendisli inin en önemli özelliklerinden biri oldu unu belirtmi lerdir. Bilgi teknolojilerinin özellikleri, i süreçlerini desteklerken i süreçleri de bilgi teknolojilerinin özelliklerinin sa ladı ı kolaylıkta i lemeye devam edecektir.

Bilgi Teknolojileri, ba arılı bir de i im mühendisli inin önemli bir göstergesi olan proje yönetim becerisini ve deneyimini kazandırır. letme içindeki de i im mühendisli i uygulamaları bir proje çerçevesinde yapılır ve yapılmalıdır. Böylelikle, bilgi teknolojileri ekibinin proje yönetim uzmanlı ı, de i im mühendisli inin ba arılı bir ekilde gerçekte mesinde önemli bir faktör olarak ön plana çıkar. Martinez (1995) de i im mühendisli inde kullanılan bilgi teknolojilerinin ba arılı olması için bu teknolojilerin de i im mühendisli inin orta ı gibi kullanılması gerekti ini belirtmi tir.

Bilgi teknolojilerinin, i letmenin de i im mühendisli inde gösterdi i çabalardaki etkisi ve rolü Tablo 1.3'te özetlenmektedir.

Tablo 1.3: De i im Mühendisli inde Bilgi Teknolojilerinin Rolü

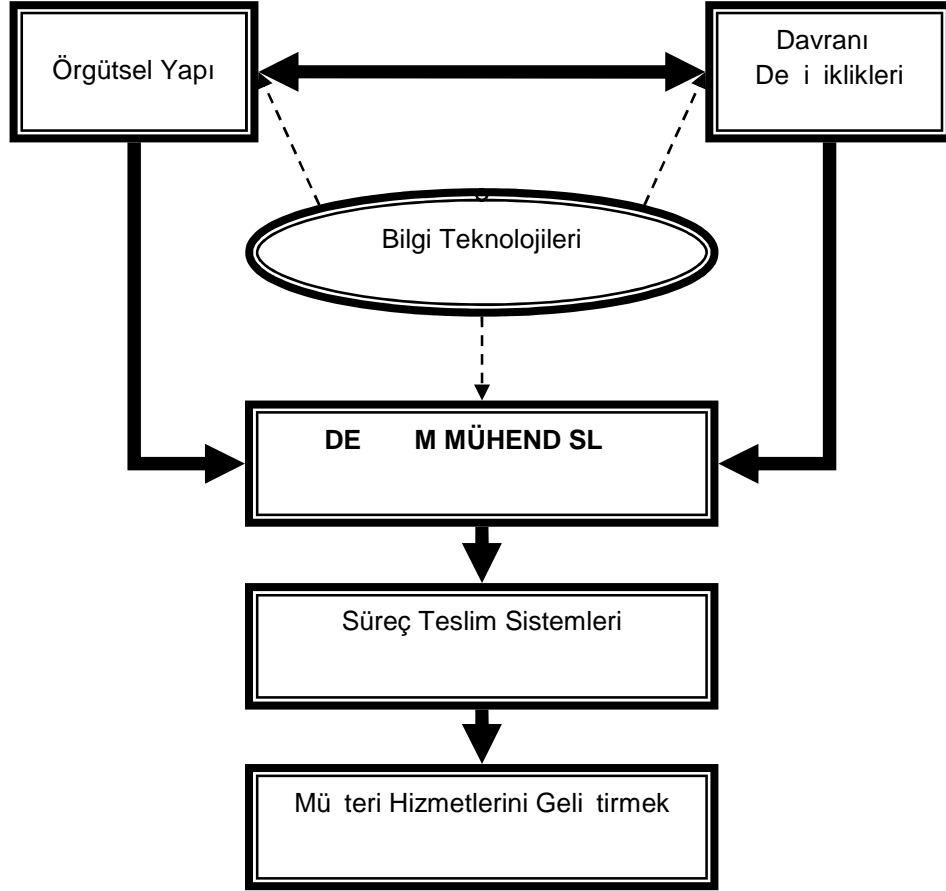
De i im Mühendisli i A amaları	Bilgi Teknolojilerinin Rolü
<i>Analiz A aması</i>	Süreç sahibi ve de i im mühendisli i uygulamasını yapan takım ile i birli i
<i>Tasarım A aması</i>	Süreç sahibi, lider ve de i im mühendisli i uygulamasını yapan takım ile i birli i
<i>Uygulama A aması</i>	Süreç sahibi, yönetim kurulu, lider ve de i im mühendisli i uygulamasını yapan takım ile i birli i

Tablo 1.3'ün devamı...

<i>Genel Sorumluluk ve Liderlik</i>	Destek; proje yönetim uzmanlığı, tasarım ilkeleri, de i im mühendisli i sürecinde önemli adımlar konusunda destek
<i>De i im Mühendisli i Plan ve Uygulaması</i>	Lider ve de i im mühendisli i uygulamasını yapan takım ile i birli i
<i>Proje Yönetim Uzmanlı ı</i>	Liderlik; Bilgi teknolojisi grubu de i im mühendisli inin uygulanmasında proje yönetim uzmanlı ını sağlamalıdır.
<i>Teknoloji Uzmanlı ı</i>	Liderlik; teknik kapasite ve yetenekler de i im mühendisli i uygulamasından önce geli tirilmelidir.
<i>De i im Mühendisli ine Konu Olan Süreçlerin Tanımlanması</i>	Lider ve de i im mühendisli i uygulamasını yapan takım ile i birli i
<i>Vizyonu</i>	Destek; yeni amaçlar ve vizyon belirlendi inde, bilgi teknolojisinin kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynak: Davenport ve Short, 1990; 18

Bilgi teknolojilerinin gün geçtikçe hızlı bir şekilde gelişmesi her alanda olduğu gibi de i im mühendisli inde de bu teknolojilerin rolünün gelecekte daha önemli hale geleceğinin göstergesidir. Gunasekaran ve Kobu (2002) geli tirdikleri kavramsal modelle bilgi teknolojilerinin önemini vurgulamışlardır. Bu model ekil 1.5'te gösterilmiştir.



ekil 1.5: Değişim Mühendisliği için Kavramsal Bir model

Kaynak: Gunasekaran ve Kobu, 2002; 2525

ekle göre, örgütsel yapı ve davranı değişiklikleri arasındaki ilişki bilgi teknolojileri tarafından sağlanmaktadır. Buradan hareketle etkin süreç teslim sistemlerinin kurulması müşteri hizmetlerinin objektif bir şekilde gelişmesini sağlayacaktır.

Barber ve Weston (1998) ise yeni bilgi teknoloji tasarımları ve yapıları ile ilgili ihtiyaçları aşağıdaki şekilde sıralamışlardır (Barber ve Weston, 1998: 595):

1. Bilgi sistemlerinin hızlı ve etkili bir gelişme ve yayılma göstermesiyle birlikte; kesin sonuçlar veren, yeniden kullanılabilir ve çoklu müşteri hizmetleri sistem modülleri,
2. Süreç modelleriyle, sistemlerin işlevini etkili kılacak bir sıraya sokulması,

3. De i im ve büyüme gibi sistem ihtiyaçlarının, hızlı ve etkili bir şekilde yeniden düzenlenmesi ve bilgi teknolojilerini geliştirmesi
4. De i er katan süreçlerde ve i yerindeki mühendislik çalışmalarında kontrolün elde tutulması ihtiyaçları do umaktadır.

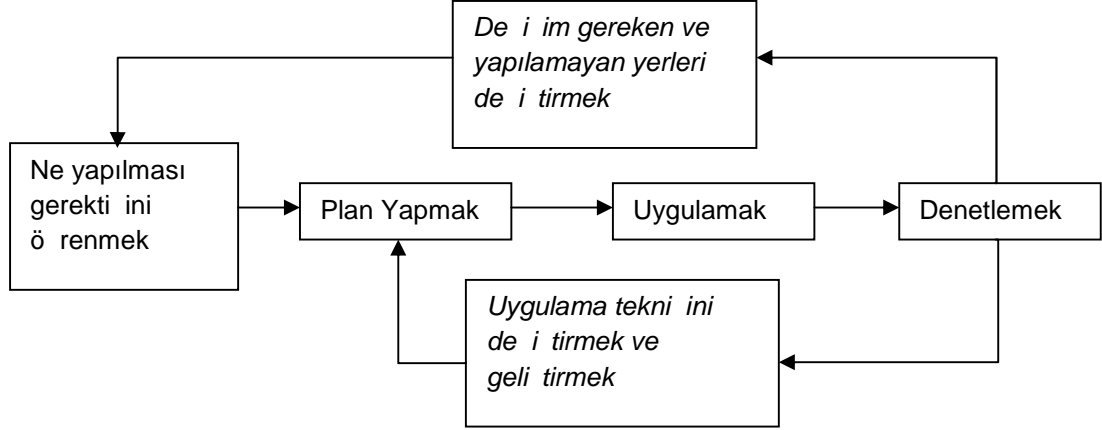
1.3. DE i M MÜHENDİSLİ İ N N UYGULAMA A AMALARI

Yapılan çalışmalar incelendi inde; birbirine benzeyen ama birçok farklı adımlarda gerçekleştirilen de i im mühendisliği uygulama a amalarının incelendi i görülmektedir. Bunun yanında bu farklılı ın nedeni; i letmelerin buldukları ülkenin siyasi, ekonomik ve ticari yapısı ile bunlardan kaynaklanan kültürel, yönetsel farklılıklar olarak gösterilebilir.

Obolensky (1994), ekil 1.6'da belirtilen de i im mühendisliği çalışmaları a a ıdaki gibi özetlemektedir:

- *Ne Yapılması Gerekti ini Ö renmek:* De i im mühendisliği uygulamalarına başlamadan önce ya da stratejik bir de i im içinde girmeden önce, de i ime u rayacak yapı ve neden de i imin gerekti i ortaya konmalıdır. Bu ortaya konarken çe itli analizler, toplantılar yapılarak kavramsal bir gerçeklik ortaya konmaya çalışılır. Bu kavramsal süreçte; de i im ihtiyacı ve örgütün de i imi kaldırabilme yetene i, payda ların ihtiyaçlarının nasıl daha iyi kar ılanaca ı ile ileti im ve planlamayı kolayla tıracak bir yapının ortaya konması vardır.
- *Plan Yapmak:* De i imin ikinci a aması olan bu adımda, uygulamanın ve de i ime u rayacak süreçlerin ve amaçları sa layacak kaynakların ayrıntıları yer almaktadır. De i im amaçlarının her biri, proje planının dayandı ı bir destek olmaktadır. Kısaca bu a ama, kavramsal olarak birinci a amada ortaya konmu dü üncelerin, sistematik bir yapıda düzenlendi i ve proje yönetimi uzmanlı ında planlama çalışmalarının yapıldı ı a amadır.
- *Uygulamak:* Yapılan plan çerçevesinde de i im mühendisliği projesinin başarıya ula tırılması için gerekli aksiyonların yapıldı ı a amadır.
- *Denetlemek:* Denetleme iki şekilde yapılmalıdır: İlk olarak uygulamanın ilerlemesi ile ilgili yapılacak denetleme ve sonuç odaklı yapılacak denetleme. Bu denetlemeler süreçler için özel hazırlanan 'proje koordinasyon merkezi' tarafından yapılmaktadır. Süreç haritaları ve

planlama ile ilgili materyaller kullanılarak ya da çalı anlarla ileti im kurarak de i im uygulamalarının nasıl i ledi i kontrol edilebilir.



ekil 1.6: De i im Mühendisli inde Dört Adım

Kaynak: Obolensky, 1994; 19

Açıklanan bu dört a amanın yanında yine ekil 1.6'da italik olarak belirtilen; de i im gereken ve yapılamayan yerleri de i tirmek ve uygulama tekni ini de i tirmek ve geli tirmek; a amaları da önem ta ımaktadır. Bu a amalar birer geri bildirim mekanizması olarak çalı maktadır. Süreç içerisinde, kavramsal olarak ya da teknik olarak ortaya çıkabilecek aksaklıkların birbirlerinden ayrı ararak, uygun bir a amadan, yeniden de i im mühendisli i uygulama sürecine dâhil olması sa lanmaktadır.

Tablo 1.4'te de i im mühendisli i uygulama a amalarına ili kin literatürde yapılmı çalı malar derlenerek sunulmaktadır:

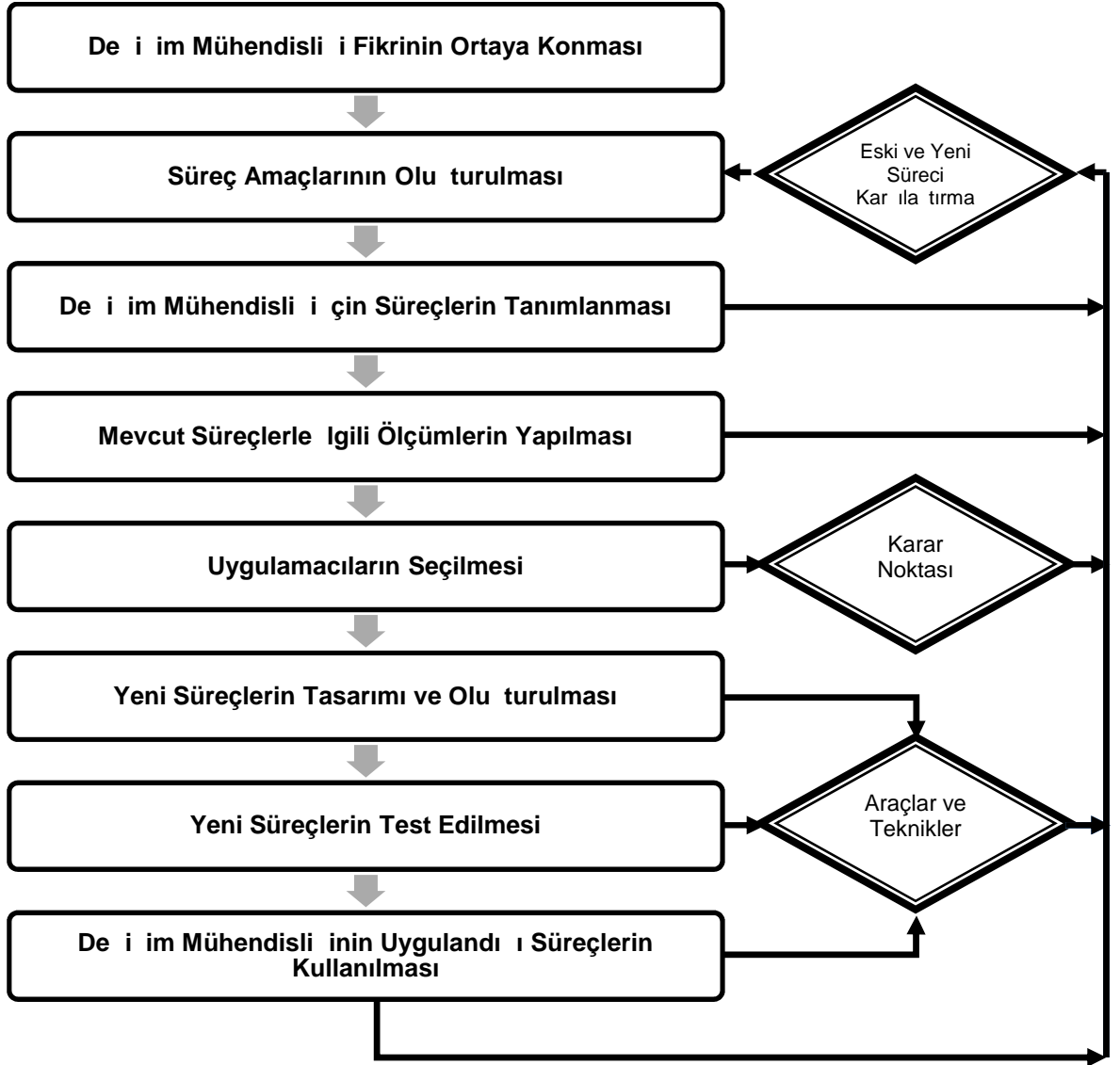
Tablo 1.4: De i im Mühendisli i Uygulama A amaları

Faaliyetler	Yöntemler
Harrison&Pratt (1993)	
1	Mü teri gereksinmelerinin ve süreçler için amaçların belirlenmesi
2	Mevcut süreçlerin haritalanması ve ölçülmesi
3	Mevcut süreçlerin analizi ve de i im ihtiyacının belirlenmesi
4	De i im Mühendisli i sürecinin tasarımı
5	De i im Mühendisli i süreci uygulanması
Furey (1993)	
1	Yönergelerin hazırlanması
2	Temel noktaların belirlenmesi ve kar ıla tırmaların yapılması
3	Vizyon olu turulması
4	Problem çözme projelerinin faaliyete geçirilmesi
5	Geli tirmelerin tasarlanması
6	De i imin uygulanması
7	Sürekli iyile tirmelerin devreye sokulması
Manganelli&Klein (1994)	
1	Hazırlık a aması
2	Tanımlama a aması
3	Vizyon belirleme
4	Teknik ve sosyal tasarımın yapılması
5	Dönü ümün gerçekleştirilmesi
Mayer&Dewitte (1998)	
1	Stratejik planın geli tirilip onaylanması
2	sistem planının geli tirilip onaylanması
3	Yıllık i planının geli tirilip onaylanması
4	Süreçler için performans ölçütlerinin olu turulması
5	Süreç geli tirme projelerinin i süreçleri üzerine kurulup uygulanması
Childe&Smart&Weaver (1996)	
1	letme, üretim ve bilgi teknolojisi stratejilerinin olu turulması
2	Önemli süreç ya da süreçlerle performans ölçütlerinin tanımlanması
3	Mevcut süreçlerin analizi
4	Yeniden tasarım yapılması ve süreçlere uygulanması
5	De i imin izlenmesi ve yeni süreçlerde sürekli iyile tirmeler yapılması

Tablo 1.4'ün devamı...

Faaliyetler	Yöntemler
Fitzgerald&Murphy (1996)	
1	Vizyonun ve vizyona ula tıracak süreçlerin ihtiyaçlarının belirlenmesi
2	De i im mühendisli inin uygulanaca ı süreçlerin seçilmesi
3	Süreç takımının olu turulması
4	Var olan i süreçlerinin tanımlanması
5	Var olan süreçlerden arzu edilen süreçlere ula mak için plan yapılması
6	Planın uygulanmaya konulması
7	Plan ve uygulama sonuçlarını kar ıla tırılarak ba arının ölçülmesi
A.B.D. Savunma Bakanlı ı (2003)	
1	Pazara nüfuz etmede i letme kapasitesinin belirlenmesi
2	Geli tirilmesi gereken ana noktaların tanımlanması
3	Ana noktaların geli iminde maliyet, zaman ve de er analizi yapılması
4	Çarpıcı geli meler sa layacak süreçlerin seçilmesi
5	Ana süreçler için i akı larının ve performans seviyelerinin belirlenmesi
6	Esas hedefin seçilmesi
7	De i imde kullanılacak araçların seçilmesi
8	Araçların önceliklerinin belirlenmesi
9	De i im planının detaylandırılması ve uygulanması
10	Sonuçların ba arı derecesinin izlenmesi
Ping (1995)	
1	Yeni bir planlama ve programlama sisteminin hazırlanması
2	İ letmenin çok basamaklı dikey örgütlenmeyi azaltması
3	Üretim planlama bölümünün; sipari ula tırma programlaması, ana üretim planı, ürün ya am süreleri ve i tanımları programlamalarını yapması
4	Yeni bir personel yönetim sisteminin hazırlanması
5	Üretim montaj sürecinin yeniden tasarımı
6	Tüm yeniden tasarımları etkileyecek bilgi sistemlerinin tasarımı ve uygulanması

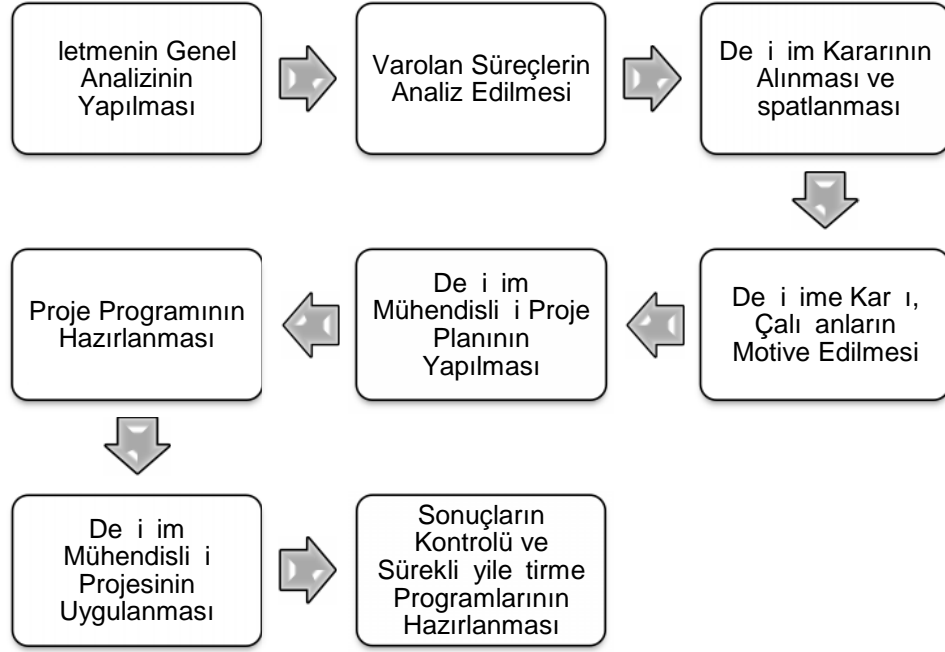
Love ve Gunasekaran (1997) ekil 1.7'de bu uygulama a amalarının benzerini olu turan bir metodolojiyi akı eması üzerinde belirtmi lerdir.



ekil 1.7: De i im Mühendisli i için Akı eması

Kaynak: Love ve Gunasekaran 1997; 186

Bu çalı malar ında, ekil 1.8'de, bir de i im mühendisli i uygulama metodolojisi geli tirilmi tir. Bu metodoloji geli tirilirken, önemli bir faktör olan insan ö esi üzerinde durulmu tur. Çalı anların de i imi kabullenmesi ön planda tutularak de i im a amalarına geçi in sa lanması dü ünülmü tür.



ekil 1.8: Geliştirilen Değişim Mühendisliği Uygulama Metodolojisi

Yönetimin genel analizinin yapılması aşamasında değişimi yönetecek takım farklı fonksiyonlardan oluşan üyeleriyle kurulmalıdır. Daha sonra yönetimin müdürlüğü yapısını belirleyerek beklentilerin neler olduğu tanımlanmalıdır. Buna göre stratejik bir plan oluşturulmalıdır. Olması gereken durum, bu analiz sonucunda belirlenerek ikinci aşamaya olan var olan süreçlerin analiz edilmesine geçilmelidir. Bu analiz sonucunda yönetim durdurma noktası ve ulaşılması gereken noktayı görerek değişim ihtiyacının içeriğini daha kolay belirleyecektir.

Değişimin içeriği belirlendikten sonra, bu değişim ihtiyacı ve kararı yönetimin genel kurulunda tartışılmalıdır. Bu süreçte, paydaşların da değişim kararına katkı ve desteği sağlanmalıdır. En önemlisi ise süreçlerle birebir ilişkisinde çalışanların değişime karşı dirençlerini kontrol etmek ve en aza indirmektir. Çalışanların dirençlerinin fazla olması, değişim gerçekleşmiş olsa bile verimliliği düşürecek etkiler yaratabilir (Stoica, Chawat ve Shin, 2003: 6).

Çalışanların değişime karşı motive edilmesi aşamasından sonra teknik olarak değişimin bir proje halinde yürütülmesi ve bunun için projenin planlanması aşaması gelmektedir. Bu aşamada, süreç haritaları yardımıyla nasıl bir yol izleneceği belirlenir. Planlama aşamasında genel hatları çizilen değişim mühendisliği projesinin; programlanma aşamasında, hedeflenen noktaya ulaşmak için yeni süreçlerin tasarımı, süreçlerin kararlaştırılması, kullanılacak teknikler, iş gücü maliyet

hesaplamaları ve en önemlisi zaman hesaplamaları gibi ölçümler yapılarak program dâhilinde uygulama a amasına geçilir. Uygulama sonucunda ortaya çıkan performans ile hedef kar ıla tırılarak ba arı durumu ortaya konulur. Bu a amadan sonra süreçlerin, sürekli iyile tirme programına dâhil edilerek güncel kalması sa lanır.

De i im mühendisli inin ba langıcından sonuna kadar sürdürülmesi gereken önemli bir unsur, de i im konusundaki kararlılı ın devamıdır. Bu yalnızca tepe yönetiminin kararlılı ı ile de il, tüm yönetim kadrosunun ve tüm organizasyon üyelerinin kararlılı ı ile de i im mühendisli i en do ru ve tek çözüm olarak görebilmeleri ile önem kazanır (Bolat vd., 2008; 260).

1.4. DE İ M MÜHEND SL UYGULAMALARININ GERÇEKLE MES N SA LAYACAK ELEMANLAR

De i im Mühendisli i geleneksel i projeleri gibi belirlenmi hedeflere açık bir planla devam eden projeler de ildir. Aksine Hammer ve Stanton'un (1995) belirtti i gibi, "bilinmeyene yapılan bir yolculuk"tur. Bilinmezlik içerisinde birçok alternatif bulunmaktadır ve her alternatif ba ka olasılıkları do urmaktadır. Bu belirsizlik ve olasılıkların yo un oldu u ortamda hızlı bir ilerleme ile de i imin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Buna göre iyi bir de i im mühendisi, de i im mühendisli i kapsamında gidilen yöne do ru kontrollü bir ilerlemeyi sa layabilecek yetenekte olmalıdır. yi bir de i im mühendisinin ta ıması gereken özellikler a a ıda özetlenmektedir: (Hammer ve Stanton, 1995: 39)

- De i im mühendisi, süreç odaklı dü ünüp bütünü kavrayabilecek dü ünçe yapısında olmalıdır. Görevlerin birle erek süreçleri, süreçler ve kurum tasarımının bir araya gelerek i letmenin bütünü olu turdu unu kavrayabilmelidir.
- yapma becerisine sahip olmakla beraber i leri yaparken yaratıcılı ını ön planda tutabilmelidir.
- De i ime kar ı olumsuz olmamalıdır.
- Belirsizlik ortamında ilerlerken çıkabilecek olumsuzluklara ra men de i imden vazgeçmemelidir.
- Süreç içerisinde de i ime kar ı olanları ya da projeyi yarı yolda bırakmayı tercih edenleri ikna edebilme gücüne sahip olmalıdır.

- Ekip çalı masına yatkın ve ileti im becerileri kuvvetli ki iler olmalıdır.

Bu özellikleri ta ryan ki ilerinin olu turaca ı de i im mühendisli i proje ekibi, ba arıya giden yolda önemli bir adım olacaktır. Hammer ve Champy (1994) de i im mühendisli inin temel yol göstericisi olarak verdikleri eserde, a a ıda belirtilen rollerin de i im mühendisli i proje ekibi içerisinde ortaya çıktıklarından bahsetmektedirler:



ekil 1.9: De i im Mühendisli i Proje Ekibi Elemanları

Kaynak: Hammer ve Champy, 1994; 94 – 105.

1.4.1. Lider

Lider, de i imi sa layan ve çalı anları de i im mühendisli i uygulamasının sonucunda olu acak radikal de i ikliklere hazırlayan ve çalı anları ikna yetenekleri olan bir ki i olmalıdır (Hammer ve Champy, 1994: 94). De i im Mühendisli inin ba arılı olabilmesi için i letmenin üst düzey yöneticileri tarafından yönetilmesi gerekir. Çünkü liderin de i im mühendisli i uygulaması için kullanılacak kaynaklar konusunda yetkili biri olması, di er bölümler arasında çıkabilecek olası çatı maları engellemek açısından yarar sa layacaktır. Bunun yanında, her lider yönetici olabilir ancak her yönetici lider özelli i ta ımayabilir. Do an (2007) eserinde bir lideri di erlerinden ayıran ancak toplumdaki topluma, kültürel, ekonomik ve sosyal yapıya göre de i iklik gösteren nitelikleri a a ıdaki gibi özetlemektedir (Do an, 2007: 250):

- **Fiziksel Özellikler:** Boy, a ırlık, görünü ve enerji gibi.
- **Ki isel Özellikler:** Egemen olabilme, özgüven, esprili olma, inandırıcılık ve orijinallik gibi.

- **Beceri ve Yetenekler:** Zekâ, bilgi ve teknik kapasite gibi.
- **Sosyal Faktörler:** Sosyallik ve sosyo-ekonomik durum gibi.

Hammer ve Champy (1994) de i im mühendisli i çalı maları için liderin genel olarak ta ıması gereken özellikleri a a ıdaki gibi sıralamaktadırlar.

- Lider, i letmedeki her eyi do ru hale getirme iste i içinde olmalıdır.
- Lider, vizyon yaratmalı ve çalı anları de i im mühendisli i çalı malarına adapte etmelidir.
- Lider de i im mühendisli i projesinin, mutlaka sonuca ula tırılması gereken ciddi bir çaba oldu unu tüm çalı anların anlamasını sa lamalıdır.
- Lider, de i im Mühendisli i uygulamasına yardımcı olacak bir ortam yaratmalıdır.
- Lider, süreç sahibini ve de i im mühendisli i takımını, görevlerini yerine getirmeleri için te vik ederken aynı zamanda bu görevleri yerine getirmede destekleyici olmalıdır.
- Lider, çok yönlü olmalıdır. letme içinde çalı anlarına ve i letme faaliyetlerine, i letme dı ında ise mü terilere yönelebilmelidir.

Bir takım çalı ması olan de i im mühendisli i uygulamalarında, en önemli noktada olan liderin di er de i im mühendisli i elemanlarını planlama, koordine etme, güdüleme, yönlendirme yetene i ile kritik bir ba arı faktörü sa lanmı olacaktır. Hammer ve Stanton (1995)'a göre lider, tüm bunları sa larken söylenen sözleri ifade eden *i aretleri*, liderin kendi verdi i i aretleri vurgulamak için yaptı ı ki isel davranı larını ifade eden *sembolleri* ve kurum içindeki ki ilere de i im mühendisli i mesajını vurgulamak için kullandı ı yönetim *sistemlerini* kullanmalıdır.

1.4.2. Süreç Sahibi

Süreç odaklı i letmelerle geleneksel i letmeler arasındaki görünür farklardan birisi de süreç sahibidir. Yönettikleri sürece kar ı sorumlulukları olan süreç sahipleri, i letmenin süreçlerine duydukları ba lılı ın en somut göstergesidir. Bunu ba armak için süreç sahiplerinin süreç tasarımını, sürecin performans ölçümünü ve hatta çalı anların e itimi için gereken yetki ve sorumlulukla donatılmaları gerekmektedir.

De i imin mühendisli inin uygulama a amalarında belirtildi i gibi, de i im mühendisli inin uygulanaca ı süreçler belirlendikten sonra, lider tarafından bu süreçlerde uygulamayı yönlendirecek süreç sahipleri saptanır.

Süreç sahibi, de i im mühendisli i uygulamasından sorumlu olan etkili ve güvenilir bir orta kademe yönetici olabilir. Bununla beraber süreç sahibinin asıl görevi, de i im mühendisli ini uygulamak de il uygulanmasını sa lamaktır. Liderle arasında fark, sahip oldukları yetki ve sorumlulu un boyutlarındadır. Lider büyük çapta de i im mühendisli inin uygulanmasını sa larken, süreç sahibi daha küçük çapta yani süreçler seviyesinde uygulanmasını sa lamaktadır (Hammer ve Champy, 1994: 99). Bu uygulamaların yapılması için süreç sahibinin bir de i im mühendisli i ekibi olu turması ve bu ekibin görevleri yerine getirebilmesi için gerekli her eyi sa laması gerekmektedir. O'Neill ve Sohal'in (1999) çalı malarında belirtti i gibi süreç sahibi, özellik gösteren süreçlerin de i im mühendisli i uygulamasından geçmeleri için sorumluluk ve yetki verecek ki idir.

De i im mühendisli inin uygulanmı olması süreç sahibinin görevinin sona erdi i anlamına gelmez. Hammer ve Stanton (1999), süreç sahipli inin iki nedenden ötürü kalıcı bir rol olarak üstlenilmesi ve yapılması gereklili ini vurgulamı lardır. Bu nedenlerden ilki, süreç tasarımının i ortamının de i imi olarak bir evrime ihtiyaç duyması ve süreç sahibinin de bu evrime rehber olması gereklili idir. İkinci neden ise, güçlü bir süreç sahibinin olmayı ı, eski süreç yapısının ilerleyen zaman içerisinde tekrar ortaya çıkmasına sebebiyet verecek olmasıdır. Süreçleri gerçekle tirmek için her zaman bir süreç sahibine ihtiyaç duyulacaktır.

1.4.3. De i im Mühendisli i Ekibi

Süreçlere uygulanacak de i im mühendisli i faaliyetleri çalı anların deste ine ve itici gücüne, aynı zamanda da teknolojinin uygun bir i letme yapısıyla yönetilmesine ihtiyaç duyar. Çalı anların önemi göz önünde tutularak de i im mühendisli i ekibinin kritik bir rol oynadı ı kabul edilmelidir. Süreçlerin de i iminin gerçekle mesi kültürel de i imi de beraberinde getirebilece inden, de i im mühendisli i ekibinin üst yönetim tarafından yetkilendirilmesi, de i ime kar ı direnci kırabilecek bir unsur olacaktır. Aynı zamanda bu ekip, de i imi gerçekle tirecek bir de i im mühendisli i unsuru oldu undan, fikirleri ve planları üreten ve genellikle gerçe e dönü türen bir etkiye sahiptir (Hammer ve Champy, 1994: 102).

De i im mühendisli i ekibi tek bir süreç üzerinde çalışır. Bunun nedeni de i imin üzerinde yoğunlaşması gereken faaliyetlerden oluşması olarak söylenebilir. Eğer birden fazla süreç üzerinde çalışılması durumu söz konusuysa, her bir süreç için ayrı de i im mühendisli i ekibi kurmak gerekecektir. Ekibi oluşturan çalışanları da iki farklı görev ve etkide görebilmek mümkündür. Bunlardan ilki *içerdekiler*, de i im mühendisli inin uygulanacağı sürecin içinde olanlar yani sürece katkı bilgisi sahibi ya da sürecin bir parçası olanlardır. Ekibin bu kısmını oluşturan kişilerin bilgilerinin ve deneyimlerinin yanında, ekip içerisindeki diğer çalışanlara katkı güven vermeleri önemlidir. İkinci olarak *dışarıdakiler*, de i im mühendisli inin uygulandığı sürecin bir parçası olmayan ancak sürece daha tanıdık olan 'içeridekiler'in gözünden kaçabilecek ayrıntıları dışarıdan biri olarak görebilme yeteneğine sahip olacak kişilerdir. Dışarıdakiler, işletmede sürecin dışından olabilecekleri gibi işletme dışından kişiler de olabilir. Böylelikle, nesnel bakı açıları sayesinde ekibin yaptığı çalışmalara daha farklı bakı açıları kazandırabilirler (Hammer ve Champy, 1994: 100).

Her bir üyesinin, de i im mühendisli i projesinin uygulanma süresince kendini de i im uygulanan süreç sahibinin isteklerine ve ekibe adanmış üyelerden oluşan ve ortak hedefe doğru ilerleyen bir grup bilinci taşıyan de i im mühendisli i ekibi, bir ekip başkanlığı tarafından koordine edilirler. Çoğu zaman süreç sahibi tarafından atanan ancak de i im mühendisli i ekibinin aralarında demokratik olarak seçebilecekleri ekip başkanlığı, ekip üyeleriyle süreç sahibi ya da lider arasında iletişimi sağlayan bir etkiye sahiptir.

1.4.4. İdare Komitesi

De i im mühendisli i çalışanlarının yönetim yapısında istenilen şekilde olarak yer alan idare komitesi, organizasyonun genel de i im mühendisli i stratejisini planlar. Süreç sahipleri ve üst düzey yöneticilerden oluşan bu komiteye lider başkanlık etmektedir (Hammer ve Champy, 1994: 104).

İdare komitesi, de i im mühendisli i stratejisinin planlanmasından başkaca, diğer de i im mühendisli i projeleri arasındaki öncelikleri belirleme ve projeler arası kaynak tahsisi konularında karar verme, süreç sahipleri ve de i im mühendisli i ekibinin çözüme ulaşamadığı konularda veya süreç sahipleri arasında oluşabilecek çatışmalarda danışmanlık yapma ve problem çözme gibi konularda işletme içi Danıştay, Sayıştay ve Yargıtay gibi rollerle çalışmalarda bulunur.

Böylelikle de i im mühendisli i projesinin ba arıya ulaşmasına katkı sa lar (Hammer ve Champy, 1994: 105).

1.4.5. De i im Mühendisli i Çarı

Lidere ba lı olarak çalı an ‘çar’, de i im mühendisli i çalı masının bir bütün olarak ba ka bir deyi le de i im mühendisli inin tüm örgüt içinde aktif bir ekilde yönetilmesi konusunda lidere yardımcı ve destek olan bir unsurdur. De i im mühendisli i çarının iki i levi vardır (Hammer ve Champy, 1994: 105):

- Her bir süreç sahibi ile de i im mühendisli i ekibini destekleyip çalı abilmelerini sa lamak,
- Devam etmekte olan de i im mühendisli i faaliyetlerini koordine etmek.

Lidere ba lı olarak de i im mühendisli i personelinin ba kanı olan de i im mühendisli i çarı bunun yanında (Hammer ve Champy, 1994: 106);

- De i im mühendisli i çalı malarında deneyimli olan ve i letmenin de i im mühendisli i tekniklerinin koruyucusu olarak deneyimlerini süreç sahiplerine aktarır ve süreç sahibine kar ıla abilece i konu ve problemler hakkında tavsiyelerde bulunur.
- Kendi i letme içi ve dı ı deneyimleri sayesinde, de i im mühendisli i ekibinde “içeridekiler”ın seçilmesinde ve ayrıca “dı ardakiler”ın saptanması ve sa lanması konularında yardımcı olur.
- De i im mühendisli i uygulamasında görev alan ba ta süreç sahibi olmak üzere, takım elemanlarının de i im yolundan sapmalarını azaltır.
- Süreç sahipleri arasında çıkabilecek olası tartı maları idare komitesi gibi yatı tırıp uzla tırmayı sa lar.
- Üretim a masında önem arz eden sipari sa lama ve malzeme alım süreçlerinin koordinasyonu a masında süreç sahipleriyle yakın diyalog kurarak gerekli i lerin yapılmasını sa lar.

Daha çok süreç sahibinin üzerinde kontrol ve müdahale etkisi bulunan ve meydana gelebilecek sapmaları ileriki safhalarda darbo az meydana getirmemesi için düzelten ‘çar’ın görevinin bir kısmı da i lerin yürümesi için gerekli altyapıların hazırlanmasını sa lamaktır. Bu altyapıları gerek teknolojik altyapı, ileti im altyapısı gerekse çalı anlarla ilgili; kariyer sahibi olma ve gelecekteki i korkusu,

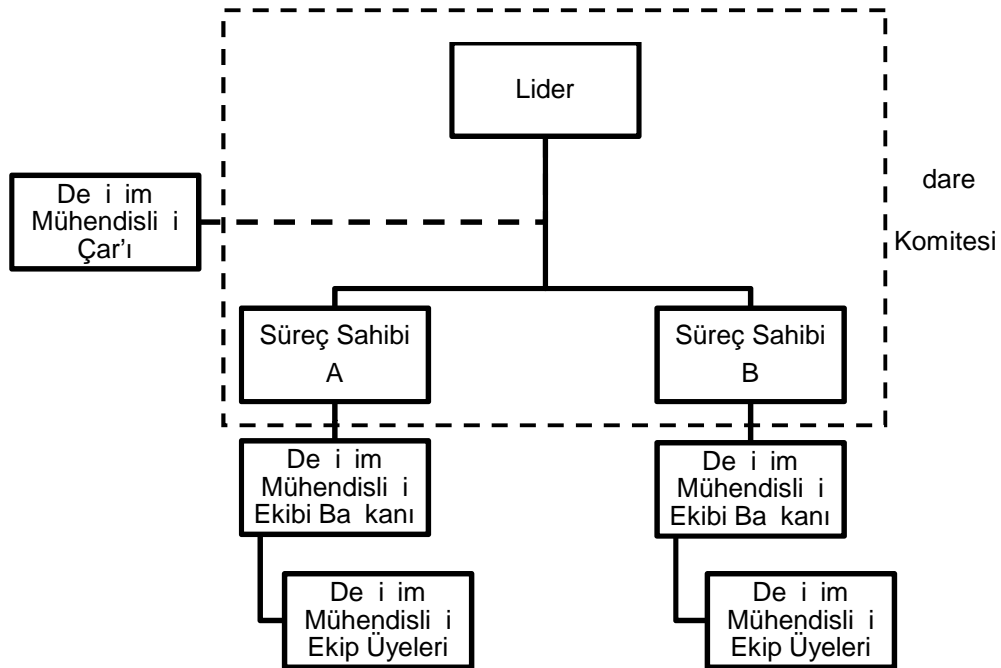
ücretlendirme, çalışanların iş stresini azaltma ve motivasyonlarını sağlamak gibi; duygusal altyapı olarak sıralamak mümkündür.

1.4.6. Mü teriler

Değişim Mühendisliği uygulamalarının sonucunda ortaya çıkacak yarar hem yönetimin *iç mü terileri* olan çalışanları hem de *dış mü terilerini* ilgilendirmektedir. Bunun için değişim gerçekleşirken bir bütün olarak mü teri istek ve ihtiyaçlarını göz önüne almak gerekmektedir.

Çalışanların çalışma ortamlarının ergonomik olması ve yapılan işlerin iyi düzenlenmesi sürecin daha verimli bir şekilde ilerlemesini sağlayacaktır. Çalışanlar, değişim mühendisliği ekibine dâhil olabilecekleri gibi dışarıdan bilgi kaynağı olarak da destekçi olabilirler. Dış mü teriler ise yönetimin devamını sağlayacak önemli bir unsurdur. Dış mü terilerin istek ve ihtiyaçlarının iyi analiz edilmesi, ihtiyaçların çeşitlilik göstermesi ve giderilme zamanlarındaki kısıtlamalar gibi unsurlar yönetimin değişime olan ihtiyacının belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

Değişim Mühendisliği uygulamalarının gerçekleştirilmesini sağlayacak elemanlar için, yukarıda yapılan açıklamalar ışığında, bir organizasyon tasarımı önerilmektedir. Oluşturulan bu organizasyon tasarımı Şekil 1.10'da görülmektedir:



Şekil 1.10: Değişim Mühendisliği Elemanlarının Organizasyon tasarımı ile Gösterimi

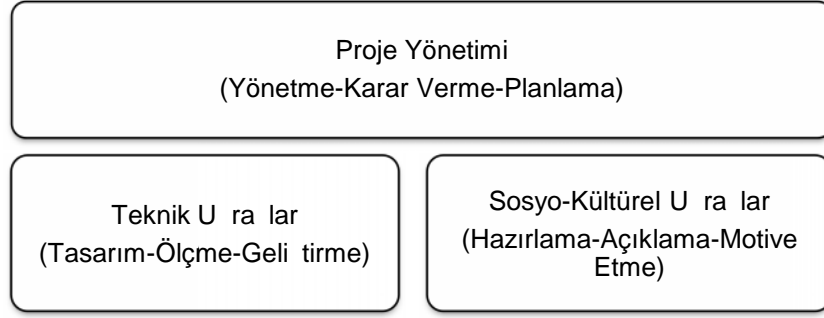
1.5. DE İ M MÜHENDİSLİ PROJELERİNDE KULLANILAN TEKNİKLER

Kettinger vd. (1997) de i im mühendisli i çalı malarında kullanılan tekniklerle ilgili yaptıkları çalı mada bu teknikleri 11 kategoride sınıflamı tır. Bu sınıflamalar de i im mühendisli i tekniklerini anlama ve ö renme açısından alt sınıflara da ayrılmı olup a a ıdaki gibi özetlenebilir:

- *Proje Yönetimi*: Bütçeleme, Proje Programlama (PERT, CPM, Gantt)
- *Problem Çözme Teknikleri*: Balık Kılıcı ı Diyagramı, Pareto Diyagramı, Ö renme E rileri
- *Mü teri İhtiyaçları Analizi*: KFG (Kalite Fonksiyon Göçerimi), Kıyaslama (Benchmarking), Odak Grup Çalı maları (Focus Group)
- *Süreç Modelleme*: Süreç Akı Diyagramları, IDEF, Rol Diyagramı, Etkile im Modeli
- *Süreç Ölçümü*: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, statistiksel Kalite Kontrolü, Zaman Etüdü
- *Süreç Prototipi ve Simülasyon*: Rol Oynama (Role Playing), Simülasyon Teknikleri
- *Bili im Sistemleri Analizi ve Tasarımı*: Yazılım De i im Mühendisli i, CASE, JAD/RAD
- *Planı*: Kritik Ba arı Faktörleri, De er Zinciri Analizi, Esas Süreçlerin Analizi
- *Yaratıcı Dü ünme*: Beyin Fırtınası, Uzmanların Görü ü, Delphi Tekni i, İli ki Diyagramı
- *Örgütsel Analiz ve Tasarım*: Çalı anların ve Takımların Davranı larının De erlendirilmesi, Tasarımı, Takım Kurma Teknikleri
- *De i im Yönetimi*: Konferans, Varsayımları Kaldırma

Stoica vd. (2004) yukarıdaki tekniklerden proje yönetimi ve problem çözme tekniklerinin, tüm projelerin temel özellikleri için vazgeçilmez bir yönetim ve temel problem analiz aracı oldu unu belirtmi lerdir.

Proje Yönetimi tekni inin rolünü ekil 1.11'deki gibi özetleyen Reijers (2003), "Teknik U ra lar"ın mevcut düzende radikal bir de i iklik yaparak süreçlerin yeniden tasarılanmasında büyük zorluklar ya atabilece inden ve "Sosyo-Kültürel U ra lar" için ise de i imi ba arıya götürebilecek ya da onun kar ısında muhalif olarak durabilecek insan olgusunun etkin yönetiminden bahsetmi tir.



ekil 1.11: De i im Mühendisli i Giri iminin Bile enleri

Kaynak: Reijers, 2003; 16

Reijers (2003), tüm bu u ra ların ve görevlerin (tasarım, ölçme, geli tirme – de i ime hazırlama, de i imi açıklama, motive etme) proje yönetimi tekni i çatısı altında yönetilmesinin de i im mühendisli i uygulaması açısından olurlu olaca nı belirtmi tir.

De i im Mühendisli i uygulamalarında kullanılan yöntemlerle ilgili olarak 1993 – 2000 yılları arasında yapılan çalı maları inceleyen Gunasekaran ve Kobu (2002)'ya ek olarak yine aynı yıllar içerisinde yapılan bazı çalı malar da eklenmi ve bu çalı malarda kullanılan modellerin hangi alanlarda kullanıldıkları ve çalı manın yazarları Tablo 1.5'teki gibi belirtilmi tir:

Tablo 1.5: 1993 – 2000 Yılları Arasında Uygulanan/Geli tirilen De i im Mühendisli i Modelleme Teknikleri

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim sistemleri tasarımı	Kavramsal modeller ve amaca göre süreç modeli	Manley (1993)
Üretim sistemleri tasarımı	Simülasyon	Mujtaba (1994)

Tablo 1.5'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Hastane işlemlerinde değişim mühendisliği	Kavramsal modeller	Strasen (1994)
Üretim sistemleri tasarımı	IDEF modeli	Kusiak vd. (1994)
Muhasebe veritabanı sistemi	Nesneye dayalı ve bilgiye dayalı modeller	Chen vd. (1995)
Kooperatif çalışması	Kavramsal Model	Yu ve Mylopoulos (1995)
Materyal yönetimi (MRP)	Simülasyon	Back ve Lansford (1995)
İletme uygulamaları	Simülasyon	Meinhardt (1995)
İletme uygulamaları	Simülasyon	Drury ve Laughery (1995)
Genel iş süreçleri	Kavramsal model	Kelleher (1995)
Askeri hastane uygulaması	Medikal grup kavramsal uygulama modeli	McGee ve Hudak (1995)
Yazılımda değişim mühendisliği	Simülasyon modeli	Wilkening vd. (1995)
Hava taşıtları üretimi	Bilgi tabanlı sistemler (karar destek sistemleri)	Xia (1995)
Karar destek sistemleri	IDEF ve KFG (QFD)	Sarkis ve Liles (1995)
Otomasyon uygulamaları	Mantıksal emalar	Semmel ve Winkler (1995)
İnsan kaynakları fonksiyonunun yeniden tasarımı	Kavramsal modeller	Kesler (1995)
Rekabetçi üretim modeli için işletme entegrasyonu	Nesneye dayalı model	Rolstadas (1995)
Taahhüt kredisi işlemleri	Bilgisayar simülasyonu	Cvetkovski vd. (1996)
Mal/hizmet portföyünde orta yönetim kararları	Amaca göre süreç modeli, Bilgisayar destekli sistem	Manley (1996)
Üretim veritabanı	Simülasyon	Pugh (1996)
İletim sektöründe e-beke ürün geliştirme	Kavramsal model	Malhotra vd. (1996)

Tablo 1.5'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim sistemi yapısı	Kavramsal örgüt ve bilgi akışı modeli	Thomas ve Davies (1996)
Süreçlere de i im mühendisli i uygulaması	Petri- ebeke modeli	Van der Aalst ve Vanhee (1996)
Süreç de i im mühendisli i	Meta analizi ile modelleme olu turulması	Jarzebek ve Link (1996)
Süreç tasarımı	De i im mühendisli i karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1996)
Sipari zamanını kısaltma	ABC analizi	Huttner ve Kernler (1996)
Alacak süreci	Yapay zekâ modeli	Yu ve Mylopoulos (1996)
Radio altyapısı	EFQM model,	Bowden (1996)
Çelik Fabrikası	IDEF	Yusuf ve Smith (1996)
Çevrim zamanının kısaltılması	Stokastik modeller, Markov zinciri modeli, Kuyruk modeli	Miltenburg ve Sparling (1996)
Örgütsel yapı	Kavramsal model (süreç yeniden yapılanması)	Teng vd. (1996)
Üretim süreçleri ve i ç i verimlili i	Simülasyon	Lyu (1996)
Grup ve bireyler arası bilgi akı sürecinin otomasyonu	Bilgi akı modeli ve simülasyon	Hsu ve Kleissner (1996)
Akıllı banka de i im mühendisli i sistemi	IDEF tekni i kullanılarak bilgi tabanlı sistem	Min vd. (1996)
akı yönetimi	akı de i im mühendisli i metodolojisi	Sharon vd. (1997)
Yazar kasa makinesi, yararları ve posta hizmeti	Simülasyon	Hunt vd. (1997)

Tablo 1.5'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim	Proje yönetim teknikleri	Narasimhan ve Jayaram (1997)
Sa lık ocakları düzenlemesi	Esnek sistem metodolojisi	Chan ve Choi (1997)
Genel de i im mühendisli i uygulaması	Bilgi teknolojileri	Wyatt ve Kletke (1997)
süreç modellemesi – otel mü teri hizmetleri	Nesneye dayalı model, bilgi teknolojileri	Wang (1997)
Üretim sistemleri	IDEF, Hücresel üretim	Jones vd. (1997)
Kamu hizmetleri	Karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1997)
süreçleri de i imi	IDEF ve KFG (QFD)	Kettinger vd. (1997)
De i im mühendisli i stratejilerinin ve teknolojilerinin seçimi	Karar destek sistemleri	Crowe vd. (1997)
Telefon santrali süreci	Simülasyon	Giannini vd. (1997)
Mühendislik tasarım süreci	Nesneye dayalı model	Wright ve Yu (1998)
Tedarik zinciri	Simülasyon	Cho vd. (1998)
De i im mühendisli i, i süreçleri entegrasyonu	Bilgi Teknolojileri	Teng vd. (1998)
Tedarik zinciri süreci	Simülasyon	Fowler (1998)
Karakol nezaret süreci	Simülasyon	Greasley ve Barlow (1998)
De i im mühendisli i, süreç analizi	Süreç i akı modeli	Castano vd. (1999)
Finansal hizmetler	Bilgi teknolojileri (ERP)	Larsen ve Myers (1999)

Tablo 1.5'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
De i im mühendisli i, de i im yönetimi	Proje yönetimi	Grover (1999)
Basımevi	Nesneye dayalı model	Völkner ve Werners (2000)
Hizmet sektörü	Grup teknolojisi, grup karar destek sistemi	Corbitt vd. (2000)

Kaynak: Gunasekaran ve Kobu, 2002; 2529

Tablo 1.5'te verilen 1993 – 2000 yıllarında literatürde yapılan çalı malar listesine ek olarak 2001 – 2009 yıllarında yapılan çalı maların listesi de Tablo 1.6'daki yapılmı tır. Böylelikle De i im Mühendisli i'nin ortaya çıktığı 1993 yılından günümüze kadar literatürde yapılan uygulamalarda kullanılan tekniklerin bir envanteri çıkarılmı tır.

Tablo 1.6: 2001 – 2009 Yılları Arasında Uygulanan/Geli tirilen De i im Mühendisli i Modelleme Teknikleri

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Süreçleri Tasarımı	Dal – sınır algoritması, Genetik Algoritma	Hofacker ve Vetschera (2001)
Süreç modelleme	IDEF	Zakarian ve Kusiak (2001)
Süreç yeniden yapılanması	Simülasyon	Selen ve Ashayeri (2001)
Esnek üretim sistemi uygulaması	Çok kriterli karar destek sistemi, simülasyon	Chan ve Jiang (2001)
E-i , B2B dönü ümü	Simülasyon	Vuksic vd.(2002)
Yolcuların uça a alınma sürelerinin kısaltılması	Simülasyon	Landeghem, Beuselinck (2002)
süreçleri planlaması	Karar destek sistemleri, bulanık de i kenler	Völkner ve Werners (2002)

Tablo 1.6'nin devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim i letmeleri	IDEF 0	Jang (2003)
Amerikan Ordusu, yemek sektörü ve bili im sektörü	Grup destekli karar verme sistemi	Dennis vd. (2003)
n aat sektöründe de i im mühendisli i	Kavramsal modelleme	Cheng ve Tsai (2003)
süreçleri analizi	Bulanık mantık, bulanık bili sel haritalama	Xirogiannis ve Glykas (2004)
Tedarik zinciri, e-i dönü ümü	Kavramsal Model (Delta Model)	Tang vd. (2004)
Süreç planlama ve programlama	Kısıtlar teorisi	Schaefers (2004)
entegrasyonu ve örgütsel geli me	akı de i im mühendisli i metodolojisi	Kumar ve Strehlow (2004)
Petrol rafinerisi süreç yenilemesi	IDEF 0	Bevilacqua vd. (2005)
Bilgi sistemleri uygulaması	Kavramsal modelleme	Sarker vd. (2006)
Belediye i süreçleri yeninden tasarımı	Analitik hiyerar i süreci	Mansar vd. (2006)
süreçleri modelleme ve analizi	Grafik analizi, matematiksel modelleme	Gao ve Li (2006)
Süreç modellemesi	Kavramsal modelleme, simülasyon	Ryan ve Heavey (2006)
süreci geli tirme	Çok amaçlı optimizasyon algoritması (NSGA2)	Vergidis vd. (2006)
akı süreci modellemesi	Kavramsal i akı modellemesi	Sun vd. (2006)
süreçleri modellemesi	Simülasyon	Melao ve Pidd (2006)
De i im mühendisli i uygulama planlaması	akı modellemesi (Shamash)	R-Moreno vd. (2007)
Süreçlerde risk analizi	Simülasyon	Jallow vd. (2007)

Tablo 1.6'nin devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Süreçlerde risk analizi	Kavramsal modelleme	Goel ve Chen (2008)a
Bilgi sistemi geliştirme	Amaç programlama	Grau vd. (2008)
Global işletme entegrasyonu	Altı Sigma	Goel ve Chen (2008)b
Hizmet odaklı tasarım	Karar destek sistemleri	Umar ve Zordan (2009)
Değişim mühendisliği projelerinde geri ödeme	Ampirik çalışma	Ozcelik (2009)
Üretim stratejisi, kıyaslama, performans ölçümü ve değişim mühendisliği ilişkisi	Kavramsal ve ampirik bir çalışma	Herzog vd. (2009)
Tedarik zinciri tasarımı	akıllı modellemesi ve faaliyete dayalı maliyet	Bevilacqua vd. (2009)
Süreç performanslarının ölçülmesi	Simülasyon	Han vd. (2009)
Performans geliştirme ve ölçümü	Kuyruk Kuramı	Cheng vd. (2009)

Yukarıda Tablo 1.5 ve Tablo 1.6'da verilen 1993 – 2009 yılları arasında yapılan çalışmalar için kullanılan tekniklerin genel görünümü ve kullanım oranları Tablo 1.7'de sunulmuştur. Bu analize göre kavramsal modellerin bu yıllarda çokunlukla kullanıldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu çalışmada da kullanılacak simülasyon tekniği ise, yine kullanım oranı yüksek ikinci çalışmada olarak literatürde yerini almaktadır.

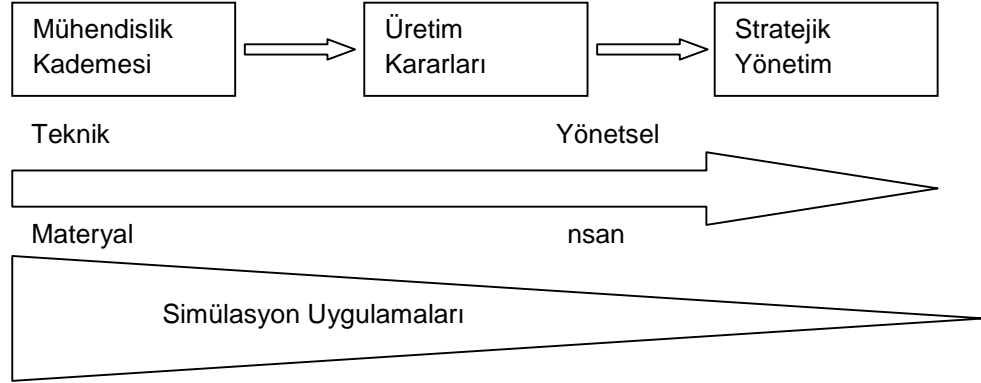
Tablo 1.7: De i im Mühendisli inde Kullanılan Tekniklerin Kullanım Özeti

Teknikler	Kullanım Oranı	Tekni in Temel Özellikleri
Kavramsal Modeller, Karar Destek Sistemleri	% 28.1	<ul style="list-style-type: none">▪ Son kullanıcılar tarafından kolay anlaşılır.▪ Sistem bütün olarak modellenir,▪ Süreç daha az doğrulukla bir araya getirilir.
Simülasyon Modeli	% 26.5	<ul style="list-style-type: none">▪ Daha yüksek doğrulukta modelleme yapılır.▪ Kurulan modelin yapılabildiğiyle kısıtlanmıştır.▪ De i im mühendisli inin stratejik sonuçlarını modellemek zordur.
Nesneye Dayalı Model	% 12.7	<ul style="list-style-type: none">▪ Son kullanıcılar tarafından anlaşılması zordur.▪ Sistemin bütünü bir parçası tarafından kısıtlanmaktadır.▪ Özel modellemeye imkân verir.▪ De i im mühendisli inin stratejik sonuçlarını incelemek zordur.
Bilgi Tabanlı Model	% 12.6	<ul style="list-style-type: none">▪ Bilgi i lem sistemleridir.▪ Kullanımı kolaydır.▪ Uygulama seçenekleriyle sınırlıdır.
IDEF Modeli	% 11.3	<ul style="list-style-type: none">▪ Anlaşılması kolaydır.▪ Tüm sistemi modelleme avantajı sağlar.▪ Stratejik sonuçları ele almaz.
A Modeli	% 8.8	<ul style="list-style-type: none">▪ Daha yüksek doğrulukta modelleme yapılır.▪ Sistemdeki belirsizlikleri de ele alır.▪ Modelleme gücüyle sınırlıdır.▪ Karmaşık yapısından ötürü kullanımı daha zordur.

Bu çalışmanın da kapsamında olan simülasyon tekni i, de i im mühendisli ine ba larken yeniden tasarımı yapılan sürecin sistem içerisindeki performansının öngörüsünü sağlamada ve bu öngörüden hareketle uygulama içerisindeki faaliyetlerin modellenmesi ve analizinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Etkin bir maliyet sunan simülasyon modellemesi hızlı bir şekilde alternatifleri ortaya koymayı ve probleme daha hızlı ve anlaşılabilir çözüm bulmayı sağlamaktadır.

Grafik gösterimlerle de i süreçlerinin daha somut bir şekilde izlenmesini sağlayan simülasyon tekni i, tüm kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmaktadır.

Simülasyon tekni i i letmenin bütün hiyerar i kademelerinde kullanılabilir. Ancak bunun kullanımı her kademede aynı şekilde değildir. Bu durum Fowler (1998)'in eserinden aşağıdaki şekildeki gibi uyarlanarak gösterilebilir:



ekil 1.12: Simülasyon Uygulamalarının Sistem çerisindeki Kullanımı

Kaynak: Fowler, 1998; 1032

Greasley ve Barlow (1998) eserlerinde de i im mühendisli i projelerinde i süreçlerinin simülasyon tekni i kullanılarak öngörü yapılmasının;

- süreçlerinin anlaşılmasını,
- De i im sürecinin tanımlanmasını,
- Süreç vizyonunun geliştirilmesini,
- Yeni sürecin tasarlanmasını ve prototipinin hazırlanmasını,
- Teklif edilen de i ime etki eden anahtar performans ölçütlerinin belirlenmesini sağladığını belirtmişlerdir (Greasley ve Barrow, 1998: 980).

Süreç modellemesinde simülasyon yönteminin kullanılmasının nedeni aşağıdaki gibi özetlenebilir (Vuksic vd., 2002: 733):

- Süreç dinamiklerinin modellenmesine olanak sağlar,
- Süreç geli tirmede kullanılan rastlantısal de i kenlerin etkisini ortaya koyar,
- De i im mühendisli inin etkilerinin daha evvelden kantitatif olarak ortaya konmasını sağlar,
- Yazılımların grafik özellikleri sayesinde sürecin canlı bir şekilde izlenmesine olanak sağlar,

- Simülasyon modelleri, müşteri ya da proje kullanıcısı ile analizi ya da uygulamayı yapan kişi ya da kişiler arasında iletişimi kolaylaştırır.

Simülasyon yazılımlarının kullanılmasıyla ilgili olarak yaptıkları çalışmada Greasley ve Barlow (1998), ARENA bilgisayar programını kullanarak bir karakolda bilgi teknolojileri uygulamalarıyla beraber yapılacak değişimin simülasyon tekniğiyle öngörüsünü yapmışlardır. Greasley (2004) polis merkezlerine bildirilen trafik kazalarının raporlama sürecinde daha hızlı belge ve bilgi akışı sağlamak ve sürücülere güvenli bilgiler vermek amacıyla değişim mühendisliği projesi başlatarak süreçlerin ARENA programıyla simülasyonunu yapmıştır. Böylelikle süreç sonunda karakol çalışanlarından üst düzey yetkililere kadar trafik kazalarının istatistikleri ve kaza bilgileri daha hızlı ve etkin bir şekilde aktarılmıştır. Aynı yazılım programını kullanan Landeghem ve Beuselinck (2002), bir havaalanındaki uçuş alanı zamanlarının azaltılması için sürece değişim mühendisliği uygulamaları ve bunun öngörüsünü bilgisayar yazılımıyla oluşturdukları modelle elde ederek uygulamayı gerçekleştirmişlerdir. Cvetkovski vd (1996) ise ARENA programıyla otomobil almak isteyen tüketicilerle, otomobil bayii ve otomobil kredisi veren banka arasındaki süreci modelleyerek değişim mühendisliği uygulamalarıdır. Burada sağlanmak istenen, bankadan rahatlıkla elde edilebilecek krediyle tüketicinin otomobil alma kararını rahatlatmaktır bunun tam tersi olarak kredi sürecindeki zorluklar ve kısıtların kişilerin alım kararını da etkileyecektir.

Lee ve Elcan (1996) ise bir telekomünikasyon şirketinin teknoloji geliştirmesi yaparak ana süreçlerine uyguladıkları değişim mühendisliği projesini eserlerinde incelemiştir. Bu projenin amacı, müşteri sadakatini geliştirmek, maliyet etkinliği sağlamak ve verilen hizmetin verimliliğini artırmaktır. Bunun için SimProcess programında süreçlerin modellenmesini yaparak değişimden sonra amaçlarına ne kadar ulaşacaklarının öngörüsünü yapmışlardır. Giannini vd (1997) de yine SimProcess bilgisayar yazılımını kullanarak bir kamu hizmeti için telefon santral süreçlerinin veri akışının değişimini gerçekleştirmişler, böylelikle gelirlerin ve müşteri memnuniyetlerinin yükselmesini ve kaynak kullanımının optimize edilmesini sağladıklarını öngörmüştür. Yukarıda incelenen eserlerdeki uygulamalar aynı zamanda hizmet işletmelerinde değişim mühendisliği projelerinin ve bu projelerde simülasyon tekniğinin kullanılmasına da örnek teşkil etmektedir.

Bhaskar vd. (1994) IBM firmasıyla ortak tasarlanan BPMAT (Business Process Modeling and Analysis Tool) yazılımını, değişim mühendisliği

uygulamacılarına süreç alternatiflerinin denenmesini ve öngörüsünün yapılmasını sağlayan bir araç olarak önermektedir. Chan ve Jiang (2001) bir saat üreticisi firmanın, süreç alternatifleri arasından Esnek Üretim Sistemlerini, üretim hattından başlayarak montaj, paketleme ve dağıtım süreçlerine uygulayacakları üretim kararı ile ilgili olarak, üretim mühendisliği projesinin ARENA bilgisayar yazılımıyla modellemesini yaparak öngörü sağlamıştır.

Barnes ve Laughery (1997) eserlerinde, Micro Saint simülasyon yazılımının üretim, insan kaynakları, ergonomi gibi kullanım alanlarına değinerek üretim mühendisliği projelerinde de simülasyon tekniğinin kullanılabileceğini ve bu tekniğin avantajlarının bilgi teknolojilerini kullanılarak nasıl daha hızlı bir şekilde geri dönüşüm kazandırılmasının altını çizmektedir.

Back ve Bell (1995) Monte Carlo Simülasyon Yöntemini kullanarak bir işletmenin malzeme ihtiyaç planlaması, malzeme satın alınması, satın alınan malzemenin kontrolü ve ödeme emri ile ilgili süreçlere üretim mühendisliği uygulamalarıdır. Çalışmanın sonucu olarak karmaşık süreçlere üretim mühendisliği uygulanmasında kullanılan simülasyon tekniğinin öneminden bahsetmektedir. Ayrıca, kullanılacak bilgi teknolojileri ile beraber sistemi oluşturan parçaların her biri arasındaki ilişkiyi ve bir bütün olarak sistemi analiz etmeyi sağlayarak gerçek işlemlerine benzer sonuçlara ulaşılacağını belirtmektedir.

Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin üretim süreçlerinde de simülasyon yönteminin uygulanabileceğini belirten O'Kane vd. (2007), bir işletmenin üretim süreçlerini, üretim mühendisliği projesi çerçevesinde yeniden tasarlayarak Toplam Kalite Yönetimi teknikleriyle geliştirilmesini sağlamıştır. Amaç, stratejik bir yön olarak üretimde verimliliği arttırmak ve kaynakların israf edilmesini önlemektir. Üretim mühendisliği projesinin uygulanmasında üretim süreçleri bir simülasyon yazılımında modellenerek makine ve teçhizatın kullanımı, üretim şekli ve sayısı, malzeme akışı, darboğazların olduğu yerler ve alternatif süreç ve ekipmanlar hakkında bilgi sağlanmıştır.

Üretim mühendisliği uygulamaları içerisinde simülasyon tekniğinin kullanım alanı sadece süreçlerin modellenip süreç akışının görüntülenmesi ve izlenmesi değil aynı zamanda süreçlerle ilgili her türlü maliyetin de öngörüsünün yapılmasıdır. Bununla ilgili olarak bisiklet montajı yapan bir işletmede FEMOS (Fertigungs und Montage Simulator) simülasyon programıyla maliyet simülasyonu yapan Zülch ve

Brinkmeier (1998) üretim maliyetlerinin tahminlemede kullandıkları simülasyon aracıyla gerçeğe yakın sonuçlar aldıklarını belirterek kantitatif verilerin varlığının karar sürecinde etkin rol oynadığını ve böylelikle teknik ve örgütsel anlamda yatırımın geri dönüşünün önceden tahmin edilebildiğini ve finansal risklerin en aza indirilebildiğini altını çizmişlerdir.

Paul vd. (1999) eserinde, derinlemesine mühendislik projeleri için uygun bir simülasyon modeli geliştirmenin öneminden bahsederek, bu modeli geliştirmek için gerekli olan özelliklerin tanımlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Tanımlanması gereken bu özellikler iki kategoriye ayrılmaktadır (Paul vd, 1999: 1562):

1. Teknik Gereklilikler

- Süreçlerin modellenmesi ve yazılı hale getirilmelidir.
- Modeller, mevcut süreçteki olası değişikliklere karşı güncellenebilir olmalıdır.
- Modeller tekrar kullanılabilir ya da değiştirilerek kullanılabilir olmalıdır.
- Modelleme, iş süreçlerinin doğasında bulunan ve özellikle dışsal faktörlerle tetiklenen olasılıklı durumları göz ardı etmemelidir.
- Önerilen alternatifler için sayısal verilere dayanılarak değerler geliştirilmelidir.
- Geliştirmeler çalışmanın amaçlarına yüksek düzeyde bağlı olmalıdır.

2. Politik Gereklilikler

- Modelleme ve karar verme; kural kısıtlamaları, karar kullanıcılarının değerime karşı kabullenmeleri gibi; politik faktörleri göz ardı etmemelidir.
- Modelleme, ortaya çıkan analiz sonuçlarının özel amaçlara göre farklı yorumlanabilmesi için esnek bir yapıda olmalıdır.
- Alternatifler, hem üst yönetime hem de modelin son kullanıcılarına bildirilmelidir.
- Bütünsel bir yaklaşım, süreçlerin birbirlerine olan bağımlılıklarını tanımlama açısından gereklidir. Diğer taraftan, işletmenin bütününe ilişkin bölümler, kendi performanslarını görmek açısından pilot bir uygulama ekinde kısmi bir model kullanabilirler.
- Modelleme araçları, sürecin modellenmesine katkıda bulunan tanımlı kullanıcılar tarafından kolaylıkla kullanılabilir olmalıdır.

Bu iki kategoriye ayrılması gereklilikler birleştirildiğinde, işletme sistemi hem sosyal hem de teknik açıdan yarar sağlayacaktır.

Ryan ve Heavey (2006) de yaptıkları araştırmada süreç modellemesi ile ilgili olarak simülasyon tekniğini destekleyen araçların/yazılımların analizini yapmışlardır ve bu araçların tam olarak simülasyon tekniğini desteklemediğini ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak Ryan ve Heavey (2006)'da Paul vd. (1999) gibi simülasyon tekniğine destek verecek aracın geliştirilmesi için aşağıdaki tasarım ölçütlerinin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir (Ryan ve Heavey, 2006: 437):

1. Kesikli olay sistemini detaylı bir şekilde tanımlama yeteneğine sahip olmalı,
2. Modelleme zorlukları daha az olmalı ve kullanıcı dostu olmalı yani işletim uzmanı olmayanların dahi simülasyon aracını kullanabilmelerine imkân sağlamalı,
3. Model bilgisini, üretim personelinin bu modelle yöntem geliştirmesini sağlamak için, yüksek seviyede anlaşılabilir olarak sunmalı,
4. İyi bir görsellik yeteneğine sahip olmalı,
5. Proje takım çalışmalarına destek vermelidir.

Buna ek olarak Cho vd. (1998), işletim mühendisliği projelerinde simülasyon modellerinin ve programlarının oluşturulması aşamasında, bu süreçte çalışanların rollerinin göz ardı edildiğini belirterek rol tabanlı simülasyon önerisini getirmiştir. Buna göre, örgüt içerisinde çalışanların simülasyon programına verdikleri mesajlar, yaptıkları faaliyetler ve durumları itibarıyla birleştirilmesini önermekte ve böylelikle model çıktısının karar verici açısından daha etkin olacağını belirtmektedir.

1.6. DEĞİŞİM GÖSTERİLEN DİRENÇLE BAĞLI ÇIKMA NEDENLERİ

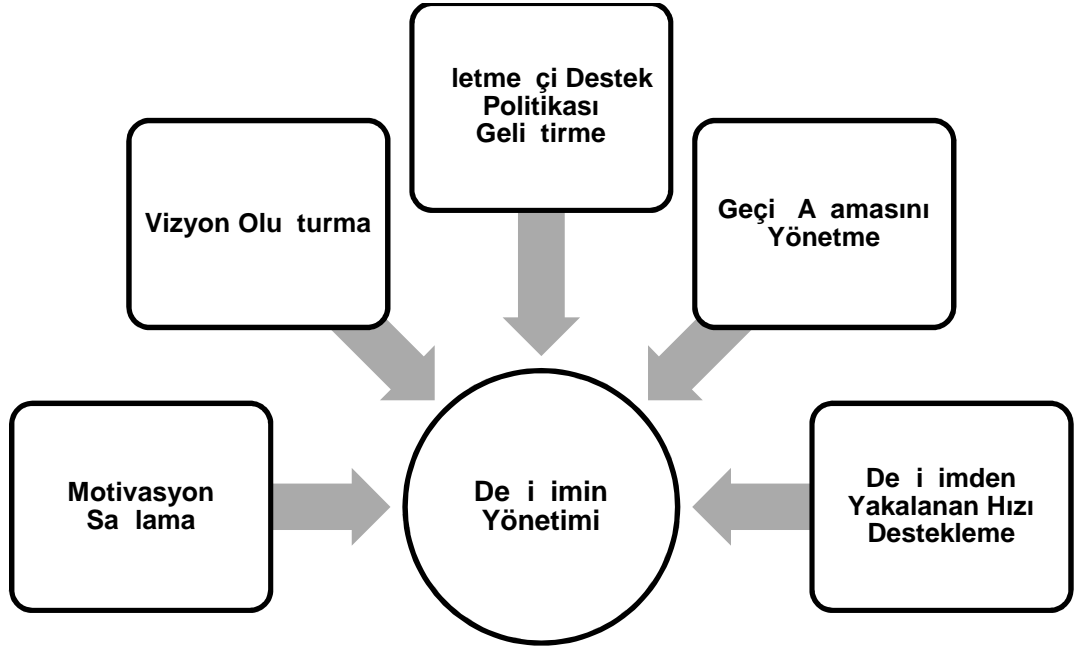
Değişim Mühendisliği'nin gerçekleştirilmesinin en üst kademedeki en alt kademeye doğru olduğu göz önüne alındığında; bir üst yöneticinin, orta ve alt kademelerin bakış açlarına yön vermesi ve onların tepkili hareketlerini en aza indirmeye çalışması gerektiği söylenebilir. Alt kademe çalışanları buldukları seviye ve bölümlerle sınırlı olduklarından kendi bölümlerinde karşılaştıkları problemlerin çözümündeki başarıyı, sürecin bir bütün olarak görülmesinde sergileyemeyebilirler. Bu nedenle işletim mühendisliği gibi büyük değişimler yerine, kademeli bir şekilde iyileşmeyi tercih edebilirler. Orta kademe yöneticileri ise değişimin kendilerini etkileyeceği korkusuyla ve mevcut durumdaki hâkim konumlarını yitirecekleri korkusuyla değişimden çekinebilir ve değişime karşı direnç gösterebilirler.

Hammer ve Stanton (1995), “kararı devrimciler” olarak adlandırdıkları, de i im mühendisli ine muhalif olan ki i ya da grupların de i ime kararı geli tirdikleri savunma mekanizmalarını a a ıdaki gibi özetlemektedir:

- De i im mühendisli i i e yaramaz.
- De i im mühendisli i yeni bir ey de il.
- De i im mühendisli i yeterince radikal de il.
- De i im mühendisli i tehlikeli ve insanlık dışı.
- Biz farklıyız.
- Buna gücümüz yetmez.
- Bunu zaten yıllardır yapıyoruz.
- De i im mühendisli i küçülmeye verilen yeni bir addan başka bir ey de il ve küçülme i e yaramıyor.
- De i im mühendisli i büyüme sağlamıyor.
- De i im mühendisli i mantıktan başka bir ey de il.

Çalışanların ve genel olarak insanların büyük bir de i im kararı sırasında direnç göstermeleri kaçınılmaz bir tepkidir. Üst yönetim, i te bu problemin çözümünde önemli bir role sahiptir. Hammer ve Champy (1994) dirençle başa çıkmanın ilk adımını insanların direnç göstermesini beklemek ve bunun çalışanı maya engel olmasına izin vermemek oldu unu belirtmiştir. Böylelikle de i im a aması daha problemsiz bir şekilde a ılımlı olur.

Cummings ve Huse (1989)’a göre, de i imin yönetilmesinde etkili olacak be kategori; de i ime motivasyon sağlama, vizyon oluşturma, i letme için politik destek geliştirme, geçi a amasını yönetme, de i imden yakalanan hızı destekleme ekinde sıralanmaktadır (Akt: Grover vd., 1995; 113). Bu kategoriler ekinde 1.13’te de görülebilir.



ekil 1.13: De i imin Yönetilmesinde Etkili Olacak Kategoriler

Bunun yanında birçok ara tırmacı da i letmenin de i im a amasında etkili olabilmesi için bazı teknikler üzerinde durmaktadırlar. Bu teknikler; örgütsel davranı ları de i tirme, amaçlara göre yönetim, i zenginleştirme, takım çalı ması, i ya amında kalite ve kontrol çemberleri olarak sıralanabilir. Ancak önemle üzerinde durulması gereken nokta de i imin iyi yönetilmesi yani de i imin planlanıp ba arıyla uygulanmasıdır.

K NC BÖLÜM

PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA ARAÇLARI

Projeler, yapılacak i lerin ve bu i lerin yapımında kullanılacak kaynakların belirlenmesi, bu kaynakların kullanılaca ı faaliyetlere atanması ve bu faaliyetlerin sonucunda özgün ürün ve hizmetler ortaya çıkartılmasını kapsar. Bu çıktılar sa lanırken maliyet, zaman ve performans boyutlarının optimize edilmelidir. Bunu sa lamada etkin bir proje planlama ve programlama yapılması gerekmektedir. Bu bölümde, proje ve proje yönetimi kavramları ele alınmı ve bu çerçevede proje planlama ve programlama araçlarına kapsamlı olarak de inilmi tir.

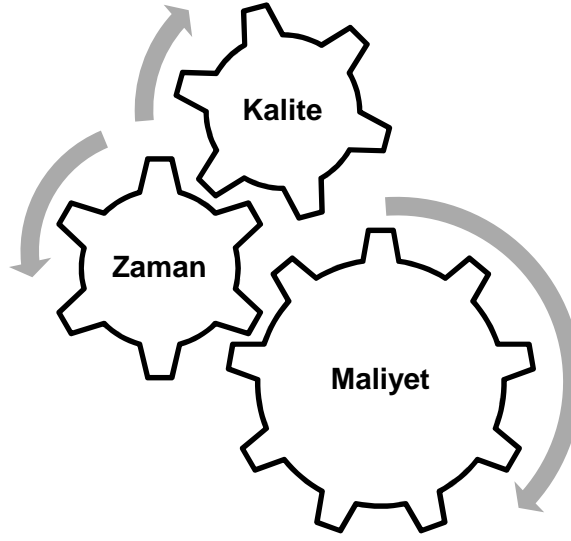
2.1. PROJE KAVRAMI VE PROJE YÖNET M

Projeler, sonuç olarak özgün bir çıktı veren ve bu çıktının oluşması a masında; daha önceden bilinen ba lama ve bitme zamanlarında, belirtilen hedeflere ulaşılması amacıyla, tekrarlanamayan programlı faaliyetlerden oluşur. Ba ka bir deyi le; projeler her biri kendine özgü ürün, hizmet ya da sonuçlar yaratmak için üstlenilen faaliyetler toplulu udur. Literatürde proje kavramının birçok farklı tanımıyla kar ıla ılabilir, örne in; en geni anlamda proje, özel, sonu olan ve güdülen amaç için yararlı olacak görevler (Meredith ve Mantel, 2000: 9) veya proje çıktısının sa lanması a masında birbiri ile ili kili faaliyetler serisi (Heizer ve Render, 2006: 56) olarak tanımlanabilir.

Bu tanımlamalardan projelerin temel üç özelli ini;

- Bir ba langıç ve bir sonu olmaları itibariyle *geçici* olmaları,
- Proje sonucunda ortaya konulan ürün, hizmet ya da sonucun benzer di er projelere göre farklı olmasından ötürü *özgün* çıktılara sahip olmaları ve
- Projenin adım adım artarak ilerlemesi ve geli mesi yani *programlı ilerlemeleri*; olarak belirtmek mümkündür.

Her proje için ba arı faktörleri de i kenlik gösterebilir ancak temelde projelerin ba arılı olabilmesi için zaman – maliyet – kalite faktörlerinin dengeli bir ekilde uygulanması gerekmektedir.



ekil 2.1: Proje Ba arısına Etki Eden Temel Faktörlerin Gösterimi

Projenin ba arısına etki eden temel faktörler arasındaki ili ki kaotik bir yapıya sahiptir; zamanı kısaltmak için yapılacak yatırımlar; yeni makine alımı, yeni teknoloji uygulamaları, yeni i gücü istihdamı, fazla mesai; maliyetlerde artı a neden olacaktır. Bunun yanında maliyeti dü ürmeye yönelik çalı malara a ırlık verilmesi proje zamanının uzamasına neden olaca ı gibi kaliteden de ödün verilmesine yol açacaktır. Kalitenin arttırılmasına yönelik çabalar ise maliyet ve zaman faktörlerinin artı na neden olacaktır. Temel faktörler arasındaki birbiriyle do rudan etkile im nedeniyle, projenin ba arıya ula ması, bu faktörlerin hep birlikte ele alınmasıyla mümkün olacaktır.

Projenin ba arıya ula ması etkin bir yönetimle gerçekleştirilmektedir. Proje yönetimi, di er üretim faaliyetlerinde oldu u gibi planlama, programlama ve kontrol gibi yönetim faaliyetlerini kapsamaktadır. Projeler, belirli bir zaman dilimi içinde özgün bir ürün, hizmet ya da sonuç ortaya koymak için belirli faaliyetlerin koordinasyonunu sa lamaya ihtiyaç duyması, proje yönetim tekniklerini, di er üretim sistemlerine ili kin yönetim tekniklerinden ayırır. Proje Yönetimi, yapılacak proje planına uygun olarak programlanan proje adımları için ayrılan bütçeyi en ekonomik bir biçimde kullanarak, belirtilen zamanda ve proje çalı anları ile proje çıktısını kullanacak olanların arzu etti i kalitede proje amaçlarına ula mak için gerekli hammadde ve malzeme, i gücünün yönetilmesidir. Ba ka bir deyi le proje yönetimi, proje amaçlarına ula mak için zaman – maliyet ve kalite faktörleri arasında etkin bir ili ki kurmaya yönelik planlama, programlama ve kontrole ili kin faaliyetleri kapsar.

Proje yönetimi kavramını sadece bir ürün ortaya koymak için bir araya gelmiş çalışanların yönetimi olarak algılanmamalıdır. Proje yönetimi kavramının içerisinde (Doğan ve Güler, 2006: 134);

- Çevresel değişikliklere uyum sağlamak için *değişim yönetimi*,
- Belirlenen bütçeyle projenin tamamlanması için *bütçe yönetimi*,
- Projenin önemli kısıtlarından biri olan *zaman yönetimi*,
- Çalışanların etkin bir biçimde yönlendirilmesi ve yönetilmesi için *insan kaynakları yönetimi*,
- Projenin başarılı sonuçlar vermesini sağlamak için proje takımı ve proje üst yönetimi arasında bilgi akışını sağlayan ve bunun yanında müşteri geri bildirimini iletmeye aktarmayı sağlayan *iletişim yönetimi*,
- Müşteri istek ve ihtiyaçları doğrultusunda belirlenen kaliteye ulaşmak ve bunları standart haline getirip geliştirmek için *kalite yönetimi*,
- Projenin girdileri olarak, belirlenen malzeme araç ve gereçler ile bunların siparişini ve tedarikini sağlamak için *tedarik yönetimi*,
- Belirsizlik durumlarında *risk yönetimi* kavramı göz önüne alınmalıdır.

Proje yönetimi, işletme yönetiminden farklılık göstermektedir. Her projede, özgün görevlerin planlanması, bütçelendirilmesi, programlanması ve kontrol edilmesi söz konusudur ve “proje olmayan” işletmelerden farklı olarak projeler sıklıkla birçok fonksiyonel bölümün çapraz ilişkide olduğu bir yapıdadır ve genellikle fonksiyonel bölümler arası teknoloji, bilgi, kaynak ve personele büyük ihtiyaç duyarlar (Mantel vd., 2005: 4).

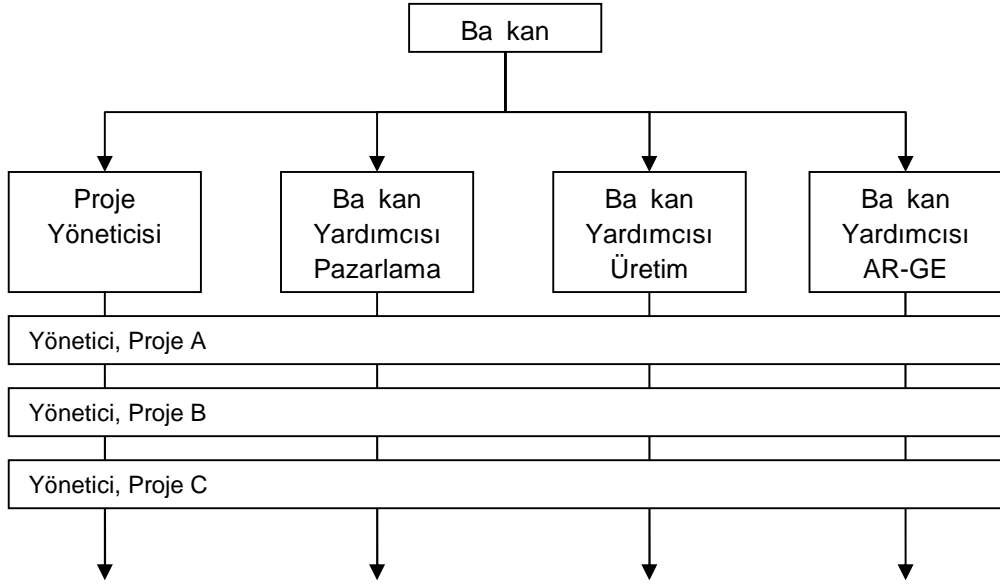
Projeler genelde “proje örgüt yapısı” olarak da adlandırılan matris yapı şeklinde kurulurlar ve Mantel vd.(2005)’in bahsettiği gibi birçok fonksiyonel bölümün birbiriyle ilişkisinde olması nedeniyle karmaşık bir örgütlenme şeklidir. Bu proje örgüt yapısı diğer fonksiyonel örgüt yapılarıyla karşılaştırıldığında bazı avantajları ve dezavantajları ortaya çıkmaktadır. Bu avantaj ve dezavantajlar Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Fonksiyonel ve Proje Örgüt Yapılarının Avantaj ve Dezavantajları

Fonksiyonel Örgüt Yapısı	Proje Örgüt Yapısı
<i>Avantajları</i>	
<ul style="list-style-type: none">✓ Teknik personelin verimli kullanılır.✓ Teknik personel için kariyer ilerlemesine ve gelişimine uygundur.✓ Projeler arası teknoloji transferi mümkündür.✓ Kararlılık, güvenlik ve çalışan motivasyonunu sağlar.	<ul style="list-style-type: none">✓ Proje Programlama ve maliyet kontrolü mümkündür.✓ Mü teri ile iletişim tek noktadan sağlanır.✓ Olası durumlarda hızlı reaksiyon verilir.✓ Proje içi iletişim daha yalındır.✓ Genel yönetim i ler için eğitim alanı gibidir.
<i>Dezavantajları</i>	
<ul style="list-style-type: none">❖ Mü teri iletişim zayıftır.❖ Proje otoritesi zayıftır.❖ Yatay iletişim zayıftır.❖ Teknoloji hantallığı vardır.❖ Akıllı yavaştır.	<ul style="list-style-type: none">❖ Teknik yönlendirmeler belirsizdir.❖ Uzmanlık ve özellikler verimli kullanılmaz.❖ Proje bitiminden sonra güvenli i yoktur.❖ Projeler arasında karıllıklı teknik bilgi akışı zayıftır.

Kaynak: Shtub vd., 1994; 13

Seri halde proje üreten ya da titizlikle yürütülmesi gereken bir i i proje yapısı içerisinde yürüten ve bu i ler i yürütebilmek için personel artırması gereken i letmeler genelde matris örgüt yapısını tercih etmektedirler. Bu tip örgütler bir ya da daha fazla proje için i gücü ataması yaparken esneklik yakalamaktadırlar. Proje personeli dikey ba lantı olarak kendi fonksiyonel amirine ba lıyken yatay olarak proje yöneticisine ba lı çalışmaktadır. ekil 2.2'de gösterilen, proje personelinin iki yöneticiye birden ba lı olarak çalışması matris yapı ya da proje tipi örgütlenmesi, fonksiyonel yapı ile ilgili örgütlenme ve proje ile ilgili örgütlenmenin olumlu yanlarını tek çatı altında toplama dü üncesiyle tasarlanmaktadır. Bu tip örgüt yapıları kullanım olarak çok yaygındırlar; özellikle uzay çalışmaları ile ilgili endüstriler, a ır sanayi endüstrileri, in aat sektöründe faaliyet gösteren i letmeler ve üniversiteler matris örgütlenme ekleinin kullanımına örnek gösterilebilecek alanlardır.



ekil 2.2: Matris Örgüt Yapısı

Kaynak: Doğan ve Güler, 2006; 17

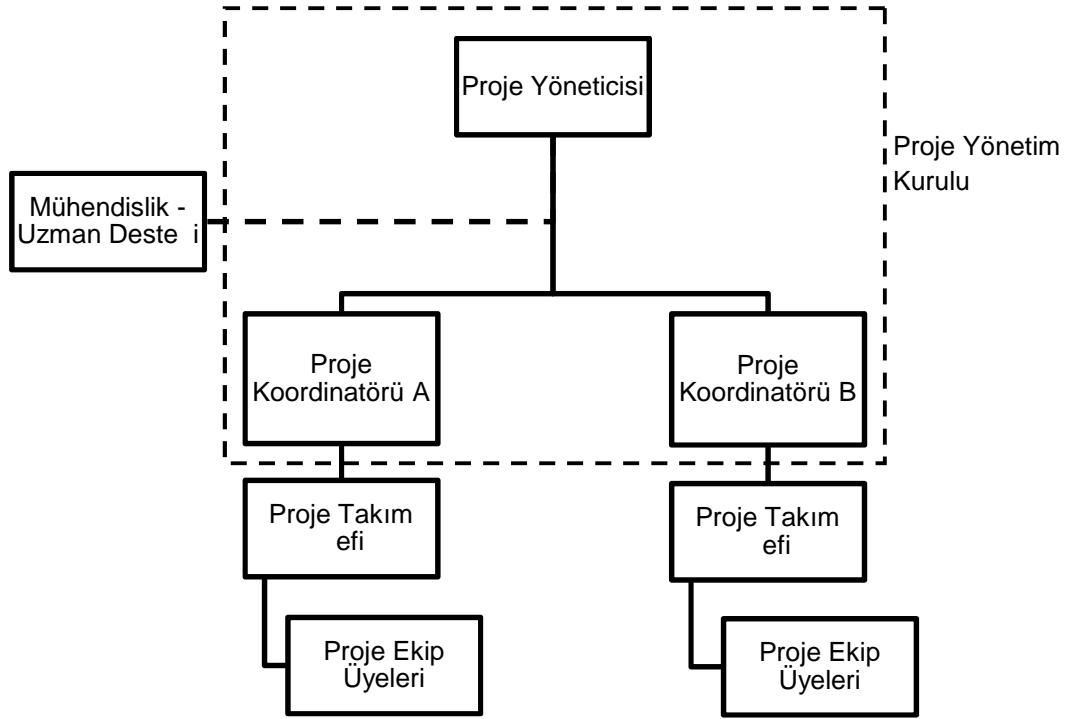
Proje örgütünün istenilen düzeyde çalışması proje başarısını etkileyen önemli bir unsurdur. Proje içerisindeki bireysel olarak ya da gruplar arası ilişkilerin, iletişimin, projenin başarıya ulaşmasında çok önemli bir rolü vardır. Diallo ve Thuiller (2005) proje başarı anahtarları olarak koordinatör ve faaliyet sorumluları arasındaki iletişimi ve güveni ve proje takımının kendi içindeki birlik ve dayanışmasını en etkili başarı anahtarı olarak belirtmişlerdir. Proje uygulamalarındaki yönetsel ve sosyal ortamın yani proje örgüt ikliminin projenin çıktısıyla ilişkisi ve proje başarısına etkileri arasındaki etkileşimi inceleyen Gray (2001), projede çalışanların gönüllü bir şekilde katılımının sağlanmasını proje başarısının kilit faktörlerinden biri olduğunu ve gönüllü katılım yanında örgüt ikliminin de sıcak olmasının motivasyonu artırıcı etki yaptığını belirtmiştir. Procaccino vd. (2002) ise proje takımının kendi içindeki uyumunun yanı sıra proje çıktısını kullanacak işletme içi ve dışı müşterilerle proje takımı arasındaki güven seviyesinin önemine değinmiştir. Tüm bunların sağlanması için projenin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu yüzden proje yöneticisinin rolü yadsınamaz derecede önemlidir.

Projelerin geliştirilmesi için değerlendirilmeleri ve seçimleri yapıldıktan sonra yapılması gerekli işlemlerden birisi proje yöneticisinin atanmasıdır. Meredith ve Mantel (2000) tarafından planlama, uygulama ve işin başlangıcından itibaren projenin tamamlama sorumluluğunu üstlenecek kişi olarak tanımlanan proje

yöneticisinin sorumluluklarını Gary R. Heerkens (2002), dört genel alanda toplamıştır:

- Proje yöneticisinin sorumlu olduğu proje,
- Proje yöneticisinin içinde bulunduğu organizasyon,
- Proje yöneticisinin içinde bulunduğu ve yönettiği proje takımı,
- Proje yöneticisinin kendisi.

Anlam ve iş yükü açısından genişleyen alanı ile beraber proje yöneticileri, proje yaşam süresinin yönetiminde kendilerini çok değişik liderlik pozisyonlarında bulmaktadırlar. Bugünün yöneticileri için sadece teknolojiyi düzenlemek değil, bunun yanında tipik bir proje takımını yönetmede yetenekli olmak ve fonksiyonel uzmanlar arasında iş akışlarını koordine etmek kaçınılmazdır.



ekil 2.3: Değişim Mühendisliği ve Proje Organizasyon Yapısı

Birinci bölüm içerisindeki ekil 1.10'da belirtilen Değişim Mühendisliği uygulamalarının gerçekleştirecek elemanlar, proje yapısı içerisinde ele alındığında, ekil 2.3'teki gibi geliştirilen bir organizasyon yapısı önerilebilir.

Oganluna vd. (2002), proje yöneticilerinin yönettikleri projenin ba arılı bir ekilde yürütülmesini sa lamak için sahip oldukları bazı temel yetenekleri a a ıdaki gibi belirtmişlerdir (Oganluna vd., 2002: 386):

- *Kavramsal yetenekler*; i letmeyi bir bütün olarak görüp, i letme fonksiyonlarının birbirlerine nasıl ba lı olduklarını ve bir bölümdeki de i imin di erini nasıl etkiledi ini tanıma yetene idir.
- *Be eri yetenekler*; ba ka insanlarla çalı ma yetene idir yani proje yöneticisi be eri yeteneklerini kullanarak projenin ba arıya ula ması yolunda di er ki ilerin davranı larını etkiler.
- *leti im kurabilme yetene i*; her projenin önemli bir parçasıdır. Proje uygulama süreçlerinden olu an birçok görev resmi ya da resmi olmayan anla malarla idare edilir. Bütün bu anla malar proje yöneticisinin iyi ileti im kurabilme yetene ine dayanmaktadır.
- *Teknik beceri*; uzmanla mı bilgi, uzman çözüm yetene i, özel konularda kullanılan teknik bilgi ve araçları yönetebilme becerisidir.

2.2. PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA

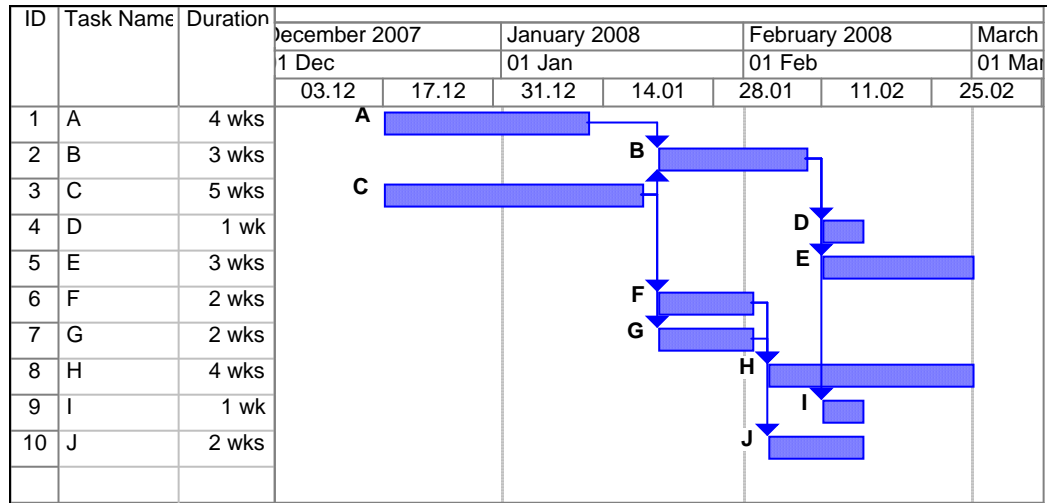
Proje yönetimi çalı maları, proje planlama çalı maları ile projenin ba langıcından önce ba lar. Planlama a amasında bir dizi faaliyetler söz konusudur. Öncelikle amaçlar belirlenir, amaçlar do rultusunda projenin tanımlanması gerçekleştirilir. Proje tanımı do rultusunda projenin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların zamanlaması yapılmaktadır. Bu i lemleri yaparken bir takım araçlardan yararlanılır. Bu araçlar i letmenin zaman ve maliyet tahminleri, bütçeleri, nakit akı ları, personel durumu, malzeme durumu ve teknik bilgiler olarak sıralanabilir.

Proje planlama evresiyle gerekli hazırlıkları yapılan projenin ikinci çalı ma alanı proje programlamasıdır. Programlama a amasında faaliyetlere göre kaynakların da ılımı sa lanırken bu faaliyetler arasında ili kili olanlar belirlenir ve birbirini takip eden faaliyetler için ebekeler çizilerek projenin izlenmesi kolaylaştırılır. Bunun sayesinde herhangi bir de i imin proje üzerinde güncellenmesi daha kolay hale gelir. Programlama a aması için a / ebeke tekniklerinden yararlanılır. Bu a tekniklerden yaygın olarak kullanılanı PERT ve CPM teknikleridir. Bu teknikler kaynak kullanımına göre ilerleyen ba lıklarda daha geni bir biçimde açıklanmı tır. Bunun yanında zaman akı larını takvimsel olarak gösteren GANTT

emaları ve i letmenin para akı nı gösteren nakit akı çizelgeleri de kullanılan di er programlama araçlarıdır.

GANTT emaları, Henry Gantt'ın günlük i programlarını takip etme ihtiyacıyla, üretimi küçük birimlere ayırarak her birinin teker teker yapıldı nı görmü tür. Bu ayırmadan sonra daha somut bir ekilde i parçalarını göstermek için bir ema hazırlamı tır. Böylece GANTT eması, zaman çizelgesi ya da kilometre ta ı eması adı verilen bu yönetim aracı ortaya çıkmı tır.

GANTT eması birçok i letmede temel anlamda proje planlama ve kontrolü amacıyla en sık olarak kullanılan bu teknik, ematik olarak gösterildi inde yatay ekseninde zaman ölçe ini ve dikey ekseninde ise projeye konu olan görevleri ve görevlerin i lem sürelerini gösteren bir grafikdir.



ekil 2.4: GANTT eması Örne i

Kaynak: Do an ve Güler, 2006; 27

Microsoft Project paket programında hazırlanmı bir GANTT eması örne i ekil 2.4'te görölmektedir. İlk görev öncel olarak adlandırılır, çünkü kendisinden sonra gelen ve kendisine ba lı bir görev vardır; sonra gelen görev ise öncel görev tamamlanmadan ba layamayaca ı için öncel görevin ardılı olarak adlandırılmaktadır. Öncel-ardıl görev ili kileri Tablo 2.2'de incelenebilir:

Tablo 2.2: Projede Öncel – Ardıl ilişkileri

Görev ilişkisi	Anlamı	GANTT şemasındaki Görünümü
Finish-to Start (FS)	Öncel görevin bitiş tarihi ardıl görevin başlangıç tarihini belirler.	
Start-to-Start (SS)	Öncel görevin başlangıç tarihi ardıl görevin başlangıç tarihini belirler.	
Finish-to-Finish (FF)	Öncel görevin bitiş tarihi ardıl görevin bitiş tarihini belirler.	
Start-to-Finish (SF)	Öncel görevin başlangıç tarihi ardıl görevin bitiş tarihini belirler.	

Kaynak: Chatfield ve. Johnson, 2001; ;39–40

Bir görev birden çok görev için öncel olabilir ya da aynı şekilde bir ardıl görevin birden çok öncel görevi olabilir. Bir öncel görev projenin ilk görevlerinden biri de ilse aynı zamanda başka bir görevin ardılı ve bir ardıl görev, eğer projenin son görevlerinden biri de ilse başka bir görevin önceli olacaktır.

Aşağıdaki tabloda GANTT şemalarının bazı kriterlere göre kullanımında ortaya çıkacak avantaj ve dezavantajlar sıralanmıştır:

Tablo 2.3: GANTT şemalarının Avantajları ve Dezavantajları

Kriter	Avantajları	Dezavantajları
<i>Uygulanabilirlik</i>	Faaliyet süreleri kısa ise ölçümde küçük hatalar ortaya çıkması olasıdır.	Faaliyetler arası ilişkileri göstermek için açık bir yöntemi yoktur.
<i>Güvenilirlik</i>	Her faaliyet için tek bir zaman tahmininin bulunması zaman karmaşıklığından kaynaklanabilecek hataları önler.	Tahmincinin yargıları zaman içinde değişebilir. Sıklıkla güvenilir değildir. Büyük bir projenin faaliyetlerindeki küçük güvensizliklerin toplamı kararları etkileyebilir.
<i>Uygulama</i>	Tüm sistemler arasında en kolaydır ve kolay anlaşılır.	Zaman standartlarının mevcut olmadığı ve geliştirilmesi gerektiği işlemlerin kontrolünde uygulanması çok zordur.

Tablo 2.3'ün devamı...

<i>Simülasyon Yetene i</i>		Belirgin bir yetkinli i yoktur.
<i>Güncelleme Durumu</i>	Önemli program de i iklikleri yoksa grafikleri periyodik olarak güncellemek kolaydır. Bilgisayar kullanımı zorunlu de ildir.	Mevcut emaları güncelleyememe nedeniyle grafiklerin yeniden çizilmesi gerekebilir.
<i>Esneklik</i>	Kaynak gereksinimlerini tahmin etmek için de kullanılabilir.	Sıklıkla bakı açısı de i iklikleri gerçekle iyorsa. Birçok grafi in tamamen yeniden hazırlanması gerekebilir.
<i>Maliyet</i>	Veri toplama ve i leme nispeten ucuzdur. Mevcut grafikler güncellenebilir durumda ise ve ucuz materyaller kullanımı sa gösterimler ucuz olabilir.	Grafikler esnek de ildir. Program de i iklikleri zaman alıcı ve yüksek maliyetli yeni grafikler gerektirir. Sıklıkla pahalı gösterim araçları kullanılır.

Kaynak: Cleland 1990; 184

2.2.1. Sınırsız Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama

1917'de GANTT emasının geli tirilmesinden sonra, proje programlanmasındaki en büyük a ama 1956–1958 yılları arasında kaydedilmi tir. Bu süre içerisinde, birbirlerinden ba ımsız olarak geli tirilmelerine kar ın pek çok ortak özellik ta ıyan iki yöntem geli tirilmi tir. Bu yöntemler “Program De erlendirme ve nceleme Tekni i (PERT)” ve “Kritik Yol Yöntemi (CPM)”dir. Her ikisi de programlanan i le ilgili görevlerin *bir a veya grafik üzerinde çizilmesi esasına dayanmaktadır*.

2.2.1.1. Proje A ının Hazırlanması

A ın kurulması için öncelikle a a ıda tanımlanan kavramların bilinmesi gerekmektedir (Do an ve Güler, 2006: 33):

- **Proje a ı:** Projedeki faaliyetlerin birbiri ile ili kilerini gösteren grafik gösterimdir. Faaliyetlerin birbirinden önce ve sonra gelme sıraları göz önünde tutularak olu turulur.
- **Faaliyet (Activity):** Projenin tamamlanabilmesi için gerçekle tirilmesi gereken her i bir faaliyet olarak adlandırılır. Faaliyetler proje a ının çiziminde oklarla

ifade edilir. Faaliyetin devam edeceği süre, maliyeti, numarası ok üzerinde yazılan notlarla belirtilir.

- **Önceki Faaliyet (Predecessor):** Bir faaliyetin başlayabilmesi için, bundan önce bitirilmesi gereken faaliyeti temsil eder. Yani önceki faaliyet bitirilmeden ardından gelecek olan faaliyet başlayamaz.
- **Olay (Event):** Belirli bir işin ya da faaliyetin başlangıcını ya da bitişini ifade eden olay, daire ya da elipsel bir şekilde gösterildiği gibi bu işaret içinde olayın kodu veya önemli özellikleri belirtilebilir.
- **Kukla faaliyet (Dummy activity):** Projede gerçekte var olmayan, gerçekte bitirme zamanı sıfır olan ve yalnızca projeyi çizmede yararlanılan faaliyetlerdir.
- **iyimser zaman (Optimistic time-a):** Bir faaliyetin en iyi koşullar altında gerçekte bitirebileceği zamanı belirtir.
- **Kötümser zaman (Pesimistic time-b):** Bir faaliyetin olabilecek en olumsuz koşullar altında bitirebileceği zamanı belirtir.
- **Olası zaman (Most likely time-m):** Bir faaliyetin, normal çalışma koşullarında olabilecek gecikmeler dâhilinde gerçekte bitirebileceği zamanı belirtir.
- **Beklenen zaman (Expected time- t_e ya da T_E):** Bir faaliyetin iyimser, kötümser ve olası zaman tahminlerine bağlı olarak hesaplanan beklenen tamamlanma zamanını ifade eder.
- **En erken başlama zamanı (T_{ES}):** Bir faaliyetin, kendisinden önce gerçekte en faaliyetlerin tamamlanması koşuluyla başlayabileceği en erken zamanı belirtir.
- **En erken bitiş zamanı (T_{EF}):** En erken başlama zamanına faaliyet süresinin (ya da beklenen zamanın) eklenmesiyle bulunan zaman değeridir.
- **En geç başlama zamanı (T_{LS}):** Bir faaliyetin, kendisinden sonra gelen faaliyetlerin tümünün gerçekte mesinisi sağlayacak ve proje tamamlanma zamanını değerlendirmeyecek şekilde başlatılabileceği en geç zamanı ifade eder.
- **En geç bitiş zamanı (T_{LF}):** En geç başlama zamanına faaliyet süresinin (ya da beklenen zamanın) eklenmesiyle bulunan zaman değeridir.

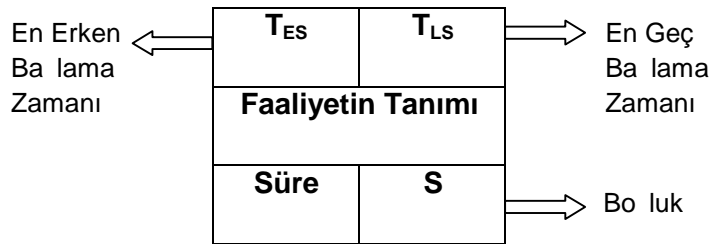
- **Bo luk (Slack-S):** Bir faaliyetin en erken ve en geç ba lama (ya da biti) zamanları arasındaki farktır. Proje geciktirilmeden bir faaliyetin geciktirilebilece i süreyi ifade eder.

$$S = T_{LS} - T_{ES} = T_{LF} - T_{EF}$$

- **Kritik yol (Critical path):** Proje a nda tamamlanma süresi en uzun olan, bu nedenle de proje süresini belirleyen faaliyetler dizisidir.
- **Kilometre ta ı (Milestone):** Faaliyet a ı çizildi inde çe itli faaliyet ve olaylar grafik gösterim içerisinde birbirine ba lı olarak gösterilmi olacaktır. Olayların bazıları di erlerinden fazla önem ta ır ve projenin çe itli evrelerinde geçilen önemli a amaları gösterirler. Bu tür olaylara kilometre ta ı ya da kilit olaylar denilmektedir.

A diyagramı, projenin tamamlanması için gerekli faaliyetlerin birbirleri arasındaki ili kilerinin tanımlanarak oklar ve daireler yardımıyla bir grafik üzerinde gösterilmesidir. A diyagramı kurulurken iki uygulama biçimi izlenebilir. Bunlar:

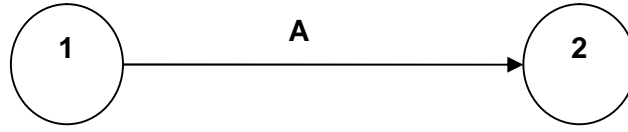
1. **Faaliyet Dü ümleri Uygulaması – A-o-N (Activity-On-Node):** Proje faaliyetlerinin dü ümlerle gösterildi i ve böylelikle de uygulama sırasında ardı ıklı ın belirtildi i yöntemdir. Öncelik Diyagram Yöntemi (Precedence Diagramming Method-PDM) olarak da adlandırılır (Spinner, 1997: 16).



ekil 2.5: Faaliyet Dü ümleri (A-o-N)

Kaynak: Maylor, 2003; 109

2. **Faaliyet Okları Uygulaması – A-o-A (Activity-On-Arrow):** Faaliyetlerin oklarla gösterildi i, dairelerin öncel ve ardıl faaliyetlerin gösterilmesinde kullanıldı ı bir yöntemdir (Reid ve Sanders, 2002: 523). Ok Diyagram Yöntemi (Arrow Diagramming Method-ADM) olarak da adlandırılır (Spinner, 1997: 16). Bu uygulamada daireler veya dü ümler olayları simgelerken, hangi faaliyetin ne zaman ba ladı ını ve bitti ini gösterir.



ekil 2.6: Faaliyet Okları (A-o-A)

Kaynak: Maylor, 2003; 110

Bu iki uygulamanın karşılaştırılması Tablo 2.4'te özetle görülebilir.

Tablo 2.4: A-o-A ve A-o-N Karşılaştırması

A-o-A	A-o-N
<ul style="list-style-type: none"> Hazırlanması ve uygulanması daha kolaydır, Genelde el ile yapılan işlemlerde rahat kullanımı vardır, bunun yanında bazı bilgisayar yazılım programlarında da kullanılmaktadır. Uzmanlık alanı dışında olanların anlaşılması daha iyi anlaşılabilir, Kilometre taşı olayları kolaylıkla görülebilir, Çoklu öncel ve ardıl ilişkileri kolaylıkla üzerinde ifade edilebilir. 	<ul style="list-style-type: none"> Karmaşık faaliyet ilişkilerini göstermede kolaylık sağlar, Daha çok Microsoft Project'in de içinde bulunduğu bilgisayar yazılım programlarında kullanılır Kukla faaliyet yoktur – Ne kadar faaliyet varsa ana üzerinde sadece o faaliyetler vardır. (Kilometre taşılarının gösterilmesi hariç) Faaliyetlerle ilgili tüm bilgiler düzümde bulunur.

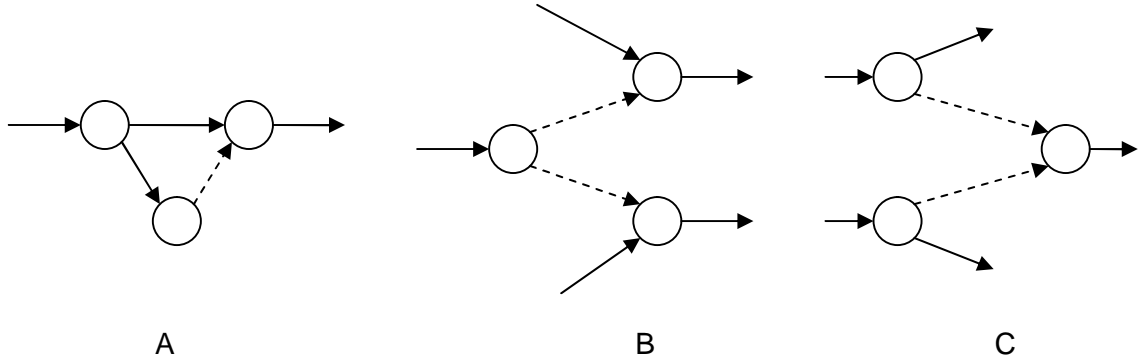
Kaynak: Maylor, 2003; 120

A kuruluşu için izlenecek adımları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Heizer ve Render, 2001: 663):

1. Proje tanımlanır, faaliyetlerin hiyerarşik yapısı ve sırası belirlenir.
2. Faaliyetler arasındaki ilişkiler oluşturulur. Hangi faaliyetlerin önce hangilerinin sonra gerçekleştirileceği belirlenir.
3. Tüm faaliyetler birbirine bağılanarak proje ağı oluşturulur.
4. Her faaliyete zaman ve/veya maliyet tahminleri atanır.
5. Ağdaki en uzun yol belirlenir. Bu yol kritik yol olarak adlandırılır.
6. Proje ağı planlama, programlama, izleme ve kontrol faaliyetlerine yardımcı olarak kullanılır.

Proje ağının uygulanması aşamasında da belirli kurallara uyulması gerekmektedir. Bu kuralları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

1. Her bir faaliyet a üzerinde yalnız bir okla gösterilmelidir. Hiçbir faaliyet a üzerinde iki defa gösterilemez.
2. Aynı ba lama dü ümünden ba latılan faaliyet okları aynı bitme dü ümünde sonlandırılmaz. Bu durum iki veya daha fazla faaliyetin birbirine paralel olarak gerçekleşmesi halinde olabilir. Bu i lem için faaliyet süresi sıfır olarak kabul edilen kukla (dummy) faaliyetler kullanılır. Bu durum ekil 2.7/A'da görülebilir.

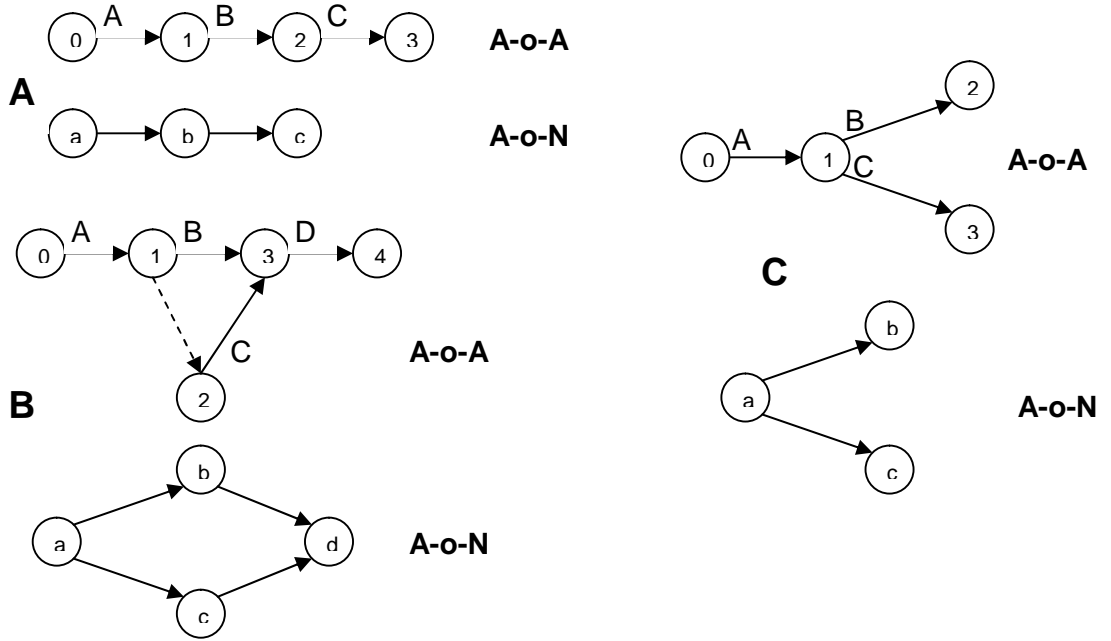


ekil 2.7: Kukla Faaliyet Kullanılmasını Gerektiren Durumlar

Kaynak: Schroeder, 2004; 299

Kukla faaliyet bunun yanında a a ıdaki durumlar için de kullanılır:

- ki faaliyet, ortak bir önceki faaliyete sahip olabilir. Fakat aynı zamanda ortak olmayan önceki faaliyetleri de söz konusu olabilir. Bu durum ekil 2.7/B'de gösterilmiştir.
 - ki faaliyetin ortak bir sonraki faaliyeti olabilir. Fakat aynı zamanda ortak olmayan sonraki aktiviteleri de söz konusu olabilir. Bu durum ekil 2.7/C'de gösterilmektedir.
3. Bunların dışında farklı kriterlere de yer verilmektedir (Halaç, 1995: 187):
 - Bir faaliyet kendinden önceki bir faaliyet bitmeden başlayamaz.
 - Bir okun uzunluk ve yönünün önemi yoktur, oklar yalnızca öncelikleri belirtir.
 - Bir a 'da yalnız bir ba lama ve yalnız bir bitirme olayı bulunmalıdır.



ekil 2.8: A-o-A ve A-o-N Uygulamalarında A Gösterimleri

Kaynak: Reid ve Sanders, 2002; 523

Özet olarak, proje a ının çizilmesi faaliyetlerin birbirini izleme sırasına göre birbirini ardına eklenmesiyle olur. Bu ardı k yapıyı yani a sistemini olur tururken yukarıda de inilen kurallar göz ardı edilmemelidir.

2.2.1.2. Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method-CPM)

A (ebeke) yöntemlerinden günümüzde en çok kullanılanlardan biri Kritik Yol Yöntemidir. Birçok proje zaman sınırını sa layamadı ndan dolayı ba arıya ula amamaktadır. Kritik yol yöntemi, projenin toplam süresini tahmin etmek için kullanılan bir analizdir. A diyagramı üzerindeki kritik yol yani kritik olan faaliyetlerin saptanması ve kaynakların bu kritik faaliyetlere yeniden atanması mantı ına dayanır.

CPM sisteminde, a daki her faaliyet için zaman ve maliyetler iki tahminlemeyle belirtilir. Bu iki kestirim normal ve hızlandırılmı tahminlemelerdir. PERT tekni inde de de inilecek olan en olası zaman tahminlemesine benzeyen normal zaman tahminlemesi, normal zamanda projeyi bitirme ile ilgilidir. Hızlandırılmı zaman tahminlemesi ise ek kaynakların kullanılmasından dolayı faaliyetlerin hızlandırmaya çalı ılmasının sonucunda ortaya çıkmaktadır (Meredith ve Mantel, 2000: 363). Di er bir deyi le, tamamlama süresini kısaltmak için i i hızlı

bir ekilde yapmakla ilgili ek maliyetlere katlanması gerekmektedir. Proje hızlandırma ba lı nda bu konu ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

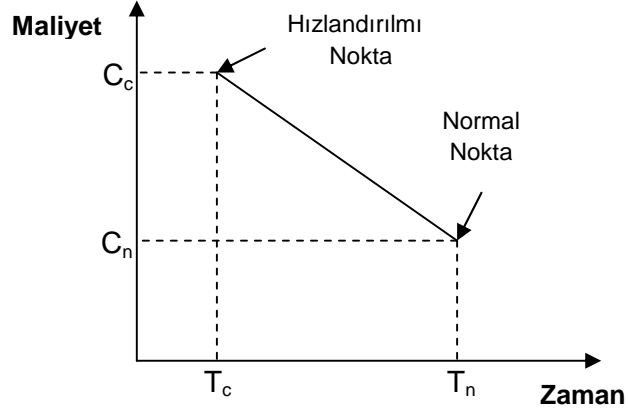
Yönteme ismini veren kritik yol, bir proje için en kısa tamamlanma süresini içeren faaliyetler serisidir. Bu yol proje ebeke diyagramı boyunca uzanan en uzun ve en az aylak süre içeren yoldur (Heizer ve Render, 2001: 785). Dolayısıyla da projenin tamamlanabilece i en kısa süreyi belirtmektedir. Aylak süre, projede hesaplanan en erken ba lama ve en geç biti tarihleri arasındaki zaman miktarıdır (Halaç, 1995: 189). Do al olarak kritik yol üzerindeki her faaliyet için aylak süre sıfır olacaktır.

2.2.1.3. A Diyagramında Zaman ve Maliyet li kisi (Hızlandırma)

Proje programlamada ilk adım olarak, projeyi olu turan tüm faaliyetlerin normal zaman ve maliyette bitirilmesini sa lamaktır. Yapılan programlamaya göre ikinci adımda, gerekiyorsa projenin her bir faaliyeti için hızlandırma zamanlarının ve maliyetleri ortaya konulmalıdır. Proje Hızlandırma, projenin toplam maliyetini dü ürmeyi veya minimum maliyet artı ı ile süresini kısaltmayı kapsamaktadır. Minimum maliyet programlamasını yaparken u bilgilere ihtiyaç duyulacaktır (Maylor, 2003: 180):

Normal Zaman	t_n
Normal Maliyet	C_n
Hızlandırma Zamanı	t_c
Hızlandırma Maliyeti	C_c

ekil 2.9'da (T_n, C_n) noktası T_n süresini ve onunla ilgili olan C_n maliyetini, faaliyetin normal ko ullar altında gerçekleşme olmas ı ko ulu ile temsil etmektedir. T_n süresi sa lanan kaynakların arttırılması neticesinde olu an maliyetlerin de artı ıyla sıkı ır ve azalma e ilimine geçer. Burada gösterilen "hızlandırılmı nokta" bu sıkı ma için bir sınır olu turur. Çünkü bu noktadan sonra bir azalma gerçekleşmeyecektir ve bundan sonra yapılacak kaynak artı ı sadece kaynakların artı ıyla kalacaktır ve sürede bir azalma meydana getirmeyecektir. Hızlandırılmı nokta ise ekil üzerinde (T_c, C_c) noktası olarak görülmektedir.



ekil 2.9: Hızlandırma Zamanı ve Normal Zaman li kilerinin Gösterilmesi

Kaynak: Taha, 1982; 475

Bir proje üzerinde hızlandırma yapılamak istenmesinin çe itli nedenleri vardır. Bunlar özetle u ekilde sıralanabilir:

- Yeni bir ürün tasarlanırken rakiplerden daha çabuk olmak için,
- Proje mü terisinin iste i üzerine,
- Projede bir gecikme meydana gelmesi durumunda,
- Projenin gecikmesi dolayısıyla bir ceza söz konusu ise,
- Projenin erken bitirilmesiyle beraber prim, ikramiye vb. ekilde ödüllendirme varsa hızlandırma yoluna gidilebilir.

Proje üzerinde hızlandırma yapılırken bazı bilgilere ihtiyaç duyulmakta ve bazı kurallara uymak gerekmektedir. Bu bilgi ve kurallar maddeler halinde a a ıda verilmi tir:

1. Her bir faaliyet için hızlandırma zamanı ve hızlandırma maliyeti ne kadar maliyete katlanılaca ına karar verilmesine ihtiyaç duyar. A a ıdaki formül her bir proje faaliyeti için kısaltılan proje zamanının birim ekleme maliyetlerini hesaplamak için kullanılır (Spinner, 1997: 104).

$$\text{Faaliyetin Maksimum Hızlandırma Süresi (M)} = t_n - t_c$$

$$\text{Bir Birim Hızlandırmanın Ek Maliyeti} = \frac{C_c - C_n}{t_n - t_c} = K = \frac{C_c - C_n}{M}$$

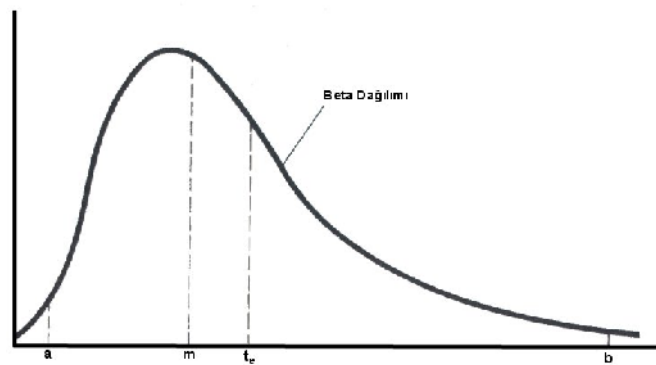
2. Hızlandırma yapılacak faaliyetler kritik yol üzerindeki faaliyetlerden seçilmelidir.
3. Kritik yol üzerinde hızlandırma yapılırken birim zamanda mümkün olan en dü ük maliyetli faaliyet seçilmelidir (Maylor, 2003: 180).

4. Hızlandırma yapılırken kritik yol sayısı birden fazla ise, hepsinde hızlandırma yapmak gerekmektedir. Aksi takdirde bir kritik yolu kısalttı mızda di eri ya da di erleri hala kritik yol olarak kalacak ve proje süresi kısalmasını olacaktır.
5. Hızlandırılacak faaliyet belirlendi inde gerekli kısaltma i lemi yapılır.
6. Hızlandırma süreleri dü ülererek a üzerindeki yolların süreleri yeniden hesaplanır.
7. Proje daha fazla hızlandırmaya uygunsa ve maliyet artışı ile ilgili bir problem yoksa 2. maddeden itibaren yeniden kurallar uygulanır.

2.2.1.4. Program De erlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi (*Program Evaluation and Review Technique-PERT*)

Polaris füze programının gerçekleştirilmesi amacıyla Booz, Allen ve Hamilton i letmesinin danışmanlığı altında Amerikan donanması ile birlikte bir ekip kurulmuş ve bu ekip 1959 yılında PERT tekni ini geli tirmişlerdir (Elsayed ve Boucher, 1994: 231). PERT tekni i faaliyet süre tahminlerinde yüksek derecede belirsizlik olması durumunda kullanılmaktadır. Di er bir deyi şler, CPM faaliyet sürelerini deterministik (önceden belirlenmiş ve kesin) olarak kabul ederken, PERT bu sürelerin olasılıklı olduğunu kabul etmektedir (Taha, 1982: 459).

PERT tekni i projede yer alan faaliyetlerle ilgili zamanların rasgele değişkenler olduğunu varsayar ve iyimser (a), olası (m) ve kötümser (b) zaman tahminleri yoluyla beklenen – olası faaliyet zamanını (t_e) hesaplamaya çalışır. Bu hesaplamada ekil 2.10'da görülen Beta Da ılımı kullanılır. Da ılım simetrik olmadığı gibi sağa veya sola çarpık olabilmektedir.



ekil 2.10: Beta Da ılımında iyimser, Olası, Kötümser ve Beklenen Zamanlar

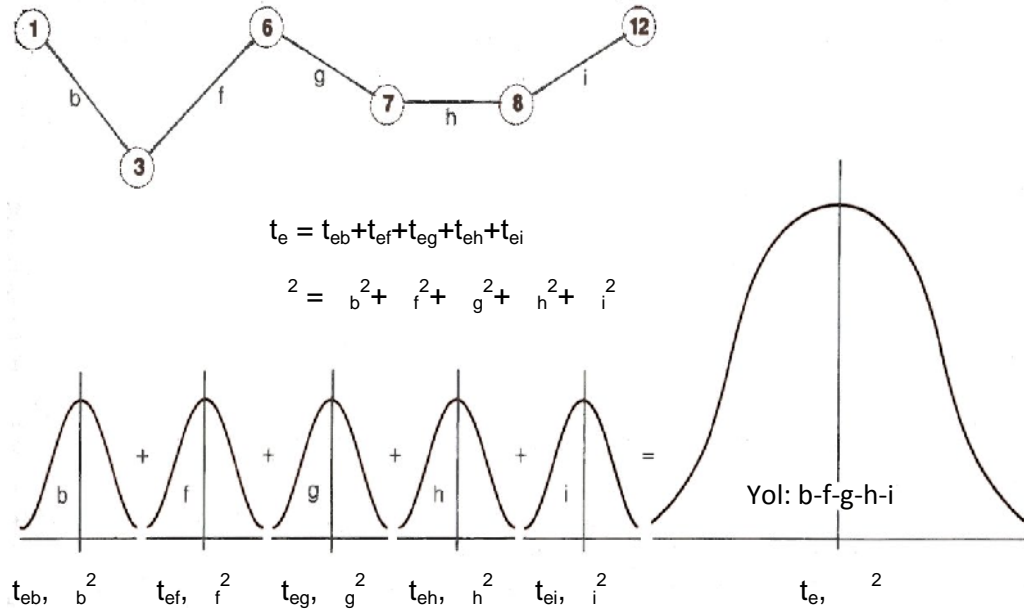
Kaynak: Schroeder, 1989; 399

Beta Da ılımı kullanılarak beklenen zamanın hesaplanması ile ilgili formül a a ıdaki gibidir. Bu formüle ba lı olarak, hesaplanan beklenen faaliyet zamanları aracılı ıyla proje ile ilgili hesaplamalar yapılır.

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6}$$

PERT tekni inde, faaliyet zamanları ile ilgili olarak tahmini zamanların kullanılması dolayısıyla hem faaliyet zamanlarında hem de hesaplanan proje zamanında sapmalar olması söz konusudur. ekil 2.11'den de görülebilece i üzere faaliyetlerin (ya da projenin) tamamlanma zamanının normal da ılıma uydu u kabul edilir. Bu da ılım içerisinde projenin hesaplanan beklenen zamanı (T_E) normal da ılımdaki ortalamaya (μ) kar ılık gelmektedir. Ayrıca faaliyetlerdeki (ve projedeki) sapmayı belirten varyans (σ^2) de erleri söz konusudur. Her faaliyet için varyans de eri a a ıdaki formülle hesaplanır:

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



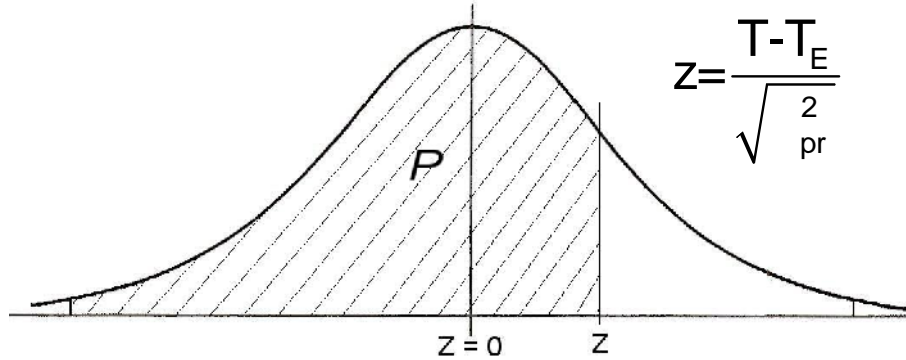
ekil 2.11: Proje Zamanının Sapması

Kaynak: Gaither, 1984; 321

Her faaliyet için varyans de eri hesaplandıktan sonra ise proje varyansı bulunmalıdır. Proje süresini belirleyen faaliyetler sırasının kritik yol oldu u daha önce belirtilmi tir. Bu durumda proje süresini de i tirecek olan sapmaların da kritik yol üzerinde gerçekle ecek sapmalar olması gerekmektedir. Bu nedenle proje varyansının hesaplanmasında kritik yol üzerindeki faaliyetlerin varyanslarının toplamı alınır:

$$\sigma_{Pr}^2 = \sum_{\text{Kritik Yol}} \sigma^2$$

Bunun ardından, normal da ılım varsayımı altında projenin belirli bir zaman içinde bitirilebilme olasılı ı hesaplanabilir. Bunun için $\mu = T_E$ ile ifade edilen normal da ılım e risi, standart normal da ılım e risine dönü türülmeli ve e ri altında istenen alan bulunarak olasılık de erine ula ılmalıdır. Standart normal da ılıma ula abilmek için Z da ılımı kullanılır. Burada $\mu = T_E$ de erine kar ılık $Z = 0$ 'dır. Herhangi bir T zamanına kar ılık gelen Z de erini bulmak için ise a a ıdaki formülden yararlanılır:



ekil 2.12: Standart Normal Da ılım E risi ve Projenin Belirli Bir Zamandan Önce Bitirilme Olasılı ı

Kaynak: Demir ve Gümü o lu, 2009; 440

Daha sonra Ek 1'deki normal da ılım tablosundan bulunan Z de erine göre e ri altında kalan alan bulunarak olasılık de erine ula ılır. Bu durum ekil 2.12'de görülmektedir.

2.2.1.5. PERT ve CPM Teknikleri için Kısıtlar

PERT ve CPM teknikleri için literatürde de kabul görmü bazı kısıtlar a a ıdaki gibi belirtilebilir:

1. PERT, her şeyden önce özgün ve büyük ölçekli projeler için kısıtlı uygulamalar sağlar. Üretim tipi uygulamalarda kullanılması zordur.
2. PERT/CPM tekniklerinde, bir faaliyetin gerçek performansı projenin bitirilmesi zamanını etkileyebilir. Bu yüzden ilk yapılan proje a ı proje başladıktan kısa bir süre sonra muhtemelen de i ir.
3. PERT ve CPM tekniklerinde tahmini zamanlar kullanılmaktadır ve bu nedenle tahminleme süreci ve tahminlerin dezavantajlarını üzerinde ta ır.
4. PERT tekni inde, tüm faaliyetler için beta dağılımı varsayımından hareketle yapılan tahminlemelerin normal dağılıma uyarlanarak tahmini sürelerin bulunması zamanla ilgili üpheler doğurur.
5. PERT tekni inde, faaliyetlerin tamamlanma zamanları ile proje süresince ortaya çıkan gerçek durumlar arasında ili ki yoktur.
6. Bir faaliyetin gerçekle mesi için kendinden önceki faaliyet ya da faaliyetlerin gerçekle mesi gerekmektedir. Di er bir deyi le, kısmi tamamlanmaya izin verilmemektedir.

2.2.2. Sınırlı Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama

Bazı proje faaliyetlerinde görülen a ırkı kapasite yüklemesi ya da kaynak kısıtları, projenin tamamlanma süresinin artmasına yol açmaktadır. Proje yönetim kurulu, projenin tamamlanma süresini minimize etmek için faaliyetlerin programlamasını yaparak kısıtlı kaynakların faaliyetlere optimum bir şekilde dağılmasını sağlamayı istemektedir. Daha açık bir ifadeyle, hiçbir kısıt olmadan ortaya çıkacak proje tamamlanma süresi, kısıtlar altında ortaya çıkacak proje tamamlanma süresinden daha kısa olacaktır. Özellikle büyük ölçekli projelerde, bu tip problemlerin optimal çözümünü ortaya koymak çok zor olabilmektedir

Bulunsal (heuristic) çözüm teknikleri bu tip problemlerin çözümünde kullanılabilir. Bulunsal algoritmalar en iyi sonucu bulacaklarını garanti etmezler ancak genellikle en iyiye yakın olan çözüm yoluna hızlı ve kolay bir şekilde ula ırlar. Di er bir deyi le bu algoritmalar bazı problemlerin çözümünde optimum çözümü verirken bazı problemlerde aynı şekilde sonuç vermeyebilirler.

Kısıtlı kaynaklı proje planlama ile ilgili çalı malar incelendi inde Do rusal Programlama (Damay vd. (2009)), Tam Sayılı Programlama (Chen ve Askin (2009)) çözümlerinin yanı sıra Genetik Algoritmalar (Azaron vd. (2005), Ranjbar ve Kianfar (2007), Gonçales vd. (2008), Valls vd. (2008), Chen ve Weng (2009), Lova vd.

(2009), Mendes vd. (2009), Peteghem ve Vanhoucke (2009)) kullanılarak optimum çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bu kısmın alt başlıklarında literatürde genel kabul görmüş, kaynak kısıtlı proje programlamasında optimum ya da optimuma yakın sonuç veren bulusal algoritmalar kavramsal olarak değerlendirilmiştir. Bu kavramların açıklanmasında literatürdeki kısaltmaları kullanılmıştır.

2.2.2.1. Zamana Göre Kaynak Kullanım (ROT) Algoritması

Elsayed (1982)'in proje süresini minimize etmek için kaynakların atanması ile ilgili olarak geliştirdiği bulusal bir algoritmadır. Buna göre; tek tip kaynağın faaliyetlere atanması ROT (*Resource Over Time – Zamana Göre Kaynaklar*) algoritması ile açıklanmıştır. Adaki herhangi bir yol üzerinde bulunan faaliyetlerin kontrolü için maksimum ROT hesaplanır. Bu hesaplama, ağ üzerindeki kritik yol hesaplamasına benzer bir şekilde yapılır; ele alınan her faaliyetin başlangıç düğümü o yolun başlangıç düğümü olarak kabul edilir ve o faaliyetten önceki faaliyetlerin (*Kaynak/Zaman*) oranı hesaplamaya katılmaz. Bir faaliyetin ROT değerini hesaplamak için o faaliyet dâhil olmak üzere izleyen faaliyetlerin (*Kaynak/Zaman*) oranları toplanır. Herhangi bir faaliyetten başlandıktan sonra ağın son düğümüne giden birden çok yol ortaya çıktığında her bir farklı alternatif yol için ROT değeri hesaplanır ve en büyük olan değer o faaliyetin ROT değeri olarak kabul edilir. Her faaliyet için ROT değeri hesaplandıktan sonra bu değerlerin büyükten küçüğe doğru sıralaması temel alınarak faaliyetler sıralanır. Bu sıralamadan sonraki hesaplama adımlarına geçmeden Kritik Yol Analizi kavramlarıyla benzerlik gösteren bazı zamansal kavramları açıklamak yararlı olacaktır (Elsayed ve Boucher, 1994: 254):

- ✓ $T_{Ba\ lama}$: Bir faaliyete ilişkin zaman kaynak ve öncelik ilişkilerinin yarattığı kısıtlar hesaba katıldığında ortaya çıkan faaliyete ilişkin başlama süresidir. Kaynak kısıtının söz konusu olmadığı durumda en erken başlama zamanı ile başlama zamanı birbirine eşit olacaktır.
- ✓ T_{Bitme} : Her bir faaliyet için tamamlanma süresini ifade eden T_{Bitme} , faaliyetin süresi ile $T_{Ba\ lama}$ zamanının toplamından oluşur. Diğer bir ifadeyle, bir faaliyetin tüm kısıtlar altında başlayacağı zaman ile kendi süresinin toplamıdır.

- ✓ T_{imdi} : Kaynak atamasının yapıldığı andaki zamanı ifade eder. Başlangıç olarak T_{imdi} değeri 0 (sıfır)'dır, ancak daha sonraki faaliyetler için bu sürenin en küçük T_{Bitme} (bitme süresi) olarak belirlenir.

Açıklanan bu zamansal kavramların ışığında ROT algoritması için yapılacak işlemleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkün olacaktır:

- i. Zaman ve kaynak gereksinimiyle beraber her faaliyet için öncelik sırası belirlenip projeye girilir.
- ii. Her faaliyet için ROT değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu değer aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

$$ROT = \frac{\text{Kaynak Htiyacı}}{\text{Faaliyet Süresi}}$$

Azalan üzerindeki herhangi bir yolda bulunan faaliyetlerin her biri için maksimum ROT değerinin belirlenir.

- iii. Faaliyetler için bulunan ROT değerlerine göre faaliyetler büyük从小iden küçük değeriye doğru sıralanır. Her faaliyet için gerekli olan süre ve kaynak bu amaçla belirlenir.
- iv. Daha sonra $T_{imdi} = 0$ olarak başlangıç faaliyeti ya da faaliyetleri için belirlenir. Daha sonra bu faaliyetlerden en fazla ROT değerine sahip olandan başlanarak kısıtlı kaynakların atanması yapılır. Bir faaliyet için yapılan kaynak atamasından sonra kaynaklar tükenene kadar T_{imdi} zamanından başlayacak faaliyetlere atama yapılır. Kaynak ataması yapılan faaliyetler için $T_{Başlama}$ ve T_{Bitme} süreleri belirlenir.
- v. İlk atamalardan sonra yeni bir T_{imdi} süresi ortaya çıkacaktır. Bu süre ilk amaçla belirlenen $T_{imdi} = 0$ süresinde atama yapılan faaliyetin ya da faaliyetler içinden en erken tamamlanan faaliyetin süresi kadar olacaktır. Belirlenen bu T_{imdi} zamanında başlayan faaliyetler için kaynaklar uygunsa atama yapılır. Ve bir sonraki amaç için yeni bir T_{imdi} zamanı belirlenerek öncelleri tamamlanmış faaliyetlere uygun kaynak atamaları yapılır.
- vi. Bu süreç, tüm faaliyetlerin kısıtlı kaynakları kullanarak tamamlanmasına kadar devam eder. En son tamamlanan faaliyetin ya da tamamlanan faaliyetler içindeki maksimum T_{Bitme} süresi, projenin tamamlanma süresi olarak belirlenir.

2.2.2.2. ROT Algoritmasının Geliştirilmiş Versiyonları

Toplam proje süresini minimize etmek için ROT algoritmasından hareketle bazı ölçütler geliştirilmiştir. Bu ölçütler “Faaliyet Zamanı” ve “Faaliyet Kaynakları” ölçütleridir. Her bir faaliyet için bu ölçütlere göre hesaplamalar yapılarak ROT algoritması geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu geliştirmeleri aşağıdaki gibidir:

2.2.2.2.1. Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Zamanı Ağırlıklandırılması (ROT – ACTIM)

ROT ve Faaliyet Zamanları (ACTIM) hesaplamalarının birbirleri ile ağırlıklı toplamalarının alınmasıyla bulunur.

$$ROT - ACTIM = (W)(ROT) + (1 - W)(ACTIM)$$

ACTIM (*Activity Time – Faaliyet Zamanı*) ölçütünü ROT algoritmasından ayıran fark faaliyetleri sıralarken, faaliyetlerin her biri için ACTIM değerlerini hesaplayarak sıralamasıdır. Bir faaliyetin ACTIM değeri, proje başını oluşturan yollarda bulunan faaliyetlerin, projenin son düzümüne ulaşımları yolu ya da yollar içindeki en büyük süre ele alınarak bulunur. Bu süreler bulunurken faaliyetlerin öncel faaliyetlerinin süreleri hesaba katılmaz.

2.2.2.2.2. Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Kaynakları Ağırlıklandırılması (ROT – ACTRES)

ROT ve ACTRES hesaplamalarının birbirleri ile ağırlıklı toplamalarının alınmasıyla bulunur.

$$ROT - ACTRES = (W)(ROT) + (1 - W)(ACTRES)$$

Kaynakların faaliyetlere ACTRES (*Activity Resources – Faaliyet Kaynakları*) ölçütü temel alınarak değerlendirilmesi ACTIM ölçütü ile değerlendirilmesiyle benzerlik taşır. Aralarındaki fark, faaliyetleri sıralamada kullandıkları değerlerin hesaplanmasıdır. ACTRES değeri, bir faaliyetin gerçekleştireceği süresi ile kaynak ihtiyacı birbiriyle çarpıldıktan sonra bu faaliyetin bulunduğu yol üzerinde kendisinden sonra gelen faaliyetlerin kaynak ve zaman çarpım değerlerinin toplamı alınarak hesaplanır.

2.2.2.3. Faaliyet Kaynakları (ACROS) Ölçütü

ACROS ölçütü, proje a ını olu turan yollarda bulunan faaliyetlerin, projenin son dü ümüne ula tıkları yol ya da yollar içindeki, en fazla kaynak kullanım de erleri ele alınarak bulunur. Bu hesaplama yapılırken ACTIM de eri hesaplama benzer bir yol izlenir; ikisi arasındaki tek fark zaman de erleri yerine kaynak kullanım de erlerinin kullanılmasıdır.

2.2.3. Çoklu Proje – Çoklu Kaynak Algoritması

Birbiriyle ili kili ve benzer kaynakları kullanan projelerin aynı anda programlanması karma ık bir problemdir. Kaynakların faaliyetlere tahsis edilmesi için en uygun çözüm genelde çok fazla hesaplama ve zaman gerektirmektedir. Elsayed ve Boucher (1994), çe itli kaynak kısıtları altında çoklu proje programması için basit bir algoritma ortaya koymu tur: Bu algoritma, programlanmı proje için karar vericinin önceliklerinin oldu unu varsayar. Bu önceliklere göre, projeler için kullanılan kaynakların her biri için öncelik oranına göre atanacak kaynak miktarları belirlenir ve daha sonra ilk projenin faaliyetleri için kaynak ataması yapılır. İlk projeye yapılan bu atamadan sonra farklı zaman dilimlerine ait kullanılmayan kaynaklar ortaya çıkacaktır. Bu kaynaklar da ikinci projenin kaynak profiline eklenir ve bundan sonra ikinci proje için algoritmanın aynı basamakları izlenerek programması yapılır. Aynı ekilde ikinci projede kullanılmayacak kaynaklar üçüncü projenin kaynak profiline eklenir ve bu ekilde programlama süreci tüm projelerin programlanması yapıncaya kadar devam eder.

Bu algoritma, tüm kaynakların, a ın programlanması için önemi göz önüne alınarak hesaplamada kontrolü sa lamak adına ölçütler ortaya koymaktadır. Bu kontrol ölçütleri ACROS ile benzerlik göstermektedir.

Problemin çözümü ile ilgili proje programlama adımları a a ıdaki sırada yapılmaktadır (Elsayed ve Boucher, 1994; 261).

1. Programlanmı projeler için önem derecesi saptanır. E er herhangi bir önem derecesi belirtilmemi se her bir projeye e it düzeyde önem derecesi atanır.
2. Her bir proje için saptanan önceliklere ve projeler için kullanımı mümkün olan kaynak miktarlarına göre, projelere her bir kaynak tipine göre kaynak ataması yapılır. Daha çok proje ve daha çok kaynak oldu u durumlarda bu hesaplama

süreci daha karmaşık olmaktadır. Aşağıda sıralanan kurallar bu hesaplama sürecini kolaylaştırmaktadır:

- a) Birinci projedeki gibi, eğer herhangi bir kaynak ondalıklı olarak gerçekleştiriyorsa bir üst tamsayıya yuvarlanır.
 - b) Son projede olduğu gibi kaynaklar, bir önceki proje ya da projelere atanan kaynak miktarını toplam kaynak miktarından çıkartmak suretiyle kalan kaynakların atanması şeklinde yapılmaktadır. Bu işlem her bir kaynak tipi için yapılır.
3. Olurlu bir programlama yapabilmek için kaynakların olası atıl kullanımına karşı projelerdeki her bir faaliyete atanan kaynakların kontrolü yapılır. Eğer bir faaliyetin bir kaynak tipi için mümkün olan toplam miktarından daha fazla bir kaynak ihtiyacı söz konusu ise o programlama olurlu değildir. Eğer bir programlama olurlu değilse programlamayı uygulanabilir hale getirmek için kaynaklar üzerinde değişiklik yapmak gerekecektir.
4. Birinci Projeyi oluşturulan her faaliyet için ACTIM hesaplaması yapılır. Birinci Projedeki her faaliyet için eğer ACROS değerini hesaplamada aşağıdaki yol izlenir:
- a) Proje aşamadaki yolları oluşturulan her faaliyetin ihtiyaç duyduğu kaynaklar hesaplanır. Bu hesaplama her kaynak tipi için yapılır.
 - b) Projedeki her bir kaynak tipi için, minimum kaynak miktarı (A_r) ile proje aşamadaki yolları oluşturulan her faaliyetin ihtiyaç duyduğu toplam kaynakların (S_r) birbirine oranı hesaplanır.
 - c) Bir önceki adımda hesaplanan A_r/S_r değeri, faaliyetler için ihtiyaç duyulan kaynak miktarına bölünür ve toplamı alınır. Bulunan toplam, faaliyetlerin eğer kaynak değeri olarak adlandırılır.
 - d) Eğer ACROS değeri hesaplaması, aşam üzerindeki herhangi bir yolda bulunan her bir faaliyet için öncel faaliyetlerin değerleri dikkate alınmayarak son düzeye kadar olan yolların ACROS değeri toplamı alınarak bulunur.
 - e) Eğer ACROS ve ACTIM'in mütekeraklıklarına göre Birinci Proje'nin faaliyetleri için kaynak ataması yapılır. Eğer ACROS ve ACTIM değerlerinin her bir proje yolu için kümülatif ağırlıklarından oluşan ve AG3 olarak adlandırılan kriter aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

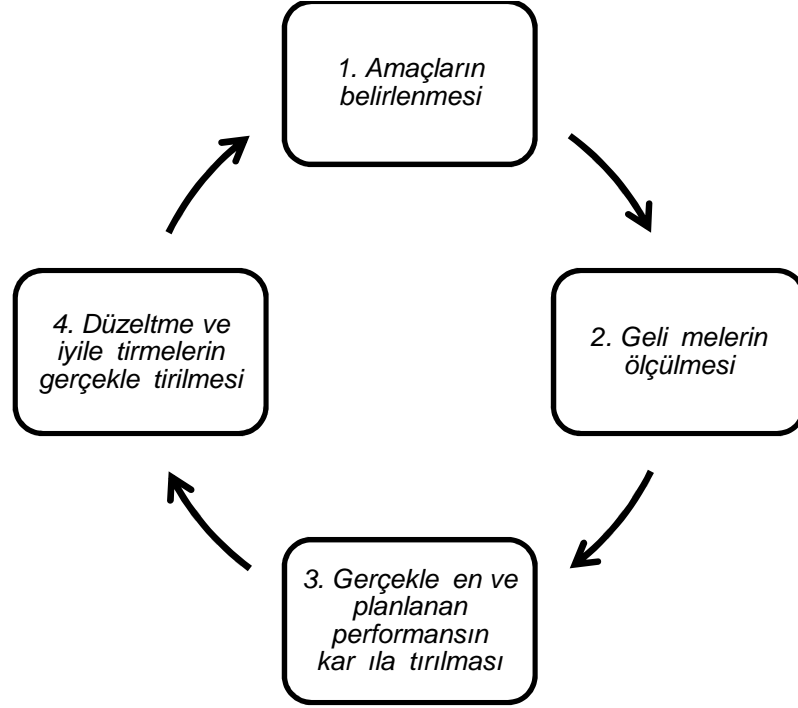
$$AG3=W(E\ de\ er\ ACROS)+(1-W)(ACTIM)$$

5. Farklı a ırlıklara (W) göre proje süresi hesaplanır. En iyi program, proje süresinin en az oldu u programdır.
6. Birinci Proje için gerçek kaynak profili olu turulur. Bu profil olu turulduktan sonra birinci projede kullanılmayan kaynaklar ikinci projenin kaynak profiline eklenir.
7. kinci proje için düzenlenen kaynak profiline göre bu proje için proje programlaması yapılır. zlenen bu programlama adımları di er projeler için tekrar edilir.

2.3. PROJE KONTROLÜ

Devam eden bir projede yapılması gereken önemli faaliyetlerden biri de projenin izlenmesi ve kontrolüdür. Bunun nedeni projelerin bütçe, zaman gibi çe itli kısıtlamalarının olmasıdır. Proje izleme ve kontrol faaliyetleri, proje ya am süresi içerisinde herhangi bir a amada proje takımının projenin gelişmesine katkıda bulunacak faaliyetleri görmelerini sa layan temel bir mekanizmadır. Bu mekanizmanın çalışması için projenin ölçülmesinde ne tür bir bilgiye ihtiyaç duyuldu unun ve yapılacak izleme ve kontrol ölçümlerinin en iyi ne zaman yapılaca ının tespit edilmesi gerekmektedir.

Projenin kontrolü, genel anlamda, gerçekleştirilen proje faaliyetlerinin ölçülmesi ve mevcut durumun ba langıçta yapılan plan ve programa olan uygunlu unun kar ıla tırılmasıdır. Kontrol akı ının genel modeli, Pinto (2007) tarafından eserinde a a ıdaki gibi belirtilmiştir:



ekil 2.13: Proje Kontrol Akışı

Kaynak: Pinto, 2007; 411

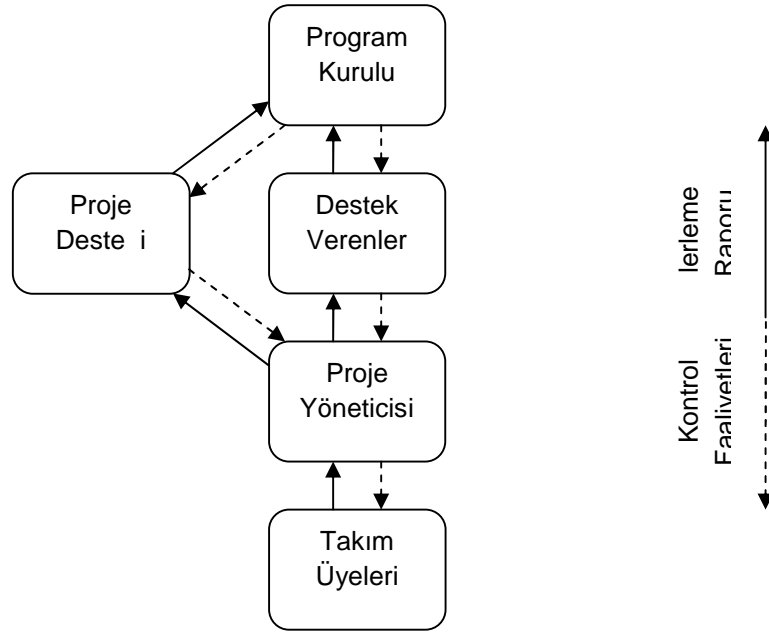
ekil 2.13'te belirtilen, sürekli devam eden dört bileşenli bu akışa aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Pinto, 2007: 411 – Gray ve Larson, 2000: 360):

1. *Amaçların belirlenmesi*: Projenin amaçlarının belirlenmesi projenin temel planını geliştirmeyi de kapsayan geniş bir süreçtir. Proje temel planı ise “Döküm Yapısı”ni ortaya koymaktadır. Bu yapı ile beraber performansın ölçülmesi ile ilgili bazı standart ölçütler ortaya çıkar. Standartlar; proje için minimum beklenti de dâhil; proje planı, proje amaçlarının ortaya konması, hedef ve stratejilerin belirlenmesi, projenin maliyet, zamanlama, teknik özellikler ve strateji uyumu temelinde yapılanmaktadır.
2. *Gelişmelerin ve performansın ölçülmesi*: Etkili kontrol sistemleri doğru ve sağlıklı proje ölçüm mekanizmasına ihtiyaç duyar. Proje yöneticilerinin, devam eden projenin o andaki durumunu gerçekçi bir şekilde ortaya koyacak sistem içerisinde olmaları gerekmektedir. Zaman ve bütçe gibi nicel ölçütler kolaylıkla sistem içerisine bütünlükle sağlanırken ürün özellikleri, müteerinin teknik açıdan beklentilerini karşılama gibi nitel ölçütler yerinde ve güncel incelemelerle belirlenebilmektedir. Bunun yanında ölçüm sürecinde ne gibi bilgilere ihtiyaç duyulduğunu çok büyük bir önem taşımaktadır. Bir çok ölçüt ve

ölçme metodu proje yöneticisine yardımcı olabilir ancak önemli olan gerçekten kullanılabilir ve ihtiyaç olunan bilginin elde edilmesidir.

3. *Gerçekle en ve planlanan performansın kar ıla tırılması:* Arzu edilen proje standartlarına ula mak için projenin nasıl gitti inin ve e er bir sapma varsa bunun nereden kaynaklandı ının bulunması gerekmektedir. Periyodik olarak yapılacak kontrollerle projenin gerçek durumuyla beklenen – planlanmı durumunun kar ıla tırması genel olarak projenin durumunu ortaya koyacaktır.
4. *Düzeltilme ve iyile tirmelerin gerçekleştirilmesi:* Kar ıla tırma sonucunda proje planında bir sapma tespit edilmi se, bunun giderilmesi için düzeltici ya da bu sapmayı yok edici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetler gerçekleştirildikten sonra tekrar birinci a amaya dönerek amaçların yeniden gözden geçirilmesi ve di er faaliyetlerin akı ının de aynı ekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Projenin en önemli a amalarından biri olan kontrol a amasının sa lıklı yapılmasıyla beraber alınan geribildirimler sonucunda, devam eden proje ile ilgili plan ve programlamalar üzerinde daha iyi kararlar alınarak proje sonunda arzu edilen çıktılar meydana gelecektir. Bu geribildirimlerin proje takımı içerisinde etkin bir ekilde yapılabilmesi için takım üyeleri arasında ileti imin ve raporlama sisteminin iyi kurulmu olmasına ba lıdır. ekil 2.14'te proje raporlarının ve kontrol i levinin akı yönü gösterilmektedir.



ekil 2.14 Proje Raporlama ve Kontrol Akı ı

Kaynak: Nokes, vd., 2003; 113

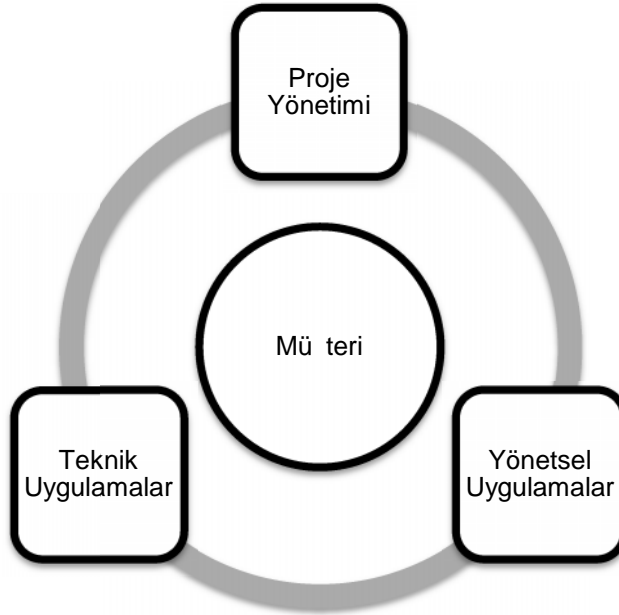
Genel olarak bir proje için gerçekleştirilen planlama ve kontrol faaliyetleri, işletmeler için finansal ve fiziksel kaynaklarla insan kaynaklarının daha etkin kullanılmasını, dolayısıyla maliyetleri düşürmeyi ve karlılığın artmasını sağlayacaktır. Bunun yanında müşterilerimizin geliştirilmesi, proje takımı içerisinde koordinasyonun etkin bir biçimde gerçekleştirilmesi, çalışanların motivasyonunun artırılması, proje çıktısının kalite ve güvenilirliğini artırılması gibi konularda da proje yöneticisine kolaylık sağlayacaktır.

2.4. PROJE YÖNETİMİNDE MÜHENDİSLER PROJELERİNDE KULLANIMILARIN ÖRNEKLERİ

Devlet Mühendisliği stratejileri ve metodları belirlenip, süreç tasarımı gerçekleştirildikten sonraki adım proje planlama, yönetim ve izleme faaliyetlerinin içinde bulunduğu devlet mühendisliğinin projesinin uygulanması amaçtır. Devlet mühendisliği projelerinde uygulamaların odaklandığı temel nokta başarıya ulaşmaktır. Bunu sağlamak için, devlet mühendisliğine konu olan her alanda proje yönetimi bakışı ele alınmalıdır. Buna ek olarak, devlet mühendisliğinde, faaliyetler arası çoklu ilişkiler söz konusudur ve bu ilişkilerin sonucunda bazı fonksiyonlar arası engellerle karşılaşılabilir, proje yönetimi bu bağlamda, herhangi

bir süreçte engellerin ortadan kaldırılması açısından de i im mühendisli i uygulamalarına yardımcı olacaktır (Gunasekaran ve Kobu, 2002: 2539).

De i im Mühendisli i, mühendislik kavramı açısından ele alındı ında daha çok teknik ve mekanik bir süreç olarak incelenebildi i gibi de i im ve bu de i imin yönetimi açısından da kavramsal ve dü ünsel bir süreci içerisinde barındırmaktadır. Proje yönetiminin i letme içerisinde teknik ve kavramsal uygulamalara destek verdi ini belirten Angelides (1999), bu mekanik ve dü ünsel uygulamalar arasındaki bütünle menin proje yönetimi açısından önemli oldu unu belirtmi tir.



ekil 2.15: Proje Yönetimi ve i letme Uygulamaları Bütünle mesi

Kaynak: Angelides; 1999; 79

Geçmi ten günümüze kadar birçok geli me ve iyile tirme teorilerinin oldu u i hayatında bu uygulamalarla ilgili olarak bir sistematik sa lanmadı ı sürece i letmeler hantalla makta ve yenilik ya da iyile tirmeler yapmak, rutin hale geldi i için, yarar yaratmayan süreçlere dönü mektedir. Hammer (1990)'ın “ba tan yapın, otomatikle meyin” dedi i de i im mühendisli i uygulamalarında ve daha sonra Deming (1988)'in 12 ilkesinden hareketle yapılan sürekli iyile tirme uygulamalarında kavramsal ve teknik uygulamaların bütünle mesi, arzu edilen çıktıyı sa lamada iyi bir proje yönetimini gereklili ini ortaya çıkaracaktır (Angelides, 1999: 78).

Dey (1999), çalı masında, bir petrol firmasının ani de i mlere ayak uydurmak için uygulamayı dü ündü ü de i im mühendisli i faaliyetlerinde proje yönetiminden yararlanmı tır. Söz konusu firma kapalı sistem bir ekonomide tekel olarak faaliyetlerini sürdürürken, ekonomik politikaların de i mesi, çok uluslu i letmelerin ülke içinde faaliyet göstermeleri ile ba layan rekabet ortamı, serbest fiyatlandırma sistemleri ile kar ı kar ıya kalmı tır. Bu de i en senaryo ile i letme rekabetçi gücü tekrar elde etmeyi ve dinamik çevre ko ullarına hızlı cevap vermeyi arzulamaktadır. Küreselle me ile gelen bu de i mlere ayak uydurabilmek için de i im mühendisli i ile radikal de i ikliler yapılarak ekonomi içerisinde ba arı sa lanmak istenmektedir. Çalı mada de i im mühendisli i uygulaması ile ilgili olarak çıkarılan proje planı ele alınmı ve bununla ilgili olarak proje süreçlerine de uygulamanın daha hızlı yapılabilmesi için de i im mühendisli i uygulanmı tır. Böylelikle bilgi sistemleri ve risk yönetimi uygulamalarıyla beraber ele alınan de i im mühendisli i uygulaması, zaman ve maliyetlerin dü ürlmesi ile proje ya am süresi tamamlamı tır.

Tikkanen ve Pölönen (1996) ise eserlerinde Finlandiya'da faaliyet gösteren 21 kamu i letmesi üzerinde yaptıkları ara tırmada, bu i letmelerin de i im mühendisli i projelerindeki odak noktalarının ana süreçler, birbiri ile ba lantılı yan süreçler ve yönetim süreçleri oldu unu ortaya koymu tur. Çalı maya konu olan bu kamu i letmelerinin de i im mühendisli i projelerinin ba arılı olmasındaki ön ko ullar 4 ana ba lık içerisinde incelenmi tir (Tikkanen ve Pölönen, 1996: 22):

1. Odak noktası ve çalı ma alanı açısından daha geni kapsamlı olan projeler genel olarak daha iyi sonuç verir.
2. Güçlü bir yönetimin varlı ı, de i im mühendisli inin ba arıya ulaşmasındaki temel bir ihtiyaçtır.
3. De i im süreci, daha az ba arılı projeyi ba arılı olandan açık bir ekilde farklıla tıran, ayırt edilmesini sa layan en kritik ve en önemli süreçtir. Bu süreç aynı zamanda de i im mühendisli i projelerinin uygulanmasında en büyük problemlerin ya andı ı bir süreçtir.
4. Projenin uygulama ve geli tirme yapılması a masında, personelin varlı ı de i im mühendisli inde destekleyici bir rol oynamaktadır. Bu sürece katılan personel, proje örgütüne daha yararlı olmaktadır.

De i im mühendisli i projelerinin geni kapsamlı olmasından dolayı üzerinde birçok riski ta ıdı ı yadsınamaz bir gerçektir. Bu riskin sonucunda getirisi yüksek bir

proje çıktısı ile kar ıla ılabilece i gibi projenin ba arısızlıkla sonuçlanması da mümkündür. De i im mühendisli i projelerinde risk analizi konusunda yapılan bir çalı mada Jallow vd. (2002), projenin maliyet, zaman ve performans açısından de erlendirilerek operasyonel seviyede süreçlerin finansal risk analizini Monte-Carlo Simülasyon yöntemi gerçekte tirmilerdir. Kliem (2000) eserinde de i im mühendisli i projelerinde kar ıla ılabilecek riskleri dört kategoride toplamı tır (Kliem, 2000: 72):

1. De i im Mühendisli i Projesindeki *nsan Faktörü Riskini* olu turan etkenler:
 - Kanıtlanmamı varsayımlar ve de erler,
 - De i ime kar ı gösterilen direnç,
 - Eksik bilgilendirilmi proje takımı ve idare kurulu,
 - Eksik güdülenmi takım üyeleri,
 - Örgütsel ba lılı a olan ihtiyaç,
 - Yönetmel görü birli ine olan ihtiyaç,
 - De i im sonucunda i ten ayrılma korkusu,
 - Gerekl becerilere sahip çalı anlara ihtiyaç,
 - Payda ların deste ine olan ihtiyaç,
 - Proje üzerinde çalı acak personelin zamana olan ihtiyacı,
 - Projede gere inden fazla bulunan çalı anlar,
 - Proje takımının açıkça belirlenmemi rol ve sorumlulukları.
2. Uygulamanın genelini kapsayan *Yönetim Riskini* olu turan etkenler;
 - Uygulamanın izleme ve ölçüm sonuçlarındaki hata,
 - Uygun olmayan misyon ve vizyon tanımları,
 - Ana i süreçlerinin tanımlanmasındaki yetersizlik,
 - Mü teri ihtiyaç ve de erlerinin tanımlanmasındaki yetersizlik,
 - Yeni sürece geçi planının tamamlanmaması,
 - Mü teri odaklılı a olan ihtiyaç,
 - Gerçe e yakın programlamalara olan ihtiyaç,
 - Takımları yönlendirecek stratejik amaçlara olan ihtiyaç,
 - Projenin tamamlanması için gerekli zamana olan ihtiyaç,
 - Proje takımına yetki devrinin yapılmaması,
 - Proje sözleşmesinin dar kapsamlı olması,
 - Bo luk analizinin yapılmasındaki sıkıntılar,
 - Veri toplamadaki sıkıntılar.

3. De i im Mühendisli i Projesinin ba langıcından uygulanmasına kadar olan süreci ilgilendiren projenin finansal yani *Riskini* olu turan etkenler;
 - Yeni yapılan süreç tasarımı için hazırlanan yapılabirlik incelemesindeki hata,
 - Seçilen tasarım alternatifi için yatırımın geri dönü hesaplamasındaki hata ve güvensizlik,
 - Yetersiz bütçe,
 - Yapılacak harcamalarla ilgili görü birli ine olan ihtiyaç.
4. De i im Mühendisli i Projesinde kullanılacak araç ve teknikleri kapsayan *Teknik Riski* olu turan etkenler;
 - Ana süreçler arasındaki ili kinin belirlenmesindeki yetersizlik,
 - Teknik uzmanlı a duyulan ihtiyaç,
 - Araç ve tekniklerin analizi ve tasarımı a amasında görü birli ine olan ihtiyaç,
 - Araç ve tekniklerin analizi ve tasarımında a amasında bilgi eksikli i,
 - Teknolojinin uygulanması a amasındaki bilgi eksikli i,
 - Mevcut ve yapılması önerilen i süreçlerinin tanımlanması ve haritalanmasındaki yetersizlik,
 - Standart ve yaygın de i im mühendisli i yöntemlerinin kullanılmaması,
 - Uygulanması dü ünülen teknolojinin yanlış seçimi.

Grover (1999), de i im mühendisli i uygulamalarında ba arıyı yüksek oranda etkiledi ini belirtti i proje yönetimi ile ilgili olarak projenin idaresinde ve geli tirilmesinde problemler ya anabilece ini ve bunun da de i im sürecinde birtakım sıkıntılar yaratabilece ini belirtmi tir. Bu problemlerin ana kayna nı uygun de i im mühendisli i yöntemine olan ihtiyaç, de i im mühendisli i performansının ölçümündeki güçlükler, de i im mühendisli i takımı ve örgüt üyeleri arasındaki zayıf ileti im olarak sıralamı tır. Grover (1999)'un sıraladı ı problemleri de kapsayan Kliem (2000)'in sıraladı ı kategoriler ve bu kategorileri olu turan etkenler ele alınarak yapılacak olan risk yönetimi uygulaması sonucunda Kliem (2000), de i im mühendisli i projelerinin % 70 kuvvetle ihtimal ba arılı olaca nı belirtmi tir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Bu bölüm uygulamaya konu olan Dokuz Eylül Üniversitesi Ara tırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarının tanıtımı, Laboratuvarda yapılan uygulamalar ile süreçlerde saptanan süreç problemleri ve bu süreç problemleri için geli tirilen çözüm önerisi ProModel simülasyon programından alınan bilgilerle desteklenerek sunulmaktadır. Simülasyon çalı masıyla elde edilen öngörü sonucunda, elde bulunan kısıtlı kaynaklar ile verilen de i im kararı proje kapsamında planlanmakta ve bununla ilgili olarak bir proje planlama prosedürü önerilerek di er prosedürlerle kar ıla tırma yapılmaktadır.

3.1. UYGULAMANIN AMACI

De i im Mühendisli i uygulamaları aksayan ya da daha iyi i ler hale gelmesi istenen süreç üzerinde yapılan çalı malardır. Bu çalı malar mevcut sürecin küçük iyile tirmeler yerine radikal de i iklikler yapılarak tasarlanmasını içermektedir. Bu nedendir ki yeni sürecin uygulamaya konulması ve sonrasında yeniden tasarlanan sürecin i leyip i lemeyece i birtakım belirsizlikleri de beraberinde getirmektedir. Belirsizliklerin olması hem de i imi gerçekle tirecek ekip için hem de de i imin gerçekle tirilece i örgütte çalı anlar için de i ime kar ı çekimsizlik ortaya çıkarabilecektir. Belirsizli in ortadan kaldırılması birçok teknik kullanılabilir. Bu çalı mada hem görsel hem de sayısal çıktı vererek sürecin sonuçları hakkında daha gerçekçi bilgi verebilecek olan simülasyon tekni i kullanılmı tır.

Simülasyon tekni inin arkasındaki temel dü ünçe, karar a amasında dü üncelerin gerçek ya ama uyarlanması ve verilecek kararların gerçe i yansıtmasıdır. Çalı mada kullanılan simülasyon yazılımı ProModel, grafik gösterimleriyle süreçte meydana gelen akı üzerinde iyi bir gözlem yapma ansı sunmaktadır. Sembolik gösterimleriyle süreci resmeden yazılım, sürecin tekrar izlenmesine ve ayrıca alternatif süreç dü üncelerinin de uygulanarak takip edilmesine olanak sa lamaktadır. Böylelikle sürecin analiz a amasında simülasyon tekni i devreye girerek fikirlerin süreç uygulanmadan verimli bir ekilde kullanılmasını olanaklı hale getirmektedir.

Çalı mada simülasyon tekni ini uygulamakla De i im Mühendisli i uygulamalarındaki belirsizli in en aza indirilmesi amacının yanı sıra kaynakların

kısıtlı oldu u bir durumda tasarlanan yeni sürecin hızlı bir ekilde uygulanması amaçlanmı tır. Sürecin hızlı bir ekilde uygulanmasındaki temel amaç ise, i letmenin u ra larına ara vermesinden do acak sıkıntıyı en aza indirmek ve hastane personeli, hasta ve hasta yakınlarının aldıkları hizmetin aksamamasını sa lamaktır.

Uygulama iki a amada gerçekte tirilmi tir. İlk a amada laboratuvarın mevcut durumunun analizi yapılarak de i im mühendisli i uygulamasına karar verilmi tir. Bunun için simülasyon tekni inden faydalanılarak alternatif süreç yerle imler geli tirilmi ve bu süreçlerden en iyi sonucu verecek olan seçilmi tir. Böylelikle simülasyon tekni inin ve yazılımlarının de i im mühendisli i uygulamalarında sa ladı ı yararın gösterilmesi amaçlanmı tır.

İkinci a amada ise seçilen süreç yerle iminin en kısa sürede kullanıcılara yarar sa laması için kısıtlı kaynaklı proje yönetim tekniklerinden faydalanılarak de i im mühendisli i projesinin tamamlanma süresi ortaya konmu tur. Literatürde bahsedilen algoritmaların yanı sıra yeni bir algoritma önerisi yapılmı tır. Bu ikinci a amada ise amaç, proje yönetim tekniklerinin de i im mühendisli i uygulamalarında kullanımının ve yeni önerilen algoritmanın sonuca katkısının gösterilmesidir.

3.2. UYGULAMA YERİNİN TANITIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Ara tırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarı, tanı ve tedavi izleminde yardımcı olan tüm laboratuvar analizlerinin yapıldı ı, birbiri ile ba lantılı laboratuvarlar grubudur. Merkez laboratuvarı kapsamında; biyokimyasal analizler, ilaç analizleri, özellikli proteinler, elektroforetik analizler, hormonlar, tümör belirleyicileri, idrar analizleri, rutin hematolojik testler ve koagülasyon analizleri, bakteriyolojik, mikolojik, mikro bakteriyolojik, parazitolojik ve serolojik incelemelerin yanı sıra moleküler tanı testleri ve doku tiplendirme ve genetik testler yapılmaktadır. Kan merkezi de yönetsel açıdan Merkez Laboratuvarına ba lı olarak çalı maktadır.

3.2.1. Çalı ma Sistemi

Yatan hastalardan alınan örnekler saat 08:30'dan 16:00'ya kadar günde 4-6 kez laboratuvar personeli tarafından kliniklerden kayıt yapılarak toplanmakta ve

laboratuvara getirilmektedir. Acil örnekler, klinik personeli tarafından laboratuvara iletilmektedir.

Laboratuvara getirilen kanlar saat 15:30'a kadar rutin biyokimya laboratuvarında tüm parametreleri çalışılmak üzere iletilemektedir. Rutin laboratuvarda örnekler aynı gün içinde çalışılarak sonuçlar çıkarılmaktadır. Örneğin laboratuvara erken ulaşması, sonucun daha erken çıkmasını sağlamaktadır. Saat 15:30'dan sonra gelen örneklerin sadece acil parametreleri için acil laboratuvarında çalışılmaktadır.

Acil laboratuvarı 24 saat süre ile çalışmakta acil servise 24 saat, diğer kliniklere ise saat 15:30'dan sonra hizmet vermektedir. Örnekler geldikten sonra bekletilmeden çalışılarak sonuçlar çıkarılmaktadır.

Tam idrar analizi için idrar örnekleri saat 16:30'a kadar idrar laboratuvarı tarafından kabul edilmekte ve kimyasal analizi ile mikroskopik bakışı yapılmaktadır. Bu saatten sonra gelen örnekler ise acil laboratuvarında çalışılmaktadır. Acil servisten gelen örneklerde kimyasal analiz ve mikroskopik bakış, kliniklerden gelen örneklerde ise (laboratuvar ile görüşülmedikçe) sadece kimyasal analiz yapılmaktadır. Gaitada gizli kan örnekleri saat 16:30'a kadar idrar laboratuvarı tarafından kabul edilmektedir.

3.2.2. Örnek Kabulü

Örneğin laboratuvar tarafından kabul edilmesi için;

- Test istek formunun doldurulmuş olması
- Örneğin doğru alınmış ve laboratuvara uygun koşullarda iletilmiş olması
- Örneğin doğru olarak etiketlenmiş olması
- Ücret tahakkukunun yapılmış olması gerekmektedir.

Merkez laboratuvarında aşağıdaki istek formları kullanılmaktadır:

1. İstek Formu: Form 1A, Form 1B

Form 1A; biyokimyasal paneller, biyokimyasal analizler, ilaç analizleri, spesifik proteinler, elektroforetik analizleri içermektedir.

Form 1B; endokrinolojik paneller, endokrinolojik analizler, tümör belirleyicileri, idrar analizleri ve hematolojik analizleri içermektedir.

2. stek Formu: Form 2A, Form 2B

Form 2A; kültürler, serolojik testler, antijen testleri ve parazitolojik incelemeleri içermektedir.

Form 2B; moleküler tanı testleri, immünolojik testler, doku tiplendirme incelemelerini içermektedir.

3. stek Formu: Kan bankası ve aferez

4. stek Formu: Hematoloji

5. stek Formu: Metabolizma

6. stek Formu: Antenatal risk belirleme

7. stek Formu: Acil

stek formunun tam olarak doldurulması büyük önem taşımaktadır. Hastanın adının-soyadının, yattığı kliniğin, aldığı ilaçların ve özellikle Tanı-Öntanı'nın mutlaka yazılması gerekmektedir. stek yapan doktorun adının ve istek tarihinin yazılmasına da ayrıca özen gösterilmemektedir.

Eksik doldurulmuş istek formları laboratuvar-klinik iletişiminin kurulamamasına, laboratuvar içi karışıklık ve gereksiz tekrarlar nedeni ile sonuçların çıkmasında gecikmelere, çıkmış sonuçların hastaya iletilmemesine neden olmaktadır.

Örneğin do ru alınması ve laboratuvara uygun koşullarda iletilmesi için izlenecek süreç ve dikkat edilmesi gereken koşullar aşağıda sıralanmaktadır:

- Antikoagülanlı tüpe alınan örneklerin alt-üst edilerek iyice karışması sağlanmalıdır.
- Örnekler alındıktan sonra klinikte saklanacaksa mutlaka laboratuvar ile görüşülerek uygun saklama koşulları ile ilgili bilgi alınmalıdır. Örneğin, kanın santrifüj edilmeden önce açık olarak buzdolabında da olsa saklanması birçok test sonucunun yanlış çıkmasına neden olabilir.

- İdrar örnekleri tüp veya idrar barda ı içinde laboratuvara iletilmelidir.
- 24 saatlik idrar örnekleri için toplama ko ulla rına uyulması gerekmektedir. Bu durum hastaya ayrıntılı bir ekilde açıklanarak i birli i sa lanmalıdır. Örnek alındıktan sonra mümkün oldu unca kısa sürede laboratuvara ula malıdır.
- Kan gazı örnekleri en geç 15 dakika içinde ve buz üzerinde acil laboratuvarına iletilmelidir.

Örne in do ru etiketlenmesi, hangi analizin yapılaca ının bilinmesi, analiz sonuçlarının ilgili ki ilere do ru olarak bildirilmesinden ötürü oldukça önemlidir. Etiketleme sürecinde dikkat edilmesi gerekenler maddeler halinde a a ıda sıralanmaktadır:

- Alınan tüm örneklerde tüp (veya idrar, gaita kabı) üzerine mutlaka hastanın adı ve soyadı açık, okunaklı bir ekilde yazılmalıdır. Tüp üzerindeki isim ile istek formundaki isim aynı olmalıdır.
- 24 saatlik örneklerde, biriktirilen idrarın tümünün laboratuvarın önerdi i özel idrar toplama kabına toplanılarak gönderilmesi zorunludur. Kan ve idrar dı ındaki di er vücut sıvılarının tipi, örnek tüpü ve istek formuna yazılmalıdır.
- Belli aralıklar ile alınan örneklerde (örne in; OGTT – Oral Glikoz Tolerans Testi) örnek tüpüne kaçınıcı örnek oldu u veya saati belirtilmelidir.

3.2.3. Sonuç Raporları

Sonuç çıktıktan ve laboratuvar sorumlu uzmanı tarafından onaylandıktan sonra, test sonuçları poliklinik hastaları için yazılı raporlar ekinde çıkarılmaktadır. Yatan hasta sonuçları ise, hastane bilgi i lem terminallerinde görülebilmekte ve çıktı alınabilmektedir.

3.3. UYGULAMAYA KONU OLAN PROBLEM N TANIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Ara tırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarının iyile tirilmesi; de er yaratmayan i lemlerin ortadan kalkması, kaynakların verimli kullanılması, laboratuvar alanı içerisindeki alan/yer kullanım israfının önlenmesi ve hastalara daha hızlı geribildirim verilmesi için mevcut süreçlerin yeniden tasarlanarak yarar sa lamak için de i im mühendisli i uygulaması yapılacaktır. Bunun için alınan örnek vücut sıvılarının yo unlukla analiz

edildi i laboratuvarların süreçleri ele alınmı tır. Bu laboratuvarlar; Biyokimya, Hematoloji, Seroloji, Endokrinoloji ve idrar Laboratuvarlarıdır. Bu laboratuvarların süreçlerinin ele alınma nedenlerinden bir di eri ise Merkez Laboratuvarı bünyesinde bulunan di er laboratuvarlardaki analiz i lemlerinin daha özellikli olmasıdır. Örne in alınan vücut sıvılarının yapısal de i iklikleri incelenece i zaman ele alınan laboratuvarlara göre daha uzun bekleme süreleri olacaktır. Ele alınan laboratuvarlar ise hastalı ın te hisi ve kontroller a masında çok fazla istekte bulunulan laboratuvarlardır ve analiz sonuçlarının daha hızlı bir ekilde alınması gerekmektedir.

Laboratuvar i lerinin her biri ayrı odalarda ve ayrı analiz cihazlarında i lenmektedir. Vücut sıvısı verecek olan hastanın laboratuvara geli i, tahlil kâ ıdında istenen tahlillerin yapılması için gerekli sıvıları vermesi ve bu sıvıların bölümlerin gerekli analizleri yapabilmesi için porsiyonlanarak da ıtımı, daha sonra bu sıvıların istenen tetkiklere göre analiz edilerek sonuçlarının bilgisayar ortamında ilgili ki ilere ula tırılması laboratuvar bünyesinde yapılmaktadır.

Tüm bu i lerin yapılabilmesi için kullanılan analiz cihazlarının yanı sıra uzman i gücünden de yararlanılmaktadır. Her bir analiz birimi (hematoloji, endokrinoloji, seroloji, biyokimya ve idrar analizleri) bir hücre ve analiz cihazları da bir istasyon olarak görülürse problem tipik bir malzeme (vücut sıvısı) i leme problemi olarak görülebilir. Malzemenin ba langıçtan sonra do ru gidi inin ise akı tipi üretim özelli i gösterdi i söylenebilir.

Problemin çözümünde birinci a ma olan, mevcut ve alternatif süreçlerin simülasyon tekni inden faydalanılarak gösterimi ile ilgili bazı kısıtlar ve varsayımlar a a ıdaki ekilde sıralanabilir:

1. Laboratuvar içerisinde yo unlukla kullanılan analiz birimleri olan Biyokimya, Seroloji, Endokrinoloji, Hematoloji ve idrar Analizi birimleri ele alınmı tır.
2. Uygulamaya konu olan her bir analiz biriminde birden fazla çe itte testler yapılmaktadır. Bu testler ilgili analiz birimi adı altında temsil edilmektedir.
3. Alınan gerçek veriler her bir analiz birimi için yıl temelinde hesaplanmı ve günlük yakla ık de erleri (1 yıl = 365 gün) ele alınarak simülasyonu yapılmı tır. Alınan veriler a a ıdaki tabloda incelenebilir:

Tablo 3.1: Laboratuvarda Gerçekleştirilen Analiz Sayıları

	<i>Günlük Analiz Sayıları</i>	<i>Yıllık Analiz Sayıları</i>
Biyokimya Analizleri	11.953	4.362.979
Seroloji Analizleri	432	157.642
Endokrinoloji Analizleri	1.228	448.084
Hematoloji Analizleri	1.855	677.075
drar Analizleri	290	105.850

4. Problemin çözümü için önerilen yeni süreçlerin tasarlanması a amasında sa lanan veriler uzmanların görüşlerinden yararlanılarak elde edilmiştir.
5. Simülasyona konu olan süreç; analiz talebi ve hastanın vücut sıvısı verme sürecinden sonra başlamaktadır.

3.4. PROBLEMİN SİMÜLASYON PROGRAMINDA GÖSTERİM VE DEĞERLENDİRME MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASIYLA ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Laboratuvara gelen vücut sıvıları acil hastalar, yatan hastalar ve poliklinik hastalarından olmak üzere 3 kaynaktan elde gelmektedir. Acil hastalar için gelen analiz talepleri doğrudan acil biyokimya laboratuvarında süreçlenmekte, yatan hastalar için gelen analiz talepleri her bir laboratuvarında öncelik arz ederek analize tabi tutulmaktadır. Poliklinik hastaları ise analiz istem formu ile birlikte merkez laboratuvarına gelip danışmadan talep formunda belirtilen vücut sıvılarına uygun tüpleri ve tüplerin üzerinde analizlerin tanımlayıcısı barkotları teslim alarak kan alma biriminde vücut sıvılarını vermektedirler. Bu aşamadan sonra kan alma biriminde toplanan tüpler bir görevli tarafından kan ayırma birimine gönderilmekte ve burada analiz tipleri açısından laboratuvarlara göre porsiyonlanmaktadır. Porsiyonlama işlemi sonrasında vücut sıvısı tüpleri her bir analiz birimi (Biyokimya, hematoloji, seroloji, endokrinoloji) görevlisi tarafından analiz birimlerine gönderilmektedir. Bu aşamadan sonra 3 farklı hasta tipi için süreç ortak bir hale gelmektedir: Analiz cihazları ve el ile yapılan analizlerin sonuçları bilgisayar ortamında kontrol edilerek vücut sıvısı analizi talep eden hekimin bilgisayar ekranına gönderilmektedir.

3.4.1. Süreçlerin Mevcut Durumunun Analizi

Çalışmanın ilk aşaması olan mevcut laboratuvar yerleşim düzeni ile değerlendirme mühendisliği uygulamasına konu olacak olan önerilen yerleşim düzenleri

kar ıla tırmasını gerçekle tirebilmek için mevcut yerle im düzeni ProModel yazılımında simülasyona tabi tutulmu tur.

Ele alınan analiz birimlerinden *Biyokimya, Seroloji, Endokrinoloji, Hematoloji* ve *drar* olmak üzere 5 farklı çıktı elde edilmektedir. Mevcut durumda kullanılan cihaz ve personel sayıları a a ıdaki tabloda grlmektedir:

Tablo 3.2: Laboratuvarda Kullanılan Cihaz ve çalı an Personel Sayıları

	Personel Sayıları	Cihaz Sayıları
Biyokimya Analizleri	10	7
Seroloji Analizleri	2	4
Endokrinoloji Analizleri	3	4
Hematoloji Analizleri	3	5
drar Analizleri	1	2

Mevcut sistemde her personel kendi birimi için kan ayırma biriminden kendine ait birimin sporlarından (vücut sıvısı bulunan tüplerin birikti i kutu) vücut sıvılarını almaktadır. Ayrıca mevcut cihazlardan Seroloji biriminde kullanılan bir cihaz ile endokrinolojide kullanılan bir cihaz ortak zeliktedir. Bunun yanı sıra Biyokimya biriminde aynı i i yapan 3 cihaz bulunmakta ve di er cihazlardan 4 adedi hematoloji testleri için, 1 adedi ise endokrinoloji testleri için de kullanılabilir. Mevcut sistemde her personel kendi birimi için kan ayırma biriminden kendine ait birimin sporlarından (vücut sıvısı bulunan tüplerin birikti i kutu) vücut sıvılarını almaktadır. Ayrıca mevcut cihazlardan Seroloji biriminde kullanılan bir cihaz ile endokrinolojide kullanılan bir cihaz ortak zeliktedir. Bunun yanı sıra Biyokimya biriminde aynı i i yapan 3 cihaz bulunmakta ve di er cihazlardan 4 adedi hematoloji testleri için, 1 adedi ise endokrinoloji testleri için de kullanılabilir.

drar analiz birimi mevcut süreçte her biri farklı yerlerde olan istasyonlardan olu maktadır; idrar kabule u rayan hasta, buradan örnek için barkotlu kutuyu alıp kar ı koridora geçmekte, örnek verme i lemini tamamladıktan sonra tekrar örnek kabule gidip rne i teslim etmektedir. rnek kabul daha sonra verilen idrar örneklerini sporlarda bekletmekte ve yine koridorun kar ısında idrar analiz birimine göndermektedir.

Analiz sonuçlarının elde edilmesine ili kin vücut sıvılarının izledi i rotalar a a ıdaki tabloda gösterilmi tir:

Tablo 3.3: Vücut Sıvılarının zledi i Rotalar

Analizler					
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	drar
Rotalar	Kan ayırma	Kan ayırma	Kan ayırma	Kan ayırma	Örnek Kabul
	Sporlar_B	Sporlar_S	Sporlar_E	Sporlar_H	Sporlar_I
	Analiz_B	Analiz_S	Analiz_E	Analiz_H	Analiz_I
	Sonuç_B	Sonuç_S	Sonuç_E	Sonuç_H	Sonuç_I

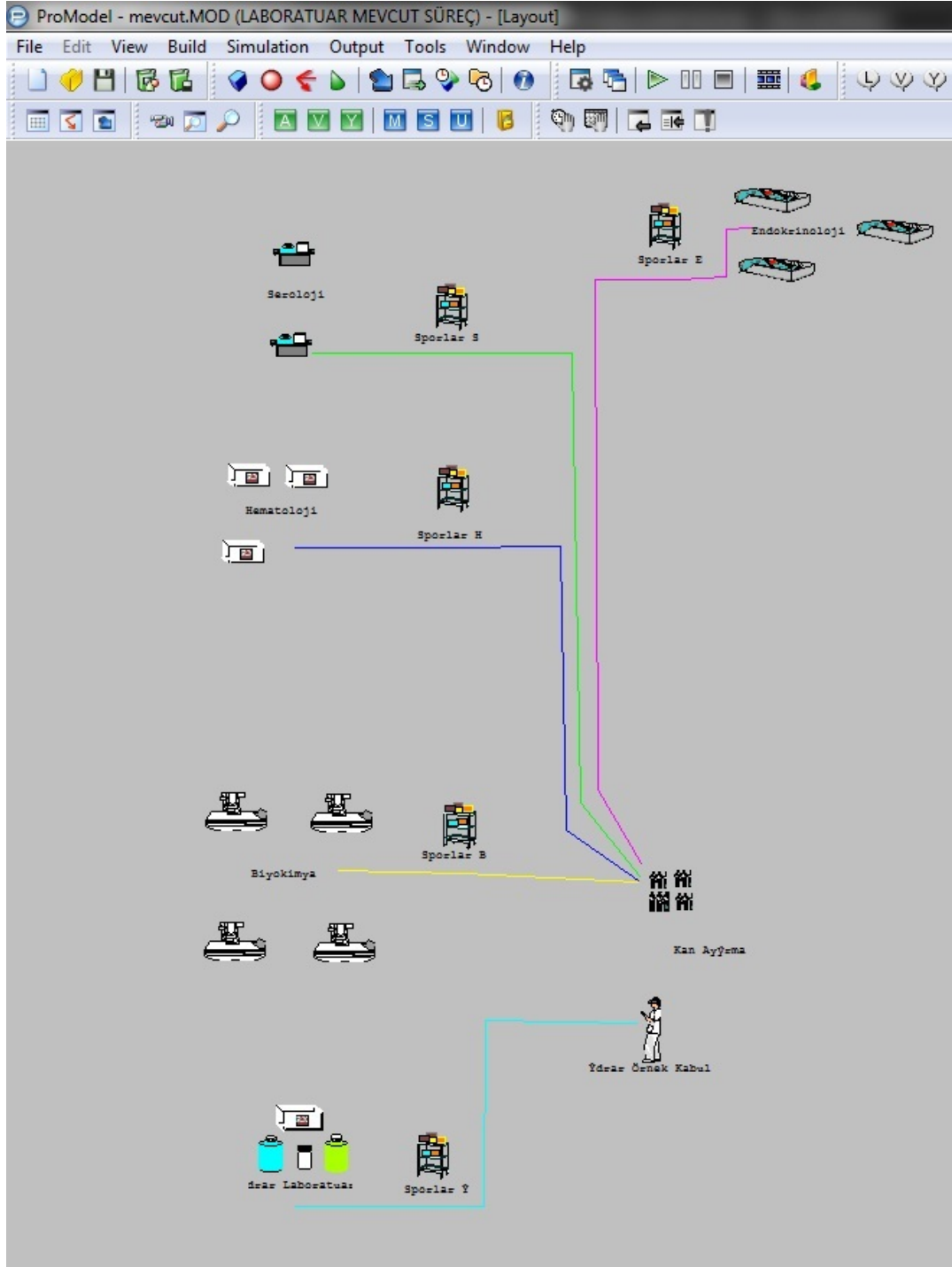
Ortak istasyon olarak kullanılan Kan Ayırma birimine gelen vücut sıvıları ve idrar analizi için Örnek Kabule gelen vücut sıvısı, gerekli porsiyonlama i lemleri sonrasında çalı ılacak de erlere göre sporlarda biriktirilir. Daha sonra analiz edilmek üzere her birimde bulunan analiz cihazlarına el ile yerle tirilerek i lenir. Çıktılar, bilgisayar ekranında kontrol edildikten sonra tetkik isteyen doktorun ekranına gönderilir.

Kan ayırma biriminden her bir analiz birimine kat edilen mesafe de erleri a a ıdaki gibi belirlenmi tir:

Tablo 3.4: Kan Ayırma Biriminden Analiz Birimlerine Kat Edilen Mesafeler

Analiz Birimi	Mesafe (~m)
Biyokimya	10,5
Seroloji	26
Endokrinoloji	33
Hematoloji	23
drar Analiz	7

Vücut sıvılarının kan alma biriminden kan ayırma birimine gelmesinden sonra ba layacak olan analiz süreci için belirlenen analiz birimlerinin yerleri Ek 2'de yer alan laboratuvarın mevcut yerle im ekinde görülmektedir. Bu bilgiler ı ında mevcut sürecin ProModel simülasyon programında gösterimi a a ıdaki ekinde yapılmı tir:



ekil 3.1: Laboratuvar Mevcut Sürecinin Simülasyon Yazılımında Gösterimi

Simülasyon yazılımında tasarımı yapılan mevcut durumun analizi için gerekli süre hesaplamaları cihazların analiz süreleri tutularak ve uzmanların görüşüne göre yapılan düzeltimler sonucu normal dağılıma göre elde edilen verilerdeki değişiklikler belirlenmiştir:

Entity...	Location...	Operation...
Kan_Biyo	Kan_Ayyırma	WAIT N(6, 1)
Kan_Biyo	Sporlar_B	WAIT N(5, 0.1)
Kan_Biyo	Biyokimya	WAIT N(21, 3.2)
Kan_Hemo	Kan_Ayyırma	WAIT N(7, 1.7)
Kan_Hemo	Sporlar_H	WAIT N(9, 3.5)
Kan_Hemo	Hematoloji	WAIT N(22, 1.2)
Kan_Sero	Kan_Ayyırma	WAIT N(7, 1.4)
Kan_Sero	Sporlar_S	WAIT N(10, 1.5)
Kan_Sero	Seroloji	WAIT N(20, 3.7)
Kan_Endo	Kan_Ayyırma	WAIT N(4, 2)
Kan_Endo	Sporlar_E	WAIT N(5, 1.7)
Kan_Endo	Endokrinoloji	WAIT N(27, 1.8)
Ydrar	Ydrar_Örnek_Kabul	WAIT N(10, 0.5)
Ydrar	Sporlar_Y	WAIT N(17, 0.5)
Ydrar	Ydrar_Laboratuvarı	WAIT N(32, 2)

ekil 3.2: Vücut Sıvılarının Analiz Birimlerinde İlem Gördü ü Süreler

Eldeki verilerden hareketle yazılıma yapılan girdiler sonucunda laboratuvarın günde 8 saat (480 dakika) çalıştığı varsayımıyla simülasyon yapılmış ve analiz sonucunda çıktılar aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Tablo 3.5: Mevcut Sürecin Simülasyon Sonuçları

	Toplam Çıktı	Ortalama Sistemde Geçirilen Süre (sn)	Ortalama Taşıma Süresi (sn)	Ortalama İlem süresi (sn)
Biyokimya	11.840	95,56	47,69	47,87
drar	288	271,29	83,65	187,64
Hematoloji	1.975	189,89	101,19	88,7
Seroloji	493	215,34	127,76	87,58
Endokrinoloji	1.275	250,59	126,83	123,76

Tablo 3.5.'te görüldüğü gibi sistem içerisinde analiz özelliklerine göre farklı süreler geçiren her bir vücut sıvısı girdisi, sistemde belirli süre kalıp işlem görmektedir ve daha sonra her bir birimde bulunan buzdolaplarında elle taşıma yapmak

suretiyle saklanmaktadır. Mevcut sistemde 2009 yılı verilerine göre gerçekte en ortalama günlük de erler ile simülasyon sonucunda elde edilen ortalama günlük de erler kar ıla tırıldı nda birbirine yakın sonuçlar oldu u görülmektedir. Bu durum a a ıdaki tablodan izlenebilir:

Tablo 3.6: Mevcut Sistemin Gerçek ve Simülasyon De erlerinin Kar ıla tırılması

	Günlük Analiz Sayıları (Gerçek)	Günlük Analiz Sayıları (Simülasyon)
Biyokimya Analizleri	11.953	11.840
Seroloji Analizleri	432	493
Endokrinoloji Analizleri	1.228	1.275
Hematoloji Analizleri	1.855	1.975
drar Analizleri	290	288

Buna göre; laboratuvarda yapılan zaman incelemeleri ve uzmanlardan elde edilen verilere göre olu turulan simülasyon sisteminin sonuçları gerçe e yakın sonuç verdi inden bu a amadan sonra benzer eilde yapılacak sistem simülasyonlarının da gerçe e yakın sonuçlar vermesi beklenmektedir. Bu durum yapılan analizin güvenilirli ini göstermektedir.

3.4.2. Süreçlere Uygulanan De i im Mühendisli i Uygulamasının Gösterimi ve Analizi

Analiz birimlerinin Merkez Laboratuvar içinde birbirinden ayrı bir eilde yerle mi olması, her bir analiz birimi içindeki cihazların birbirleriyle benze ik özellikler içermesi ve bu cihazların i letiminden sorumlu uzman personelin bulunması gereklili i yer, cihaz ve i gücü kullanımı verimlili ini dü ürmektedir. Bunun için mevcut süreçlere de i im mühendisli i uygulanmasının olurlu olaca ı dü ünülmü ve bunu öngörmek için simülasyon tekni inden yararlanılmı tır.

Problemin çözümü için tasarlanan yeni süreç alternatifleri için mevcut analiz birimi odalarının birle tirilmesine ve analiz cihazlarının akı tipi ya da hücresel tip üretim hattını olu turacak eilde yerle tirilmesine karar verilmi tir. Mevcut süreçten tasarlanan sürece geçi te, analize konu olan vücut sıvılarının ta ıma sisteminde

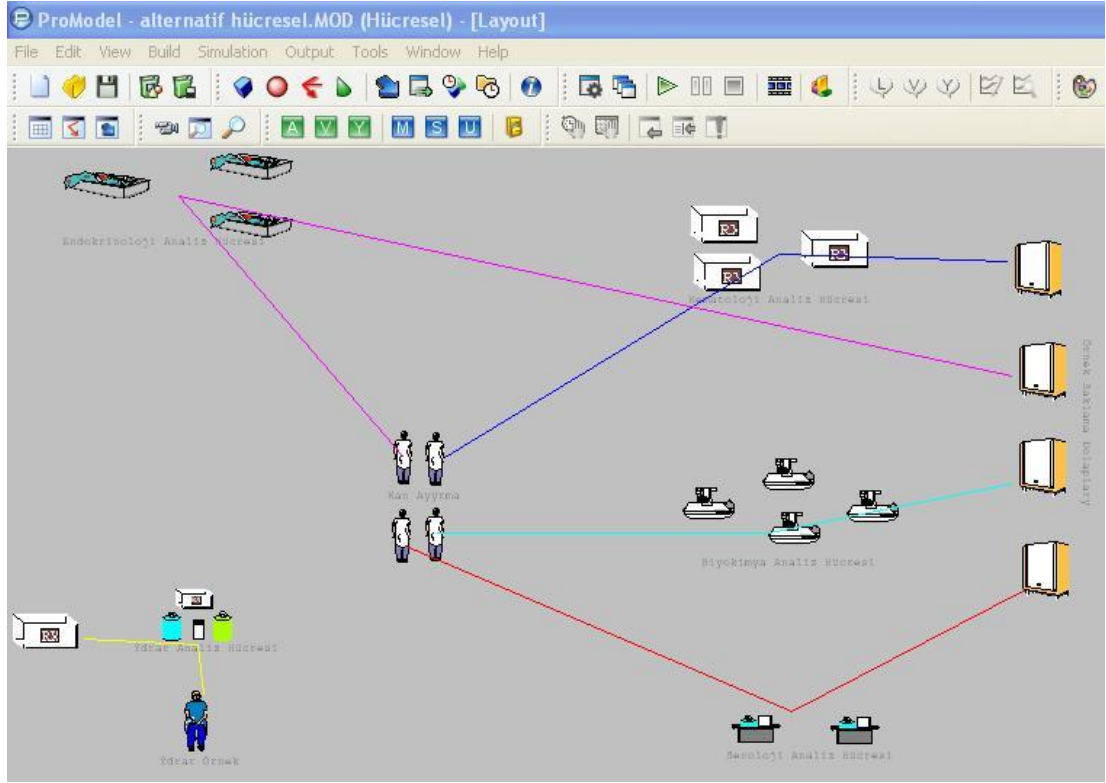
yapılacak de i iklikler; sürecin yeniden tasarımı, nasıl i letilece i, sistemin programlanması gibi birçok riski içerir. Bu de i imin gerçeikle ece i sırada laboratuvarından yararlananların ma dur olmaması için de i imin hızlı ve ba arılı bir ekilde gerçeikle tirilmesi gerekmektedir. Kullanılan simülasyon programıyla de i ikli i uygulamadan, yapılacak de i ikli in sonucunu görmek mümkün olacak ve alternatif süreçlerin mevcut süreçle kar ıla tırması yapılarak sa lanacak yarar, sistemdeki darbo azlar, analiz sonuçlandırma hızı gibi bilgiler elde edilebilecektir.

Tasarlanacak süreçler için ortak nokta; ele alınan 5 analiz birimi için ortak bir alan olu turulmasıdır. Böylelikle ta ima için harcanacak süre en aza indirilmeye çalı lı olacak ve ta ima için kullanılan personel ve araçlar sistemde daha verimli kullanılabilir ya da di er analiz birimlerine yönlendirilebilecektir. Buna göre; yeni süreçler için kullanılabilir alan Ek 2'de belirtilen Acil ve Rutin Biyokimya (5/a ve 5/b), Nöbet Dinlenme (5/c), TBC (9/a) ve Etüv Odası (9/c)'nin birle tirilmesiyle olu turulacaktır.

3.4.2.1. Alternatif Süreç – Hücresel Yerle im

Bu alternatif süreçte, mevcut süreçten farklı olarak, ele alınan analiz birimlerinin kan ayırma birimine yakın olmalarını amaçlamaktadır. Bunun sebebi, analiz birimlerinde çalı lı olan/yapılan analizlerin hastane tarafından yo un ekilde kullanılan ve çıktılarının bir an önce sonuçlanması avantaj yaratacak olmasıdır. Ayrıca, hem kan ayırma biriminin yakın olmasıyla ta ima mesafesi kısalacak ve ta ima için geçen zaman kaybı da azaltılmı olacaktır.

Hücresel yerle ime göre, her bir analiz biriminin çıktıları olan analiz sonuçları için birbirine yakın cihazlar bir grup halinde alana yerle tirilirler. Çalı mada ele alınan problem için hücresel yerle ime göre bilgisayar yazılımı gösterimi ekil 3.3'te verilmektedir. Buna göre be farklı analiz hücresi olu turulmu ve ilgili cihazlar bu hücrelerin etrafında gruplanmı tır.



ekil 3.3: Alternatif Hücresel Sürecin Simülasyon Yazılımında Gösterimi

Hücresel yerle imde, hastadan alınan vücut sıvılarının ilgili örnekleri do rudan kan ayırma biriminde toplanmakta ve buradan hücrelere da itımı yapılmaktadır. Kan ayırma biriminde mevcut süreçte oldu u gibi yine sporlarda tüpler halinde vücut sıvılar toplanmakta ve analiz birimlerinin hücrelerine o birim görevlisi tarafından ula tırılmaktadır. Analiz hücresinden çıkan vücut sıvısı örne i yine o birimin görevlisi tarafından, muhafaza edilmek üzere buzdolabına yerle tirilmektedir. Geli tirilen hücresel süreçte, idrar analiz birimi için örnek kabul aynı alana ta ınarak hem hastanın hem de analiz edilecek vücut sıvısının hareket mesafesi en aza indirilmeye çalı ılmış tır.

Tablo 3.7: Hücresel Yerleşimde Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar

	<i>Analizler</i>				
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	Diğer
Rotalar	Kan ayırma	Kan ayırma	Kan ayırma	Kan ayırma	Örnek Kabul
	Analiz Hücresi_B	Analiz Hücresi_S	Analiz Hücresi_E	Analiz Hücresi_H	Analiz Hücresi_I
	Sonuç_B	Sonuç_S	Sonuç_E	Sonuç_H	Sonuç_I
Mesafe (~m)	8	10	16	12	4
Personel	5	2	2	2	2

Tablo 3.7’de tasarlanan alternatif hücresel yerleşim için yaklaşık olarak hesaplanan mesafeler verilmiştir. Bu mesafeler kan ayırmadan başlayarak analiz hücresine ve analiz hücresinden buzdolabına kadar kat edilecek mesafeleri göstermektedir. Çalışan personel sayılarında ise analiz birimlerinin bir arada olması nedeniyle uzman iş gücünün yaratacağı sinerji kaynaklı bir azalma beklenmektedir. Bu sürecin sağlayacağı yarar, çıktılarının yanı sıra girdiler üzerinde de ortaya çıkmaktadır.

Simülasyon yazılımında tasarımı yapılan hücresel yerleşim düzeni analizi için gerekli süre hesaplamaları, cihazların analiz süreleri elde alınarak ve laboratuvardaki uzmanların görüşüne dayanılarak yapılan düzeltimler sonucu normal dağılıma göre aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Entity...	Location...	Operation...
Biyokimya	Kan_Ayırma_E	WAIT N(6, 1)00
Biyokimya	Biyokimya_Analiz_Hücre	WAIT N(21, 4)
Ydrar	Ydrar_Örnek	WAIT N(10, 0.5)
Ydrar	Ydrar_Analiz_Hücre	WAIT N(32, 2)
Hematoloji	Kan_Ayırma_H	WAIT N(8, 2)
Hematoloji	Hematoloji_Analiz_Hücre	WAIT N(30, 3)
Seroloji	Kan_Ayırma_S	WAIT N(7, 2)
Seroloji	Seroloji_Analiz_Hücre	WAIT N(33, 2)
Endokrinoloji	Kan_Ayırma_E	WAIT N(15, 2)
Endokrinoloji	Endokrinoloji_Analiz_Hücre	WAIT N(28, 3)
Biyokimya	Örnek_Saklama_Dolapları	WAIT N(1, 0.01)
Hematoloji	Örnek_Saklama_Dolapları	WAIT N(1, 0.01)
Seroloji	Örnek_Saklama_Dolapları	WAIT N(1, 0.01)
Endokrinoloji	Örnek_Saklama_Dolapları	WAIT N(1, 0.01)

ekil 3.4: Vücut Sıvılarının Hücresel Analiz Birimlerinde İlem Gördü ü Süreler

Buna göre; laboratuvarın günde 8 saat (480 dakika) çalıştığı varsayımıyla simülasyon analizi yapılmış ve analiz sonucunda çıktılar aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Tablo 3.8: Hücresel Yerleşim için Simülasyon Sonuçları

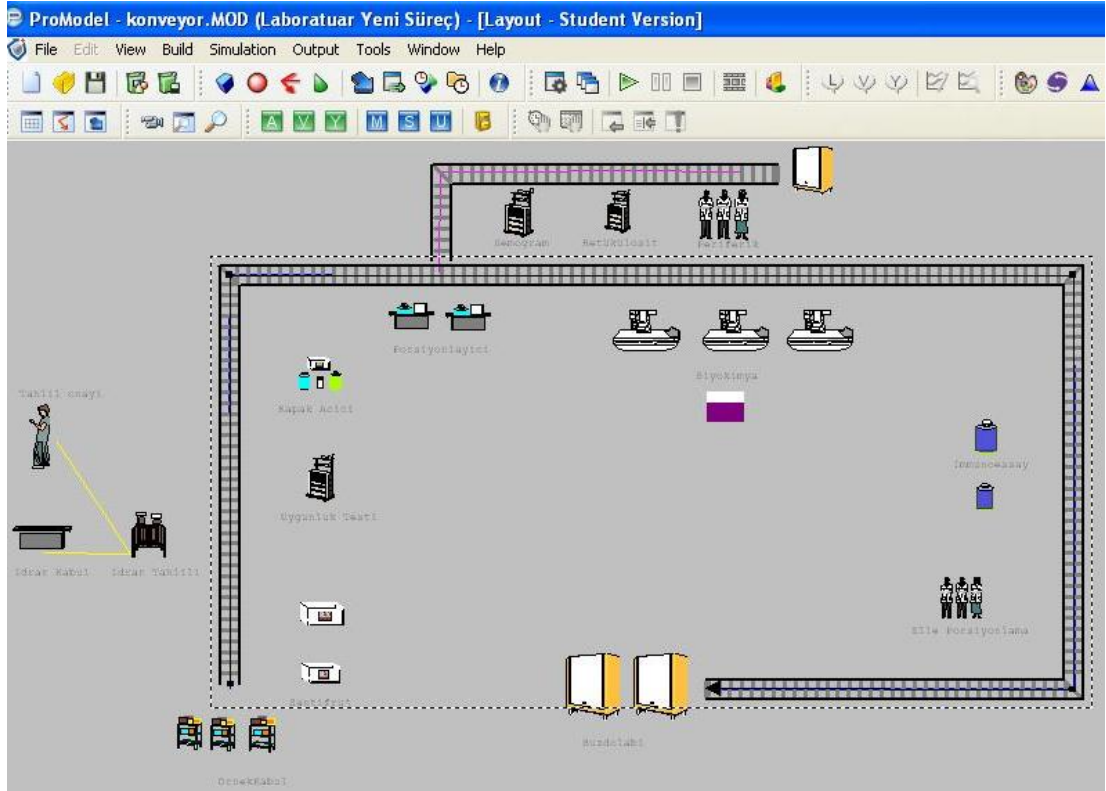
	Toplam Çıktı	Ortalama Sistemde Geçirilen Süre (sn)	Ortalama Taahhüt Süresi (sn)	Ortalama İlem süresi (sn)
Biyokimya	12.896	69,81	28,05	41,76
drar	338	211,72	38,02	173,7
Hematoloji	2.346	123,48	29,98	93,5
Seroloji	539	119,82	33,02	86,8
Endokrinoloji	1.866	198,87	57,79	141,08

Birinci alternatif süreç olan hücresel yerle imden elde edilen verilere dayanılarak, odaları birbirinden ayıran duvarlar için yapılacak tadilat maliyeti ve yerle im için katlanılacak zamanın maliyeti sonucunda mevcut süreçten daha iyi sonuç alınacağı öngörülmektedir.

3.4.2.2. Alternatif Süreç – Akı Tipi Yerle im

Akı tipi yerle im alternatifi, alınan vücut sıvılarının bir bant üzerinde hareket ederek üzerindeki barkotlar yardımıyla ilgili analiz birimlerine gönderildiği ve analiz tamamlanan tüplerin yine bant üzerinden buzdolabına saklanmak üzere gönderildiği bir tasarımdır.

Bu sistem bir otomasyon sistemi olmakla birlikte, beraberinde bazı yatırımlar yapılmasını gerektirmektedir. Laboratuvarda bulunan mevcut cihazların yanı sıra santifrüj cihazı, vücut sıvılarının içinde bulunduğu tüpler için kapak açıcı cihaz, daha önce elle yapılan porsiyonlama işlemi için porsiyonlayıcı cihaz ve yatırım yapılacak bu cihazlarla birlikte laboratuvar otomasyon sistemi yatırımının da yapılması gerekmektedir.



ekil 3.5: Akı Tipi Süreç Yerle iminin Simülasyon Yazılımında Gösterimi

Bu sistemde insan etkisi sadece otomasyon sisteminin kontrolü a amasında görülmektedir. Örnek kabule gelen vücut sıvısı örnekleri, laboratuvar örnek kabulde görevli personel tarafından banda yerle tirilmektedir. Sisteme giren vücut sıvıları için ortak cihazlar santifrüt, örne in analize uygunluk testi, kapak açıcı ve porsiyonlayıcı cihazlarıdır. Daha sonra porsiyonlayıcıdan çıkan biyokimya testine tabi olacak vücut sıvısı örnekleri üzerindeki barkot okunmak suretiyle ilk önce biyokimya analiz cihazlarına ve daha sonra gerekti inde tekrar kullanılmak üzere bant üzerinden elle yapılan porsiyonlama i lemne girmektedir. Daha sonra tekrar bant sistemi üzerinden buzdolabına gitmektedir.

Serolojik ve endokrinolojik testler için porsiyonlama i lemi sonrasında, bant üzerinden immunoessay olarak simgelenen analiz cihazına gelen vücut sıvısı tüpleri, buradaki analizden sonra tıpkı biyokimya sürecinde oldu u gibi elle porsiyonlama istasyonuna u rayıp bant üzerinden buzdolabına gitmektedir.

Tablo 3.9: Akı Tipi Yerle imde Vücut Sıvılarının zledi i Rotalar

Analizler					
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	drar
Rotalar	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul_I
	Santifrüt	Santifrüt	Santifrüt	Santifrüt	drar Tahlili
	Uygunluk Testi	Uygunluk Testi	Uygunluk Testi	Uygunluk Testi	Sonuç_I
	Kapak Açıcı	Kapak Açıcı	Kapak Açıcı	Kapak Açıcı	
	Porsiyonlayıcı	Porsiyonlayıcı	Porsiyonlayıcı	Porsiyonlayıcı	
	Biyokimya	Immunoessay	Immunoessay	Hemogram	
	Elle Porsiyonlama	Elle Porsiyonlama	Elle Porsiyonlama	Retükülosit	
	Buzdolabı	Buzdolabı	Buzdolabı	Periferik	
	Sonuç_B	Sonuç_S	Sonuç_E	Buzdolabı	
					Sonuç_H

Hematolojik testler ise porsiyonlama cihazından sonra barkot okuma yoluyla ba ka bir banda geçmektedir. Burada hematoloji ile ilgili hemogram cihazına girmekte ve daha sonra periferik ve retükülosit sayımı yapılarak tüpler buzdolabına gitmektedir. Analizin sonuçları di er süreçlerde de oldu u gibi hastaya de il do rudan ilgili analizleri isteyen doktorun bilgisayar ekranına gönderilmektedir. drar analizi için süreç bir önceki alternatif hücresel yerle imle aynı olup personel sayısında artı yapılarak analiz çıktılarının arttırılması yoluna gidilmi tir.

Bunun yanı sıra, otomasyon sisteminin getirdi i durum gere i ilgili analiz birimlerinde çalı an personel sadece sonuçları kontrol edip onaylamakla ve sürecin kalibrasyonu ile kontrolünden sorumlu olmaktadır. Buna göre tahmini personel ihtiyacı ve vücut sıvılarının hareket mesafesi her bir analiz birimi için a a ıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 3.10: Akı Tipi Yerle im için Mesafeler ve Personel Sayıları

Analiz Birimi	Mesafe (~m)	Personel sayısı
Biyokimya	20	2
Seroloji	20	1
Endokrinoloji	20	1
Hematoloji	15	2
drar	4	3

Vücut sıvısı örnekleri tüm bandı dola aca ı için kat edecekleri mesafeler hematoloji ve idrar analizine tabi tutulanlar hariç, e it olacaktır. Personel sayısındaki göreceli azalma da çarpıcı bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır.

Tasarımı yapılan akı tipi yerle im düzeni için simülasyon yazılımında gerekli süre hesaplamaları cihazların analiz süreleri ele alınarak ve laboratuvardaki uzmanların görüşüne dayanılarak yapılan düzeltimler sonucu normal da ılıma göre a a ıdaki ekilde belirlenmi tir:

ProModel - konveyor.MOD (Laboratuar Yeni Süreç)

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Process [21]

Entity...	Location...	Operation...
Örnek_B	OrnekKabul	WAIT N(5, 0.1)
Örnek_B	Santifruj	WAIT N(5, 0.01)
Örnek_B	Uygunluk_Testi	WAIT N(4, 0.8)
Örnek_B	Kapak_Acici	WAIT N(3.8, 0.01)
Örnek_B	Porsiyonlayici	WAIT N(2, 0.1)
Örnek_B	Biyokimya	WAIT N(15, 0.1)
Örnek_B	Elle_Porsiyonlama	WAIT N(5, 0.1)
Örnek_B	Buzdolabi	WAIT N(1, 0.001)
Örnek_I	Idrar_Kabul	WAIT N(25, 2)
Örnek_I	Idrar_Tahlili	WAIT N(30, 0.2)
Örnek_I	Tahlil_onayi	WAIT N(2, 0.1)
Örnek_E	OrnekKabul	WAIT N(15, 1)
Örnek_E	Santifruj	WAIT N(8, 1)
Örnek_E	Uygunluk_Testi	WAIT N(25, 0.8)
Örnek_E	Kapak_Acici	WAIT N(3, 1)
Örnek_E	Porsiyonlayici	WAIT N(5, 1)
Örnek_E	Immunoessay	WAIT N(54, 2)
Örnek_E	Elle_Porsiyonlama	WAIT N(10, 0.1)
Örnek_E	Buzdolabi	WAIT N(1, 0.001)
Örnek_S	OrnekKabul_s	WAIT N(5, 0.1)
Örnek_S	Santifruj	WAIT N(3, 0.5)
Örnek_S	Uygunluk_Testi	WAIT N(2, 0.8)
Örnek_S	Kapak_Acici	WAIT N(1, 0.3)
Örnek_S	Porsiyonlayici	WAIT N(2, 1)
Örnek_S	Immunoessay	WAIT N(7, 0.1)
Örnek_S	Elle_Porsiyonlama	WAIT N(5, 0.1)
Örnek_S	Buzdolabi	WAIT N(1, 0.1)
Örnek_H	OrnekKabul	WAIT N(7, 1)
Örnek_H	Santifruj	WAIT N(5, 0.5)
Örnek_H	Uygunluk_Testi	WAIT N(6, 0.8)
Örnek_H	Kapak_Acici	WAIT N(7, 0.5)
Örnek_H	Porsiyonlayici	WAIT N(10, 2)
Örnek_H	Hemogram	WAIT N(7, 2)
Örnek_H	Retükülosit	WAIT N(10, 0.5)
Örnek_H	Periferik	WAIT N(14, 0.01)

ekil 3.6: Vücut Sıvılarının Akı Tipi Yerle imde lem Gördü ü Süreler

Buna göre; laboratuvarın günde 8 saat (480 dakika) çalışması varsayımıyla simülasyon analizi yapılmış ve analiz sonucunda çıktılar aşağıdaki tabloda görüldüğü şekilde elde edilmiştir:

Tablo 3.11: Akı Tipi Yerleşim için Simülasyon Sonuçları

	Toplam Çıktı	Ortalama Sistemde Geçirilen Süre (sn)	Ortalama Taşıma Süresi (sn)	Ortalama İşlem süresi (sn)
Biyokimya	14.075	90,34	56,56	33,78
drar	399	95,29	38,4	56,89
Hematoloji	2.872	106,34	40,26	66,08
Seroloji	674	82,59	56,56	26,03
Endokrinoloji	2.773	288,72	56,56	232,16

İkinci alternatif süreç önerisi hem sonuçlarına göre hem de işlem sürelerine göre diğerlerinden daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum daha az personelle bilgi işlem ve süreç teknolojilerinin kullanılarak daha fazla çıktı sağlanabileceğini göstermektedir.

3.4.3. Mevcut ve Önerilen Süreçlerin Karşılaştırmalı Analizi

Mevcut ve alternatif süreçlerin karşılaştırılması için günlük toplam çıktı sayıları, taşıma için harcanan süre, taşıma mesafeleri ve personel sayıları gibi ölçütler kullanılabilir. Simülasyon sonucunda, 8 saatlik çalışma zamanı içerisinde her analiz biriminden elde edilen çıktı miktarlarına göre yapılan karşılaştırmalar Tablo 3.12'de görülebilir:

Tablo 3.12: Toplam Çıktı Miktarına Göre Süreçlerin Karşılaştırılması

	Mevcut Süreç	Hücrel Süreç	Akı Tipi Süreç
Biyokimya	11.840	12.896	14.075
drar	288	338	399
Hematoloji	1.975	2.346	2.872
Seroloji	493	539	674
Endokrinoloji	1.275	1.866	2.773

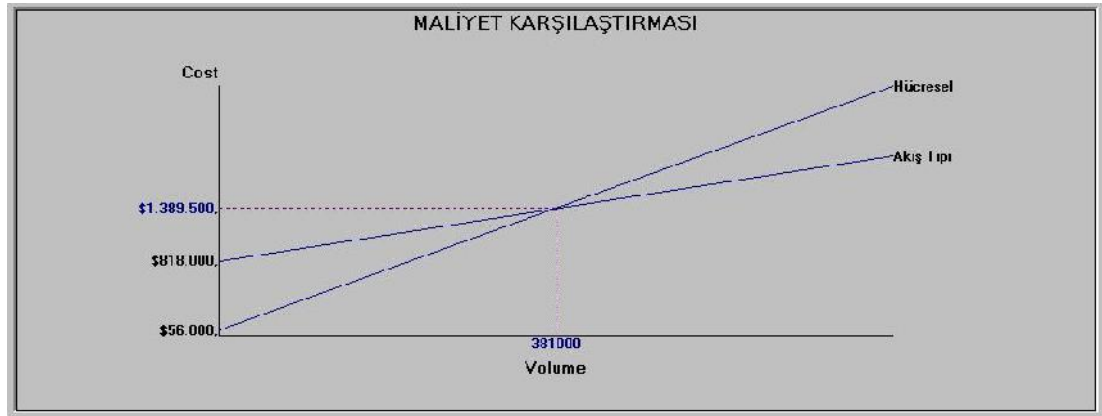
Buna göre; çıktı sayılarına göre önerilen süreçlerin ikisinin de mevcut süreçten daha iyi sonuç verdi i görülmektedir. Önerilen süreçler arasında kar ıla tırma yapıldı ında bazı yatırımlar yapıldı ı takdirde geli en teknolojiyi de yakalayarak akı tipi bir üretim ekli laboratuvara uygulanabilir. Teknoloji yatırım maliyetinden kaçınılarak hücresele süreç yerle imi de tercih edilebilir.

Alternatif süreçlerin maliyetlerinin kar ıla tırılabilmesi için söz konusu maliyet kalemleri ve ortalama tahmini tutarları a a ıdaki tabloda görülmektedir. Tahmini yatırım maliyeti hücresele süreç için alanın tadilatı ve cihazların ta ınıp tekrar kurulumuyla ilgili elde edilen tahmini maliyetlerin toplamını olu tururken akı tipi süreç için, alınacak yeni cihazların maliyetini de içine alan tahmini maliyetlerden olu maktadır. Personel ücretleri ise alternatif süreçler için Tablo 3.15'te verilen personel ihtiyaçları sonucunda ödenecek ortalama ücret olarak hesaplanmı tır.

Tablo 3.13: Alternatif Süreçler için Tahmini Maliyetler

Alternatifler	Tahmini Yatırım Maliyeti	Personel Ücretleri	Birim Analiz Maliyetleri
Hücresele Süreç	30.000,00	26.000,00	3,50
Akı Tipi Süreç	800.000,00	18.000,00	1,50

Ortalama tahmini maliyet verilerinden hareketle süreçlerin maliyet yönünden kar ıla tırılması için ba a ba analizi yapılmı tır.



ekil 3.7: Seçenekler Arası Maliyet Kar ıla tırması

Ba a ba analizi ile yapılan maliyet kar ıla tırmasında hücresele süreç yerle imi 381.000 adet analize kadar daha olurlu bir seçenek olarak görülmektedir. Bu noktadan daha fazla yapılacak analizler için akı tipi süreç yerle imi seçilebilir.

Hücresel süreç yerle iminde yaklaşık olarak günde 17,985 adet ve akı tipi süreç yerle iminde yaklaşık olarak günde 20,793 adet analiz çıktısı elde edildi i göz önüne alındı ında akı tipi yerle im seçene i için bu maliyetlere katlanılabılır.

Bu üç sürecin, vücut sıvılarının sistemde ta ıma için geçirdi i süre kıstas alınarak kar ıla tırması ise Tablo 3.14'te görölmektedir.

Tablo 3.14: Sistemde Ta ıma Sürelerine Göre Süreçlerin Kar ıla tırılması

	Mevcut Süreç	Hücresel Süreç	Akı Tipi Süreç
Biyokimya	47,69	28,05	56,56
drar	83,65	38,02	38,4
Hematoloji	101,19	29,98	40,26
Seroloji	127,76	33,02	56,56
Endokrinoloji	126,83	57,79	56,56

Ta ıma sürelerine göre süreçler kar ıla tırıldı ında alternatif süreçlerin mevcut sürece göre daha az sürede mesafe kat etti i görölmektedir.

Hücresel yerle imde ta ıma süreleri di er alternatife göre daha kısa gibi görölse de, akı tipi süreç yerle iminde vücut sıvılarının bulundu u analiz tüpleri bir bant üzerinden hareket etti inden tüpler analiz i lemi bitse de buzdolabına ula mak için bant üzerinde durmak durumundadırlar. Öte yandan hücresel ve mevcut süreçte ta ıma i lemini ilgili personel yaparken akı tipi süreç yerle iminde vücut sıvıları, bant üzerinde hareket etti inden bir insan gücü kullanımı söz konusu de ildir.

Ta ıma için geçen süre ile ili kili olarak her süreç için belirlenen istasyonlar arası mesafe ve çalı an personel sayılarına göre yapılan kar ıla tırma ile ilgili tablo a a ıdaki gibidir:

Tablo 3.15: Süreçler için Mesafeler ve Personel Sayıları

	Mevcut Süreç		Hücresel Süreç		Akı Tipi Süreç	
	Mesafe	Personel	Mesafe	Personel	Mesafe	Personel
Biyokimya	11	10	8	5	20	2
Seroloji	26	2	10	2	20	1
Endokrinoloji	33	3	16	2	20	1
Hematoloji	23	3	12	2	15	2
drar	7	1	4	2	4	3
TOPLAM	100	19	50	13	79	9

Tablo 3.15'te, emek yoğun süreçler olan mevcut sürecin ve hücresel sürecin, personel kullanımı bakımından, teknoloji yoğun süreç olan akı tipi sürece göre daha fazla personele sahip olduğu görülmektedir. Tahmin mesafeleri bakımından toplamda en fazla mesafe mevcut süreçte görülmektedir. Hücresel süreç yerleşimi en az mesafe kat edilen yerleşimdir. Daha önce de tahmin mesafeleri karşılaştırılırken belirtildiği gibi, akı tipi süreç tasarımında tahmin mesafesi daha fazla olsa da vücut sıvılarının bu bant üzerinde hareket etme zorunluluğu bulunmaktadır.

Tablo 3.16: Tahmin Süresine Göre Süreçlerin Karşılaştırılması

	Mevcut Süreç	Hücresel Süreç	Akı Tipi Süreç
Biyokimya	47,87	41,76	33,78
drar	187,64	173,7	56,89
Hematoloji	88,7	93,5	66,08
Seroloji	87,58	86,8	26,03
Endokrinoloji	123,76	141,08	232,16

Sistemde gördükleri tahmin sürelerine göre yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre endokrinoloji haricinde analiz sonucunu en kısa sürede veren, alternatif süreçlerden akı tipi süreç yerleşimdir. Mevcut sürecin endokrinoloji ve hematoloji analizleri bakımından hücresel tip süreç yerleşiminden daha hızlı olduğu da görülmektedir.

Yapılan kararla tirmalar sonucunda mevcut sürecin hem çıktı sayıları, hem çalışan personel hem de laboratuvarın verimli kullanımı bakımından üretilen alternatiflere göre çok güçlü olmadığı görülmektedir. Alternatif süreçler arasında en iyi sonucu verebilecek olan ise akıllı tipi yerleşim olacaktır. Bunun nedenleri; çıktı sayısı bakımından en fazla günlük sonucun alınabilmesi, daha az insan gücüne ihtiyaç duyması, kapladığı alan bakımından mevcut süreçten daha az alana ihtiyaç duyması, yenilenen cihazlar dolayısıyla işlem sürelerinin kısalması, üniversite merkez laboratuvarı olması özelliği bakımından gelişen teknolojiyi takip etme ihtiyacı bulunması şeklinde sıralanabilir. Hücresel süreç yerleşimi ise elde edilen çıktı sayısı bakımından mevcut süreçten daha iyi ve katlanılabilecek maliyet bakımından da akıllı tipi süreçten daha az maliyetli olacaktır.

Değişim mühendisliği kapsamında incelendiğinde mevcut sürecin kökten bir değişimi söz konusu olmalıdır. Bu radikal değişim laboratuvarında ele alınan analiz birimlerinin kapladığı alanın azalması, mevcut emek yoğun süreçten teknoloji yoğun sürece geçilmesi ve çalışan personelin azalmasıdır. Bu değişim sonucunda çıktı sayılarında artışı ve laboratuvar çıktılarını kullanan kişiler için yarar artışı beklenmekte ve öngörülmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında mevcut süreçten alternatif sürece dönüşümde gerçekleştirilecek olan adımların bir proje çatısı altında gerçekleştirilmesi ve kısıtlı kaynaklarla projenin en kısa zamanda bitirilmesi ile ilgili hesaplamalara ve sonuçlara yer verilmektedir.

3.5. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASININ PROJE PLANLAMA ARAÇLARIYLA PLANLANMASI

Değişim mühendisliği uygulamasına karar veren her işletme için o uygulama özgün bir nitelik taşımaktadır. Her işletmenin kendine özgü bir yapısı ve işleyişi olması bu özgünlüğü doğurmaktadır.

Çalışmaya konu olan problemin çözümünde karar verilen değişim mühendisliği uygulaması da hastane laboratuvarının kendine özgü yapısı nedeniyle bir özgünlüğe sahiptir. Bunun yanında, değişim mühendisliği radikal değişimlerin bir arada gerçekleştirildiği bir uygulama olduğu için, bu değişimin belirli bir zaman dilimi içerisinde bitirilmesi gerekmektedir. Kısacası bir bağımlı ve bir bitişli olan faaliyetlerin olduğu sonlu bir uygulamadır.

De i im mühendisli i uygulamasının gerçekle ip ba arılı bir ekilde sona ermesinin ardından uygulamanın gerçekle ti i laboratuvar, elde edilen de i imi ve sonuçlarını sürekli iyile tirme faaliyetleri ile geli tirip iyile tirmelidir.

Buradan hareketle, de i im mühendisli i uygulamasını, özgün ürün, hizmet ya da sonuçlar yaratmak için stlenilmi geçici çabalar olarak tanımlanan proje yapısı içerisinde gerçekle tirmek daha olurlu sonuçlar elde etmeye yarayacaktır.

De i im mühendisli i projesini uygulama a aması için ekil 1.8'de verilen De i im Mühendisli i Uygulama Metodolojisinden hareketle;

- Uygulama kapsamındaki Merkez Laboratuvarının yaptı ı çalı malarla ilgili olarak genel bir analizi yapılmı ve ele alınan analiz birimleriyle ilgili kısıtlar belirtilmi tir.
- Var olan süreçlerin analizi yapılarak gerçek durum ortaya konmu tur. Gerçek durum ile ilgili yapılan analiz sonucunda simülasyon yazılımı kullanılarak hem gerçek durumun hem de önerilen alternatif süreçlerin analizi yapılmı tir.
- Analizler sonucunda de i ime ve de i im alternatifleri arasından hangisinin seilece ine karar verilmi tir.

Bu a amalardan sonra uygulanacak de i im mühendisli i projesinin planları hazırlanmı tir. Planlama a amasında ilk önce projenin ana faaliyetleri ve bu faaliyetleri olu turan alt görevler belirlenmi tir. Faaliyetlerin ve alt görevlerin belirlenmesinden sonra her bir görevin ardıl görevleri ve süreleri saptanarak bu görevlerde ihtiyaç duyulan i gücü kayna ının sayısı belirlenmi tir.

Laboratuvar için uygulanacak de i im mühendisli i projesine ili kin faaliyetler ve bu faaliyetler için saptanan süre ve kaynaklar Tablo 3.17'de grlmektedir.

Tablo 3.17: De i im Mühendisli i Projesinin Faaliyetleri ve Alt Görevleri

PROJEN N FAAL YETLER	Faaliyet	Süre (gün)	ncl Faaliyetler	Kaynak (ki i)
De i imin uygulanaca ı yer ile ilgili ke if yapılması	A	3	--	9
De i im Mühendisli i hazırlık planlarının olu turulması	B	15	A	5

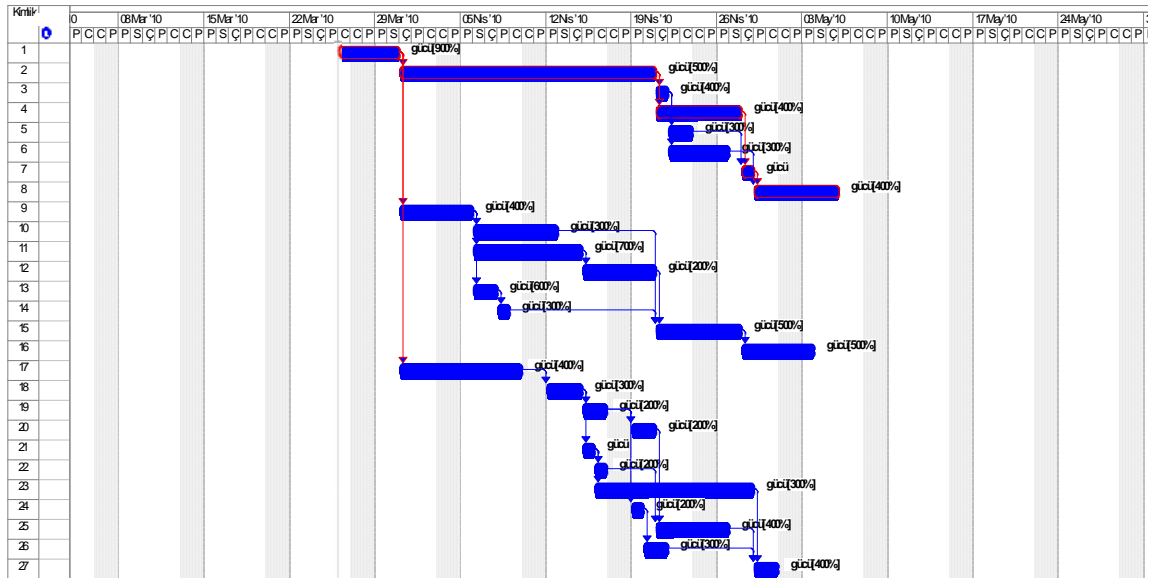
Tablo 3.17'nin devamı...

PROJENİN FAALİYETLERİ	Faaliyet	Süre (gün)	Öncül Faaliyetler	Kaynak (kişi)
Kurum içi bilgilendirme toplantıları	E	1	B	4
Değişim mühendisliği ile ilgili eğitim programlarının hazırlanması	F	5	B	4
Toplantı geri bildirimleri ile birlikte değişim ile ilgili dokümanların hazırlanması	G	2	E	3
Değişim ile ilgili muhatapların bilgilendirilmesi	H	3	E	3
Eğitim yeri ve zamanının tespiti	I	1	F; G	1
Cihazlarla ilgili teknik ve simülasyon eğitiminin yapılması	J	5	H; I	4
Alımı gerçekleştirilecek cihazlarla ilgili arnamelerin hazırlanması	C	4	A	4
Firmadan teminat alınması	M	5	C	3
Üst yönetimin teknik ve idari arnameleri incelemesi	K	7	C	7
Ödeme ile ilgili gerekli bütçe çalışmalarının yapılması	L	4	K	2
Cihazlarla ilgili geçici kabul antlaşması yapılması	N	2	C	6
Cihazların kontrolünün yapılması	O	1	N	3
Alınan teminatın geri verilmesi ve ödeme koşullarının tespiti	Z	5	L; M; O	5
Kesin antlaşmanın imzalanması ve ödemenin yapılması	AA	4	Z	5
Teknik ekibin tadilat işini gerçekleştirilmesi	D	8	A	4
Alt yapı tesisatının kurulması	P	3	D	3
Yeni cihazların laboratuvara taşınması ve kurulumu	R	2	P	2
Seroloji cihazlarının laboratuvara taşınması ve kurulumu	S	2	R	2
Dr. laboratuvarının kurulumu	T	1	P	1

Tablo 3.17'nin devamı...

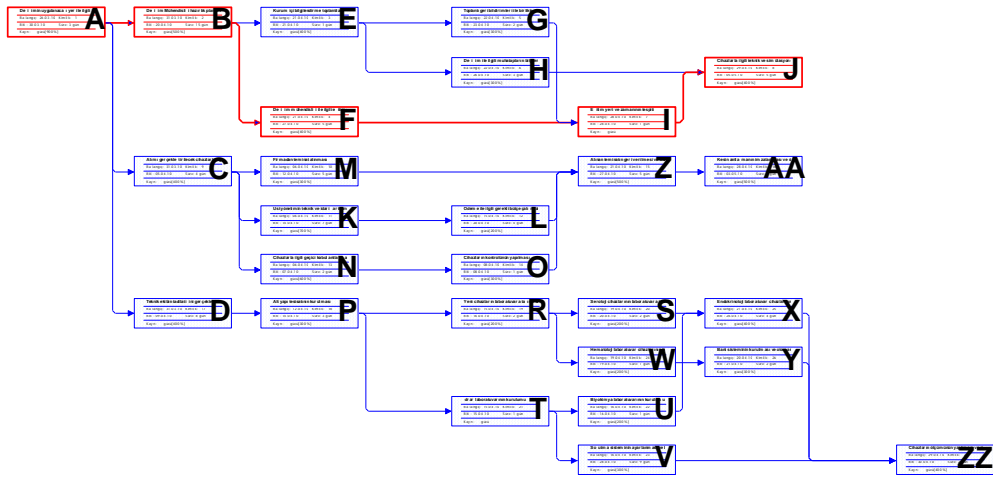
PROJENİN FAALİYETLERİ	Faaliyet	Süre (gün)	Öncül Faaliyetler	Kaynak (kişi)
Biyokimya laboratuvarının kurulumu	U	1	T	2
Sonuçlama sisteminin ayarlanması ve buzdolaplarının kurulumu	V	9	T	3
Hematoloji laboratuvar cihazlarının laboratuvara taşınması ve kurulumu	W	1	R	2
Endokrinoloji laboratuvar cihazlarının taşınması ve kurulumu	X	4	S; U	4
Bant sisteminin kurulması ve otomasyon yazılımının yüklenmesi	Y	2	W	3
Cihazların ölçümünün yapılması ve sistemin çalıştırılması	ZZ	2	V; X; Y	4

Belirlenen faaliyetlere, ardıllık ve öncüllük ilişkilerine, faaliyetlerin süre ve kaynaklarına göre MS Project 2007 yazılımında projenin GANTT teması ortaya çıkarılmıştır.



ekil 3.8: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen GANTT teması

ekilde görülen GANTT temasında kırmızı ile işaretlenen faaliyetler kritik yol faaliyetleridir. MS Project 2007 yazılımında ayrıca projenin ağırlık diyagramı da elde edilmiştir.



ekil 3.9: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen A Diyagramı

ekil 3.9'da görülen a diyagramındaki kırmızı ile i aretlenmi faaliyetler de GANTT emasında oldu u gibi kritik yol faaliyetlerini temsil etmektedir. Projenin kritik yol faaliyetleri Tablo 3.18'de belirtilmi tir:

Tablo 3.18: Projenin Kritik Yolu

De i imin uygulanaca ı yer ile ilgili ke if yapılması	A
De i im Mühendisli i hazırlık planlarının olu turulması	B
De i im mühendisli i ile ilgili e itim programlarını hazırlanması	F
E itim yeri ve zamanının tespiti	I
Cihazlarla ilgili teknik ve simülasyon e itiminin yapılması	J
Projenin tamamlanma süresi (gün)	29

Sınırsız kaynak oldu u varsayılarak, Kritik Yol Metoduna göre projenin çözümü yapılmı ve her faaliyet için en erken ba lama süreleri, en erken bitme süreleri, en geç ba lama süreleri, en geç bitme süreleri ve bo luk süreleri hesaplanmı tir. Projenin tamamlanma süresi 29 gün olarak bulunmu tur.

DS for Windows programında yapılan çözüm sonucunda bulunan süre hesaplamaları ekil 3.10'da gösterilmi tir. ekilde bo luk süreleri "0" olan faaliyetler, ekil 3.8 ve 3.9'da kırmızı ile gösterilen ve Tablo 3.18'de belirtilen kritik yol faaliyetleridir.

Laboratuvar Projesi Solution								
	Start node	End node	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project			29					
A	1.	2.	3.	0.	3.	0.	3.	0.
B	2.	3.	15.	3.	18.	3.	18.	0.
E	3.	6.	1.	18.	19.	20.	21.	2.
F	3.	7.	5.	18.	23.	18.	23.	0.
G	6.	7.	2.	19.	21.	21.	23.	2.
H	6.	18.	3.	19.	22.	21.	24.	2.
I	7.	18.	1.	23.	24.	23.	24.	0.
J	18.	19.	5.	24.	29.	24.	29.	0.
C	2.	4.	4.	3.	7.	5.	9.	2.
M	4.	9.	5.	7.	12.	15.	20.	8.
K	4.	8.	7.	7.	14.	9.	16.	2.
L	8.	9.	4.	14.	18.	16.	20.	2.
N	4.	10.	2.	7.	9.	17.	19.	10.
O	10.	9.	1.	9.	10.	19.	20.	10.
Z	9.	17.	5.	18.	23.	20.	25.	2.
AA	17.	19.	4.	23.	27.	25.	29.	2.
D	2.	5.	8.	3.	11.	6.	14.	3.
P	5.	11.	3.	11.	14.	14.	17.	3.
R	11.	12.	2.	14.	16.	19.	21.	5.
S	12.	14.	2.	16.	18.	21.	23.	5.
T	11.	13.	1.	14.	15.	17.	18.	3.
U	13.	14.	1.	15.	16.	22.	23.	7.
V	13.	16.	9.	15.	24.	18.	27.	3.
W	12.	15.	1.	16.	17.	24.	25.	8.
X	14.	16.	4.	18.	22.	23.	27.	5.
Y	15.	16.	2.	17.	19.	25.	27.	8.
ZZ	16.	19.	2.	24.	26.	27.	29.	3.

ekil 3.10: DS for Windows Programında Projenin Süre Hesaplamaları

Çözümü gerçekleştirilen De i im Mühendisli i Projesi için bulunan 29 günlük bitiş süresi sınırsız kaynak kullanımı oldu u varsayımıyla elde edilmiştir. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için sınırlı kaynaklar oldu u dü ünülürse, bulunan bitiş süresinin daha da uzayabilece i sonucuna ula ılacaktır. Kısıtlı kaynaklarla proje planlama araçları, mümkün olan en kısa sürede projenin tamamlanması ile ilgili çözümleri aramaktadır.

3.6. DE M MÜHEND SL PROJES N N KISITLI KAYNAKLARLA PLANLANMASI

Kısıtlı kaynaklarla proje planlaması, literatürden derlenerek ve ikinci bölüm içerisinde bahsedilen ölçütler ve algoritmalar kullanılarak hazırlanmıştır. Bu başlık altında, kısıtlı kaynakla proje planlama algoritmaları ve ölçütleri kullanarak uygulama kapsamındaki de i im mühendisli i projesi için yapılan proje planlamaları gösterilmiştir. Literatürdeki bu algoritmalarla hareketle bir çözüm algoritması önerilerek, bu algoritmadan elde edilen çözüm di er ölçütlerle karşılaştırılmıştır.

Kısıtlı kaynakla proje planlama araçları ile de i im mühendisli i projesi için yapılan çözümlerde bazı varsayımlar ve kısıtlar söz konusudur. Bu varsayım ve kısıtlar aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- Proje planlama algoritmalarında kullanılan a ırlık 0,50 olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni ölçütlerin e it miktarlarda çözüme girmesinin

sa lanmasıdır. Ancak de i ik a ırlıklarla yapılacak çözümlerde a ırlıklandırılmı de erleri kullanarak faaliyetleri sıralayan algoritmaların proje tamamlama günlerinde de i iklik ortaya çıkabilecektir.

- De i im mühendisli i projesi için belirtilen i gücü kayna ının, proje faaliyetlerindeki her görevi yapabilecek nitelikte oldu u varsayılmı tır.
- Proje planlama a masında belirtilen kaynak kısıtının seviyesi uzmanların görüşü ü alınarak 10 i gücü olarak varsayılmı tır. Farklı kaynak seviyelerinde farklı çözümler elde edilebilir.

3.6.1. ROT Algoritması

Zamana göre kaynak kullanım algoritmasına (ROT) göre proje planlamasının yapılması için, ilk önce her bir faaliyet için, faaliyetin kendisinin ve ardıl faaliyetlerinin maksimum ROT de erlerinin toplamından olu an, ROT de eri hesaplanmaktadır.

ROT de eri birim zamanda faaliyetin ve takip eden faaliyetlerin ne kadar kaynak kullandı ını gösteren bir orandır. Bu orana göre faaliyetler en büyük ROT de erliden en küçük ROT de erliye do ru sıralanmaktadır.

Her faaliyet için hesaplanan ROT de erleri ve ROT de erine göre yapılan sıralama a a ıdaki tablodan görülebilir.

Tablo 3.19: Proje Faaliyetlerinin ROT De erleri

Faaliyet	Zaman	Kaynak	$ROT = \frac{\text{Kaynak ihtiyacı}}{\text{Faaliyet süresi}}$	<i>ROT Sıralaması</i>
A	3	9	11,8	A
B	15	5	8,8	B
C	4	4	8,25	C
D	8	4	8	E
E	1	5	8,2	D
F	5	4	2,6	P
G	2	3	3,2	N
H	3	3	1,8	R
I	1	1	1,8	T
J	5	4	0,8	W
K	7	7	3,75	O
L	4	2	2,75	U

Tablo 3.19'un devamı...

Faaliyet	Zaman	Kaynak	ROT= $\frac{\text{Kaynak ihtiyacı}}{\text{Faaliyet süresi}}$	ROT Sıralaması
M	5	3	2,85	S
N	2	6	7,25	K
O	1	3	5,25	Y
P	3	3	7,5	G
R	2	2	6,5	X
S	2	2	4	M
T	1	1	6	L
U	1	2	5	F
V	9	3	2,33	V
W	1	2	5,5	Z
X	4	4	3	ZZ
Y	2	3	3,5	H ~ I
Z	5	5	2,25	AA
AA	4	5	1,25	J
ZZ	2	4	2	

Yapılan bu sıralamaya göre de i im mühendisli i projesinde çalı acak 10 personel kısıtıyla ROT algoritması çözümü Tablo 3.20'de verilmi tir. Tabloda ROT de erlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin ba ladıkları ve bittikleri zamanlar verilmi tir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldı ı imdiki zaman de erleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmi tir.

ROT algoritmasına göre projenin kısıtlı kaynaklarla tamamlanma süresi 52 gün olarak bulunmu tur. Kaynak ataması yaparken izlenen prosedür neticesinde bazı kaynaklar atıl kalmı tir. ROT algoritmasına göre bu projede kalan atıl i gücü süresi (A), her atama sonunda atıl kalan i gücü sayısıyla bu i gücünün çalı madan geçen zamanları çarpılarak bulunmaktadır.

$$A_{ROT}=(1*3)+(1*4)+(1*8)+(2*3)+(2*1)+(2*1)+(2*1)+(3*3)+(2*1)+(3*3)+(1*1)+(5*4)=68$$

Buna göre, ROT algoritmasına göre atıl ı gücü süresi 68 gün olarak hesaplanmı tır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 68 günlük i gücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildi ini göstermektedir.

gücünün faydalı kullanımı oranı (F), toplam çalı ılan gün sayısının proje süresine bölünmesi ile hesaplanabilir.

$$F_{ROT} = \frac{\text{Toplam Çalı ılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{52} = 8,096$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,096 günlük çalı ma zamanı kullanıldı ı bulunmu tur. Bu gösterge di er algoritmalarla kar ıla tırmak amacıyla hesaplanmı tır.

Tablo 3.20: ROT Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	B	C	E	D	P	N	R	T	W	O	U	S	K	Y	G	X	M	L	F	V	Z	ZZ	H	I	AA	J	
Süre	3	15	4	1	8	3	2	2	1	1	1	1	2	7	2	2	4	5	4	5	9	5	2	3	1	4	5	
Kaynak	9	5	4	5	4	3	4	2	1	2	3	2	2	7	3	3	4	3	2	4	3	5	4	3	1	5	4	
T _{başlama}	0	3	3	18	7	15	18	19	18	21	20	19	21	32	22	20	23	21	39	27	24	43	39	26	35	48	39	
T _{bitme}	3	18	7	19	15	18	20	21	19	22	21	20	23	39	24	22	27	26	43	32	35	48	43	29	36	52	44	
T _{imdi}	0	3	7	15	18	19	20	21	22	23	24	26	27	29	32	35	36	39	43	44	48							
Kullanılabilir Kaynak	10	10	5	5	10	6	8	7	5	4	3	3	4	3	7	3	3	10	6	5	10							
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	D K M N	K M N P	K M N E F R T	K M F H G U V	K M F H G V O	K M F H H V S W	K F H V Y X	K F H V V	K F H V	K F H	K F	K I I	I ZZ	ZZ J	ZZ J L	Z	---	AA								
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑤ ①	①	②	⑤ ① ①	④ ②	⑤ ②	⑤ ③ ①	②	①	①	①	①	---	①	②	---	⑧ ④ ①	①	---	⑤							

3.6.2. ROT – ACTIM

ROT algoritmasından hareketle, ACTIM – Faaliyet süreleri ölçütünü kullanarak geli tirilen bu algoritmada; her bir faaliyet için ROT de erleri ile yine her bir faaliyet için hesaplanacak ACTIM de erlerinin a ırlıklı toplamları alınarak; faaliyetlerin ROT – ACTIM de eri bulunur. Bu de ere göre faaliyetler büyük de erliden küçük de erliye göre sıraya dizilerek ROT algoritmasında oldu u gibi çözüm yapılır.

Tablo 3.21’ de her bir faaliyet için hesaplanan ROT ve ACTIM de erleri ile e it a ırlık verilerek hesaplanan ROT– ACTIM de erleri verilmi tir.

Tablo 3.21: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTIM De erleri

Faaliyet	Zaman	ACTIM	ROT	ROT – ACTIM (W=0,50)	ROT – ACTIM Sıralaması
A	3	29	11,8	20,4	A
B	15	26	8,8	17,4	B
C	4	22	8,25	15,125	D
D	8	23	8	15,5	C
E	1	9	8,2	8,6	P
F	5	11	2,6	6,8	K
G	2	8	3,2	5,6	N
H	3	8	1,8	4,9	T
I	1	6	1,8	3,9	E
J	5	5	0,8	2,9	M
K	7	18	3,75	10,875	R
L	4	11	2,75	6,875	O
M	5	14	2,85	8,425	L
N	2	12	7,25	9,625	F
O	1	10	5,25	7,625	V
P	3	15	7,5	11,25	S ~ U
R	2	10	6,5	8,25	Y ~ Z
S	2	8	4	6	G
T	1	12	6	9	W
U	1	7	5	6	H
V	9	11	2,33	6,665	X

Tablo 3.21'in devamı...

Faaliyet	Zaman	ACTIM	ROT	ROT – ACTIM (W=0,50)	ROT – ACTIM Sıralaması
W	1	5	5,5	5,25	I
X	4	6	3	4,5	J
Y	2	4	3,5	5,625	AA
Z	5	9	2,25	5,625	ZZ
AA	4	4	1,25	2,625	
ZZ	2	2	2	2	

ROT – ACTIM sıralamasına göre, de i im mühendisli i projesinde çalı acak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.22'de verilmi tir. Tabloda ROT – ACTIM de erlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin ba ladıkları ve bittikleri zamanlar verilmi tir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldı ı imdiki zaman de erleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmi tir. ROT – ACTIM algoritmasının sonuçları daha önce çözümü yapılan ROT algoritmasından daha iyi sonuç vermi tir. Projenin tamamlanma süresi 49 gün olarak hesaplanmı tır. ROT – ACTIM algoritması için hesaplanan atıl i gücü süresi (A), a a ıdaki gibi hesaplanmı tır.

$$(1*3)+(1*8)+(1*4)+(2*3)+(1*1)+(1*1)+(1*1)+(1*1)+(2*1)+(3*1)+(2*1)+(1*4)+(1*1)+(2*1)$$

$$A_{ROT-ACTIM} = 40$$

ROT – ACTIM algoritmasına göre atıl i gücü süresi 40 gün olarak hesaplanmı tır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 40 günlük i gücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildi ini göstermektedir.

i gücünün faydalı kullanımı oranı, toplam çalı ılan gün sayısının proje süresine bölünmesi ile hesaplanabilir.

$$F_{ROT-ACTIM} = \frac{\text{Toplam Çalı ılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{49} = 8,591$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,591 günlük çalı ma zamanı kullanıldı ı bulunmu tur. Buna göre i gücünün, birim zamana göre ROT algoritmasından daha iyi kullanıldı ı söylenebilir.

Tablo 3.22: ROT – ACTIM Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	B	D	C	P	K	N	T	E	M	R	O	L	F	V	S	U	Y	Z	G	W	H	K	I	J	AA	ZZ
Süre	3	15	8	4	3	7	2	1	1	5	2	1	4	5	9	2	1	2	5	2	1	3	4	1	5	4	2
Kaynak	9	5	4	4	3	7	6	1	5	3	2	3	2	4	3	2	2	3	5	3	2	3	4	1	4	5	4
T _{başlama}	0	3	3	11	15	18	25	18	31	20	18	32	25	29	32	25	27	33	40	34	28	35	36	38	41	45	46
T _{bitme}	3	18	11	15	18	25	31	19	32	25	20	33	29	34	41	27	28	35	45	36	29	38	40	39	46	49	48
T _{imdi}	0	3	11	15	18	19	20	25	27	28	29	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	45	46				
Kullanılabilir Kaynak	10	10	5	5	10	1	3	10	2	2	4	6	6	3	4	4	4	3	3	7	5	6	5				
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	C P	P K M N	K M N E F R T	M N E F U V	M N E F U V W S	N E F U V W S L	E F U V W	E F V W X	E F V X Y	E V X Y O G H	V X Y O G H Z	X Y G H Z	X H Z	X Z I	X I J	Z J	Z J	Z J	J ZZ	ZZ AA	ZZ				
Kalan Kaynak Sayısı	①	①	①	②	③ ② ①	---	①	④ ② ①	①	①	①	①	③ ①	①	①	①	①	②	---	②	①	①	①				

3.6.3. ROT – ACTRES

ROT algoritması üzerinden geliştirilen bu algorithmada, faaliyetlerin atama önceliğini belirlemek için her faaliyete ilişkin bir ROT – ACTRES değeri hesaplanır. Bu değer hesaplanırken ACTRES – Faaliyet Kaynakları ölçütü kullanılır. Bu ölçüte göre ACTRES değeri hesaplanırken birinci adımda her faaliyetin süre ve kaynak sayıları birbiri ile çarpılmaktadır, ikinci adımda ise bu değerlere göre faaliyetin ve kendinden sonra gelen ardıl faaliyetlerinin değerleri toplanarak o faaliyet için ACTRES değeri hesaplanmaktadır.

ROT – ACTRES algoritmasında, ACTRES değeri ile ROT değerlerinin ağırlıklı toplamları alınarak; faaliyetlerin ROT – ACTRES değerleri bulunur. Bu değere göre faaliyetler büyük değerden küçük değerliye göre sıraya dizilerek çözüm yapılır.

Tablo 3.23'te her bir faaliyet için hesaplanan ROT ve ACTRES değerleri ile ağırlık verilerek hesaplanan ROT– ACTRES değerleri verilmiştir.

Tablo 3.23: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTRES Değerleri

Faaliyet	Zaman	Kaynak	ACTRES	ROT	ROT – ACTRES (W=0,50)	ROT – ACTRES Sıralaması
A	3	9	145	11,8	78,4	A
B	15	5	116	8,8	62,4	C
C	4	4	118	8,25	63,125	B
D	8	4	77	8	42,5	K
E	1	5	34	8,2	21,1	D
F	5	4	41	2,6	21,8	N
G	2	3	27	3,2	15,1	M
H	3	3	29	1,8	15,4	L
I	1	1	21	1,8	11,4	O
J	5	4	20	0,8	10,4	P
K	7	7	102	3,75	52,875	Z
L	4	2	53	2,75	27,875	F
M	5	3	60	2,85	31,425	E
N	2	6	60	7,25	33,625	T

Tablo 3.23'ün devamı...

Faaliyet	Zaman	Kaynak	ACTRES	ROT	ROT – ACTRES (W=0,50)	ROT – ACTRES Sıralaması
O	1	3	48	5,25	26,625	R
P	3	3	45	7,5	26,25	V
R	2	2	32	6,5	19,25	S
S	2	2	28	4	16	U
T	1	1	36	6	21	H
U	1	2	26	5	15,5	G
V	9	3	35	2,33	18,665	X
W	1	2	16	5,5	10,75	I
X	4	4	24	3	13,5	W
Y	2	3	14	3,5	8,75	AA
Z	5	5	45	2,25	23,625	J
AA	4	5	20	1,25	10,625	Y
ZZ	2	4	8	2	5	ZZ

ROT – ACTRES algoritmasına göre yapılan sıralamaya göre, de i im mühendisli i projesinde çalı acak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.24'te verilmi tir. Tabloda ROT – ACTRES de erlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin ba ladıkları ve bittikleri zamanlar verilmi tir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldı ı imdiki zaman de erleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmi tir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 50 gün olarak hesaplanmı tır. ROT – ACTRES algoritmasının sonuçları daha önce çözümü yapılan ROT – ACTIM algoritmasından daha kötü sonuç vermi tir ancak ROT algoritmasından ise daha iyi sonuç vermi tir. Bunun yanı sıra, ROT – ACTRES algoritması için hesaplanan atıl i gücü süresi (A) ise a a ıdaki gibidir.

$$(1*3)+(1*4)+(1*8)+(2*3)+(1*1)+(1*1)+(1*1)+(1*1)+(1*1)+(3*3)+(2*1)+(2*3)+(2*2)+(1*1)+(6*5)$$

$$A_{ROT-ACTRES} = 78$$

Buna göre, ROT – ACTRES algoritmasına göre atıl i gücü süresi 78 gün olarak hesaplanmı tır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 78 günlük

i gücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildi ini göstermektedir. gücünün faydalı kullanımı oranı ise a a ıdaki gibi hesaplanmı tır:

$$F_{\text{ROT-ACTRES}} = \frac{\text{Toplam Çalı ılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{50} = 8,42$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,42 günlük çalı ma zamanı kullanıldı ı bulunmu tur. Buna göre i gücünün, birim zamana göre ROT algoritmasından daha iyi kullanıldı ı ancak ROT – ACTIM algoritmasından ise iyi olmadı ı söylenebilir.

Tablo 3.24: ROT – ACTRES Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	C	B	K	D	N	M	L	O	P	Z	F	E	T	R	V	S	U	H	G	X	I	W	AA	J	Y	ZZ
Süre	3	4	15	7	8	2	5	4	1	3	5	5	1	1	2	9	2	1	3	2	4	1	1	4	5	2	2
Kaynak	9	4	5	7	4	6	3	2	3	3	5	4	5	1	2	3	2	2	3	3	4	1	2	5	4	3	4
T _{başlama}	0	3	3	18	7	25	15	25	27	20	36	27	37	23	23	28	25	29	38	41	32	43	30	41	45	31	43
T _{bitme}	3	7	18	25	15	27	20	29	28	23	41	32	38	24	25	37	27	30	41	43	36	44	31	45	50	33	45
T _{imdi}	0	3	7	15	18	20	23	24	25	27	28	29	30	31	32	33	36	37	38	41	43	44	45				
Kullanılabilir Kaynak	10	10	5	5	7	3	3	1	10	8	4	3	3	3	4	3	7	5	5	10	5	1	10				
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	D K M N	K M N P	K N P E F	N P E F R T	N E F R U V	N E F U U V L S W	N E E F U V W O	E F U V W	E U V W Z	E U W Z X Y	E W Z X Y	E Z X	E Z	E Z	E Z	E ZZ	ZZ G H	ZZ G AA	ZZ I	J	J				
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑥ ①	①	②	①	①	② ①	---	④ ② ①	⑤ ①	①	①	①	①	①	---	②	①	②	⑦ ②	④ ①	---	⑥				

3.6.4. ACROS

Faaliyetleri kaynaklarına göre sıralayarak atama yapılmasını sağlayan bu algorithmede, ACROS değeri hesaplanmak istenen faaliyet başlangıç faaliyeti gibi ele alınır ve kullanılacak kaynak sayısı kendisinden sonra gelen faaliyetlerin kullanacakları kaynak sayılarının toplamı o faaliyetin ACROS değeri olarak hesaplanır.

Değerim mühendisliği projesiyle ilgili faaliyetler için hesaplanan ACROS değerleri Tablo 3.25'te görülmektedir.

Tablo 3.25: Proje Faaliyetlerinin ACROS Değerleri

Faaliyet	Zaman	Kaynak	ACROS	ACROS Sıralaması
A	3	9	32	A
B	15	5	18	C
C	4	4	23	D ~ N ~ K
D	8	4	19	B
E	1	5	13	P
F	5	4	9	E ~ M ~ O
G	2	3	8	L ~ R
H	3	3	7	T
I	1	1	5	S ~ U ~ Z
J	5	4	4	F ~ W
K	7	7	19	G ~ X
L	4	2	12	H ~ V ~ Y
M	5	3	13	I ~ AA
N	2	6	19	J ~ ZZ
O	1	3	13	
P	3	3	15	
R	2	2	12	
S	2	2	10	
T	1	1	11	
U	1	2	10	
V	9	3	7	
W	1	2	9	

Tablo 3.25'in devamı...

Faaliyet	Zaman	Kaynak	ACROS
X	4	4	8
Y	2	3	7
Z	5	5	10
AA	4	5	5
ZZ	2	4	4

ACROS algoritmasına göre yapılan sıralamaya göre, de i im mühendisli i projesinde çalı acak personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.26'da verilmi tir. Tabloda ACROS de erlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin ba ladıkları ve bittikleri zamanlar verilmi tir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldı ı indiki zaman de erleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmi tir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 48 gün olarak hesaplanmı tir. Di er algoritmalarla yapılan hesaplamalar içinde projenin en kısa sürede ACROS algoritması ile sonlanaca ı görülmektedir. Bunun yanı sıra, ACROS algoritması için hesaplanan atıl i gücü süresi (A) ise a a ıdaki gibidir.

$$(1*3)+(2*4)+(1*2)+(2*3)+(1*1)+(2*3)+(3*1)+(1*2)+(2*2)+(2*3)+(1*1)+(1*4)+(2*2)+(6*2)$$

$$A_{ACROS}= 58$$

ACROS algoritması için atıl i gücü süresi 58 gün olarak bulunmu tur. gücünün faydalı kullanımı oranı ise a a ıdaki gibi hesaplanmı tir:

$$F_{ACROS}=\frac{\text{Toplam Çalı ılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}}=\frac{421}{48}=8,77$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,77 günlük çalı ma zamanı kullanıldı ı bulunmu tur. Buna göre i gücünün, birim zamana göre algoritmalarından daha iyi oldu u söylenebilir.

Tablo 3.26: ACROS Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	C	D	N	K	B	P	E	M	O	L	R	T	S	U	Z	F	W	G	X	H	V	Y	I	AA	J	ZZ
Süre	3	4	8	2	7	15	3	1	5	1	4	2	1	2	1	5	5	1	2	4	3	9	2	1	4	5	2
Kaynak	9	4	4	6	7	5	3	5	3	3	2	2	1	2	2	5	4	2	3	4	3	3	3	1	5	4	4
T _{başlama}	0	3	3	7	24	9	11	31	14	19	31	14	16	17	19	37	32	20	32	34	38	20	29	37	42	41	46
T _{bitme}	3	7	11	9	31	24	14	32	19	20	35	16	17	19	20	42	37	21	34	38	41	29	31	38	46	46	48
T _{imdi}	0	3	7	9	11	14	16	17	19	20	21	24	29	31	32	34	35	37	38	41	42	46					
Kullanılabilir Kaynak	10	10	6	6	5	5	2	2	5	5	2	7	3	10	8	4	2	6	5	5	6	10					
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	B K M N	B K M O	K M O P	K M O R T	K O S W U V	K O S W U V	K O W V X	K X Y Y	K X Y E F	K X Y E F	X Y E F	X F G H	X H	H Z	H Z Z	H Z Z	ZZ J	ZZ AA	ZZ						
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑥ ②	①	①	②	② ①	①	①	② ①	③ ①	---	①	①	⑤ ③	④ ①	①	---	① ②	②	①	①	⑥					

3.6.5. Alternatif Proje Planlama Algoritma Önerisi

Önerilen kısıtlı kaynakla proje planlama algoritmasında amaç kaynakların etkin kullanımının sağlanmasıdır. Kaynakların faaliyetlere ataması yapılırken mümkün olduğunca atıl kaynak kalmamasını sağlayarak atama yapılırsa hem atıl kaynak kullanımından doğacak maliyetler ortadan kalkacak hem de kaynakların etkin kullanımıyla birlikte projenin bitiş süresi azalması sağlanacaktır.

Önerilen bu algoritmanın çözüm aşamasında faaliyetlerin sıralanması ile ilgili bir kısıt yoktur. Ancak atamaya öncelikli olan faaliyetler, en çok kaynak kullanacak faaliyetler olacaktır. Algoritmanın çözüm aşamalarını aşamaları gibi sıralamak mümkündür:

1. Kaynak ataması için uygun faaliyetler öncelikli olarak belirlenir.
2. Kaynak ataması yapmaya uygun olan bu faaliyetler, en fazla kaynak kullandıktan sonra en az kaynak kullandıran faaliyetlere göre sıralanır.
3. Bu faaliyetler arasından en fazla kaynak kullandıran faaliyete kaynak ataması yapılır. Bu atamadan sonra, kaynak ataması yapmaya uygun faaliyetlerin kaynak ihtiyacını karşılayacak kadar elde kaynak bulunuyorsa, yapılan sıralamaya göre eldeki kullanılabilir kaynağın hepsi kullanılmaya çalışılır.
4. Atıl kaynak miktarı, elde kullanılacak kaynak sayısı ile atama yapılabilecek faaliyet ya da faaliyetlerin ihtiyaç duyduğu kaynak sayısı arasındaki farktır.

$$R_{ek} = \text{Eldeki kullanılabilir kaynak sayısı}$$

$$R_{ak} = \text{Atama yapılacak faaliyetlerin kaynak ihtiyacı}$$

Buradaki amaç her atama aşamasında kaynakların hepsini kullanmaya çalışmak yani atıl kaynak miktarını ($U = R_{ek} - R_{ak}$) minimize etmektir.

5. Eldeki kullanılmayan kaynak sayısı minimize edilerek atama yapıldıktan sonra, proje programı güncellenerek bitmiş olan faaliyetlerden gelecek kaynaklar ve bu faaliyetlerin bitiş ile atama yapılabilecek ardıl faaliyetler belirlenir.
6. Birinci maddeden başlayarak adımlar, tüm faaliyetlere atama yapıldıkça devam eder.

Önerilen bu algoritmaya göre değerlendirilen mühendislik projesi için yapılmış olan çözüm Tablo 3.27'de görülebilir.

Tablo 3.27: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	ZZ
Süre	3	15	4	8	1	5	2	3	1	5	7	4	5	2	1	3	2	2	1	1	9	1	4	2	5	4	2
Kaynak	9	5	4	4	5	4	3	3	1	4	7	2	3	6	3	3	2	2	1	2	3	2	4	3	5	5	4
T _{başlama}	0	3	3	7	27	25	30	29	32	34	18	32	15	25	28	20	23	32	23	32	28	33	39	36	38	43	43
T _{bitme}	3	18	7	15	28	30	32	32	33	39	25	36	20	27	29	23	25	34	24	33	37	34	43	38	43	47	45
T _{imdi}	0	3	7	15	18	20	23	24	25	27	28	29	30	32	33	34	36	37	38	39	43						
Kullanılabilir Kaynak	10	10	5	5	7	3	3	1	10	6	6	3	4	7	3	5	3	3	6	5	10						
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	D K M N	K M N P	K N P E F	N P E F R T	N E F R U T	N E F U V	N E F U V L S W	E U V L S W O H G	U V L S W O H G	U L S W H G	U L S W G	U L S W I	W J	J X Y	X Y Z	X Z	X Z	X	X	ZZ AA					
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑤ ①	①	②	①	①	①	---	④ ①	①	③ ①	①	①	⑤ ③ ① ①	①	①	①	---	①	①	①						

Tablo 3.27’de önerilen algoritmaya göre, de i im mühendisli i projesinde çalı acak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm verilmi tir. Tabloda her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin ba ladıkları ve bittikleri zamanlar verilmi tir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldı ı imdiki zaman de erleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmi tir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 47 gün olarak hesaplanmı tir. Bu çözüm, di er çözümlerden hem süre olarak hem de kaynak kullanımı olarak çok daha iyi sonuç vermi tir. Önerilen bu algoritma için hesaplanan atıl i gücü süresi (A) ise a a ıdaki gibidir.

$$(1*3)+(1*4)+(1*8)+(2*3)+(1*1)+(1*1)+(1*2)+(1*1)+(1*2)+(3*1)+(1*1)+(1*4)+(1*4)$$

$$A_{\text{ÖNER 1}}= 40$$

Önerilen algoritmaya göre, atıl i gücü süresi 40 gün olarak bulunmu tur. gücünün faydalı kullanımı oranı ise a a ıdaki gibi hesaplanmı tir:

$$F_{\text{ÖNER 1}}= \frac{\text{Toplam Çalı ılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{47} = 8,957$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,77 günlük çalı ma zamanı kullanıldı ı bulunmu tur. Buna göre i gücünün, birim zamana göre algoritmalarından daha iyi oldu u söylenebilir.

Önerilen proje algoritmasında, kaynak atanmasına uygun olan faaliyetler en fazla kaynak kullandıktan en az kaynak kullandına göre sıralanarak atama yapılmaktadır. Bunun tam tersi bir algoritma dü ünüldü ünde atama yapılırken en az kaynak ihtiyacı olan faaliyetten en fazla kaynak ihtiyacı olan faaliyete do ru eldeki kaynakların atanması durumu ortaya çıkacaktır. Bu tip bir algoritma birbirine yakın kaynak kullanım de erleri olan faaliyetleri içeren projelerde uygulanabilir nitelikte olabilir.

Uygulamaya konu olan de i im mühendisli i projesinde bu algoritmanın uygulanması atıl kaynak kullanımının fazla olmasına neden olabilecektir. Bunun nedeni bazı faaliyetlerin di erlerine göre yüksek kaynak kullanım düzeylerinde olmasıdır. Bu algoritmaya göre, belirtilen 10 kısıtlı kayna a göre projenin çözümü ekil 3.28’de verilmektedir.

Tablo 3.28: Önerilen Di er Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Biti Süresinin Hesaplanması

Faaliyet	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	ZZ
Süre	3	15	4	8	1	5	2	3	1	5	7	4	5	2	1	3	2	2	1	1	9	1	4	2	5	4	2
Kaynak	9	5	4	4	5	4	3	3	1	4	7	2	3	6	3	3	2	2	1	2	3	2	4	3	5	5	4
T _{başlama}	0	12	3	3	32	27	33	33	35	36	41	48	7	35	37	11	14	16	14	15	19	16	28	17	52	57	32
T _{bitme}	3	27	7	11	33	32	35	36	36	41	48	52	12	37	38	14	16	18	15	16	28	17	32	19	57	61	34
T _{imdi}	0	3	7	11	12	14	15	16	17	18	19	27	28	32	33	34	35	36	37	38	41	48	52	57			
Kullanılabilir Kaynak	10	10	6	7	7	5	3	5	3	2	5	7	6	10	6	4	7	4	6	6	10	10	10	10			
Atama Yapılabilir Faaliyetler	A	B C D	B K M N	B K N P	B K N	K N R T	K N U V	K N V S W	K N Y V	K N X V	K N X V	K N X E F	K N X E	K N E ZZ	K N G H	K N N I	K N J	K N O	K	K	K	L	Z	AA			
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑥ ②	③	④	②	④ ②	①	③ ①	①	---	②	③	②	⑥ ①	③ ①	---	⑥ ①	①	③	---	③	⑧	⑤	⑤			

Tablo 3.28'de önerilen algoritmanın çözüm prosedürünün tam tersi durumuna göre yani atanabilir faaliyetlerden en az kaynağa ihtiyacı olan faaliyetten en fazla kaynağa ihtiyacı olan faaliyete doğru sıralanmış ve ilk önce en az kaynağa ihtiyacı olan faaliyete atama yapılarak çözüm yapılmıştır. Değişim mühendisliği projesinde çalışacak 10 personel kısıtıyla yapılan çözümün verildiği tabloda, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı imdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 61 gün olarak hesaplanmıştır. Bu çözüm, diğer çözümlerden hem süre olarak hem de kaynak kullanımı olarak çok daha kötü sonuç vermiştir. Önerilen bu algoritma için hesaplanan atılma süresi (A) aşağıdaki gibidir.

$$(1*3)+(2*4)+(3*4)+(4*1)+(2*2)+(2*1)+(1*1)+(1*1)+(2*1)+(2*8)+(3*1)+(2*4)+(1*1)+(4*1)+(3*1) \\ +(6*3)+(3*7)+(8*4)+(5*5)+(5*4)$$

$$A_{\text{ÖNER 2}} = 188$$

Önerilen algoritmaya göre, atılma süresi 188 gün olarak bulunmuştur. gücünün faydalı kullanımı oranı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$F_{\text{ÖNER 2}} = \frac{\text{Toplam Çalışılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{61} = 6,902$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 6,902 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur.

Önerilen ikinci alternatifin bu projede iyi sonuç vermemesinin nedeni; atama yapılacak faaliyetlerden en az kaynak ihtiyacı olan ilk atanacak faaliyet olduğunda, geriye kalan atanacak kaynak seviyesi daha sonra atama yapılabilecek faaliyetlerin kaynak ihtiyacını karşılayamadığından hem faaliyetler başlatılmamakta hem de kaynaklar atıl durumda kalmaktadır. Bunun sonucunda hem proje süresi uzamakta hem de kaynak kullanım etkinliği düşmektedir.

Önerilen birinci alternatifte en fazla kaynak ihtiyacı olan atama yapılabilecek faaliyetlere gerekli kaynak atıldığından kaynaklar daha fazla kullanılmaktadır. Atamadan sonra geriye kalan kaynak seviyesi daha az kaynak kullananlar için de yeterli olabileceği gibi atıl kaldığında ise minimum seviyesinde atıl kalmayacaktır.

3.7. ÖNERİLEN PROJE PLANLAMA PROSEDÜRÜ LE DİR PROSEDÜRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Değerli mühendisliğin probleminin çözümü için uygulanan kısıtlı kaynakla proje planlama algoritmaları ile önerilen algoritmanın karşılaştırma tablolarının verileceği bu başlık altında, her bir faaliyetin algoritmalara göre başlangıç ve bitiş zamanları, algoritmalara göre projenin bitiş zamanları, atılabilir gücü zamanları ve kullanılabilir gücü faydalı kullanım oranı kullanılarak karşılaştırmalar yapılacaktır.

Tablo 3.29'da çözüm için uygulanan algoritmalara göre her bir faaliyet için hesaplanan başlangıç ve bitiş zamanları verilmiştir. Önerilen ikinci alternatif proje algoritması diğerlerinden daha iyi sonuç vermediğinden bu tabloda gösterilmemiştir.

Tablo 3.29: Faaliyetlerin Algoritmalara göre Başlangıç ve Bitiş Zamanları

Faaliyet	ROT		ROT – ACTİM		ROT – ACTRES		ACROS		ÖNERİ	
	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
A	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
B	3	18	3	18	3	18	9	24	3	18
C	3	7	11	15	3	7	3	7	3	7
D	7	15	3	11	7	15	3	11	7	15
E	18	19	31	32	37	38	31	32	27	28
F	32	37	29	34	27	32	32	37	25	30
G	21	23	34	36	41	43	32	34	30	32
H	34	37	35	38	38	41	38	41	29	32
I	37	38	38	39	43	44	37	38	32	33
J	46	51	41	46	45	50	41	46	34	39
K	23	30	18	25	18	25	24	31	18	25
L	30	34	25	29	25	29	31	35	32	36
M	20	25	20	25	15	20	14	19	15	20
N	18	20	25	31	25	27	7	9	25	27
O	20	21	32	33	27	28	19	20	28	29
P	15	18	15	18	20	23	11	14	20	23
R	19	21	18	20	23	25	14	16	23	25
S	21	23	25	27	25	27	17	19	32	34
T	18	19	18	19	23	24	16	17	23	24
U	19	20	27	28	29	30	19	20	32	33

Tablo 3.29'un devamı...

V	34	45	32	41	28	37	20	29	28	37
W	21	22	28	29	30	31	20	21	33	34
X	30	34	36	40	32	36	34	38	39	43
Y	30	32	33	35	31	33	29	31	36	38
Z	37	42	40	45	36	41	37	42	38	43
AA	42	46	45	49	41	45	42	46	43	47
ZZ	45	47	46	48	43	45	46	48	43	45

Algoritmalarla göre bazı faaliyetlerin ba langıç ve biti zamanları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bunun nedeni, sıralama kriterlerinden kaynaklanan farklılıktan meydana gelen atama sıralamasındandır. Kaynak ataması yapılmadan geçen bo süreler nedeniyle faaliyetlerin beklemesi sebebiyle ba langıç zamanları farklıla maktadır. Kısıtlı kaynakların etkin kullanımıyla birlikte azalacak olan atama yapılmadan geçen bo luk süreleri kaynak kullanımındaki etkinli in artmasının yanında proje süresinin de azalmasını sa layacaktır. Mevcut algoritmalarla karşı daha iyi sonuç veren önerilen algoritmada, kaynak kullanımındaki atıl durum minimize edilmeye çalı ldı ndan, atam yapılmadan geçen süre sayısı di er algoritmalarla göre daha azdır. Bu durum, kaynak kullanımındaki yükselmeye ve proje süresine yansımaktadır.

Algoritmalar için hesaplanan kaynak kullanım durumları, atıl i gücü ile ilgili süre hesaplamaları ve projeyi tamamlama süreleri ile ilgili bilgiler Tablo 3.30'da özet olarak görülebilir.

Tablo 3.30: Algoritmaların Performanslarının Kar ıla tırılması

	ROT	ROT ACTIM	ROT ACTRES	ACROS	ÖNER ₁	ÖNER ₂
Proje Süresi (T)	52	49	50	48	47	61
Atıl gücü Süresi (A)	68	40	78	58	40	188
gücü Kullanımı (F)	8,096	8,591	8,420	8,770	8,957	6,902

Proje süresine göre yapılacak karşıla tırmada ROT algoritması di er algoritmalarla göre daha uzun sürede projeyi tamamlayan programı vermektedir. Öte yandan ROT algoritmasından hareketle geli tirilen ROT – ACTIM ve ROT – ACTRES algoritmaları da ROT algoritmasından daha iyi sonuçlar vermekle birlikte

ACROS – Faaliyet Kaynakları algoritması ve önerilen algoritmadan daha iyi sonuç verememi tir.

gücünün kullanım oranına bakıldı ında; en etkin kullanım Önerilen Algoritma(1)'den elde edilmi tir. ACROS algoritması i gücü kullanımında ROT ve ROT türevi algoritmalarından daha iyi sonuç vermi tir. ROT algoritmaları içerisinde faaliyet tabanlı ROT – ACTIM algoritması en iyi i gücü kullanım oranına sahip algoritmadır.

gücünün kullanımı ile ilgili hesaplanan ölçütlere göre ise, kaynakların bo geçen süreleri bakımından en az bo geçen süreyi ROT – ACTIM algoritması ile Önerilen Algoritma vermi tir. ROT – ACTRES en çok atıl i gücü olan algoritmadır. Bunun sebebi, en son faaliyetin (J) atanmasından sonra ortaya çıkan kaynak beklemesi sebebiyle 30 saatlik atıl i gücü ortaya çıkmasıdır. Aynı durum ROT algoritmasının son faaliyeti olan AA faaliyetine kaynak atanmasından sonra proje bitimine kadar bekleyen 20 saatlik i gücünde de görülmektedir.

Tablo 3.31: Kaynak Ataması Yapılmadan Geçen Süreler

Algoritma	Kaynak Ataması Yapılmadan Geçen Süreler (gün)
ROT	10
ROT – ACTIM	6
ROT – ACTRES	4
ACROS	5
ÖNER₁	2
ÖNER₂	5

Algoritmalarla göre atama yapılmadan geçen süre sayıları ROT algoritması için toplamda 10 gün, ROT – ACTIM algoritması için 6 gün, ACROS algoritması ve Önerilen Algoritma(2) için 5 gün, ROT – ACTRES algoritması için 4 gün ve Önerilen Algoritma(1) için ise 2 gün olarak tespit edilmi tir.

Önerilen Algoritma(1) için amaç kaynakların mümkün oldu unca uygun olan faaliyetlere atanarak kaynak kullanımının artırılması oldu undan, kaynak ataması yapılmadan geçen süre de en az çıkan algoritma olmu tur.

Kısıtlı kaynaklarla proje planlama araçları kısmında, bulusal algoritmalarla faaliyetlere kaynak ataması ile ilgili uygulama örneğiyle birlikte açıklamalara yer verilmiştir. Atama yapmaya uygun olan kısıtlı kaynakların faaliyetlere atanması için geliştirilen bu algoritmalar, kaynak dağılımında faaliyetlerin öncelik derecelerini saptayarak, toplam proje süresini minimize etmeyi amaçlamaktadır.

SONUÇ ve ÖNER LER

Küreselle me ve ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birlikte, rekabet ve mü terilerle beraber de i im, i leyen süreçler için kaçınılmaz bir durum haline gelmi ve süreklilik kazanmı tır. Bunun nedeni, mü teri isteklerinin sürekli de i mesi ve dolayısıyla rekabetin artmasıdır. Aynı zamanda üretilen ürünlerin ömürlerinin kısaltmaya ba laması ve geli en teknoloji ile birlikte yeni ürün geli tirip sunma süresinin de azalması i letmeleri de i ime zorlamaktadır. De i im, dinamik yapının sürdürülebilir olmasını sa layan önemli bir unsurdur. Böylesine dinamik bir ortamda hızlı hareket edemeyen i letmeler, hiç hareket edemez hale gelebileceklerdir.

İ letmelerin dinamiklerini arttırmak için yapabilecekleri i süreçleri uygulamaları; mevcut süreçlerini iyile tirmeye yönelik olabilece i gibi, rekabet ortamından uzakla lması ya da rekabetçi üstünlük sa layabilmek için i süreçlerinin yeniden yapılandırılması yani de i im mühendisli i yoluyla da gerçekte tirilebilir.

De i im mühendisli i Hammer ve Champy (1994)'nin kendi deyimleriyle bir manifesto niteli i ta ryan radikal bir de i im sürecini ifade etmektedir. Bu süreçte, yüksek kârlılı ın ya da en fazla çıktının nasıl elde edilebilece i sorgusu yerine, hali hazırda yapılmakta olan i için izlenilen yol ya da süreçlerin neden yapıldı ı sorgusu önem kazanmaktadır. Buradan hareketle De i im Mühendisli i; tüm sürecin, yeni ba tan, katma de er yaratan süreçlerle yeniden tasarlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir. De i im Mühendisli i indeki amaç, mü terilerin de er verdi i i , faaliyet ve konuları geli tirmek ve mü teri tatminini ve beklentilerini daha iyi bir eilde kar ılamaktır. Bu i letmeye rekabetçi bir güç kazandıracaktır.

De i im mühendisli i uygulaması yapılırken i letmelerin özellikle üzerinde durması gereken konu emek faktörüdür. De i ime kar ı direnci en aza indirmek için uygulama içerisinde gerek fikir alı veri i gerekse sistemin tasarlanması a amasında çalı anların da katkısının alınması ve süreci sahiplenmelerinin sa lanması olurlu olacaktır.

İ letmeleri de i ime iten mü teriler ve tatmin edilmeyi bekleyen isteklerin yanı sıra bir ba ka etken de teknolojidir. Geli en ve hızla de i en teknolojiyle birlikte i yapı ekilleri de i mi , üretim hızı, ürün kalitesinde artı lar gözlenmi tir. Emek yo un sistemlerden teknoloji yo un sistemlere geçi esnasında uygulanacak de i im mühendisli i çalı maları, teknolojinin uygulamada kolaylık sa lamasıyla birlikte uygulamanın ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Organizasyonun, yeni sürecin

gerçekle mesi için nasıl bir bilgi teknolojisine ihtiyaç duyacağını de i im mühendisli i projesinin ba nda ve belki de proje ba lamadan tahmin edebilmek mümkündür. Bu sistemlerin ve uygulamaların erken tahmin edilip gerekli donanım ve yazılımların kurulması, projenin uygulanmasına hız katacaktır. Literatürde yapılan çalı malarda, de i im mühendisli i projelerinde sa lanan ba arının bilgi teknolojilerinin kullanımına dayandı ı ve aynı zamanda bilgi teknolojilerinin ba arılı bir de i im mühendisli inin en önemli özelliklerinden biri oldu u belirtilmektedir. Bilgi teknolojilerinin özellikleri, i süreçlerini desteklerken i süreçleri de bilgi teknolojilerinin sa ladı ı kolaylıkta i lemeye devam edecektir.

De i im mühendisli i çalı maları bir sistematik içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bunun için ilk önce sorulması gereken soru neden de i ime ihtiyaç duyuldu udur. İhtiyaç olmadığı halde ve belki de basit bir iyile tirme gerekti i halde süreçlerin ba tan ele alınması gibi büyük bir yükün altına girmek i letmeler için olurlu olmayabilir. Bu kavramsal süreçte; de i im ihtiyacı ve örgütün de i imi gerçekle tirebilme yetene i, payda ların ihtiyaçlarının nasıl daha iyi kar ılanaca ı ile ileti im ve planlamayı kolayla tıracak bir yapının ortaya konulması vardır. De i imin gereklili i sorusuna verilen cevap do rultusunda i süreçlerinin de i ime ihtiyacı söz konusu ise ikinci a amada, kavramsal olarak birinci a amada ortaya konmu dü üncelerin, sistematik bir yapıda düzenlenip bir proje yönetimi uzmanlı nda planlama çalı malarının yapılması sa lanmalıdır. Yapılan plan çerçevesinde de i im mühendisli i projesinin ba arıya ula tırılması için gerekli faaliyetler gerçekleştirilmelidir. Bunun yanında de i im sürecinin uygulanmasında yapılacak adımları a a ıdaki gibi sıralamak mümkün olacaktır (Ülgen ve Mirze, 2007; 390):

- İ letmelerin mevcut i , faaliyet ve süreçlerinin listelenmesi,
- Listelenen bu i , faaliyet ve süreçlerin mü teri isteklerine katma de er yaratma durumlarının analizi ve katma de er yaratmayan faaliyetlerin elimine edilmesi,
- İ letme yeniden kuruluyormu gibi, süreçlerin mü teri isteklerine de er katacak ekilde belirlenmesi,
- Belirlenen bu i ve faaliyetlerin, yaratılan de eri yükseltebilecek bir ekilde gruplandırarak bir araya getirilmesi ba ka bir deyi le yeni süreçlerin olu turulması,
- Süreçler, mü teri beklentileri ve tatmini göz önüne alınarak düzenlenmesi ve de er yaratmayan süreçlerin tekrar gözden geçirilmesi.

- Süreçleri etkin bir şekilde gerçekleştirecek yapının belirlenmesi.

Değişim Mühendisliği uygulamaları diğer bazı iş projeleri gibi belirlenmiş hedeflere açık bir planla devam eden projeler değildir. Bunun tam tersine, “bilinmeyene yapılan bir yolculuk”tur. Bu bilinmezlik içerisinde birçok alternatif bulunmaktadır ve her alternatif başka olasılıkları doğurmaktadır. Belirsizlik ve olasılıkların yoğun olduğu ortamda hızlı bir ilerleme ile değişimin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Buna göre iyi bir değişim mühendisi, değişim mühendisliğine doğru gidilen yolda kontrollü bir ilerlemeyi sağlayabilecek yetenekte olmalıdır.

Belirsizliklerin bir an olsun ortadan kaldırılabilmesi için değişim mühendisliği uygulamalarında süreç modellemesi yapılırken birçok teknik kullanılabilir. IDEF 0, IDEF 3, Petri Nets, Sistem Dinamiklerinin Analizi, Bilgi İşlem Tabanlı Teknikler, Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Simülasyon teknikleri süreç modellemesinde geniş bir kullanım alanı olan teknikler olarak sıralanabilir. Bu teknikleri Kettinger vd. (1997) aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- *Proje Yönetimi*: Bütçeleme, Proje Programlama (PERT, CPM, Gantt)
- *Problem Çözme Teknikleri*: Balık Kılıcı Diyagramı, Pareto Diyagramı, Önceliklendirme Emleri
- *Müşteri İhtiyaçları Analizi*: KFG (Kalite Fonksiyon Göçerimi), Kıyaslama (Benchmarking), Odak Grup Çalışmaları (Focus Group)
- *Süreç Modelleme*: Süreç Akışı Diyagramları, IDEF, Rol Diyagramı, Etkileşim Modeli
- *Süreç Ölçümü*: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, istatistiksel Kalite Kontrolü, Zaman Etüdü
- *Süreç Prototipi ve Simülasyon*: Rol Oynama (Role Playing), Simülasyon Teknikleri
- *Bilişim Sistemleri Analizi ve Tasarımı*: Yazılım Değişim Mühendisliği, CASE, JAD/RAD
- *Planı*: Kritik Başarı Faktörleri, Değer Zinciri Analizi, Esas Süreçlerin Analizi
- *Yaratıcı Düşünme*: Beyin Fırtınası, Uzmanların Görüşü, Delphi Tekniği, İlişki Diyagramı
- *Örgütsel Analiz ve Tasarım*: Çalışanların ve Takımların Davranışlarının Değerlendirilmesi, Tasarımı, Takım Kurma Teknikleri

- *De i im Yönetimi: Konferans, Varsayımları Kaldırma*

Tez çalı masının uygulama kısmında ele alınan simülasyon tekni i, de i im mühendisli ine ba larken yeniden tasarımı yapılan sürecin sistem içerisindeki performansının öngörüsünü sa lamada ve bu öngörüden hareketle uygulama içerisindeki faaliyetlerin modellenmesi ve analizinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Simülasyon modellemesi ile hızlı bir ekilde alternatifleri ortaya koymak ve probleme daha hızlı ve anlaşılabilir çözüm bulmak kolaylaşmaktadır. Grafik gösterimlerle de i süreçlerinin daha somut bir ekilde izlenmesini sa layan simülasyon tekni i, tüm kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmaktadır.

De i im mühendisli i uygulamaları her i letme için de i kenlik gösterecektir. Sektörleri ya da üretilen mamulleri aynı olan i letmeler için bile i yapı ekileri ve do alarından kaynaklanan farklılıklar, de i im mühendisli i uygulamalarını farklıla tıracak ve kendi içinde bir özgünlük yaratacaktır. Bu özgün faaliyetler toplulu unun; özel, sonu olan ve hedeflenen amaç için yararlı olacak görevler olarak tanımlanabilen proje kavramı içerisinde de erlendirilmesi sonuca olumlu etki yapabilecektir.

Projelerin üç temel özelli i vardır. Bunlardan ilki projelerin geçici olmasıdır. Geçicilik projenin süre en bir yapıda olmaması yani bir ba langıcının ve sonunun bulunması anlamına gelmektedir. Nitekim projeyi sadece bir grup insanın geçici bir grup görevi yapmak için bir araya toplanması olarak algılamak hatalıdır. Bu sonlu yapı içerisinde gerçekleştirilen faaliyetler sonucunda özgün ürün, hizmet ya da sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu çıktılar elde edilirken proje belirli adımlarda programlı bir ekilde ilerleme gösterir. Bu programlılık faaliyetleri devam ederken ya da proje bitti inde kontrol mekanizmasının çalı masında kolaylık sa lamaktadır.

Her proje için ba arı faktörleri de i kenlik gösterse de temelde projelerin ba arılı olabilmesi için zaman – maliyet – kalite faktörlerinin dengeli bir ekilde uygulanması gerekmektedir. Projenin ba arıya ulaşması için etkin bir yönetim yapısı olu turulmalıdır. Proje yönetimi, di er üretim faaliyetlerinde oldu u gibi planlama, programlama ve kontrol gibi yönetim faaliyetlerini kapsamaktadır. Projelerin belirli bir zaman dilimi içinde özgün bir ürün, hizmet ya da sonuç ortaya koymak için belirli faaliyetlerin koordinasyonunu sa lamaya ihtiyaç duyması, proje yönetim tekniklerini, di er üretim sistemlerine ili kin yönetim tekniklerinden ayırır. Proje Yönetimi, yapılacak proje planına uygun olarak programlanan proje adımları için ayrılan

bütçeyi en ekonomik biçimde kullanarak, belirtilen zamanda ve proje çalı anları ile proje çıktısını kullanacak olanların arzu etti i kalitede proje amaçlarına ula mak için gerekli hammadde, malzeme ve i gücünün yönetilmesidir.

Proje yönetimi kavramı di er birçok kavramla ili ki içerisindedir. Projenin devamı esnasında çevresel de i ikliklere uyum sa lanması için de i im yönetimi, projenin ana amaçlarından maliyetleri kontrol altında tutmak için yapılan bütçe yönetimi, bir di er ana amaç olan optimum zamanda projeyi gerçekle tirmek için zaman yönetimi, çalı anların proje içerisinde etkin bir ekilde yönlendirilmesi için insan kaynakları yönetimi, çalı anlar arası ve proje ile ilgili üçüncü ki ilerle proje üst yönetimi arasında bilgi akı nı sa lamak için ileti im yönetimi, mü teri beklentilerini kar ılamak ve arzu edilen kaliteye ula mak için kalite yönetimi, projenin girdilerini sa lamak amacıyla tedarik yönetimi ve belirsizli in oldu u durumlarda risk yönetimi kavramlarını içerisinde barındırmaktadır.

Proje yönetimi planlama ile ba lamaktadır. Planlama a amasında bir dizi faaliyetler söz konusudur. Öncelikle amaçlar belirlenir, amaçlar do rultusunda projenin tanımlanması gerçekle tirilir. Proje tanımı do rultusunda projenin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların zamanlaması yapılmaktadır. Proje planlama evresiyle gerekli hazırlıkları yapılan projenin ikinci çalı ma alanı proje programlamasıdır. Programlama a amasında faaliyetlere göre kaynakların da ılımı sa lanırken bu faaliyetler arasında ili kili olanlar belirlenir ve birbirini takip eden faaliyetler için ebekeler çizilerek projenin izlenmesi kolayla tırılır.

Proje planlama ve programlamasında yaygın olarak GANTT emaları ve a tekniklerinden Kritik Yol Metodu (CPM) ile Program De erlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi (PERT) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tekniklerin yanı sıra projenin kısıtlı kaynaklarla ilerlemesi söz konusu oldu u için birçok bulu sal algoritmalar da geli tirilmi tir.

Proje faaliyetlerinde görülen a ırı kapasite yüklemesi ya da kaynak kısıtları, projenin tamamlanma süresinin artmasına yol açmaktadır. Projede ana amaçlardan biri olan projenin tamamlanma süresini minimize etmek için faaliyetlerin programlamasının optimum bir ekilde yapılması sa lanmalıdır. Daha açık bir ifadeyle, hiçbir kısıt olmadan ortaya çıkacak proje tamamlanma süresi, kısıtlar altında ortaya çıkacak proje tamamlanma süresinden daha kısa olacaktır.

Kısıtlı kaynakla proje çözüm algoritması olarak kaynak tabanlı ya da zaman tabanlı üretilen birçok bulusal (heuristic) algoritma söz konusudur. Bulusal algoritmalar en iyi sonucu bulacaklarını garanti etmezler ancak genellikle en iyiye yakın olan çözüm yoluna hızlı ve kolay bir şekilde ulaşırlar. Diğer bir deyişle bu algoritmalar bazı problemlerin çözümünde optimum çözümü verirken bazı problemlerde aynı şekilde sonuç vermeyebilirler.

Kısıtlı kaynaklı proje algoritmalarından zamana göre kaynak kullanım algoritmasına göre proje planlamasının yapılması için faaliyetlerin birim zamanda kullandıkları kaynak sayısına göre büyükten küçüğe doğru sıralanması gerekmektedir. Bu sıralamanın ardından öncel – ardıl ilikisine dayanarak elde olan kaynaklar ihtiyacı olan faaliyetlere atanarak proje planlama ve programlanması gerçekleştirilmektedir.

Zamana göre kaynak kullanım algoritmasını iyileştirmek amacıyla geliştirilen algoritma, faaliyet süreleri ölçütünü kullanarak kaynak sıralamasının yapılmasını sağlamaktadır. Faaliyet süreleri ölçütü, faaliyetin ve ardıl faaliyetlerinin maksimum süreleri toplamı olarak hesaplanmaktadır. Bulunan bu süre zamana göre kaynak kullanım derelesi ile ağırlıklandırılarak faaliyetlerin sıralama derelesi bulunmaktadır.

Zamana göre kaynak kullanım algoritmasını iyileştirmek amacıyla geliştirilen bir başka algoritmada, zaman ölçütü yerine faaliyetlerin kaynakları ölçütünü kullanarak ağırlıklı faaliyet derelesini hesaplamayı sağlamaktadır. Faaliyet kaynakları derelesi her faaliyet için kaynak ve sürenin çarpımıyla bulunan derelesi ile kendinden sonra gelen ardıl faaliyetlerinin bu derelesinin toplamını ifade etmektedir.

Faaliyetleri sadece kaynak sayılarına göre sıralayarak atama yapılmasını sağlayan algoritmada, faaliyetin ve ardıl faaliyetlerinin kaynak sayıları, o faaliyetin kaynak derelesini ifade etmektedir.

Devam eden bir projede yapılması gereken önemli faaliyetlerden biri de projenin izlenmesi ve kontrolüdür. Bunun nedeni projelerin bütçe, zaman gibi çeşitli kısıtlamalarının olmasıdır. Projenin kontrolü, genel anlamda, gerçekleştirilen proje faaliyetlerinin ölçülmesi ve mevcut durumun başlangıçta yapılan plan ve programa olan uygunluğunun kararlaştırılmasıdır.

Projenin en önemli amaçlarından biri olan kontrol amaçlarının başarılı yapılmasıyla beraber alınan geribildirimler sonucunda, devam eden proje ile ilgili

plan ve programlamalar üzerinde daha iyi kararlar alınarak proje sonunda arzu edilen çıktılar meydana gelecektir

De i im mühendisli i uygulamasında gerçekleştirilecek faaliyetler arasında çoklu ili kiler söz konusudur ve bu ili kilerin sonucunda bazı engellerle kar ıla ılabilir. Proje yönetimi, herhangi bir süreçte engellerin ortadan kaldırılması açısından de i im mühendisli i uygulaması sırasında ortaya çıkacak engelleri en aza indirmeye yardımcı olacaktır.

İletmelerin uzun süredir uyguladığı birçok gelişme ve iyileştirme faaliyetlerinde, uygulamalar sistemli bir şekilde gerçekleştirilemediği sürece işletmeler hantallaşmakta, de i im ile ilgili uygulamalar rutin hale gelmekte ve de er yaratmayan süreçler ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda de i im mühendisli i ve sürekli iyileştirme uygulamalarında kavramsal ve teknik uygulamaların bütünlümesi, arzu edilen çıktıyı sağlamada iyi bir proje yönetiminin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu bilgilerden hareketle, tez çalışmasında uygulama kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarının süreçleri ele alınmıştır. Uygulama kapsamında bu laboratuvarın incelenmesinin nedeni, bir hizmet işletmesi olan hastanenin laboratuvar süreçlerinin tıpkı bir mamul üreten işletme gibi işleyişi göstermesidir. Girdi olarak gelen vücut sıvıları ilgili bölüme barkotlu tüpler tarafından gönderilmekte ve burada bulunan cihazlar yardımıyla otomatik, yarı otomatik ve elle yapılan işlemler sonucunda çıktı yani analiz raporu halini almaktadır. Bunun için alınan örnek vücut sıvılarının yoğunlukla analiz edildiği laboratuvarların süreçleri ele alınmıştır. Bu laboratuvarlar; Biyokimya, Hematoloji, Seroloji, Endokrinoloji ve diğer Laboratuvarlarıdır. Ele alınacak bu laboratuvarların mevcut süreçleri analiz edilerek elde edilen sonuçlarla simülasyon yazılımında gerçek durumun tasarımı yapılmıştır. Simülasyon programından elde edilen sonuçlarla gerçek sonuçlar karşılaştırılarak programın doğrulanması yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, mevcut sürece iki adet alternatif süreç önerisi yapılmıştır. Bu önerilen süreçlerin ikisi de de i im mühendisli i kapsamında uygulanması mümkün olan süreçlerdir. Alternatif süreçler, laboratuvar uzmanlarından elde edilen bilgiler doğrultusunda simülasyon programında tasarlanmıştır ve elde edilen sonuçlar mevcut sürecin simülasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Kar ıla tırma sonucunda önerilen iki alternatif süreç de mevcut sürecin çıktılarından daha fazla çıktı elde edilmesini sağlayacaktır. ki alternatif süreç açısından de erlendirme yapıldı ında çalı an sayısındaki azalma ve böylelikle i gücü maliyelerindeki azalma ile birlikte çıktı sayısındaki artı ile elde edilecek gelir akı tipi süreç yerle imini olurlu kılmaktadır. Bunun yanında yapılacak teknoloji maliyeti sebebiyle, yatırım kararında yüksek maliyetli olarak görülebilecek bu süreç yerle im tipi, elde edilen günlük çıktı miktarı ile de erlendirildi inde yapılacak maliyete kar ılayabilecek niteliktedir.

Yapılan analizler sonucunda hastanenin merkez laboratuvarında teknoloji yo un bir sistem olan akı tipi süreç yerle imine geçmesi hem ilerleyen zamanlarda tekrar aynı maliyetlere katlanmamak için hem de üniversite hastanesi olmanın getirdi i ça ı yakalama vizyonu sebebiyle uygun görülmü tür.

De i im mühendisli i uygulamasına karar verildikten sonra ortaya çıkan proje verileri çerçevesinde bu de i imin ne kadar sürede bitirilece i hesaplanmaya çalı ılmı tır. Sınırsız kaynak kullanımının söz konusu oldu u dü ünüldü ünde proje 29 günde tamamlanmaktadır. Ancak kısıtlı kaynaklarla yapılacak çözümde bu sürenin artması kaçınılmaz olacaktır. Bu yüzden hastane laboratuvarında de i im mühendisli i ekibi olarak 10 ki ilik kaynak belirlenmi tir. Bu kaynak kısıtı altında kısıtlı kaynakla proje planlama algoritmalarını kullanarak çözümler gerçekleştirilmi tir. Ayrıca bu i gücü kaynaklarının her i i yapabilece i varsayılmı tır.

Bu algoritmaların yanı sıra çalı mada önerilen algoritma ile aynı kısıt altında çözüm de yapılmı tır. Elde edilen sonuçlara göre, projenin tamamlanma süresinin di er algoritmalara göre daha kısa olması, kaynak atamalarında atama yapmadan atıl bekleme sürelerinin kısa olması ve yüksek kaynak kullanımı seviyesiyle önerilen proje planlama algoritması di er algoritmalarından daha iyi sonuç vermi tir.

Önerilen kısıtlı kaynaklı proje planlama algoritması çalı manın özgün yönünü olu turmaktadır. Çalı manın kısıtları ise hastane laboratuvarından elde edilen bilgilerin ve bu bilgiler ı ında yapılan simülasyon tasarımlarının kalitatif tekniklerle elde edilen bilgiler olmasıdır. Hastane süreçlerinin mevcut durumunun analizi için alınan test sayıları 2009 yılında tutulan kayıtlardan el ile sayım yoluyla tespit edilmi tir.

Proje planlama algoritmalarında kullanılan a ırlık 0,50 olarak tespit edilmi tir. Bunun nedeni ölçütlerin e it miktarlarda çözüme girmesinin sa lanmasıdır. Ancak de i ik a ırlıklarla yapılacak çözümlerde a ırlıklandırılmı de erleri kullanarak faaliyetleri sıralayan algoritmaların proje tamamlama günlerinde de i iklik ya anabilecektir. Proje planlama a amasında belirtilen kaynak kısıtının seviyesi uzmanların görü ü göz önünde tutularak tespit edilmi tir. Farklı kaynak seviyelerinde farklı çözümler elde edilebilir. Belirtilen kısıtlı kaynakla proje planlama araçları kaynak kullanım esnekli inin fazla oldu u projelerde çok daha iyi sonuçlar verecektir. Faaliyetlerin ardı ardına sıralandı ı projelerin çözümünde alınan sonuçlarda algoritmaların hepsinin e it ya da birbirine yakın sonuçlar verdi i gözlenmektedir.

Çalı mada amaçlanan, simülasyon yazılımlarıyla de i im mühendisli i uygulamalarındaki belirsizli in ortadan kaldırılması ve de i im mühendisli i uygulamalarında kısıtlı kaynakla proje planlamasının en kısa sürede bitirilmesi gerçekte mi tir.

KAYNAKLAR

ALDOWAISAN Tariq A., Lotfi K. Gaafar (1996), A Framework for a Process Reengineering Decision Support System, **Computers Industrial Engineering**, Vol: 31, No:1/2.

ALDOWAISAN Tariq A., Lotfi K. Gaafar (1997), A Framework for Developing Technical Process Reengineering Designs, **Computers Industrial Engineering**, Vol: 52 No: 3.

ANGELIDES Demos C. (1999), Project Management and Good Technical and Business Practices, **Journal of Management in Engineering**, May/June.

ARDIÇ Kadir (1998), İletmelerde Köklü De i im Aracı Olarak De i im Mühendisli i, **75. Yıl Arma anı**, Sakarya Üniversitesi Matbaası, Adapazarı.

AZARON Amir, Cahit Perkgoz, Masatoshi Sakawa (2005), A genetic algorithm approach for the time-cost trade-off in PERT networks, **Applied Mathematics and Computation**, 168, 1317 – 1339.

BACK W. Edward, Lansford C. Bell (1995), Monte Carlo Simulation as a Tool for Process Reengineering, **Journal of Management in Engineering**, September/October.

BARBER M. I. ve R. H. Weston (1998), Scoping Study on Business Process Reengineering: Towards Successful IT Application, **International Journal of Production Research**, Vol: 36, No: 3.

BARNES Catherine Drury, K. Ronald Laughery (1997), Advanced Uses for Micro Saint Simulation Software, **Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference**, U.S.A.

BEVILACQUA M., F. E. Ciarapica, G. Giacchetta, M. Bertolini (2005), An Application of BPR and RCM Methods to an Oil Refinery Turnaround Process, **Production Planning & Control**, Vol: 16, No: 7, October.

BEVILACQUA M., F. E. Ciarapica, G. Giacchetta (2009), Business Process Reengineering of Supply Chain and a Traceability System: A Case Study, **Journal of Food engineering**, Vol: 93.

BHASKAR R., H.S. Lee, A. Levas, R. Petrakian, F. Tsai, B. Tulske (1994), Analysing and Reengineering Business Processes Using Simulation, **Proceedings of the 1994 Winter Simulation Conference**, Lake Buena Vista, Florida.

BOLAT Tamer, Oya Aytemiz Seymen, Oya nci Bolat, Barı Erdem (2008), **Yönetim ve Organizasyon**, Detay Yayıncılık, Ankara.

BURKE G. ve J. Peppard (1993), Business Process Redesign: Research Directions, **Business Change and Reengineering**, 1(1).

CASTANO Silvana, Valeria De Antonellis, Michele Melchori (1999), A Methodology and Tool Environment for Process Analysis and Reengineering, **Data & Knowledge Engineering**, 31.

CHAN Felix T. S., Bing Jiang (2001), The Application of Flexible Manufacturing Technologies in Business Process Reengineering, **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, 13.

CHANGCHIEN S. Wesley, Hsiao-Yun Shen (2002), Supply Chain Reengineering Using a Core Process Analysis Matrix and Object – Oriented Simulation, **Information & Management**, 39.

CHATFIELD Carl S., Timoty D. Johnson (2001), **Adım Adım Microsoft Project 2000**, Arkada Yayınevi, Ankara.

CHEN J. Ronald G. Askin (2009), Project selection, scheduling and resource allocation with time dependent returns, **European Journal of Operational Research**, 193, 23-34.

CHEN Po-Han, Haijie Weng (2009), A two-phase GA model for resource-constrained project scheduling, **Automation in Construction**, 18, 485 – 498.

CHENG Min – Yuan, Min – Hsiu Tsai (2003), Reengineering of Construction Management Process, **Journal of Construction Engineering and Management**, January/February.

CHENG Min – Yuan, Hsing-Chih Tsai, Yun-Yan Lai (2009), Construction Management Process Reengineering Performance Measurements, **Automation in Construction**, Vol: 18.

CHILDE S. J., P. A. Smart, A. M. Weaver (1996), The Use of Generic Process Models for Process Transformation, **Modeling Techniques for Business Process Re-Engineering and Benchmarking**, Edited by Guy Doumeingts, Jim Browne, International Workshop on Modeling Techniques on Business Process Re-Engineering and Benchmarking, 18 – 19 April 1996, Kluwer Inc., Bordeaux, France.

CHO Yoon Ho, Jae Kyeong Kim, Soung Hie Kim (1998), Role-Based Approach to Business Process Simulation Modeling and Analysis, **Computers and Industrial Engineering**, Vol. 35, No: 1 – 2.

CLELAND D. I. (1990), **Project Management: Strategic Design and Implementation**. TAB Professional and Reference Books. USA.

CORBITT Gail, Mark Christopolus, Lauren Wright (2000), New Approaches to Business Process Redesign: A Case Study of Collaborative Group Technology and Service Mapping, **Group Decision and Negotiation**, Vol: 9.

CVETKOVSKI Bill J., Max T. Nutkowitz, Kenneth R. Morrison (1996), Modeling Car Dealership Credit Operations Using Arena as a Business Process Reengineering Demonstration, **Computers and Industrial Engineering**, Vol. 31, No: 1 – 2.

DAMAY Jean, Alain Quilliot, Eric Sanlaville (2007), Linear programming based algorithms for preemptive and non-preemptive RCPSP, **European Journal of Operational Research**, 182, 1012 – 1022.

DAVENPORT H. Thomas, E. James Short (1990), The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign, **Sloan Management Review**, Vol: 31, No: 4, Summer.

DEMİR Hulusi, Evkinaz Gümüoğlu (2009), **Üretim Yönetimi**, 7. Baskı, Beta Basım, Yayım ve Dağıtım, İstanbul

DENNIS Alan R., Traci A. Cart, Gigi G. Kelly (2003), Breaking the Rules: Success and Failure in Groupware – Supported Business Process Reengineering, **Decision Support Systems**, 36.

Department Of Defense, U.S.A. (2003), **Business Process Reengineering Guide**, EI Toolkit, EITK0604, Version 2.0, DoD Publications, Washington.

DEY Prasanta Kumar (1999), Process Re-Engineering for Effective Implementation of Projects, **International Journal of Project Management**, Vol. 17, No. 3.

DIALLO Amadou, Denis Thuiller (2005), The Success of International Development Projects, Trust and Communication: An African Perspective, **International Journal of Project Management**, Volume 23, Issue 3, April.

DO AN Muammer (2007), **İletme Ekonomisi ve Yönetimi**, Birle ik Matbaacılık, zmir.

DO AN Özlem ., Mehmet Emre Güler (2006), **Proje Yönetimi: Ara tırma ve Geli tirme Projelerinin Ba arısına Etki Eden Kritik Faktörler**, Barı Yayınları – Fakülteler Kitapevi, zmir.

DUFFY D. (1994), Managing the White Space (Cross Functional Processes), **Management**, April.

ELSAYED Elsayed A. (1982), Algorithms for Project Scheduling with Resource Constraints, **International Journal of Production Research**, Vol: 20, No: 1.

ELSAYED Elsayed A., Thomas O. Boucher (1994), **Analysis and Control of Production Systems**, 2nd Edition, Prentice Hall International Series in Industrial Systems Engineering, New Jersey.

EREN Erol (2000), **Örgütsel Davranı ve Yönetim Psikolojisi**, 6. Baskı, Beta Basım Yayın Da ıtım, stanbul.

FITZGERALD Brian, Ciaran Murphy (1996), Business Process Reengineering, Putting Theory Into Practice, **Canadian Journal of Information Systems and Operational Research**, Vol: 34, No: 1, February.

FOWLER Alan (1998), Operations Management and Systematic Modeling as Frameworks for BPR, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol: 18, No: 9/10

FUREY Timothy R. (1993), A Six Step Guide to Process Reengineering, **Planning Review**, 21,2.

GAO X., Z. Li (2006), Business Process Modeling and Analysis Using UML and Polychromatic Sets, **Production Planning & Control**, Vol: 17, No: 8, December.

GIANNINI Paul J., Frits H. Grupe, Robert M. Saholsky (1997), Reengineering Through Simulation Modeling: Optimizing a Telephone Ordering System at GPO, **Information Management Systems Management**, 14:3.

GOEL Sanjay, Vicki Chen (2008)a, Can Business Process Reengineering Lead to Security Vulnerabilities: Analyzing the Reengineered Process, **International Journal of Production Economics**, Vol: 115.

GOEL Sanjay, Vicki Chen (2008)b, Integrating the Global enterprise Using Six Sigma: Business Process Reengineering at General Electric Wind Energy, **International Journal of Production Economics**, Vol: 113.

GONÇALVES J.F., J.J.M. Mendes, M.G.C. Resende (2008), A genetic algorithm for the resource constrained multi-project scheduling problem, **European Journal Of Operational Research**, 189, 1171 – 1190.

GRAU Gemma, Xavier Franch, Neil Maiden (2008), PRM: An i^* -based Process Reengineering Method for Information Systems Specification, **Information and Software Technology**, Vol: 50.

GRAY Roderic J. (2001), Organisational Climate and Project Success, **International Journal of Project Management**, Vol: 19.

GRAY Clifford F, Erik W. Larson (2000), **Project Management: The Managerial Process**, International Edition, McGraw Hill, Singapore.

GREASLEY Andrew (2004), A Redesign of a Road Traffic Accident Reporting System Using Business Process Simulation, **Business Process Management Journal**, Vol: 10, No: 6.

GREASLEY Andrew, Stuart Barlow (1998), Using Simulation Modeling for BPR: Resource Allocation in a Police Custody Process, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol: 18, No: 9/10.

GROVER Varun (1999), From Business Reengineering to Business Process Change Management: A Longitudinal Study of Trends and Practices, **IEEE Transactions on Engineering Management**, Vol: 46, No: 1, February.

GROVER Varun, Seung Ryul Jeong, William J. Kettinger, James T.C. Teng (1995), The Implementation of Process Reengineering, **Journal of Management Information Systems**, Summer, Vol:12, No:1.

GUNASEKARAN A., B. Kobu (2002), Modeling and Analysis of Business Process Reengineering, **International Journal of Production Research**, Vol: 40, No: 11.

HALAÇ Osman (1995), **Kantitatif Karar Verme Teknikleri**, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Daıtım, stanbul.

HAMMER Michael (1990), Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate, **Harvard Business Review**, July – August.

HAMMER Michael (2004), How Operational Innovation Can Transform Your Company?, **Harvard Business Review**, April.

HAMMER Michael (2007), The Process Audit, **Harvard Business Review**, April.

HAMMER Michael ve James Champy (1994), **De i im Mühendisli i: daresinde Devrim için Bir Manifesto**, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, 2. Baskı, stanbul.

HAMMER Michael ve A. Steven Stanton (1995), **De i im Mühendisli i Devrimi: Ne Yapmalı, Ne Yapmamalı?**, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, stanbul.

HAMMER Michael, A. Steven Stanton (1999), How Process Enterprises Really Work, **Harvard Business Review**, November – December.

HAN Kwan Hee, Jin Gu Kang, Minseok Song (2009), Two-Stage Process Analysis Using the Process – Based Performance Measurement Framework and Business Process Simulation, **Expert Systems with Application**, Vol: 39.

HARRINGTON H.J. (1991), Improving Business Process, **TQM Magazine**, Vol: 6, February.

HARRISON Brian D., Maurice D. Pratt (1993), A Methodology for Reengineering Business, **Planning Review**, 21, 2.

HEERKENS Gary R. (2002), **Project Management**, 1st Edition, Mc Graw Hill, New York.

HEIZER Jay, Barry Render (2006), **Operations Management**, 8th Edition, Prentice Hall, New Jersey.

HEIZER Jay, Barry Render (2001), **Operations Management and Principles of Operations Management**, 6th Edition, Prentice Hall, New Jersey.

HERZOG Natasa Vujica, Stefano Toncia, Andrej Poljnar (2009), Linkages Between Manufacturing Strategy, Benchmarking, Performance Measurement and Business Process Reengineering, **Computers and Industrial Engineering**, Vol: 57.

HOFACKER Ingo, Rudolf Vetschera (2001), Algorithmical Approaches To Business Process Design, **Computers and Operations Research**, 28, November, 1253-1275.

IRANI Zahir, Vlatka Hlupic, George Giaglis (2001), Editorial: Business Process Reengineering: A Modeling Perspective, **The International Journal of Flexible Manufacturing Systems**, 13.

JALLOW A.K., B. Majeed, K. Vergidis, A. Tiwari, R. Roy (2007), Operational Risk Analysis in Business Processes, **BT Technology Journal**, Vol:25, No: 1, January.

JANG Ki-Jin (2003), A Model Decomposition Approach for a Manufacturing Enterprise in Business Process Reengineering, **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, Vol: 16, No: 3.

JONES Thomas M., James S. Noble, Thomas J. Crowe (1997), An Example of the Application of Production System Design Tools for the Implementation of Business Process Reengineering, **International Journal of Production Economics**, 50.

KAPLAN R.S., L. Murdoch (1991), Core Process Design, **The McKinsey Quarterly**, 2(1).

KETTINGER W.J., J.T.C. Teng, S. Guha (1997), Business Process Change: A Study of Methodologies, Techniques and Tools, **MIS Quarterly**, March.

KLIEM Ralph L. (2000), Risk Management for Business Process Reengineering Projects, **Information System Management**, Fall.

KOÇEL Tamer (2005), **İletme Yöneticiliği**, Arıkan Yayım ve Dağıtım, İstanbul.

KUMAR Sameer, Russell Strehlow (2004), Business Process Redesign as a Tool for Organizational Development, **Technovation**, 24.

LANDEGHEM H. Van, A. Beuselinck (2002), Reducing Passenger Boarding Time in Airplanes: A Simulation Based Approach, **European Journal of Operational Research**, 142.

LEE Youngho, Amie Elcan (1996), Simulation Modeling for Process Reengineering in the Telecommunications Industry, **Interfaces**, 26: 3, May – June

LOCH Christoph (1998), Operations Management and Reengineering, **European Management Journal**, Vol: 16, No: 3.

LOVA Antonio, Pilar Tormos, Mariamar Cervantes, Fedrico Barber (2009), An efficient hybrid genetic algorithm for scheduling projects with resource constraints and multiple execution modes, **International Journal of Production Economics**, 117, 302 – 316.

LOVE P. E. D., A. Gunasekaran (1997), Process Reengineering: A Review of Enablers, **International Journal of Production Economics**, 50.

MANGANELLI Raymond L., Mark M. Klein (1994), **The Reengineering Handbook: A Step By Step Guide to Business Transformation**, American Management Association, New York.

MANSAR Selma Limam, Hajo A. Reijers, Fouzia Ounnar (2006), BPR Implementation: A Decision – Making Strategy, **BPM 2005 Workshops**, Edited by C Bussler vd, LNCS 3812, Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg.

MANTEL, Samuel J., Jr., Jack R. Meredith, Scott M. Shafer, Margret M. Sutton (2005), **Core Concepts of Project Management in Practice**, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey.

MARTINEZ Erwin (1995), Successful Reengineering Demands IS/Business Partnerships, **Sloan Management Review**, Vol: 36, No: 4.

MASON Richard (1970), **An adoption of the Brook's Algorithm for Scheduling Projects Under Multiple Source Constraints**, *Yayınlanmamı Yüksek Lisans Tezi*, Arizona State University, Tempe.

MAYER Richard J., Paula S. Dewitte, "Delivering Results: Evolving BPR from Art", <http://www.idef.com/Downloads/pdf/bpr.pdf>, (28.09.2007)

MAYLOR Harvey (2003), **Project Management**, 3rd Edition, Prentice Hall, London.

MELAO Nuno, Michael Pidd (2006), Using Component Technology to Develop a Simulation Library for Business Process Modeling, **European Journal of Operational Research**, 172.

MENDES J.J.M., J.F. Gonçalves, M.G.C. Resende (2009), A random keybased genetic algorithm for the resource constrained project scheduling problem, **Computers & Operations Research**, 36, 92 – 109.

MEREDITH Jack R., Samuel J. Mantel, Jr. (2000), **Project Management, A Managerial Approach**, 4th Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.

MILTENBURG John, David Sparling (1996), Managing and Reducing Total Cycle Time: Models and Analysis, **International Journal of Production Economics**, 46 – 47.

NOKES Sebastian, Ian Major, Alan Greenwood, Dominic Allen, Mark Goodman (2003), **The Definitive Guide to Project Management: The Fast Track to Getting Job Done on Time and on Budget**, Prentice Hall, Great Britain.

OBOLENSKY Nick (1994), **Practical Business Re-Engineering; Tools and Techniques for Achieving Effective Change**, Guildford and King's Lynn, Biddles Ltd., Great Britain.

OGANLUNA Stephen, Zafaar Siddiqui, Silas Yisa, Paul Olomolaiye (2002), Factors and Procedures Used in Matching Project Managers to Construction Projects in Bangkok, **International Journal of Project Management**, Vol: 20.

O'KANE James, Antonios Papadoukakis, Davis Hunter (2007), Simulation Usage in SMEs, **Journal of Small Business and Enterprise Development**, Vol. 14 No. 3.

OLIMAN F., M. A. Youssef (1998), The Role of SAP Software in Business Process Reengineering, **International Journal of Operations and Production Management**, Vol: 18, 9/10.

O'NEILL Peter, Amrik S. Sohal (1999), Business Process Reengineering: A Review of Recent Literature, **Technovation**, Vol: 19.

OZCELIK Yasin (2009), Do Business Process Reengineering Projects Payoff? Evidence from the United States, **International Journal of Project Management**, doi:10.1016/j.ijproman.2009.03.004

ÖZKALP Enver ve Çi dem Kirel (2001), **Örgütsel Davranı** , Etam Matbaası, Eski ehir.

PARKER Jon (1993), An ABC Guide to Business Process Reengineering, **Industrial Engineering**, May.

PAUL Ray J., George M. Giaglis, Vlatka Hlupic (1999), Simulation of Business Processes, **American Behavioral Scientist**, Vol. 42 No. 10, August.

PETEGHEM V., V. Vanhoucke (2009), A Genetic Algorithm for he preemptive and non-preemptive multi-mode resource constrained project scheduling problem, **European Journal of Operational Research**, doi: 10.1016/j.ejor.2009.03.034

PING Xia Guo (1995), Business Process Reengineering- A Case Study, **Computers and Industrial Engineering**, Vol: 29, No: 1 – 4.

PINTO Jeffrey K. (2007), **Project Management: Achieving Competitive Advantage**, Prentice Hall, New Jersey.

PROCACCINO J. Drew, June M. Verner, Scott P. Overmyer, Marvin E. Darter (2002), Case Study: Factors For Early Prediction of Software Development Success, **Information and Software Technology**, Vol: 44.

RANJBAR Mohammad R., Fereydoon Kianfar (2007), Solving the discrete time/resource trade-off problem in project scheduling with genetic algorithms, **Applied Mathematics and Computation**, 191, 451 – 456.

R-MORENO Maria Dolores, Daniel Borrajo, Amadeo Cesta, Angelo Oddi (2007), Integrating Planning and Scheduling in Workflow Domains, **Expert Systems with Application**, 33.

REID R. Dan, Nada R. Sanders, **Operations Management**, 1st Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 2002

REIJERS A. Hajo (2003), **Design and Control of Workflow Processes: Business Process Management for the Service Industry**, Springer – Verlag, Berlin.

ROBBINS Anthony (1993), **Power Talk: Strategies for Long Life Success – “Book Summary: Reengineering the Corporation”**, Gothy Renker Corp, Vol: 24.

RYAN John, Cathal Heavey (2006), Process Modeling for Simulation, **Computers in Industry**, 57.

SABUNCUO LU Zeyyat ve Melek Tüz (2008), **Örgütsel Psikoloji**, Alfa Yayınevi, Bursa.

SARKER Suprateek, Saonee Sarker, Anna Sidorova (2006), Understanding Business Process Change Failure: An Actor – Network Perspective, **Journal of Management Information Systems**, Vol: 23, No: 1, Summer.

SCHAEFERS J., R. Aggoune, F. Becker, R. Fabbri (2004), TOC – Based Planning and Scheduling Models, **International Journal of Production Research**, Vol: 42, No: 13, July.

SCHROEDER, R.G. (2004), **Operations Management: Contemporary Concepts and Cases**, 2nd Ed., McGraw-Hill Irwin, USA.

SCHROEDER, R.G. (1989), **Operations Management: Decision Making in the Operations Function**, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Company, USA.

SELEN Willem J., Jalal Ashayeri (2001), Manufacturing Cell Performance Improvement: A Simulation Study, **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, 17.

SHTUB Avraham, Jonathan F. Bard, Shlomo Globerson (1994), **Project Management; Engineering, Technology and Implementation**, Prentice Hall, New Jersey.

SPINNER M. Pete (1997), **Project Management, Principles and Practices**, 1st Edition, Prentice Hall, New Jersey.

STOICA Mihail, Nimit Chawat, Namchul Shin (2003), An Investigation of the Methodologies of Business Process Reengineering, **Proceeding in ISECON 2003**, San Diego.

SUN Shuang, Akhil Kumar, John Yen (2006), Merging Workflows: A New Perspective on Connecting Business Processes, **Decision Support Systems**, 42.

TAHA Hamdy A.(1982), **Operations Research: An Introduction**, 3th ed., Macmillan Publishing Company, New York.

TANG Nelson K. H., Prabhaker R. Yasa, Paul L. Forrester (2004), An Application of the Delta Model and BPR in Transforming Electronic Business – The Case of a Food Ingredients Company in UK, **Information System Journal**, 14.

TENG T.C. James, Kirk D. Fiedler, Varun Grover (1998), An Exploratory Study of the Influence of the IS Function and Organizational Context on Business Process Reengineering Project Initiatives, **Omega, International Journal Of Management Science**, Vol: 26, No: 6.

TIKKANEN Henriikki, Pasi Pölönen (1996), Business Process Re-Engineering Projects in Finland: An Evaluation of Change Management in 21 Large Finnish Organizations, **Business Process Re-engineering & Management Journal**, Vol. 2 No. 3.

Türk Dil Kurumu (2000), **Türkçe Sözlük**, Türk Dil Kurumu Yayınları, Türkçe Sözcükler Dizisi Projesi: 6, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.

UMAR Amjad, Adalberto Zordan (2009), Reengineering for Service Oriented Architectures: A Strategic Decision Model for Integration Versus Migration, **Journal of Systems and Software**, Vol: 82.

ÜLGEN Hayri, S. Kadri Mirze (2007), **İletmelerde Stratejik Yönetim**, 4. Baskı, Arıkan Basım – Yayım – Dağıtım, İstanbul.

VALLS Vicente, Francisco Ballestin, Sacramento Quintanilla (2008), A hybrid genetic algorithm for the resource-constrained project scheduling problem, **European Journal of Operational Research**, 185, 495 – 508.

VERGIDIS K., A. Tiwari, B. Majeed (2006), Business Process Improvement Using Multi-Objective Optimization, **BT Technology Journal**, Vol: 24, No: 2, April.

VÖLKNER Peer, Brigitte Werners (2002), A Simulation-Based Decision Support System for Business Process Planning, **Fuzzy Sets and Systems**, 125.

VUKSIC Vesna Bosilj, Mojca Indihar Stemberger, Jurij Jaklic, Andrej Kovacic (2002), Assessment of E-Business Transformation Using Simulation Modeling, **Simulation**, Vol: 78, Issue: 12, December.

WHITEHOUSE G. E., James R. Brown (1979), GENRES: An Extension of Brooks Algorithm for Project Scheduling with Resource Constraints, **Computers and Industrial Engineering**, 3.

XIROGIANNIS George, Michael Glykas (2004), Fuzzy Cognitive Maps in Business Analysis and Performance – Driven Change, **IEEE Transactions on Engineering Management**, Vol: 51, No: 3, August.

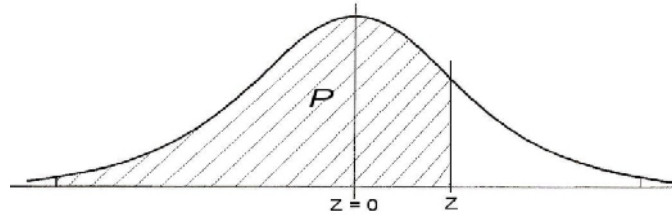
YUSUF K. O., N. J. Smith (1996), Modeling Business Processes in Steel Fabrication, **International Journal of Project Management**, Vol: 14, No: 6.

ZAKARIAN Armen, Andrew Kusiak (2001), Process Analysis and Reengineering, **Computers & Industrial Engineering**, 41.

ZÜLCH Gert, Bernd Brinkmeier (1998), Simulation of Activity Cost for the Reengineering of Production System, **International Journal of Production Economics**, 56 – 57.

EKLER

EK 1: NORMAL DA İLİM TABLOSU



Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
.6	.72575	.72907	.73237	.73566	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97784	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99890	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997

EK 2: LABORATUVARIN YERLE M DÜZEN

