

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

DEĞİŞİM 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 çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

..../..../2010

Mehmet Emre GÜLER

İmza

DOKTORA TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Mehmet Emre GÜLER
Anabilim Dalı : İşletme
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,

BAŞARILI OLDUĞUNA ☐
DÜZELTİLMESİNE ☐
REDDİNE ☐
ile karar verilmiştir.

OY BİRLİĞİ ☐
OY ÇOKLUĞU ☐

Jüri teşkil 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.

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

Evet
☐
☐
☐
☐

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Prof. Dr. Muammer DOĞAN	Başarılı	Düzeltilme	Red	
Prof. Dr. Üzeyme DOĞAN	Başarılı	Düzeltilme	Red	
Doç. Dr. Kadir ERTAŞ	Başarılı	Düzeltilme	Red	
Prof. Dr. Saime ORAL	Başarılı	Düzeltilme	Red	
Doç. Dr. Cengiz DEMİR	Başarılı	Düzeltilme	Red	

ÖZET
Doktora Tezi
Değişim Mühendisliğinde Proje Planlama Araçları ve Simülasyon Uygulaması

Mehmet Emre GÜLER

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Doktora Programı

İşletmelerin zamanla sonuç odaklılıktan süreç odaklılığa dönmeleri ve süreçlerini etkin kullanmak istemeleri bir takım değişiklikleri zorunlu hale getirmiştir. Bu değişiklikler, değişime olanak sağlayan esnek süreçlerde iyileştirmelerle gerçekleştirilebilir. Ancak esnek olmayan süreçlerin rekabetçi konumlarını ve güçlerini yitirmemeleri için radikal değişiklikler yapmaları gerekmektedir. Süreçlerdeki bu radikal, çarpıcı ve temelden gerçekleştirilen değişimler 90'lı yıllarda M. Hammer ve J. Champy tarafından ortaya konulan Değişim Mühendisliği kavramı ile bir manifesto niteliğine kavuşmuştur.

Değişim Mühendisliği çalışmalarının sonunda belirsizliklerin çok olması öngörü yapmayı gerektirmektedir. Uygulamacılar için yapılacak değişimi ve sonucunu öngörebilmek, ileride yapılacak olası hataların önlenmesini sağlayacaktır. Bu öngörü için yararlanılabilecek tekniklerden biri de simülasyondur. Simülasyon tekniği ile değişim mühendisliği uygulanacak sistemde karşılaşılabilecek olası hatalar görülerek uygulamaya geçmeden önlemlerin alınması sağlanacaktır. Simülasyon bir öngörüdür çok sistemin bire bir izlenmesine olanak tanımaktadır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde değişim mühendisliği kavramı açıklanarak literatürde yapılan değişim 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 ve son bölümde ise Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Merkez Laboratuvarında değişimin önceden öngörülmesi için ProModel simülasyon yazılımıyla mevcut ve tasarlanan sürecin ve alternatif sürecin simülasyonu yapılmıştır. Değişim 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.

Anahtar Kelimeler: Değişim Mühendisliği, 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

DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNDE PROJE PLANLAMA ARAÇLARI VE SİMÜLASYON UYGULAMASI

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ

1.1. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ KAVRAMI.....	5
1.1.1. İşletmeleri Değişime Zorlayan Nedenler	10
1.2. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNİN TEMEL İLKELERİ	11
1.2.1. Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Rolü.....	15
1.3. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNİN UYGULAMA AŞAMALARI	20
1.4. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARININ GERÇEKLEŞMESİNİ SAĞLAYACAK ELEMANLAR.....	26
1.4.1. Lider	27
1.4.2. Süreç Sahibi	28
1.4.3. Değişim Mühendisliği Ekibi	29
1.4.4. İdare Komitesi.....	30

1.4.5.	Değişim Mühendisliği Çarı	31
1.4.6.	Müşteriler.....	32
1.5.	DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ PROJELERİNDE KULLANILAN TEKNİKLER	33
1.6.	DEĞİŞİME GÖSTERİLEN DİRENÇLE BAŞA ÇIKMA İLKELERİ	46

İKİNCİ BÖLÜM

PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA ARAÇLARI

2.1.	PROJE KAVRAMI VE PROJE YÖNETİMİ.....	49
2.2.	PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA.....	55
2.2.1.	Sınırsız Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama.....	58
2.2.1.1.	Proje Ağının Hazırlanması	58
2.2.1.2.	Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method-CPM)	63
2.2.1.3.	Ağ Diyagramında Zaman ve Maliyet İlişkisi (Hızlandırma)	64
2.2.1.4.	Program Değerlendirme 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 Algoritmasının Geliştirilmiş Versiyonları	72
2.2.2.2.1.	Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Zamanı Ağırlıklandırılması (ROT – ACTIM)	72
2.2.2.2.2.	Zamana Göre Kaynak Kullanımı ve Faaliyet Kaynakları Ağırlıklandırılması (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 YÖNETİMİNİN DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ PROJELERİNDE KULLANIMI İLE İLGİLİ 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 GÖSTERİMİ VE DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASIYLA ÇÖZÜM ÖNERİSİ	89
3.4.1. Süreçlerin Mevcut Durumunun Analizi	89
3.4.2. Süreçlere Uygulanan Değişim Mühendisliği Uygulamasının Gösterimi ve Analizi	94
3.4.2.1. Alternatif Süreç – Hücreyel Yerleşim	95
3.4.2.2. Alternatif Süreç – Akış Tipi Yerleşim.....	99
3.4.3. Mevcut ve Önerilen Süreçlerin Karşılaştırmalı Analizi	103
3.5. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASININ PROJE PLANLAMA ARAÇLARIYLA PLANLANMASI.....	107
3.6. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ 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. ÖNERİLEN PROJE PLANLAMA PROSEDÜRÜ İLE DİĞER PROSEDÜRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	132
SONUÇ ve ÖNERİLER	136
 KAYNAKLAR.....	 145
 EK 1: NORMAL DAĞILIM TABLOSU	 159
EK 2: LABORATUVARIN YERLEŞİM DÜZENİ	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 LİSTESİ

Tablo 1.1: İşletmeleri Değişime Zorlayan Güçler	10
Tablo 1.2: Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Sağladığı Kolaylıklar.....	16
Tablo 1.3: Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Rolü.....	17
Tablo 1.4: Değişim Mühendisliği Uygulama Aşamaları	22
Tablo 1.5: 1993 – 2000 Yılları Arasında Uygulanan/Geliştirilen Değişim Mühendisliği Modelleme Teknikleri	34
Tablo 1.6: 2001 – 2009 Yılları Arasında Uygulanan/Geliştirilen Değişim Mühendisliği Modelleme Teknikleri	38
Tablo 1.7: Değişim Mühendisliğinde Kullanılan Tekniklerin Kullanım Özeti.....	41
Tablo 2.1: Fonksiyonel ve Proje Örgüt Yapılarının Avantaj ve Dezavantajları.....	52
Tablo 2.2: Projede Öncül Ardıl İlişkileri.....	57
Tablo 2.3: GANTT Şemalarının Avantajları ve Dezavantajları.....	57
Tablo 2.4: A-o-N ve A-o-A Karşılaştırması.....	61
Tablo 3.1: Laboratuvarda Gerçekleştirilen Analiz Sayısı.....	89
Tablo 3.2: Laboratuvarda Kullanılan Cihaz ve Çalışan Personel Sayıları.....	90
Tablo 3.3: Vücut Sıvılarının İzlediği 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 Değerlerinin Karşılaştırılması..	94
Tablo 3.7: Hücresel Yerleşimde Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar.....	97
Tablo 3.8: Hücresel Yerleşim için Simülasyon Sonuçları.....	98

Tablo 3.9: Akış Tipi Yerleşimde Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar.....	100
Tablo 3.10: Akış Tipi Yerleşim İçin Mesafeler ve Personel Sayıları.....	101
Tablo 3.11: Akış Tipi Yerleşim için Simülasyon Sonuçları.....	103
Tablo 3.12: Toplam Çıktı Miktarına Göre Süreçlerin Karşılaştırılması.....	103
Tablo 3.13: Alternatif Süreçler İçin Tahmini Maliyetler.....	104
Tablo 3.14: Sistemde Taşıma Sürelerine Göre Süreçlerin Karşılaştırılması.....	105
Tablo 3.15: Süreçler İçin Mesafeler ve Personel Sayıları.....	106
Tablo 3.16: İşlem Süresine Göre Süreçlerin Karşılaştırılması.....	106
Tablo 3.17: Değişim Mühendisliği Projesinin Faaliyetleri ve Alt Görevleri.....	108
Tablo 3.18: Projenin Kritik Yolu.....	111
Tablo 3.19: Proje Faaliyetlerinin ROT Değerleri.....	113
Tablo 3.20: ROT Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş Süresinin Hesaplanması.....	116
Tablo 3.21: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTIM Değerleri.....	117
Tablo 3.22: ROT – ACTIM Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş Süresinin Hesaplanması.....	119
Tablo 3.23: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTRES Değerleri.....	120
Tablo 3.24: ROT – ACTRES Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş Süresinin Hesaplanması.....	123
Tablo 3.25: Proje Faaliyetlerinin ACROS Değerleri.....	124
Tablo 3.26: ACROS Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş Süresinin Hesaplanması.....	126
Tablo 3.27: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş Süresinin Hesaplanması.....	128

Tablo 3.28: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 Yapılamadan Geçen Süreler.....	134

ŞEKİLLER LİSTESİ

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

Şekil 2.9: Hızlandırma Zamanı ev Normal Zaman İlişkilerinin Gösterilmesi.....	65
Şekil 2.10: Beta dağılımında İyimser, Olası, Kötümser ve Beklenen Zamanlar.....	66
Şekil 2.11: Proje Zamanının Sapması.....	67
Şekil 2.12: Standart Normal Dağılım Eğrisi ve Projenin Belirli Bir Zamandan Önce Bitirilme Olasılığı.....	68
Şekil 2.13: Proje Kontrol Akışı.....	76
Şekil 2.14: Proje Raporlama ve Kontrol Akışı.....	78
Şekil 2.15: Proje Yönetimi ve İşletme Uygulamaları Bütünleşmesi.....	79
Şekil 3.1: Laboratuvar Mevcut Sürecinin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	92
Şekil 3.2: Vücut Sıvılarının Analiz Birimlerinde İşlem Gördüğü Süreler.....	93
Şekil 3.3: Alternatif Hücresel Sürecin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	96
Şekil 3.4: Vücut Sıvılarının Hücresel Analiz Birimlerinde İşlem Gördüğü Süreler...	98
Şekil 3.5: Akış Tipi Süreç Yerleşiminin Simülasyon Yazılımında Gösterimi.....	99
Şekil 3.6: Vücut Sıvılarının Akış Tipi Yerleşimde İşlem Gördüğü Süreler.....	102
Şekil 3.7: Seçenekler Arası Maliyet Karşılaştırması.....	104
Şekil 3.8: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen GANTT Şeması.....	110
Şekil 3.9: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen Ağ Diyagramı.....	111
Şekil 3.10: DS for Windows Programında Projenin Süre Hesaplamaları.....	112

GİRİŞ

İnsan ihtiyaçlarının çeşitliliği ve küreselleşen dünya ile birlikte sınırların ortadan kalkması işletmelerin rekabetçi güçlerini korumak ve arttırmak için yenilikleri daha yakından takip etmelerini ve gelişime açık olmalarını gerekli kılmıştır. Gelişime ve dolayısıyla değişime açık olmayan işletmeler içinde bulundukları piyasada yavaş yavaş kaybolmaya ve işletmenin amaçlarından biri olan sürdürülebilirliklerini kaybetmeye başlayacaklardır. İşletmeler, rakipleriyle birlikte, değişen pazar koşullarına karşı esnekliği sağlamak, müşterilerin isteklerini karşılamak amacıyla ürün ve hizmet yelpazesini dinamik tutmak ve bunları gerçekleştirirken üst düzeyde kalite ve müşteri memnuniyeti sunacak bir örgüt yapısına ulaşmak için çabalamaktadır. Bu çabaları gösteremeyen işletmeler; rekabet yönünden zayıf, müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verecek ürünlerin üretme ve yaratıcılık konusunda eksik ve böylelikle kazanç elde edemeyen işletmelerdir. Çaba göstermeyen bu işletmelerin hatası, geçmişte yarattıkları başarılı iş süreçlerini, sistemlerini ve yöntemlerini, içinde bulundukları şartların değişmesine rağmen halen korumalarıdır.

Günümüzde, işletmeler hem mal ve hizmet üretirken hem de çevresel değişiklikleri takip edip bunlara ayak uydurmak için değişime hazır olmaları gerekmektedir. Değişimi yakından takip eden işletmeler yapacakları küçük değişikliklerle sürekli bir iyileşme gelişme içinde bulunacaklardır. Her ne kadar teknolojik gelişmeler, müşteri ihtiyaçlarının çeşitliliği, rakiplerin yaptığı yenilikler yakından takip edilse de hızlı ve radikal bir değişim geçirme ihtiyacı işletmelerin karşı karşıya kalacakları bir durum olacaktır. Bu durumda işletmeler, var olanı tamir etme ya da iyileştirme yolunda değil, her şeyi ortadan kaldırıp yenisinde inşa etme yolunda olacaklardır. Bu uygulamalar “Değişim Mühendisliği” uygulamaları olarak literatürde belirtilmektedir.

Yapılan çalışmalarda gelişmeleri takip edemeyip bir an önce günceli yakalamaya çalışan işletmeler bu ani değişim ihtiyacını çok daha fazla hissetmektedirler ancak öngörü yaparak ileride karşı karşıya kalabilecekleri sıkıntıları gören işletmeler de bu değişim ihtiyacını duymaktadırlar. Bu iki tip işletmenin yanında rekabetçi gücü yüksek, pazar payı bakımından rakiplerinden çok önde olan ve işleyişi bakımından herhangi bir problemi olmayan işletmeler de değişim mühendisliği uygulamalarını yürütmektedir. Bu uygulamaları, rakiplerine karşı olan üstünlüklerini daha da arttırmak ve uzun süredir başarıyı getirmiş olan

uygulamalarını, daha iyisini yaratmak için terk etme isteklerinden kaynaklanmaktadır.

İşletmeler değişim mühendisliği uygulamalarına girişmeden önce süreçlerini gözden geçirmeli ve değişime gerçekten ihtiyacı olup olmadığını belirlemelidir. Yani bir amaç için değişim mühendisliği uygulamalarına girilmelidir ki bu amaç var olan durumdan çok daha ileriye götürebilecek bir amaç olmalıdır. Aksi takdirde yapılanlar maliyet ve zaman kaybı doğuracak çabalardan öteye geçemeyecektir. Değişimin gerçekleşmesi için varsayımlardan öte daha objektif veriler ortaya konmalıdır. Değişim öncesi yapılacak öngörüler uygulama esnasında karşılaşılabilecek durumların ortaya konmasına yardımcı olacaktır. Süreçlerin analizi ve erişilecek durumun ortaya konması açısından öngörü sağlayacak en iyi karar verme aracı olarak simülasyon tekniğinin kullanımı yaygındır. Bu teknikle mevcut sürecin arzulan süreçle karşılaştırması yapılarak olası alternatif süreçlerin de düşünülmesi sağlanabilir. Teknolojik yeniliklerle birlikte birçok simülasyon yazılımı üretilmiştir. Bu yazılımlarla süreç, grafik tabanlı olarak bilgisayar yardımıyla tasarlanmakta ve analizler daha kolay yapılabilir. Bu sayede öngörü hızı da artmakta ve işletmeler böylelikle yapacakları öngörüyle nasıl bir değişim geçireceklerine ve sonunda nasıl bir noktaya ulaşabileceklerine dair bir öngörü elde edeceklerdir.

İşletmeler değişimi yaşarken birçok zorlukla karşı karşıya kalacaklardır. Değişimin zorlu bir süreç olması bakımından; bu süreçte müşterilere karşı geri dönüş azalabilir, bu ise işletmenin pazar payında kayıplara neden olabilir. Öte yandan yeni teknolojilerin uygulanması ve bunları işletmeye kazandırılması sırasında adaptasyon ve uygulama ile ilgili teknik problemler yaşanabilir. En önemlisi ise çalışanların yeniliğe ve değişime karşı tepki göstermeleri ve bu değişimi yok sayma davranışlarıdır.

Değişim mühendisliği uygulamasına karar veren bir işletme yönetimi, değişimi başlatmadan önce çalışanlarıyla birlikte hemfikir olmalıdır. Yapılacak değişim faaliyetlerinin birebir içerisinde olacak olan çalışanların desteğini alarak uygulamaya başlanmalı ve uygulama devam ederken yönetimin desteği eksik olmamalıdır. Aksi takdirde planlanan ve erişilmesi düşünülen değişim noktasına ulaşmak yerine daha da geri noktalara düşülebilir.

İyi bir değişim mühendisi, değişim mühendisliği uygulamasıyla erişilmek istenen yere doğru dikkatli ve kontrollü bir ilerleme sağlayan kişi olmalıdır. Bununla birlikte süreç odaklı düşünen, parçaları ele alarak bütünü kavrayabilen bir düşünce yapısında olmalı, değişime karşı olumsuz olmamalı ve ortaya çıkabilecek problemlerin çözümünde yaratıcı olmalıdır. Değişim Mühendisi, kuracağı ekibiyle birlikte amaçlanan sonuca ulaşmaya çalışırken yaşanacak değişim süreçlerini iyi ele almalı, bunun ekibi tarafından da benimsenmesini sağlamalıdır. Böylelikle işletme içinde yaşanacak değişim ve bu değişimin olumlu etkileri sadece değişim mühendisliği proje ekibi içerisinde değil işletmedeki tüm çalışanlar arasında yayılacaktır. Bu ise uygulama kapsamında karşılaşılabilecek tepkileri azaltmaya yönelik olumlu bir durumdur.

Uygulama kapsamında değişim mühendisinin bir plan ve program dâhilinde hareket etmesi, değişim mühendisliği ekibinin kontrolünü sağlanmada daha etkili olacaktır. Ayrıca yapılacak faaliyetler ve bu faaliyetler için gerekli kaynakların verimli kullanılması konusunda gerekli kontroller için de sistemli bir yaklaşımın olması gerekmektedir. Değişim mühendisliği uygulaması, her işletme için özgün, belirlenmiş zaman dilimleri içerisinde uygulanması gereken ve tek seferlik uygulamalar olduğu için proje yönetimi kapsamında ele alınması daha uygun olacaktır. Bu bağlamda proje yönetimini; programlı, ekonomik bir şekilde ve projenin başlangıcında ortaya koyulan zaman, maliyet ve performans sonucuna ulaşmak amacıyla elde bulunan hammadde ve malzeme, iş gücü ve bunlarla birlikte ortaya çıkacak maliyetlerin yönetilmesi olarak tanımlamak mümkündür (Spinner, 1997; 4). Değişim mühendisi de proje yönetim araçlarını kullanarak hem maliyetlerin iyi bir şekilde yönetilmesini sağlayacak hem de amaca ulaşmada daha hızlı yol kat edecektir. Bu ise, hem minimum maliyeti hem de zamandan tasarrufu sağlayacaktır.

Yapılan bu çalışmanın amacı, değişim mühendisliği uygulamalarına öngörü sağlayacak simülasyon programının kullanımında sağlanacak faydanın ortaya konması ve değişim sürecinin ekonomik ve hızlı bir şekilde ortaya konması için proje yönetim araçlarının kullanılarak en kısa sürede değişimin gerçekleşmesinin sağlanmasıdır.

Çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma 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 akış tipi bant sistemi süreci daha iyi sonuç vereceğinden uygulama kapsamına alınmıştır. Bu durum değişim mühendisliği uygulaması başlamadan ulaşılacak noktayı uygulamacılara göstermiştir.

Bir hastane için kilit rolü olan laboratuvarın değişim mühendisliği uygulaması ile değişim adımları ortaya konmuştur. Bu değişim süreci yaşanırken laboratuvarın hizmet verdiği taraflara hizmetin aksatılmadan verilmesi ön planda tutularak proje hazırlanmıştır. Daha sonra kısıtlı kaynaklarla en uygun zamanda sonuca ulaştıracak proje planlaması yapılmıştır. Öngörümü yapılan sürecin uygulanması aşamasında 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 vardığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışma ortaya koyduğu algoritma bakımından özgün bir çalışma olmakla birlikte ele alınan Merkez Laboratuvarı örneğinde olduğu gibi uygulamaya dönük bir çalışmadır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde değişim mühendisliği kavramı açıklanarak literatürde yapılan değişim 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 değişimin önceden öngörülmesi için ProModel simülasyon yazılımıyla mevcut ve tasarlanan sürecin ve alternatif sürecin simülasyonu yapılmıştır. Değişim 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.

BİRİNCİ BÖLÜM

DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ

Literatürde, değişim mühendisliği ile ilgili farklı yazarlar tarafından; İş Süreçleri Geliştirmeleri (Harrington, 1991), Ana Süreçlerin Yeniden Tasarımı (Kaplan ve Murdoch, 1991), İş Süreçlerinin Dönüşümü (Burke ve Peppard, 1993) ve İş Süreçlerinin Yönetimi (Duffy, 1994) şeklinde tanımlamalar yapılmıştır. Tanımlardaki bu çeşitliliğe rağmen, uygulamaların temelini oluşturan fikir aslında aynıdır. Başka bir deyişle uygulamacılar bir tanımlamayı diğerinin yerine rahatça kullanabilmektedirler (Reijers, 2003: 14). Bu çalışmada ise tüm bu tanımlamaları karşılayan kavram olarak “Değişim Mühendisliği” kullanılacaktır.

Genel olarak değişim, herhangi bir şeyi bir düzeyden başka bir düzeye getirmeyi ifade eder. Organizasyonlardaki değişim de organizasyon faaliyetleri ile ilgili konularda mevcut durumdan farklı bir konuma gelme anlamındadır. Sürekli değişim kişi ve organizasyonlarla ilgili her konuda devamlı bir farklı hale getirme, yeni konum ve durumlara ulaşma isteği ile değişme ve eskisinden farklı olma anlamındadır (Koçel, 2005; 688).

Değişim Mühendisliği ise Hammer ve Champy (1994)’nin kendi deyimleriyle bir *manifesto* niteliği taşıyan, radikal bir değişim sürecini anlatmaktadır. Bu değişim sürecinde, kârın nasıl elde edilebileceği ya da en fazla çıktının nasıl sağlanabileceği yerine, hali hazırda yapılmakta olan iş için izlenilen yol ya da süreçlerin *neden* yapıldığı sorgulanmaktadır. Buradan hareketle Değişim Mühendisliği; tüm sürecin, yeni baştan, katma değer yaratan süreçlerle yeniden tasarlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir. Bu bölümde Değişim Mühendisliği kavramı, ilgili literatürde yapılmış tanımlamalar ve çalışmalar ışığında incelenmektedir.

1.1. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ KAVRAMI

Bugün birçok işletme, değişen ve gelişen rakipleriyle birlikte, şekillenen pazar koşullarına daha hızlı uyum sağlayabilecek esnekliği sağlamak, ürün ve hizmet yelpazesini müşterilerinin istekleri doğrultusunda yenileyecek yaratıcılıkta olmak ve bunları gerçekleştirirken üst düzeyde kalite ve müşteri memnuniyeti sunacak bir örgüt yapısına ulaşmak için çabalamaktadır. Bu çabaları gösteren işletmelerin

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

İki yüzyıl boyunca işletmelerin çoğu Adam Smith'in (1776) *Ulusların Zenginliği* kitabındaki iş bölümü, uzmanlaşma ve işleri küçük parçalara ayırma düşüncesi etrafında örgütlenmişlerdir. Örgütler genişledikçe özellikli işlerde çalışanlar daha uzman hale gelmişler ve işler daha küçük parçalara bölünmüştür. Bu işlerin yapılması için prosedürler hazırlanmış ve her iş için kurallar ortaya konmuştur. Böylelikle günümüzde hala geçerliliğini sürdüren bürokrasi ve kumanda sistemi ortaya çıkmıştır (Hammer ve Champy, 1994; 2).

Daha sonra, 20. Yüzyılın başlarında Henry Ford, işi küçük ve tekrarlanabilir parçalara ayırarak, Smith'in fikrini üretimde uygulamaya koymuş ve yürüyen bantlarla işi işçiye getirmeyi 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)

İş bölümü ve uzmanlaşma ile ayrı departmanlar için bütçe yapmak ve izlemek kolaylaşmakta, üretimdeki görevler basite indirildiği için çalışanlara fazla eğitim verme gereği ortadan kalkmaktadır. Buna karşın ürün ve hizmetin oluşması sürecindeki görev sayısının artması ile işin bütününe ilgilendiren koordinasyon ve yönetim de zorlaşmaktadır. Aynı zamanda müşterilerin ihtiyaç ve beklentileri, bürokrasinin oluşturduğu kademelerden geçerken kaybolur hale gelmektedir.

Yıllarca işletmeleri başarılı 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 işlememeye başladığını düşünen Hammer ve Champy (1994)'e göre işletmelerin bugüne kadar başarılı olmalarını sağlamış bu ilke ve tekniklerin yerini alacak ve iş dünyasının üç sacayağını oluşturacak olan unsurlar; müşteri, rekabet ve değişim olarak ortaya konmuştur.

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

Rekabet: Rekabet ve rekabet çeşitleri 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 başkasında 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 kuruldukları için pazara daha hızlı ürün veya hizmet sunmaktadır ve daha esnek hareket etmektedirler. Bu ise, çağı yakalamak için gerekli değişimi sağlayamayan işletmelerin piyasadan silinmesine yol açmaktadır.

Değişim: Küreselleşme ve ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birlikte, rekabet ve müşterilerle beraber *değişim* de değişime girmiştir. Artık değişim sürekli bir hale gelmiştir. Bunun nedeni, yukarıda değinilen müşteri 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 çalışmalarını öğrenmeleriyle mümkündür. Bu ise şirketlerin ve çalışanların, şimdiye kadar başarılı olmalarını sağlayan ilkeleri unutmaları gerektiği anlamına gelmektedir (Ardıç, 1998: 241).

Buraya kadar ele alınan tarihsel süreçten hareketle, değişim mühendisliğinin “her şeye yeniden başlama” düşüncesini benimsediği, başka bir deyişle var olanı tamir etmek ya da mevcut sisteme eklentiler yaparak iyileştirmeler ve yenilikler yaratmak olmadığı söylenebilir. Değişim mühendisliği, titizlikle planlanan, küçük ve dikkatli adımlarla tamamlanan bir uygulama değildir; tam aksine sonuçları belirli olmayan “ya hep ya hiç” durumudur (Hammer, 1990: 105). Hammer ve Champy (1994) eserlerinde değişim mühendisliğinin resmi tanımını şu şekilde yapmışlardır:

“Değişim Mühendisliği, maliyet, kalite, hizmet ve hız gibi çağımızın en önemli performans ölçülerinde çarpıcı geliştirmeler yapmak amacıyla iş süreçlerinin temelden yeniden düşünülmesi ve radikal bir şekilde yeniden tasarlanmasıdır.” (Hammer ve Champy, 1994: 29).

Değişim mühendisliğinin resmi tanımında dört anahtar sözcükten bahsedilmektedir:

Temel; değişim mühendisliği uygulamasının bir işletme için gerekliliğinin saptanmasındaki temel soruların sorulmasını işaret etmektedir. Yapılan işlerin neden yapıldığı ve neden şu andaki gibi yapıldığı gibi sorular sorularak işlerin altında yatan ve çoğunlukla hatalı ve uygunsuz olan söze dökülmemiş bazı kuralların günışığına çıkmasını sağlamaktadır (Robbins, 1993: 3). Böylelikle işletme, öncelikle ne yapması gerektiğini belirleyerek daha sonra bunu nasıl yapması gerektiğini saptayabilir.

Değişim mühendisliğinde varsayımlara yer yoktur. Bunun nedeni, hali hazırda değişim gerektiren işler varken, bunları varsayımlarla boşluk bırakarak inşa etmek sonuca zararlı etki yapacaktır. Bununla beraber, değişim mühendisliği uygulayan işletmeler birçok sürecin içinde var olabilecek varsayımlara karşı da hazırlıklı ve korunaklı olmalıdırlar. Değişim mühendisliğinde mevcut sistem göz ardı edilerek neyin ne olması gerektiği araştırılır.

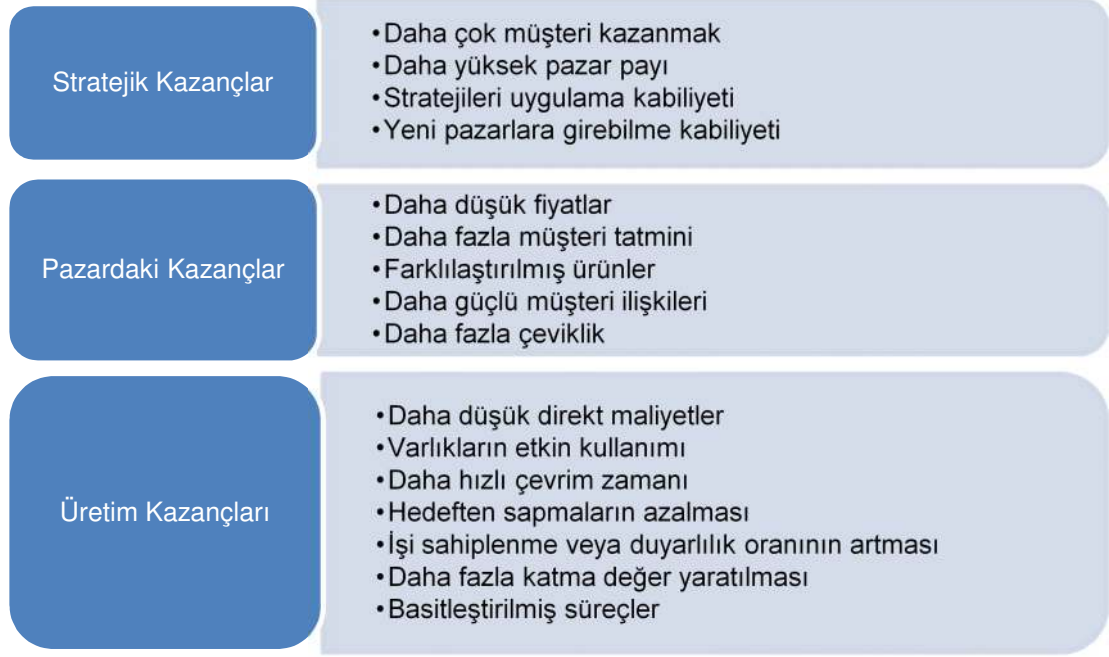
Radikal; Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlüğünde (2000), “köklü, kesin, kökten, köktenci” olarak açıklanmıştır. İşlerin köküne inmek başka bir deyişle mevcut süreç üzerinde değişiklikler yaparak süreci yeniden kullanılabilir hale getirmeye çalışmak değil, var olan süreci kökten değiştirmek ve yapılacak işler için süreçleri yeniden yaratma yoluna gitmektir (Ould, 2005: 8).

Çarpıcı gelişmeler yapmak amacıyla değişim mühendisliğine başvurmak gerekmektedir. Hammer ve Champy (1994) yaptıkları araştırma ve çalışmalarda üç tür işletmenin değişim mühendisliği uygulamasına başvurduğunu saptamışlardır. Bu işletme türlerinden ilki, ciddi şekilde “çıkılmazda olan” işletmeler olarak belirlenmiştir. Bu tür işletmelerin içinde bulundukları pazarda rekabete dayanabilmeleri için değişime ihtiyaçları vardır. İkinci tür işletmeler ise, içinde bulundukları pazarda, kendilerine karşı olan tehlikeleri önceden gören ve henüz bir olumsuzlukla karşılaşmamış olan işletmelerdir. Değişen müşteri istekleri, faaliyet gösterilen pazara yeni rakiplerin gelmesi, değişen teknoloji, ekonomik ortam ve kanunlar gibi işletmeyi zor duruma sokabilecek faktörlerin önceden kestirilerek değişim yoluna gidilmesidir. Son olarak, rekabette en önde olan ve hiçbir problemi olmayan işletmeler değişim mühendisliği uygulamalarını gerçekleştirmektedirler. Bunun nedeni rakiplerine karşı olan üstünlüklerini daha da arttırmak ve uzun süredir başarıyı getirmiş olan uygulamalarını, daha iyisini yaratmak için terk etme isteklerinden kaynaklanmaktadır.

Çarpıcı geliştirmeler yapmak ani bir sıçrama yapmakla aynı anlama gelmektedir. Süreç üzerinde bazı ayarlamalara olanak sağlayan marjinal ya da kademeli iyileştirmeler yapmak, daha önce değinilen değişim mühendisliğinin var olanı tamamen göz ardı etme düşüncesine uygun olmayacaktır.

Süreç, müşteri için değer yaratmak amacıyla girdilerin çıktılara dönüştüğü faaliyetlerin bütünüdür. Değişim mühendisliği de ürün ya da hizmete yönelik sistemlerden, müşteriler için (iç ya da dış müşteriler) tatmin sağlayacak çıktılar veren süreçlere geçişi sağlayan uygulamalardan oluşmalıdır (Parker, 2003: 52). Müşteriler, girdinin çıktıya dönüştüğü süreçlerle değil ihtiyaçlarının tatmin edilip edilmediğiyle ilgilendiklerinden, işletmelerin süreç odaklı düşünmelerini sağlamışlardır. Değişim Mühendisliği projelerinin başarısı, radikal değişimin öncelikle yapılacağı süreçlerde, dinamik modeller geliştirerek yükseltilecektir (Irani vd., 2001: 99).

İşletmelerin değişim mühendisliğine ihtiyaç duymaları ve değişim sonucunda bekledikleri Hammer (2004) tarafından Şekil 1.1’de açıklanmıştır. Buna göre değişimin sonucunda işletmeler üç boyutlu bir kazanç sağlamak istemektedirler. Bunlar stratejik kazançlar, faaliyet gösterilen ve yeni nüfuz edilecek olan pazarlardaki kazançlar ve üretim aşamasında elde edilecek kazançlardır.



Şekil 1.1: Değişimden Beklentiler

Kaynak: Hammer, 2004; 87

1.1.1. İşletmeleri Değişime Zorlayan Nedenler

Değişim bir bütün olarak çeşitli baskıların sonucu olarak gerçekleşir. Değişim olgusunun yönetilmesi ve planlı şekilde gerçekleşmesinin sağlanması için örgütlerdeki içsel ve dışsal faktörlerin diğer bir deyişle değişim baskılarının incelenmesi gerekmektedir. Bu faktörleri aşağıdaki tabloda görmek mümkündür.

Tablo 1.1: İşletmeleri Değişime Zorlayan Güçler

Değişime Zorlayan Örgüt Dışı Güçler	Değişime Zorlayan Örgüt İçi Güçler
Tüketicilere ilişkin koşullar	Örgütsel yetersizlikler
Rekabete ilişkin koşullar	Küçülme politikası
Teknolojiye ilişkin koşullar	Örgütsel değerlerin değişimi
Toplumsal koşullar	Alternatif çalışma yöntemleri
Yasal koşullar	Tepe yöneticilerin değişmesi
Uluslar arası çevre koşulları	Büyüme politikası
Girdilere ilişkin koşullar	Şirket birleşmeleri
Doğal koşullar	

Kaynak: Sabuncuoğlu 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 değişime 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 kişi 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 değişen çevre içerisinde örgütlerin değişime uyum sağlaması da zorunlu hale gelmektedir (Özkalp ve Kirel, 2001; 488).

İşletmelerde yapılan uzun vadeli planların başarıya ulaşmasını sağlamak, karşılaşılabilecek 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 değişen koşullara uyabilmeleri için devamlı olarak işletmenin yapısına ve amacına uygun olarak değişiklik yapmaları gerekli olmuştur (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

çarpmaktadır. Bu özelliklerin yanında değişim mühendisliği uygulamaları büyük işletmelere göre daha dinamik ve daha az bürokratik yapıda olmalarından dolayı küçük işletmelerde daha kolay ve daha az kaynakla gerçekleştirilmektedir (Hammer ve Stanton, 1995: 180).

Değişim mühendisliği ile ilgili Hammer ve Champy'nin (1994) ortaya koyduğu ve süreçlerin yeniden düşünülmesini kapsayan dokuz temel ilke ve bununla beraber yazarların ortaya koydukları yeniden tasarım ile ilgili ilkelerin işin doğasına yani iş gücü kapasitesine, performans ölçümüne ve değerlere nasıl etki edeceği süreç odaklılığa atıfta bulunularak Şekil 1.2'de özetlenmektedir.



Şekil 1.2: Değişim Mühendisliği İlkeleri

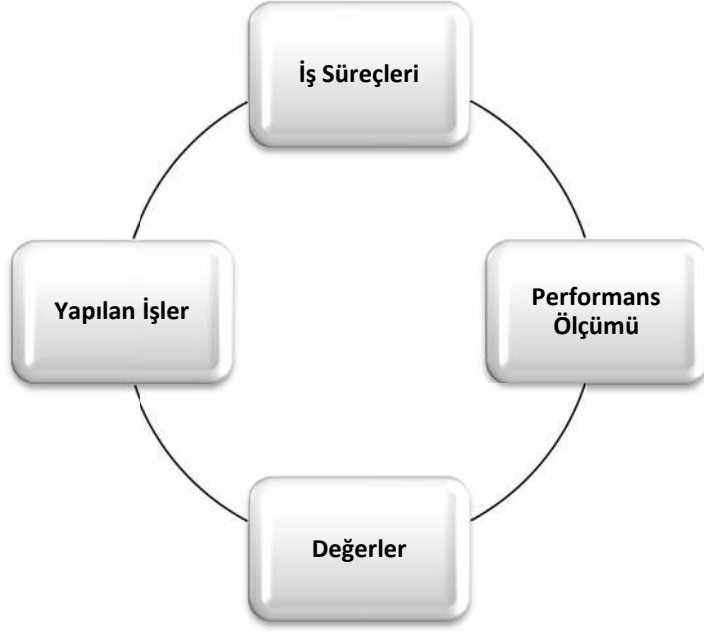
Kaynak: Loch, 1998; 311

Değişim Mühendisliği uygulanan bir süreçte yapılan işler, görev odaklılıktan çıkıp çok boyutlu bir hale gelmekte ve genişlemektedir. Görev odaklı süreçlerde

kendilerine verilen görevi yapan çalışanlar, kendi kararlarını verecek hale gelebilmektedir. Çalışanlar karar verebilme yeteneklerini geliştirerek yönetsel kararlara da kendi işleri doğrultusunda destek olabileceklerdir. Böylece, yöneticiler de sürekli kontrol gibi değer katmayan faaliyetlerden uzaklaşıp bir takım antrenörü gibi sürece dâhil olabilecektir. Bu şekilde, tam katılımın olduğu bir süreçte çalışanların motivasyonu artarak müşteri ihtiyaçları üzerinde daha çok yoğunlaşma sağlanacak, davranış ve değerlerde eskiye göre büyük değişiklikler meydana gelebilecektir.

Şekil 1.2’de bahsedilen ‘Yeni İş Dünyası’ terimi, iş süreçlerinde yaşanan temel değişikliklerin, bir örgütün diğer bölüm ve durumlarını nasıl etkilediğini ifade etmektedir. Bu etkiler, örgüt içerisindeki işlevsel yapılardan sürece yönelik yapıya doğru değişiklikte, çalışanların yeteneklerinde, performans ölçümlerinde ve örgütün kültür ve değerlerinde görülmektedir (Loch, 1998: 310). Bununla beraber, bu sonuçların meydana gelmesi sadece süreçlere değişim mühendisliği uygulamak anlamına gelmemekte, değişim mühendisliğinin uygulandığı süreçlerin değişimi kabul edecek potansiyelde olmasına da işaret etmektedir.

Eğer çalışanlar verilen ek görevleri yerine getirebilecek kapasiteye sahip olmazlarsa, birleştirilmiş işleri ve iş üzerinde karar verme işlevini yerine getiremeyeceklerdir. Aynı şekilde, çalışanlar, yaptıkları işin içeriği ile ilgili bir bilgiye sahip olmazlarsa, karar vermede yetersiz kalacak ve sürecin bütününe olan ilgilerini kaybedebileceklerdir (Hammer, 2007: 113). Tüm süreci ilgilendiren bireysel faaliyetlerle ilişkili, uygun müşteri odaklı performans ölçümünün olmaması çalışanların işletmede aylak kapasiteye dönüşmesine neden olacaktır. Karar verme gücüyle yetkilendirilmiş merkezi olmayan süreçlerde faaliyet gösteren çalışanların hepsinin, bireysel katkılarını izlemeye olanak olmayacaktır. Eğer örgüt kültürü ve değerleri bireysel sorumluluğu desteklemiyorsa, merkezileşme ve yetki verme ağır suistimallere yol açabilecektir.



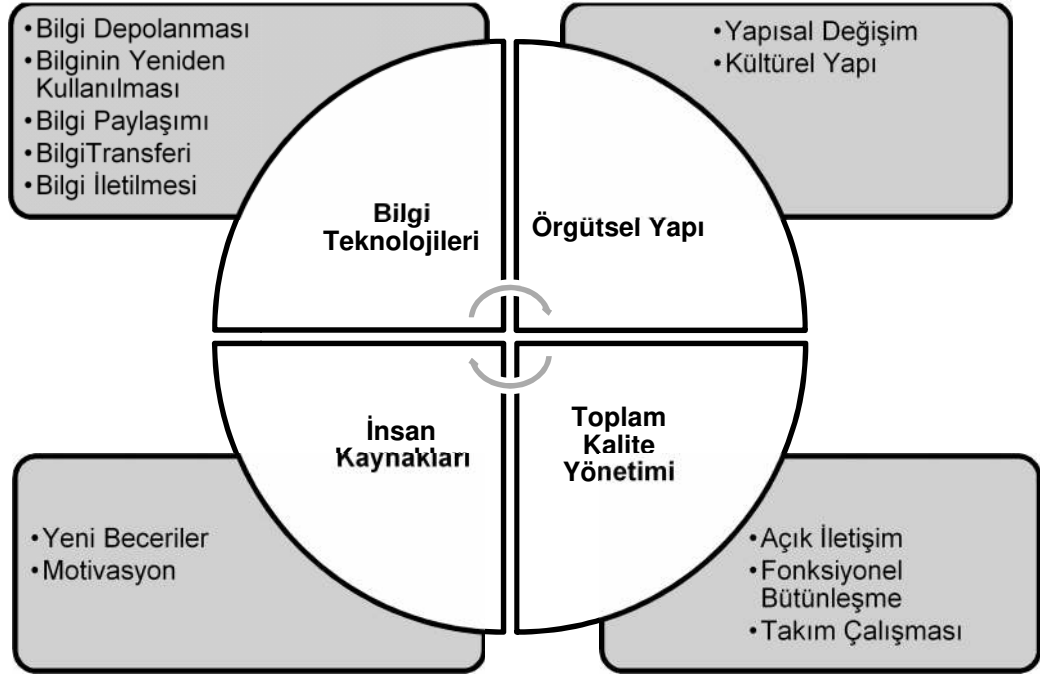
Şekil 1.3: 'İş Elması'

Kaynak: Hammer ve Champy, 1994; 74

Değişim Mühendisliği bir işletmenin iş süreçlerine uygulandığında, temelden ve radikal değişiklikler sonucu işletmedeki her öge değişim gösterecektir. İşletmenin bu öğeleri; Şekil 1.3'de Hammer ve Champy'nin (1994) 'İş Elması' olarak adlandırdığı; şirketin *iş süreçleri* – işin yapılma şekli, *işler*, *performans* ölçümü ve *değerler* olarak belirtilmiştir.

Şekil 1.4'te ise, "İş Elması"nın benzer bir kavramsal modelini oluşturan Love ve Gunasekaran (1997), bilgi teknolojileri, insan kaynakları, örgütsel yapı ve toplam kalite yönetimi uygulamalarının değişim mühendisliği uygulamalarına kolaylaştırıcı etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Örgütsel yapının değişime açık olması, çalışanların rutinden kurtulup kendilerini geliştirmek istemeleri ve bu kazançların onları işe yönelik motive etmesi; değişim mühendisliği açısından insan unsurunun önemli olduğu düşünülecek olunursa; değişim mühendisliği uygulamasını kolaylaştırıcı bir etki sağlayacaktır



Şekil 1.4: Değişim Mühendisliği Uygulamalarının Kolaylaştırıcıları

Kaynak: Love ve Gunasekaran, 1997; 188

İşlerin uygulanması esnasında bilgi teknolojilerinden yararlanılması ve bilginin her kademedeki çalışanın ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde akışının sağlanması büyük önem arz etmektedir. İletişimi güçlü ve işletmede neler yapıldığından haberdar olunan bir örgütte, küçük çalışma gruplarından başlayarak tüm işletme çapında iyi bir takım çalışması sergilendiğinde, değişim sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanacağı düşünülmektedir.

1.2.1. Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Rolü

Bilgi Teknolojileri, “her tür verinin elde edilmesi, işlenmesi, depolanması ve dağıtılması konusunda yeni ve sürekli gelişmeleri sağlayan teknolojiler” olarak tanımlanabilir. Hammer ve Champy (1994)’e göre bilgi teknolojileri, değişim mühendisliği uygulamalarında kolaylık sağlamak ve uygulamanın ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Davenport ve Short (1990) ise değişim mühendisliği ve bilgi teknolojilerinin süreklilik arz eden ayrılmaz bir ilişki içerisinde olduklarını belirtmişlerdir. Organizasyonun, yeni sürecin gerçekleşmesi için nasıl bir bilgi teknolojisine ihtiyaç duyacağını değişim mühendisliği projesinin başında ve belki de proje başlamadan 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>İş Görme</i>	Bilgi Teknolojileri, yapılandırılmamış iş süreçlerini standardize işlemlere dönüştürür.
<i>Coğrafi 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 dizideki yerlerini değiştirmeyi sağlar, aynı anda birçok görevin yapılabilmesine olurlu kılar.
<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 bakış açısıyla değerlendirilebilir (Gunasekaran ve Kobu, 2002: 2523):

- i) Bilgi Teknolojilerinin işlevselliğinden kaynaklanan rol (İnternet, E-Ticaret, Mültimedya Araçları, Elektronik Veri Transferi, Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim)
- ii) Teknolojilerin rolü (CD-ROM, eş zamanlı transfer sağlayıcılar, fiber optik malzemeler)

Bilgi teknolojileri, değişim mühendisliği girişimlerinin başarısında hayati bir önem arz etmektedir. Soliman ve Youssef (1998) gerçekleştirmiş oldukları bir çalışmada, değişim mühendisliğinin başarısının bilgi teknolojilerinin kullanımına dayandığını ve aynı zamanda bilgi teknolojilerinin başarılı bir değişim mühendisliğinin en önemli özelliklerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Bilgi teknolojilerinin özellikleri, iş süreçlerini desteklerken iş süreçleri de bilgi teknolojilerinin özelliklerinin sağladığı kolaylıkta işlemeye devam edecektir.

Bilgi Teknolojileri, başarılı bir değişim mühendisliğinin önemli bir göstergesi olan proje yönetim becerisini ve deneyimini kazandırır. İşletme içindeki değişim mühendisliği uygulamaları bir proje çerçevesinde yapılır ve yapılmalıdır. Böylelikle, bilgi teknolojileri ekibinin proje yönetim uzmanlığı, değişim mühendisliğinin başarılı bir şekilde gerçekleşmesinde önemli bir faktör olarak ön plana çıkar. Martinez (1995) değişim mühendisliğinde kullanılan bilgi teknolojilerinin başarılı olması için bu teknolojilerin değişim mühendisliğinin ortağı gibi kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Bilgi teknolojilerinin, işletmenin değişim mühendisliğinde gösterdiği çabalarındaki etkisi ve rolü Tablo 1.3'te özetlenmektedir.

Tablo 1.3: Değişim Mühendisliğinde Bilgi Teknolojilerinin Rolü

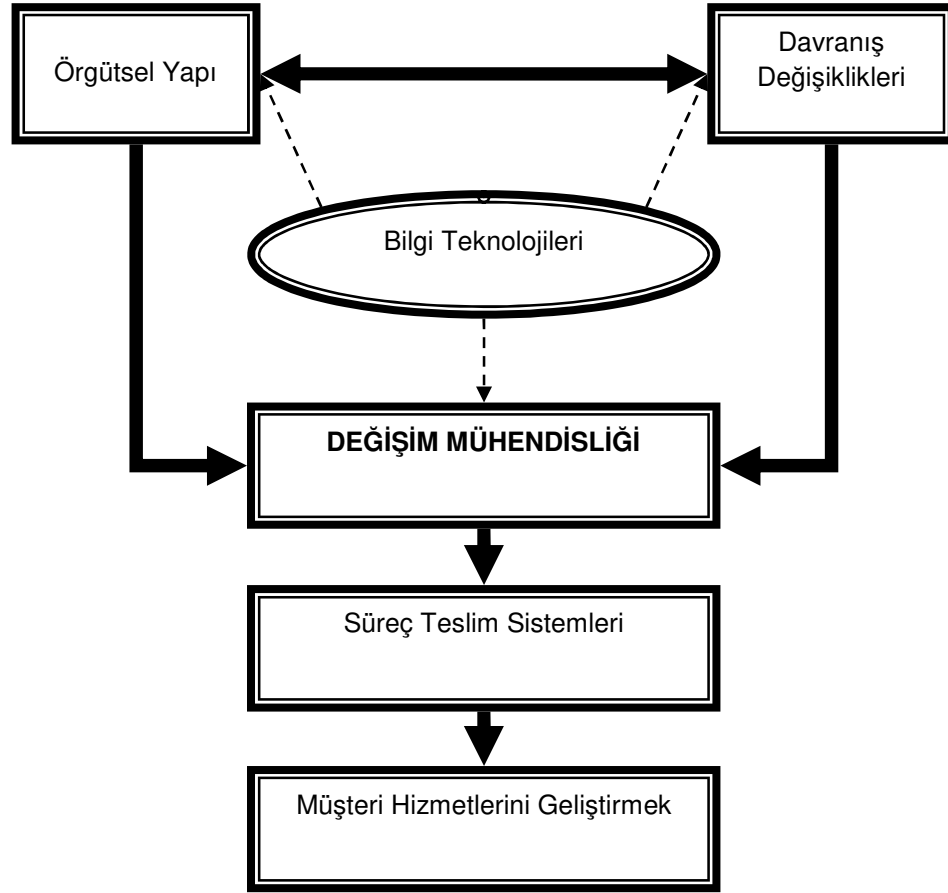
Değişim Mühendisliği Aşamaları	Bilgi Teknolojilerinin Rolü
<i>Analiz Aşaması</i>	Süreç sahibi ve değişim mühendisliği uygulamasını yapan takım ile işbirliği
<i>Tasarım Aşaması</i>	Süreç sahibi, lider ve değişim mühendisliği uygulamasını yapan takım ile işbirliği
<i>Uygulama Aşaması</i>	Süreç sahibi, yönetim kurulu, lider ve değişim mühendisliği uygulamasını yapan takım ile işbirliği

Tablo 1.3'ün devamı...

<i>Genel Sorumluluk ve Liderlik</i>	Destek; proje yönetim uzmanlığı, tasarım ilkeleri, değişim mühendisliği sürecinde önemli adımlar konusunda destek
<i>Değişim Mühendisliği Plan ve Uygulaması</i>	Lider ve değişim mühendisliği uygulamasını yapan takım ile işbirliği
<i>Proje Yönetim Uzmanlığı</i>	Liderlik; Bilgi teknolojisi grubu değişim mühendisliğinin uygulanmasında proje yönetim uzmanlığını sağlamalıdır.
<i>Teknoloji Uzmanlığı</i>	Liderlik; teknik kapasite ve yetenekler değişim mühendisliği uygulamasından önce geliştirilmelidir.
<i>Değişim Mühendisliğine Konu Olan Süreçlerin Tanımlanması</i>	Lider ve değişim mühendisliği uygulamasını yapan takım ile işbirliği
<i>İş Vizyonu</i>	Destek; yeni amaçlar ve vizyon belirlendiğinde, bilgi teknolojisinin kapasitesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynak: Davenport ve Short, 1990; 18

Bilgi teknolojilerinin gün geçtikçe hızlı bir şekilde gelişmesi her alanda olduğu gibi değişim mühendisliğinde de bu teknolojilerin rolünün gelecekte daha önemli hale geleceğinin göstergesidir. Gunasekaran ve Kobu (2002) geliştirdikleri kavramsal modelle bilgi teknolojilerinin önemini vurgulamışlardır. Bu model Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5: Değişim Mühendisliği için Kavramsal Bir model

Kaynak: Gunasekaran ve Kobu, 2002; 2525

Şekle göre, örgütsel yapı ve davranış 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 yapılış metotları 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 sistem modülleri,
2. Süreç modelleriyle, sistemlerin işleyişini etkili kılacak bir sıraya sokulması,

3. Değişim ve büyüme gibi sistem ihtiyaçlarının, hızlı ve etkili bir şekilde yeniden düzenlenmesi ve bilgi teknolojisini genişletmesi
4. Değer katan süreçlerde ve iş yerindeki mühendislik çalışmalarında kontrolün elde tutulması ihtiyaçları doğmaktadır.

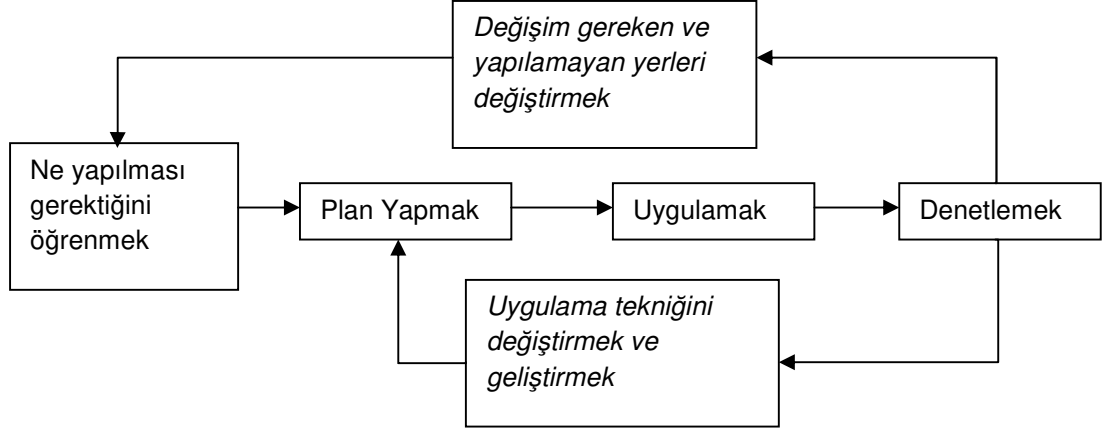
1.3. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİNİN UYGULAMA AŞAMALARI

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; birbirine benzeyen ama birçok farklı adımlarda gerçekleşen değişim mühendisliği uygulama aşamalarının incelendiği görülmektedir. Bunun yanında bu farklılığın nedeni; işletmelerin bulundukları ülkenin siyasi, ekonomik ve ticari yapısı ile bunlardan kaynaklanan kültürel, yönetsel farklılıklar olarak gösterilebilir.

Obolensky (1994), Şekil 1.6'da belirtilen değişim mühendisliği çalışmalarını aşağıdaki gibi özetlemektedir:

- *Ne Yapılması Gerektiğini Öğrenmek:* Değişim mühendisliği uygulamalarına başlamadan önce ya da stratejik bir değişim içinde girmeden önce, değişime uğrayacak yapı ve neden değişimin gerektiği ortaya konmalıdır. Bu ortaya konarken çeşitli analizler, toplantılar yapılarak kavramsal bir gerçeklik ortaya konmaya çalışılır. Bu kavramsal süreçte; değişim ihtiyacı ve örgütün değişimi kaldırabilme yeteneği, paydaşların ihtiyaçlarının nasıl daha iyi karşılanacağı ile iletişim ve planlamayı kolaylaştıracak bir yapının ortaya konması vardır.
- *Plan Yapmak:* Değişimin ikinci aşaması olan bu adımda, uygulamanın ve değişime uğrayacak süreçlerin ve amaçları sağlayacak kaynakların ayrıntıları yer almaktadır. Değişim amaçlarının her biri, proje planının dayandığı bir destek oluşturmaktadır. Kısaca bu aşama, kavramsal olarak birinci aşamada ortaya konmuş düşüncelerin, sistematik bir yapıda düzenlendiği ve proje yönetimi uzmanlığında planlama çalışmalarının yapıldığı aşamadır.
- *Uygulamak:* Yapılan plan çerçevesinde değişim mühendisliği projesinin başarıya ulaştırılması için gerekli aksiyonların yapıldığı aşamadır.
- *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 çalışanlarla iletişim kurarak değişim uygulamalarının nasıl işlediği kontrol edilebilir.



Şekil 1.6: Değişim Mühendisliğinde Dört Adım

Kaynak: Obolensky, 1994; 19

Açıklanan bu dört aşamanın yanında yine şekil 1.6'da italik olarak belirtilen; değişim gereken ve yapılamayan yerleri değiştirmek ve uygulama tekniğini değiştirmek ve geliştirmek; aşamaları da önem taşımaktadır. Bu aşamalar birer geri bildirim mekanizması olarak çalışmaktadır. Süreç içerisinde, kavramsal olarak ya da teknik olarak ortaya çıkabilecek aksaklıkların birbirlerinden ayrışarak, uygun bir aşamadan, yeniden değişim mühendisliği uygulama sürecine dâhil olması sağlanmaktadır.

Tablo 1.4'te değişim mühendisliği uygulama aşamalarına ilişkin literatürde yapılmış çalışmalar derlenerek sunulmaktadır:

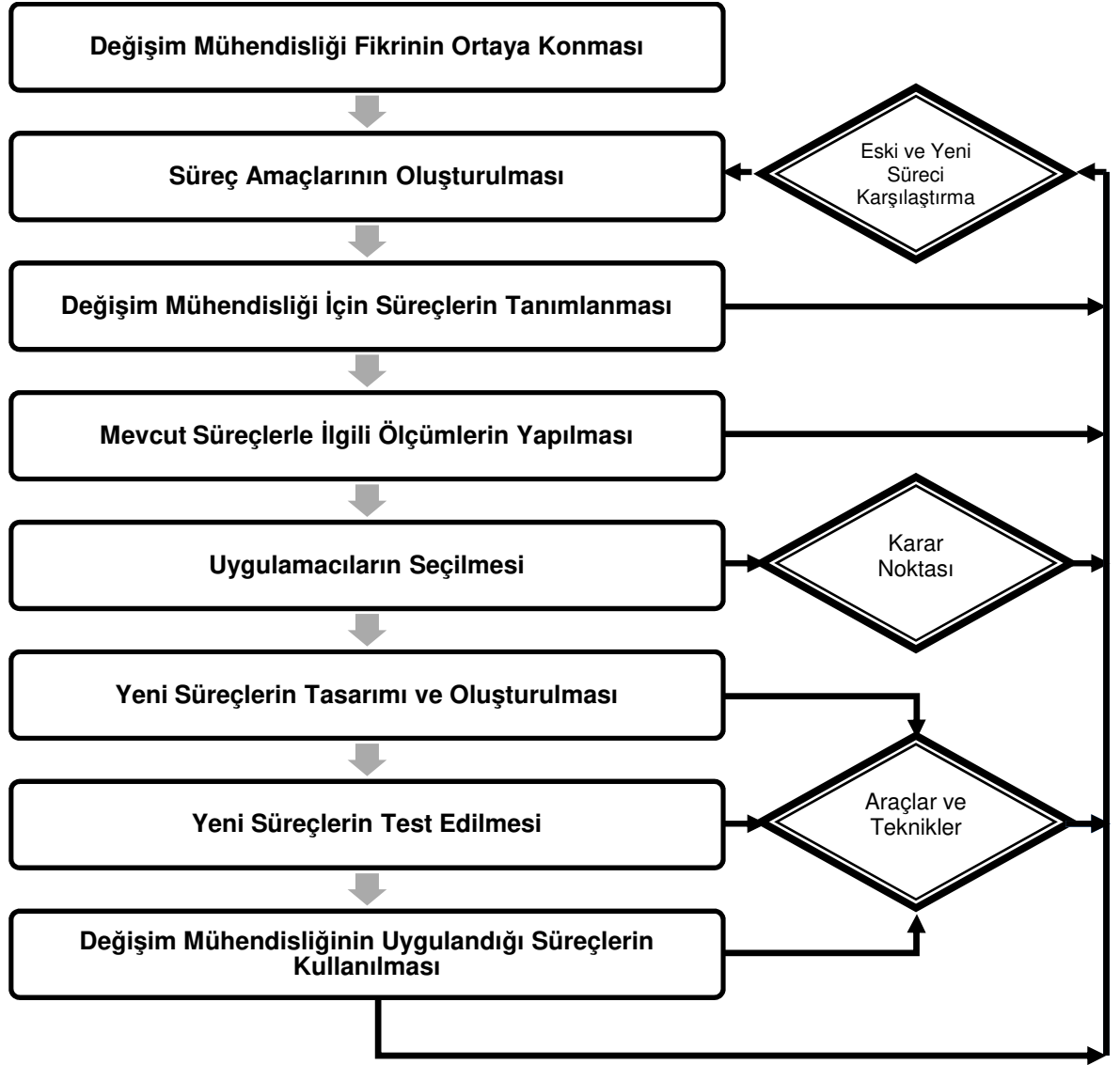
Tablo 1.4: Değişim Mühendisliği Uygulama Aşamaları

Faaliyetler	Yöntemler
Harrison&Pratt (1993)	
1	Müşteri gereksinimlerinin ve süreçler için amaçların belirlenmesi
2	Mevcut süreçlerin haritalanması ve ölçülmesi
3	Mevcut süreçlerin analizi ve değişim ihtiyacının belirlenmesi
4	Değişim Mühendisliği sürecinin tasarımı
5	Değişim Mühendisliği süreci uygulanması
Furey (1993)	
1	Yönergelerin hazırlanması
2	Temel noktaların belirlenmesi ve karşılaştırmaların yapılması
3	Vizyon oluşturulması
4	Problem çözme projelerinin faaliyete geçirilmesi
5	Geliştirmelerin tasarlanması
6	Değişimin uygulanması
7	Sürekli iyileştirmelerin devreye sokulması
Manganelli&Klein (1994)	
1	Hazırlık aşaması
2	Tanımlama aşaması
3	Vizyon belirleme
4	Teknik ve sosyal tasarımın yapılması
5	Dönüşümün gerçekleştirilmesi
Mayer&Dewitte (1998)	
1	Stratejik planın geliştirilip onaylanması
2	İş sistem planının geliştirilip onaylanması
3	Yıllık iş planının geliştirilip onaylanması
4	Süreçler için performans ölçütlerinin oluşturulması
5	Süreç geliştirme projelerinin iş süreçleri üzerine kurulup uygulanması
Childe&Smart&Weaver (1996)	
1	İşletme, üretim ve bilgi teknolojisi stratejilerinin oluşturulması
2	Önemli süreç ya da süreçlerle performans ölçütlerinin tanımlanması
3	Mevcut süreçlerin analizi
4	Yeniden tasarım yapılması ve süreçlere uygulanması
5	Değişimin izlenmesi ve yeni süreçlerde sürekli iyileştirmeler yapılması

Tablo 1.4'ün devamı...

Faaliyetler	Yöntemler
Fitzgerald&Murphy (1996)	
1	Vizyonun ve vizyona ulaştıracak süreçlerin ihtiyaçlarının belirlenmesi
2	Değişim mühendisliğinin uygulanacağı süreçlerin seçilmesi
3	Süreç takımının oluşturulması
4	Var olan iş süreçlerinin tanımlanması
5	Var olan süreçlerden arzu edilen süreçlere ulaşmak için plan yapılması
6	Planın uygulanmaya konulması
7	Plan ve uygulama sonuçlarını karşılaştırılarak başarının ölçülmesi
A.B.D. Savunma Bakanlığı (2003)	
1	Pazara nüfuz etmede işletme kapasitesinin belirlenmesi
2	Geliştirilmesi gereken ana noktaların tanımlanması
3	Ana noktaların gelişiminde maliyet, zaman ve değer analizi yapılması
4	Çarpıcı gelişmeler sağlayacak süreçlerin seçilmesi
5	Ana süreçler için iş akışlarının ve performans seviyelerinin belirlenmesi
6	Esas hedefin seçilmesi
7	Değişimde kullanılacak araçların seçilmesi
8	Araçların önceliklerinin belirlenmesi
9	Değişim planının detaylandırılması ve uygulanması
10	Sonuçların başarı derecesinin izlenmesi
Ping (1995)	
1	Yeni bir planlama ve programlama sisteminin hazırlanması
2	İşletmenin çok basamaklı dikey örgütlenmeyi azaltması
3	Üretim planlama bölümünün; sipariş ulaştırma programlaması, ana üretim planı, ürün yaşam süreleri ve iş 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

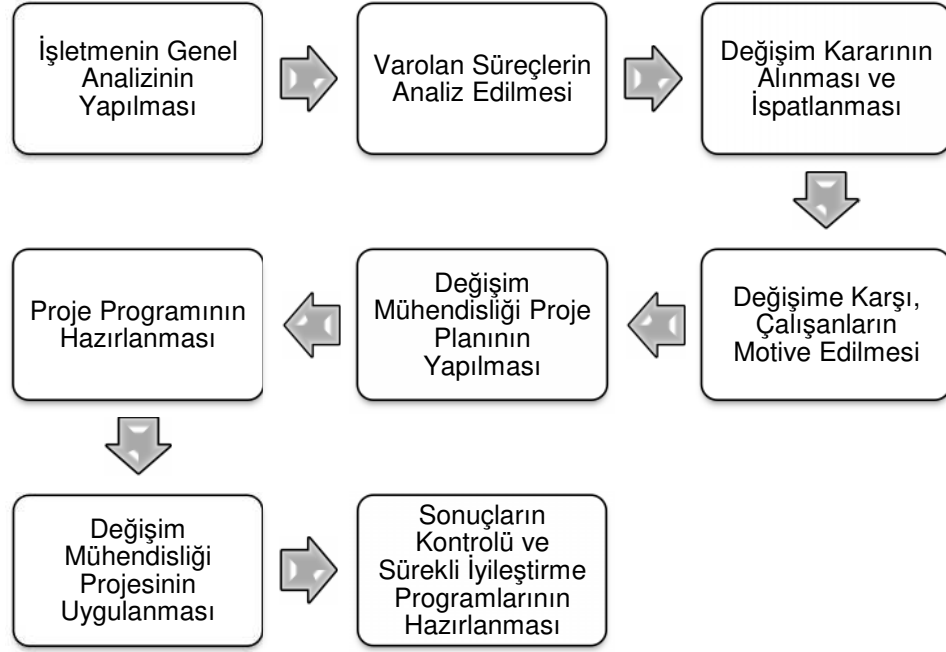
Love ve Gunasekaran (1997) Şekil 1.7’de bu uygulama aşamalarının benzerini oluşturan bir metodolojiyi akış şeması üzerinde belirtmişlerdir.



Şekil 1.7: Değişim Mühendisliği için Akış Şeması

Kaynak: Love ve Gunasekaran 1997; 186

Bu çalışmalar ışığında, şekil 1.8’de, bir değişim mühendisliği uygulama metodolojisi geliştirilmiştir. Bu metodoloji geliştirilirken, önemli bir faktör olan insan ögesi üzerinde durulmuştur. Çalışanların değişimi kabullenmesi ön planda tutularak değişim aşamalarına geçişin sağlanması düşünülmüştür.



Şekil 1.8: Geliştirilen Değişim Mühendisliği Uygulama Metodolojisi

İşletmenin genel analizinin yapılması aşamasında değişimi yönetecek takım farklı fonksiyonlardan oluşan üyeleriyle kurulmalıdır. Daha sonra işletmenin müşteri yapısını belirleyerek beklentilerin neler olduğu tanımlanmalıdır. Buna göre stratejik bir plan oluşturulmalıdır. Olması gereken durum, bu analiz sonucunda belirlenerek ikinci aşama olan var olan süreçlerin analiz edilmesine geçilmelidir. Bu analiz sonucunda işletme durduğu noktayı ve ulaşması gereken noktayı görerek değişim ihtiyacının içeriğini daha kolay belirleyecektir.

Değişimin içeriği belirlendikten sonra, bu değişim ihtiyacı ve kararı işletmenin genel kurulunda meşrulaştırılmalıdır. Bu süreçte, paydaşların da değişim kararına katkı ve desteği sağlanmalıdır. En önemlisi ise süreçlerle birebir ilişki içinde olan 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 karşılaştırılması, kullanılacak teknikler, işgücü maliyet

hesaplamaları ve en önemlisi zaman hesaplamaları gibi ölçümler yapılarak program dâhilinde uygulama aşamasına geçilir. Uygulama sonucunda ortaya çıkan performans ile hedef karşılaştırılarak başarı durumu ortaya konulur. Bu aşamadan sonra süreçlerin, sürekli iyileştirme programına dâhil edilerek güncel kalması sağlanır.

Değişim mühendisliğinin başlangıcından sonuna kadar sürdürülmesi gereken önemli bir unsur, değişim konusundaki kararlılığın devamıdır. Bu yalnızca tepe yönetiminin kararlılığı ile değil, tüm yönetim kadrosunun ve tüm organizasyon üyelerinin kararlılığı ile değişim mühendisliği en doğru ve tek çözüm olarak görebilmeleri ile önem kazanır (Bolat vd., 2008; 260).

1.4. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARININ GERÇEKLEŞMESİNİ SAĞLAYACAK ELEMANLAR

Değişim Mühendisliği geleneksel iş projeleri gibi belirlenmiş hedeflere açık bir planla devam eden projeler değildir. Aksine Hammer ve Stanton'un (1995) belirttiği gibi, "bilinmeyene yapılan bir yolculuk"tur. Bilinmezlik içerisinde birçok alternatif bulunmaktadır ve her alternatif başka olasılıkları doğurmaktadır. Bu belirsizlik ve olasılıkların yoğun olduğu ortamda hızlı bir ilerleme ile değişimin gerçekleşmesi gerekmektedir. Buna göre iyi bir değişim mühendisi, değişim mühendisliği kapsamında gidilen yöne doğru kontrollü bir ilerlemeyi sağlayabilecek yetenekte olmalıdır. İyi bir değişim mühendisinin taşıması gereken özellikler aşağıda özetlenmektedir: (Hammer ve Stanton, 1995: 39)

- Değişim mühendisi, süreç odaklı düşünüp bütünü kavrayabilecek düşünce yapısında olmalıdır. Görevlerin birleşerek süreçleri, süreçler ve kurum tasarımının bir araya gelerek işletmenin bütünü oluşturduğunu kavrayabilmelidir.
- İş yapma becerisine sahip olmakla beraber işleri yaparken yaratıcılığını ön planda tutabilmelidir.
- Değişime karşı olumsuz olmamalıdır.
- Belirsizlik ortamında ilerlerken çıkabilecek olumsuzluklara rağmen değişimden vazgeçmemelidir.
- Süreç içerisinde değişime karşı olanları ya da projeyi yarı yolda bırakmayı tercih edenleri ikna edebilme gücüne sahip olmalıdır.

- Ekip çalışmasına yatkın ve iletişim becerileri kuvvetli kişiler olmalıdır.

Bu özellikleri taşıyan kişilerin oluşturacağı değişim mühendisliği proje ekibi, başarıya giden yolda önemli bir adım olacaktır. Hammer ve Champy (1994) değişim mühendisliğinin temel yol göstericisi olarak verdikleri eserde, aşağıda belirtilen rollerin değişim mühendisliği proje ekibi içerisinde ortaya çıktıklarından bahsetmektedirler:



Şekil 1.9: Değişim Mühendisliği Proje Ekibi Elemanları

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

1.4.1. Lider

Lider, değişimi sağlayan ve çalışanları değişim mühendisliği uygulamasının sonucunda oluşacak radikal değişikliklere hazırlayan ve çalışanları ikna yetenekleri olan bir kişi olmalıdır (Hammer ve Champy, 1994: 94). Değişim Mühendisliğinin başarılı olabilmesi için işletmenin üst düzey yöneticileri tarafından yönetilmesi gerekir. Çünkü liderin değişim mühendisliği uygulaması için kullanılabilecek kaynaklar konusunda yetkili biri olması, diğer bölümler arasında çıkabilecek olası çatışmaları engellemek açısından yarar sağlayacaktır. Bunun yanında, her lider yönetici olabilir ancak her yönetici lider özelliği taşımayabilir. Doğan (2007) eserinde bir lideri diğerlerinden ayıran ancak toplumdan topluma, kültürel, ekonomik ve sosyal yapıya göre değişiklik gösteren nitelikleri aşağıdaki gibi özetlemektedir (Doğan, 2007: 250):

- **Fiziksel Özellikler:** Boy, ağırlık, görünüş ve enerji gibi.
- **Kişisel Özellikler:** Egemen olabilmek, 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) değişim mühendisliği çalışmaları için liderin genel olarak taşıması gereken özellikleri aşağıdaki gibi sıralamaktadırlar.

- Lider, işletmedeki her şeyi doğru hale getirme isteği içinde olmalıdır.
- Lider, vizyon yaratmalı ve çalışanları değişim mühendisliği çalışmalarına adapte etmelidir.
- Lider değişim mühendisliği projesinin, mutlaka sonuca ulaştırılması gereken ciddi bir çaba olduğunu tüm çalışanların anlamasını sağlamalıdır.
- Lider, değişim Mühendisliği uygulamasına yardımcı olacak bir ortam yaratmalıdır.
- Lider, süreç sahibini ve değişim mühendisliği takımını, görevlerini yerine getirmeleri için teşvik ederken aynı zamanda bu görevleri yerine getirmede destekleyici olmalıdır.
- Lider, çok yönlü olmalıdır. İşletme içinde çalışanlarına ve işletme faaliyetlerine, işletme dışında ise müşterilere yönelebilmelidir.

Bir takım çalışması olan değişim mühendisliği uygulamalarında, en önemli noktada olan liderin diğer değişim mühendisliği elemanlarını planlama, koordine etme, güdüleme, yönlendirme yeteneği ile kritik bir başarı faktörü sağlanmış olacaktır. Hammer ve Stanton (1995)'a göre lider, tüm bunları sağlarken söylenen sözleri ifade eden *işaretleri*, liderin kendi verdiği işaretleri vurgulamak için yaptığı kişisel davranışlarını ifade eden *sembolleri* ve kurum içindeki kişilere değişim mühendisliği mesajını vurgulamak için kullandığı yönetim *sistemlerini* kullanmalıdır.

1.4.2. Süreç Sahibi

Süreç odaklı işletmelerle geleneksel işletmeler arasındaki görünür farklardan birisi de süreç sahibidir. Yönettikleri sürece karşı sorumlulukları olan süreç sahipleri, işletmenin süreçlerine duydukları bağlılığın en somut göstergesidir. Bunu başarmak için süreç sahiplerinin süreç tasarımı, sürecin performans ölçümünü ve hatta çalışanların eğitimi için gereken yetki ve sorumlulukla donatılmaları gerekmektedir.

Değişimin mühendisliğinin uygulama aşamalarında belirtildiği gibi, değişim mühendisliğinin uygulanacağı süreçler belirlendikten sonra, lider tarafından bu süreçlerde uygulamayı yönlendirecek süreç sahipleri saptanır.

Süreç sahibi, değişim mühendisliği uygulamasından sorumlu olan etkili ve güvenilir bir orta kademe yönetici olabilir. Bununla beraber süreç sahibinin asıl görevi, değişim mühendisliğini uygulamak değil uygulanmasını sağlamaktır. Liderle arasında fark, sahip oldukları yetki ve sorumluluğun boyutlarındadır. Lider büyük çapta değişim mühendisliğinin uygulanmasını sağlarken, süreç sahibi daha küçük çapta yani süreçler seviyesinde uygulanmasını sağlamaktadır (Hammer ve Champy, 1994: 99). Bu uygulamaların yapılması için süreç sahibinin bir değişim mühendisliği ekibi oluşturması ve bu ekibin görevleri yerine getirebilmesi için gerekli her şeyi sağlaması gerekmektedir. O'Neill ve Sohal'in (1999) çalışmalarında belirttiği gibi süreç sahibi, özellik gösteren süreçlerin değişim mühendisliği uygulamasından geçmeleri için sorumluluk ve yetki verecek kişidir.

Değişim mühendisliğinin uygulanmış olması süreç sahibinin görevinin sona erdiği anlamına gelmez. Hammer ve Stanton (1999), süreç sahipliğinin iki nedenden ötürü kalıcı bir rol olarak üstlenilmesi ve yapılması gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu nedenlerden ilki, süreç tasarımının iş ortamının değişimi olarak bir evrime ihtiyaç duyması ve süreç sahibinin de bu evrime rehber olması gerekliliğidir. İkinci neden ise, güçlü bir süreç sahibinin olmayışı, eski süreç yapısının ilerleyen zaman içerisinde tekrar ortaya çıkmasına sebebiyet verecek olmasıdır. Süreçleri gerçekleştirmek için her zaman bir süreç sahibine ihtiyaç duyulacaktır.

1.4.3. Değişim Mühendisliği Ekibi

Süreçlere uygulanacak değişim mühendisliği faaliyetleri çalışanların desteğine ve itici gücüne, aynı zamanda da teknolojinin uygun bir işletme yapısıyla yönetilmesine ihtiyaç duyar. Çalışanların önemi göz önünde tutularak değişim mühendisliği ekibinin kritik bir rol oynadığı kabul edilmelidir. Süreçlerin değişiminin gerçekleşmesi kültürel değişimi de beraberinde getirebileceğinden, değişim mühendisliği ekibinin üst yönetim tarafından yetkilendirilmesi, değişime karşı direnci kırabilecek bir unsur olacaktır. Aynı zamanda bu ekip, değişimi gerçekleştirecek bir değişim mühendisliği unsuru olduğundan, fikirleri ve planları üreten ve genellikle gerçeğe dönüştüren bir etkiye sahiptir (Hammer ve Champy, 1994: 102).

Değişim mühendisliği ekibi tek bir süreç üzerinde çalışır. Bunun nedeni değişimin üzerinde yoğunlaşılması gereken faaliyetlerden oluşması olarak söylenebilir. Eğer birden fazla süreç üzerinde çalışılması durumu söz konusuysa, her bir süreç için ayrı değişim mühendisliği ekibi kurmak gerekecektir. Ekibi oluşturan çalışanları da iki farklı görev ve etkide görebilmek mümkündür. Bunlardan ilki *içerdekiler*, değişim mühendisliğinin uygulanacağı sürecin içinde olanlar yani sürece karşı bilgi sahibi ya da sürecin bir parçası olanlardır. Ekibin bu kısmını oluşturan kişilerin bilgilerinin ve deneyimlerinin yanında, ekip içerisindeki diğer çalışanlara karşı güven vermeleri önemlidir. İkinci olarak *dışarıdakiler*, değişim mühendisliğinin 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 bakış açıları sayesinde ekibin yaptığı çalışmalara daha farklı bakış açıları kazandırabilirler (Hammer ve Champy, 1994: 100).

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

1.4.4. İdare Komitesi

Değişim mühendisliği çalışmalarının yönetim yapısında isteğe bağlı olarak yer alan idare komitesi, organizasyonun genel değişim mühendisliği stratejisini planlar. Süreç sahipleri ve üst düzey yöneticilerden oluşan bu komiteye lider başkanlık etmektedir (Hammer ve Champy, 1994: 104).

İdare komitesi, değişim mühendisliği stratejisinin planlanmasından başka, diğer değişim mühendisliği projeleri arasındaki öncelikleri belirleme ve projeler arası kaynak tahsisi konularında karar verme, süreç sahipleri ve değişim mühendisliği ekibinin çözüme ulaştıramadığı 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 değişim mühendisliği projesinin başarıya ulaşmasına katkı sağlar (Hammer ve Champy, 1994: 105).

1.4.5. Değişim Mühendisliği Çarı

Lidere bağlı olarak çalışan 'çar', değişim mühendisliği çalışmasının bir bütün olarak başka bir deyişle değişim mühendisliğinin tüm örgüt içinde aktif bir şekilde yönetilmesi konusunda lidere yardımcı ve destek olan bir unsurdur. Değişim mühendisliği çarının iki işlevi vardır (Hammer ve Champy, 1994: 105):

- Her bir süreç sahibi ile değişim mühendisliği ekibini destekleyip çalışabilmelerini sağlamak,
- Devam etmekte olan değişim mühendisliği faaliyetlerini koordine etmek.

Lidere bağlı olarak değişim mühendisliği personelinin başkanı olan değişim mühendisliği çarı bunun yanında (Hammer ve Champy, 1994: 106);

- Değişim mühendisliği çalışmalarında deneyimli olan ve işletmenin değişim mühendisliği tekniklerinin koruyucusu olarak deneyimlerini süreç sahiplerine aktarır ve süreç sahibine karşılaşılabileceği konu ve problemler hakkında tavsiyelerde bulunur.
- Kendi işletme içi ve dışı deneyimleri sayesinde, değişim mühendisliği ekibinde "içeridekiler"ın seçilmesinde ve ayrıca "dışarıdakiler"ın saptanması ve sağlanması konularında yardımcı olur.
- Değişim mühendisliği uygulamasında görev alan başta süreç sahibi olmak üzere, takım elemanlarının değişim yolundan sapmalarını azaltır.
- Süreç sahipleri arasında çıkabilecek olası tartışmaları idare komitesi gibi yatıştırıp uzlaştırmayı sağlar.
- Üretim aşamasında önem arz eden sipariş sağlama ve malzeme alım süreçlerinin koordinasyonu aşamasında süreç sahipleriyle yakın diyalog kurarak gerekli işlerin yapılmasını sağlar.

Daha çok süreç sahibinin üzerinde kontrol ve müdahale etkisi bulunan ve meydana gelebilecek sapmaları ileriki safhalarda darboğaz meydana getirmemesi için düzelten 'çar'ın görevinin bir kısmı da işlerin yürümesi için gerekli altyapıların hazırlanmasını sağlamaktır. Bu altyapıları gerek teknolojik altyapı, iletişim altyapısı gerekse çalışanlarla ilgili; kariyer sahibi olma ve gelecekteki iş korkusu,

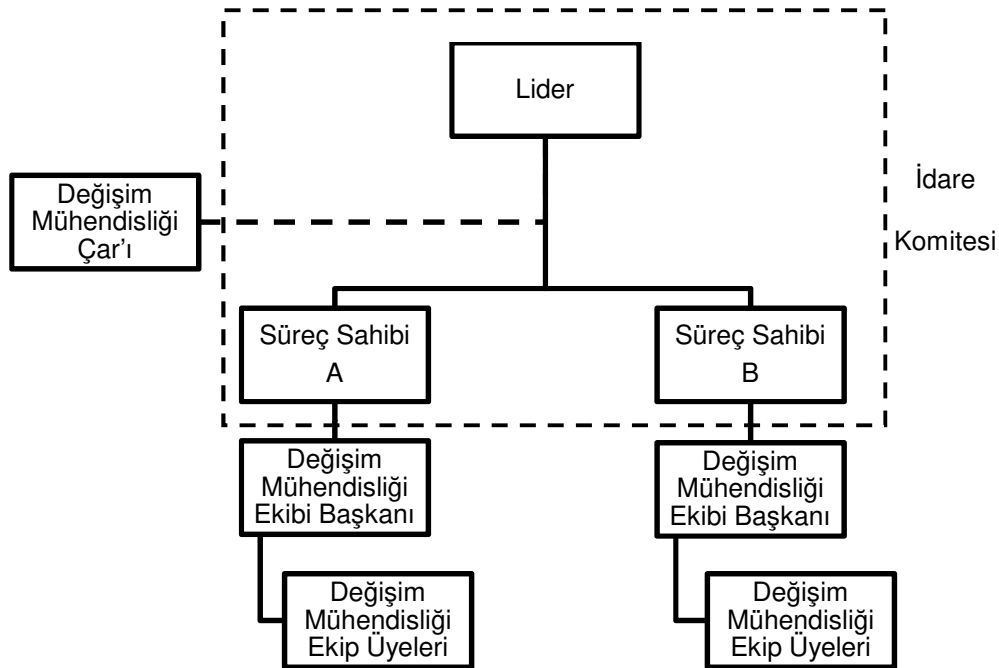
ücretlendirme, çalışanların iş stresini azaltma ve motivasyonlarını sağlama gibi; duygusal altyapı olarak sıralamak mümkündür.

1.4.6. Müşteriler

Değişim Mühendisliği uygulamalarının sonucunda ortaya çıkacak yarar hem işletmenin *iç müşterileri* olan çalışanları hem de *dış müşterilerini* ilgilendirmektedir. Bunun için değişim gerçekleşirken bir bütün olarak müşteri istek ve ihtiyaçlarını göz önüne almak gerekmektedir.

İç müşterilerin çalışma ortamlarının ergonomik olması ve yapılan işlerin iyi etüt edilmesi sürecin daha verimli bir şekilde işlemesini sağlayacaktır. İç müşteriler, değişim mühendisliği ekibine dâhil olabilecekleri gibi dışarıdan bilgi kaynağı olarak da destekçi olabilirler. Dış müşteriler ise işletmenin devamını sağlayacak önemli bir unsurdur. Dış müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının iyi analiz edilmesi, ihtiyaçların çeşitlilik göstermesi ve giderilme zamanlarındaki kısılmalar gibi unsurlar işletmenin değişime olan ihtiyacının belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

Değişim Mühendisliği uygulamalarının gerçekleşmesini sağlayacak elemanlar için, yukarıda yapılan açıklamalar ışığında, bir organizasyon şeması önerilmiştir. Oluşturulan bu organizasyon şeması Şekil 1.10'da görülmektedir:



Şekil 1.10: Değişim Mühendisliği Elemanlarının Organizasyon Şeması ile Gösterimi

1.5. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ PROJELERİNDE KULLANILAN TEKNİKLER

Kettinger vd. (1997) değişim mühendisliği çalışmalarında kullanılan tekniklerle ilgili yaptıkları çalışmada bu teknikleri 11 kategoride sınıflamıştır. Bu sınıflamalar değişim mühendisliği tekniklerini anlama ve öğrenme açısından alt sınıflara da ayrılmış olup aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- *Proje Yönetimi*: Bütçeleme, Proje Programlama (PERT, CPM, Gantt)
- *Problem Çözme Teknikleri*: Balık Kılçığı Diyagramı, Pareto Diyagramı, Öğrenme Eğrileri
- *Müşteri İhtiyaçları Analizi*: KFG (Kalite Fonksiyon Göçerimi), Kıyaslama (Benchmarking), Odak Grup Çalışmaları (Focus Group)
- *Süreç Modelleme*: Süreç Akış Diyagramları, IDEF, Rol Diyagramı, Etkileşim Modeli
- *Süreç Ölçümü*: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, İstatistiksel 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
- *İş 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, İş Tasarımı, Takım Kurma Teknikleri
- *Değişim 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 olduğunu belirtmişlerdir.

Proje Yönetimi tekniğinin rolünü Şekil 1.11'deki gibi özetleyen Reijers (2003), "Teknik Uğraşlar"ın mevcut düzende radikal bir değişiklik yaparak süreçlerin yeniden tasarılanmasında büyük zorluklar yaşatabileceğinden ve "Sosyo-Kültürel Uğraşlar" için ise değişimi başarıya götürebilecek ya da onun karşısında muhalif olarak durabilecek insan olgusunun etkin yönetiminden bahsetmiştir.



Şekil 1.11: Değişim Mühendisliği Girişiminin Bileşenleri

Kaynak: Reijers, 2003; 16

Reijers (2003), tüm bu uğraşların ve görevlerin (tasarım, ölçme, geliştirme – değişime hazırlama, değişimi açıklama, motive etme) proje yönetimi tekniği çatısı altında yönetilmesinin değişim mühendisliği uygulaması açısından olurlu olacağını belirtmiştir.

Değişim Mühendisliği uygulamalarında kullanılan yöntemlerle ilgili olarak 1993 – 2000 yılları arasında yapılan çalışmaları inceleyen Gunasekaran ve Kobu (2002)'ya ek olarak yine aynı yıllar içerisinde yapılan bazı çalışmalar da eklenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan modellerin hangi alanlarda kullanıldıkları ve çalışmanın yazarları Tablo 1.5'teki gibi belirtilmiştir:

Tablo 1.5: 1993 – 2000 Yılları Arasında Uygulanan/Geliştirilen Değişim Mühendisliği 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)
İşletme uygulamaları	Simülasyon	Meinhardt (1995)
İşletme 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 şemalar	Semmel ve Winkler (1995)
İnsan kaynakları fonksiyonunun yeniden tasarımı	Kavramsal modeller	Kesler (1995)
Rekabetçi üretim modeli için işletme entegrasyonu	Nesneye dayalı model	Rolstadas (1995)
Taşıt 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)
İletişim sektöründe şebeke 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 değişim mühendisliği uygulaması	Petri-Şebeke modeli	Van der Aalst ve Vanhee (1996)
Süreç değişim mühendisliği	Meta analizi ile modelleme oluşturulması	Jarzebek ve Link (1996)
Süreç tasarımı	Değişim mühendisliği karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1996)
Sipariş 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 işçi verimliliği	Simülasyon	Lyu (1996)
Grup ve bireyler arası bilgi akış sürecinin otomasyonu	Bilgi akış modeli ve simülasyon	Hsu ve Kleissner (1996)
Akıllı banka değişim mühendisliği sistemi	IDEF tekniği kullanılarak bilgi tabanlı sistem	Min vd. (1996)
İş akış yönetimi	İş akış değişim mühendisliği metodolojisi	Sharon vd. (1997)
Yazar kasa makinesi, yararı 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)
Sağlık ocakları düzenlemesi	Esnek sistem metodolojisi	Chan ve Choi (1997)
Genel değişim mühendisliği uygulaması	Bilgi teknolojileri	Wyatt ve Kletke (1997)
İş süreç modellemesi – otel müşteri hizmetleri	Nesneye dayalı model, bilgi teknolojileri	Wang (1997)
Üretim sistemleri	IDEF, Hücresel üretim	Jones vd. (1997)
Kamu hizmetleri	Karar destek sistemleri	Aldowaisan vd. (1997)
İş süreçleri değişimi	IDEF ve KFG (QFD)	Kettinger vd. (1997)
Değişim mühendisliği 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)
Değişim mühendisliği, iş süreçleri entegrasyonu	Bilgi Teknolojileri	Teng vd. (1998)
Tedarik zinciri süreci	Simülasyon	Fowler (1998)
Karakol nezaret süreci	Simülasyon	Greasley ve Barlow (1998)
Değişim mühendisliği, süreç analizi	Süreç iş akış modeli	Castano vd. (1999)
Finansal hizmetler	Bilgi teknolojileri (ERP)	Larsen ve Myers (1999)

Tablo 1.5'in devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Değişim mühendisliği, değişim 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 çalışmalar listesine ek olarak 2001 – 2009 yıllarında yapılan çalışmaların listesi de Tablo 1.6'daki yapılmıştır. Böylelikle Değişim Mühendisliği'nin ortaya çıktığı 1993 yılından günümüze kadar literatürde yapılan uygulamalarda kullanılan tekniklerin bir envanteri çıkarılmıştır.

Tablo 1.6: 2001 – 2009 Yılları Arasında Uygulanan/Geliştirilen Değişim Mühendisliği Modelleme Teknikleri

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
İş 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-ış, B2B dönüşümü	Simülasyon	Vuksic vd.(2002)
Yolcuların uçağa alınma sürelerinin kısaltılması	Simülasyon	Landeghem, Beuselinck (2002)
İş süreçleri planlaması	Karar destek sistemleri, bulanık değişkenler	Völkner ve Werners (2002)

Tablo 1.6'nin devamı...

Uygulama Alanı	Teknik ve Araçlar	Yazar
Üretim işletmeleri	IDEF 0	Jang (2003)
Amerikan Ordusu, yemek sektörü ve bilişim sektörü	Grup destekli karar verme sistemi	Dennis vd. (2003)
İnşaat sektöründe değişim mühendisliği	Kavramsal modelleme	Cheng ve Tsai (2003)
İş süreçleri analizi	Bulanık mantık, bulanık bilişsel haritalama	Xirogiannis ve Glykas (2004)
Tedarik zinciri, e-iş dönüşümü	Kavramsal Model (Delta Model)	Tang vd. (2004)
Süreç planlama ve programlama	Kısıtlar teorisi	Schaefers (2004)
İş entegrasyonu ve örgütsel gelişme	İş akış değişim mühendisliği metodolojisi	Kumar ve Strehlow (2004)
Petrol rafinerisi süreç yenilemesi	IDEF 0	Bevilacqua vd. (2005)
Bilgi sistemleri uygulaması	Kavramsal modelleme	Sarker vd. (2006)
Belediye iş süreçleri yeniden tasarımı	Analitik hiyerarşi süreci	Mansar vd. (2006)
İş süreçleri modelleme ve analizi	Grafik analizi, matematiksel modelleme	Gao ve Li (2006)
Süreç modellemesi	Kavramsal modelleme, simülasyon	Ryan ve Heavey (2006)
İş süreci geliştirme	Çok amaçlı optimizasyon algoritması (NSGA2)	Vergidis vd. (2006)
İş akış süreci modellemesi	Kavramsal iş akış modellemesi	Sun vd. (2006)
İş süreçleri modellemesi	Simülasyon	Melao ve Pidd (2006)
Değişim mühendisliği uygulama planlaması	İş akış 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	İş akışı 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 çoğunlukla kullanıldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu çalışmada da kullanılacak simülasyon tekniği ise, yine kullanım oranı yüksek ikinci çalışma olarak literatürde yerini almaktadır.

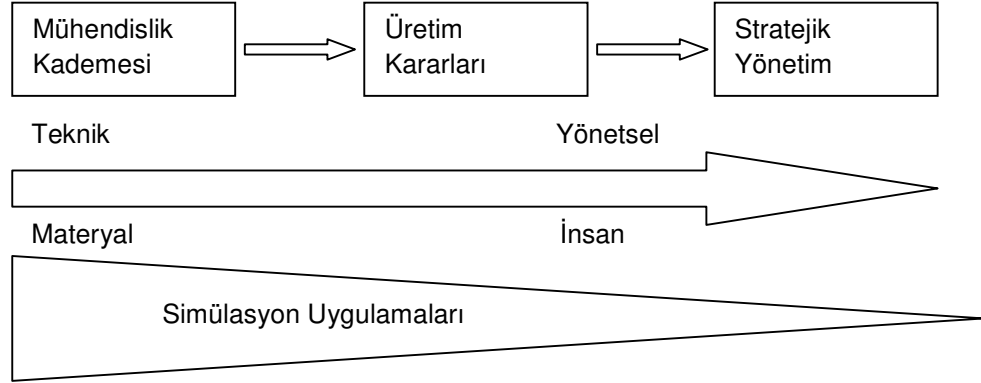
Tablo 1.7: Değişim Mühendisliğinde Kullanılan Tekniklerin Kullanım Özeti

Teknikler	Kullanım Oranı	Tekniğin Temel Özellikleri
Kavramsal Modeller, Karar Destek Sistemleri	% 28.1	▪ Son kullanıcılar tarafından kolay anlaşılır. ▪ Sistem bütün olarak modellenir, ▪ Süreç daha az doğrulukla bir araya getirilir.
Simülasyon Modeli	% 26.5	▪ Daha yüksek doğrulukta modelleme yapılır. ▪ Kurulan modelin yapabilirliğiyle kısıtlanmıştır. ▪ Değişim mühendisliğinin stratejik sonuçlarını modellemek zordur.
Nesneye Dayalı Model	% 12.7	▪ Son kullanıcılar tarafından anlaşılması zordur. ▪ Sistemin bütünü bir parçası tarafından kısıtlanmaktadır. ▪ Özel modellemeye imkân verir. ▪ Değişim mühendisliğinin stratejik sonuçlarını incelemek zordur.
Bilgi Tabanlı Model	% 12.6	▪ Bilgi işlem sistemleridir. ▪ Kullanımı kolaydır. ▪ Uygulama seçenekleriyle sınırlıdır.
IDEF Modeli	% 11.3	▪ Anlaşılması kolaydır. ▪ Tüm sistemi modelleme avantajı sağlar. ▪ Stratejik sonuçları ele almaz.
Ağ Modeli	% 8.8	▪ 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 tekniği, değişim mühendisliğine başlarken yeniden tasarımı yapılan sürecin sistem içerisindeki performansının öngörüsünü sağlamada ve bu öngöründen 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 iş süreçlerinin daha somut bir şekilde izlenmesini sağlayan simülasyon tekniği, tüm kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmaktadır.

Simülasyon tekniği işletmenin bütün hiyerarşi kademelerinde kullanılabilir. Ancak bunun kullanımı her kademede aynı şekilde değildir. Bu durum Fowler (1998)'ın eserinden aşağıdaki şekildeki gibi uyarlanarak gösterilebilir:



Şekil 1.12: Simülasyon Uygulamalarının Sistem İçerisindeki Kullanımı

Kaynak: Fowler, 1998; 1032

Greasley ve Barlow (1998) eserlerinde değişim mühendisliği projelerinde iş süreçlerinin simülasyon tekniği kullanılarak öngörü yapılmasının;

- İş süreçlerinin anlaşılmasını,
- Değişim sürecinin tanımlanmasını,
- Süreç vizyonunun geliştirilmesini,
- Yeni sürecin tasarlanmasını ve prototipinin hazırlanmasını,
- Teklif edilen değişime 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 geliştirmede kullanılan rastlantısal değişkenlerin etkisini ortaya koyar,
- Değişim mühendisliğinin 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 yaşanacak 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 uçağa alınış zamanlarının azaltılması için sürece değişim mühendisliği uygulamışlar 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 uygulamışlardır. 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 etkileyeceğidir.

Lee ve Elcan (1996) ise bir telekomünikasyon şirketinin teknoloji gelişimi yaparak ana süreçlerine uyguladıkları değişim mühendisliği projesini eserlerinde incelemişlerdir. Bu projenin amacı, müşteri sadakatini geliştirmek, maliyet etkinliği sağlamak ve verilen hizmetin verimliliğini artırmaktır. Bunun için SimProcess programında süreçlerin modellemesini yaparak değişimden sonra amaçlarına ne kadar ulaşacaklarının öngörüsünü yapmışlardır. Giannini vd (1997) de yine SimProcess bilgisayar yazılımını kullanarak bir kamu hizmet işletmesi için telefon santral süreçlerinin ve iş akışının değişimini gerçekleştirmişler, böylelikle gelirlerin ve müşteri memnuniyetlerinin yükselmesini ve kaynak kullanımının optimize edilmesini sağladıklarını öngörmüşleridir. 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 önermişlerdir. Chan ve Jiang (2001) bir saat üreticisi firmanın, süreç alternatifleri arasından Esnek Üretim Sistemlerini, üretim hattından başlayarak montaj, paketleme ve dağıtım süreçlerine uygulayacağı değişim kararı ile ilgili olarak, değişim 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 değişim mühendisliği projelerinde de simülasyon tekniğinin kullanılabileceğinin ve bu tekniğin avantajlarının bilgi teknolojilerini kullanılarak nasıl daha hızlı bir şekilde geri dönüşüm kazandığının altını çizmişlerdir.

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 değişim mühendisliği uygulamışlardır. Çalışmanın sonucu olarak karmaşık süreçlere değişim mühendisliği uygulanmasında kullanılan simülasyon tekniğinin öneminden bahsetmişlerdir. Ayrıca, kullanılacak bilgi teknolojileri ile beraber sistemi oluşturan parçaların her biri arasındaki ilişkiyi ve bir bütün olarak sistemi analiz etmeyi sağlayarak gerçek iş akışına benzer sonuçlara ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

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

Değişim 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 oynadığının ve böylelikle teknik ve örgütsel anlamda yatırımın ger dönüşünün önceden tahmin edilebildiğinin ve finansal risklerin en aza indirilebildiğinin altını çizmişlerdir.

Paul vd. (1999) eserinde, değişim mühendisliği 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 değişime 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 bütünü oluşturulan bölümler, kendi iş performanslarını görmek açısından pilot bir uygulama şeklinde kısmi bir model kullanabilirler.
- Modelleme araçları, sürecin modellemesine katkıda bulunan tanımlı kullanıcılar tarafından kolaylıkla kullanılabilir olmalıdır.

Bu iki kategoriye ayrılmış 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 yapmışlar 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 işin 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), değişim mühendisliği projelerinde simülasyon modellerinin ve programlarının oluşturulması aşamasında, o 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. DEĞİŞİME GÖSTERİLEN DİRENÇLE BAŞA ÇIKMA İLKELERİ

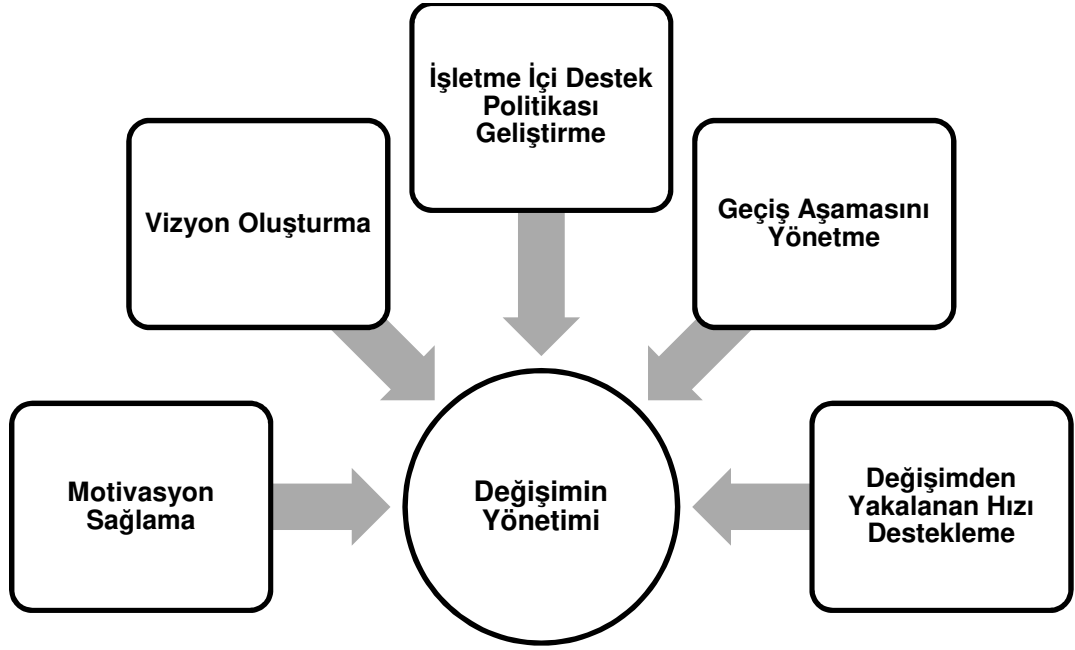
Değişim Mühendisliği'nin gerçekleşmesinin en üst kademedan en alt kademeye doğru olduğu göz önüne alındığında; bir üst yöneticinin, orta ve alt kademelerin bakış açılarına yön vermesi ve onların tepkili hareketlerini en aza indirmeye çalışması gerektiği söylenebilir. Alt kademe çalışanları bulundukları işlev ve bölümlerle sınırlı olduklarından kendi bölümlerinde karşılaştıkları problemlerin çözümündeki başarıyı, sürecin bir bütün olarak görülmesinde sergileyemeyebilirler. Bu nedenle değişim 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), “karşı devrimciler” olarak adlandırdıkları, değişim mühendisliğine muhalif olan kişi ya da grupların değişime karşı geliştirdikleri savunma mekanizmalarını aşağıdaki gibi özetlemektedir:

- Değişim mühendisliği işe yaramaz.
- Değişim mühendisliği yeni bir şey değil.
- Değişim mühendisliği yeterince radikal değil.
- Değişim mühendisliği tehlikeli ve insanlık dışı.
- Biz farklıyız.
- Buna gücümüz yetmez.
- Bunu zaten yıllardır yapıyoruz.
- Değişim mühendisliği küçülmeye verilen yeni bir addan başka bir şey değil ve küçülme işe yaramıyor.
- Değişim mühendisliği büyüme sağlamıyor.
- Değişim mühendisliği mantıktan başka bir şey değil.

Çalışanların ve genel olarak insanların büyük bir değişim karşısında direnç göstermeleri kaçınılmaz bir tepkidir. Üst yönetim, işte bu problemin çözümünde önemli bir role sahiptir. Hammer ve Champy (1994) dirençle başa çıkmanın ilk adımını insanların direnç göstermesini beklemek ve bunun çalışmaya engel olmasına izin vermemek olduğunu belirtmiştir. Böylelikle değişim aşaması daha problemsiz bir şekilde aşılmış olur.

Cummings ve Huse (1989)’a göre, değişimin yönetilmesinde etkili olacak beş kategori; değişime motivasyon sağlama, vizyon oluşturma, işletme içi politik destek geliştirme, geçiş aşamasını yönetme, değişimden yakalanan hızı destekleme şeklinde sıralanmaktadır (Akt: Grover vd., 1995; 113). Bu kategoriler Şekil 1.13’te de görülebilir.



şekil 1.13: Değişimin Yönetilmesinde Etkili Olacak Kategoriler

Bunun yanında birçok araştırmacı da işletmenin değişim aşamasında etkili olabilmesi için bazı teknikler üzerinde durmaktadırlar. Bu teknikler; örgütsel davranışları değiştirme, amaçlara göre yönetim, iş zenginleştirme, takım çalışması, iş yaşamında kalite ve kontrol çemberleri olarak sıralanabilir. Ancak önemle üzerinde durulması gereken nokta değişimin iyi yönetilmesi yani değişimin planlanıp başarıyla uygulanmasıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA ARAÇLARI

Projeler, yapılacak işlerin ve bu işlerin yapımında kullanılacak kaynakların belirlenmesi, bu kaynakların kullanılacağı faaliyetlere atanması ve bu faaliyetlerin sonucunda özgün ürün ve hizmetler ortaya çıkartılmasını kapsar. Bu çıktılar sağlanırken maliyet, zaman ve performans boyutlarının optimize edilmelidir. Bunu sağlamada etkin bir proje planlama ve programlama yapılması gerekmektedir. Bu bölümde, proje ve proje yönetimi kavramları ele alınmış ve bu çerçevede proje planlama ve programlama araçlarına kapsamlı olarak değinilmiştir.

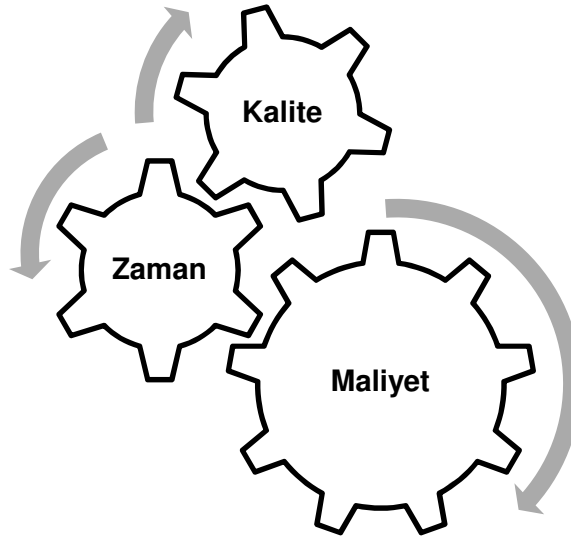
2.1. PROJE KAVRAMI VE PROJE YÖNETİMİ

Projeler, sonuç olarak özgün bir çıktı veren ve bu çıktının oluşması aşamasında; daha önceden bilinen başlama ve bitme zamanlarında, belirtilen hedeflere ulaşılması amacıyla, tekrarlanamayan programlı faaliyetlerden oluşur. Başka bir deyişle; projeler her biri kendine özgü ürün, hizmet ya da sonuçlar yaratmak için üstlenilen faaliyetler topluluğudur. Literatürde proje kavramının birçok farklı tanımıyla karşılaşılabilir, örneğin; en geniş anlamda proje, özel, sonu olan ve güdülen amaç için yararlı olacak görevler (Meredith ve Mantel, 2000: 9) veya proje çıktısının sağlanması aşamasında birbiri ile ilişkili faaliyetler serisi (Heizer ve Render, 2006: 56) olarak tanımlanabilir.

Bu tanımlamalardan projelerin temel üç özelliğini;

- Bir başlangıç ve bir sonu olmaları itibarıyla *geçici* olmaları,
- Proje sonucunda ortaya konulan ürün, hizmet ya da sonucun benzer diğer projelere göre farklı olmasından ötürü *özgün* çıktılara sahip olmaları ve
- Projenin adım adım artarak ilerlemesi ve gelişmesi yani *programlı ilerlemeleri*; olarak belirtmek mümkündür.

Her proje için başarı faktörleri değişkenlik gösterebilir ancak temelde projelerin başarılı olabilmesi için zaman – maliyet – kalite faktörlerinin dengeli bir şekilde uygulanması gerekmektedir.



Şekil 2.1: Proje Başarısına Etki Eden Temel Faktörlerin Gösterimi

Projenin başarısına etki eden temel faktörler arasındaki ilişki kaotik bir yapıya sahiptir; zamanı kısaltmak için yapılacak yatırımlar; yeni makine alımı, yeni teknoloji uygulamaları, yeni iş gücü istihdamı, fazla mesai; maliyetlerde artışa neden olacaktır. Bunun yanında maliyeti düşürmeye yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi proje zamanının uzamasına neden olacağı gibi kaliteden de ödün verilmesine yol açacaktır. Kalitenin artırılmasına yönelik çabalar ise maliyet ve zaman faktörlerinin artışına neden olacaktır. Temel faktörler arasındaki birbiriyle doğrudan etkileşim nedeniyle, projenin başarıya ulaşması, bu faktörlerin hep birlikte ele alınmasıyla mümkün olacaktır.

Projenin başarıya ulaşması etkin bir yönetimle gerçekleşmektedir. Proje yönetimi, diğer üretim faaliyetlerinde olduğu 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 sağlamaya ihtiyaç duyması, proje yönetim tekniklerini, diğer üretim sistemlerine ilişkin 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 çalışanları ile proje çıktısını kullanacak olanların arzu ettiği kalitede proje amaçlarına ulaşmak için gerekli hammadde ve malzeme, işgücünün yönetilmesidir. Başka bir deyişle proje yönetimi, proje amaçlarına ulaşmak için zaman – maliyet ve kalite faktörleri arasında etkin bir ilişki kurmaya yönelik planlama, programlama ve kontrole ilişkin 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 işletmeye 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” işlerden 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).

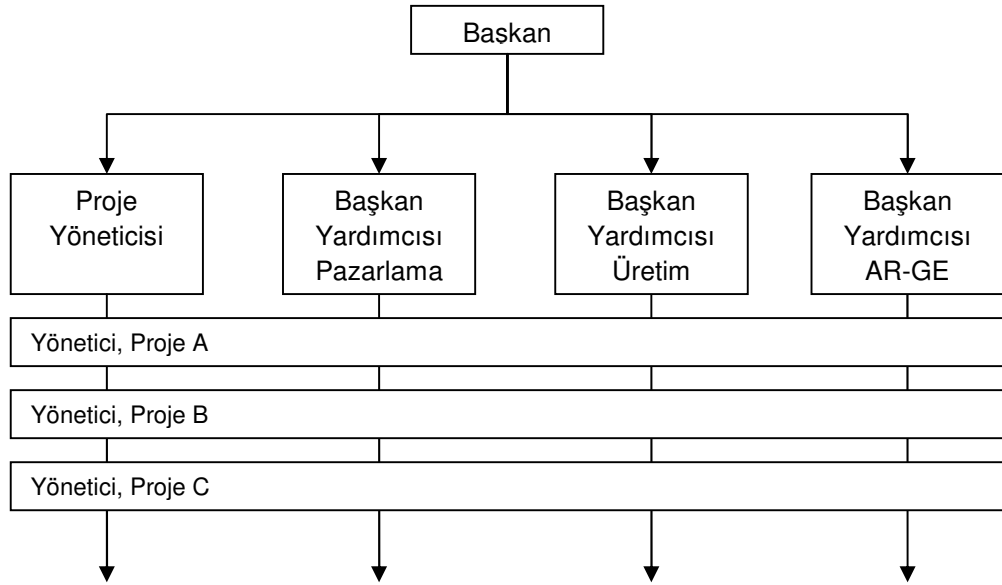
Projeler genelde “proje örgüt yapısı” olarak da adlandırılan matris yapı şeklinde kurulurlar ve Mantel vd.(2005)’in bahsettiği gibi birçok fonksiyonel bölümün birbiriyle ilişki içinde olması nedeniyle karmaşık bir örgütlenme şeklidir. Bu proje örgüt yapısı diğer fonksiyonel örgüt yapılarıyla karşılaştırıldığında 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>	
✓ Teknik personelin verimli kullanılır. ✓ Teknik personel için kariyer ilerlemesine ve gelişimine uygundur. ✓ Projeler arası teknoloji transferi mümkündür. ✓ Kararlılık, güvenlik ve çalışan motivasyonunu sağlar.	✓ Proje Programlama ve maliyet kontrolü mümkündür. ✓ Müşteri ile iletişim tek noktadan sağlanır. ✓ Olası durumlarda hızlı reaksiyon verilir. ✓ Proje içi iletişim daha yalındır. ✓ Genel yönetim işleri için eğitim alanı gibidir.
<i>Dezavantajları</i>	
❖ Müşteri iletişimi zayıftır. ❖ Proje otoritesi zayıftır. ❖ Yatay iletişim zayıftır. ❖ Teknoloji hantallığı vardır. ❖ İş akışı yavaştır.	❖ Teknik yönlendirmeler belirsizdir. ❖ Uzmanlık ve özellikler verimli kullanılmaz. ❖ Proje bitiminden sonra iş güvenliği yoktur. ❖ Projeler arasında karşılıklı teknik bilgi akışı zayıftır.

Kaynak: Shtub vd., 1994; 13

Seri halde proje üreten ya da titizlikle yürütülmesi gereken bir işi proje yapısı içerisinde yürüten ve bu işleri yürütebilmek için personel artırması gereken işletmeler genelde matris örgüt yapısını tercih etmektedirler. Bu tip örgütler bir ya da daha fazla proje için iş gücü ataması yaparken esneklik yakalamaktadırlar. Proje personeli dikey bağlantı olarak kendi fonksiyonel amirine bağlıyken yatay olarak proje yöneticisine bağlı çalışmaktadır. Şekil 2.2’de gösterilen, proje personelinin iki yöneticiye birden bağlı olarak çalıştığı matris yapı ya da proje tipi örgütlenmesi, fonksiyonel yapı ile ilgili örgütlenme ve proje ile ilgili örgütlenmenin olumlu yanlarını tek çatı altında toplama düşüncesiyle tasarlanmaktadır. Bu tip örgüt yapıları kullanım olarak çok yaygındırlar; özellikle uzay çalışmaları ile ilgili endüstriler, ağır sanayi endüstrileri, inşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmeler ve üniversiteler matris örgütlenme şeklinin kullanımına örnek gösterilebilecek alanlardır.



Şekil 2.2: Matris Örgüt Yapısı

Kaynak: Doğan ve Güler, 2006; 17

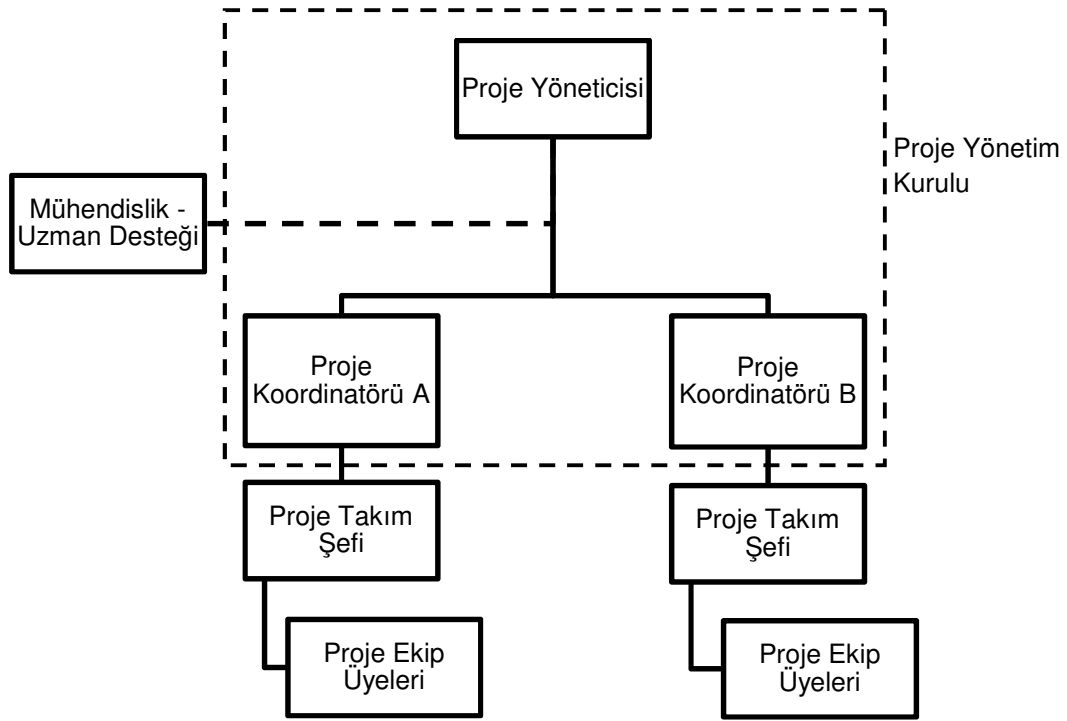
Proje örgütünün istenilen düzeyde çalışması proje başarısını etkileyen önemli bir unsurdur. Proje içerisindeki bireysel olarak ya da gruplar arası insani ilişkilerin, iletişimin, projenin başarıya ulaşmasında çok önemli bir rolü vardır. Diallo ve Thuiller (2005) proje başarı anahtarları olarak koordinatör 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 değinmişlerdir. Tüm bunların sağlanması için projenin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu yüzden proje yöneticisinin rolü yadsınamaz derecede önem taşımaktadır.

Projelerin geliştirilmesi için değerlendirilmeleri ve seçimleri yapıldıktan sonra yapılması gerekli önemli işlerden 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 iş 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.



Şekil 2.3: Değişim Mühendisliği ve Proje Organizasyon Yapısı

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

Oganluna vd. (2002), proje yöneticilerinin yönettikleri projenin başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlamak için sahip oldukları bazı temel yetenekleri aşağıdaki gibi belirtmişlerdir (Oganluna vd., 2002: 386):

- *Kavramsal yetenekler*; işletmeyi bir bütün olarak görüp, işletme fonksiyonlarının birbirlerine nasıl bağlı olduklarını ve bir bölümdeki değişimin diğerini nasıl etkilediğini tanıma yeteneğidir.
- *Beşeri yetenekler*; başka insanlarla çalışma yeteneğidir yani proje yöneticisi beşeri yeteneklerini kullanarak projenin başarıya ulaşması yolunda diğer kişilerin davranışlarını etkiler.
- *İletişim kurabilme yeteneği*; her projenin önemli bir parçasıdır. Proje uygulama süreçlerinden oluşan birçok görev resmi ya da resmi olmayan anlaşmalarla idare edilir. Bütün bu anlaşmalar proje yöneticisinin iyi iletişim kurabilme yeteneğine dayanmaktadır.
- *Teknik beceri*; uzmanlaşmış bilgi, uzman çözüm yeteneği, özel konularda kullanılan teknik bilgi ve araçları yönetebilme becerisidir.

2.2. PROJE PLANLAMA VE PROGRAMLAMA

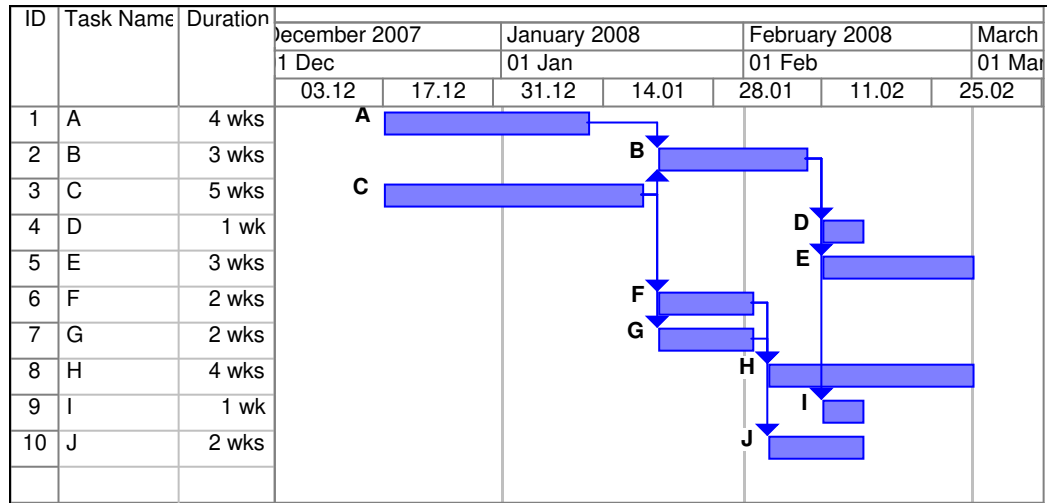
Proje yönetimi çalışmaları, proje planlama çalışmaları ile projenin başlangıcından önce başlar. Planlama aşamasında bir dizi faaliyetler söz konusudur. Öncelikle amaçlar belirlenir, amaçlar doğrultusunda projenin tanımlanması gerçekleştirilir. Proje tanımı doğrultusunda projenin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların zamanlaması yapılmaktadır. Bu işlemleri yaparken bir takım araçlardan yararlanılır. Bu araçlar işletmenin zaman ve maliyet tahminleri, bütçeleri, nakit akışları, personel durumu, malzeme durumu ve teknik bilgiler olarak sıralanabilir.

Proje planlama evresiyle gerekli hazırlıkları yapılan projenin ikinci çalışma alanı proje programlamasıdır. Programlama aşamasında faaliyetlere göre kaynakların dağılımı sağlanırken bu faaliyetler arasında ilişkili olanlar belirlenir ve birbirini takip eden faaliyetler için şebekeler çizilerek projenin izlenmesi kolaylaştırılır. Bunun sayesinde herhangi bir değişimin proje üzerinde güncellenmesi daha kolay hale gelir. Programlama aşaması için ağ/şebeke tekniklerinden yararlanılır. Bu ağ tekniklerden yaygın olarak kullanılanı PERT ve CPM teknikleridir. Bu teknikler kaynak kullanımına göre ilerleyen başlıklarda daha geniş bir biçimde açıklanmıştır. Bunun yanında zaman akışlarını takvimsel olarak gösteren GANTT

şemaları ve işletmenin para akışını gösteren nakit akış çizelgeleri de kullanılan diğer programlama araçlarıdır.

GANTT şemaları, Henry Gantt'ın günlük iş programlarını takip etme ihtiyacıyla, üretimi küçük birimlere ayırarak her birinin teker teker yapıldığını görmüştür. Bu ayırmadan sonra daha somut bir şekilde iş parçalarını göstermek için bir şema hazırlamıştır. Böylece GANTT Şeması, zaman çizelgesi ya da kilometre taşı şeması adı verilen bu yönetim aracı ortaya çıkmıştır.

GANTT Şeması birçok işletmede temel anlamda proje planlama ve kontrolü amacıyla en sık olarak kullanılan bu teknik, şematik olarak gösterildiğinde yatay ekseninde zaman ölçeğini ve dikey ekseninde ise projeye konu olan görevleri ve görevlerin işlem sürelerini gösteren bir grafikdir.

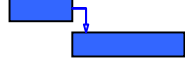
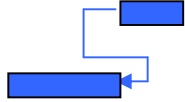


Şekil 2.4: GANTT Şeması Örneği

Kaynak: Doğan ve Güler, 2006; 27

Microsoft Project paket programında hazırlanmış bir GANTT şeması örneği Şekil 2.4'te görülmektedir. İlk görev öncel olarak adlandırılır, çünkü kendisinden sonra gelen ve kendisine bağlı bir görev vardır; sonra gelen görev ise öncel görev tamamlanmadan başlayamayacağı için öncel görevin ardılı olarak adlandırılmaktadır. Öncel-ardıl görev ilişkileri Tablo 2.2'de incelenebilir:

Tablo 2.2: Projede Öncel – Ardıl İlişkileri

Görev İlişkisi	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 değilse aynı zamanda başka bir görevin ardılı ve bir ardıl görev, eğer projenin son görevlerinden biri değilse 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 aşırı karmaşıklıktan kaynaklanabilecek hataları önler.	Tahmincinin yargıları zaman içinde değişebildiğinden 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 Yeteneği</i>		Belirgin bir yetkinliği yoktur.
<i>Güncelleme Durumu</i>	Önemli program değişiklikleri yoksa grafikleri periyodik olarak güncellemek kolaydır. Bilgisayar kullanımı zorunlu değildir.	Mevcut şemaları güncelleyememe nedeniyle grafiklerin yeniden çizilmesi gerekebilir.
<i>Esneklik</i>	Kaynak gereksinimlerini tahmin etmek için de kullanılabilir.	Sıklıkla bakış açısı değişiklikleri gerçekleşiyorsa. Birçok grafiğin tamamen yeniden hazırlanması gerekebilir.
<i>Maliyet</i>	Veri toplama ve işleme nispeten ucuzdur. Mevcut grafikler güncellenebilir durumda ise ve ucuz materyaller kullanılmışsa gösterimler ucuz olabilir.	Grafikler esnek değildir. Program değişiklikleri 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 şemasının geliştirilmesinden sonra, proje programlanmasındaki en büyük aşama 1956–1958 yılları arasında kaydedilmiştir. Bu süre içerisinde, birbirlerinden bağımsız olarak geliştirilmelerine karşın pek çok ortak özellik taşıyan iki yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler “Program Değerlendirme ve İnceleme Tekniği (PERT)” ve “Kritik Yol Yöntemi (CPM)”dir. Her ikisi de programlanan işle ilgili görevlerin *bir ağ veya grafik üzerinde çizilmesi esasına dayanmaktadır*.

2.2.1.1. Proje Ağının Hazırlanması

Ağın kurulması için öncelikle aşağıda tanımlanan kavramların bilinmesi gerekmektedir (Doğan ve Güler, 2006: 33):

- **Proje ağı:** Projedeki faaliyetlerin birbiri ile ilişkilerini gösteren grafik gösterimdir. Faaliyetlerin birbirinden önce ve sonra gelme sıraları göz önünde tutularak oluşturulur.
- **Faaliyet (Activity):** Projenin tamamlanabilmesi için gerçekleştirilmesi gereken her iş bir faaliyet olarak adlandırılır. Faaliyetler proje ağının 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 elipssel bir şekilde gösterildiği gibi bu işaret içinde olayın kodu veya önemli özellikleri belirtilebilir.
- **Kukla faaliyet (Dummy activity):** Projede gerçekte var olmayan, gerçekleştirilme zamanı sıfır olan ve yalnızca proje ağını çizmede yararlanılan faaliyetlerdir.
- **İyimser zaman (Optimistic time-a):** Bir faaliyetin en iyi koşullar altında gerçekleştirilebileceği zamanı belirtir.
- **Kötümser zaman (Pesimistic time-b):** Bir faaliyetin olabilecek en olumsuz koşullar altında bitirilebileceği zamanı belirtir.
- **Olası zaman (Most likely time-m):** Bir faaliyetin, normal çalışma koşullarında olabilecek gecikmeler dâhilinde gerçekleştirilebileceği 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 gerçekleşen 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 gerçekleşmesini sağlayacak ve proje tamamlanma zamanını değiştirmeyecek 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.

- **Boşluk (Slack-S):** Bir faaliyetin en erken ve en geç başlama (ya da bitiş) zamanları arasındaki farktır. Proje geciktirilmeden bir faaliyetin geciktirilebileceği süreyi ifade eder.

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

- **Kritik yol (Critical path):** Proje ağında tamamlanma süresi en uzun olan, bu nedenle de proje süresini belirleyen faaliyetler dizisidir.
- **Kilometre taşı (Milestone):** Faaliyet ağı çizildiğinde çeşitli faaliyet ve olaylar grafik gösterim içerisinde birbirine bağlı olarak gösterilmiş olacaktır. Olayların bazıları diğerlerinden fazla önem taşır ve projenin çeşitli evrelerinde geçilen önemli aşamaları gösterirler. Bu tür olaylara kilometre taşı ya da kilit olaylar denilmektedir.

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

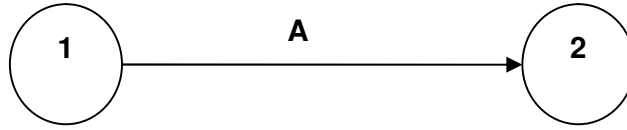
1. **Faaliyet Düğümleri Uygulaması – A-o-N (Activity-On-Node):** Proje faaliyetlerinin düğümlerle gösterildiği ve böylelikle de uygulama sırasında ardışıklığın belirtildiği yöntemdir. Öncelik Diyagram Yöntemi (Precedence Diagramming Method-PDM) olarak da adlandırılır (Spinner, 1997: 16).



Şekil 2.5: Faaliyet Düğümleri (A-o-N)

Kaynak: Maylor, 2003; 109

2. **Faaliyet Okları Uygulaması – A-o-A (Activity-On-Arrow):** Faaliyetlerin oklarla gösterildiği, dairelerin öncel ve ardıl faaliyetlerin gösterilmesinde kullanıldığı bir yöntemdir (Reid ve Sanders, 2002: 523). Ok Diyagram Yöntemi (Arrow Diagramming Method-ADM) olarak da adlandırılır (Spinner, 1997: 16). Bu uygulamada daireler veya düğümler olayları simgelerken, hangi faaliyetin ne zaman başladığını ve bittiğini gösterir.



Şekil 2.6: Faaliyet Okları (A-o-A)

Kaynak: Maylor, 2003; 110

Bu iki uygulamanın karşılaştırması Tablo 2.4'te özetle görülebilir.

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

A-o-A	A-o-N
- Hazırlaması ve uygulaması daha kolaydır, - Genelde el ile yapılan işlemlerde rahat kullanımı vardır, bunun yanında bazı bilgisayar yazılım programlarında da kullanılmaktadır. - Uzmanlık alanı dışında olanların ağı daha iyi anlamasını sağlar, - Kilometre taşı olayları kolaylıkla görülebilir, - Çoklu öncel ve ardıl ilişkileri kolaylıkla ağ üzerinde ifade edilebilir.	- 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 ağ üzerinde sadece o faaliyetler vardır. (Kilometre taşlarının gösterilmesi hariç) - Faaliyetlerle ilgili tüm bilgiler düğümde bulunur.

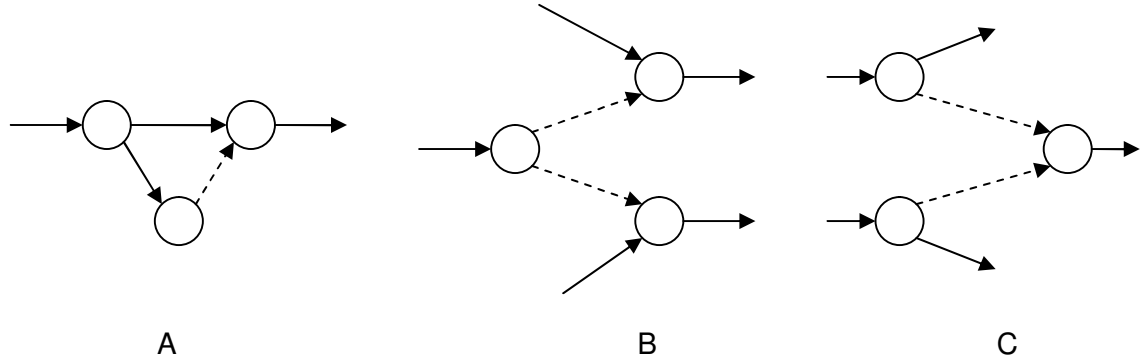
Kaynak: Maylor, 2003; 120

Ağ kurulumu 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 bağlanarak 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 ağ üzerinde yalnız bir okla gösterilmelidir. Hiçbir faaliyet ağ üzerinde iki defa gösterilemez.
2. Aynı başlama düğümünden başlatılan faaliyet okları aynı bitme düğümünde sonlandırılmaz. Bu durum iki veya daha fazla faaliyetin birbirine paralel olarak gerçekleşmesi halinde doğabilir. Bu işlem için faaliyet süresi sıfır olarak kabul edilen kukla (dummy) faaliyetler kullanılır. Bu durum şekil 2.7/A'da görülebilir.

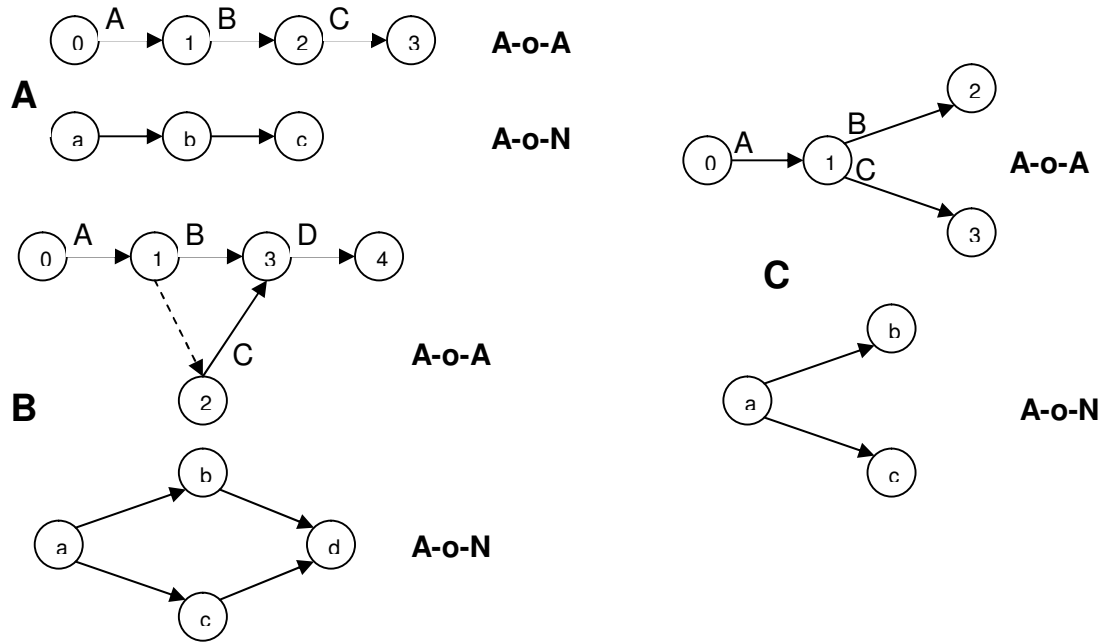


Şekil 2.7: Kukla Faaliyet Kullanılmasını Gerektiren Durumlar

Kaynak: Schroeder, 2004; 299

Kukla faaliyet bunun yanında aşağıdaki durumlar için de kullanılır:

- İki faaliyet, ortak bir önceki faaliyete sahip olabilir. Fakat aynı zamanda ortak olmayan önceki faaliyetleri de söz konusu olabilir. Bu durum şekil 2.7/B'de gösterilmiştir.
 - İki faaliyetin ortak bir sonraki faaliyeti olabilir. Fakat aynı zamanda ortak olmayan sonraki aktiviteleri de söz konusu olabilir. Bu durum şekil 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 ağ'da yalnız bir başlama ve yalnız bir bitirme olayı bulunmalıdır.



Şekil 2.8: A-o-A ve A-o-N Uygulamalarında Ağ Gösterimleri

Kaynak: Reid ve Sanders, 2002; 523

Özet olarak, proje ağının çizilmesi faaliyetlerin birbirini izleme sırasına göre birbiri ardına eklenmesiyle oluşur. Bu ardışık yapıyı yani ağ sistemini oluştururken yukarıda değinilen kurallar göz ardı edilmemelidir.

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

Ağ (şebeke) yöntemlerinden günümüzde en çok kullanılanlardan biri Kritik Yol Yöntemidir. Birçok proje zaman sınırını sağlayamadığından dolayı başarıya ulaşamamaktadır. Kritik yol yöntemi, projenin toplam süresini tahmin etmek için kullanılan bir analizdir. Ağ diyagramı üzerindeki kritik yol yani kritik olan faaliyetlerin saptanması ve kaynakların bu kritik faaliyetlere yeniden atanması mantığına dayanır.

CPM sisteminde, ağdaki her faaliyet için zaman ve maliyetler iki tahminlemeyle belirtilir. Bu iki kestirim normal ve hızlandırılmış tahminlemelerdir. PERT tekniğinde de değinilecek olan en olası zaman tahminlemesine benzeyen normal zaman tahminlemesi, normal zamanda projeyi bitirme ile ilgilidir. Hızlandırılmış zaman tahminlemesi ise ek kaynakların kullanılmasından dolayı faaliyetlerin hızlandırmaya çalışılmasının sonucunda ortaya çıkmaktadır (Meredith ve Mantel, 2000: 363). Diğer bir deyişle, tamamlama süresini kısaltmak için işi hızlı

bir şekilde yapmakla ilgili ek maliyetlere katlanması gerekmektedir. Proje hızlandırma başlığında bu konu ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

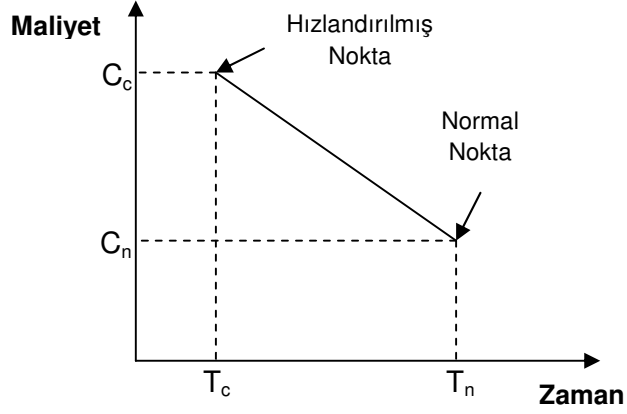
Yönteme ismini veren kritik yol, bir proje için en kısa tamamlanma süresini içeren faaliyetler serisidir. Bu yol proje şebeke diyagramı boyunca uzanan en uzun ve en az aylak süre içeren yoldur (Heizer ve Render, 2001: 785). Dolayısıyla da projenin tamamlanabileceği en kısa süreyi belirtmektedir. Aylak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

2.2.1.3. Ağ Diyagramında Zaman ve Maliyet İlişkisi (Hızlandırma)

Proje programlamada ilk adım olarak, projeyi oluşturan tüm faaliyetlerin normal zaman ve maliyette bitirilmesini sağlamaktır. Yapılan programlamaya göre ikinci adımda, gerekiyorsa projenin her bir faaliyeti için hızlandırma zamanlarının ve maliyetleri ortaya konulmalıdır. Proje Hızlandırma, projenin toplam maliyetini düşürmeyi veya minimum maliyet artışı ile süresini kısaltmayı kapsamaktadır. Minimum maliyet programlamasını yaparken şu bilgilere ihtiyaç duyulacaktır (Maylor, 2003: 180):

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

Şekil 2.9'da (T_n, C_n) noktası T_n süresini ve onunla ilgili olan C_n maliyetini, faaliyetin normal koşullar altında gerçekleşmiş olması koşulu ile temsil etmektedir. T_n süresi sağlanan kaynakların arttırılması neticesinde oluşan maliyetlerin de artışıyla sıkışır ve azalma eğilimine geçer. Burada gösterilen “hızlandırılmış nokta” bu sıkışma için bir sınır oluşturur. Çünkü bu noktadan sonra bir azalma gerçekleşmeyecektir ve bundan sonra yapılacak kaynak artışı sadece kaynakların artışıyla kalacaktır ve sürede bir azalma meydana getirmeyecektir. Hızlandırılmış nokta ise şekil üzerinde (T_c, C_c) noktası olarak görülmektedir.



Şekil 2.9: Hızlandırma Zamanı ve Normal Zaman İlişkilerinin Gösterilmesi

Kaynak: Taha, 1982; 475

Bir proje üzerinde hızlandırma yapılamak istenmesinin çeşitli nedenleri vardır. Bunlar özetle şu şekilde sıralanabilir:

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

Proje üzerinde hızlandırma yapılırken bazı bilgilere ihtiyaç duyulmakta ve bazı kurallara uymak gerekmektedir. Bu bilgi ve kurallar maddeler halinde aşağıda verilmiştir:

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

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

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

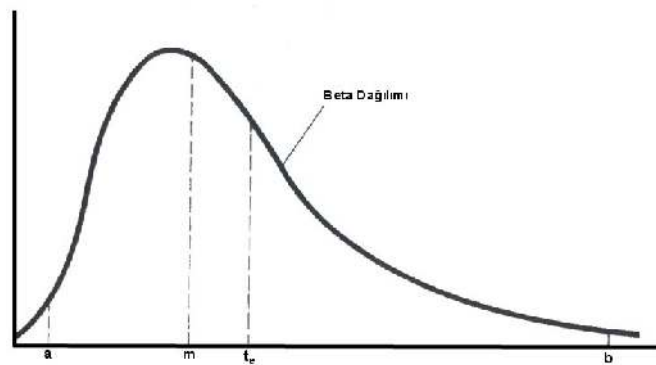
2. Hızlandırma yapılacak faaliyetler kritik yol üzerindeki faaliyetlerden seçilmelidir.
3. Kritik yol üzerinde hızlandırma yapılırken birim zamanda mümkün olan en düşük maliyetli faaliyet seçilmelidir (Maylor, 2003: 180).

4. Hızlandırma yapılırken kritik yol sayısı birden fazla ise, hepsinde hızlandırma yapmak gerekmektedir. Aksi takdirde bir kritik yolu kısalttığımızda diğeri ya da diğerleri hala kritik yol olarak kalacak ve proje süresi kısaltmamış olacaktır.
5. Hızlandırılacak faaliyet belirlendiğinde gerekli kısaltma işlemi yapılır.
6. Hızlandırma süreleri düşölerek ağ 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 Değerlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi (*Program Evaluation and Review Technique-PERT*)

Polaris füze programının gerçekleştirilmesi amacıyla Booz, Allen ve Hamilton işletmesinin danışmanlığında Amerikan donanması ile birlikte bir ekip kurulmuş ve bu ekip 1959 yılında PERT tekniğini geliştirmişlerdir (Elsayed ve Boucher, 1994: 231). PERT tekniği faaliyet süre tahminlerinde yüksek derecede belirsizlik olması durumunda kullanılmaktadır. Diğer bir deyişler, CPM faaliyet sürelerini deterministik (önceden belirlenmiş ve kesin) olarak kabul ederken, PERT bu sürelerin olasılıklı olduğunu kabul etmektedir (Taha, 1982: 459).

PERT tekniği 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 Şekil 2.10'da görölün Beta Dağılımı kullanılır. Dağılım simetrik olabildiği gibi sağa veya sola çarpık olabilmektedir.



Şekil 2.10: Beta Dağılımında İyimser, Olası, Kötümser ve Beklenen Zamanlar

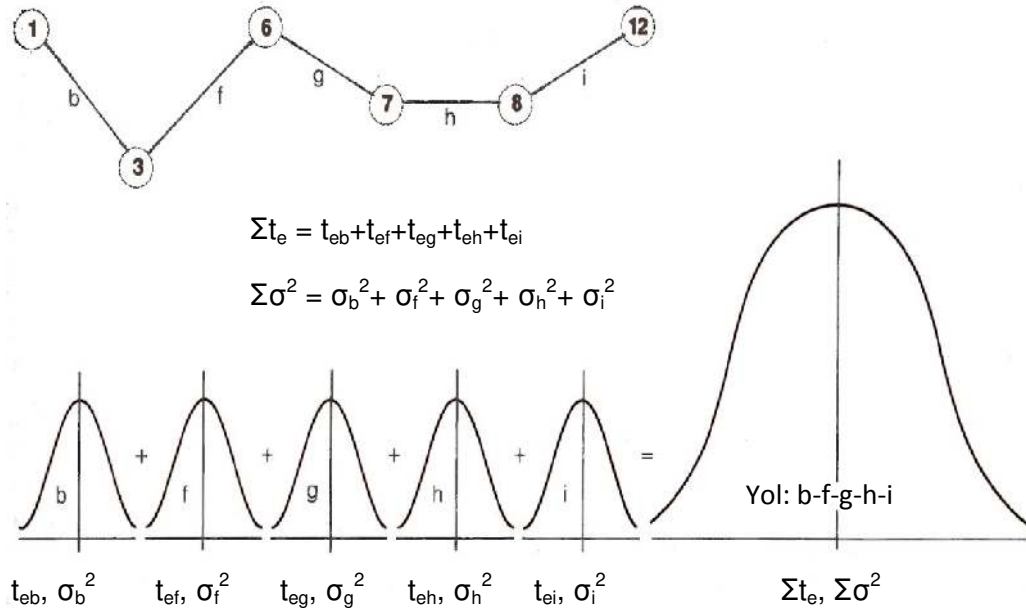
Kaynak: Schroeder, 1989; 399

Beta Dağılımı kullanılarak beklenen zamanın hesaplanması ile ilgili formül aşağıdaki gibidir. Bu formüle bağlı olarak, hesaplanan beklenen faaliyet zamanları aracılığıyla proje ile ilgili hesaplamalar yapılır.

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

PERT tekniğinde, faaliyet zamanları ile ilgili olarak tahmini zamanların kullanılması dolayısıyla hem faaliyet zamanlarında hem de hesaplanan proje zamanında sapmalar olması söz konusudur. Şekil 2.11'den de görülebileceği üzere faaliyetlerin (ya da projenin) tamamlanma zamanının normal dağılıma uyduğu kabul edilir. Bu dağılım içerisinde projenin hesaplanan beklenen zamanı (T_E) normal dağılımdaki ortalamaya () karşılık gelmektedir. Ayrıca faaliyetlerdeki (ve projedeki) sapmayı belirten varyans (σ^2) değerleri söz konusudur. Her faaliyet için varyans değeri aşağıdaki formülle hesaplanır:

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



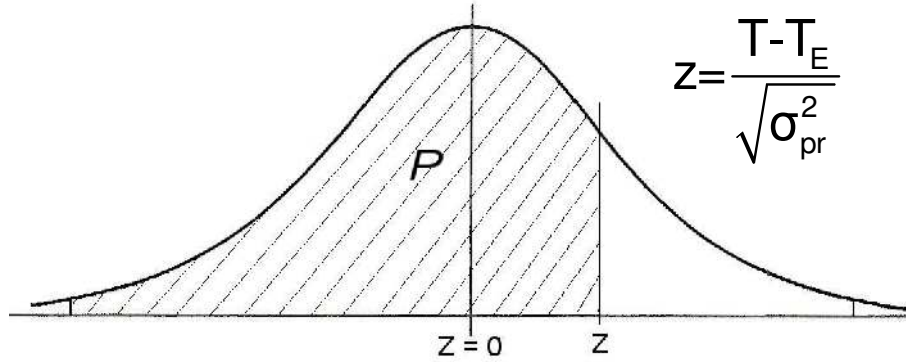
Şekil 2.11: Proje Zamanının Sapması

Kaynak: Gaither, 1984; 321

Her faaliyet için varyans değeri hesaplandıktan sonra ise proje varyansı bulunmalıdır. Proje süresini belirleyen faaliyetler sırasının kritik yol olduğu daha önce belirtilmiştir. Bu durumda proje süresini değiştirecek olan sapmaların da kritik yol üzerinde gerçekleşecek sapmalar olması gerekmektedir. Bu nedenle proje varyansının hesaplanmasında kritik yol üzerindeki faaliyetlerin varyanslarının toplamı alınır:

$$\sigma_{Pr}^2 = \sum \sigma_{Kritik\ Yol}^2$$

Bunun ardından, normal dağılım varsayımı altında projenin belirli bir zaman içinde bitirilebilme olasılığı hesaplanabilir. Bunun için T_E ile ifade edilen normal dağılım eğrisi, standart normal dağılım eğrisine dönüştürülmeli ve eğri altında istenen alan bulunarak olasılık değerine ulaşılmalıdır. Standart normal dağılıma ulaşabilmek için Z dağılımı kullanılır. Burada T_E değerine karşılık $Z = 0$ 'dır. Herhangi bir T zamanına karşılık gelen Z değerini bulmak için ise aşağıdaki formülden yararlanılır:



Şekil 2.12: Standart Normal Dağılım Eğrisi ve Projenin Belirli Bir Zamandan Önce Bitirilme Olasılığı

Kaynak: Demir ve Gümüsoğlu, 2009; 440

Daha sonra Ek 1'deki normal dağılım tablosundan bulunan Z değerine göre eğri altında kalan alan bulunarak olasılık değerine ulaşılır. Bu durum Şekil 2.12'de görülmektedir.

2.2.1.5. PERT ve CPM Teknikleri için Kısıtlar

PERT ve CPM teknikleri için literatürde de kabul görmüş bazı kısıtlar aşağıdaki 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 bitirilme zamanını etkileyebilir. Bu yüzden ilk yapılan proje ağı proje başladıktan kısa bir süre sonra muhtemelen değişir.
3. PERT ve CPM tekniklerinde tahmini zamanlar kullanılmaktadır ve bu nedenle tahminleme süreci ve tahminlerin dezavantajlarını üzerinde taşır.
4. PERT tekniğinde, tüm faaliyetler için beta dağılımı varsayımından hareketle yapılan tahminlemelerin normal dağılıma uyarlanarak tahmini sürelerin bulunması zamanla ilgili şüpheler doğurur.
5. PERT tekniğinde, faaliyetlerin tamamlanma zamanları ile proje süresince ortaya çıkan gerçek durumlar arasında ilişki yoktur.
6. Bir faaliyetin gerçekleşmesi için kendinden önceki faaliyet ya da faaliyetlerin gerçekleşmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle, kısmi tamamlanmaya izin verilmemektedir.

2.2.2. Sınırlı Kaynak Kullanımı ile Planlama ve Programlama

Bazı proje faaliyetlerinde görülen aşırı 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

Buluşsal (heuristic) çözüm teknikleri bu tip problemlerin çözümünde kullanılabilir. Buluşsal 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 planlama ile ilgili çalışmalar incelendiğinde Doğrusal Programlama (Damay vd. (2009)), Tam Sayılı Programlama (Chen ve Askin (2009)) çözümlerinin yanı sıra Genetik Algoritmalar (Azaron vd. (2005), Ranjbar ve Kianfar (2007), Gonçalves 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 buluşsal algoritmalar kavramsal olarak değinilmiştir. 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 buluşsal bir algoritmadır. Buna göre; tek tip kaynağın ağ üzerindeki faaliyetlere atanması ROT (*Resource Over Time – Zamana Göre Kaynaklar*) algoritması ile açıklanmıştır. Ağdaki 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 başladıktan 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):

- ✓ $T_{Başlama}$: 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 $T_{Başlama}$ zamanının toplamından oluşur. Diğer bir ifadeyle, bir faaliyetin tüm kısıtlar altında başlayacağı zaman ile kendi süresinin toplamıdır.

- ✓ $T_{Şimdi}$: Kaynak atamasının yapıldığı andaki zamanı ifade eder. Başlangıç olarak $T_{Şimdi}$ değeri 0 (sıfır)'dır, ancak daha sonraki faaliyetler için bu süre 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 proje ağı kurulur.
- ii. Her faaliyet için ROT değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu değer aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir:

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

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

- iii. Faaliyetler için bulunan ROT değerlerine göre faaliyetler büyük değerli den küçük değeriye doğru sıralanır. Her faaliyet için gerekli olan süre ve kaynak bu aşamada belirlenir.
- iv. Daha sonra $T_{Şimdi} = 0$ 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 $T_{Şimdi}$ zamanından başlayacak faaliyetlere atama yapılır. Kaynak ataması yapılan faaliyetler için $T_{Başlama}$ ve T_{Bitme} süreleri belirlenir.
- v. İlk atamalardan sonra yeni bir $T_{Şimdi}$ süresi ortaya çıkacaktır. Bu süre ilk aşamada belirlenen $T_{Şimdi} = 0$ süresinde atama yapılan faaliyetin ya da faaliyetler içinden en erken tamamlanan faaliyetin süresi kadar olacaktır. Belirlenen bu $T_{Şimdi}$ zamanında başlayan faaliyetler için kaynaklar uygunsa atama yapılır. Ve bir sonraki aşama için yeni bir $T_{Şimdi}$ 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 ağını oluşturan yollarda bulunan faaliyetlerin, projenin son düğümüne ulaştıkları yol 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 dağıtılması ACTIM ölçütü ile dağıtılmasıyla benzerlik taşır. Aralarındaki fark, faaliyetleri sıralamada kullandıkları değerlerin hesaplanmasıdır. ACTRES değeri, bir faaliyetin gerçekleşme 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 ağını oluşturan yollarda bulunan faaliyetlerin, projenin son düğümüne ulaştıkları yol ya da yollar içindeki, en fazla kaynak kullanım değerleri ele alınarak bulunur. Bu hesaplama yapılırken ACTIM değeri hesaplamaya benzer bir yol izlenir; ikisi arasındaki tek fark zaman değerleri yerine kaynak kullanım değerlerinin kullanılmasıdır.

2.2.3. Çoklu Proje – Çoklu Kaynak Algoritması

Birbiriyle ilişkili ve benzer kaynakları kullanan projelerin aynı anda programlanması karmaşık bir problemdir. Kaynakların faaliyetlere tahsis edilmesi için en uygun çözüm genelde çok fazla hesaplama ve zaman gerektirmektedir. Elsayed ve Boucher (1994), çeşitli kaynak kısıtları altında çoklu proje programlaması için basit bir algoritma ortaya koymuştur: Bu algoritma, programlanmış proje için karar vericinin önceliklerinin olduğunu 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 programlaması yapılır. Aynı şekilde ikinci projede kullanılmayacak kaynaklar üçüncü projenin kaynak profiline eklenir ve bu şekilde programlama süreci tüm projelerin programlanması yapıncaya kadar devam eder.

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

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

1. Programlanmış projeler için önem derecesi saptanır. Eğer herhangi bir önem derecesi belirtilmemişse her bir projeye eşit 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 olduğu durumlarda bu hesaplama

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

- a) Birinci projedeki gibi, eğer herhangi bir kaynak ondalıklı olarak gerçekleşiyorsa 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 oluşturan her faaliyet için ACTIM hesaplaması yapılır. Birinci Projedeki her faaliyet için eşdeğer ACROS değerini hesaplamada aşağıdaki yol izlenir:
- a) Proje ağındaki yolları oluşturan 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 ağındaki yolları oluşturan 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 eşdeğer kaynak değeri olarak adlandırılır
 - d) Eşdeğer ACROS değeri hesaplaması, ağ üzerindeki herhangi bir yolda bulunan her bir faaliyet için öncel faaliyetlerin değerleri dikkate alınmayarak son düğüme kadar olan yolların ACROS değer toplamı alınarak bulunur.
 - e) Eşdeğer ACROS ve ACTIM'in müşterek ağırlıklarına göre Birinci Proje'nin faaliyetleri için kaynak ataması yapılır. Eşdeğer ACROS ve ACTIM değerlerinin her bir proje yolu için kümülatif ağırlıklarından oluşan ve AG3 olarak adlandırılan kriter aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

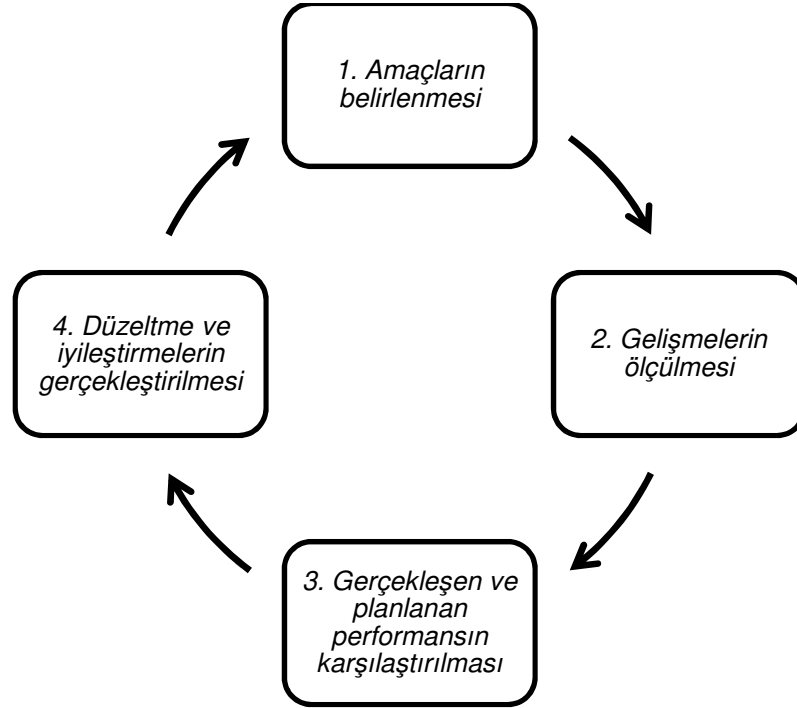
$$AG3=W(Eşdeğer ACROS)+(1-W)(ACTIM)$$

5. Farklı ağırlıklara (W) göre proje süresi hesaplanır. En iyi program, proje süresinin en az olduğu programdır.
6. Birinci Proje için gerçek kaynak profili oluşturulur. Bu profil oluşturulduktan sonra birinci projede kullanılmayan kaynaklar ikinci projenin kaynak profiline eklenir.
7. İkinci proje için düzenlenen kaynak profiline göre bu proje için proje programlaması yapılır. İzlenen bu programlama adımları diğer 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 çeşitli kısıtlamalarının olmasıdır. Proje izleme ve kontrol faaliyetleri, proje yaşam süresi içerisinde herhangi bir aşamada proje takımının projenin gelişmesine katkıda bulunacak faaliyetleri görmelerini sağlayan temel bir mekanizmadır. Bu mekanizmanın çalışması için projenin ölçülmesinde ne tür bir bilgiye ihtiyaç duyulduğunun ve yapılacak izleme ve kontrol ölçümlerinin en iyi ne zaman yapılacağına tespit edilmesi gerekmektedir.

Projenin kontrolü, genel anlamda, gerçekleştirilen proje faaliyetlerinin ölçülmesi ve mevcut durumun başlangıçta yapılan plan ve programa olan uygunluğunun karşılaştırılmasıdır. Kontrol akışının genel modeli, Pinto (2007) tarafından eserinde aşağıdaki gibi belirtmiştir:



Şekil 2.13: Proje Kontrol Akışı

Kaynak: Pinto, 2007; 411

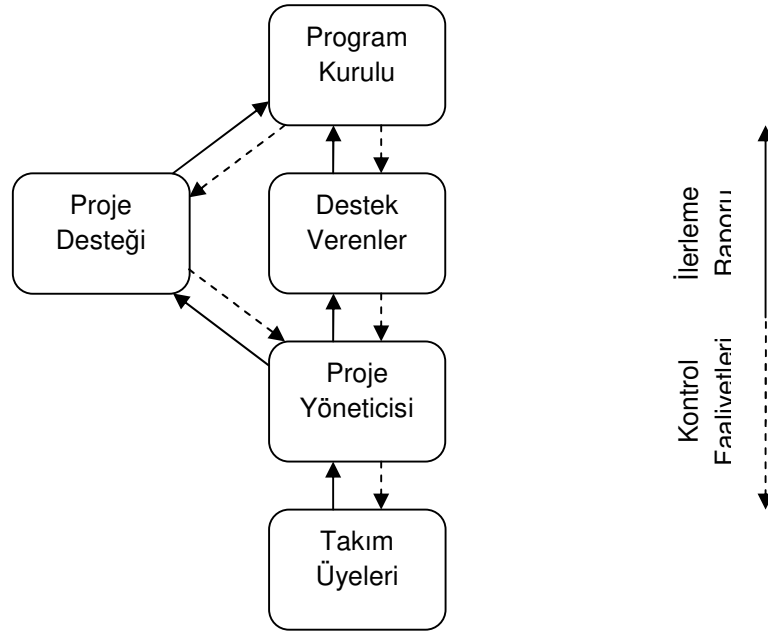
Şekil 2.13'te belirtilen, sürekli devam eden dört bileşenli bu akış aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Pinto, 2007: 411 – Gray ve Larson, 2000: 360):

1. *Amaçların belirlenmesi*: Projenin amaçlarının belirlenmesi projenin temel planını geliştirmeyi de kapsayan geniş bir süreçtir. Proje temel planı ise “İş Döküm Yapısı”nı 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 bütünleşme sağlarken ürün özellikleri, müşterinin teknik açıdan beklentilerini karşılama gibi nitel ölçütler yerinde ve güncel incelemelerle belirlenebilmektedir. Bunun yanında ölçüm sürecinde ne gibi bilgilere ihtiyaç duyulduğu çok büyük bir önem taşımaktadır. Bir çok ölçüt ve

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

3. *Gerçekleşen ve planlanan performansın karşılaştırılması:* Arzu edilen proje standartlarına ulaşmak için projenin nasıl gittiğinin ve eğer bir sapma varsa bunun nereden kaynaklandığının bulunması gerekmektedir. Periyodik olarak yapılacak kontrollerle projenin gerçek durumuyla beklenen – planlanmış durumunun karşılaştırması genel olarak projenin durumunu ortaya koyacaktır.
4. *Düzeltilme ve iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi:* Karşılaştırma sonucunda proje planında bir sapma tespit edilmişse, bunun giderilmesi için düzeltici ya da bu sapmayı yok edici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetler gerçekleştirildikten sonra tekrar birinci aşamaya dönerek amaçların yeniden gözden geçirilmesi ve diğer faaliyetlerin akışının da aynı şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir.

Projenin en önemli aşamalarından biri olan kontrol aşamasının sağlıklı 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 şekilde yapılabilmesi için takım üyeleri arasında iletişimin ve raporlama sisteminin iyi kurulmuş olmasına bağlıdır. Şekil 2.14'te proje raporlarının ve kontrol işlevinin akış yönü gösterilmektedir.



Şekil 2.14 Proje Raporlama ve Kontrol Akışı

Kaynak: Nokes, vd., 2003; 113

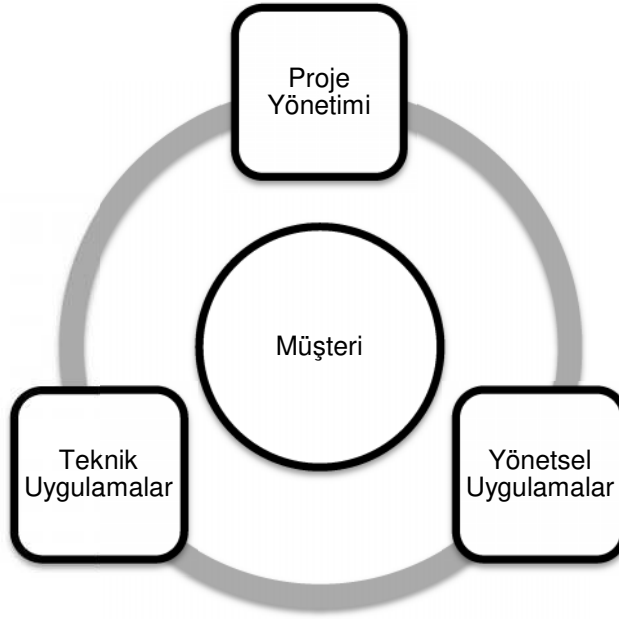
Genel olarak bir proje için gerçekleştirilen planlama ve kontrol faaliyetleri, işletmeler için finansal ve fiziksel kaynaklarla insan kaynaklarının daha etkin kullanılmasını, dolayısıyla maliyetleri düşürmeyi ve karlılığın artmasını sağlayacaktır. Bunun yanında müşteri ilişkilerinin geliştirilmesi, proje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

2.4. PROJE YÖNETİMİNİN DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ PROJELERİNDE KULLANIMI İLE İLGİLİ ÖRNEKLER

Değişim Mühendisliği stratejileri ve metotları belirlenip, süreç tasarımı gerçekleştirildikten sonraki adım proje planlama, yönetme ve izleme faaliyetlerinin de içinde bulunduğu değişim mühendisliğinin projesinin uygulanması aşamasıdır. Değişim mühendisliği projelerinde uygulamaların odaklandığı temel nokta başarıya ulaşmaktır. Bunu sağlamak için, değişim mühendisliğine konu olan her alanda proje yönetimi bakış açısı ele alınmalıdır. Buna ek olarak, değişim 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 değişim mühendisliği uygulamalarına yardımcı olacaktır (Gunasekaran ve Kobu, 2002: 2539).

Değişim Mühendisliği, mühendislik kavramı açısından ele alındığında daha çok teknik ve mekanik bir süreç olarak incelenebildiği gibi değişim ve bu değişimin yönetimi açısından da kavramsal ve düşünsel bir süreci içerisinde barındırmaktadır. Proje yönetiminin işletme içerisinde teknik ve kavramsal uygulamalara destek verdiğini belirten Angelides (1999), bu mekanik ve düşünsel uygulamalar arasındaki bütünleşmenin proje yönetimi açısından önemli olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.15: Proje Yönetimi ve İşletme Uygulamaları Bütünleşmesi

Kaynak: Angelides; 1999; 79

Geçmişten günümüze kadar birçok gelişme ve iyileştirme teorilerinin olduğu iş hayatında bu uygulamalarla ilgili olarak bir sistematik sağlanmadığı sürece işletmeler hantallaşmakta ve yenilik ya da iyileştirmeler yapmak, rutin hale geldiği için, yarar yaratmayan süreçlere dönüşmektedir. Hammer (1990)'ın "baştan yapın, otomatikleşmeyin" dediği değişim mühendisliği uygulamalarında ve daha sonra Deming (1988)'in 12 ilkesinden hareketle yapılan sürekli iyileştirme uygulamalarında kavramsal ve teknik uygulamaların bütünleşmesi, arzu edilen çıktıyı sağlamada iyi bir proje yönetimini gerekliliğini ortaya çıkaracaktır (Angelides, 1999: 78).

Dey (1999), çalışmasında, bir petrol firmasının ani değişimlere ayak uydurmak için uygulamayı düşündüğü değişim mühendisliği faaliyetlerinde proje yönetiminden yararlanmışır. Söz konusu firma kapalı sistem bir ekonomide tekel olarak faaliyetlerini sürdürürken, ekonomik politikaların değişmesi, çok uluslu işletmelerin ülke içinde faaliyet göstermeleri ile başlayan rekabet ortamı, serbest fiyatlandırma sistemleri ile karşı karşıya kalmıştır. Bu değişen senaryo ile işletme rekabetçi gücü tekrar elde etmeyi ve dinamik çevre koşullarına hızlı cevap vermeyi arzulamaktadır. Küreselleşme ile gelen bu değişimlere ayak uydurabilmek için değişim mühendisliği ile radikal değişiklikler yapılarak ekonomi içerisinde başarı sağlanmak istenmektedir. Çalışmada değişim mühendisliği uygulaması ile ilgili olarak çıkarılan proje planı ele alınmış ve bununla ilgili olarak proje süreçlerine de uygulamanın daha hızlı yapılabilmesi için değişim mühendisliği uygulanmıştır. Böylelikle bilgi sistemleri ve risk yönetimi uygulamalarıyla beraber ele alınan değişim mühendisliği uygulaması, zaman ve maliyetlerin düşürülmesi ile proje yaşam süresi tamamlamıştır.

Tikkanen ve Pölönen (1996) ise eserlerinde Finlandiya’da faaliyet gösteren 21 kamu işletmesi üzerinde yaptıkları araştırmada, bu işletmelerin değişim mühendisliği projelerindeki odak noktalarının ana süreçler, birbiri ile bağlantılı yan süreçler ve yönetim süreçleri olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmaya konu olan bu kamu işletmelerinin değişim mühendisliği projelerinin başarılı olmasındaki ön koşullar 4 ana başlık içerisinde incelenmiştir (Tikkanen ve Pölönen, 1996: 22):

1. Odak noktası ve çalışma alanı açısından daha geniş kapsamlı olan projeler genel olarak daha iyi sonuç verir.
2. Güçlü bir yönetimin varlığı, değişim mühendisliğinin başarıya ulaşmasındaki temel bir ihtiyaçtır.
3. Değişim süreci, daha az başarılı projeyi başarılı olandan açık bir şekilde farklılaştıran, ayırt edilmesini sağlayan en kritik ve en önemli süreçtir. Bu süreç aynı zamanda değişim mühendisliği projelerinin uygulanmasında en büyük problemlerin yaşandığı bir süreçtir.
4. Projenin uygulama ve geliştirme yapılması aşamasında, personelin varlığı değişim mühendisliğinde destekleyici bir rol oynamaktadır. Bu sürece katılan personel, proje örgütüne daha yararlı olmaktadır.

Değişim mühendisliği projelerinin geniş kapsamlı olmasından dolayı üzerinde birçok riski taşıdığı yadsınamaz bir gerçektir. Bu riskin sonucunda getirisi yüksek bir

proje çıktısı ile karşılaşılabilceği gibi projenin başarısızlıkla sonuçlanması da mümkündür. Değişim mühendisliği projelerinde risk analizi konusunda yapılan bir çalışmada Jallow vd. (2002), projenin maliyet, zaman ve performans açısından değerlendirilerek operasyonel seviyede süreçlerin finansal risk analizini Monte-Carlo Simülasyon yöntemi gerçekleştirmişlerdir. Kliem (2000) eserinde değişim mühendisliği projelerinde karşılaşılacak riskleri dört kategoride toplamıştır (Kliem, 2000: 72):

1. Değişim Mühendisliği Projesindeki *İnsan Faktörü Riskini* oluşturan etkenler:

- Kanıtlanmamış varsayımlar ve değerler,
- Değişime karşı gösterilen direnç,
- Eksik bilgilendirilmiş proje takımı ve idare kurulu,
- Eksik güdülenmiş takım üyeleri,
- Örgütsel bağlılığa olan ihtiyaç,
- Yönetimsel görüş birliğine olan ihtiyaç,
- Değişim sonucunda işten ayrılma korkusu,
- Gerekli becerilere sahip çalışanlara ihtiyaç,
- Paydaşların desteğine olan ihtiyaç,
- Proje üzerinde çalışacak personelin zamana olan ihtiyacı,
- Projede gereğinden fazla bulunan çalışanlar,
- Proje takımının açıkça belirlenmemiş rol ve sorumlulukları.

2. Uygulamanın genelini kapsayan *Yönetim Riskini* oluşturan etkenler;

- Uygulamanın izleme ve ölçüm sonuçlarındaki hata,
- Uygun olmayan misyon ve vizyon tanımları,
- Ana iş süreçlerinin tanımlanmasındaki yetersizlik,
- Müşteri ihtiyaç ve değerlerinin tanımlanmasındaki yetersizlik,
- Yeni sürece geçiş planının tamamlanmaması,
- Müşteri odaklılığa olan ihtiyaç,
- Gerçeğe 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,
- Boşluk analizinin yapılmasındaki sıkıntılar,
- Veri toplamadaki sıkıntılar.

3. Değişim Mühendisliği Projesinin başlangıcından uygulanmasına kadar olan süreci ilgilendiren projenin finansal yani *İş Riski*ni oluşturan etkenler;
 - Yeni yapılan süreç tasarımı için hazırlanan yapılabirlik incelemesindeki hata,
 - Seçilen tasarım alternatifi için yatırımın geri dönüş hesaplamasındaki hata ve güvensizlik,
 - Yetersiz bütçe,
 - Yapılacak harcamalarla ilgili görüş birliğine olan ihtiyaç.
4. Değişim Mühendisliği Projesinde kullanılacak araç ve teknikleri kapsayan *Teknik Riski* oluşturan etkenler;
 - Ana süreçler arasındaki ilişkinin belirlenmesindeki yetersizlik,
 - Teknik uzmanlığa duyulan ihtiyaç,
 - Araç ve tekniklerin analizi ve tasarımı aşamasında görüş birliğine olan ihtiyaç,
 - Araç ve tekniklerin analizi ve tasarımında aşamasında bilgi eksikliği,
 - Teknolojinin uygulanması aşamasındaki bilgi eksikliği,
 - Mevcut ve yapılması önerilen iş süreçlerinin tanımlanması ve haritalanmasındaki yetersizlik,
 - Standart ve yaygın değişim mühendisliği yöntemlerinin kullanılmaması,
 - Uygulanması düşünülen teknolojinin yanlış seçimi.

Grover (1999), değişim mühendisliği uygulamalarında başarıyı yüksek oranda etkilediğini belirttiği proje yönetimi ile ilgili olarak projenin idaresinde ve geliştirilmesinde problemler yaşanabileceğini ve bunun da değişim sürecinde birtakım sıkıntılar yaratabileceğini belirtmiştir. Bu problemlerin ana kaynağını uygun değişim mühendisliği yöntemine olan ihtiyaç, değişim mühendisliği performansının ölçümündeki güçlükler, değişim mühendisliği takımı ve örgüt üyeleri arasındaki zayıf iletişim olarak sıralamıştır. Grover (1999)'un sıraladığı problemleri de kapsayan Kliem (2000)'in sıraladığı kategoriler ve bu kategorileri oluşturan etkenler ele alınarak yapılacak olan risk yönetimi uygulaması sonucunda Kliem (2000), değişim mühendisliği projelerinin % 70 kuvvetle ihtimal başarılı olacağını belirtmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Bu bölüm uygulamaya konu olan Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarının tanıtımı, Laboratuvarda yapılan uygulamalar ile süreçlerde saptanan süreç problemleri ve bu süreç problemleri için geliştirilen çözüm önerisi ProModel simülasyon programından alınan bilgilerle desteklenerek sunulmaktadır. Simülasyon çalışmasıyla elde edilen öngörü sonucunda, elde bulunan kısıtlı kaynaklar ile verilen değişim kararı proje kapsamında planlanmakta ve bununla ilgili olarak bir proje planlama prosedürü önerilerek diğer prosedürlerle karşılaştırma yapılmaktadır.

3.1. UYGULAMANIN AMACI

Değişim Mühendisliği uygulamaları aksayan ya da daha iyi işler hale gelmesi istenen süreç üzerinde yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar mevcut sürecin küçük iyileştirmeler yerine radikal değişiklikler yapılarak tasarlanmasını içermektedir. Bu nedenledir ki yeni sürecin uygulamaya konulması ve sonrasında yeniden tasarlanan sürecin işleyip işlemeyeceği birtakım belirsizlikleri de beraberinde getirmektedir. Belirsizliklerin olması hem değişimi gerçekleştirecek ekip için hem de değişimin gerçekleştirileceği örgütte çalışanlar için değişime karşı çekimserlik ortaya çıkarabilecektir. Belirsizliğin ortadan kaldırılması birçok teknik kullanılabilir. Bu çalışmada hem görsel hem de sayısal çıktı vererek sürecin sonuçları hakkında daha gerçekçi bilgi verebilecek olan simülasyon tekniği kullanılmıştır.

Simülasyon tekniğinin arkasındaki temel düşünce, karar aşamasında düşüncelerin gerçek yaşama uyarlanması ve verilecek kararların gerçeği yansıtmasıdır. Çalışmada kullanılan simülasyon yazılımı ProModel, grafik gösterimleriyle süreçte meydana gelen akış üzerinde iyi bir gözlem yapma şansı sunmaktadır. Sembolik gösterimleriyle süreci resmeden yazılım, sürecin tekrar izlenmesine ve ayrıca alternatif süreç düşüncelerinin de uygulanarak takip edilmesine olanak sağlamaktadır. Böylelikle sürecin analiz aşamasında simülasyon tekniği devreye girerek fikirlerin süreç uygulanmadan verimli bir şekilde kullanılmasını olanaklı hale getirmektedir.

Çalışmada simülasyon tekniğini uygulamakla Değişim Mühendisliği uygulamalarındaki belirsizliğin en aza indirilmesi amacının yanı sıra kaynakların

kısıtlı olduğu bir durumda tasarlanan yeni sürecin hızlı bir şekilde uygulanması amaçlanmıştır. Sürecin hızlı bir şekilde uygulanmasındaki temel amaç ise, işletmenin uğraşlarına ara vermesinden doğacak sıkıntıyı en aza indirmek ve hastane personeli, hasta ve hasta yakınlarının aldıkları hizmetin aksamamasını sağlamaktır.

Uygulama iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada laboratuvarın mevcut durumunun analizi yapılarak değişim mühendisliği uygulamasına karar verilmiştir. Bunun için simülasyon tekniğinden faydalanılarak alternatif süreç yerleşimler geliştirilmiş ve bu süreçlerden en iyi sonucu verecek olan seçilmiştir. Böylelikle simülasyon tekniğinin ve yazılımlarının değişim mühendisliği uygulamalarında sağladığı yararın gösterilmesi amaçlanmıştır.

İkinci aşamada ise seçilen süreç yerleşiminin en kısa sürede kullanıcılara yarar sağlaması için kısıtlı kaynaklı proje yönetim tekniklerinden faydalanılarak değişim mühendisliği projesinin tamamlanma süresi ortaya konmuştur. Literatürde bahsedilen algoritmaların yanı sıra yeni bir algoritma önerisi yapılmıştır. Bu ikinci aşamada ise amaç, proje yönetim tekniklerinin değişim mühendisliği uygulamalarında kullanımının ve yeni önerilen algoritmanın sonuca katkısının gösterilmesidir.

3.2. UYGULAMA YERİNİN TANITIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarı, tanı ve tedavi izleminde yardımcı olan tüm laboratuvar analizlerinin yapıldığı, birbiri ile bağlantılı 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 bağlı olarak çalışmaktadır.

3.2.1. Çalışma 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 işleme konmaktadır. 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 bakısı yapılmaktadır. Bu saatten sonra gelen örnekler ise acil laboratuvarında çalışılmaktadır. Acil servisten gelen örneklerde kimyasal analiz ve mikroskopik bakı, 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. İstek 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. İstek Formu: Kan bankası ve aferez

4. İstek Formu: Hematoloji

5. İstek Formu: Metabolizma

6. İstek Formu: Antenatal risk belirleme

7. İstek Formu: Acil

İstek formunun tam olarak doldurulması büyük önem taşımaktadır. Hastanın adının-soyadının, yattığı kliniğin, aldığı ilaçların ve özellikle Tanı-Öntanı'nın mutlaka yazılması gerekmektedir. İstek 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 doğru 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 ağız açık olarak buzdolabında da olsa saklanması birçok test sonucunun yanlış çıkmasına neden olabilir.

- İdrar örnekleri tüp veya idrar bardağı içinde laboratuvara iletilmelidir.
- 24 saatlik idrar örnekleri için toplama koşullarına uyulması gerekmektedir. Bu durum hastaya ayrıntılı bir şekilde açıklanarak işbirliği sağlanmalıdır. Örnek alındıktan sonra mümkün olduğunca kısa sürede laboratuvara ulaşmalıdır.
- Kan gazı örnekleri en geç 15 dakika içinde ve buz üzerinde acil laboratuvarına iletilmelidir.

Örneğin doğru etiketlenmesi, hangi analizin yapılacağını bilmesi, analiz sonuçlarının ilgili kişilere doğru olarak bildirilmesinden ötürü oldukça önemlidir. Etiketleme sürecinde dikkat edilmesi gerekenler maddeler halinde aşağıda sıralanmaktadır:

- Alınan tüm örneklerde tüp (veya idrar, gaita kabı) üzerine mutlaka hastanın adı ve soyadı açık, okunaklı bir şekilde yazılmalıdır. Tüp üzerindeki isim ile istek formundaki isim aynı olmalıdır.
- 24 saatlik örneklerde, biriktirilen idrarın tümünün laboratuvarın önerdiği özel idrar toplama kabına toplanılarak gönderilmesi zorunludur. Kan ve idrar dışındaki diğer vücut sıvılarının tipi, örnek tüpü ve istek formuna yazılmalıdır.
- Belli aralıklar ile alınan örneklerde (örneğin; OGTT – Oral Glikoz Tolerans Testi) örnek tüpüne kaçınıcı örnek olduğu veya saati belirtilmelidir.

3.2.3. Sonuç Raporları

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

3.3. UYGULAMAYA KONU OLAN PROBLEMİN TANIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Merkez Laboratuvarının iyileştirilmesi; değer yaratmayan işlemlerin 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 sağlamak için değişim mühendisliği uygulaması yapılacaktır. Bunun için alınan örnek vücut sıvılarının yoğunlukla analiz

edildiği laboratuvarların süreçleri ele alınmıştır. Bu laboratuvarlar; Biyokimya, Hematoloji, Seroloji, Endokrinoloji ve İdrar Laboratuvarlarıdır. Bu laboratuvarların süreçlerinin ele alınma nedenlerinden bir diğeri ise Merkez Laboratuvarı bünyesinde bulunan diğer laboratuvarlardaki analiz işlemlerinin daha özellikli olmasıdır. Örneğin alınan vücut sıvılarının yapısal değişiklikleri inceleneceği zaman ele alınan laboratuvarlara göre daha uzun bekleme süreleri olacaktır. Ele alınan laboratuvarlar ise hastalığın teşhisi ve kontroller aşamasında çok fazla istekte bulunulan laboratuvarlardır ve analiz sonuçlarının daha hızlı bir şekilde alınması gerekmektedir.

Laboratuvar işlerinin her biri ayrı odalarda ve ayrı analiz cihazlarında işlenmektedir. Vücut sıvısı verecek olan hastanın laboratuvara gelişi, tahlil kâğıdında istenen tahlillerin yapılması için gerekli sıvıları vermesi ve bu sıvıların bölümlerin gerekli analizleri yapabilmesi için porsiyonlanarak dağıtımı, daha sonra bu sıvıların istenen tetkiklere göre analiz edilerek sonuçlarının bilgisayar ortamında ilgili kişilere ulaştırılması laboratuvar bünyesinde yapılmaktadır.

Tüm bu işlerin yapılabilmesi için kullanılan analiz cihazlarının yanı sıra uzman işgücünden 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) işleme problemi olarak görülebilir. Malzemenin başlangıçtan sonra doğru gidişinin ise akış tipi üretim özelliği gösterdiği söylenebilir.

Problemin çözümünde birinci aşama olan, mevcut ve alternatif süreçlerin simülasyon tekniğinden faydalanılarak gösterimi ile ilgili bazı kısıtlar ve varsayımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Laboratuvar içerisinde yoğunlukla kullanılan analiz birimleri olan Biyokimya, Seroloji, Endokrinoloji, Hematoloji ve İdrar Analizi birimleri ele alınmıştır.
2. Uygulamaya konu olan her bir analiz biriminde birden fazla çeşitte testler yapılmaktadır. Bu testler ilgili analiz birimi adı altında temsil edilmektedir.
3. Alınan gerçek veriler her bir analiz birimi için yıl temelinde hesaplanmış ve günlük yaklaşık değerleri (1 yıl = 365 gün) ele alınarak simülasyonu yapılmıştır. Alınan veriler aşağıdaki 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
İdrar Analizleri	290	105.850

4. Problemin çözümü için önerilen yeni süreçlerin tasarlanması aşamasında sağlanan 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 GÖSTERİMİ VE DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMASIYLA ÇÖZÜM ÖNERİSİ

Laboratuvara gelen vücut sıvıları acil hastalar, yatan hastalar ve poliklinik hastalarından olmak üzere 3 kaynaktan şekilde 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 değişim mühendisliği uygulamasına konu olacak olan önerilen yerleşim düzenleri

karşılaştırmasını gerçekleştirebilmek için mevcut yerleşim düzeni ProModel yazılımında simülasyona tabi tutulmuştur.

Ele alınan analiz birimlerinden *Biyokimya*, *Seroloji*, *Endokrinoloji*, *Hematoloji* ve *İdrar* olmak üzere 5 farklı çıktı elde edilmektedir. Mevcut durumda kullanılan cihaz ve personel sayıları aşağıdaki tabloda görülmektedir:

Tablo 3.2: Laboratuvarda Kullanılan Cihaz ve Çalışan Personel Sayıları

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

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

İdrar analiz birimi mevcut süreçte her biri farklı yerlerde olan istasyonlardan oluşmaktadır; idrar kabule uğrayan hasta, buradan örnek için barkotlu kutuyu alıp karşı koridora geçmekte, örnek verme işlemini tamamladıktan sonra tekrar örnek kabule gidip örneği teslim etmektedir. Örnek kabul daha sonra verilen idrar örneklerini sporlarda bekletmekte ve yine koridorun karşısındaki idrar analiz birimine göndermektedir.

Analiz sonuçlarının elde edilmesine ilişkin vücut sıvılarının izlediği rotalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 3.3: Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar

Analizler					
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	İdrar
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

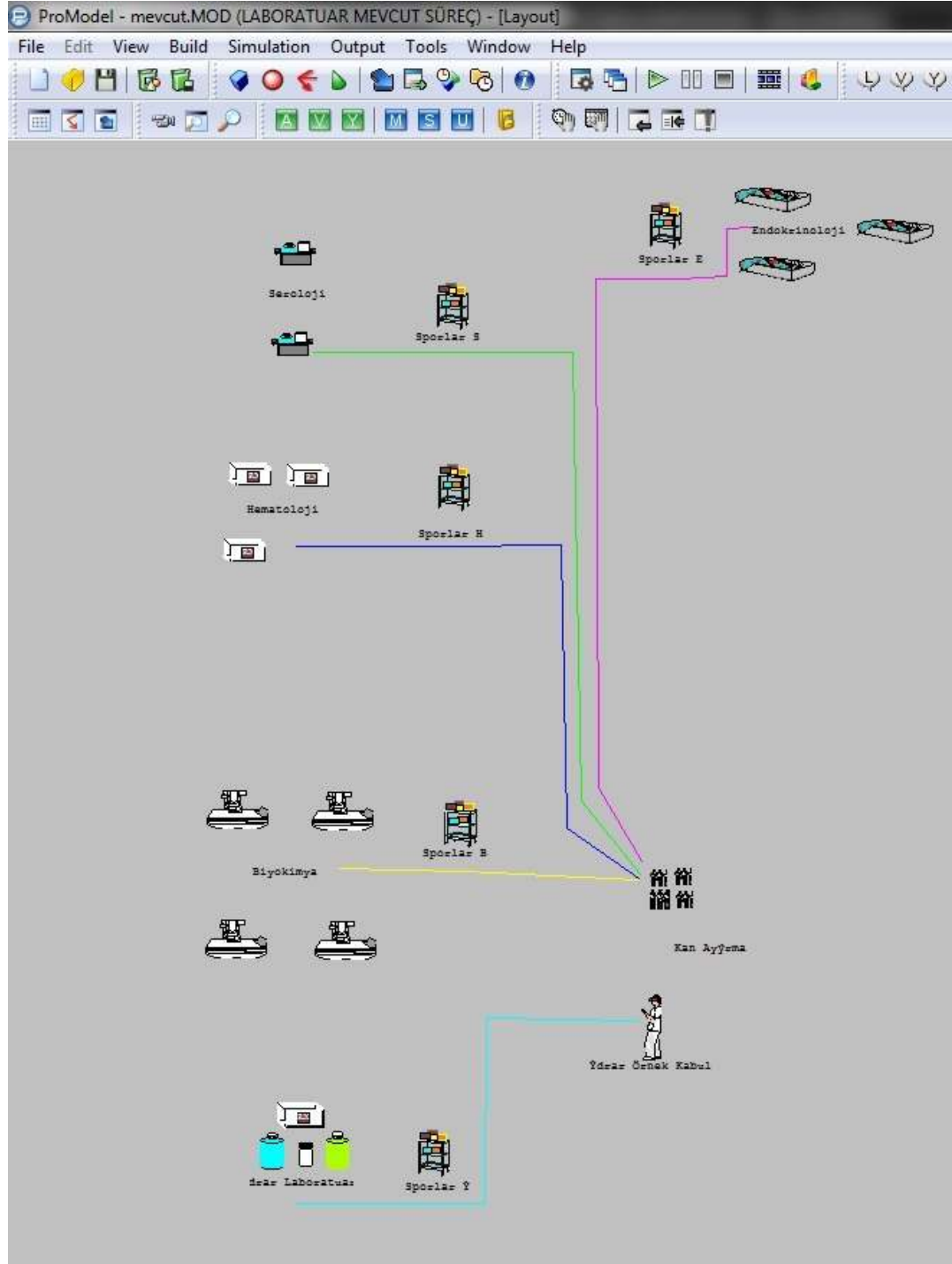
Ortak istasyon olarak kullanılan Kan Ayırma birimine gelen vücut sıvıları ve idrar analizi için Örnek Kabule gelen vücut sıvısı, gerekli porsiyonlama işlemleri sonrasında çalışılacak değerlere göre sporlarda biriktirilir. Daha sonra analiz edilmek üzere her birimde bulunan analiz cihazlarına el ile yerleştirilerek işlenir. Çıktılar, bilgisayar ekranında kontrol edildikten sonra tetkik isteyen doktorun ekranına gönderilir.

Kan ayırma biriminden her bir analiz birimine kat edilen mesafe değerleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

Tablo 3.4: Kan Ayırma Biriminden Analiz Birimlerine Kat Edilen Mesafeler

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

Vücut sıvılarının kan alma biriminden kan ayırma birimine gelmesinden sonra başlayacak olan analiz süreci için belirlenen analiz birimlerinin yerleri Ek 2’de yer alan laboratuvarın mevcut yerleşim şeklinde görülmektedir. Bu bilgiler ışığında mevcut sürecin ProModel simülasyon programında gösterimi aşağıdaki şekilde yapılmıştır:



Şekil 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 aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

ProModel - mevcut.MOD (LABORATUAR MEVCUT SÜREÇ)

File Edit View Build Simulation Output Tools Window Help

Process [3]

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)

Şekil 3.2: Vücut Sıvılarının Analiz Birimlerinde İşlem Gördüğü 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 İşlem süresi (sn)
Biyokimya	11.840	95,56	47,69	47,87
İdrar	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 görmekte ve daha sonra her bir birimde bulunan buzdolaplarında el ile taşıma yapmak

suretiyle saklanmaktadır. Mevcut sistemde 2009 yılı verilerine göre gerçekleşen ortalama günlük değerler ile simülasyon sonucunda elde edilen ortalama günlük değerler karşılaştırıldığında birbirine yakın sonuçlar olduğu görülmektedir. Bu durum aşağıdaki tablodan izlenebilir:

Tablo 3.6: Mevcut Sistemin Gerçek ve Simülasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

	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
İdrar Analizleri	290	288

Buna göre; laboratuvarda yapılan zaman incelemeleri ve uzmanlardan elde edilen verilere göre oluşturulan simülasyon sisteminin sonuçları gerçeğe yakın sonuç verdiğinden bu aşamadan sonra benzer şekilde yapılacak sistem simülasyonlarının da gerçeğe yakın sonuçlar vermesi beklenmektedir. Bu durum yapılan analizin güvenilirliğini göstermektedir.

3.4.2. Süreçlere Uygulanan Değişim Mühendisliği Uygulamasının Gösterimi ve Analizi

Analiz birimlerinin Merkez Laboratuvar içinde birbirinden ayrı bir şekilde yerleşmiş olması, her bir analiz birimi içindeki cihazların birbirleriyle benzeşik özellikler içermesi ve bu cihazların işletiminden sorumlu uzman personelin bulunması gerekliliği yer, cihaz ve işgücü kullanımı verimliliğini düşürmektedir. Bunun için mevcut süreçlere değişim mühendisliği uygulanmasının olumlu olacağı düşünülmüş ve bunu öngörmek için simülasyon tekniğinden yararlanılmıştır.

Problemin çözümü için tasarlanan yeni süreç alternatifleri için mevcut analiz birimi odalarının birleştirilmesine ve analiz cihazlarının akış tipi ya da hücresel tip üretim hattını oluşturacak şekilde yerleştirilmesine karar verilmiştir. Mevcut süreçten tasarlanan sürece geçişte, analize konu olan vücut sıvılarının taşıma sisteminde

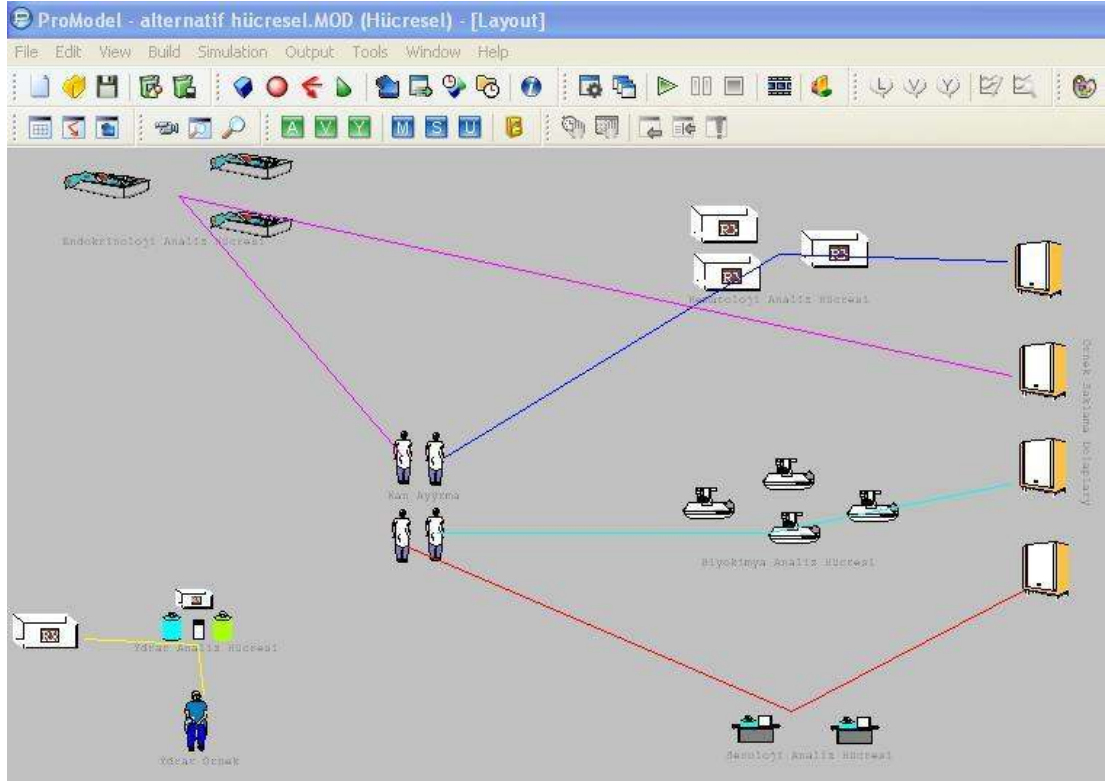
yapılacak değişiklikler; sürecin yeniden tasarımı, nasıl işletileceği, sistemin programlanması gibi birçok riski içerir. Bu değişimin gerçekleşeceği sırada laboratuvarıdan yararlananların mağdur olmaması için değişimin hızlı ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Kullanılan simülasyon programıyla değişikliği uygulamadan, yapılacak değişikliğin sonucunu görmek mümkün olacak ve alternatif süreçlerin mevcut süreçle karşılaştırması yapılarak sağlanacak yarar, sistemdeki darboğazlar, analiz sonuçlandırma hızı gibi bilgiler elde edilebilecektir.

Tasarlanacak süreçler için ortak nokta; ele alınan 5 analiz birimi için ortak bir alan oluşturulmasıdır. Böylelikle taşıma için harcanacak süre en aza indirilmeye çalışılacak ve taşıma için kullanılan personel ve araçlar sistemde daha verimli kullanılabilir ya da diğer 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 birleştirilmesiyle oluşturulacaktır.

3.4.2.1. Alternatif Süreç – Hücresel Yerleşim

Bu alternatif süreçte, mevcut süreçten farklı olarak, ele alınan analiz birimlerinin kan ayırma birimine yakın olmalarını amaçlamaktadır. Bunun sebebi, analiz birimlerinde çalışılan/yapılan analizlerin hastane tarafından yoğun şekilde kullanılan ve çıktılarının bir an önce sonuçlanmasının avantaj yaratacak olmasıdır. Ayrıca, hem kan ayırma biriminin yakın olmasıyla taşıma mesafesi kısılacak ve taşıma için geçen zaman kaybı da azaltılmış olacaktır.

Hücresel yerleşime göre, her bir analiz biriminin çıktıları olan analiz sonuçları için birbirine yakın cihazlar bir grup halinde alana yerleştirilirler. Çalışmada ele alınan problem için hücresel yerleşime göre bilgisayar yazılımı gösterimi Şekil 3.3’te verilmektedir. Buna göre beş farklı analiz hücresi oluşturulmuş ve ilgili cihazlar bu hücrelerin etrafında gruplanmıştır.



Şekil 3.3: Alternatif Hücresel Sürecin Simülasyon Yazılımında Gösterimi

Hücresel yerleşimde, hastadan alınan vücut sıvılarının ilgili örnekleri doğrudan kan ayırma biriminde toplanmakta ve buradan hücrelere dağıtımı yapılmaktadır. Kan ayırma biriminde mevcut süreçte olduğu gibi yine sporlarda tüpler halinde vücut sıvılar toplanmakta ve analiz birimlerinin hücrelerine o birim görevlisi tarafından ulaştırılmaktadır. Analiz hücresinden çıkan vücut sıvısı örneği yine o birimin görevlisi tarafından, muhafaza edilmek üzere buzdolabına yerleştirilmektedir. Geliştirilen hücresel süreçte, idrar analiz birimi için örnek kabul aynı alana taşınarak hem hastanın hem de analiz edilecek vücut sıvısının hareket mesafesi en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.7: Hücresel Yerleşimde Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar

<i>Rotalar</i>	<i>Analizler</i>				
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	İdrar
	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
<i>Mesafe (~m)</i>	8	10	16	12	4
<i>Personel</i>	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 hücrelerine ve analiz hücrelerinden buzdolabına kadar kat edilecek mesafeleri göstermektedir. Çalışan personel sayılarında ise analiz birimlerinin bir arada olması nedeniyle uzman işgücünün yaratacağı sinerji kaynaklı bir azalma beklenmektedir. Bu sürecin sağlayacağı yarar, çıktıların yanı sıra girdiler üzerinde de ortaya çıkmaktadır.

Simülasyon yazılımında tasarımı yapılan hücresel yerleşim düzeni analizi için gerekli süre hesaplamaları, cihazların analiz süreleri ele 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)

Şekil 3.4: Vücut Sıvılarının Hücresel Analiz Birimlerinde İşlem Gördüğü 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

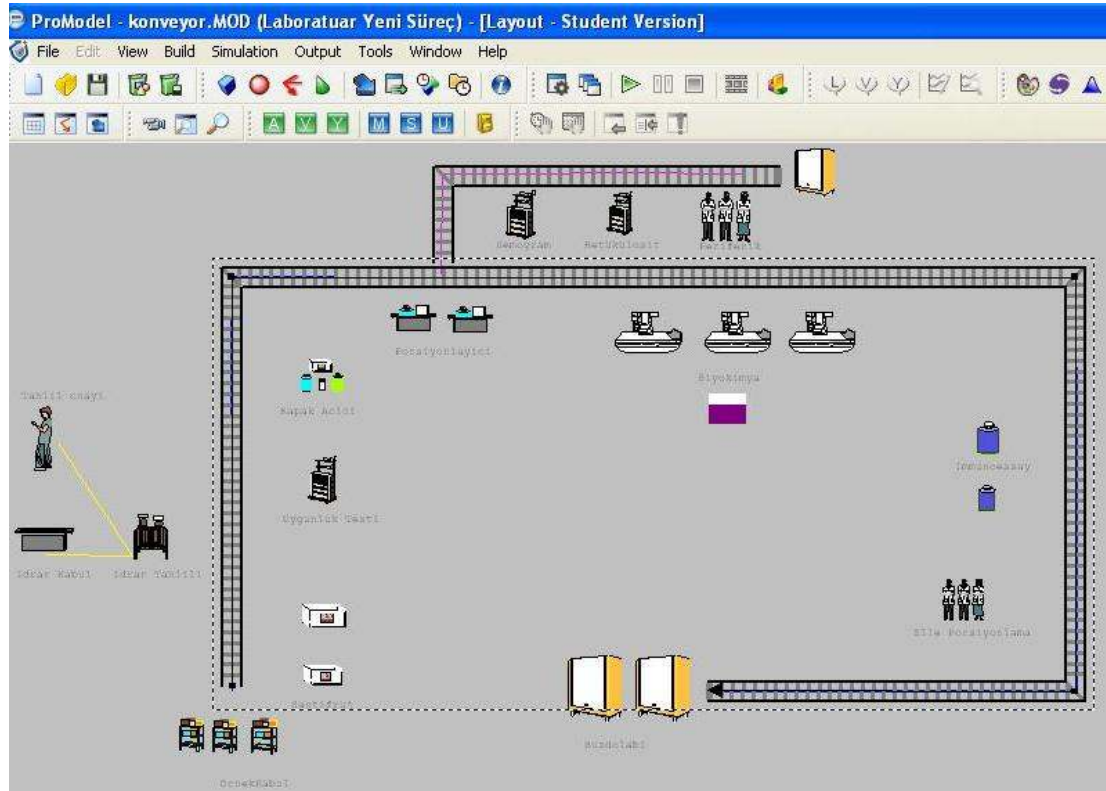
	Toplam Çıktı	Ortalama Sistemde Geçirilen Süre (sn)	Ortalama Taşıma Süresi (sn)	Ortalama İşlem süresi (sn)
Biyokimya	12.896	69,81	28,05	41,76
İdrar	338	211,72	38,02	173,7
Hematoloji	2.346	123,48	29,98	93,5
Seroloji	539	119,82	33,02	86,8
Endokrinoloji	1.866	198,87	57,79	141,08

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

3.4.2.2. Alternatif Süreç – Akış Tipi Yerleşim

Akış tipi yerleşim alternatifi, alınan vücut sıvılarının bir bant üzerinde hareket ederek üzerindeki barkotlar yardımıyla ilgili analiz birimlerine gönderildiği ve analizi tamamlanan tüplerin yine bant üzerinden buzdolabına saklanmak üzere gönderildiği bir tasarımıdır.

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.



Şekil 3.5: Akış Tipi Süreç Yerleşiminin Simülasyon Yazılımında Gösterimi

Bu sistemde insan etkisi sadece otomasyon sisteminin kontrolü aşamasında görülmektedir. Örnek kabule gelen vücut sıvısı örnekleri, laboratuvar örnek kabulde görevli personel tarafından banda yerleştirilmektedir. Sisteme giren vücut sıvıları için ortak cihazlar santifrüj, örneğin 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 gerektiğinde tekrar kullanılmak üzere bant üzerinden elle yapılan porsiyonlama işlemine girmektedir. Daha sonra tekrar bant sistemi üzerinden buzdolabına gitmektedir.

Serolojik ve endokrinolojik testler için porsiyonlama işlemi sonrasında, bant üzerinden immunoessay olarak simgelenen analiz cihazına gelen vücut sıvısı tüpleri, buradaki analizden sonra tıpkı biyokimya sürecinde olduğu gibi elle porsiyonlama istasyonuna uğrayıp bant üzerinden buzdolabına gitmektedir.

Tablo 3.9: Akış Tipi Yerleşimde Vücut Sıvılarının İzlediği Rotalar

<i>Analizler</i>					
	Biyokimya	Seroloji	Endokrinoloji	Hematoloji	İdrar
Rotalar	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul	Örnek Kabul_I
	Santifrüj	Santifrüj	Santifrüj	Santifrüj	İdrar 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 başka bir banda geçmektedir. Burada hematoloji ile ilgili hemogram cihazına girmekte ve daha sonra periferik ve retükülosit sayımı yapılarak tüpler buzdolabına gitmektedir. Analizin sonuçları diğer süreçlerde de olduğu gibi hastaya değil doğrudan ilgili analizleri isteyen doktorun bilgisayar ekranına gönderilmektedir. İdrar analizi için süreç bir önceki alternatif hücrel yerleşimle aynı olup personel sayısında artış yapılarak analiz çıktılarının artırılması yoluna gidilmiştir.

Bunun yanı sıra, otomasyon sisteminin getirdiği durum gereği ilgili analiz birimlerinde çalışan 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 aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Tablo 3.10: Akış Tipi Yerleşim İçin Mesafeler ve Personel Sayıları

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

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

Tasarımı yapılan akış tipi yerleşim düzeni için simülasyon yazılımında gerekli süre hesaplamaları cihazların analiz süreleri ele alınarak ve laboratuvardaki uzmanların görüşüne dayanılarak yapılan düzeltimler sonucu normal dağılıma göre aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

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)

Şekil 3.6: Vücut Sıvılarının Akış Tipi Yerleşimde İşlem Gördüğü Süreler

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

Tablo 3.11: Akış 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
İdrar	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	Hücresele Süreç	Akış Tipi Süreç
Biyokimya	11.840	12.896	14.075
İdrar	288	338	399
Hematoloji	1.975	2.346	2.872
Seroloji	493	539	674
Endokrinoloji	1.275	1.866	2.773

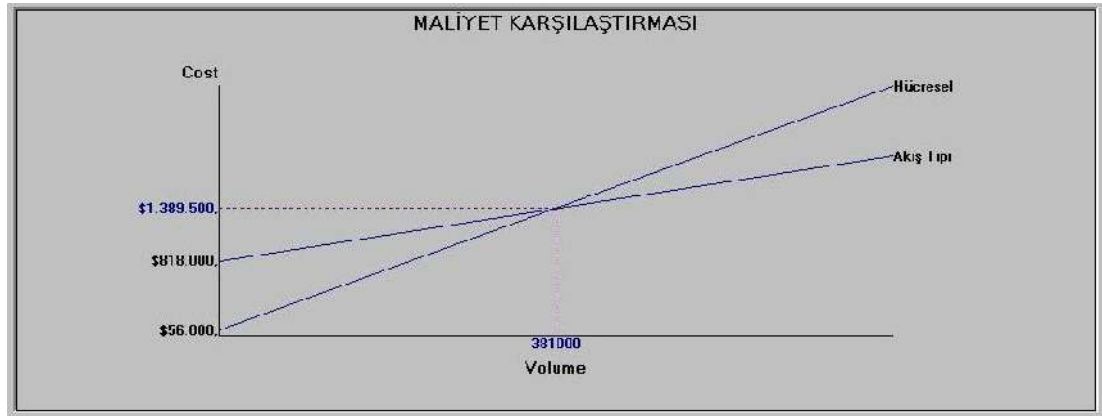
Buna göre; çıktı sayılarına göre önerilen süreçlerin ikisinin de mevcut süreçten daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Önerilen süreçler arasında karşılaştırma yapıldığında bazı yatırımlar yapıldığı takdirde gelişen teknolojiyi de yakalayarak akış tipi bir üretim şekli laboratuvara uygulanabilir. Teknoloji yatırım maliyetinden kaçınılarak hücresel süreç yerleşimi de tercih edilebilir.

Alternatif süreçlerin maliyetlerinin karşılaştırılabilmesi için söz konusu maliyet kalemleri ve ortalama tahmini tutarları aşağıdaki tabloda görülmektedir. Tahmini yatırım maliyeti hücresel süreç için alanın tadilatı ve cihazların taşınıp tekrar kurulumuyla ilgili elde edilen tahmini maliyetlerin toplamını oluştururken akış tipi süreç için, alınacak yeni cihazların maliyetini de içine alan tahmini maliyetlerden oluşmaktadır. Personel ücretleri ise alternatif süreçler için Tablo 3.15'te verilen personel ihtiyaçları sonucunda ödenecek ortalama ücret olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.13: Alternatif Süreçler İçin Tahmini Maliyetler

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

Ortalama tahmini maliyet verilerinden hareketle süreçlerin maliyet yönünden karşılaştırılması için başa baş analizi yapılmıştır.



Şekil 3.7: Seçenekler Arası Maliyet Karşılaştırması

Başa baş analizi ile yapılan maliyet karşılaştırmasında hücresel süreç yerleşimi 381.000 adet analize kadar daha olurlu bir seçenek olarak görülmektedir. Bu noktadan daha fazla yapılacak analizler için akış tipi süreç yerleşimi seçilebilir.

Hücresel süreç yerleşiminde yaklaşık olarak günde 17,985 adet ve akış tipi süreç yerleşiminde yaklaşık olarak günde 20,793 adet analiz çıktısı elde edildiği göz önüne alındığında akış tipi yerleşim seçeneği için bu maliyetlere katlanılabilir.

Bu üç sürecin, vücut sıvılarının sistemde taşıma için geçirdiği süre kıstas alınarak karşılaştırması ise Tablo 3.14'te görülmektedir.

Tablo 3.14: Sistemde Taşıma Sürelerine Göre Süreçlerin Karşılaştırılması

	Mevcut Süreç	Hücresel Süreç	Akış Tipi Süreç
Biyokimya	47,69	28,05	56,56
İdrar	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

Taşıma sürelerine göre süreçler karşılaştırıldığında alternatif süreçlerin mevcut sürece göre daha az sürede mesafe kat ettiği görülmektedir.

Hücresel yerleşimde taşıma süreleri diğer alternatife göre daha kısa gibi görülse de, akış tipi süreç yerleşiminde vücut sıvılarının bulunduğu analiz tüpleri bir bant üzerinden hareket ettiğinden tüpler analiz işlemi bitse de buzdolabına ulaşmak için bant üzerinde durmak durumundadırlar. Öte yandan hücresel ve mevcut süreçte taşıma işlemini ilgili personel yaparken akış tipi süreç yerleşiminde vücut sıvıları, bant üzerinde hareket ettiğinden bir insan gücü kullanımı söz konusu değildir.

Taşıma için geçen süre ile ilişkili olarak her süreç için belirlenen istasyonlar arası mesafe ve çalışan personel sayılarına göre yapılan karşılaştırma ile ilgili tablo aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.15: Süreçler İçin Mesafeler ve Personel Sayıları

	Mevcut Süreç		Hücrel Süreç		Akış 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
İdrar	7	1	4	2	4	3
TOPLAM	100	19	50	13	79	9

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

Tablo 3.16: İşlem Süresine Göre Süreçlerin Karşılaştırılması

	Mevcut Süreç	Hücrel Süreç	Akış Tipi Süreç
Biyokimya	47,87	41,76	33,78
İdrar	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 işlem sürelerine göre yapılan karşılaştırma sonuçlarına göre endokrinoloji haricinde analiz sonucunu en kısa sürede veren, alternatif süreçlerden akış tipi süreç yerleşimidir. Mevcut sürecin endokrinoloji ve hematoloji analizleri bakımından hücrel tip süreç yerleşiminden daha hızlı olduğu da görülmektedir.

Yapılan karşılaştırmalar 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 akış 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 katlanılacak maliyet bakımından da akış tipi süreçten daha az maliyetli olacaktır.

Değişim mühendisliği kapsamında incelendiğinde mevcut sürecin kökten bir değişimi söz konusu olmalıdır. Bu radikal değişim laboratuvarı ele alınan analiz birimlerinin kapladığı alanın azalması, mevcut emek yoğun süreçten teknoloji yoğun sürece geçilmesi ve çalışan personelin azalmasıdır. Bu değişim sonucunda çıktı sayılarında artış 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 birleştirilmesi 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 anda gerçekleştirildiği bir uygulama olduğu için, bu değişimin belirli bir zaman dilimi içerisinde bitirilmesi gerekmektedir. Kısacası bir başlangıcı ve bir bitişi olan faaliyetlerin olduğu sonlu bir uygulamadır.

Değişim mühendisliği uygulamasının gerçekleşip başarılı bir şekilde sona ermesinin ardından uygulamanın gerçekleştiği laboratuvar, elde edilen değişimi ve sonuçlarını sürekli iyileştirme faaliyetleri ile geliştirip iyileştirmelidir.

Buradan hareketle, değişim mühendisliği uygulamasını, özgün ürün, hizmet ya da sonuçlar yaratmak için üstlenilmiş geçici çabalar olarak tanımlanan proje yapısı içerisinde gerçekleştirmek daha olurlu sonuçlar elde etmeye yarayacaktır.

Değişim mühendisliği projesini uygulama aşaması için Şekil 1.8’de verilen Değişim Mühendisliği Uygulama Metodolojisinden hareketle;

- Uygulama kapsamındaki Merkez Laboratuvarının yaptığı çalışmalarla ilgili olarak genel bir analizi yapılmış ve ele alınan analiz birimleriyle ilgili kısıtlar belirtilmiştir.
- Var olan süreçlerin analizi yapılarak gerçek durum ortaya konmuştur. Gerçek durum ile ilgili yapılan analiz sonucunda simülasyon yazılımı kullanılarak hem gerçek durumun hem de önerilen alternatif süreçlerin analizi yapılmıştır.
- Analizler sonucunda değişime ve değişim alternatifleri arasından hangisinin seçileceğine karar verilmiştir.

Bu aşamalardan sonra uygulanacak değişim mühendisliği projesinin planları hazırlanmıştır. Planlama aşamasında ilk önce projenin ana faaliyetleri ve bu faaliyetleri oluşturan alt görevler belirlenmiştir. Faaliyetlerin ve alt görevlerin belirlenmesinden sonra her bir görevin ardıl görevleri ve süreleri saptanarak bu görevlerde ihtiyaç duyulan işgücü kaynağının sayısı belirlenmiştir.

Laboratuvar için uygulanacak değişim mühendisliği projesine ilişkin faaliyetler ve bu faaliyetler için saptanan süre ve kaynaklar Tablo 3.17’de görülmektedir.

Tablo 3.17: Değişim Mühendisliği Projesinin Faaliyetleri ve Alt Görevleri

PROJENİN FAALİYETLERİ	Faaliyet	Süre (gün)	Öncül Faaliyetler	Kaynak (kişi)
Değişimin uygulanacağı yer ile ilgili keşif yapılması	A	3	--	9
Değişim Mühendisliği hazırlık planlarının oluşturulması	B	15	A	5

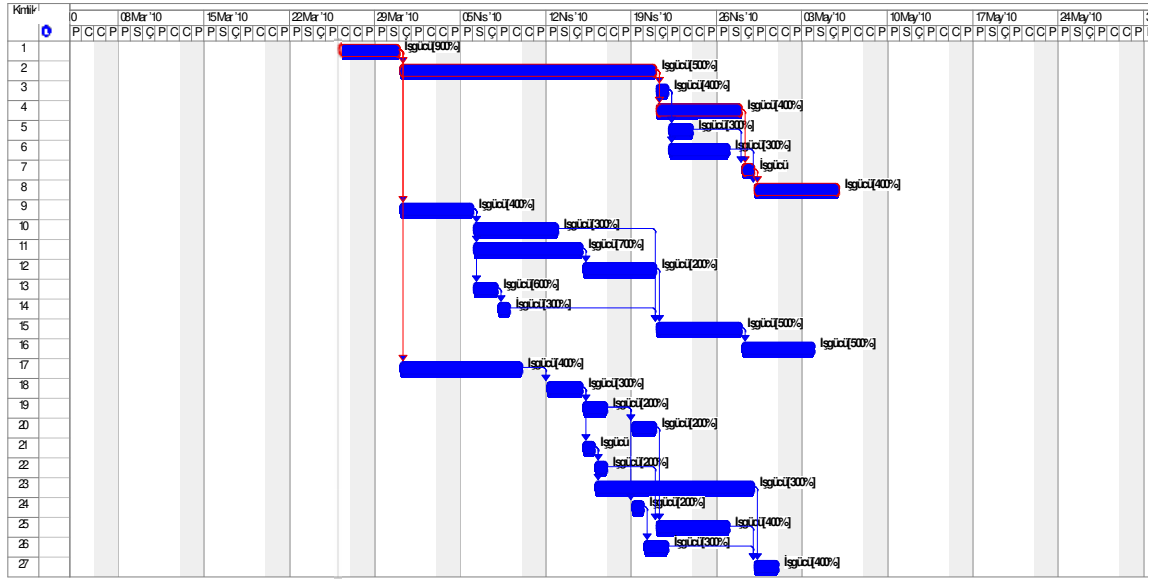
Tablo 3.17'nin devamı...

PROJENİN FAALİYETLERİ	Faaliyet	Süre (gün)	Öncül Faaliyetler	Kaynak (kişi)
Kurum içi bilgilendirme toplantıları	E	1	B	4
Değişim mühendisliği ile ilgili eğitim programlarını 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 şartnamelerin hazırlanması	C	4	A	4
Firmadan teminat alınması	M	5	C	3
Üst yönetimin teknik ve idari şartnameleri 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 gerçekleştirmesi	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
İdrar laboratuvarının kurulumu	T	1	P	1

Tablo 3.17'nin devamı...

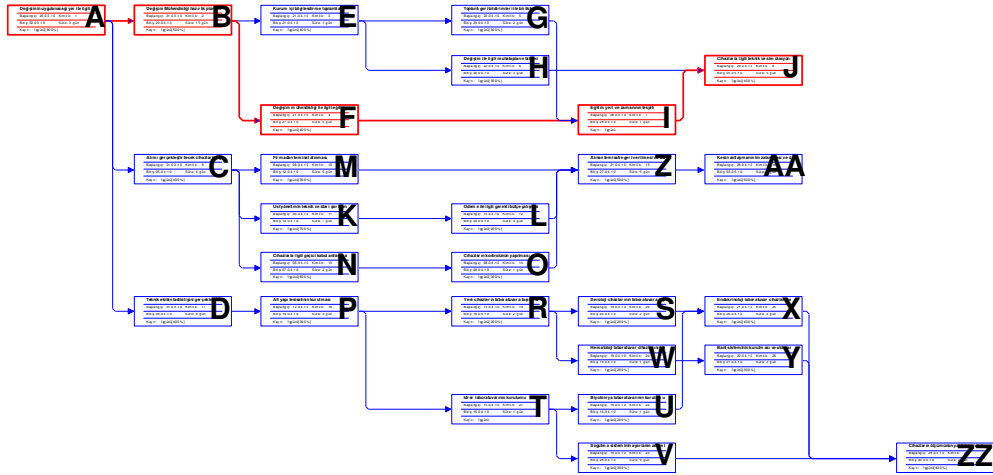
PROJENİN FAALİYETLERİ	Faaliyet	Süre (gün)	Öncül Faaliyetler	Kaynak (kişi)
Biyokimya laboratuvarının kurulumu	U	1	T	2
Soğutma sisteminin ayarlanması ve buzdolaplarının kurulumu	V	9	T	3
Hematoloji laboratuvar cihazlarının laboratuvara taşınması ve kurulumu	W	1	R	2
Endokrinoloji laboratuvar cihazlarının 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, ardılık ve öncüllük ilişkilerine, faaliyetlerin süre ve kaynaklarına göre MS Project 2007 yazılımında projenin GANTT şeması ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3.8: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen GANTT Şeması

Şekilde görülen GANTT şemasında kırmızı ile işaretlenmiş faaliyetler kritik yol faaliyetleridir. MS Project 2007 yazılımında ayrıca projenin ağ diyagramı da elde edilmiştir.



Şekil 3.9: Projenin MS Project 2007 Programında Çizilen Ağ Diyagramı

Şekil 3.9’da görülen ağ diyagramındaki kırmızı ile işaretlenmiş faaliyetler de GANTT şemasında olduğu gibi kritik yol faaliyetlerini temsil etmektedir. Projenin kritik yol faaliyetleri Tablo 3.18’de belirtilmiştir:

Tablo 3.18: Projenin Kritik Yolu

Değişimin uygulanacağı yer ile ilgili keşif yapılması	A
Değişim Mühendisliği hazırlık planlarının oluşturulması	B
Değişim mühendisliği ile ilgili eğitim programlarını hazırlanması	F
Eğitim yeri ve zamanının tespiti	I
Cihazlarla ilgili teknik ve simülasyon eğitiminin yapılması	J
Projenin tamamlanma süresi (gün)	29

Sınırsız kaynak olduğu varsayılarak, Kritik Yol Metoduna göre projenin çözümü yapılmış ve her faaliyet için en erken başlama süreleri, en erken bitme süreleri, en geç başlama süreleri, en geç bitme süreleri ve boşluk süreleri hesaplanmıştır. Projenin tamamlanma süresi 29 gün olarak bulunmuştur.

DS for Windows programında yapılan çözüm sonucunda bulunan süre hesaplamaları Şekil 3.10’da gösterilmiştir. Şekilde boşluk süreleri “0” olan faaliyetler, Şekil 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

Şekil 3.10: DS for Windows Programında Projenin Süre Hesaplamaları

Çözümü gerçekleştirilen Değişim Mühendisliği Projesi için bulunan 29 günlük bitiş süresi sınırsız kaynak kullanımı olduğu varsayımıyla elde edilmiştir. Bu faaliyetlerin gerçekleşmesi için sınırlı kaynaklar olduğu düşünülürse, bulunan bitiş süresinin daha da uzayabileceği sonucuna ulaşılabacaktır. Kısıtlı kaynaklarla proje planlama araçları, mümkün olan en kısa sürede projenin tamamlanması ile ilgili çözümleri aramaktadır.

3.6. DEĞİŞİM MÜHENDİSLİĞİ PROJESİNİN 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 değişim mühendisliği projesi için yapılan proje planlamaları gösterilmiştir. Literatürdeki bu algoritmalarından hareketle bir çözüm algoritması önerilerek, bu algoritmadan elde edilen çözüm diğer ölçütlerle karşılaştırılmıştır.

Kısıtlı kaynakla proje planlama araçları ile değişim mühendisliği projesi için yapılan çözümlerde bazı varsayımlar ve kısıtlar söz konusudur. Bu varsayım ve kısıtlar aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- Proje planlama algoritmalarında kullanılan ağırlık 0,50 olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni ölçütlerin eşit miktarlarda çözüme girmesinin

sağlanmasıdır. Ancak değişik ağırlıklarla yapılacak çözümlerde ağırlıklandırılmış değerleri kullanarak faaliyetleri sıralayan algoritmaların proje tamamlama günlerinde değişiklik ortaya çıkabilecektir.

- Değişim mühendisliği projesi için belirtilen işgücü kaynağının, proje faaliyetlerindeki her görevi yapabilecek nitelikte olduğu varsayılmıştır.
- Proje planlama aşamasında belirtilen kaynak kısıtının seviyesi uzmanların görüşü alınarak 10 işgücü olarak varsayılmıştır. 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 değerlerinin toplamından oluşan, ROT değeri hesaplanmaktadır.

ROT değeri birim zamanda faaliyetin ve takip eden faaliyetlerin ne kadar kaynak kullandığını gösteren bir orandır. Bu orana göre faaliyetler en büyük ROT değerliden en küçük ROT değerliye doğru sıralanmaktadır.

Her faaliyet için hesaplanan ROT değerleri ve ROT değerine göre yapılan sıralama aşağıdaki tablodan görülebilir.

Tablo 3.19: Proje Faaliyetlerinin ROT Değerleri

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

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 değişim mühendisliği projesinde çalışacak 10 personel kısıtıyla ROT algoritması çözümü Tablo 3.20'de verilmiştir. Tabloda ROT değerlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı şimdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir.

ROT algoritmasına göre projenin kısıtlı kaynaklarla tamamlanma süresi 52 gün olarak bulunmuştur. Kaynak ataması yaparken izlenen prosedür neticesinde bazı kaynaklar atıl kalmıştır. ROT algoritmasına göre bu projede kalan atıl işgücü süresi (A), her atama sonunda atıl kalan işgücü sayısı ile bu işgücünün çalışmadan 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 işgücü süresi 68 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 68 günlük işgücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildiğini göstermektedir.

İşgücünün faydalı kullanımı oranı (F), toplam çalışılan gün sayısının proje süresine bölünmesi ile hesaplanabilir.

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

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,096 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur. Bu gösterge diğer algoritmalarla karşılaştırmak amacıyla hesaplanmıştır.

Tablo 3.20: ROT Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 _{şimdi}	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	D	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	I	ZZ	ZZ	Z	---	AA							
		C	K	M	M	M	M	M	F	F	F	F	F		I	ZZ	J	J										
		D	M	N	N	F	F	F	H	H	H	H						L										
			N	P	E	R	H	H	V	V	V																	
					F	H	G	V	Y	X																		
				R	G	V	S																					
				T	U	O	W																					
					V																							
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 geliştirilen bu algorithmada; her bir faaliyet için ROT değerleri ile yine her bir faaliyet için hesaplanacak ACTIM değerlerinin ağırlıklı toplamaları alınarak; faaliyetlerin ROT – ACTIM değeri bulunur. Bu değere göre faaliyetler büyük değerliden küçük değerliye göre sıraya dizilerek ROT algoritmasında olduğu gibi çözüm yapılır.

Tablo 3.21’ de her bir faaliyet için hesaplanan ROT ve ACTIM değerleri ile eşit ağırlık verilerek hesaplanan ROT– ACTIM değerleri verilmiştir.

Tablo 3.21: Proje Faaliyetlerinin ROT – ACTIM Değerleri

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, değişim mühendisliği projesinde çalışacak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.22'de verilmiştir. Tabloda ROT – ACTIM değerlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı şimdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir. ROT – ACTIM algoritmasının sonuçları daha önce çözümü yapılan ROT algoritmasından daha iyi sonuç vermiştir. Projenin tamamlanma süresi 49 gün olarak hesaplanmıştır. ROT – ACTIM algoritması için hesaplanan atıl işgücü süresi (A), aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

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

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

ROT – ACTIM algoritmasına göre atıl işgücü süresi 40 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 40 günlük işgücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildiğini göstermektedir.

İşgücünün faydalı kullanımı oranı, toplam çalışılan gün sayısının proje süresine bölünmesi ile hesaplanabilir.

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

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,591 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur. Buna göre işgücünün, birim zamana göre ROT algoritmasından daha iyi kullanıldığı söylenebilir.

Tablo 3.22: ROT – ACTIM Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 _{şimdi}	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 O	E V X Y O G H	X Y G H Z	X G H Z	X H Z	X Z I	Z I J	Z J	Z J ZZ	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 algorithma, 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 toplamaları alınarak; faaliyetlerin ROT – ACTRES değerleri bulunur. Bu değere göre faaliyetler büyük değerlerden küçük değerliye göre sıraya dizilerek çözüm yapılır.

Tablo 3.23'te her bir faaliyet için hesaplanan ROT ve ACTRES değerleri ile eşit 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, değişim mühendisliği projesinde çalışacak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.24'te verilmiştir. Tabloda ROT – ACTRES değerlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı şimdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 50 gün olarak hesaplanmıştır. ROT – ACTRES algoritmasının sonuçları daha önce çözümü yapılan ROT – ACTIM algoritmasından daha kötü sonuç vermiştir ancak ROT algoritmasından ise daha iyi sonuç vermiştir. Bunun yanı sıra, ROT – ACTRES algoritması için hesaplanan atıl işgücü süresi (A) ise aşağıdaki 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 işgücü süresi 78 gün olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, projenin kaynak ataması sırasında 78 günlük

işgücünün faaliyetler arası beklemler nedeniyle israf edildiğini göstermektedir. İşgücünün faydalı kullanımı oranı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

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

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,42 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur. Buna göre işgücünün, birim zamana göre ROT algoritmasından daha iyi kullanıldığı ancak ROT – ACTIM algoritmasından ise iyi olmadığı söylenebilir.

Tablo 3.24: ROT – ACTRES Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 _{şimdi}	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	N E F F T	N E F U V	N E F U V L S W	E F U V W O	E U V W	E U W Z	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 algoritmada, ACROS değeri hesaplanmak istenen faaliyet başlangıç faaliyeti gibi ele alınır ve kullanacağı kaynak sayısı ile kendisinden sonra gelen faaliyetlerin kullanacakları kaynak sayılarının toplamı o faaliyetin ACROS değeri olarak hesaplanır.

Değişim 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, değişim mühendisliği projesinde çalışacak personel kısıtıyla yapılan çözüm Tablo 3.26'da verilmiştir. Tabloda ACROS değerlerine göre faaliyetlerin dizilimi, her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı şimdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 48 gün olarak hesaplanmıştır. Diğer algoritmalarla yapılan hesaplamalar içinde projenin en kısa sürede ACROS algoritması ile sonlanacağı görülmektedir. Bunun yanı sıra, ACROS algoritması için hesaplanan atıl işgücü süresi (A) ise aşağıdaki 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 işgücü süresi 58 gün olarak bulunmuştur. İşgücünün faydalı kullanımı oranı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

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

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,77 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur. Buna göre işgücünün, birim zamana göre algoritmalarından daha iyi olduğu söylenebilir.

Tablo 3.26: ACROS Algoritmasına Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 _{şimdi}	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	B	B	K	K	K	K	K	K	K	K	X	X	X	X	H	H	H	ZZ	ZZ	ZZ									
		C	K	K	M	M	O	O	O	W	X	X	Y	E	F	H	Z	Z	ZZ	J	AA										
		D	M	M	O	O	T	S	W	V	Y	Y	E	F	G			I													
		N		O	P	R	S	W	U	X		E	F	L	H																
						T	W	U	V			F																			
Kalan Kaynak Sayısı	①	⑥ ②	④	①	②	② ④	①	④	② ④	③ ④	---	④	④	⑤ ③	④ ①	④	---	① ④	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 kalkmış olacak hem de kaynakların etkin kullanımıyla birlikte projenin bitiş süresi azalma eğilimine girecektir.

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 aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

1. Kaynak ataması için uygun faaliyetler öncelik ilişkisine göre belirlenir.
2. Kaynak ataması yapmaya uygun olan bu faaliyetler, en fazla kaynak kullandıktan en az kaynak kullandıya göre sıralanır.
3. Bu faaliyetler arasından en fazla kaynak kullanan 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 kullanılabilecek kaynak sayısı ile atama yapılabilecek faaliyet ya da faaliyetlerin ihtiyaç duyduğu kaynak sayısı arasındaki farktır.

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

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

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 bitişleriyle atama yapılabilecek ardıl faaliyetler belirlenir.
6. Birinci maddeden başlayarak işlemler, tüm faaliyetlere atama yapıldıktan sonra devam eder.

Önerilen bu algoritmaya göre değişim mühendisliği projesi için yapılmış olan çözüm Tablo 3.27’de görülebilir.

Tablo 3.27: Önerilen Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 _{şimdi}	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	D	K	K	N	N	N	N	E	U	U	U	U	W	J	X	X	X	X	ZZ						
		C	K	M	N	P	E	E	E	U	V	L	L	L	J	X	Y	Z	Z		AA						
		D	M	N	P	E	F	F	F	V	L	S	S	S		Y	Z										
			N	P	E	F	R	U	U	L	S	W	W	W													
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, değişim mühendisliği projesinde çalışacak 10 personel kısıtıyla yapılan çözüm verilmiştir. Tabloda her faaliyetin tamamlanması için gereken süre ve kaynak sayısı, faaliyetlerin başladıkları ve bittikleri zamanlar verilmiştir. Tablonun ek kısmında ise kaynak atamasının yapıldığı şimdiki zaman değerleri, atama yapılabilecek kaynak sayısı, atama yapılabilir faaliyetler, atama sonrasında atıl kalan kaynak sayıları verilmiştir.

Projenin tamamlanma süresi kısıtlı kaynaklarla 47 gün olarak hesaplanmıştır. Bu çözüm, diğer çözümlerden hem süre olarak hem de kaynak kullanımı olarak çok daha iyi sonuç vermiştir. Önerilen bu algoritma için hesaplanan atıl işgücü süresi (A) ise aşağıdaki gibidir.

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

$$A_{\text{ÖNERİ1}} = 40$$

Önerilen algoritmaya göre, atıl işgücü süresi 40 gün olarak bulunmuştur. İşgücünün faydalı kullanımı oranı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$F_{\text{ÖNERİ1}} = \frac{\text{Toplam Çalışılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{47} = 8,957$$

Bu oranlama sonucunda, faaliyetlerin bir gününün tamamlanması için ortalama 8,77 günlük çalışma zamanı kullanıldığı bulunmuştur. Buna göre işgücünün, birim zamana göre algoritmalarından daha iyi olduğu söylenebilir.

Önerilen proje algoritmasında, kaynak atanmasına uygun olan faaliyetler en fazla kaynak kullandıktan en az kaynak kullandıya göre sıralanarak atama yapılmaktadır. Bunun tam tersi bir algoritma düşünüldüğünde atama yapılırken en az kaynak ihtiyacı olan faaliyetten en fazla kaynak ihtiyacı olan faaliyete doğru eldeki kaynakların atanması durumu ortaya çıkacaktır. Bu tip bir algoritma birbirine yakın kaynak kullanım değerleri olan faaliyetleri içeren projelerde uygulanabilir nitelikte olabilir.

Uygulamaya konu olan değişim mühendisliği projesinde bu algoritmanın uygulanması atıl kaynak kullanımının fazla olmasına neden olabilecektir. Bunun nedeni bazı faaliyetlerin diğerlerine göre yüksek kaynak kullanım düzeylerinde olmasıdır. Bu algoritmaya göre, belirtilen 10 kısıtlı kaynağa göre projenin çözümü Şekil 3.28’de verilmektedir.

Tablo 3.28: Önerilen Diğer Algoritmaya Göre Kaynak Atama Tablosu ve Projenin Bitiş 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 şimdi	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 I	K N J	K N O	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 şimdiki 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 atıl işgücü süresi (A) ise aşağıdaki gibidir.

$$(1*3)+(2*4)+(3*4)+(4*1)+(2*2)+(2*1)+(1*1)+(1*1)+(2*1)+(2*8)+(3*1)+(2*4)+(1*1)+(4*1)+(3*1) \\ +(6*3)+(3*7)+(8*4)+(5*5)+(5*4) \\ A_{ÖNERİ2} = 188$$

Önerilen algoritmaya göre, atıl işgücü süresi 188 gün olarak bulunmuştur. İşgücünün faydalı kullanımı oranı ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$F_{ÖNERİ2} = \frac{\text{Toplam Çalışılan Gün Sayısı}}{\text{Proje Süresi}} = \frac{421}{61} = 6,902$$

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

Önerilen ikinci alternatife 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 sağlayamadığından hem faaliyetler başlatılamamakta 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 atandığından kaynaklar daha fazla kullanılmış olmaktadır. Atamadan sonra geriye kalan kaynak seviyesi daha az kaynak kullananlar için de yeterli olabileceği gibi atıl kaldığında ise minimum seviyesinde atıl kalmış olacaktır.

3.7. ÖNERİLEN PROJE PLANLAMA PROSEDÜRÜ İLE DİĞER PROSEDÜRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Değişim mühendisliği 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, atıl işgücü zamanları ve işgücü 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

	ROT		ROT – ACTIM		ROT – ACTRES		ACROS		ÖNERİ ₁	
Faaliyet	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 başlangıç ve bitiş zamanları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bunun nedeni, sıralama kriterlerinden kaynaklanan farklılıktan meydana gelen atama sıralamasındandır. Kaynak ataması yapılmadan geçen boş süreler nedeniyle faaliyetlerin beklemesi sebebiyle başlangıç zamanları farklılaşmaktadır. Kısıtlı kaynakların etkin kullanımıyla birlikte azalacak olan atama yapılmadan geçen boşluk süreleri kaynak kullanımındaki etkinliğin artmasının yanında proje süresinin de azalmasını sağlayacaktır. Mevcut algoritmalarla karşı daha iyi sonuç veren önerilen algoritmada, kaynak kullanımındaki atıl durum minimize edilmeye çalışıldığından, atam yapılmadan geçen süre sayısı diğer algoritmalarla göre daha azdır. Bu durum, kaynak kullanımındaki yükselmeye ve proje süresine yansımaktadır.

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

Tablo 3.30: Algoritmaların Performanslarının Karşılaştırılması

	ROT	ROT ACTIM	ROT ACTRES	ACROS	ÖNERİ₁	ÖNERİ₂
Proje Süresi (T)	52	49	50	48	47	61
Atıl İşgücü Süresi (A)	68	40	78	58	40	188
İşgücü Kullanımı (F)	8,096	8,591	8,420	8,770	8,957	6,902

Proje süresine göre yapılacak karşılaştırmada ROT algoritması diğer algoritmalarla göre daha uzun sürede projeyi tamamlayan programı vermektedir. Öte yandan ROT algoritmasından hareketle geliştirilen ROT – ACTIM ve ROT – ACTRES algoritmaları da ROT algoritmasından daha iyi sonuçlar vermekle birlikte

ACROS – Faaliyet Kaynakları algoritması ve önerilen algorithmadan daha iyi sonuç verememiştir.

İşgücünün kullanım oranına bakıldığında; en etkin kullanım Önerilen Algoritma(1)'den elde edilmiştir. ACROS algoritması iş gücü kullanımında ROT ve ROT türevi algoritmalarından daha iyi sonuç vermiştir. ROT algoritmaları içerisinde faaliyet tabanlı ROT – ACTIM algoritması en iyi işgücü kullanım oranına sahip algoritmadır.

İşgücünün kullanımı ile ilgili hesaplanan ölçütlere göre ise, kaynakların boş geçen süreleri bakımından en az boş geçen süreyi ROT – ACTIM algoritması ile Önerilen Algoritma vermiştir. ROT – ACTRES en çok atıl işgücü olan algoritmadır. Bunun sebebi, en son faaliyetin (J) atanmasından sonra ortaya çıkan kaynak beklemesi sebebiyle 30 saatlik atıl işgücü ortaya çıkmasıdır. Aynı durum ROT algoritmasının son faaliyeti olan AA faaliyetine kaynak atanmasından sonra proje bitimine kadar bekleyen 20 saatlik işgücünde 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
ÖNERİ ₁	2
ÖNERİ ₂	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 edilmiştir.

Önerilen Algoritma(1) için amaç kaynakların mümkün olduğunca uygun olan faaliyetlere atanarak kaynak kullanımının artırılması olduğundan, kaynak ataması yapılmadan geçen süre de en az çıkan algoritma olmuştur.

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

SONUÇ ve ÖNERİLER

Küreselleşme ve ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birlikte, rekabet ve müşterilerle beraber değişim, işleyen süreçler için kaçınılmaz bir durum haline gelmiş ve süreklilik kazanmıştır. Bunun nedeni, müşteri isteklerinin sürekli değişmesi ve dolayısıyla rekabetin artmasıdır. Aynı zamanda üretilen ürünlerin ömürlerinin kısaltmaya başlaması ve gelişen teknoloji ile birlikte yeni ürün geliştirip sunma süresinin de azalması işletmeleri değişime zorlamaktadır. Değişim, dinamik yapının sürdürülebilir olmasını sağlayan önemli bir unsurdur. Böylesine dinamik bir ortamda hızlı hareket edemeyen işletmeler, hiç hareket edemez hale gelebileceklerdir.

İşletmelerin dinamiklerini arttırmak için yapabilecekleri iş süreçleri uygulamaları; mevcut süreçlerini iyileştirmeye yönelik olabileceği gibi, rekabet ortamından uzaklaşılması ya da rekabetçi üstünlük sağlayabilmek için iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması yani değişim mühendisliği yoluyla da gerçekleştirilebilir.

Değişim mühendisliği Hammer ve Champy (1994)'nin kendi deyimleriyle bir manifesto niteliği taşıyan radikal bir değişim sürecini ifade etmektedir. Bu süreçte, yüksek kârlılığın ya da en fazla çıktının nasıl elde edilebileceği sorgusu yerine, hali hazırda yapılmakta olan iş için izlenilen yol ya da süreçlerin neden yapıldığı sorgusu önem kazanmaktadır. Buradan hareketle Değişim Mühendisliği; tüm sürecin, yeni baştan, katma değer yaratan süreçlerle yeniden tasarlanması ve uygulanması olarak tanımlanabilir. Değişim Mühendisliğindeki amaç, müşterilerin değer verdiği iş, faaliyet ve konuları geliştirmek ve müşteri tatminini ve beklentilerini daha iyi bir şekilde karşılamaktır. Bu işletmeye rekabetçi bir güç kazandıracaktır.

Değişim mühendisliği uygulaması yapılırken işletmelerin özellikle üzerinde durması gereken konu emek faktörüdür. Değişime karşı direnci en aza indirmek için uygulama içerisinde gerek fikir alışverişi gerekse sistemin tasarlanması aşamasında çalışanların da katkısının alınması ve süreci sahiplenmelerinin sağlanması olurlu olacaktır.

İşletmeleri değişime iten müşteriler ve tatmin edilmeyi bekleyen isteklerin yanı sıra bir başka etken de teknolojidir. Gelişen ve hızla değişen teknolojiyle birlikte iş yapış şekilleri değişmiş, üretim hızı, ürün kalitesinde artışlar gözlenmiştir. Emek yoğun sistemlerden teknoloji yoğun sistemlere geçiş esnasında uygulanacak değişim mühendisliği çalışmaları, teknolojinin uygulamada kolaylık sağlamasıyla birlikte uygulamanın ayrılmaz bir parçası olmaktadır. Organizasyonun, yeni sürecin

gerçekleşmesi için nasıl bir bilgi teknolojisine ihtiyaç duyacağını değişim mühendisliği projesinin başında ve belki de proje başlamadan tahmin edebilmek mümkündür. Bu sistemlerin ve uygulamaların erken tahmin edilip gerekli donanım ve yazılımların kurulması, projenin uygulanmasına hız katacaktır. Literatürde yapılan çalışmalarda, değişim mühendisliği projelerinde sağlanan başarının bilgi teknolojilerinin kullanımına dayandığı ve aynı zamanda bilgi teknolojilerinin başarılı bir değişim mühendisliğinin en önemli özelliklerinden biri olduğu belirtilmektedir. Bilgi teknolojilerinin özellikleri, iş süreçlerini desteklerken iş süreçleri de bilgi teknolojilerinin sağladığı kolaylıkta işlemeye devam edecektir.

Değişim mühendisliği çalışmaları bir sistematik içerisinde gerçekleşmektedir. Bunun için ilk önce sorulması gereken soru neden değişime ihtiyaç duyulduğudur. İhtiyaç olmadığı halde ve belki de basit bir iyileştirme gerektiği halde süreçlerin baştan ele alınması gibi büyük bir yükün altına girmek işletmeler için olurlu olmayabilir. Bu kavramsal süreçte; değişim ihtiyacı ve örgütün değişimi gerçekleştirebilme yeteneği, paydaşların ihtiyaçlarının nasıl daha iyi karşılanacağı ile iletişim ve planlamayı kolaylaştıracak bir yapının ortaya konulması vardır. Değişimin gerekliliği sorusuna verilen cevap doğrultusunda iş süreçlerinin değişime ihtiyacı söz konusu ise ikinci aşamada, kavramsal olarak birinci aşamada ortaya konmuş düşüncelerin, sistematik bir yapıda düzenlenip bir proje yönetimi uzmanlığında planlama çalışmalarının yapılması sağlanmalıdır. Yapılan plan çerçevesinde değişim mühendisliği projesinin başarıya ulaştırılması için gerekli faaliyetler gerçekleştirilmelidir. Bunun yanında değişim sürecinin uygulanmasında yapılacak adımları aşağıdaki gibi sıralamak mümkün olacaktır (Ülgen ve Mirze, 2007; 390):

- İşletmelerin mevcut iş, faaliyet ve süreçlerinin listelenmesi,
- Listelenen bu iş, faaliyet ve süreçlerin müşteri isteklerine katma değer yaratma durumlarının analizi ve katma değer yaratmayan faaliyetlerin elimine edilmesi,
- İşletme yeniden kuruluyormuş gibi, süreçlerin müşteri isteklerine değer katacak şekilde belirlenmesi,
- Belirlenen bu iş ve faaliyetlerin, yaratılan değeri yükseltebilecek bir şekilde gruplandırarak bir araya getirilmesi başka bir deyişle yeni süreçlerin oluşturulması,
- Süreçler, müşteri beklentileri ve tatmini göz önüne alınarak düzenlenmesi ve değer 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 gerçekleşmesi 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 Kılçığı Diyagramı, Pareto Diyagramı, Öğrenme Eğrileri
- *Müşteri İhtiyaçları Analizi*: KFG (Kalite Fonksiyon Göçerimi), Kıyaslama (Benchmarking), Odak Grup Çalışmaları (Focus Group)
- *Süreç Modelleme*: Süreç Akış Diyagramları, IDEF, Rol Diyagramı, Etkileşim Modeli
- *Süreç Ölçümü*: Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, İstatistiksel 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
- *İş 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, İş Tasarımı, Takım Kurma Teknikleri

- *Değişim Yönetimi: Konferans, Varsayımları Kaldırma*

Tez çalışmasının uygulama kısmında ele alınan simülasyon tekniği, değişim mühendisliğine başlarken yeniden tasarımı yapılan sürecin sistem içerisindeki performansının öngörüsünü sağlamada ve bu öngörüden hareketle uygulama içerisindeki faaliyetlerin modellenmesi ve analizinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Simülasyon modellemesi ile hızlı bir şekilde alternatifleri ortaya koymak ve probleme daha hızlı ve anlaşılabilir çözüm bulmak kolaylaşmaktadır. Grafik gösterimlerle de iş süreçlerinin daha somut bir şekilde izlenmesini sağlayan simülasyon tekniği, tüm kullanıcılar tarafından anlaşılabilir olmaktadır.

Değişim mühendisliği uygulamaları her işletme için değişkenlik gösterecektir. Sektörleri ya da üretilen mamulleri aynı olan işletmeler için bile iş yapış şekilleri ve doğalarından kaynaklanan farklılıklar, değişim mühendisliği uygulamalarını farklılaştıracak ve kendi içinde bir özgünlük yaratacaktır. Bu özgün faaliyetler topluluğunun; özel, sonu olan ve hedeflenen amaç için yararlı olacak görevler olarak tanımlanabilen proje kavramı içerisinde değerlendirilmesi sonuca olumlu etki yapabilecektir.

Projelerin üç temel özelliği vardır. Bunlardan ilki projelerin geçici olmasıdır. Geçicilik projenin süregelen bir yapıda olmaması yani bir başlangıcının 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 şekilde ilerleme gösterir. Bu programlılık faaliyetleri devam ederken ya da proje bittiğinde kontrol mekanizmasının çalışmasında kolaylık sağlamaktadır.

Her proje için başarı faktörleri değişkenlik gösterse de temelde projelerin başarılı olabilmesi için zaman – maliyet – kalite faktörlerinin dengeli bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Projenin başarıya ulaşması için etkin bir yönetim yapısı oluşturulmalıdır. Proje yönetimi, diğer üretim faaliyetlerinde olduğu 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 sağlamaya ihtiyaç duyması, proje yönetim tekniklerini, diğer üretim sistemlerine ilişkin yönetim tekniklerinden ayırır. Proje Yönetimi, yapılacak proje planına uygun olarak programlanan proje adımları için ayrılan

bütçeyi en ekonomik biçimde kullanarak, belirtilen zamanda ve proje çalışanları ile proje çıktısını kullanacak olanların arzu ettiği kalitede proje amaçlarına ulaşmak için gerekli hammadde, malzeme ve işgücünün yönetilmesidir.

Proje yönetimi kavramı diğer birçok kavramla ilişki içerisinde. Projenin devamı esnasında çevresel değişikliklere uyum sağlanması için değişim yönetimi, projenin ana amaçlarından maliyetleri kontrol altında tutmak için yapılan bütçe yönetimi, bir diğer ana amaç olan optimum zamanda projeyi gerçekleştirmek için zaman yönetimi, çalışanların proje içerisinde etkin bir şekilde yönlendirilmesi için insan kaynakları yönetimi, çalışanlar arası ve proje ile ilgili üçüncü kişilerle proje üst yönetimi arasında bilgi akışını sağlamak için iletişim yönetimi, müşteri beklentilerini karşılamak ve arzu edilen kaliteye ulaşmak için kalite yönetimi, projenin girdilerini sağlamak amacıyla tedarik yönetimi ve belirsizliğin olduğu durumlarda risk yönetimi kavramlarını içerisinde barındırmaktadır.

Proje yönetimi planlama ile başlamaktadır. Planlama aşamasında bir dizi faaliyetler söz konusudur. Öncelikle amaçlar belirlenir, amaçlar doğrultusunda projenin tanımlanması gerçekleştirilir. Proje tanımı doğrultusunda projenin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların zamanlaması yapılmaktadır. Proje planlama evresiyle gerekli hazırlıkları yapılan projenin ikinci çalışma alanı proje programlamasıdır. Programlama aşamasında faaliyetlere göre kaynakların dağılımı sağlanırken bu faaliyetler arasında ilişkili olanlar belirlenir ve birbirini takip eden faaliyetler için şebekeler çizilerek projenin izlenmesi kolaylaştırılır.

Proje planlama ve programlamasında yaygın olarak GANTT şemaları ve ağ tekniklerinden Kritik Yol Metodu (CPM) ile Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Yöntemi (PERT) yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tekniklerin yanı sıra projenin kısıtlı kaynaklarla ilerlemesi söz konusu olduğu için birçok buluşsal algoritmalar da geliştirilmiştir.

Proje faaliyetlerinde görülen aşırı 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 şekilde yapılması sağlanmalıdır. 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 buluşsal (heuristic) algoritma söz konusudur. Buluşsal 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 ilişkisine 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 değeri ile ağırlıklandırılarak faaliyetlerin sıralama değeri bulunmaktadır.

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

Faaliyetleri sadece kaynak sayılarına göre sıralayarak atama yapılmasını sağlayan algoritmada, faaliyetin ve ardıl faaliyetlerinin kaynak sayıları, o faaliyetin kaynak değerini 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 karşılaştırılmasıdır.

Projenin en önemli aşamalarından biri olan kontrol aşamasının sağlıklı 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

Değişim mühendisliği uygulamasında gerçekleştirilecek faaliyetler arasında çoklu ilişkiler söz konusudur ve bu ilişkilerin sonucunda bazı engellerle karşılaşılabilir. Proje yönetimi, herhangi bir süreçte engellerin ortadan kaldırılması açısından değişim mühendisliği uygulaması sırasında ortaya çıkacak engelleri en aza indirmeye yardımcı olacaktır.

İşletmelerin uzun süredir uyguladığı birçok gelişme ve iyileştirme faaliyetlerinde, uygulamalar sistemli bir şekilde gerçekleştirilemediği sürece işletmeler hantallaşmakta, değişim ile ilgili uygulamalar rutin hale gelmekte ve değer yaratmayan süreçler ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda değişim mühendisliği ve sürekli iyileştirme uygulamalarında kavramsal ve teknik uygulamaların bütünleşmesi, 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 işleyiş 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 İdrar 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 doğrulaması yapılmıştır.

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

Karşılaştırma sonucunda önerilen iki alternatif süreç de mevcut sürecin çıktılarından daha fazla çıktı elde edilmesini sağlayacaktır. İki alternatif süreç açısından değerlendirme yapıldığında çalışan sayısındaki azalma ve böylelikle işgücü maliyelerindeki azalma ile birlikte çıktı sayısındaki artış ile elde edilecek gelir akış tipi süreç yerleşimini olurlu kılmaktadır. Bunun yanında yapılacak teknoloji maliyeti sebebiyle, yatırım kararında yüksek maliyetli olarak görülebilecek bu süreç yerleşim tipi, elde edilen günlük çıktı miktarı ile değerlendirildiğinde yapılacak maliyete karşılayabilecek niteliktedir.

Yapılan analizler sonucunda hastanenin merkez laboratuvarında teknoloji yoğun bir sistem olan akış tipi süreç yerleşimine geçmesi hem ilerleyen zamanlarda tekrar aynı maliyetlere katlanmamak için hem de üniversite hastanesi olmanın getirdiği çağrı yakalama vizyonu sebebiyle uygun görülmüştür.

Değişim mühendisliği uygulamasına karar verildikten sonra ortaya çıkan proje verileri çerçevesinde bu değişimin ne kadar sürede bitirileceği hesaplanmaya çalışılmıştır. Sınırsız kaynak kullanımının söz konusu olduğu düşünüldüğünde proje 29 günde tamamlanmaktadır. Ancak kısıtlı kaynaklarla yapılacak çözümde bu sürenin artması kaçınılmaz olacaktır. Bu yüzden hastane laboratuvarında değişim mühendisliği ekibi olarak 10 kişilik kaynak belirlenmiştir. Bu kaynak kısıtı altında kısıtlı kaynakla proje planlama algoritmalarını kullanarak çözümler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu işgücü kaynaklarının her işi yapabileceği varsayılmıştır.

Bu algoritmaların yanı sıra çalışmada önerilen algoritma ile aynı kısıt altında çözüm de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, projenin tamamlanma süresinin diğer algoritmalara göre daha kısa olması, kaynak atamalarında atama yapmadan atıl bekleme sürelerinin kısa olması ve yüksek kaynak kullanımı seviyesiyle önerilen proje planlama algoritması diğer algoritmalarından daha iyi sonuç vermiştir.

Önerilen kısıtlı kaynaklı proje planlama algoritması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır. Çalışmanın kısıtları ise hastane laboratuvarından elde edilen bilgilerin ve bu bilgiler ışığında 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 edilmiştir.

Proje planlama algoritmalarında kullanılan ağırlık 0,50 olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni ölçütlerin eşit miktarlarda çözüme girmesinin sağlanmasıdır. Ancak değişik ağırlıklarla yapılacak çözümlerde ağırlıklandırılmış değerleri kullanarak faaliyetleri sıralayan algoritmaların proje tamamlama günlerinde değişiklik yaşanabilecektir. Proje planlama aşamasında belirtilen kaynak kısıtının seviyesi uzmanların görüşü göz önünde tutularak tespit edilmiştir. Farklı kaynak seviyelerinde farklı çözümler elde edilebilir. Belirtilen kısıtlı kaynakla proje planlama araçları kaynak kullanım esnekliğinin fazla olduğu projelerde çok daha iyi sonuçlar verecektir. Faaliyetlerin ardı ardına sıralandığı projelerin çözümünde alınan sonuçlarda algoritmaların hepsinin eşit ya da birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlenmektedir.

Çalışmada amaçlanan, simülasyon yazılımlarıyla değişim mühendisliği uygulamalarındaki belirsizliğin ortadan kaldırılması ve değişim mühendisliği uygulamalarında kısıtlı kaynakla proje planlamasının en kısa sürede bitirilmesi gerçekleştirilmiştir.

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), İşletmelerde Köklü Değişim Aracı Olarak Değişim Mühendisliği, **75. Yıl Armağanı**, 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 İnci Bolat, Barış 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**, Arkadaş 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, Şevkinaz Gümüšoğlu (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.

DOĞAN Muammer (2007), **İşletme Ekonomisi ve Yönetimi**, Birleşik Matbaacılık, İzmir.

DOĞAN Özlem İ., Mehmet Emre Güler (2006), **Proje Yönetimi: Araştırma ve Geliştirme Projelerinin Başarısına Etki Eden Kritik Faktörler**, Barış Yayınları – Fakülteler Kitapevi, İzmir.

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 Davranış ve Yönetim Psikolojisi**, 6. Baskı, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.

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 Dağıtım, İstanbul.

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), **Değişim Mühendisliği: İş İdaresinde Devrim İçin Bir Manifesto**, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, 2. Baskı, İstanbul.

HAMMER Michael ve A. Steven Stanton (1995), **Değişim Mühendisliği Devrimi: Ne Yapmalı, Ne Yapmamalı?**, Çev: Sinem Gül, Sabah Yayıncılık, İstanbul.

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), **İşletme 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**, *Yayınlanmamış 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 Çiğdem Kirel (2001), **Örgütsel Davranış**, Etam Matbaası, Eskişehir.

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 the 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.

SABUNCUOĞLU 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 Henrikki, 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), **İşletmelerde 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.

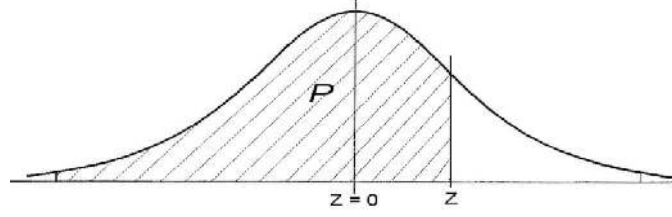
YUSUF K. O., N. J. Smith (1996), Modeling Business Processes in Steel Fabrication, **International Journal of Project Management**, Vol: 14, No: 6.

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 DAĞILIM 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	.73563	.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 YERLEŞİM DÜZENİ

