

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROSES İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINDA VERİ
MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMININ KULLANILMASI
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Esin Cumhur YALÇIN

Danışman
Prof. Dr. Ali ŞEN

2008

Yemin Metni

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**PROSES İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINDA VERİ MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMININ KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**” 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

.../.../.....

Esin Cumhuriyet YALÇIN

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı :
Anabilim Dalı :
Programı :
Tez Konusu :
Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliği'nin 18. maddesi gereğince yüksek lisans 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 O
DÜZELTİLMESİNE O*
REDDİNE O**
ile karar verilmiştir.

OY BİRLİĞİ O
OY ÇOKLUĞU O

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır.
Öğrenci sınava gelmemiştir.

O***
O**

* Bu halde adaya 3 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
O
O
O
O

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

..... ☐ Başarılı ☐ Düzeltme ☐ Red

..... ☐ Başarılı ☐ Düzeltme ☐ Red

..... ☐ Başarılı ☐ Düzeltme ☐ Red

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Proses İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Kullanılması Üzerine

Bir Çalışma

Esin Cumhuri Yalçın

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı**

Bilgisayar teknolojisindeki ilerleme, işletmelerin çok miktardaki veriyi saklayabilmesi ve gerektiğinde veriyi anlamlı bilgiye dönüştürmesini sağlamaktadır. Mevcut verileri bilgiye dönüştürme sürecinde veri madenciliği teknikleri kullanılarak süreçler analiz edilebilmektedir. Veri Madenciliği ile elde edilen sonuçlar müşteri odaklı bir işletme için girdi teşkil etmektedir.

Bu çalışmada işletmelerin artan rekabet koşulları karşında ayakta kalabilmesi için kaçınılmaz olarak hedeflenen sürekli iyileştirme ve bu amacı benimseyen Altı Sigma metodolojisi ve teknikleri incelenmiştir. Altı Sigma yol haritası olarak kullanılan DMAIC döngüsündeki aşamalara ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Özellikle verilerin toplanması, ölçülmesi ve analiz edilmesi sürecinde Veri Madenciliği tekniklerinden faydalanılması amaçlanmıştır. Son olarak da çalışma sonunda bugüne kadar yapılan araştırmalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürekli İyileştirme, Altı Sigma Metodolojisi, Veri Madenciliği

ABSTRACT
Master Thesis
The Study About Using Data Mining Approach in Process Improvement
Field
Esin Cumhuri Yalçın

Dokuz Eylül University
Institute of Social Sciences
Department of Econometrics
Programme of Econometrics

The improvement in the soft technology provides the companies with the storage of many data and when necessary, data can be transformed into significant information. In the process of transforming the existing data into information, the process can be analyzed with the help of data mining techniques. The results obtained from the data mining can be used as an input for a company which focuses on the customer.

In this thesis, six sigma methodology and its techniques which aim the continuous improvement of the companies to develop are examined in details. The stages in DMAIC which is used as a six sigma road map are researched in details. Especially it is purposed to use from data mining techniques during the processes which are collection of data, measurement of data and analyze of data. As a final, at the end of this thesis the researches made up till now are examined.

Key Words: Continuous Improvement, Six Sigma Metodology, Data Mining

PROSES İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINDA VERİ MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMININ KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	xi
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii

GİRİŞ	1
-------	---

BİRİNCİ BÖLÜM SÜREKLİ İYİLEŞTİRME VE ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

1.1. SÜREÇ İYİLEŞTİRME YAKLAŞIMI	2
1.1.1. Süreç İyileştirmenin Önemi	4
1.2. ALTI SİGMA YAKLAŞIMI	5
1.2.1. Altı Sigma Nedir?	5
1.2.2. Altı Sigma' nın Gelişimi	8
1.2.2.1. Ustalıktan Endüstri Devrimine	9
1.2.2.2. 20. yy 'ın Başları	9
1.2.2.3. 2. Dünya Savaşı Sonrası	10
1.2.2.4. U.S de Kalite Evrimi	11
1.2.2.5. Kalite Yönetimindeki Erken Başarısı	12
1.2.2.6. Toplam Kalite Yönetiminin Yükselişi ve Düşüş	13
1.2.3. Altı Sigma ve Rekabet Avantajı	14

1.2.4.	Neden Altı Sigma?	15
1.2.5.	Altı Sigma Felsefesi	17
1.2.6.	Altı Sigma ve Problem Çözümü	19
1.2.7.	DMAIC ve Diğer Geliştirme Modelleri	21
1.2.7.1.	DMAIC	22
1.2.7.2.	DMADV: Altı Sigma Proje Yapısı İçin Tasarım	24

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ ANALİZİ VE VERİ MADENCİLİĞİ

2.1	ALTİ SİĞMA’ DA VERİ ANALİZİ	27
2.1.1.	Tanımlama Aşaması	28
2.1.1.1.	Süreç Haritalama	29
2.1.1.2.	Çapraz Fonksiyonlu Süreç Haritalama İle Çevrim Zamanının Azaltılması	30
2.1.1.3.	Akış Diyagramları	31
2.1.1.4.	Kontrol Çizelgeleri	34
2.1.1.4.1.	Süreç Kontrol Çizelgeleri	34
2.1.1.4.2.	Kusur Kontrol Çizelgesi	35
2.1.1.4.3.	Tabakalı Kusur Kontrol Çizelgeleri	36
2.1.1.4.4.	Kusur Konum Kontrol Çizelgeleri	36
2.1.1.4.5.	Sebep Sonuç Diyagramı Kontrol Çizelgeleri	37
2.1.1.5.	Pareto Analizi	37
2.1.1.6.	Sebep Sonuç Diyagramları	40
2.1.1.7.	7M Araçları	43
2.1.1.7.1.	Yakınlık Diyagramları	43
2.1.1.7.2.	Ağaç Diyagramları	44
2.1.1.7.3.	Süreç Karar Program Kartları	45
2.1.1.7.4.	Matris Diyagramları	45
2.1.1.7.5.	İlişkiler Diyagramı	46

2.1.1.7.6. Önceliklendirme Matrisi	47
2.1.1.7.6.1. Tamamen Analitik Metot	47
2.1.1.7.6.2. Id/Matris Metodu Kombinasyonu	48
2.1.1.7.6.3. Anlaşma Kriteri Metodu	49
2.1.1.7.7. Ok Diyagramı	51
2.1.1.7.8. Diğer Sürekli Gelişim Araçları	51
2.1.1.7.8.1. Nominal Grup Tekniği	51
2.1.1.7.8.2. Güç Alanı Analizi	53
2.1.2. Ölçme Aşaması	54
2.1.2.1. Ölçüm Ve Ölçüm Ölçekleri	55
2.1.2.2. Ölçüm Sistemi Hatasının Bileşenleri	57
2.1.2.2.1. Sapma	58
2.1.2.2.2. Tekrarlanabilirlik	58
2.1.2.2.3. Tekrar Üretilirlik	59
2.1.2.2.4. Durağanlık	60
2.1.2.2.5. Doğrusallık	61
2.1.2.3. Ölçüm Sisteminin Yeterliliği Ve Performansı	61
2.1.2.4. Sonuçların Analizi	63
2.1.2.5. Ölçüm Sistemlerinin Değerlendirilmesinde	
Kullanılan Grafiksel Yöntemler	64
2.1.2.5.1. Değişim Aralığı Grafiği	65
2.1.2.5.2. Ortalama Grafiği	65
2.1.3. Analiz Aşaması	67
2.1.3.1. İstatistiksel Sebep Sonuç Analizi	67
2.1.3.1.1. Genel Varsayımlar	67
2.1.3.1.1.1. Sürekliye Karşı Kesikli Veri	67
2.1.3.1.1.2. Bağımsızlık Varsayımı	69
2.1.3.1.1.3. Normallik Varsayımı	70
2.1.3.1.1.3.1. Normalliğin Grafiksel	
Değerlendirilmesi	70
2.1.3.1.1.3.2. Eğer Veriler Normal Değilse?	72

2.1.3.1.1.4. Eşit Varyans Varsayımı	74
2.1.3.1.2. Regresyon Ve Korelasyon Analizi	76
2.1.3.1.2.1. Serpme Diyagramı	76
2.1.3.1.2.2. Doğrusal Modeller	79
2.1.3.1.2.3. En Küçük Kareler Uyumu	84
2.1.3.1.2.4. Korelasyon Analizi	87
2.1.3.1.3. Kategorik Verilerin Analizi	89
2.1.3.1.3.1. Ki-Kare Tabloları	89
2.1.3.1.3.2. Lojistik Regresyon	91
2.1.3.1.4. Parametrik Olmayan Metotlar	93
2.1.3.1.4.1. Parametrik Olmayan Testlerin Ne Zaman Kullanılacağına İlişkin Kılavuz	99
2.1.3.2. Süreç Yeterlilik Analizi	100
2.1.3.2.1. Süreç Yeterlilik Analizi Adımları	101
2.1.3.2.2. Süreç Yeterlilik Verisinin İstatistiksel Analizi	103
2.1.3.2.3. Süreç Yeterlilik İndeksleri	105
2.1.3.2.4. Yeterlilik İndekslerinin Yorumu	106
2.1.4. İyileştirme Aşaması	108
2.1.4.1. Altı Sigma Projelerinin Yönetimi	108
2.1.4.2. Proje Planlama	110
2.1.4.3. Yararlı Proje Yönetim Araçları ve Teknikleri	111
2.1.4.4. Proje Kartları	113
2.1.4.5. Yönetim Destek Stratejileri	116
2.1.4.5.1. Etkin Olmayan Yönetim Destek Stratejileri	116
2.1.4.5.2. Etkin Olan Yönetim Destek Stratejileri	118
2.1.5. Kontrol Aşaması	119
2.1.5.1. Proje Sonrası Kontrole Devam Edilmesi	119
2.1.5.2. Kontrol Planlaması İçin Kullanışlı Araç Ve Teknikler	121
2.2. VERİ MADENCİLİĞİ	122
2.2.1. Veri Ambarlama	122
2.2.1.1. Veri Ambarının Elemanları	127
2.2.1.1.1. Meta Veri	128

2.2.1.1.2. Operasyonel Veri	128
2.2.1.1.3. Analitik Veri	129
2.2.1.2. Veri Ambarının Amaçları	129
2.2.1.3. Veri Ambarının Özellikleri	130
2.2.1.4. Veri Ambarının İşleyiş İlkeleri	130
2.2.2. OLAP	132
2.2.3. Veri Madenciliği	134
2.2.3.1. Veri Madenciliği Ve Hesaplama	140
2.2.3.2. Veri Madenciliği ve İstatistikler	142
2.2.3.3. Veri Madenciliği Süreci	144
2.2.3.3.1. Amaçların Tanımı	145
2.2.3.3.2. Verinin Organizasyonu	145
2.2.3.3.3. İstatistiksel Metotların Spesifikasyonu	146
2.2.3.3.4. İstatistiksel Metotların Değerlendirilmesi	147
2.2.3.3.5. Metotların Uygulanması	147
2.2.3.4. Veri Madenciliği Teknikleri	150
2.2.3.4.1. Sınıflama ve Regresyon	150
2.2.3.4.2. Kümeleme	152
2.2.3.4.3. Birliktelik Kuralları	153
2.2.3.5. Veri Madenciliği İçin Yazılım	154
2.2.4. OLAP, Veri Madenciliği Ve Altı Sigma	156

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

3.1. Literatürde Veri Madenciliği	157
SONUÇ	159
KAYNAKLAR	160

KISALTMALAR

AHP	Analitik Hiyerarşı Proses
AR-GE	Araştırma-Geliştirme
ASQ	The American Society for Quality
CCM	Consensus Criteria Method
CEO	Chief Executive Officer
CTQ	Critical to Quality
DFSS	Design for Six Sigma
DMADC	Define-Measure-Analyze-Design-Control
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
DPMO	Defects Per Million Opportunities
FFA	Force Field Analyses
FTA	Fault Tree Analyses
GE	General Electric
GUI	Grafical User Interface
İSK	İstatistiksel Süreç Kontrolü
KKD	Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi
NGT	Nominal Grup Tekniği
OLAP	Online Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing
PDPC	Process Decision Programs Charts
QFD	Quality Fuction Deployment
s.	Sayfa No
SIPOC	Suppliers Inputs Process Outputs Customer
SQC	Statistical Quality Control
SQL	Yapılandırılmış Sorgulama Dili
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
vb.	Ve Benzeri
VOC	Voice of Customer

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Projenin Her Bir Aşamasında Genellikle Kullanılan Altı Sigma Araçları	s. 24
Tablo 2: Pareto Analizi İçin Ham Veriler	s. 39
Tablo 3: Pareto Analizi İçin Düzenlenmiş Veriler	s. 39
Tablo 4: Anlaşma Kriteri Metodu İçin Bir Örnek	s. 50
Tablo 5: İndeks Kart Dağılımı	s. 52
Tablo 6: Ölçüm Ölçek Çeşitleri Ve Uygun İstatistikler	s. 55
Tablo 7: Ölçüm Cihazı Tekrarlanabilirlik ve Tekrar Üretilebilirlik Hesapları	s. 62
Tablo 8: Örnek Hacimlerine Göre Olasılık Değerleri	s. 72
Tablo 9: Doğrusallaştırma İçin Dönüşümler	s. 82
Tablo 10: Örnek Verileri	s. 90
Tablo 11: Örnek İçin Beklenen Değerler	s. 91
Tablo 12: Lojistik Regresyon Analiz Türleri	s. 92
Tablo 13: Minitab' ın Parametrik Olmayan Testlerinin Uygulamaları	s. 95
Tablo 14: Süreç Yeterlilik İndeksleri	s. 105
Tablo 15: Yazılım Sağlayıcılar	s. 156

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Sıçramalı Ve Kademeli + Sıçramalı İyileştirme	s. 3
Şekil 2: Altı Sigma Ve Süreç İyileştirme	s. 7
Şekil 3: Kalite Ve Karlılık	s. 15
Şekil 4: Sigma Seviyesine Karşı Kalite Maliyetleri	s. 16
Şekil 5: Hata Oranına Karşı Sigma Seviyesi	s. 17
Şekil 6: DMAIC Genel Görünümü	s. 23
Şekil 7: Altı Sigma Projelerinde DMAIC' in Kullanımı	s. 23
Şekil 8: DMADV' nin Genel Görünümü	s. 25
Şekil 9: DMAIC Ve DMADV	s. 26
Şekil 10: Altı Sigma Temel Adımları Ve Yapılacak İşlemler	s. 27
Şekil 11: Tanımlama Aşaması	s. 28
Şekil 12: Seçilen Akış Diyagramları Sembolleri	s. 32
Şekil 13: Süreç Kapasitesi Analizi İçin Akış Diyagramları	s. 33
Şekil 14: Süreç Kontrol Çizelgesi	s. 35
Şekil 15: Kusur Kontrol Çizelgesi	s. 35
Şekil 16: Tabakalı Kusur Kontrol Çizelgesi	s. 36
Şekil 17: Açılma Şikayetlerinin Hata Konum Kontrol Çizelgesi	s. 37
Şekil 18: Tamamlanmış Pareto Diyagramı	s. 40
Şekil 19: Sebep Sonuç Diyagramı Örneği	s. 43
Şekil 20: Ağaç Diyagramının Bir Örneği	s. 45
Şekil 21: Matris Diyagramı Örneği	s. 46
Şekil 22: ID/Matris Kombinasyonu Metodu Örneği	s. 48
Şekil 23: Güç Alanı Diyagramı Örneği	s. 54
Şekil 24: Sapma	s. 58
Şekil 25: Tekrarlanabilirlik	s. 59
Şekil 26: Tekrar Üretilbilirlik	s. 60
Şekil 27: Durağanlık	s. 61
Şekil 28: Kontrol Kartları	s. 66
Şekil 29: Farklı Örnek Hacimleri İçin Normal Eğrili Histogramlar	s. 70
Şekil 30: Normal Olasılık Grafiği Ve İyi Uyum Testi	s. 72

Şekil 31: Minitab' ın Eşit Varyanslılık Testi Çıktısı	s. 75
Şekil 32: Serpilme Diyagramı Düzeni	s. 78
Şekil 33: Serpilme Diyagramında Noktaların Gösterimi	s. 78
Şekil 34: Doğrusal İlişkinin Serpilme Diyagramı	s. 80
Şekil 35: Eğrisel İlişkinin Serpilme Diyagramı	s. 81
Şekil 36: Veri Uzayı	s. 84
Şekil 37: Doğrusal Modelde Hata	s. 85
Şekil 38: $r=0$ İçin Eğrisel Verinin Yorumlanması	s. 88
Şekil 39: Lojistik Regresyon	s. 93
Şekil 40: Minitab' ın Parametrik Olmayan Testleri	s. 95
Şekil 41: Altı Sigma Proje Kartı Ve Durum Özeti	s. 115
Şekil 42: Altı Sigma Aşama Durumu (DMAIC Projeleri)	s. 116
Şekil 43: Veri Ambarı Bileşenleri	s. 126
Şekil 44: Bir OLAP Kübü	s. 132
Şekil 45: Veri Madenciliği Çoklu Disiplinlerin Kesişim Noktası	s. 137
Şekil 46: Veri Madenciliği Süreci	s. 149
Şekil 47: Literatürde Makale Sayısı	s. 158
Şekil 48: Seçilen Kalite İyileştirme Problemlerinde Veri Madenciliği Uygulamaları	s.158

GİRİŞ

Üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, teknolojik ilerlemeler ve artan rekabet koşulları karşısında sürekliliğini devam ettirmek ve pazar payını arttırabilmek için süreçlerini sürekli iyileştirme yoluna gitmelidir. Süreç mükemmelliğini ve süreç değişkenliğini ortadan kaldırmayı amaçlayan Altı Sigma işletmelere süreçlerinde sürekli iyileştirme sağlamasıyla günümüzde oldukça popüler bir yaklaşım haline gelmiştir.

Süreçleri kontrol altına almak ve hatalı ürün miktarını azaltmak için hiç kuşku yok ki işletmedeki kritik süreçler tanımlanmalı, ölçülmeli, analiz edilmeli, gerekirse iyileştirmeler yapılmalı ve kontrol etmelidir. Bunun için mevcut veriler anlamlı bilgiler haline dönüştürülmelidir. Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler işletmelerin çok büyük miktardaki veriyi depolayabilmesine imkan verir. Veri madenciliği teknikleri kullanılarak bu veri yığını içindeki gizli desenler ve anlamlı bilgiler elde edilmesi mümkündür.

Bu tezde veri madenciliği tekniklerini incelemek ve bir Altı Sigma projesi içindeki kullanım yerini ve özelliğini göstermek hedeflenmiştir.

Birinci bölümde sürekli iyileştirme yaklaşımından ve öneminden bahsedilmiştir. Altı Sigma metodolojisi ve kullanılan araçlar incelenmiştir. Altı Sigma ve problem çözümünde kullanılan yol haritası aşamaları araştırılmıştır.

İkinci bölümde veri analizi ve veri madenciliği yaklaşımını üzerinde durulmuştur. Altı Sigma’ da veri analizi ve teknikleri, veri madenciliği ve veri depolama ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde günümüze kadar yapılmış olan araştırmalara yer verilmiştir. Literatürde veri madenciliği çalışmaları incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

SÜREKLİ İYİLEŞTİRME VE ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

1.1. Süreç İyileştirme Yaklaşımı

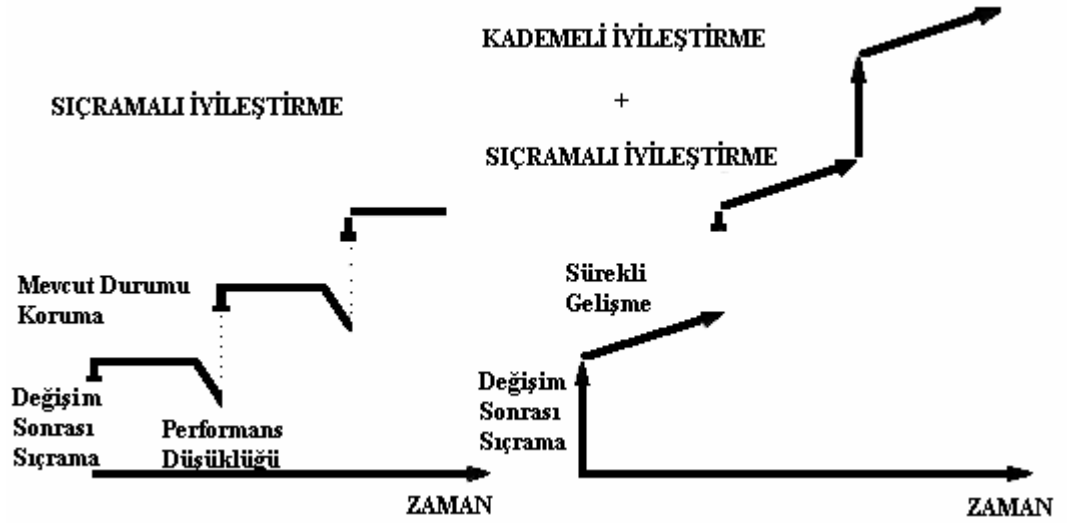
Günümüzde firmaların rekabetçi ve değişen pazar koşullarına ayak uydurabilmesi için ürün ve hizmetleri geliştiren ve sunan süreçleri, yönetmesi ve iyileştirmesi gerekmektedir.

Süreç iyileştirme, işletmelerin iş süreçlerinin ve organizasyonel yapılarının, yapılacak olan inceleme ve analizler sonucunda, uygulanacak olan belirli yöntemler ile çevrim süresini azaltmak, maliyetleri düşürmek, kalite ve iş performanslarında artış sağlamak amacı ile yapılan, müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamayı hedefleyen çalışmalardır. Süreç iyileştirme, sürecin performans seviyesinin artırılmasıdır. Süreç performansı, sürecin kaynaklarının optimum şekilde kullanması ve bunun takibi şeklinde tanımlanabilir. Yapılan iyileştirmelerinin ardından sürecin performansı arttıkça yeniden işleme ve israf azalacağı için süreç daha hızlı işleyecek ve çevrim süresi kısılacaktır. Diğer bir deyişle süreç iyileştirme iş akışında katma değer yaratmayan adımların ortadan kaldırılmasıdır. (Eroğlu, 2006:43)

İyileştirilecek sürecin belirlenmesinde kritik süreçlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Kritik süreçleri belirlerken müşteri tatmin faktörleri göz önüne alınarak kritik başarı faktörleri tespit edilmelidir. Kritik başarı faktörleri, kuruluşun pazarda rakiplerine karşı üstünlük sağlayacaktır. Kuruluş, kritik süreçlerine öncelik vererek temel iş süreçlerini tanımlamalı ve en fazla etkiyi sağlayan süreçlere odaklanmalıdır.

Süreç iyileştirme çalışmalarında yapılan değişiklikler sıçramalı ya da kademeli olabilir. İster sıçramalı iyileştirme (reengineering) isterse kademeli (sürekli) iyileştirme olsun çalışmanın başında işletme performans seviyesinde düşüklükler gözlemlenebilir. Bunun nedeni çok çeşitli olup yapılan uygulamanın yeni olması, uygulamada oluşabilecek bazı eksiklikler ve çalışanların tam desteğinin az

olması gibi nedenler sayılabilir. Burada önemli olan süreç iyileştirmenin tek seferlik bir çalışma olmadığının bilincini benimsemek ve sürekli iyileştirmeyi hedeflemektir.



Şekil 1. Sıçramalı ve Kademeli + Sıçramalı İyileştirme
(Kaynak: Carr, Johansson, 1997:167)

Sürekli iyileştirmede asıl amaç sürecin veya ürünün değişkenliğini azaltmaktır. İşletmeler performansını iyileştirmek için birçok yaklaşım kullanabilirler. Toplam kalite yönetimi, yalın üretim, kaizen, değişim mühendisliği ve Altı Sigma yaklaşımı bunlardan bazılarıdır.

Sürekli iyileştirme kavramı ilk olarak 1964’ de Juran tarafından bir yönetim biçimi olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşımda kronik kalite sorunlarının çözülmesi asıl amaçtır. Juran’ ın sürekli iyileştirme için uygulanmasını önerdiği 7 adım şunlardır:

1. *Davranışlarda sürekli iyileştirme:* Sürekli iyileştirmenin bir gereksinim olduğuna ve mevcut kalite düzeyinde bir değişikliğin yapılabilir olduğu konusunda herkesi ikna et.
2. *Pareto analizi:* En önemli birkaç projeyi (en önemli sorun alanlarını) belirle.

3. *Yürütme ve teşhis ekiplerinin kurulması*: Sorun nedenlerini teşhis etmek üzere analizler yap, çözüm öner.
4. *Bilgi konusunda sürekli iyileştirme*: Bilgide sürekli iyileştirme için örgütlen, işletmeden eksik bilgilerin toplanması için mekanizmalar geliştir.
5. *Kültürel yapıda sürekli iyileştirme*: Önerilen değişikliklerin etkilerini belirle, değişikliğe karşı olası direnmeleri ortadan kaldırma yolları ara.
6. Sonuçlarda sürekli değişiklikleri yerleştirmek ve kurumsallaştırmak için harekete geç.
7. *Yeni düzeyi koruma ve yeni bir gelişim projesi*: Yeni düzeyi sürdürmek için kontroller yerleştir.(Çavuşoğlu, 2006:32-33)

1.1.1. Süreç İyileştirmenin Önemi

Süreçlerin iyileştirilmesinde aşağıdaki kriterler ön planda tutulur:

- Müşteri odaklılık
- Zamana ve gelişmelere tam uyum
- Daha hızlı ve verimli çalışma
- Kaynakların etkili kullanımı
- Çalışanların organizasyon içindeki katkılarının artması
- Yüksek kaliteli ürün ve hizmetlerin sunulması
- Maliyetlerin azaltılıp gelirlerin yükseltilmesi
- Sürekli gelişme ve iyileştirme (Örten; 2006:56)

Sürekli iyileştirme yaklaşımının taşıdığı başlıca özellikler şunlardır:

- Sürekli iyileştirme olmaksızın kalite geliştirme çalışmaları tam anlamına kavuşmaz.
- Sürekli iyileştirme sorunlarla birlikte yaşama alışkanlığına karşı çıkar.
- Sürekli iyileştirme en büyük kronik kalite sorununu hedefler.
- Sürekli iyileştirmenin “yangın söndürme” türündeki çözüm yaklaşımlarına göre üstünlüğü vardır.

- Sürekli iyileştirme ani ve büyük değişiklik kavramının tam tersidir.
- Sürekli iyileştirme felsefesini benimseyip uygulamak tüm kalite çalışmalarını amorti eder.

1.2. Altı Sigma Yaklaşımı

Altı Sigma işletmelerde kalite yönetimi rekabet avantajı sağlamak için önemli bir strateji olarak kabul edilmiştir. Geleneksel kalite girişimleri istatistiksel kalite kontrolü, sıfır hata ve toplam kalite yönetimi gibi uzun yıllardır çalışılan anahtar adımları içerir. Altı Sigma kalite geliştirme girişimi olarak son zamanlarda birçok endüstride popülerlik ve kabul edilebilirlik kazanmıştır. 1990' ların ortasında General Electric (GE) gibi şirketler yüksek kar benimsemesiyle Altı Sigma 20. yüzyılın sonlarına doğru söndürülmesi güç ateş gibi yaygınlaşmıştır. (Chacrabarty, Tan, 2007:194-208)

Altı Sigma, ürün ve hizmet ulaştırması, yönetimi ve diğer iş faaliyetlerinde tüm kalite kontrol problemlerini, hataları yani değişkenliği ve israfı minimuma indirmeyi amaçlayan bir veri işletim metodolojisidir. Süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için kullanılan ileri derecede teknik bir yöntem olarak da tanımlanan Altı Sigma, müşterinin sesini (VOC) dinleyerek müşteri ihtiyaçlarına cevap vermekte, ürün ve servis hatalarını azaltmakta ve maliyetleri indirerek dünyada yeni bir standart haline gelmiştir. Şirketler pazarda rekabet avantajını sağlamanın kalite seviyelerini arttırmaya bağlı olduğunu anlamışlardır. Kendilerini “Altı Sigma Kültürü” ile bütünleştirmeye çalışan yenilikçi kuruluşların en temel hedefi, bir milyon fırsatta 3.4 hata seviyesini yakalayarak müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

1.2.1. Altı Sigma Nedir?

Altı Sigma, işe yararlığı kanıtlanmış kalite tekniklerinin sıkı, odaklı ve etkin bir uygulamasıdır. Birçok kalite öncüsünün çalışmalarıyla ortaya çıkan elemanlardan faydalanır. Amacı neredeyse hatasız iş performansına ulaşmaktır. Bir firmanın

performansı iş süreçlerinin sigma seviyesi ile ölçülür. Ortalama seviyedeki süreçler milyon olasılık başına 6200'den 67000'e kadar problem, yani istenmeyen ürün veya hizmet üretmesine rağmen geleneksel olarak firmalar 3 veya 4 sigma performansına denk düşen bu oranı normal kabul ederler. Milyon olasılıkta sadece 3,4 hatayı ifade eden Altı Sigma standardı, müşterilerin artan beklentileri ile ürün ve süreçlerdeki artan karmaşıklıklara bir cevap olarak ortaya çıkmıştır. (Pyzdek, 2003:3)

Altı Sigma genelde aşağıdaki şekilde tanımlanır:

“ Proses geliştirme çalışmalarında hata miktarını milyon fırsat başına 3.4 parçaya veya %0.0003' e azaltılmasını hedefleyen bir felsefedir”.

“Müşteri beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için tüm uygulamalarda verimlilik ve etkinliği geliştirme amacıyla işletme karlılığının artması için kullanılan bir işletme stratejisidir.

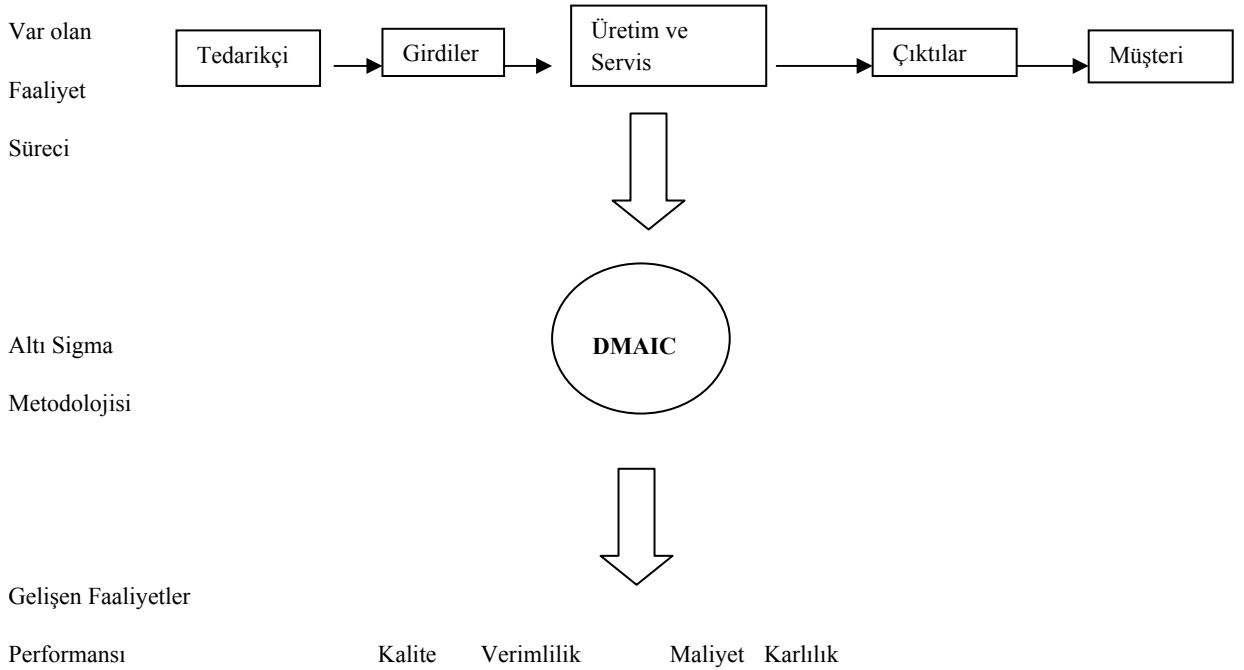
Diğer farklı tanımlar:

- Altı Sigma ölçme, analiz, geliştirme ve kontrol aşamalarından oluşan formal bir metodolojidir. Bu istatistiksel yaklaşım üç sigma seviyesinde ya da milyon fırsat başına 66,800 kusur (DPMO), altı sigma seviyesinde 4.0 DPMO' dan daha az kusurun oluşmasını sağlar.
- Altı Sigma her bir şirket süreci ve üründe mükemmelliği amaçlayan istatistik tabanlı ve kapsamlı bir metodolojidir.
- Altı Sigma hata kaynağının gerçek nedenini bulmak ve gidermek için dikkatli veri toplama ve robust istatistiksel analizinin disipline bir metodudur.
- Minitab Altı Sigma' yı israfın azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması ve sürecin gelişimi için finansal ölçülebilir sonuçlara ulaşılan bilgi sağlayan metodoloji olarak tanımlamıştır.

Çeşitli Altı Sigma tanımlarının istatistiksel hedefi, onun temel felsefesini yansıtır. Altı Sigma müşterilerin, hissedarların, çalışanların ve tedarikçilerin paylaşabileceği bir işletim felsefesidir. Temel olarak müşteri odaklı bir metodoloji

olup israfı ortadan kaldıran, kalite seviyesini yükselten ve organizasyonun finansal performansını geliştirmeyi amaçlayan bir felsefedir. (Chakrabarty, Tan, 2007:195-196)

Altı Sigma' yı en iyi şekilde tanımlamak istersek; hata ve kusurların nedenini araştırmak ve gidermek, işletme maliyetlerini ve çevrim zamanını azaltmak, verimliliği arttırmak, müşteri beklentilerini daha iyi karşılamak, daha fazla kaynak kullanımını başarmak, üretimde yatırımların servis sürecinin dönüşümünü sağlamaktır. Bu basit bir problem çözme metodolojisine dayanır. DMAIC (define-tanımlamak, measure-ölçmek, analyze-analiz etmek, improve-geliştirmek, control-kontrol etmek) döngüsü istatistiksel yöntemler ve süreç geliştirme kalemelerini içerir.



Şekil 2. Altı Sigma ve Süreç İyileştirme

Kaynak: Evans,Lindsay,2005, s.3)

Altı Sigma' nın temel felsefesi bazı temel konulardan oluşur:

1. Bütün stratejik amaçlara yoğunlaşarak, faaliyet süreci ve müşteri isteklerini anahtar kavram olarak düşünme.
2. Projenin şampiyonluğu için sorumlu sponsor ortaklarına odaklanmak, takım faaliyetlerini desteklemek, değişimdeki direnişin üstesinden gelmek ve kaynak sağlamak.
3. Milyonda bir hata ile kalite ölçümünün önemini vurgulamak, organizasyonun her bölümü ile ilgilenmek: üretim, mühendislik, yönetim, yazılım programcılığı ve diğerleri.
4. Proje takımı tarafından büyük çaplı çalışmalar yapmak, karlılığı geliştirmek için ilave değeri olmayan faaliyetleri ve çevrim zamanını azaltmak.
5. Gelişim kalemlerini ve lider takımını sağlayan gelişim uzmanı ile yüksek kalitede gelişim sürecini yaratmak
6. Gelişim için uzun süreli hedefler oluşturmak. (Evans, Lindsay, 2005:1-4)

1.2.2. Altı Sigma' nın Gelişimi

Altı Sigma özellikle son zamanlarda etkin bir disiplin olarak meydana çıkmıştır. Kullandığı kalemler ve yaklaşımlar, kalite yönetiminin uzun tarihi boyunca oluşturulmuştur. Kalite yönetiminin tarihi sanayi mühendisliği, istatistik, insan kaynakları yönetimi ve organizasyon teorisi gibi diğer disiplinlerden etkilenmiştir. Bu bölümde Altı Sigma' ya öncülük eden kalite yönetiminin tarihini kısaca inceleyeceğiz.

1.2.2.1. Ustalıktan Endüstri Devrimine

Kalite yönetimi binlerce yıl öncesine dayanır. Ölçme ve kontrolün delilleri 1450’de Mısır duvar boyama sanatında görülmüştür. Piramitlerin taşlarını bugün bile keskin bıçaklarla kesmek tamamen imkansızdır. Mısırlıların başarısı, kalite güvencesi için iyi gelişmiş metotlar, süreçler, kesin ölçüm aygıtları kullanmaları nedeniyle tutarlıdır.

Orta Çağ Avrupası’ nda, fabrikatör ve denetçiler kadar ustalar da yetenekliydi. Müşterilerle doğrudan ilgilenen fabrikatörler ustalıklarıyla büyük ölçüde gurur duyuyorlardı. Yoncalar usta, ustabaşı ve çırakların uygun şekilde zanaatkar olarak yetiştirilmelerinin sağlanmasından ibaretti. Sanayi devriminin ortaya çıkışı modern kalite güvencesinin etkilerinin temelini oluşturmuştur.

18.yy ortalarında Honore Le Blanc tüfek üretiminde yer değiştirilebilir model kullanarak standart bir model geliştirmiştir. Thomas Jefferson bu fikri Amerika’ ya getirdi ve silahlı kuvvetlerle 10.000 tüfek için iki yıllık sözleşme yaptı. Bu yer değiştirilebilir bölümler için dikkatli bir kalite kontrolü gerekmektedir. Bölümler çok dikkatlice tasarlanmış standartlarla üretilmelidir. Whitney özel makine araçlarını tasarlamış ve vasıfsız işçileri eğitmiştir. Üretim sürecindeki değişiklikleri hafife aldı. Problemlerin sonuçları nedeniyle, Whitney’ nin projeyi tamamlayabilmesi için on yıldan fazla bir zamana ihtiyacı vardı. Her şeye rağmen yer değiştirilebilir bölümler kabul edildi ve bu da sanayi devriminin öncüsü olmasını sağladı. Üretim sürecinin kritik öğeleri kalite güvencesini oluşturmaktadır.

1.2.2.2. 20. yy’ ın Başları

Frederick W. Taylor, bilimsel yönetimin babası, yeni bir üretim felsefesinin öncüsü olmuştur. Taylor’ un felsefesi planlama fonksiyonunu uygulama fonksiyonundan ayırmıştır. Yöneticiler ve mühendisler planlamanın taslağını, doğrudan işçilerin başında bulunan yöneticiler ve çalışanlarda uygulama görevini yapacaklardır. Bu yaklaşım çalışanlar planlama yapmak için gerekli eğitimden

yoksun olduğundan iyi çalışmıştır. Kalite güvencenin denetçilerin elinde olması, verimliliğin yükselmesine odaklanma ve görev dağılımlarını bölümleştirmiştir. Üretimciler kaliteli ürünleri gemi ile yollayabiliyordu fakat çok maliyetliydi. Hatalar vardı ama denetçiler tarafından kaldırılıyordu. Fabrikada yüzlerce ve hatta binlerce denetçi çalışıyordu. 20. yy' ın ilk yarısına kadar denetim, kalite kontrolünün temelini oluşturdu.

Neticede üretim organizasyonlarında ayrı kalite departmanları oluşturuldu. Üretimdeki bu ayrım çalışanları yöneticilerden ayıran farklı kalite sorumluluğu sağladı. Kalite, kalite departmanının sorumluluğundaydı ve birçok üst yönetici dikkatini çıktı miktarına ve verimliliğe yöneltti.

Zil sistemi endüstriyel kalite güvencenin yakın modern tarihine öncülük etmiştir. 1920' li yılların başlarında Western Elektrik Şirketi bir denetim departmanı oluşturdu. Telefon hizmetinin sağlanmasında kalitenin önemi yapılan araştırmalar ve yeni varsayımlarla geliştirildi. 1920' de Western Elektrik'in denetim departmanı çalışanları Bell Telefon laboratuvarına transfer oldular. Kalite güvencenin öncüleri; Walter Shewhart, Harold Dodge, George Edwards ve W. Edwards Deming sadece kalite güvenceyi yaratmakla kalmayıp, çok yararlı kalite gelişimi ve kalite problemlerinin çözümü için teknikler oluşturdular. Böylece kalite teknik bir disiplin haline geldi. Walter Shewhart başkanlığında Western Elektrik kalite kontrolü için İstatistiksel Kalite Kontrolüne (SQC) yoğunlaşmıştır. SQC denetimlerinde hataya neden olan tahminlemenin ve tanımlamanın ötesine gidilmiştir. Kontrol kartları geliştirerek üretim sürecini ve çıktıların doğruluğu garanti altına alınmıştır. Gruptaki diğer öncüler faydalı istatistiksel teknikler ve yaklaşımlar geliştirmiştir.

1.2.2.3. 2. Dünya Savaşı Sonrası

Savaştan sonra 1940' ların sonu 1950' lerin başında Amerika' da sivillerin eksik malları öncelikle üretildi. Birçok şirket kalite uzmanlarının ilgi alanlarındaydı. Yöneticilerin önceliği kalite değildi. En üst yönetim kalite gelişimine, hata ve kusurları önlemeye çok az ilgi göstermesi nedeniyle denetçilere güvendiler. Bu

zaman içerisinde Amerikalı iki danışman Dr. Joseph Juran ve Dr. W. Edwards Deming Japonlara istatistiksel kalite kontrol teknikleri ile tanışmaları ve yeniden yapılanma çabaları için yardım ettiler. Eğitim aktivitelerinin en önemli bölümü, üst yöneticilere odaklanarak Japon kalite gelişim kültürünü geliştirmek ve organizasyonun her yerinde kalite anlayışını birleştirmektir. (Japonlarda Kaizen terimi olarak adlandırılır.)

Japon kalite gelişimi yavaş ve istikrarlıydı. 1970' lerde yüksek kalite seviyesinden dolayı Japon şirketleri birçok Western pazarından etkilenmiştir: bilgisayar hafıza çipleri, tüketici elektronik birimi ve otomobiller. Örneğin; 8 Haziran 1987' de Business Week kalite raporunda her 100 yerli modelde ortalama 162-180 hata çıkmıştır, Japon ve Alman otomobilleri karşılaştırıldığında sayı 129-152 dir. Tüketiciler bu kalite farklılıklarının farkında olmaya başladılar ve buna bağlı olarak da ürünlerde yüksek kalite, güvenilirlik ve serviste ucuz fiyat beklentisine girdiler. Amerika bu krizin farkına vardı.

1.2.2.4. U.S de Kalite Evrimi

1980' ler işletmedeki kalite anlayışında göze çarpan bir değişimin ve nasıl yönetilmesi gerektiğine dair bir dönemdir. Kalite işletmelerin hayatta kalması için çok önemli olmuştur. Örneğin Xerox, Japon rakiplerin kendisine çok yüksek maliyeti olan ürünlerin kopyalarını yaptığını fark etti ve üstesinden gelebilmek için daha yüksek kaliteli ürünlere odaklandı. Xerox ve kalite liderliği öncüsü eski CEO David Kearns Amerikan işletmelerinde kalitenin artmasına önemli bir etken oldular. Beş yıl devam eden ve Uluslararası Malcolm Baldrige Kalite ödülünü 1989 yılında almasının hataların %78 oranında ve programsız kullanımına %42 oranında, üretim maliyetini %20 oranında, ürün geliştirme zamanının %60 oranında düşmesi, ürün kalitesinin %93 oranında, hizmet karşılama zamanının %27 oranında ve şirketin kaybetmiş olduğu pazarın yeniden yakalanmasından dolayı kazanmıştır. 1990' larda şirket çok güçlü bir büyüme göstermiştir; fakat Xerox kilit bir şirket olmasına rağmen önceleri eski üst düzey yönetiminin dar görüşlülüğü yüzünden kaliteye odaklanmamıştır. Şans eseri yeni yönetim krizi fark edip kaliteye odaklanmıştır.

Westinghouse yöneticilerinden Dr.Samuel Johnson' ın ş u sözleriyle konuyu özetlemiştir.”Böylesine açık bir dönemde hiçbir şey insan zekasını bu derece kullanamazdı”. Kalite mükemmeliyeti fark edildi ve endüstride dünya çapındaki yarışta bir anahtar oldu. Birçok büyük Amerikalı şirket yoğun kalite gelişimi kampanyaları yönetmiş sadece iş alanındaki operasyonlar değil aynı zamanda dıştaki tüketicileri de tatmin etmek için uğraşmışlardır.

Kalite evrimindeki en etken isimlerden birisi de W.Edwards Deming' tir. 1980' de NBC “If Japan can ...Why can't we?” adlı bir program yayınlamıştır. Çok geniş kapsamlı olan program Deming' in Japon kalitesinin gelişmesindeki rolünü açığa çıkarmıştır ve böylece adı üst düzey yöneticiler arasında çok kullanılmaya başlanmıştır. Deming Japon endüstrisine yaklaşık otuz yıl kadar önce katkı sağlamaya başlamış olmasına rağmen ancak televizyon programından sonra Amerikalı şirketler onun yardımını istemiştir. 1980' den 1993 ölümüne kadar onun liderliği ve dehası birçok Amerikan şirketine kaliteye yaklaşımlarında etkili olmuştur.

1.2.2.5. Kalite Yönetimindeki Erken Başarı

Endüstriler ve işletmeler kalite üzerinde yoğunlaşmaya başlayınca hükümet kalitenin, ulusun ekonomisinde ne kadar etken olduğunu fark etti. 1987' de Uluslararası Malcolm Baldrige Kalite Ödülü Amerikan Konseyi tarafından sunulmuştur. Baldrige ödülü Amerikan işletmelerinde kalite yaratıcılığının farkındalık yaratmasında en önemli etken olmuştur.

1980' lerin sonlarında ve 1990' larda kalite gelişimi inanılmaz oranda artmıştır. Şirketler kalite gelişiminde önemli adımlar atmıştır. Japon ve Amerikalı şirketlerin arasındaki uçurumlar daralmış Amerikalı şirketler kaybettikleri pazarı yeniden ele geçirmişlerdir.1989' da Florida Power and Light Japon olmayan bir şirket olarak kalite alanındaki Deming ödülünü alan ilk şirket olmuştur. Bunu da beş yıl sonra AT&T Power Systems takip etmiştir. Kalite çalışmaları hizmet alanında ve

okul hastane gibi kar sağlamayan şirketlere de yayılmıştır. 1990' ların ortalarına kadar binlerce kitap yazılmış, danışmanlık ve kalite merkezi eğitim hizmetleri de şirkete girmiştir. Şirketler bilgilerini ve tecrübelerini formal ve informal ağlarla paylaşmışlardır. Amerika' da birçok eyalet iş, eğitim, kar amaçlı olmayan şirketler ve hükümet bazında kalite başarıları için ödül programları geliştirmişlerdir. 1999' da Amerikan Konseyi Baldrige ödülüne kar sağlamayan eğitim ve sağlık sektörlerini de eklemiştir.

1.2.2.6. Toplam Kalite Yönetiminin Yükselişi ve Düşüşü

Kalite girişimcilerin ürünlerde ve hizmetteki hataları azaltmaya odaklanmalarına rağmen kuruluşlar sürekli gelişim için müşteriye dinlemek ve çalışanları da paylaşıma dahil etmek gerektiğini fark etmeye başladılar. Bu da toplam kalite yönetimi kavramının ortaya çıkmasına sebep oldu ve bu kavram üç prensibi baz aldı:

- Müşteri odaklılık
- Sürekli gelişim
- Çalışanların katılımı ve yetki verme

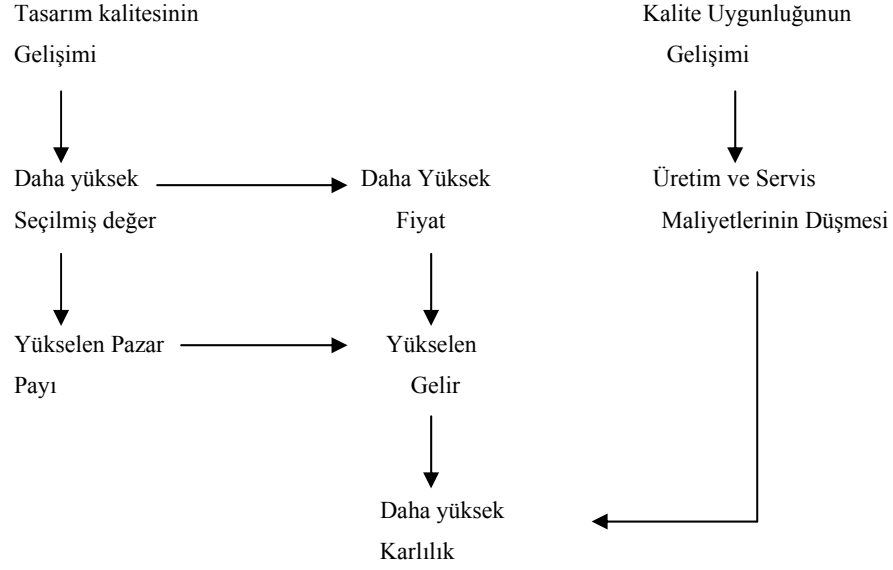
Toplam kalite yönetiminin organizasyonlarda yoğun bir mükemmeliyetçiliği sağlamasına rağmen birçok üst düzey yönetici bunu uygulamakta zorluk çekmiştir. Birçokları bu kavramı anlamamış, birçokları da ölçülebilir cevaplar sunamamıştır. Çok sıklıkla toplam kalite yönetimi düşük seviyedeki organizasyonlara uygulanan kalemlerin toplamı olarak görülmüştür. TKY stratejisi algılanamamış ve sonuçta birçok işletmede etkisini yitirmiştir. Şunu belirtmeliyiz ki TKY çok fazla kullanılmamasına rağmen birçok kuruluşta prensipleri hala devam etmekte ve Altı Sigma felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Örneğin Dell' in 2003 yıllık raporunda şirket şöyle belirtmiştir:

Biz her ne kadar müşteri odaklı, zamana bağlı hizmet ve destek ölçütlerine kendimizi odaklasak da geçen yıl \$800 milyon tasarruf başka şirketler tarafından çalışan merkezli gelişim takımlarıyla edilmiştir.

1.2.3. Altı Sigma ve Rekabet Avantajı

Kalite firmaların pazarda üstünlük sağlama başarısı olan rekabet avantajının anahtar kaynağıdır. Uzun dönemde sürdürülebilir rekabet avantajı ortalamanın üstünde bir rekabet avantajı sağlar. Rekabet avantajını sağlamada rekabetin önemi 1980' lerde ki çeşitli araştırma çalışmalarıyla ispatlanmıştır. Strategic Planing Instution yan kuruluşu olan PIMS Associates, 1200 şirketin ürün veri tabanını koruyor ve anonim şirket performansında ürün kalitesinin etkisi üzerine çalışıyor. PIMS' in araştırmaları aşağıdaki sonuçları vermiştir:

- Ürün kalitesi, karlılığın önemli bir göstergesidir.
- Premium-kaliteli ürün ve hizmetler sunan şirketler çoğunlukla geniş pazar payına sahiptir ve kendi piyasalarına ilk girenlerdir.
- Kalite her çeşit ürün ve piyasa koşulu için yüksek dönüşümlü yatırımlarla olumlu ve anlamlı şekilde ilişkilidir (PIMS'in çalışmalarına göre yüksek kaliteye sahip firmalar düşük kalite seçen firmalara göre 3 kat daha fazla satışlardan dönüş kazanıyorlar).
- Kurumsal kalite gelişiminin stratejisi pazar payının artmasına öncülük eder ama kısa zamanlı karlılığı azaltır.
- Üreticiler yüksek kaliteyi genellikle premium fiyatlarla isteyebilirler.



Şekil 3. Kalite ve Karlılık

Kaynak: Evans, Lindsay, 2005, s.17

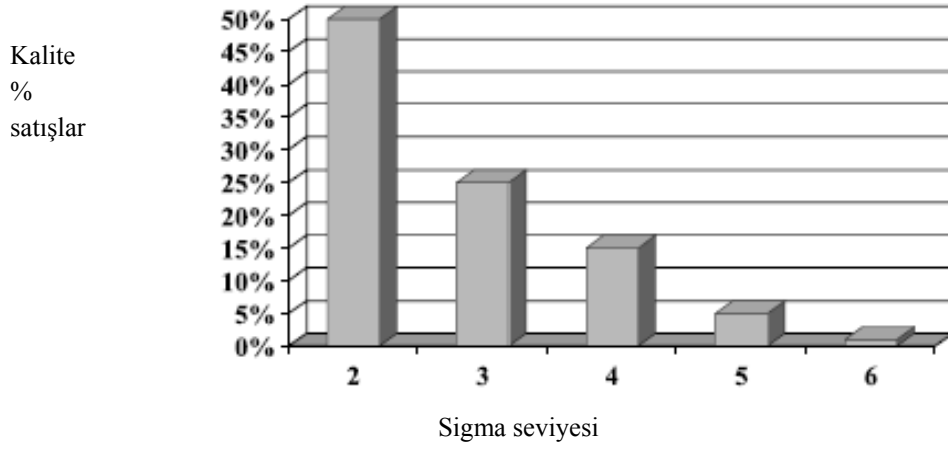
1.2.4. Neden Altı Sigma?

Geleneksel anlamda kalite, şartlara uygunluk olarak tanımlanır. Altı Sigma'nın sadece geleneksel kalite tanımı ile ilgili olduğunu düşünmek yanlıştır. Altı Sigma, müşteriye sunulan değeri artırarak ve verimliliği iyileştirerek şirketin daha çok kazanç sağlamasına yardımcı olur.

Altı Sigma müşteri isteklerine, hataları önlemeye, çevrim süresini kısaltmaya ve maliyet azaltmaya odaklanır. Bu nedenle, Altı Sigma'nın faydaları iş sonuçlarına direkt olarak yansır.

Altı Sigma uygulamayan şirketlerde kalite maliyetleri oldukça yüksektir. Üç veya dört sigma düzeyinde çalışan şirketler tipik olarak satış gelirlerinin %25-40' ını problemleri düzeltmek için harcarlar. Bu, kalite maliyeti veya kötü kalite maliyeti olarak bilinir. Altı Sigma düzeyinde çalışan şirketler ise Şekil 4'de görüldüğü gibi, gelirlerinin %5'inden azını problemleri çözmek için harcarlar. General Electric, 6 sigma düzeyinde katlandıkları kalite maliyetlerinin, 3 veya 4 sigma düzeyinde iken

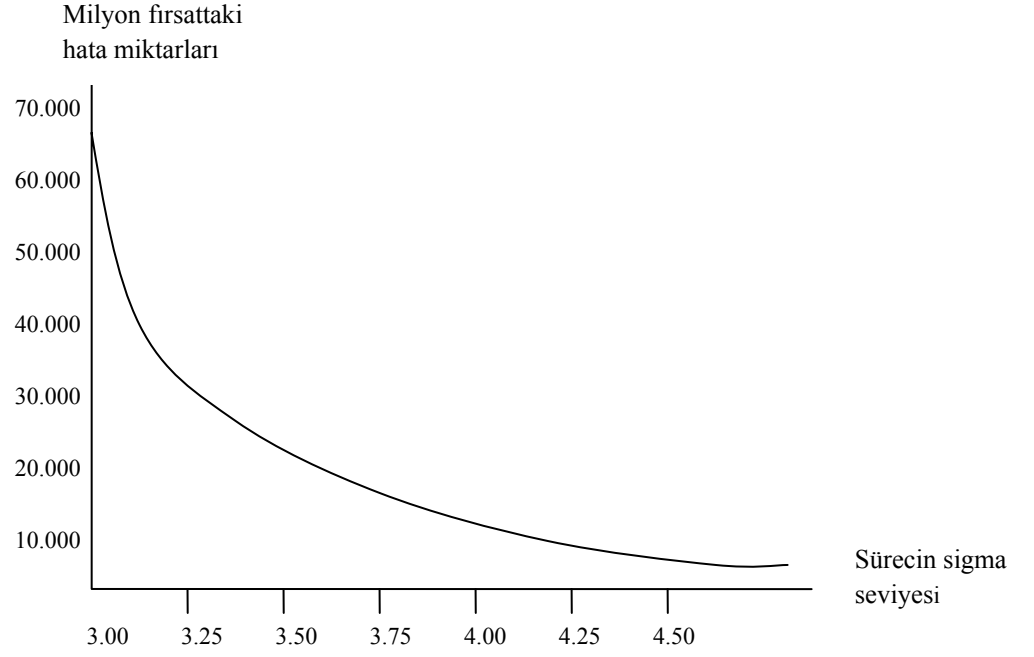
katlandıkları maliyetlerden yaklaşık olarak yılda 8 ile 12 milyar dolar daha az olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4. Sigma Seviyesine Karşı Kalite Maliyetleri

Kaynak: Pyzdek, 2003,s.6

Maliyetlerin doğrudan sigma seviyesi ile ilgili olmasının nedeni basittir: Sigma seviyesi hata oranının bir ölçütüdür ve hataları yok etmenin bir maliyeti vardır. Şekil 5’ de, sigma seviyesi arttıkça hata oranlarının üstel olarak düştüğüne ve bunun Şekil 4’ deki maliyet verileriyle birlikte değiştiğini ve ayrıca hataların yüzde olarak değil, milyon olasılıkta hata miktarı olarak gösterilir. Bu, Altı Sigma’ nın getirdiği bir başka yeniliktir.



Şekil 5. Hata Oranına Karşı Sigma Seviyesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.7

1.2.5. Altı Sigma Felsefesi

Altı Sigma, müşteriler ve iş sahipleri için en yüksek değeri sunabilen yönetim sistemleri ile iş süreçlerinin tasarımı ve uygulanmasına yönelik bilimsel bir yaklaşımdır. Bilimsel yöntem aşağıdaki gibi çalışır:

1. Piyasanın veya yapılan işin bazı önemli yönleri gözlemlenir.
2. Gözlemlere uygun bir açıklama veya hipotez geliştirilir.
3. Hipoteze dayalı olarak tahminlemeler yapılır.
4. Deneyler uygulayarak veya daha fazla gözlemler yaparak tahminlemeler test edilir. Gözlemler kaydedilir. Kanıtlanmış gerçeklere göre hipotezler yeniden düzenlenir. Değişkenlik varsa, bunu önlemek için istatistiksel araçlar kullanılır.

5. Hipotezlerle deney veya gözlemlerin sonuçları arasında çelişki kalmayıncaya kadar 3 ve 4 numaralı adımlar tekrar edilir.

Altı Sigma organizasyonlarında bu yaklaşım yönetim şekline de yansır. Bunun sonucunda, geleneksel yönetim yaklaşımlarındaki politik etkiler azalır, yerini *‘bana verilerini göster’* yaklaşımı alır. Buna, gerçeklerle yönetim denilmektedir. Bu yaklaşımda, yapılan her iş sayısal bir göstergeye (metriğe) dayandırılmaktadır. Fakat bu her şeyin ölçülmesi, her yapılan işe bir metrik atanması demek değildir. Önemli olan, başarı için kritik olan metriklerin ölçülmesidir.

Altı Sigma, proje bazlı bir yönetim yaklaşımıdır. Bu projeler, ya yönetimin belirlediği hedefler ya da problemler ve fırsatlar doğrultusunda ortaya çıkmaktadır. Altı Sigma projelerinin hedefleri de doğal olarak bu fırsatlara göre belirlenir. Altı Sigma projelerinin başarı ölçütü, firmaya sağlayacağı kazançlardır. Bu nedenle, yapılan projelerde en çok aranan özellik, projenin sonunda iş sonuçlarına yansıyor yansımadığıdır. Ancak para kazandıran projeler başarılı sayılır. En çok bu yönüyle TKY’ den farklılık gösterir. Geçmişte yapılan TKY çalışmalarında böyle bir odaklanma söz konusu olmadığı için, bu çalışmaların çoğu başarısız olmuş ve raflara kaldırılmıştır.(Pyzdek,2003:4-11)

Altı Sigma üst düzey yöneticilere çok etkili görülmektedir çünkü ölçülebilirdir, problem çözmede olgusal yaklaşımları vardır ve hızlı proje tamamlamaya odaklıdır. Sonuçta Altı Sigma CEO’ lar tarafından anlaşılmayan TKY yerine uygun bulunmuştur.

Altı Sigma TKY ile karşılaştırıldığında birçok farklı özellikler taşımaktadır:

- TKY çalışanların yetkisi ve takımlar üzerinde yoğunlaşırken Altı Sigma önde gele iş liderliği tarafından uygulanmıştır.
- TKY departmanlardan, süreçten ya da kişisel çalışma alanlarından oluşur, Altı Sigma projeleri karşılaştırmalı fonksiyonlardan ve daha doğal hedeflerden oluşur.

- TKY genel olarak basit gelişim kalemleri ve konularla sınırlıdır; Altı Sigma daha dikkatli ve istatistiksel metotlardan ve DMAIC problem çözme metodolojisine odaklanır.
- TKY az finansal sorumlulukla gelişmeye odaklanır, Altı Sigma firmanın kar veya zararını gösteren rakamlara odaklanır ve tutarlı geri dönüşümü olan yatırımlar istenir.

Ek olarak, Altı Sigma iş gelişiminde istatistiksel düşünmenin ve istatistiğin önemini yükseltmiştir. TKY gibi Altı Sigma güçlü yönetim liderliğini, müşteri odaklılığı, takım çalışması, problem çözme yaklaşımları ve organizasyon kültürünün değişimini de gerektirir. Bu faktörler birçok işletmeler için tanışılması zor etkenlerdir.

1.2.6. Altı Sigma ve Problem Çözümü

Problem çözme değişen durumlar için oluşturulan aktivitelerdir. Altı Sigma'nın temelinde kalite başarısı ve iş performansı gelişimi için problem çözmeye ve tanımlamaya dayanır. Deming, Joseph Juran ve Philip Crosby gelişim için özel metodolojiler oluşturmuştur. Genel olarak aşağıdaki maddeleri oluşturur:

- Yeniden tanımlama ve problem analizi
 - Veri analizi
 - Varsayımlara dayandırma
 - Problemi yeni bakış açılarıyla inceleme
 - Başarı hedefi ile problem tanımı
- Fikir üretmek: Olası çözümler yaratmak için fikir üretmek; beyin fırtınası
- Fikir değerlendirme ve seçme
- Fikirleri uygulama (Evans, Lindsay; 2005:39-40)

Altı Sigma'nın temellerinin bir ölçüm standardı olan normal eğri ve normal dağılım kavramı Frederick Gauss tarafından ortaya konulmuştur. 1922 yılında Walter

Shewhart çıktı varyasyonunun ölçümü olarak üç sigmayı ilk kez önermiştir. Çıktı bu limitin ötesine çıktığında sürece müdahale edilmesi gerekli olduğunu ifade etmiştir. Üç sigma kavramı, sürecin %99.973 ya da milyon fırsat başına 2,600 kusur oranı ile ilişkilidir. Bu durum 1980'lerin başına kadar birçok üretim birimi için yeterli olmuştur.

Motorola kalite sistemlerini kullanarak ve benimseyerek devrim yapmıştır. Altı Sigma' nın temel elemanları yeni değildir. İstatistiksel süreç kontrolü, FMEA, tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirlik ölçekleri ve diğer araçlar uzun zamandır kullanılmaktaydı. Altı Sigma bu temel kalite araçlarını yüksek-seviyeli yönetim desteğiyle birleştirerek bir yapı sunmuştur.

Bu araçlar için bir sınıflandırma planı vardır, çoğunlukla tanımlama, ölçme, analiz, geliştirme ve kontrol (DMAIC) metodolojisine dayanır. Diğer sınıflandırma planları American Society for Quality (ASQ) ve Tague (1995) tarafından araç matrisi olarak tanımlanmıştır. ASQ sınıflandırma planı ve araç matrisi benzer kategorilere sahiptir ancak, araç matrisi ASQ sınıflandırma planında daha çok araç içerir. Bu araçların kategorileri aşağıdaki gibidir:

1. Neden analizi araçları,
 2. Veri toplama ve analizi araçları,
 3. Değerlendirme ve karar verme araçları,
 4. Fikir yaratma araçları,
 5. Süreç analiz araçları,
 6. Proje planlama ve gerçekleştirme araçları,
 7. Yedi temel kalite araçları,
 8. Yedi yeni yönetim ve planlama araçları.
- (7 ve 8 sadece ASQ sınıflandırma planına aittir.)

DMAIC metodolojisi hakkında daha çok bilgi kullanılır. DMAIC daha çok mevcut süreçler için kullanılır. Bu yaklaşım sadece Altı Sigma araçlarının kullanımını değil, finansal analiz ve proje plan geliştirmesi gibi diğer kavramları da

dahil eder. DMAIC metodolojisi var olan süreçte tanımlanmış performans seviyesine ulaşıldığında çok iyi sonuçlar verir. Eğer süreç yeniyse DFSS (Design for six sigma) gereklidir. DFSS üretim, süreç ve hizmet tasarımı için çok sıkı yaklaşımlar ve birçok disiplinden oluşur. Bu yaklaşımlar:

- Gelişme kavramı, gelişme tasarımı, optimizasyon tasarımı ve özelliklerinin uygunluğunun onaylanması,
- Tanımlama, ölçme, analiz, tasarım ve onaylama (DMADV),
- Tanımlama, ölçme, analiz, tasarım, optimize ve onaylama (DMADOV),
- Belirleme, karakterize etme, optimize ve onaylama (ICOV),
- Belirleme, tasarım, optimize ve onaylama (IDOV),
- Tanımlama, müşteri kavramı, tasarım ve uygulama (DCCDI),
- Tanımlama, ölçme, araştırma, geliştirme ve uygulama (DMEDI).

DFSS metodolojisindeki araçlar DMAIC metodolojisinden farklıdır. DFSS yaratıcı problem çözme teorisi, aksiyom tasarımı ve kalite fonksiyon yayılımı gibi yenilikçi araçları içerir ama DMAIC de bu araçlar yoktur.(Chacrabarty, Tan, 2007:196-197)

1.2.7. DMAIC ve Diğer Geliştirme Modelleri

Altı Sigma, kalite profesyonelleri tarafından kullanılan geleneksel kalite araçlarına bazı yenilikler getirmektedir. Bunlar;

1. DMAIC olarak bilinen iyi tanımlanmış geliştirme modeli kapsamında anlatılmaktadır. Bilgisayarlar yoğun bir biçimde kullanılmaktadır.
2. Tanımlanmış paydaşlar için somut sonuçları sağlamak amacıyla tasarlanmış gerçek projelere uygulanabilmektedir.
3. Madde 1 ve madde 2, eğitim alırken projeler üzerinde çalışan tam zamanlı dönüşüm temsilcilerine sağlanan kapsamlı bir eğitim yönetimi ile bütünleştirilmektedir.

1.2.7.1. DMAIC

Altı Sigma' nın araçları Tanımla-Ölçme-Analiz-Geliştirme-Kontrol (DMAIC) olarak bilinen basit performans geliştirme modeli ile uygulanmaktadır. DMAIC şekil 6' da özetlenmiştir.

- Tanımlama Aşaması: Problemin kaynağı nedir?
- Ölçme Aşaması: Sürecin yeterliliği ne seviyededir?
- Analiz Aşaması: Hatalar nerede ve ne zaman ortaya çıkar?
- İyileştirme Aşaması: Süreç yeterliliği nasıl altı sigma seviyesine ulaşabilir?
- Kontrol Aşaması: Kazancın sürekli olması için nasıl bir kontrol sağlanmalıdır?

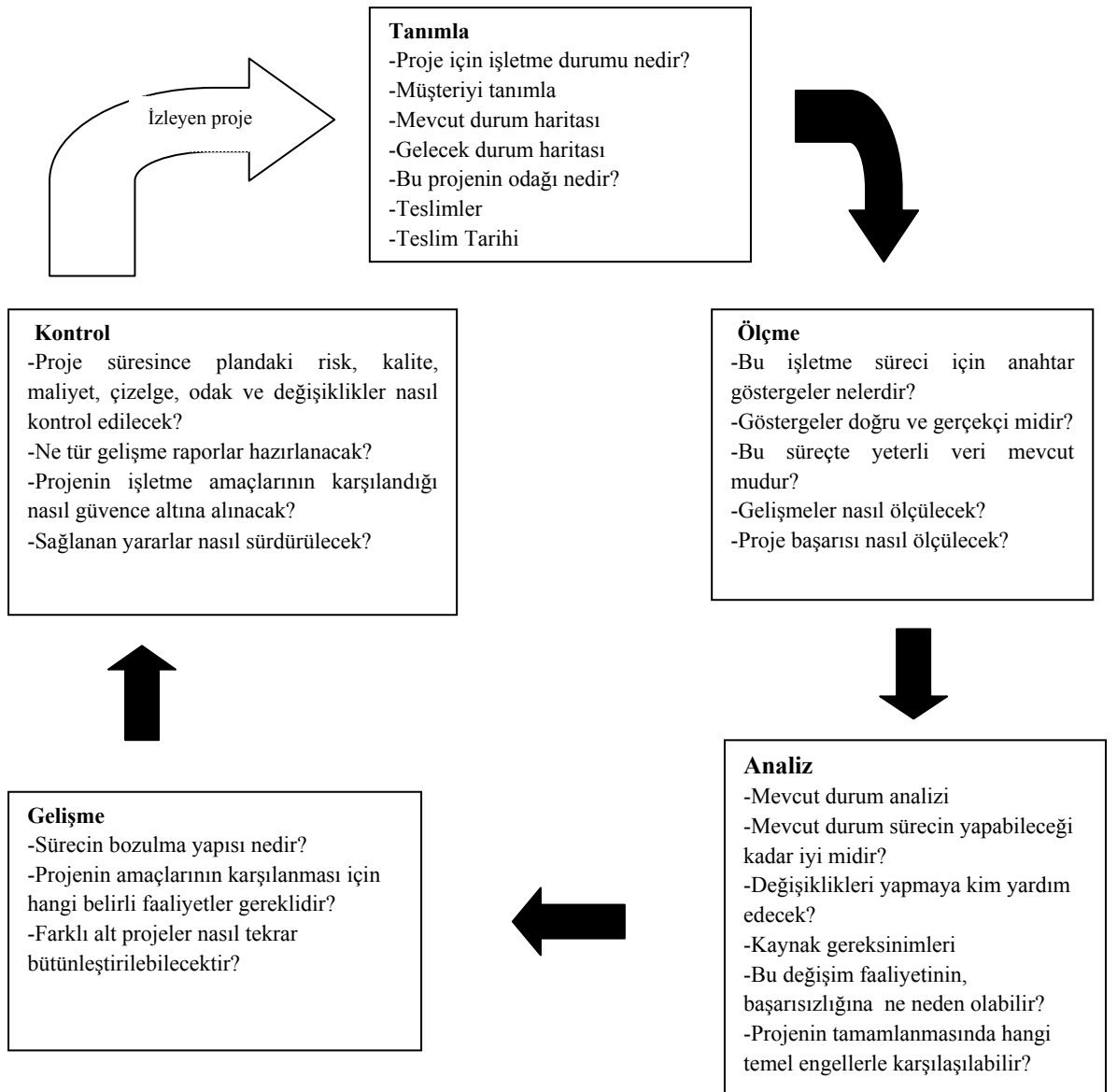
D	Geliştirme faaliyetinin amaçlarının tanımlanmasıdır. En üst seviyede amaçlar, müşteri sadakati, yüksek yatırım getirisi, artan pazar payı veya artan müşteri tatmini gibi işletmenin stratejik amaçları olmaktadır. İşletme seviyesinde, bir amaç, bir üretim bölümünün çıktılarını artırmak olabilir. Proje seviyesindeki amaçlar ise hata miktarını azaltmak ve belirli bir süreç için çıktıyı artırmak olabilir. Amaçlar, müşteriler, paydaşlar ve çalışanlar ile iletişim halinde belirlenmelidir.
M	Mevcut sistemin ölçülmesidir. Önceki adımda tanımlanan amaçlar öncülüğünde gelişmeleri izleyebilmede yardımcı olacak doğru ve gerçekçi ölçütler belirlenmelidir
A	Belirlenen amaçlarla sistemin veya sürecin mevcut performansı arasındaki farkların ortadan kaldırılması amacıyla yöntemlerin tanımlanması için sistemin analizidir.
I	Sistemin geliştirilmesidir. Yapısal işlemlerin daha iyi, daha ucuz ve daha hızlı yapılabilmesi için yeni yöntemlerin bulunmasında yaratıcı olmak önem kazanmaktadır. Yeni yaklaşımın uygulanması için proje yönetimi ve diğer planlama ve yönetim araçları kullanılmalıdır. Gelişmenin doğrulanması için de istatistiksel araçlardan yararlanılmalıdır.

C	Yeni sistemin kontrol edilmesidir. Politikalarda, yöntemlerde, MRP sisteminde, bütçelerde, işletim talimatlarında ve diğer yönetim sistemlerinde düzenlemeler yapılarak geliştirilmiş sistemin kurumsallaştırılmasıdır. Belgelendirmenin doğruluğunu güvence altına almak için ISO 9000 ve diğer standartlarından yararlanılabilir.
---	---

Şekil 6. DMAIC Genel Görünümü

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.238

DMAIC Şekil 7' de gösterilen Altı Sigma projelerin yönetiminde yararlı olacak bir yapıyı sağlamaktadır.



Şekil7. Altı Sigma Projelerinde DMAIC' in Kullanımı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.239

1.2.7.2. DMADV: Altı Sigma Proje Yapısı İçin Tasarım

Yeni bir ürün, süreç veya hizmet tasarlanacağında/radikal olarak yeniden tasarlandığında kullanılan diğer bir yaklaşım, Tanımla-Ölçme-Analiz-Tasarım-Doğrulama veya DMADV' dir. DMADV Altı Sigma araçlarının bir parçasıdır.

Tablo 1. Projenin Her Bir Aşamasında Genellikle Kullanılan Altı Sigma Araçları

<i>Proje Aşaması</i>	<i>Kullanılabilir Altı Sigma Araçları</i>
Tanımla	Müşterinin sesi araçları (araştırmalar, odak grupları, mektuplar, tavsiye kartları) Süreç haritalama QFD, SIPOC Kıyaslama
Ölçme	Ölçüm sistem analizi Veri Analizi Tanımlayıcı istatistik Veri madenciliği Run şemaları Pareto analizi
Analiz	Neden sonuç diyagramları Ağaç diyagramları Beyin fırtınası Süreç davranış şemaları(SPC) Süreç haritaları Deney tasarımı

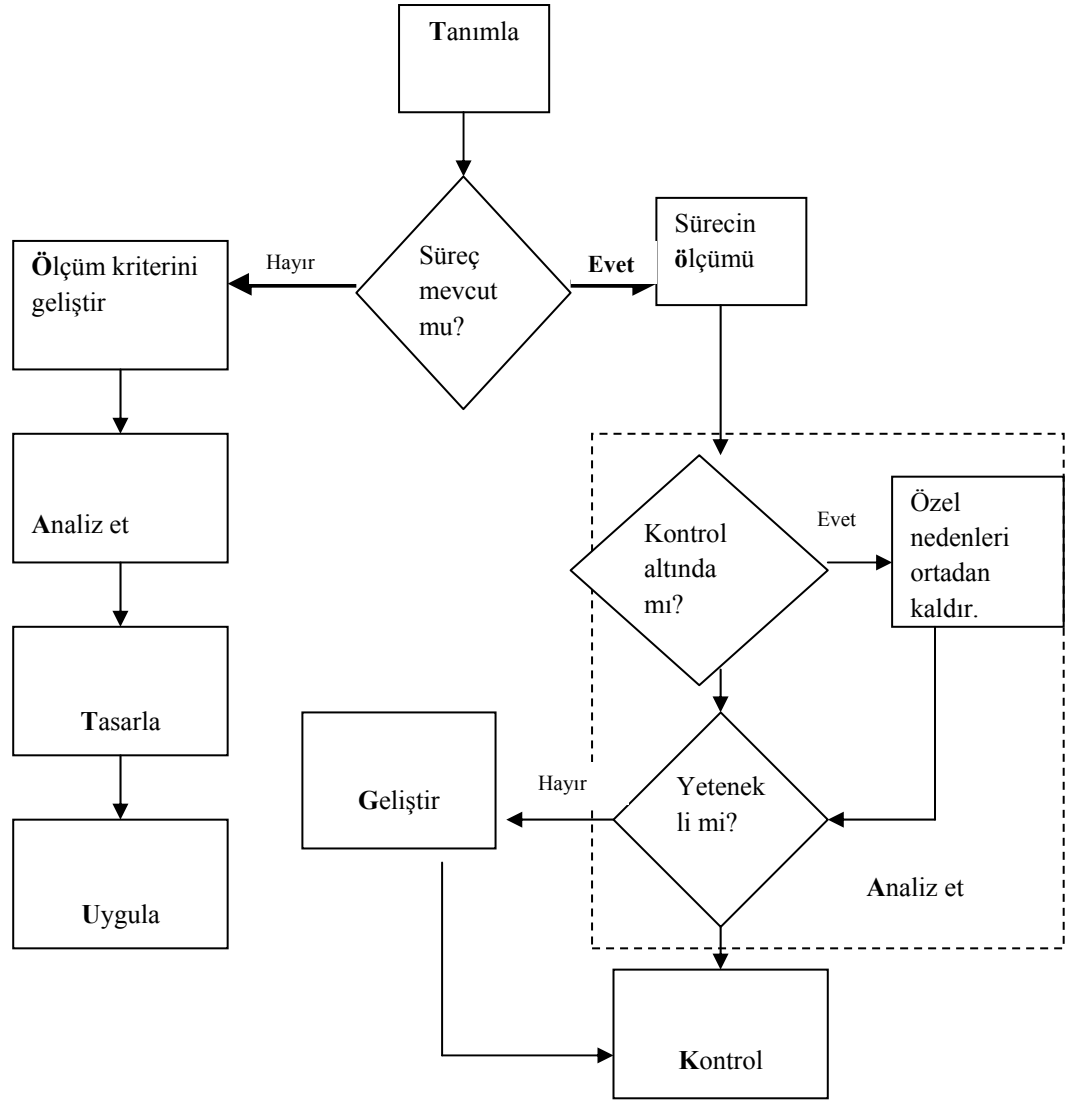
	Anlam çıkarıcı istatistik (hipotez testleri) Sonuç istatistiği (X'ler ve Y'ler) Hata modu ve Etkileri Analizi Simülasyon
Geliştirme	Güç alan diyagramları 7M araçları Proje planlama ve yönetim araçları Prototipler ve pilot çalışmalar
Kontrol	Süreç davranış şemaları Hata Modu ve Etkileri Analizi ISO 9001 Bütçe değişimleri, öneri modelleri, maliyet tahminleme yöntemleri Raporlama sistemleri

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.240

D	Tasarım faaliyetlerinin amaçlarının tanımlanmasıdır. Tasarlanacak olan nedir, neden tasarlanmaktadır, hedeflerin, işletme stratejileri ve müşteri talepleri ile uyum içerisinde olduğunun güvencesinin sağlanması için QFD veya Analitik Hiyerarşi sürecini kullan.
M	Ölçme. Kritik paydaş göstergelerinin belirlenmesidir. Müşteri gereksinimlerini proje amaçlarına dönüştür.
A	Amaçların karşılanması için mevcut seçeneklerin analiz edilmesidir. Benzer en iyi tasarımların performansının belirlenmesidir.
D	Yeni ürünün, hizmetin veya sürecin tasarımıdır. Amaçların karşılanmasında tasarım kavramının etkinliğinin onaylanması için önleyici modelleri, simülasyonu, prototipler, pilot akışları vb kullan.
V	Gerçek dünyada tasarımın etkinliğinin doğrulanmasıdır.

Şekil 8. DMADV' nin Genel Görünümü

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.241



Şekil 9. DMAIC ve DMADV

Kaynak: Pyzdek, 2003, s. 242

İKİNCİ BÖLÜM

VERİ ANALİZİ VE VERİ MADENCİLİĞİ

2.1. Altı Sigma’ da Veri Analizi

Altı Sigma metodolojisinde kullanılan DMAIC modeli süreçlerin sürekli iyileştirilmesine, gerekirse yeniden tasarlanmasına ve süreçlerin yönetimine odaklanır. Altı Sigma yaklaşımının en ayırt edici özelliği de DMAIC gibi bir “süreç iyileştirme stratejisine” sahip olmasıdır. İyileştirilmesi istenen süreçler için seçilecek projeler ile temel adımlar izlenir. Şekil 10’ da bu adımlar için yapılması gerekenler özetlenmiştir.

Tanımla (Problemin tanımlanması)	Proje için CTQ belirle Proje bildirgesini geliştir Süreç haritasını çiz
Ölçme (Değişkenleri ölçme)	CTQ seç Performans standartlarını tanımla Veri toplama planı oluştur Ölçme sisteminin geçerliliğini ve güvenilirliğini test et ve verileri topla
Analiz (Hipotezleri oluştur ve analiz et)	Süreç yeterliliğini oluştur Performans amaçlarını tanımla Değişkenliğin kaynaklarını belirle
İyileştir (Süreci iyileştir)	Potansiyel nedenleri gözden geçir Değişkenler arasındaki ilişkileri belirle Pilot çözümü oluştur
Kontrol (Süreci kontrol et)	Ölçüm sisteminin geçerliliğini incele Süreç yeterliliğini belirle Süreç kontrol sistemini uygula ve projeyi tamamla

Şekil 10. Altı Sigma Temel Adımları ve Yapılacak İşlemler

Kaynak: Evren, 2006,s.47

2.1.1. Tanımlama Aşaması

DMAIC yol haritasının ilk aşaması olan tanımlamada seçilecek olan projenin amacı ve kapsamı belirlenir. Süreç ve müşteri hakkında veriler toplanarak bilgi elde edilir. Bu aşamada süreç haritalama, kontrol çizelgeleri, pareto analizi, sebep-sonuç diyagramları ve yedi yeni araç kullanılır.

Projenin kritik kalite değişkenlerinin belirlenmesi	Ekip bildirgesinin geliştirilmesi	Süreç haritasının belirlenmesi
Müşterilerin belirlenmesi Varolan müşteriler için verilerin derlenmesi Müşteri isteklerinin analiz edilmesi Müşteri gereksinimlerinin kritik kalite değişkenlerine dönüştürülmesi Kritik kalite değişkenlerinin işletme stratejileri ile bütünleştirilmesi Projenin kritik kalite değişkenlerinin belirlenmesi	Proje ile hedeflenen işin belirlenmesi Problemin ön ifadesinin geliştirilmesi Projenin kapsamının değerlendirilmesi Amaç ifadesinin geliştirilmesi Ekibin seçilip rollerin belirlenmesi Bildirgenin geliştirilmesi	Sürecin tanımlanması Müşterilerin süreç ile ilişkilendirilmesi Süreç haritasının çizilmesi Kontrol edilmesi

Şekil 11. Tanımlama Aşaması

Kaynak: Evren, 2006, s.48

2.1.1.1. Süreç Haritalama

Bir organizasyon şeması bir şirketin organizasyonunu nasıl resmedebiliyor ise süreç haritaları da bir şirketin içinde akan işleri o şekilde gösterebilir. Süreç haritası,

- Kişilerin iyileştirmeleri tartışabilmesi için ortak bir dil oluşturur.
- Bir sürecin içindeki bir dizi işlemin, standart akış şeması sembollerinin daha farklı bir şekilde kullanılışı ile grafik gösterimidir.
- İnsanların o işi nasıl yaptığının resmidir.

İş süreçlerinin haritaları, belirli bir amaca ulaşmak için çeşitli alternatiflerin sunulduğu yol haritalarına benzerlik gösterir. Bazı şartlarda bazı yollar diğerlerinden daha uygun olabilir. Bir süreç haritası oluşturularak çeşitli alternatifler gösterilir ve bu şekilde etkin planlama gerçekleştirilebilir. Gerçekleşecek adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Haritalanacak bir sürecin seçilmesi
2. Sürecin tanımlanması
3. Esas sürecin haritalanması
4. Alternatif yolların haritalanması
5. Kontrol noktalarının haritalanması
6. Haritayı kullanarak sürecin iyileştirilmesi

Süreçler iş faaliyetlerine karşılık gelirler. Modern organizasyonlarda ise bu süreçler birçok departman tarafından parçalanmaktadır. Bir süreç haritası doğal sürecin bütünleşik bir resmini ortaya koyar. Organizasyonel hiyerarşiye odaklanmış olmaktan dolayı süreçler yönetilememeye eğilimli olurlar. İnsanlar, bölümler ve bütçelerden sorumludur ama kimse süreçten sorumlu değildir.

Organizasyonlar süreçler yerine bölümlere göre düzenlendiği için insanların, işi oluşturan süreçleri görmeleri zor olur. İş oluşturan süreçlerin daha iyi ele

alınabilmesi için isimlerinin yaptıkları işin başlangıç ve bitiş durumları ile adlandırılmaları tavsiye edilmektedir. Bu isimler, başlangıcından bitişine kadar tüm işin ne olduğunu göstereceklerdir. Üretim, bir bölüm ismi gibi görünse de “satın alma-gönderme süreci” olarak da adlandırılabilir. Sık karşılaşılan süreç isimlerine, değiştirdikleri durum ile birlikte, şu örnekler verilebilir:

- Ürün geliştirme: kavramdan prototipe
- Satış: beklentiden siparişe
- Sipariş karşılama: sipariştten tahsilata
- Servis: başvurudan çözüme

2.1.1.2. Çapraz Fonksiyonlu Süreç Haritalama ile Çevrim Zamanının Azaltılması

Hurley ve Loew (1996), Motorola’nın çevrim zamanını azaltmada kendilerine yardım eden süreç haritalandırmasını nasıl kullandıklarını anlatmışlardır. Çapraz fonksiyonlu süreç haritalama, yeni ürün geliştirme döngüsünde pazarlamadan üretime, AR-GE’ yi de içeren her bölümden üyelerin seçildiği takımları oluşturur. Sonraki safha başlangıçtan bitişe ürün geliştirme süreci içerisinde her bir adımın haritalanmasından oluşur. Takım üyeleri 4 kategoriye ayrılır.

- Proje Şampiyonu – kaynakları sağlar ve engelleri kaldırır.
- Takım Lideri – toplantıları organize eder ve yürütür, bilgi değişiminin olduğundan emin olur.
- Faaliyet Sahibi – verilen işleri tamamlar.
- Takım Üyeleri - verilen işleri tamamlar.

Takımlar iki harita geliştirir. “şimdiki durum” haritası (“as-is” map) ve “olması gereken durum” haritası (“should-be” map). Şimdiki durum haritası yeni ürün geliştirme sürecinin nasıl çalışacağını detaylarını verir. Eğer yeni ürün geliştirme başarılı olursa, bu yolda ne gibi konuların sorun çıkaracağını belirler.

Çapraz fonksiyonlu formatı kullanarak sürecin her bir adımı, adımların alacağı zamanla beraber planlanır. Bu çalışmanın sonucu iki yönlüdür:

- Şimdiki süreci gösteren harita,
- Takım üyeleri arasında onların diğer üyelerle yardımlaşmanın değerlendirilmesi.

Şimdiki durum haritası, mevcut süreci geliştirmede kullanılabilir (KAIZEN). Eğer mümkünse, müşterinin için herhangi bir değer katmayan adımlar veya gereksiz olanlar atılmalıdır.

Olması gereken haritası, ürün geliştirme sürecinin yeniden tasarlandırılmasının temelini oluşturur. Olması gereken haritası, her bir adımı yeni ve daha etkili süreçte anlatır. Bu haritalama sırasında faaliyetlerin listesi ortaya koyulur. Hareket birimleri, var olan durumdan olması gereken duruma hareket etmede nelerin değişmesi gerektiğini tanımlar ve detaylandırır.

2.1.1.3. Akış Diyagramları

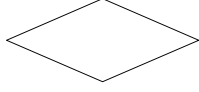
Süreç akış diyagramı en basit şekliyle girdileri, süreci ve çıktıları grafiksel olarak gösteren bir araçtır. Bu terimler şu şekilde sıralanabilir;

- Girdiler; üretimdeki etkenlerdir; malzemeler, iş gücü, ekipman ve yönetim.
- Süreç; girdilerin sırasıyla birleştirilmesi ve işlenmesi aşamasıdır. Süreçteki faaliyetler; yöntem, işleme tarzı, depolama, taşıma ve işlemlerdir.
- Çıktılar; girdilerin işlenmesinden oluşan ürün ya da hizmetlerdir. Çıktılar müşteri veya diğer kullanıcılara dağıtılır. Ayrıca hurda, yeniden işleme, kirlilik gibi planlanmamış ve arzu edilmeyen sonuçlar da içerebilir.

Akış diyagramları, çeşitli ANSI standartlarınca sembollerle gösterilen kullanışlı bir aktivitedir. Elektronik ve bilgi sistemlerindeki gibi özel süreçler için özel semboller vardır. Bununla birlikte daha çok kullanılanlar Şekil 12' deki gibidir.



DİKDÖRTGEN işlem yapılan süreç adımını temsil eder.



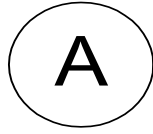
KARO karar noktasıdır. Bir sonraki aktivitenin uygulanması bu kararın sonucuna bağlıdır.



"Gecikme" yi ifade eder.



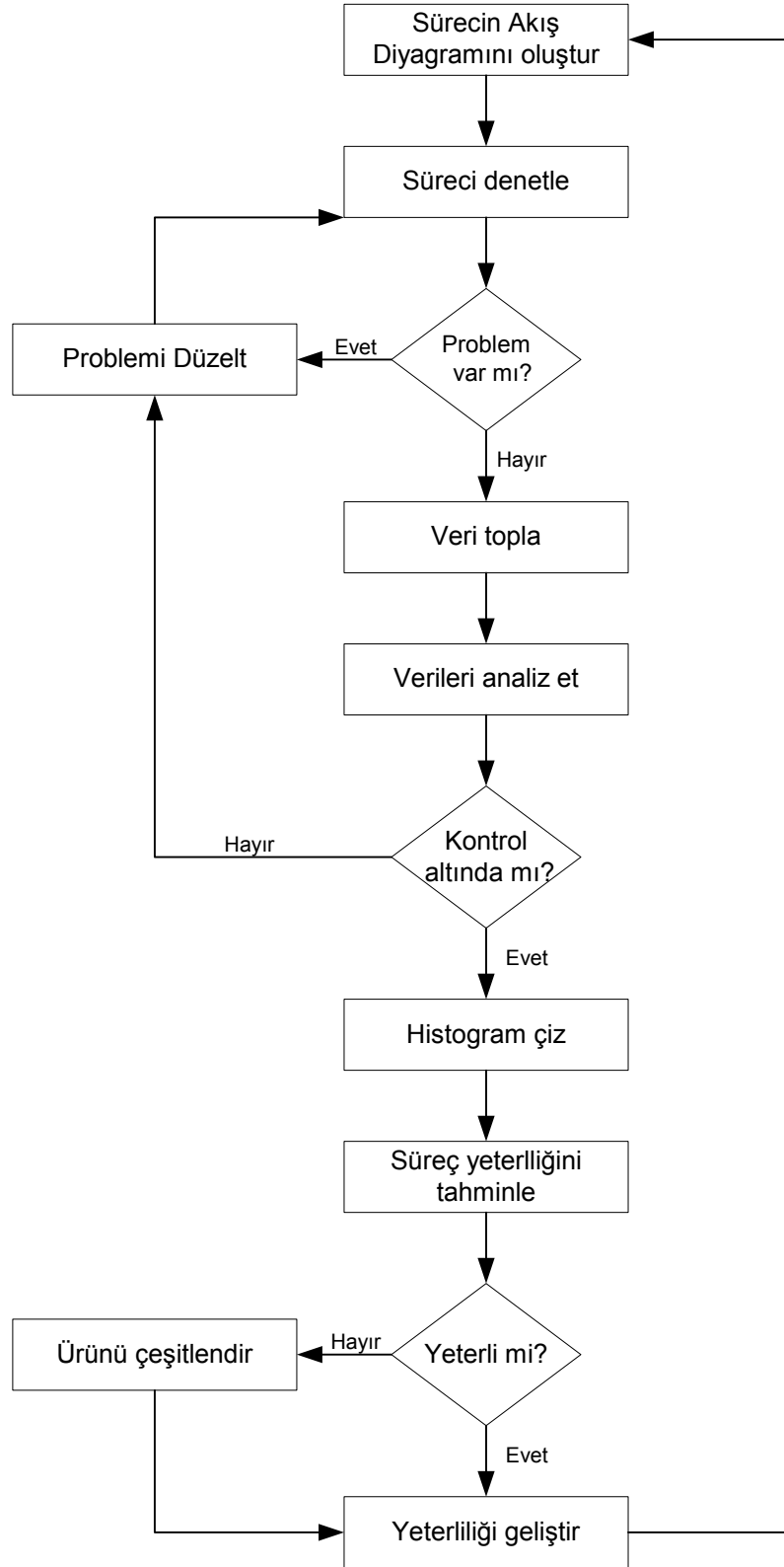
ALTIGEN sembolü hazırlık aktivitesini gösterir.



ÇEMBER akış diyagramının devam ettiğini veya diğer bir akış diyagramıyla bağlantılı olduğu noktayı gösterir.

Şekil 12. Seçilen Akış Diyagramı Sembolleri.

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.255



Şekil 13. Süreç Kapasitesi Analizi İçin Akış Diyagramı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.256

Akış diyagramları çok basit veya çok karmaşık şekilde oluşturulabilir. Genelde kabul edilmiş bir kural olarak Albert Einstein' in söylediği, “Akış diyagramları mümkün olduğunca basit olmalı ama en basiti değil” şeklindedir. Akış diyagramının amacı, diyagramın karmaşıklığından veya basitliğinden bağımsız olarak, kişilerin süreci anlamasına yardımcı olmaktır.

2.1.1.4. Kontrol Çizelgeleri

Kontrol çizelgeleri, maddeler listesi şeklinde düzenlenen ve bu her bir maddenin ne kadar sıklıkta olduğunu gösteren araçlardır. En basit şekliyle kontrol listeleri, olası olayların önceden tanımlaması yoluyla veri toplama sürecini kolaylaştıran araçlardır. İyi tasarlanmış bir kontrol çizelgesi araştırmacının sorularına cevap verebilir nitelikte olmalıdır. Bu sorulara, “her şey yapıldı mı?”, “Bütün kontroller yapıldı mı?”, “Problem ne kadar sıklıkta oluşuyor?”, “Problemler X kısmından daha çok Y kısmını mı ilgilendiriyor?” gibi bazı örnekler verilebilir. Bu sorular ayrıca veri toplayan kişinin, ilgilenilen noktalara ve bunların önemine odaklanmasında yardımcı olur. Bu tür basit kontrol listelerine *doğrulama amaçlı kontrol çizelgeleri* denilmektedir.

Kontrol çizelgeleri, basit olmalarına rağmen, süreç iyileştirme ve problem çözme araçlarında oldukça kullanışlıdır. Histogram ve pareto analizi gibi diğer basit araçlarla birleştirilerek kullanıldığında, gücü daha da artar. Ishikawa (1985) tüm işyeri sorunlarının %80 ile %90 civarındaki kısmının sadece basit kalite geliştirme araçlarından yararlanılarak çözülebileceğini belirtmektedir.

2.1.1.4.1. Süreç Kontrol Çizelgeleri

Süreç kontrol çizelgeleri, verilerin frekans dağılımlarının çentik (tally) çizelgelerini ve histogramlarını oluşturmak için kullanılırlar. Bir süreç kontrol çizelgesi ölçüm değerlerinin aralıklarını listeleyip gerçekleşen her gözlem için bir işaret koymak ile oluşturulur. Şekil 14’ te bunun bir örneği gösterilmiştir. Grafik

oluştururken eğer işaretlerin kaydına özen gösterilir ise, kontrol çizelgelerinden histograma benzer grafiksel bir resim elde edilebilir.

Ölçüm aralıkları	Frekans
0.999-0.995 metre	////
0.996-1.000 metre	////
1.001-1.005 metre	////
1.006-1.010 metre	////
1.011-1.015 metre	////
1.016-1.020 metre	////

Şekil 14. Süreç Kontrol Çizelgesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.257

2.1.1.4.2. Kusur Kontrol Çizelgeleri

Burada farklı kusur tipleri listelenir ve gözlenen frekanslar kaydedilir. Kusur kontrol çizelgesinin bir örneği Şekil 15’ te gösterilmiştir. İşaretlerin kaydedilmesine özen gösterildiği takdirde kontrol çizelgesi bir bar grafiğe benzemektedir.

Kusur	Frekans
Soğuk lehim	////
Delikte lehimin olmaması	////
Zerre lehim	////
Delikğin tamamen lehim ile kaplanmaması	////
Maskenin düzgün yerleştirilmemesi	////
Kabarma	/

Şekil 15. Kusur kontrol çizelgesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.257

2.1.1.4.3 Tabakalı Kusur Kontrol Çizelgeleri

Bu tür kontrol çizelgeleri, belirli bir kusur tipini mantıksal kriterlere göre tabakalara ayırır. Kusur kontrol çizelgesinin bir problemin kök nedenine veya nedenlerine ilişkin yeterli bilgi sağlayamadığı durumlarda tabakalı kusur kontrol çizelgesi kullanılır. Örnek şekil 16’ da gösterilmiştir.

LEHİM BİRLEŞİMLERİNDEN 1000 ÖRNEK	X-1011 no.lu parti	X-2011 no.lu parti	X-3011 no.lu parti	X-4011 no.lu parti	X-5011 no.lu parti
Soğuk lehim	////			////	
Delikte lehimin olmaması	////		//	//	
Zerre lehim	////	/		///	
Delğin tamamen lehim ile kaplanmaması	////			///	
Maskenin düzgün yerleştirilmemesi	////		////	////	
Kabarma	/				

Şekil 16. Tabakalı kusur kontrol çizelgesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.258

2.1.1.4.4. Kusur Konum Kontrol Çizelgeleri

Bu kontrol çizelgeleri aslında, belli bir sorunun nerede meydana geldiğini gösteren çizimler, fotoğraflar, yerleşim diyagramları veya haritalardır. Kök nedenleri belirlemede ve düzeltici faaliyetleri planlamada uzaysal (spatial) konum önemlidir. Şekil 17’ de, müşterilerin, bir koşu ayakkabısındaki açılma sorunları ile ilgili şikayet ettiği noktalar “X” ile gösterilmektedir. Bu diyagram, başka türlü resmedilmesi zor

olan bir sorun bölgesini tanımlamayı kolaylaştırır. Bu durumda, pek çok kelime ile anlatılmaya çalışmaktansa bir resim ile göstermek çok daha değerlidir.



Şekil 17. Açılma Şikayetlerinin Hata Konum Kontrol Çizelgesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.258

2.1.1.4.5. Sebep Sonuç Diyagramı Kontrol Çizelgeleri

Sebep sonuç diyagramları da kontrol çizelgesi olarak kullanılabilir. Diyagram hazırlandıktan sonra çalışma sahasına gönderilir ve belli bir sebep veya olay meydana geldiğinde de uygun ok işaretlenir. Ellerin de geçmiş veriler olan takımlar bu yaklaşımı kullanabilirler.

2.1.1.5. Pareto Analizi

Tanım: Pareto analizi, birden fazla potansiyel fırsattan hangisinin önce ele alınacağını belirlemek için kullanılan bir fırsat sıralama sürecidir. “Pek çok önemsiz içinden birkaç önemliyi ayırmak” olarak da bilinir.

Kullanım: Pareto analizi, bir kalite geliştirme programının çeşitli aşamalarında bir sonraki adımı belirlemek için kullanılmalıdır. Pareto analizi “bir sonraki istatistiksel süreç kontrol takımı hangi bölümde olmalıdır” veya “ilk önce hangi tip kusur üzerinde odaklanmalıyız” gibi sorulara cevap vermek için kullanılır.

Pareto analizi aşağıdaki adımlar ile yapılır:

1. Grafik için sınıflamaları (Pareto kategorileri) belirle. Eğer istenen bilgi mevcut değılse, kontrol listeleri tasarlayarak bilgiyi elde et.
2. Analiz için bir zaman aralığı seç. Aralık tipik performansın bir temsilcisi olabilecek kadar uzun olmalıdır.
3. Her kategorideki toplam meydana gelen olay (maliyet, kusur, vb.) sayısını belirle. Ayrıca genel toplamı da belirle. Eğer genel toplamın sadece çok küçük bir kısmını oluşturan birkaç kategori varsa, bunları “diğer” adlı bir kategoride gruplandır.
4. Kategori toplamlarını genel toplama bölüp, 100 ile çarparak her kategorinin yüzdesini hesapla.
5. Kategorileri toplam olay sayısına göre büyükten küçüğe sırla.
6. Her kategoriye, önceki kategorilerin yüzdelerini ekleyerek kümülatif yüzdeleri hesapla.
7. Sol dikey ekseni 0’ dan en az genel toplama kadar ölçeklenmiş bir grafik oluştur. Eksene uygun bir isim ver. Sağ dikey ekseni 0’ dan %100’ e kadar ölçeklendir. Sağdaki %100, soldaki genel toplam ile aynı seviyede olsun.
8. Yatay ekseni kategori isimleriyle etiketlendir. En soldaki kategori en büyük, ikincisi bir sonraki en büyük, vb. olsun.
9. Her kategorinin miktarını gösteren çubuklar çiz. Çubukların uzunluğu sol dik eksen tarafından belirlenir.
10. Pareto analizi tablosunun kümülatif yüzde sütununu gösteren bir çizgi çiz. Kümülatif yüzde çizgisi sağ dikey eksen tarafından belirlenir.

Pareto analizi için bir örnek vermek gerekirse; Tablo 2’ deki veriler, Super Duper Market’ e ağustos ayı boyunca gelen şeftaliler için kaydedilmiştir.

Tablo 2. Pareto Analizi İçin Ham Veriler

Problem	Frekans
Yanlış sayıda	100
Geç teslimat	87
Yanlış ürün	235
Hasarlı ürün	75
Kötü paket	35
Yanlış fatura	22

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.260

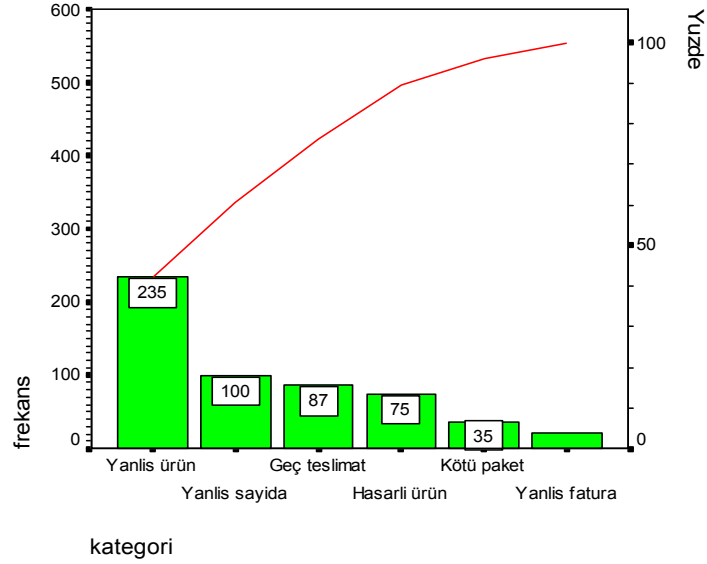
Tablo 2’ deki veriler için Pareto tablosu Tablo 3’ de görülmektedir.

Tablo 3. Pareto Analizi için Düzenlenmiş Veriler

Problem	Şikayet Sayısı (frekans)	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Yanlış Ürün	235	0.42	0.42
Yanlış Sayıda	100	0.18	0.60
Geç Teslimat	87	0.16	0.76
Hasarlı Ürün	75	0.14	0.90
Kötü Paketleme	35	0.06	0.96
Yanlış Fatura	22	0.04	1.00
Toplam	554	1	

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.260

Çoğunlukla kümülatif yüzdede en son yüzde %100'den biraz farklı çıkar. Bunun nedeni yuvarlama hatalarıdır ve bir sorun oluşturmaz. Tamamlanmış Pareto diyagramı Şekil 18' de görülmektedir.



Şekil 18. Tamamlanmış Pareto Diyagramı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.261

2.1.1.6. Sebep Sonuç Diyagramları

Süreç iyileştirme, değişkenlik sebepleri üzerine eğilmeyi gerektirir. Pratik uygulamaların çoğunda, mevcut herhangi bir problem için mümkün sebeplerin sayısı oldukça fazla olabilir. Dr.Kaoru Ishikawa, mevcut herhangi bir kalite probleminin sebeplerinin grafiksel gösterimi için basit bir yöntem geliştirmiştir. Ishikawa' nın yöntemi, Ishikawa diyagramı, balık kılçığı diyagramı ve sebep sonuç diyagramı gibi pek çok isim ile belirtilir.

Sebep sonuç diyagramları, belirli bir problem ile ilişkili olan bilginin tamamının bir araya getirilmesi ve grafik üzerinde gösterilmesinde kullanılan araçlardır. Genellikle, adımları:

1. Geliştirilecek olan alanın akış diyagramını geliştirmek.
2. Çözülecek problemi tanımlamak
3. Problemin mümkün tüm sebeplerinin bulmak için beyin fırtınası tekniğini kullanmak
4. Beyin fırtınasının sonuçlarını mantıksal kategorilere ayırmak.
5. Her bir kategorideki bütün verilerin ilişkisini doğru olarak görüntüleyecek sebep sonuç diyagramı oluşturmak

Öncelikle bu adımlar tamamlandıktan sonra, sebep sonuç diyagramını oluşturmak oldukça basittir. Diğer adımlar:

1. Büyük boy bir kağıdın sağ en üst köşesine bir kutu çizin ve kutuyu işaret eden yatay bir ok çizin. Kutunun içine, çözmeye çalıştığınız problemin tanımını yazınız.
2. Yatay çizginin üstüne ve altına kategori adlarını yazınız. Bunları bir ağacın gövdesinden çıkan dallar olarak düşününüz.
3. Her bir kategori için ayrıntılı neden verilerini belirleyiniz. Bunları dallar üzerinde önem derecesine küçüklü büyüklü alt dallar (limbs, twigs) olarak düşününüz.

İyi bir sebep sonuç diyagramında, alt dallar (twig) çok sayıda olacaktır. Eğer sebep sonuç diyagramında, çok sayıda irili ufaklı alt dallar bulunmuyorsa, bu problemin çok yüzeysel olarak anlaşıldığını gösterir. Problemi daha iyi anlamak için, grubunuzun dışından belki de problemle çok yakından ilgili birisinin yardımına ihtiyaç duyabilirsiniz.

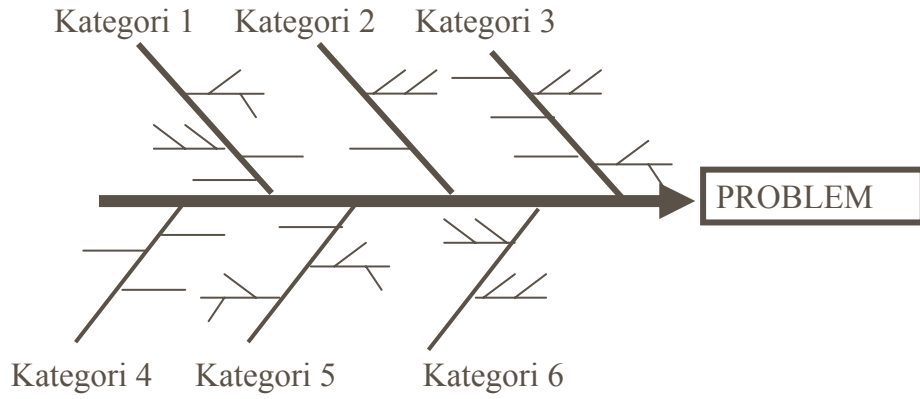
Farklı çeşitlerde sebep sonuç diyagramları vardır. Analiz tipinin yayılımı (dispersion), “bu yayılım neden oluşur?” sorusunun tekrar tekrar sorulmasıyla oluşturulur. Örneğin, taze şeftalimizin tümünün niye aynı renkte olmadığını bilmek isteyebiliriz.

Üretim süreci sınıf sebep sonuç diyagramı, diyagramın ana kategorileri veya dalları olarak üretim süreçlerini kullanır. Süreçler, yatay çizgilerin katılımıyla gösterilir. Şekil 19, bu çeşit bir diyagrama örnektir.

Sebep sonuç diyagramında, sebeplerin sıralanması, mevcut bir problemin mantıksal kategorilere göre gruplandırılmış mümkün tüm sebeplerinin kolayca görülmesini sağlar. Bu çeşit sebep sonuç diyagramı kullandığımız beyin fırtınası yaklaşımına oldukça elverişlidir.

Sebep sonuç diyagramının pek çok kullanım alanı vardır. Diyagramı oluşturmak kendi başına bir eğitimidir. Grubun bilgisinin düzenlenmesi, tartışmaya ve sık sık da farklı fikirlerin oluşmasını teşvik eden bir rehber olarak hizmet eder. Sebep sonuç diyagramı oluşturulduktan sonra, araştırmanızın bir kaydı olur. Bunlar ileride yapacağınız testlerin ve sonuçların basit kayıtlarıdır. Eğer orijinal diyagramlarda bulunmayan bazı şeylerin gerçek sebepleri bulunduysa, bunu yazınız. Son olarak, sebep sonuç diyagramı geçerli anlama seviyenizin bir göstergesidir. Takım tarafından öğrenilen mevcut teknoloji seviyesini gösterir. Sebep sonuç diyagramının tamamının görülmesi için önemli bir yerde sergilenmesi(post) yerinde olur.

Temel sebep sonuç diyagramının değişimi Japon Dr.Ryuji Fukuda tarafından geliştirilmiştir. Esas farkı, grubun, grup toplantılarındaki fikirlerin yanı sıra, toplantı odasının dışındaki fikirleri de küçük kartlarda toplayabilmesidir. Kartlar, grup içinde bulunmayan kişilerden veri (input, girdi) toplamak için bir araç olarak kullanılırlar ve süreç ile yakın ilişkide bulunan herkese dağıtılabılırler. Çoğunlukla, kartlar, standart sebep sonuç diyagramındaki kısa girişlerden daha fazla bilgi sağlarlar. Sebep sonuç diyagramı, aslında dallar üzerinde yer alan kartlar ile oluşturulur.



Şekil 19. Sebep-Sonuç Diyagramı Örneği

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.264

2.1.1.7 7M Araçları

1931’de Dr. Shewart tarafından ortaya çıkarılan modern kalite kontrol uygulamaları nedeniyle, son yıllarda değişim hızı oldukça artmıştır. 7M araçları, kalite teknolojisinin hızla değişen yüzünü göstermektedir. Nicel veri analizinde, geleneksel QC araçları (Pareto Analizi, Kontrol Kartları vs.) nicel verilere kullanılırken, 7M araçları nitel verilere de uygulanır. “M”, yönetimi simgeler ve araçlar kalite iyileştirme aktiviteleri yönetim ve planlama üzerine yoğunlaşır. Planlama kelimesini vurgulamak için, bu araçlar “7MP” araçları olarak da adlandırılır.

2.1.1.7.1. Yakınlık Diyagramları

“Affinity” kelimesi, “doğal benzerlik” veya “yakınlık” anlamına gelmektedir. Yakınlık diyagramı, fikirleri, arasındaki benzerlikleri tanımlayarak anlamlı kategorilere dahil ederek düzenleme anlamına gelir. Çok sayıda nitel girdileri, daha az sayıda boyutlar, oluşum veya kategoriler halinde düzenleyerek *veri indirgeme* anlamına gelmektedir. Ana fikir, çok sayıda değişken varken, değişkenlerin daha az sayıda önemli faktörler halinde ölçümlenmesidir. Örneğin, hastalar ile hastanedeki tecrübeleri hakkında bir görüşme yapılırsa, onlar “doktorlar arkadaşaydı”, “Doktor

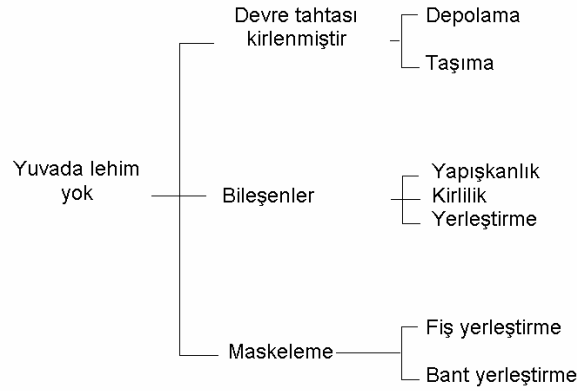
ne yaptığını biliyordu” ve “Doktor beni bilgilendiriyordu” gibi ifadelerde bulunabilirler. Bütün bu ifadelerin her biri, tek bir şeyle, doktorla ilişkilidir. Yakınlık diyagramları, çoğunlukla mevcut verilerin (kısa not, çizimler, araştırmalar, mektuplar vs.) kullanımıyla oluşturulurlar. Fikirler, bazen takımın beyin fırtınası yapması sonucunda ortaya çıkarlar. Teknik aşağıdaki gibi çalışır:

1. Küçük bir kağıt parçasına fikirleri yazınız. (Post-it veya 3 x 5 kartlar çok işe yararlar.)
2. Takım, fikirleri kategorilere ayırırken, sessiz çalışırlar. Sessizliğin, yapının tanınmasına (pattern recognition) yardımcı olacağına inanılır. Bir fikri bir kategoriye koyabilmek için, bir kişi basit olarak Post-itleri toplar ve dolaştırır.
3. Son gruplandırma, tekrar gözden geçirilir ve takım tarafından tartışılır. Genellikle, fikirlerin gruplandırılmasında, kolay anlaşılır, tutarlı planların geliştirilmesinde takıma yardımcı olur.

Yakınlık diyagramları, kalite problemlerinin, hatalı verilerin, müşteri şikayetlerinin, araştırma sonuçlarının vs. analizinde yararlıdır. Bu diyagramlar, sebep sonuç diyagramları veya iç ilişkiler digrafi gibi diğer tekniklerle bir arada kullanılabilir.

2.1.1.7.2. Ağaç Diyagramları (Tree Diagrams)

Ağaç diyagramları, bir sonuca ulaşamadığınızda veya çok fazla özellikleri içeren katmanlaşmış fikirler oluştuğunda kullanılır. Amaç; büyük fikirlerin veya büyük problemin küçük parçalara bölünebilmesidir. Böylece bir fikrin daha kolay anlaşılması veya problemin daha kolay çözülmesi sağlanacaktır. Bunun yapılmasının arkasındaki temel fikir, birkaç seviyede problemin çözümünün daha kolay bulunacak olmasıdır. Şekil 20, ağaç diyagramının bir örneğini göstermektedir. Kalite iyileştirmeleri en sağdaki parçadan en soldaki parçaya doğru ilerler. Ağaç diyagramlarının yaygın kullanımı, amaç veya hedefin sol alanda, hedefi gerçekleştirecek araçların ise sağ alanda yer almasıdır.



Şekil 20. Ağaç diyagramının bir örneği

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.267

2.1.1.7.3. Süreç Karar Program Kartları (Process Decision Program Charts)

İşlemci karar program kartları (PDPC: Process Decision Program Charts) olasılık planlarının hazırlanmasına yardım eden bir tekniktir. Güvenilir mühendislik yöntemlerinin Hata Modu, Etkileri ve Kritiklik Analizi (FMECA) ve Hata Ağacı Diyagramından sonra modellenirler. PDPC’ nin önemi, proje programı üzerindeki başarısızlıklara etkisidir. Hatta PDPC, problemin ilk ortaya çıkması durumunda, problemin etkisini hafifletici özel eylemler bulur. Geliştirilen klasik PDPC, öznel olasılıklardan çeşitli problemlere kadar, bunların önceliklerine göre atanmasında yardım etmede kullanılır.

2.1.1.7.4. Matris Diyagramları

Bir matris diyagramı iki grup fikir arasındaki ilişkiyi analiz eder. QFD, geliştirilmiş bir matris diyagramıdır. Matris diyagramının başlıca avantajı sizi ilişkiler arasındaki sistematik analiz yapmaya zorlamasıdır. Matris diyagramları, karar ağaçları kullanılarak inşa edilir. Matris diyagramının satır ve sütunları iki karar ağacının önemli özelliklerinden basit özelliklerine doğru, olacak şekilde oluşturulur.

HOWS →

RELATIONSHIP MATRIX

CUSTOMER IMPORTANCE RATING

WHATS ↓

	Patient scheduled	Attendant assigned	Attendant arrives	Obtains equipment	Transport patient	Provide therapy	Notifies of return	Attendant assigned	Attendant arrives	Patient returned
Arrive at scheduled time	5	5	5	1	5	0	0	0	0	0
Arrive with proper equipment	4	2	0	0	5	0	0	0	0	0
Dressed properly	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Delivered via correct mode	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0
Take back to room promptly	4	0	0	0	0	0	5	5	5	5
IMPORTANCE SCORE	39	25	25	27	25	0	20	20	20	20
RANK	1	3	3	2	3	7	6	6	6	6

5 = high importance, 3 = average importance, 1 = low importance

Şekil 21. Matris Diyagramı Örneği

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.268

2.1.1.7.5. İlişkiler Diagramı

Karmaşık problem veya durumlarda uygun çözümler bulmak için birbiri içine geçmiş nedensel ilkeleri çözümlemeye yönelik grafiksel bir yöntemdir (Mizuno, 1988: p. 87). Tek doğrultuda değil, çok boyutlu düşünmeyi de sağlayan bir diyagramdır (Lindsay ve Evans, 1996: p. 206). Kritik faktörlerin belirlenmesinde etkin bir rol oynar. Yakınlık diyagramları gibi ilişkiler diyagramı da çok farklı fikirlerin düzenlenmesinde önemli bir araçtır. Genellikle fikirler beyin fırtınası ortamlarında üretilirler. Yakınlık diyagramları gruplar içindeki ilişkili fikirlerin basit düzenlenmesini yapmaya çalışırken, ilişkiler diyagramı ise bir fikrin diğer fikir üzerindeki etkisini yollar ile tanımlamaya çalışır.

İlişkiler diyagramları fikirlerin küçük kağıtlara post-it' lere yazılmasıyla başlar. Daha sonra sayfalara, sayfalardan da flip-chart' lara şeklinde devam eder.

İlişkili fikirler arasında oklar çizilir. Kök fikirler; kendisine hiçbir ok girişi olmayan ve kendinden ayrılan birçok çıkış oklara sahip olan fikirdir. Kök fikirler çoğu zaman sistemi düzeltici anahtar kelimelerdir.

- Küçük kağıtlara fikirler yazılır.
- Geniş sayfalı bir kağıda (flowchart) bu kağıtlar yerleştirilir.
- İlişkili fikirler ok işareti ile birleştirilir.

Okların çıktığı ve hiç girmediği fikirlere “kök fikir” denir(T.Pyzdek, 2003; p. 269).

2.1.1.7.6. Önceliklendirme Matrisi

Önceliklendirme, önem sırasının düzenlenmesidir. Bir önceliklendirme matrisi, ağaç diyagramı ve matris kartının birleşimidir. Çok fazla miktardaki mevcut hedeflerin veya aktivitelerin önem sırasının belirlenmesinde karar vericilere yardım etmekte kullanılır. Önceliklendirme matrisi, takımın amaçlarının mantıklı bir şekilde daraltılarak bunlardan konuların anahtar kelimelerinin ve organizasyonda hangi özelliğin daha önemli olduğunun belirlenmesi sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Brassard(1989,pp,102-103) önceliklendirme matrislerini geliştirmek üç metot sunmuştur: tamamen analitik kriter metodu, Kombinasyon iç ilişkiler digrafı (ID) / matris metodu ve anlaşma kriteri metodu.

2.1.1.7.6.1. Tamamen Analitik Metot

Tamamen Analitik Metot, Saaty (1988) tarafından yapılan çalışma tabanlıdır. Saaty’ nin yaklaşımı Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) olarak adlandırılır. Hem veri toplama hem de analitik süreçlerde titiz olmakla birlikte AHP çok yorucu bir süreçtir.

2.1.1.7.6.2. Id/Matris Metodu Kombinasyonu

ID diyagramı, sebep-sonuç ilişkilerinin bilinmeyen biçimlerini ortaya çıkarmakta kullanılır. Bu yaklaşım bir ağaç diyagramı ile önceliklendirme matrisinin yaratılmasıyla başlar. Ağaç diyagramının en sağ alanında ki parçaları matrise yerleştirilir (yani, ağaç diyagramının en sağ alanındaki parçalar matrisin satır ve sütununa yerleştirilir) ve onların birinden diğerine olan etkilerinin önemi belirlenir. ID matrisi tek bir parça ile başlar ve sırasıyla bir sonraki parça eklenir. Her bir parça eklenirken ekip “X sebep midir, X nereye yerleşecek?” sorularını sorar. Bu işlem her bir parçanın diğer parça ile olan ilişkisinin tanımlanmasına kadar devam eder. Eğer cevap evet ise sebep-sonuç parçaları arasında bir ok çizilir. İlişkinin gücü ortak görüşlerle belirlenir. En son sonuç, her bir parçanın diğer parça üzerindeki etkisinin ilişkisel gücünün tahminidir.

	Yeni özellikler ekle	Mevcut ürünü daha hızlandır	Mevcut ürünü daha kullanışlı hale getir	Olduğu gibi bırak ama ucuzlat	Kaynakları yeni ürünlere ada	Teknik destek bütçesini arttır	Çıkan oklar	Giren oklar	Toplam oklar	Kuvvet
Yeni özellikler ekle	●	○	○	○	○	○	5	0	5	45
Mevcut ürünü daha hızlandır	○	●	○	○	○	○	2	1	3	27
Mevcut ürünü daha kullanışlı hale getir	○	○	●	○	○	○	1	2	3	21
Olduğu gibi bırak ama ucuzlat	○	○	○	●	○	○	0	3	3	21
Kaynakları yeni ürünlere ada	○	○	○	○	●	○	1	1	2	18
Teknik destek bütçesini arttır	○	○	○	○	○	●	0	2	2	18

Şekil 22. ID/Matris Kombinasyonu Metodu Örneği

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.271

Şekil 22’ de “in” oku sol yönüne doğru bir oku işaret eder ve ilişkinin sütundaki parçadan satırdaki parçaya doğru olduğunu gösterir. Bir “out” oku yukarı yönde bir oku işaret eder ve ilişkinin satırdaki parçadan sütundaki parçaya doğru

olduğunu gösterir. Simetri devam ettirilmesi; eğer bir in oku satır/sütun hücrelerini gösteriyorsa out oku da sütun/satır hücrelerini gösterir, ya da tam tersi.

Matrisin en son hali; öncelikler olan kuvvetli sütunların değerlerinin belirlenerek yerleştirilmesi, toplam ok sayısı, ilişkiler arasındaki içeri ve dışarı giden sayısının ifade edilmesiyle yaratılır. Başarının sonucunu ölçebilmek için içeri ve dışarı giden oklar; kuvvetli etkiye sahip parçalar büyük sayısal değerlerle, etkili parçalar kuvvetli etkiye sahip parçaların sayısal değerlerinden daha küçük sayısal değere sahip olabilecek şekilde ifade edilirler.

2.1.1.7.6.3 Anlaşma Kriteri Metodu

Anlaşma Kriteri metodu (Consensus Criteria Method – CCM), bazı kriterlere göre birkaç seçenekten birini seçmek için kullanılan basitleştirilmiş bir yaklaşımdır. İlgilenilen farklı seçenekler satırlara, kullanılacak kriterler sütunlara yerleştirilerek bir matris oluşturulur. Anlaşmanın karar kuralına göre takım tarafından kriterlere ağırlıklar verilir. Örneğin, eğer 1 numaralı kritere 3 ağırlığı verildiyse ve grup 2 numaralı kriterin 2 kat daha önemli olduğunu düşünüyorsa, 2 no' lu kritere 6 ağırlığı verilmelidir. Ağırlıkları oluşturmanın diğer bir yolu ise, takımdaki herkese 10 birim lira verip, paraları çeşitli kriterler üzerine yatırımlarının sağlanmasıdır. Sonunda her kriter için oluşan değer, o kriterin ağırlığı olur. Daha sonra grup seçenekleri her kritere göre sıralar. Sıralama, kriteri en iyi sağlayan seçeneğin en yüksek sırayı alması şeklinde yapılır. Yani eğer bir kriter ile ilgili 5 seçenek varsa, kriteri en iyi karşılayan seçenek 5 sıra değerini alır.

Daha sonra her kriter için seçeneğin seçenekleri sıra sayılar, kriter ağırlıkları ile çarpılıp toplanarak önceliklendirilir.

Anlaşma Kriteri Metodunun Örneği

Bir Takım, dört projeden hangisini önce ele alacağına karar vermek istemektedir. Karar vermelerinde yardımcı olması için dört seçim kriteri belirlemişlerdir. Kriterler ve ağırlıkları şöyledir:

- Sonuç üzerindeki yüksek etki (ağırlık:0.25)
- Uygulanması kolay (ağırlık:0.15)
- Uygulanması düşük maliyetli (ağırlık:0.20)
- Müşteri tatmini üzerinde yüksek etki (ağırlık:0.40)

Dört proje her bir kriter gere sıralanmıştır ve sonuçlar aşağıdaki tabloda görölmektedir.

Tablo 4. Anlaşma Kriteri Metodu İçin Bir Örnek

		Kriterler ve Ağırlıklar			
Ağırlık	0.25	0.15	0.20	0.40	
	Sonuç üzerinde etki	Kolaylık	Az maliyetli	Müşteri tatmini	Toplam
Proje 1	1	2	2	1	1.35
Proje 2	3	4	4	3	3.35
Proje 3	2	1	3	4	2.85
Proje 4	4	3	1	2	2.45

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.272

Yukarıdaki örnekte, takım 2 no' lu proje ile başlamalıdır çünkü en yüksek skora sahiptir. Eğer takım ağırlıklar veya sıralamalar hakkında fikir birliğine

varmakta zorlanırsa, toplamaları veya yukarıda tanımlanan nominal grup tekniği gibi metotları kullanabilirler.

2.1.1.7.7. Ok Diyagramı

Ok diyagramının diğer bir adı da faaliyet ağı diyagramıdır ve temellerini yöneylem araştırmasındaki oturmuş metotlardan alır. Ok diyagramları çok az bir eğitimle kullanılabilirler için basitleştirilmişlerdir.

2.1.1.7.8. Diğer Sürekli Gelişim Araçları

Yıllar geçtikçe, kalite geliştirme araçlarının sayısı gittikçe artmıştır. Bazı tahminlere göre TKY araç kutusunda 400' ün üzerinde araç vardır. Bununla birlikte, bu araçlara ek olarak iki basit araçtan daha söz etmek faydalı olacaktır: Nominal Grup Tekniği ve Güç Alanı Analizi. Bu araçlar takımlara tüm ilgilenilen kişilerden girdi elde etme ve karşılaştıkları engelleri belirlemede yardımcı olurlar.

2.1.1.7.8.1 Nominal Grup Tekniği

Nominal grup tekniği, üzerinde faaliyette bulunulacak kısa bir liste yaratmak için kullanılan bir metottur. Nominal grup tekniği, grup üyeleri arasındaki genel al-ver miktarını azaltmak için tasarlanmış oldukça yapılandırılmış bir yaklaşım kullanır.

Nominal grup tekniği şu durumlarda kullanılır:

- 1) Grup yeniyse veya üyelerinden bazıları yeniyse,
- 2) İlgilenilen konu tartışmaya yol açan bir konu ise,
- 3) Takım bir anlaşmazlığı çözememekte ise.

Scholten (1998), nominal grup tekniğinin adımlarını aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- I. Bölüm – Formal bir beyin fırtınası
 1. Görevi bir soru şeklinde tanımlayın
 2. Tartışmanın amacını, kuralları ve NGT' nin prosedürlerini açıklayın

3. Soruyu belirtip açıklayın
4. Fikirler üretin. Bunu, takımın fikirlerini sessizce kağıda yazmaları şeklinde yapın.
5. Elde edilen fikirleri listeleyin
6. Fikirleri açıklaştırm ve tartışın.

II. Bölüm – Seçimi yapmak

1. En üstteki 50 fikri seçin. Üyeler kendi fikirlerini isterlerse listeden çıkarabilirler ama başkasının fikrini çıkaramazlar.
2. Aşağıdaki tabloyu kullanarak her üyeye indeks kartları dağıtın.

Tablo 5. İndeks Kart Dağıtımı

Fikirler	İndeks kartı sayısı
20'den az	4 kart
20-35	6 kart
36-50	8 kart

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.274

3. Her üye, her karta bir tane olmak üzere listeden seçtikleri fikirleri yazsın.
4. Her üye seçimlerini sıraya koysun ve sıra numaralarını kartların üzerine yazsın.
5. Grubun seçimlerini ve sıra numaralarını kayıt edin.
6. Sonuçları grupça tartışıp gözden geçirin. Her bir fikrin ne sıklıkta seçildiğini, her fikir için toplam sıra sayısının ne olduğunu ele alın.

Eğer takım en yüksek skorları (toplam sıra sayıları) alan fikirlerin önemliliği üzerinde fikir birliğine varabilirse, seçilen fikirler üzerinde faaliyet planları geliştirmeye geçebilir.

2.1.1.7.8.2. Güç Alanı Analizi

Güç Alanı Analizi (FFA- Force-Field Analysis), makine mühendisliğindeki serbest-vücut diyagramları olarak bilinen bir disiplinden ödünç alınmış bir metottur. Serbest vücut diyagramları, mühendise bir vücudu saran ve vücut üzerinde etkili olan tüm güçleri belirlemeye yardımcı olmak için çizilirler. Amaç, vücudun denge durumunda durmasını sağlayan güçleri belirlemektir.

FFA’ da “denge”, içinde bulunulan durumdur. FFA takıma, işlerin şimdiki durumda kalmasını sağlayan güçleri anlamasında yardımcı olur. Bu güçlerden bazıları, sistemi istenen amaca doğru iten güçlerdir. Diğerleri ise istenen hareketi engelleyen ve hatta amaçtan uzaklaşmaya neden olan engelleyici güçlerdir. İtici ve engelleyici güçler belirlendikten sonra, takım;

- 1) İlerlemeyi engelleyen güçleri azaltmak,
- 2) İstenen yöne hareketi sağlayan güçleri arttırmak için bir hareket planı tasarlayabilir.

FFA, planlamanın erken safhalarında kullanışlıdır. Engelleyiciler açıkça tanımlandığında, bunların üstesinden gelmek için stratejik bir plan geliştirilebilir. FFA aynı zamanda süreç durakladığında da kullanışlıdır. FFA yaparak insanlar bir araya getirilir ve bir fikir birliğine varmalarına çalışılır. Pyzdek (1994), FFA için aşağıdaki adımları vermiştir:

1. Amacı belirleyin.
2. Amacı gerçekleştirmek için gereken otorite, uzmanlık ve ilgiye sahip kişilerden oluşan bir takım oluşturun.
3. Takımın beyin fırtınası ya da NGT kullanarak iticileri ve engelleyicileri belirlemesini sağlayın.

4. İticileri ve engelleyicileri listeleyen bir güç alanı diyagramı veya tablosu yaratın.
5. Engelleyicileri ortadan kaldırmak ve iticileri arttırmak için bir plan hazırlayın.

Bir güç alanı analizi diyagram örneği Şekil 8.18’de görülmektedir. İticilere ve engelleyicilere güç ağırlıkları (zayıf, orta, güçlü gibi) atanması faydalı olabilir.

Bir Araba Satın Almak

<u>İticiler</u>	<u>Engelleyiciler</u>
İndirim var →	← Daha yüksek ödemeler
Kredi faizi düşük →	← Araba yerine bir tekne istiyorum
Eski arabanın tamir masrafı →	← Karım da bir araba isteyecek
Statü sembolü →	← Eski arabanın ödemeleri bitmedi
	← İş garantili değil
	← Çocuk kolejde

Şekil 23. Güç Alanı Diyagramı Örneği

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.276

2.1.2. Ölçme Aşaması

Kalitenin ölçüm ile başladığı konusunda tartışmalar yapılmaktadır. Kalite, sadece sayısal olarak ifade edilebildiğinde gelişim başlamış demektir. Ölçüm kavramının tanımlanması oldukça basittir: Gözlenen olaylara kesin kurallara dayanarak sayıların atanmasıdır.

2.1.2.1. Ölçüm Ve Ölçüm Ölçekleri

Ölçüm, genellikle sayısal olmayan elemanlara, basitçe sayısal atamalar yapmaktır. Ölçüm, bir elemanın diğer elemanlarla arasındaki ilişki hakkında kesin bir bilgi verir. Ölçümler, teorik bilgiye dayanırlar; asıl önemli olan teorik kısmı deneysel sistem ile bilgi ise seçilen sayısal sistem ile gösterilir. Burada bizi, deneysel sistemden sayısal sisteme taşıyan bir fonksiyon vardır. Sayısal sistem oldukça iyi kullanılır ve kullanım sonuçları, yöneticiye deneysel sistemi daha iyi anlamasında yardımcı olur.

Gerçekte ölçüm kesinleşmemiştir, yönetici ölçülmüş olan elemanın “gerçek değeri”ni asla bilemez. Sayılar, kesin bir ölçekle bilgi sağlarlar ve bazı gözlemlenemeyen değişkenlerin ölçümlerini temsil ederler. Bazı ölçümler diğerlerinden daha zengindirler. Bir başka deyişle bazıları diğerlerine göre daha çok bilgi sağlarlar. Bir sayının bilgi içeriği, kullanılan ölçüm ölçeğine bağlıdır. Çalışılan sayılara uygun istatistiksel analiz çeşitlerine karar vermek bu ölçeğe bağlıdır. Ölçümlerin ölçeği belirleninceye kadar uygulanan analiz yönteminin geçerliliği bilinemez.

Ölçekler; sınıflayıcı, sıralayıcı, aralıklı ve oransal olmak üzere dört grup altında toplanırlar. Harrington (1992), her bir ölçek türünün özelliklerini Tablo 6’de özetlemiştir.

Tablo 6. Ölçüm Ölçek Çeşitleri ve Uygun İstatistikler

ÖLÇEK	TANIM	ÖRNEK	İSTATİSTİKLER
Sınıflayıcı	Bir özelliğin sadece varlığı /yokluğu durumu söz konusudur. Maddeler sadece sayılabilir.	Git / gitme Başarılı/ Başarısız Kabul / Red	Yüzde; Oran, Ki-kare testi

Sıralı	Bir maddenin özelliğinin diğer maddelerden daha az veya daha çok olduğunu söylenebilir; madde grupları sıralanabilir.	Tat alma, Çekicilik	Sıra testi (rank-order) Korelasyon
Aralıklı	Herhangi iki ardışık nokta arasındaki fark eşittir; genellikle aralıkların eşit olmadığı varsayımı geçerli olmasa bile oransal ölçek gibi davranılır.Objeler çıkartılabilir, toplanabilir, sıralanabilir.	Takvim süresi; Sıcaklık	Korelasyon; t-testi; F-testi Çoklu regresyon
Oransal	Sıfır noktası, özelliğin olmadığı anlamına gelir. Toplanabilir, çıkartılabilir, çarpılabilir, bölünebilir	Akış Süresi (Elapsed time) Uzaklık; ağırlık	t-test, F-test; korelasyon; çoklu regresyon

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.278

Sınıflayıcı ölçekteki hiçbir sayı ölçüm değildir, sadece sayısal biçimde *kategori etiketleridir*. Sınıflayıcı ölçümler, bir grup üyeliği gösterir (1=erkek, 2=kadın) veya basitçe bir ismi gösterir. Sınıflayıcı ölçekler, ölçümün en basit ve en güçsüz halidir. Sınıflayıcı değişkenler, belki de ölçüm ölçeklerinin içinde, sınıflama biçiminin en iyi görüldüğü ölçek sınıfıdır. İdeal olarak sınıflayıcı ölçeklerdeki kategoriler, evrendeki tüm objeler sadece bir sınıfa ait olacak şekilde oluşturulurlar. Sınıflayıcı ölçekte toplanan veriler, *özellikli veriler* olarak adlandırılır.

Sıralı değişken, mümkün değerlerin doğal sıralamasına sahiptir fakat değerler arasındaki aralıklar tanımlanmamıştır. Örneğin; ürün tercihleri iyi, daha iyi, en iyi gibi sıralanır. Sıralı veriler, = (eşitlik), $\neq$ (eşitsizlik), > (daha büyük) ve < (daha küçük) matematik operatörleri kullanılarak analiz edilebilirler. Kalite yönetiminde, sıralı veriler sınıflayıcı verilere dönüştürülür ve binom veya poisson modelleri kullanılarak analiz edilirler. Örneğin, partiler, yetersiz-iyi-mükemmel sıralaması

kullanılarak sınıflandırılmış olsaydı, kalite analizini yapan kişi, kötü kalitedeki maddelerin oranlarının p-kartını çizdirebilirdi.

Aralıklı ölçek, farkların sabit olduğu oranların ölçümünü içerir. Örneğin, 90°C = 194°F, 180°C=356°F, 270°C = 518°F, 360°C = 680°F. Burada, 194°F / 90°C ≠ 356°F / 180°C, fakat

$$\frac{356^{\circ}F - 194^{\circ}F}{680^{\circ}F - 518^{\circ}F} = \frac{180^{\circ}C - 90^{\circ}C}{360^{\circ}C - 270^{\circ}C}$$

İki aralıklı ölçek arasında dönüştürme, $y=ax+b$, $a>0$ dönüşümü ile yapılabilir. Örneğin, $a= 9/5$ ve $b =32$ olduğu yerde $^{\circ}F=32+(\frac{9}{5} \times ^{\circ}C)$ dönüşümü yapılır. Oransal ölçeklerdeki gibi, istatistiksel olarak uygun dönüşümler yapıldığında, sonuçlar kullanılan aralıklı ölçeklerden etkilenmezler. Ayrıca, 0^0 (her bir ölçekte) keyfi olarak alınır. Bu örnekte, sıfır, sıcaklığın olmadığını göstermez.

Oransal ölçekteki ölçümler, sabit bir oranla bir objenin iki farklı metriğini birbirleriyle ilişkilendirilen ölçümler olduğu için bu isimle anılır. Örneğin; bir nesnenin yığını, pound (x) ve kilogram (y) cinsinden ölçüldüyse, tüm x ve y değerleri için $x / y=2.2$ olacaktır. Bu, bir oransal ölçüm ölçeğinin bir diğerine değişimi $y=ax$, $a>0$ biçimindeki dönüşüm ile yapılabileceği anlamına gelir. Örneğin, pound=2.2× (kilogram)dır. Uygun dönüşümler yapıldığında, kullanılan oransal ölçeğe bakmaksızın, verilere dayanan istatistiksel sonuçlar benzer olacaktır. Bu örnekte sıfır doğal anlamı olan yığının olmadığı anlamına gelir.

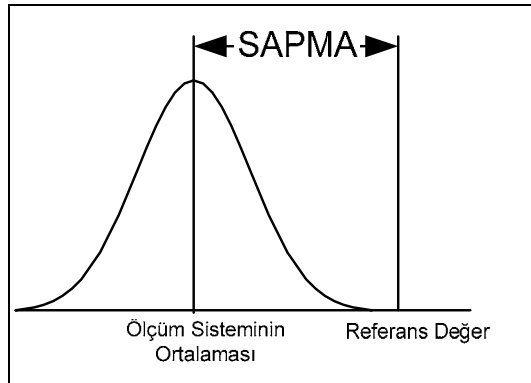
2.1.2.2. Ölçüm Sistemi Hatasının Bileşenleri

İyi bir ölçüm sistemi ilk olarak, ölçülmekte olan gerçek özelliğe “yakın” bir sayı üretmelidir; bu sayı doğru olmalıdır. İkinci olarak, ölçüm sistemi aynı objeye tekrar tekrar uygulanırsa, biri diğerine yakın ölçümler üretmelidir, tekrarlanabilir olmalıdır. Üçüncü olarak, ölçüm sistemi, ilgilenilen tüm çerçevede, doğru ve tutarlı

sonuçlar üretmelidir; doğrusal olmalıdır. Dördüncü olarak lme sistemi tamamen eğitilmiş bireyler tarafından kullanıldığında aynı sonuçları üretmelidir; sonuçlar tekrar retilabilir olmalıdır. Son olarak ölçüm sistemi, aynı maddelere uygulandığında, geçmişte verdiği gibi gelecekte de aynı sonuçları vermelidir; durağan olmalıdır (Pyzdek, 2003, 280).

2.1.2.2.1. Sapma

Ölçülen ortalama değer ve referans değer arasındaki farka sapma denir. Referans değer, görüş birliğine varılarak belirlenmiş bir standarttır. Niteliksel verilerin incelemesine uygulandığında, sapma, nitelik muayene sisteminin muayene standartları üzerinde fikir birliği sağlayabilme kabiliyetidir. Sapma, standartlar ile ölçümleri karşılaştıran bir süreç olan kalibrasyon ile kontrol edilir (Pyzdek, 2003, 280). Sapma, şekil 24’de gösterilmiştir.



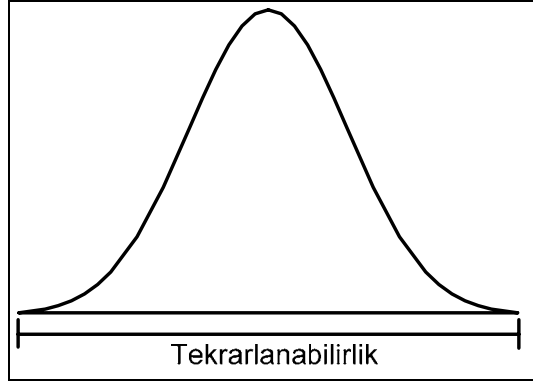
şekil 24. Sapma

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.281

2.1.2.2.2. Tekrarlanabilirlik

Aynı parça üzerindeki bir parametrenin, aynı ölçüm cihazı kullanılarak, bir kontrol elemanı tarafından birçok defa ölçülmesi sonucunda ortaya çıkan

değişkenliktir. Tekrarlanabilirlik her operatörün kendi içindeki tekrar edebilirliğini test etmektedir. Genellikle, aynı koşullar altında tekrarlanan ölçüm sisteminden elde edilen değişim, ölçüm sisteminde var olan şartlar nedeniyle gerçekleşmiştir (Pyzdek, 2003, 280).

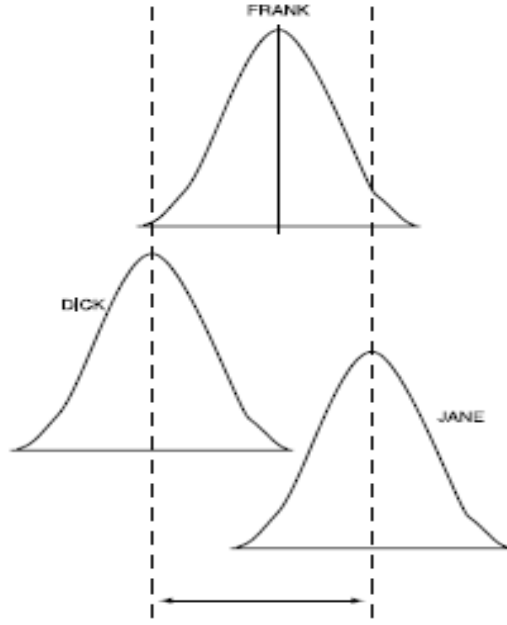


Şekil 25. Tekrarlanabilirlik

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.282

2.1.2.2.3. Tekrar Üretilirlik

Tekrar üretilebilirlik, farklı kişiler tarafından aynı parça üzerinde, aynı ölçüm cihazı ile aynı özelliklerin ölçüldüğü durumda elde edilen ölçümlerin ortalamasındaki değişkenliktir (Pyzdek, 2003, 280). Şekil 26' de tekrar üretilebilirlik gösterilmektedir.

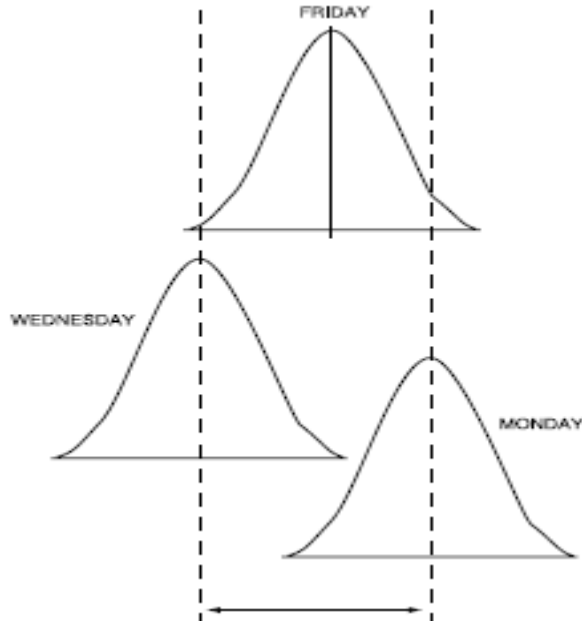


Şekil 26.Tkrar retilebilirlik

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.282

2.1.2.2.4. Durağanlık

Durağanlık, uzun bir zaman periyodunda, aynı master veya aynı parça üzerinde tek bir özelliğin ölçülmesi sonucunda elde edilen ölçüm sisteminden elde edilen ölçümlerdeki toplam değişimdir. Eğer zamanın farklı noktalarında sonuçlar aynı ise, sistem durağandır denilebilir (Pyzdek, 2003, 281). lm sistemi durağanlığı daha farklı olup, sapmanın zaman içindeki değişimi ile ilgilidir (Pyzdek, 2003, 327). Şekil 27' de durağanlık gösterilmektedir.



Şekil 27. Durağanlık

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.282

2.1.2.2.5. Doğrusallık

Ölçüm cihazının beklenen işlemsel sınırına doğru sapma değerlerindeki farktır.

2.1.2.3. Ölçüm Sisteminin Yeterliliği Ve Performansı

Ölçüm sistemi çeşitli varyasyon kaynakları tarafından etkilenebildiğinden, aynı parça üzerindeki tekrarlı okumalar aynı sonuçları vermez. Genel ve özel sebeplerden dolayı okumalar birbirine göre değişir.

Çeşitli varyasyon kaynaklarının ölçüm sistemi üzerindeki etkisi kısa ve uzun zaman periyodu içinde değerlendirilebilir. *Ölçüm sistemi yeterliliği* ölçüm sisteminin kısa bir zaman periyodu içindeki hatasıdır. Doğrusallık, tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik ile hesaplanan hataların birleşimidir.

$$\sigma_{\text{yeterlilik}}^2 = \sigma_{\text{sapma(doğrusallık)}}^2 + \sigma_{\text{tekrarlanabilirlik}}^2 + \sigma_{\text{tekrar üretilebilirlik}}^2$$

Ölçüm sisteminin yeterliliği, tanımlanmış bir kapsam, koşullar ve zaman seti için belirtilir.

Ölçüm sistemi performansı, zaman içindeki tüm varyasyon kaynaklarının etkisidir. Performans, prosesin, belenen sonuç aralığı içinde istatistiksel kontrol altında (durağan ve tutarlı; varyasyon sadece genel nedenlere bağlı), hedef üzerinde (sapmasız) ve kabul edilebilir varyasyona sahip (ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirliği (GRR) olup olmadığı belirlenerek başarılır. Bu durum, ölçüm sistemi yeterliliğine durağanlığı ve tutarlılığı ekler.

$$\sigma_{\text{performans}}^2 = \sigma_{\text{yeterlilik}}^2 + \sigma_{\text{durağanlık}}^2 + \sigma_{\text{tutarlılık}}^2$$

Ölçüm sisteminin çıktısı ürün ve proses hakkında karar vermek için kullanıldığından, bütün varyasyon kaynaklarının kümülatif etkisi genellikle *ölçüm sistemi hatası*, veya bazen sadece “hata” olarak adlandırılır.

Tablo 7. Ölçüm Cihazı Tekrarlanabilirlik ve Tekrar Üretilebilirlik Hesapları

Ölçüm Birim Analizi			%Toplam Varyans (TV)
Tekrarlanabilirlik - Ekipman Varyansı (EV) EV= $\frac{\sum}{R} \times K_1$	Deneme	K ₁	%EV = 100 (EV / TV)
	2	0.8862	
	3	0.5908	

Tekrar Üretilirlik - Ölçümcü Varyansı (AV)			%AV = 100 (AV / TV)
$AV = \sqrt{\left[\left(\overline{X}_{DIFF} \times K_2 \right)^2 - \left(EV^2 / (nr) \right) \right]}$ n = parça sayısı r = deneme sayısı			
Ölçümcüler	2	3	
K ₂	0.7071	0.523	
Tekrarlanabilirlik&Tekrar Üretilirlik (R&R)	Parçalar	K ₃	%GRR = 100 (GRR/ TV)
	2	0.7071	
	3	0.5231	
	4	0.4467	
	5	0.4030	
	Parça Varyansı (PV)	6	0.3742
7		0.3534	
8		0.3375	
9		0.3249	
10		0.3146	
Toplam Varyans (TV)			Ndc = 1.41 (PV / GRR)
$TV = \sqrt{\left(GRR^2 + PV^2 \right)}$			

2.1.2.4.Sonuçların Analizi

Ölçüm cihazı tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirliğin (%R&R) kabulü için aşağıdaki kriterler kullanılır:

%10 hatanın altı

Ölçüm sistemi kabul edilebilir.

%10 ile %30 arası hata
maliyetine,
edilebilir.

Uygulamanın önemine, ölçüm cihazının
bakım masraflarına,vb.,bağlı olarak kabul

%30 hatanın üzeri

Ölçüm sisteminin geliştirilmesi gerekir.

Eğer tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirliğe göre büyükse, nedenleri:

- 1) Cihazların bakıma ihtiyacı vardır.
- 2) Ölçüm aletleri, daha sağlam olması için yeniden tasarlanmalıdır.
- 3) Ölçüm için gereken sıkıştırma ve konumlandırma işlemleri geliştirilmelidir.
- 4) Çok fazla parça içi varyans vardır.

Eğer tekrar üretilebilirlik, tekrarlanabilirliğe göre daha büyükse, nedenleri:

- 1) Ölçümcü, ölçüm aletini kullanma ve okuma konularında daha iyi eğitilmelidir.
- 2) Ölçüm aleti kadranındaki kalibrasyon net değildir.
- 3) Ölçümcünün, ölçüm aletini sürekli olarak kullanmasına yardımcı olması için bazı sabit tezgahlara ihtiyaç duyulabilir.

2.1.2.5. Ölçüm Sistemlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Grafikselle Yöntemler

Ölçüm sistemlerinin değerlendirilmesinde grafikselle araçların kullanımı çok önemlidir. Bu amaçla kullanılan en yaygın grafikselle araç kontrol kartlarıdır. Kontrol kartlarının ölçüm sistemlerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılması ilk olarak Western Electric tarafından yapılmıştır.

2.1.2.5.1. Değişim Aralığı Grafiği

Değişim aralığı grafiği, ölçüm prosesinin kontrol altında olup olmadığını değerlendirmede kullanılır. Her bir ölçümcünün yaptığı ölçümlerin değişim aralıkları grafiğe aktarılır. Merkez çizgisi değişim aralıklarının ortalamasıdır. Kontrol limitleri şöyle hesaplanır:

$$\bar{U}KL_R = D_4 \bar{R} \quad \bar{A}KL_R = D_3 \bar{R}$$

Burada D katsayıları alt grup büyüklüğüne göre özel tablolardan elde edilen sabit değerlerdir

- Eğer tüm değişim aralıkları kontrol limitleri içinde ise, tüm ölçümcüler aynı işi yapıyor demektir.
- Eğer bir ölçümcünün değerleri kontrol limitleri dışında ise, bu ölçümcü farklı bir metot kullanıyor demektir.
- Eğer tüm ölçümcülerde kontrol dışı noktalar varsa, ölçüm sistemi ölçümcü tekniğine karşı duyarlıdır ve kullanışlı veri elde etmek için geliştirilmesi gereklidir.

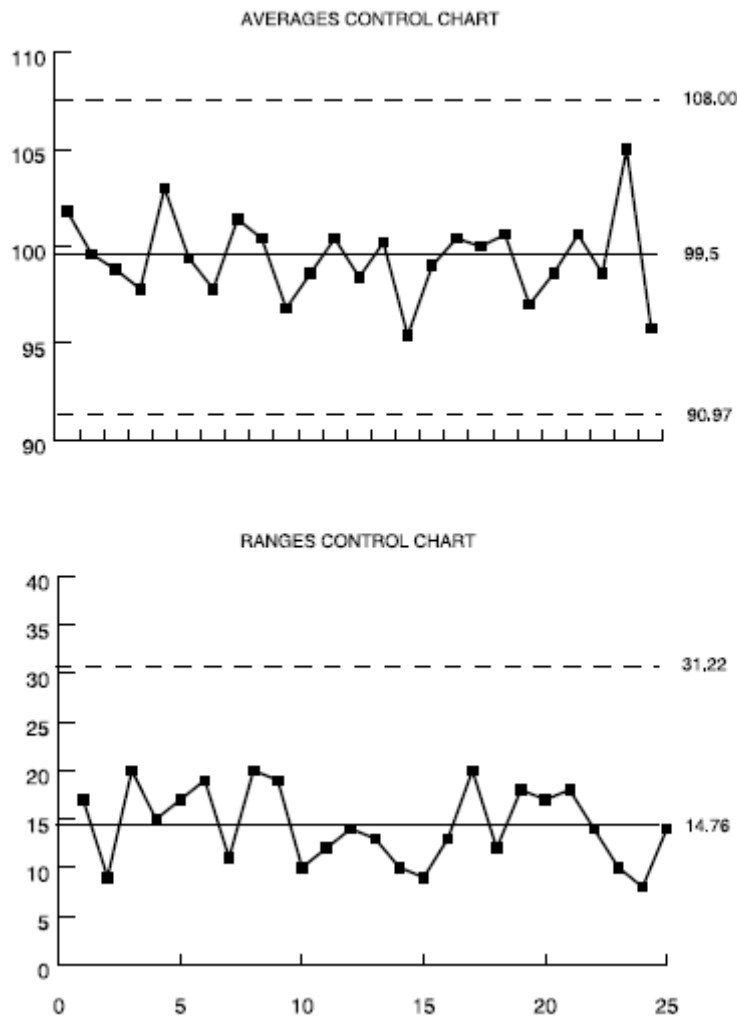
2.1.2.5.2. Ortalama Grafiği

Kontrol kartları için limitler şöyle hesaplanır:

$$\bar{U}KL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad \bar{A}KL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Burada $\bar{\bar{X}}$ grafikteki merkez çizgisini oluşturmaktadır. A_2 katsayısı alt grup büyüklüğüne göre belirlenen sabit bir değerdir.

Her bir ölçümcünün yaptığı ölçümlerin ortalamaları grafiğe aktarılır. Merkez çizgisi, tüm ölçüm değerlerinin ortalamasıdır. Ölçüm Sistemleri Analizi Referans El Kitabı' na göre, çalışmada kullanılan parçalar proses varyasyonunu temsil ettiğinden, noktaların en az yarısı kontrol limitleri dışında olmalıdır. Bu durumda ölçüm sistemi parça-parça varyasyonunu belirleyebilir, analiz ve kontrol faaliyetleri için kullanılabilir. Eğer tersi söz konusu ise bunun nedenleri çözünürlüğün yeterli olmaması, veya parçaların beklenen proses varyasyonunu temsil etmemesidir.



Şekil 28. Kontrol kartları

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.397

2.1.3. Analiz Aşaması

2.1.3.1. İstatistiksel Sebep Sonuç Analizi

2.1.3.1.1. Genel Varsayımlar

Tüm istatistiksel testlerin dayandığı belli varsayımlar vardır. Ancak bu varsayımların sağlanması durumunda istatistiksel test geçerli olur. Bu bölümde en genel varsayımlardan bazılarının Altı Sigma projesinde nasıl çalıştığı ve nasıl test edileceği tanımlanacaktır. Önem seviyesi belirlenmiş varsayımların test edildiği durumlarda uzman kişiler ile birlikte araştırma yapılması tercih edilir.

2.1.3.1.1.1. Sürekliye Karşı Kesikli Veri

Veriler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Sürekli ve kesikli olarak da sınıflandırmak mümkündür. Sürekli veriler en azından teoride arzu edilen herhangi bir hassasiyet seviyesinde açıklanabilir. Örneğin; Mercury termometresi ile ölçüm yapıldığında sıcaklığın 75 Fahrenheit olduğu söylenirken, dijital ev termometresi ile ölçüm yapıldığında 75,4 derece olarak ifade edilebilir. Meteoroloji istasyonunda ise daha hassas bir ölçüm yapılarak daha fazla ondalık basamak eklenebilir. Kesikli verinin yalnızca kesin değerleri alacağı varsayılır. Örneğin, sayma sayıları sadece tam sayı değerlerini alır. Bazı araştırmalarda, kişilerden 1'den 10'a kadar derecelendirilmiş numaralardan birini seçmeleri istenebilir.

Bazı istatistiksel testler sürekli ya da kesikli veri için geliştirilmişti. Örneğin ki-kare ve uyum iyiliği testleri kesikli veriler ile çözümlemeyi varsayarken, varyans çözümlemesi sürekli veriler ile analizi varsayar. Birçok durumda, testler veri tipi varsayımlardan sapmalara karşı duyarsızdır. Örneğin, harcamalar sadece iki ondalık hanesinde açıklanabilir, (dolar ve cent) fakat bunlar sürekli veri gibi işleme alınabilirler. Veri seti içinde birçok değişik hesaplama var ise hesaplamalar genellikle sürekli veri gibi işleme alınırlar. Eğer bir veri setinde birçok farklı biçimde kesikli sayı var ise kesikli sayılar genellikle sürekli sayılar gibi ele alınırlar. Eğer

hata sayısı verileri 10 ile 30 arasında değişiyorsa 21 adet tamsayı değeri mevcuttur. (10,11,12,...,29,30)

Kesikli Veriye Sahipken Sürekli Veriye İhtiyacınız Olursa:

Bazen veri tipleri önemli olabilir. Eğer grafik, kesikli veri için çizildi ve kontrol kartları sürekli veri için hazırlanmış ise limit hesaplamaları yanlış olacaktır. Dizi (Run) testleri ve diğer parametrik olmayan testler bu durumdan etkilenmektedir. Bu verilerin kesikli hale dönüştürülmesi problemi genellikle verileri kaydederken çok az ondalık basamağa yuvarlatmaktan kaynaklanır. Bu yuvarlama insanlardan veya bilgisayardan kaynaklanıyor olabilir. Bu sorun ölçüm sisteminin uygunsuzluğundan olabilir. Bir ölçüm sistemi yapılarak bu durum belirlenebilir. Bu problem verilerin nokta grafiği çizilerek incelenebilir.

Sürekli Veriye Sahipken Kesikli Veriye İhtiyacınız Olursa:

Diyelim ki operatör tecrübesinin hatalar üzerinde etkisi olup olmadığı belirlenmek istensin. Bu analiz teknik regresyon analizidir. X = operatörün tecrübesi (yıl olarak) Y = hatalar olarak ifade edilsin. Başka bir yol ise tecrübe ile hataların üzerinde bir ki-kare analizi gerçekleştirmektir. Bunun için operatörleri kesikli kategorisine yerleştirip her kategori için hatalar analiz edilmelidir.

Tecrübe (yıl)	Tecrübe (Kategori)
1den küçük	Yeni
	Kısmen
1'den 2'ye	Deneyimli
3'ten 5'e	Deneyimli
5'ten büyük	Çok Deneyimli

2.1.3.1.1.2. Bağımsızlık Varsayımı

İstatistiksel olarak bağımsızlık iki değerin birbirinden etkilenmemesi anlamına gelir. Diğer bir deyişle bir değerin ne olduğunu bilmek bize diğer değerin ne olduğu hakkında bir bilgi vermez. İki zar attıysak eğer ve bunlardan biri 4 geldiyse bu bizim diğer zarı tahminlememiz için yardımcı olmaz. Birçok istatistiksel teknik verilerin bağımsız olduğunu varsayar. Eğer regresyon modeli verilere uygunsa artıklar bağımsız olacaktır. Kontrol kartları bireysel veri değerlerinin bağımsız olduğunu varsayar. 100. pistonun çapını biliyor olmam 101. veya 99. pistonun çapını tahmin etmemize yardımcı olmaz. Eğer bağımsızlık yoksa analiz sonuçları yanlış olacaktır.

Bağımsızlık birçok değişik yol ile test edilebilir. Eğer veriler normal dağılıyor ise kontrol kartlarının kullanılabilmesi için dizi testleri tanımlanmıştır.

Serpilme grafiği kullanılabilir. $Y = X_{(t-1)}$ eşitliğinde X' e karşı Y' nin grafiği çizilsin. Eğer veriler bağımsız ise tesadüfi kalıplar görebiliriz. Minitab programı zaman serisi verileri için bağımsızlığı sınamanın birçok yolunu önermektedir.

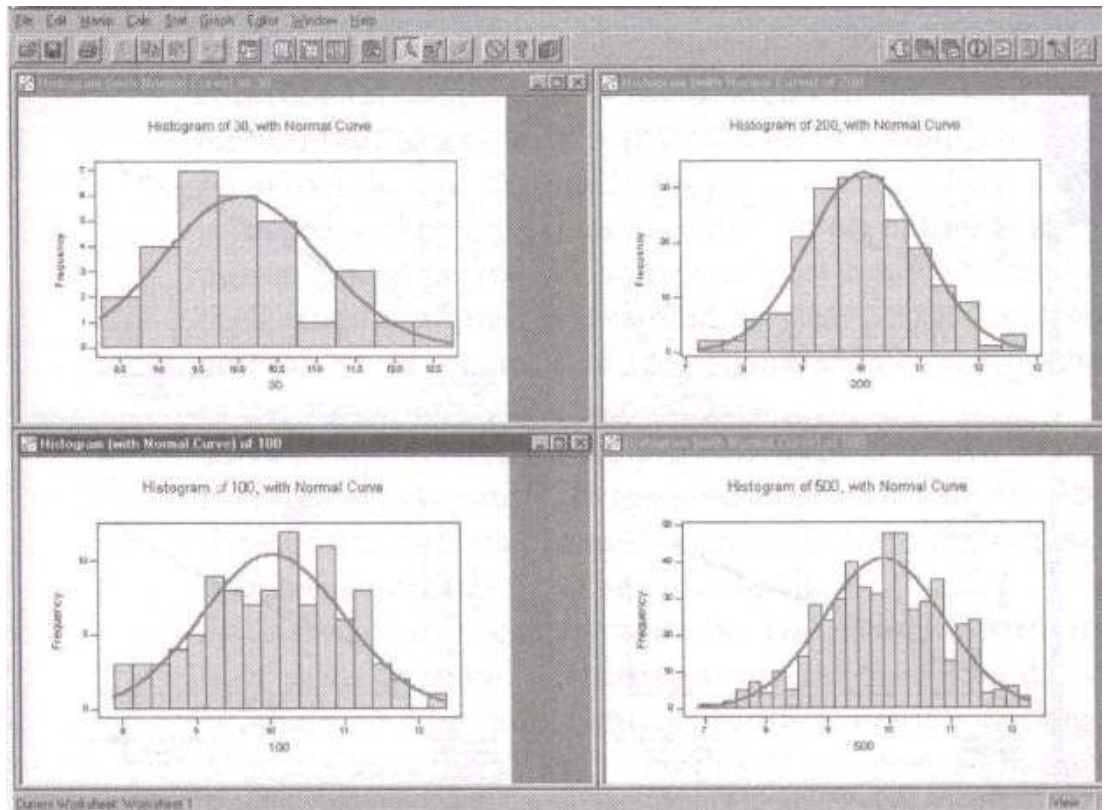
Eğer bağımsızlık yok ise birçok seçenek vardır. Pek çok durumda verilerin neden bağımsız olmadığıнын sebebi belirlenir ve altta yatan sebep çeşitli istatistiksel yöntemler ile giderilir. Eğer artıklar bağımsız değilse modele yeni terimler ilave edilir. Eğer süreç kayıyorsa düzeltme terimleri eklenir. EWMA kontrol kartları veya otokorelasyonlu veriler için zaman serisi analizi yapılır. Bir diğer yolda otokorelasyonlu veriler ile çalışabilmek için tekniğin tekrar düzeltilmesidir. Örneğin kontrol kartı üzerinde eğimli kontrol limitlerinin kullanılabilir. Eğer döngüsel veriler mevcut ise döngü uzunluğuna eşit aralıklarla örnekleme yapılarak korelasyonlu olmayan veriler yaratılabilir. Örneğin, pazartesi sabahları performansları karşılaştıran kontrol kartı oluşturulabilir.

2.1.3.1.1.3. Normallik Varsayımı

t-testi, z-testi, varyans analizi gibi daha birçok istatistiksel teknik, verilerin yaklaşık olarak normal dağıldığını varsayar. Bu varsayım, yazılım kullanılarak çok kolay test edilebilir. Grafiksel ve istatistiksel olmak üzere normallik varsayımını test etmek üzere iki yaklaşım bulunmaktadır.

2.1.3.1.1.3.1. Normalliğin Grafiksel Değerlendirilmesi

Grafiksel yaklaşımlardan bir tanesi verilerin histogramının çizilerek üzerine normal eğriyi yerleştirmektir. Bu yaklaşım en az 200 adet gözlem değeri olduğunda doğru ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Küçük hacimli veri setleri için çizilen histogramların yorumlanması zordur. Buradaki ana problem uyumsuzluk yokken varmış gibi bir yanılsamaya düşmektir. Her durumda yorumlama öznelidir ve aynı verilere bakan iki kişi iki farklı sonuca varabilir.



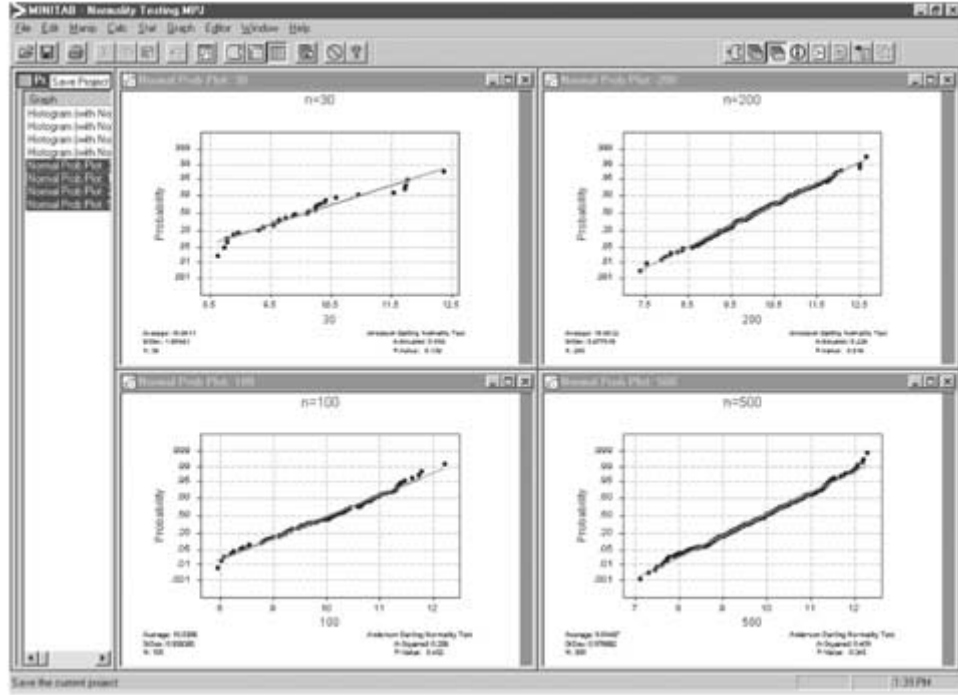
Şekil 29. Farklı Örnek Hacimleri İçin Normal Eğrili Histogramlar

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.493

Histogram/normal eğrisi yaklaşımına bir alternatif olarak iyi uyum testi ve p-değerlerinin hesaplanması ifade edilmiştir. Bu bize belirgin bir kriteri verir; örneğin $\alpha = 0.05$ alınır, araştırmacılar eğer $p < 0.05$ ise normallik varsayımını red ederler. Bununla birlikte grafiksel olmamasının bir dezavantajı mevcuttur. Bu durum veri analizinin üç kuralını ihlal eder:

1. VERİLERİN GRAFİĞİNİ ÇİZ
2. VERİLERİN GRAFİĞİNİ ÇİZ
3. VERİLERİN GRAFİĞİNİ ÇİZ

Bu önemli kuralları ihlal etmekten kaçınmak için istatistiksel analiz olasılık grafikleri ile desteklenmelidir. Olasılık kağıdı normal dağılmış veriler düz bir çizgi (doğru) oluşturacak şekilde ölçeklendirilir. Şekil 30, Şekil 29' de gösterilen histogramlar ve normal eğrilere karşılık gelen olasılık grafiklerini göstermektedir. Şekil 30' nin altındaki tablo p-değerlerinin tümünün 0,05'ten küçük olduğunu söyler. Buradan da verilerin normal dağılıma makul ölçüde yakın olduğu sonucunu çıkarılabilir.



Şekil 30. Normal Olasılık Grafiği Ve İyi Uyum Testi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.494

Tablo 8. Örnek Hacimlerine Göre Olasılık Değerleri

N	30	200	300	500
P-değeri	0.139	0,452	0,816	0,345

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.494

2.1.3.1.1.3.2. Eğer Veriler Normal Değilse Ne Yapılmalıdır?

Veriler normal dağılmadığında genellikle aşağıdaki adımların izlenmesi önerilebilir;

- **Hiç birşey yapma**, dikkate alınan yerde genellikle histogram ve olasılık kağıdı verilerin normal modele uyduğunu ifade eder. Örneğin, eğer kuyruk

bölgesiyle ilgileniliyorsa ve eğri verilere burada iyi uyuyorsa p değeri 0,05' ten küçükte olsa normal modelin kullanımına devam edilir veya model dağılıma orta bölgede iyi uyuyorsa ve bizim odak noktamız burası ise aynı şekilde normal model kullanılır. Eğer örnek hacmimiz büyük ise model verilere her bölgede uyumluda olsa 0,05 ten daha büyük p değerleri gözlenebilir.

- **Verileri dönüştür.** Veriler üzerinde matematiksel işlemler yaparak verileri normal hale getirmek genellikle mümkündür. Örneğin eğer verinin dağılımı sağ tarafta çok uzun kuyruklara sahipse verilerin logaritması alınarak normal dağılım göstermesi sağlanabilir. Minitab' ın kontrol kartı kısmı, Altı Sigma çalışmalarında birçok veri setinin dağılışında karşılaşılan normallığı sağlamak amacıyla kullanılan Box-Cox kuvvet transformasyonlarını içerir ve bu dönüşüm Altı Sigma içinde birçok dağılımda kullanılmaktadır. Dönüştürülmüş veriler teknik olmayan personele sunulurken orijinal ölçeğe geri dönüştürülür. Bazı istatistikler direkt olarak orijinal birimlere geri dönemezler, örneğin, log dönüşüm yaptıktan sonra orijinal verilerin ortalamasını dönüştürülmüş verilerin ortalamasının ters logaritmasını alarak bulunamamaktadır.

- **Ortalamaları kullan.** Ortalamalar transformasyonların özel bir çeşididir. Çünkü veriler normal dağılışa uygun olmasa bile örneklerin ortalamalarının dağılışının normal dağılışa uygun olma eğilimi mevcuttur. Bazen normallığın sağlanması için gerekli alt grup hacimleri oldukça küçük olabilir.

- **Bir başka istatistiksel dağılımı uygula.** Normal dağılışa uygunluğu araştırmak tek çözüm yolu değildir. Weibull ve Üstel dağılış gibi diğer dağılışlara da verilerin uygunluğu araştırılabilir. Birçok istatistik paketi gibi Minitab'ta bunu yapma yeteneğine sahiptir. Eğer programlama yeteneğine sahipseniz, Excel'in çözücü eklentisini bazı dağılışlara uyumu sağlamak için kullanabilirsiniz.

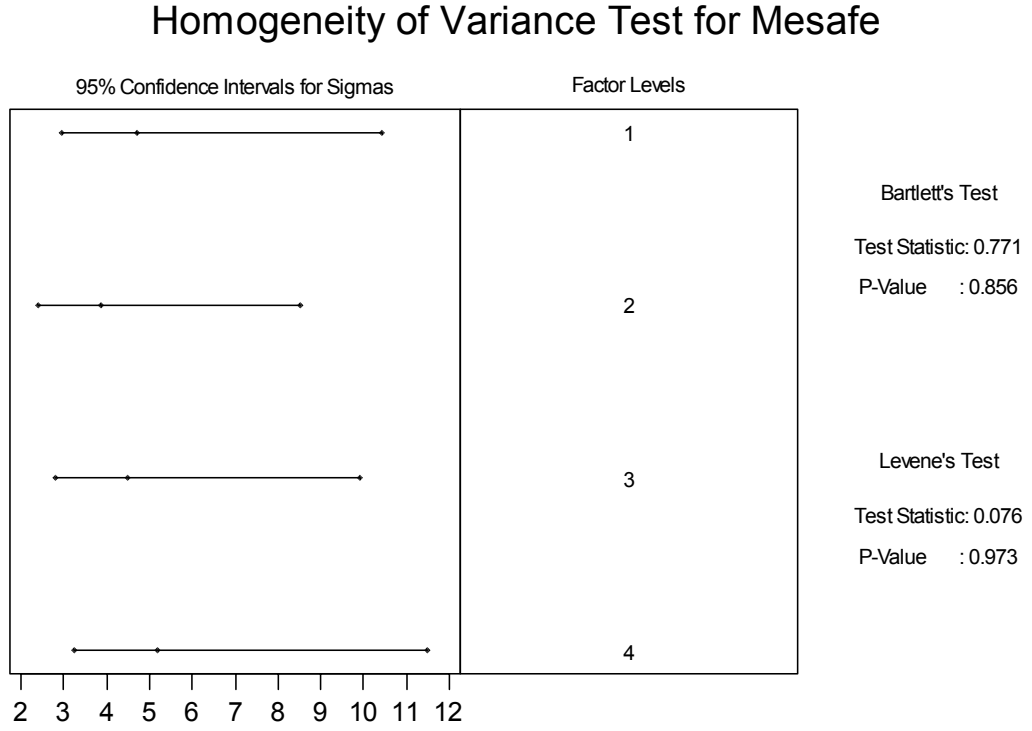
- **Parametrik olmayan teknikleri kullan.** Parametrik olmayan yöntemler olarak bilinen bu istatistiksel yöntemler verilerin herhangi bir dağılışa sahip olduğu varsayımı yapmazlar. Ortalama ve varyans gibi parametrelerin farklarını alarak bir hesaplama yapmaktansa parametrik olmayan yöntemler diğer karşılaştırmaları kullanır. Örneğin, gözlemler eşlenik çiftler şeklinde ise ‘önce ve sonra’ değerleri arasındaki farklılığı görmek için direkt olarak karşılaştırılabilirler veya ‘önce ve sonra’ değerlerinin iki bölge arasında rasgele olarak yer aldığını görmek için medyan değerinden yukarıda veya aşağıdaki noktaların şablonu incelenebilir. Veya sıra numaraları analiz edilebilir.

2.1.3.1.1.4. Eşit Varyans Varsayımı

Birçok istatistiksel teknik eşit varyans varsayımına dayalıdır. Varyans çözümlemesi, varyansların eşitliliğini değil de ortalamaların birbirine eşit olup olmadığını test eder. ANOVA normallik varsayımına ek olarak her bir muamele için eşit varyanslılık varsayımını yapar. Regresyon analizi ile uydurulan modeller X ve Y'nin farklı seviyeleri için artıkların eşit varyanslılığı incelenerek kısmen değerlendirilebilir. .

Minitab' ta eşit varyanslılık için test Stat > ANOVA > Test for Equal Variances içinde yer almaktadır. Verileri içeren bir kolona gereksinim duyulmakta ve herbir gözlem değeri için bir veya birden fazla kolon faktör seviyelerini belirtebilmektedir. Eğer veriler daha önceden normallik testinden geçtiyse eşit varyans varsayımının test edilmesi için Bartlett testiindeki p-değerleri kullanılabilir. Aksi takdirde ise Levene'nin testi için p-değerleri kullanılabilir. Şekil 30' da 4 faktör seviyesini içeren Minitab çıktısının sigmanın güven aralığının çubuk olarak her grup için sonucu göstermektedir ve burada çubuk şeklinde ifade edilen güven aralıklarının merkezinde örnek sigma değerleri için işaret noktası belirlenmiştir. Bu veriler daha önceden analiz edilerek normal dağılışa uygun olduğu ifade edilen veriler olduğu için Bartlett testi kullanılabilir. Bartlett testinden hesaplanan p-değeri 0.856'dır. Araştırmacı $\alpha = 0.05$ olarak alırsa $p > \alpha$ olduğu için H_0 red edilemez. %95 güvenle bu dört grup için varyansların homojen olduğu

söylenbilir. Verilerin normal dağılımdan geldiği bilinmediğinde Levene'nin testi kullanılarak p-değerinin 0.973 olacağı görülür ve burada Bartlett testi için yapılan test sonucunda elde edilen yorum aynıdır.



Şekil 31. Minitab'ın Eşit Varyanslılık Testi Çıktısı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.497

2.1.3.1.2. Regresyon Ve Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi (değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin gücüne ilişkin çalışma) ve regresyon analizi (bir veya daha çok bağımsız değişken ile bir bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi modelleme). Altı Sigma için oldukça önemli çalışmalardır. Regresyon sorunu, bir değişkenin frekans dağılımı, diğer değişken sabit düzeylerde tutulmasını ele alır. Korelasyon sorunu, araştırmacı tarafından iki değişkende kısıtlanmadan, iki değişkenin doğrusal ilişkisinin derecesini dikkate alır. Korelasyon ve regresyon analizleri, analizciye sebep ve sonuç çalışmalarını düzenlemede yardımcı olur. Problem çözümü ve planlama süreçlerinin tüm aşamalarında kullanılabilirler. Tabii ki, istatistik kendi başına sebep ve sonuç kuramaz. Sebep ve sonuç sağlanması için durumun bilimsel olarak anlaşılması gereklidir.

2.1.3.1.2.1. Serpilme Diyagramı

Tanım – Serpilme diyagramı bir değişkenin diğer değişken arasındaki ilişkiyi gösteren diyagramıdır. Değişkenlerden biri bağımsız değişken olarak isimlendirilir ve çoğunlukla yatay eksendedir. Diğer değişken bağımlı değişken olarak isimlendirilir ve dikey ekseninde gösterilir.

Kullanım – Serpilme diyagramı sebep ve sonuç değerlendirmesinde kullanılır. Bağımsız değişkenin, bağımlı değişkendeki değişime sebep olması varsayımına dayanır. Serpilme grafikleri bazı sorulara cevap vermek için kullanılır. Örneğin; “A satıcısının makinesinin malzemesi B satıcısındakinden daha mı iyidir?”

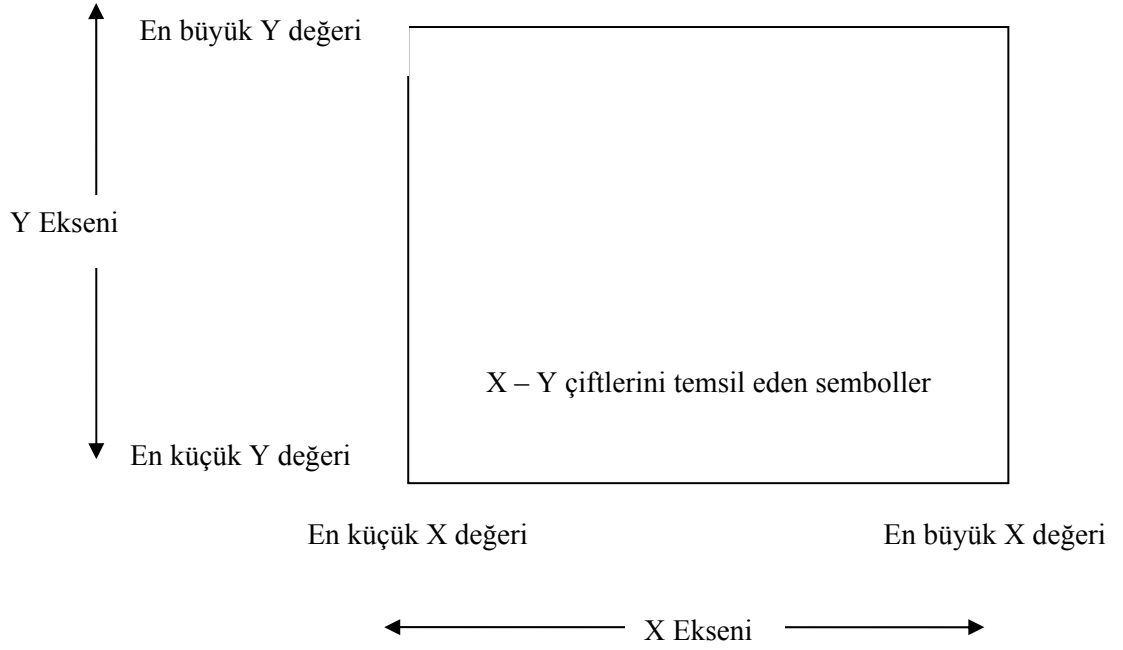
Serpilme Diyagramı Nasıl Oluşturulur?

1. Birkaç çift gözlem seti toplanır, tercihen 20 veya daha fazla. Çiftlerde bağımlı değişken doğrudan bağımsız değişkene bağlıdır.
2. En büyük ve en küçük bağımsız değişken ile en büyük ve en küçük bağımlı değişken bulunur.

3. En büyük ve en küçük değerleri içerecek şekilde yatay ve dikey eksenler çizilir. Şekil 32 serpilme diyagramının sade yapısını göstermektedir.

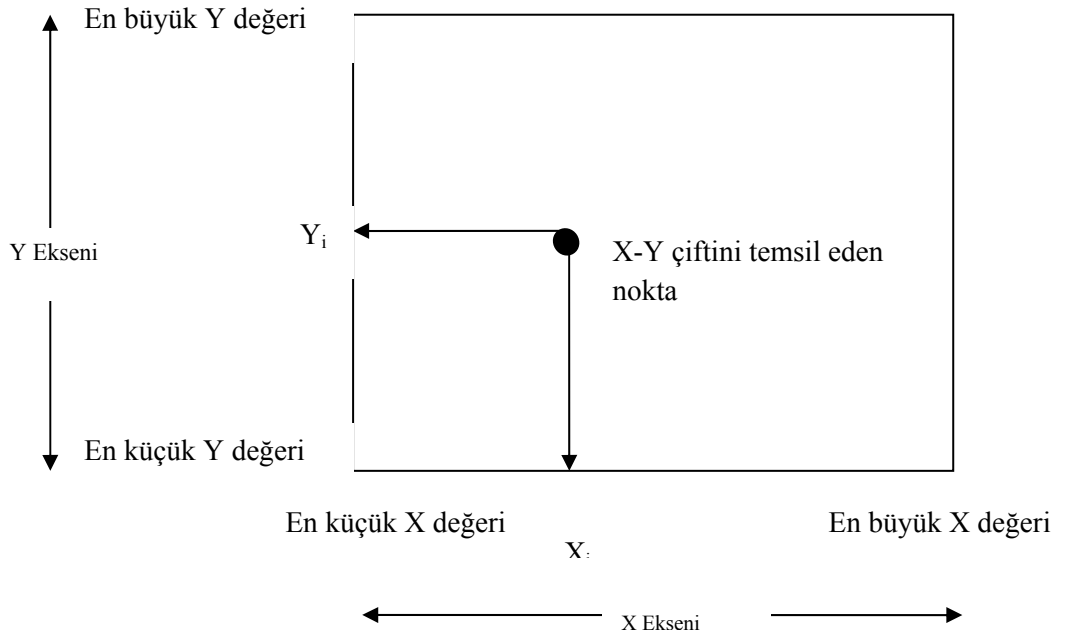
4. Şekil 33 'te gösterildiği gibi, grafik üstünde her bir X-Y çiftine karşılık gelen noktalar işaretlenir. Eğer birden daha çok sınıflandırma kullanılacak ise, her grup için farklı semboller kullanılmalıdır.

TANIMLAYICI BAŞLIK



Şekil 32.Serpilme diyagramı düzeni

TANIMLAYICI BAŞLIK



Şekil 33. Serpilme Diyagramında Noktaların Gösterimi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.498

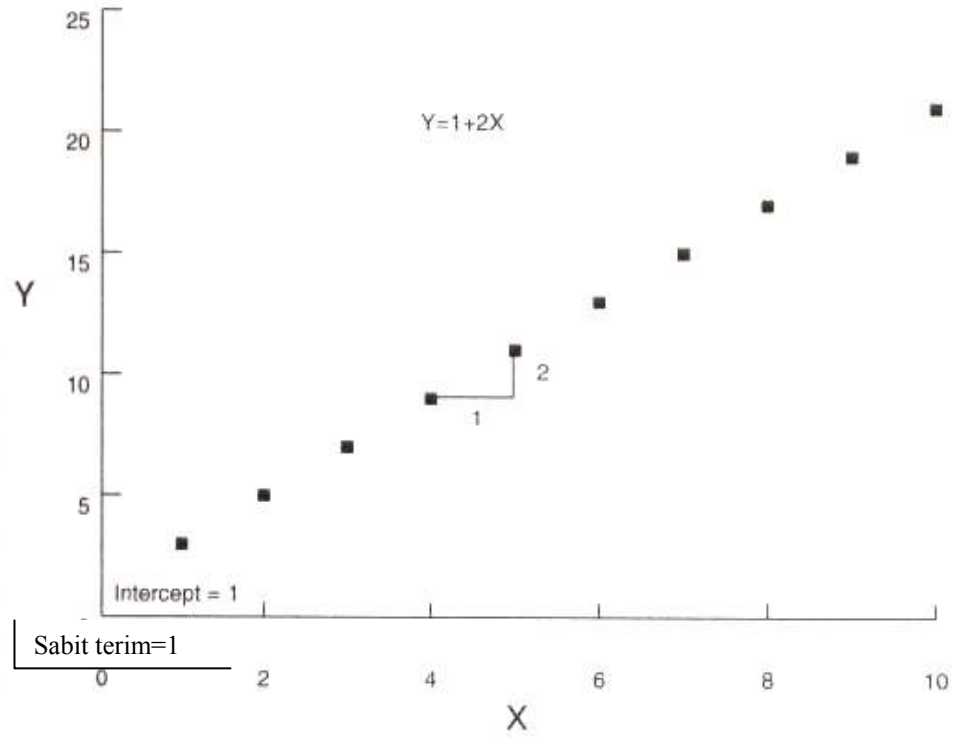
2.1.3.1.2.2. Doğrusal Modeller

Doğrusal model en basit ifadeyle iki değişkenin, X ve Y, bir birliktelik çeşididir. Doğrusal ilişki en basit ifadeyle X’ teki değişimin, Y’ de orantılı bir biçimde değişim sağlamasıdır. Doğrusal modeller (deterministik);

$$Y = a + bX$$

ile gösterilir. Burada a ve b sabittir. Bu eşitlik ile X’ teki bir birimlik değişim, Y’ de b birimlik değişime neden olur denir. Bu ilişki grafiksel olarak da gösterilebilir.

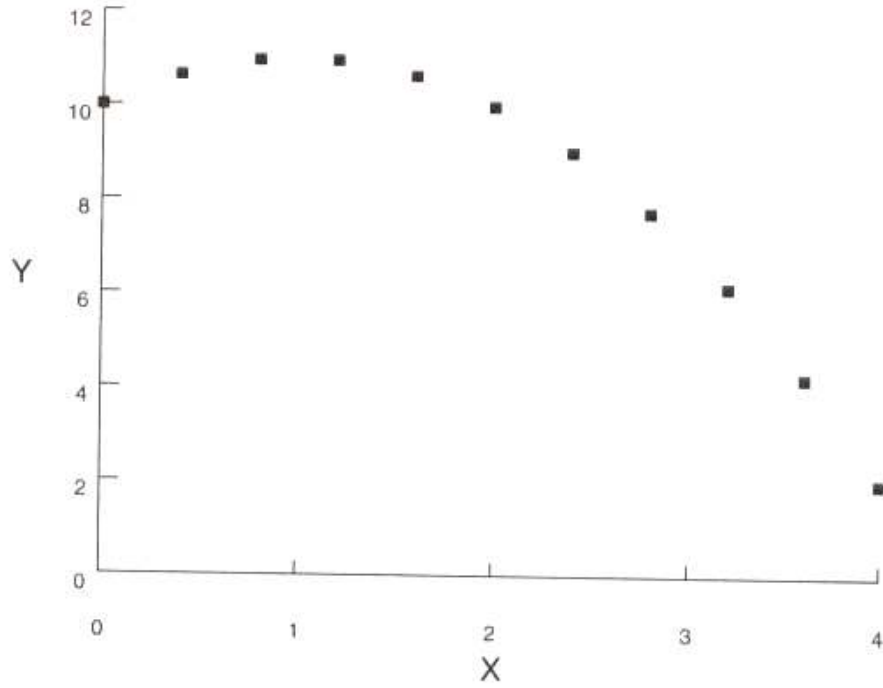
Şekil 34’ de, a=1 ve b=2’dir. a sabit terim, b eğim olarak adlandırılır. X=0 olduğunda, Y sabit terime eşit olur. Şekil 34 tam doğrusal uyumu göstermektedir. X biliniyor ise Y tam olarak hesaplanabilir. Tabii ki, gerçek veri kullanılıyorsa tam uyumlar neredeyse bulunamaz. Pratikte X ve Y’ deki hata ile uğraşılır. Bu sorunlar aşağıda tartışılmıştır.



Şekil 34. Doğrusal İlişkinin Serpilme Diyagramı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.503

Birçok birliktelikler doğrusal değildir. Örneğin, bazı X değerlerinde, Y artarken, diğer X değerlerinde, Y azalır. Bu ilişkiler; eğrisel ilişkiler olarak adlandırılır. Şekil 35’ de gösterilmektedir.



Şekil 35. Eğrisel İlişkilerin Serpilme Diyagramı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.504

Burada, X ' in 1'den küçük değerleri için X artarken Y 'nin de arttığı, X 'in 1'den büyük değerlerinde X artarken Y 'nin azaldığı görülmektedir. Eğrisel ilişkiler; güçlü sistemlerin tasarımında değerlidir. Bu gibi ilişkiler çok geniş süreç çeşitliliğini ortaya koyar.

Doğrusal olmayan ilişkileri, doğrusal biçimlere dönüştürmede bilgisayar programları ve bilimsel hesap makineleri yardımcı olur. Bazı dönüşümler Tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Doğrusallaştırma için Dönüşümler

İLİŞKİNİN YAPISI $a=\hat{\beta}_0, b=\hat{\beta}_1$	DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ DEĞİŞKENLER		DÜZ DOĞRU SABİTLERİNİ (B_0 ve B_1) ORJİNAL SABİTLERE DÖNÜŞTÜR	
	Y_T	X_T	b_0	b_1
$Y = a + \frac{b}{X}$	Y	$\frac{1}{X}$	a	b
$\frac{1}{Y} = a + bX$	$\frac{1}{Y}$	X	a	b
$Y = \frac{X}{a + bX}$	$\frac{X}{Y}$	X	a	b
$Y = ab^X$	$\log Y$	X	$\log a$	$\log b$
$Y = ae^{bX}$	$\log Y$	X	$\log a$	$b \log e$
$Y = aX^b$	$\log Y$	$\log X$	$\log a$	b
$Y = a + bX^n$ n biliniyorsa	Y	X^n	a	b

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.505

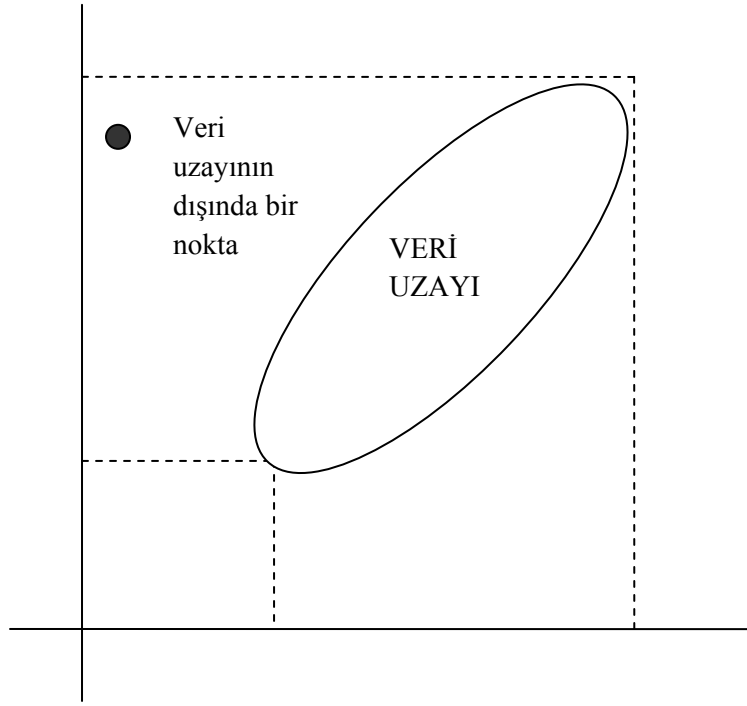
Genel doğrusal regresyon yöntemlerini kullanarak, $Y_T = b_0 + b_1 X_T$ doğrusu çizilir. Tüm formüllerde Y için Y_T , X için X_T dönüşümü kullanılmaktadır. Her bir dönüşüm kullanılarak yapılan regresyonlar içinden, R^2 'yi en yüksek veren dönüşümün seçilmesi en uygun yoldur.

Doğrusal olmayan bağımlı değişkenleri analiz edebilmek için başka yollar da vardır. Bir genel yolda, bağımlı değişkeni doğrusal alt parçalara ayırmak ve her parçayı ayrı ayrı analiz etmektir. Örneğin, Şekil 35’ de y ; $0 < x < 1$ aralığında yaklaşık olarak doğrusal artmakta ve $x > 1$ aralığında doğrusal olarak azalmaktadır. Tabii ki, analizcinin güçlü istatistik paket programı var ise doğrudan, doğrusal olmayan analizleri yapabilir.

Regresyon analizi yaparken değişkenler iki ana gruba ayrılır. Biri açıklayıcı değişkenler veya bağımsız değişkenler diğeri de yanıt değişkenleri veya bağımlı değişkenler olarak adlandırılır. Bağımsız değişkenler ya istenen değişkenler (örneğin, fırın sıcaklığı) ya da kontrol edilmeden gözlenen değerler (örneğin, açık havada çevreyi saran nem oranı) olarak belirlenir. Bağımsız değişkenlerde yapılan bu değişiklikler sonucunda etkiler bağımlı değişkene iletilir. (örneğin, bileşik malzemenin parça büyüklüğü). Çoğunlukla ilgilendiğimiz bağımsız değişkenin, bağımlı değişkendeki değişimi nasıl açıkladığıdır. İdeal olan, az sayıda bağımsız değişken ile, bağımlı değişkendeki değişimin neredeyse tamamını açıklayabilmektir.

Pratikte, çoğunlukla bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki açık farklılığı çizmek zordur. Birçok durumda bu araştırmacının hedefine bağlıdır. Örneğin, analizci kalite çalışmasında çevre ısısını bağımsız değişken, temiz odadaki tanecikleri bağımlı değişken olarak alabilir. Bununla beraber, yukarıdaki tanımlar Altı Sigma çalışmalarının planlanmasında yararlıdır.

Sebeup ve sonuç çalışmasının önemli olmasının bir başka sebebi de çalışmanın veri uzayıdır. Veri uzayı, bağımsız değişkenlerdeki değişimin sınır bölgesini kapsar. Genelde, tahminler çalışılan veri uzayının dışındaki bir değer için yapılır, ekstrapolasyon olarak adlandırılır, spekülatif olduğundan önerilen bir çalışma değildir. Şekil 36 iki değişken için veri uzayını göstermektedir. Veri uzayı, çok sayıda bağımsız değişken mevcutsa oldukça hassasiyet gerektirir.



Şekil 36. Veri uzayı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.506

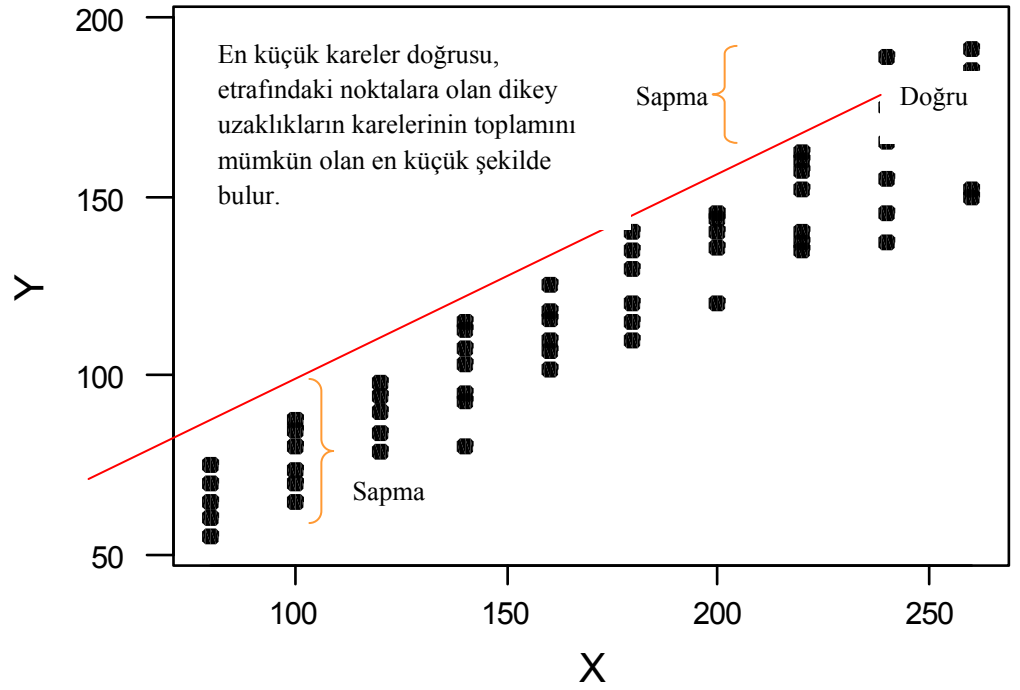
Numerik analiz ile değerli bilgiler sağlanırken, grafik analizlerde her zaman bunları destekler. Serpme diyagramları regresyon ve korelasyon analizleri için çok yararlı eklerdir.

Bir başka deyişle, serpme diyagramları farklı süreçler arasındaki farklılığı açıkça ortaya koymasına rağmen, istatistiksel bir analiz değildir. Altı Sigma' da, sadece numerik analizler yeterli değildir.

2.1.3.1.2.3. En Küçük Kareler Uyumu

Eğer tüm veri seti mükemmel bir doğru oluşturuyorsa, herhangi verilen iki nokta için eğimi ve sabit terimi hesaplamak çok kolay olur. Bununla beraber, doğrunun etrafında bir yayılma varsa durum daha karışık bir hale gelir. Bu durum, verilen bir X değeri için birden daha çok Y değerinin mevcut olmasıdır. Bu meydana

geldiğinde modelde hata vardır demektir. Şekil 14.12 bu hatanın genel kavramını göstermektedir.



Şekil 37. Doğrusal Modelde Hata

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.508

Hata terimini de içeren basit doğrusal regresyon modeli:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

olarak bilinir. ε hatayı temsil eder. Genellikle, veri setine model uyumu yapıldığında, hataların 0 ortalamalı, sabit standart sapmalı normal dağılımdan geldiği varsayılır. Hataların standart sapması standart hata olarak bilinir.

Gerçek hayatın tümünde karşılaşılabileceği gibi hatalar ortaya çıktığında, veriyi modellemek için birçok doğru kullanılabilir. Günlük durumlara karşılık en iyi

tahmin denklemini sağlayan yöntemler bulunmuştur. İstatistikçiler birçok yöntem geliştirmişlerdir. Altı Sigma’ da en yaygın kullanılan yöntem, tüm veri noktaları için hatanın kareler toplamını minimum yapan doğruyu bulmaktır. Bu en küçük kareler yöntemi olarak bilinir. Bir başka deyişle, en küçük kareler ile en iyi doğru uyumu $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$ eşitliğidir. Burada bulunan $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ değerleri, doğrudan sapmaların karesel toplamlarını minimum yapar. $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ için en iyi uyum eşitliği:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

topamlar n değerine kadar gitmektedir. Birçok hesap makinesi $\hat{\beta}_0$ ve $\hat{\beta}_1$ değerlerini hesaplayabilmektedir. Sabit terimin ve eğimin hesaplanması için birçok farklı yolda (rneğin, mutlak sapmaların toplamının minimize edilmesi, maksimum sapmaların minimize edilmesi, vb.) vardır; alternatif yöntemlerden biri tercih edilebilir.

Bu rnekler tek bağımsız değerşenin bağımlı değerşkeni nasıl modelle açıkladığını göstermektedir. Bu basit doğrusal regresyon olarak bilinir. Çoklu doğrusal regresyon olarak bilinen model denklemi de bir bağımlı değerşkeni açıklayan iki ya da daha çok bağımsız değerşenin olduğu durumdur. Çoklu doğrusal regresyon modeli için kurulan matematiksel model ek değerşkenler için ek terimler içermektedir.

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \dots + \hat{\beta}_k X_k$$

burada X_i ’ ler bağımsız değerşen, $\hat{\beta}_i$ ’ler X_i ’ lerin katsayısıdır.

2.1.3.1.2.4. Korelasyon Analizi

Regresyon analizinde, bağımsız değişkenin(lerin) bağımlı değişkene etkisi dikkate alınırken, korelasyon analizinde bir bağımsız değişkenin diğeri ile olan ortak değişimi ile ilgilenir. Korelasyon sorunda analizci örneklemdaki her bir şahsi parça için iki ölçüme sahiptir. Regresyon analizinde, analizci X değişkenlerini kontrol altında tutarken, korelasyon çalışmaları ise değişkenlerdeki doğal değişimi kapsar. Korelasyon yöntemi istatistiksel tekniklerde çok geniş uygulamaya sahip olan iki veya daha çok değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi hesaplar. İki den daha çok değişken ile çalışıldığında daha ileri analiz yöntemler mevcuttur. (örneğin, kanonik analiz, faktör analizi, temel bileşenler analizi vb.). Bununla beraber, çoklu regresyon hariç, şu anda ilgilenilen konu iki değişkenin doğrusal birlikteliğidir.

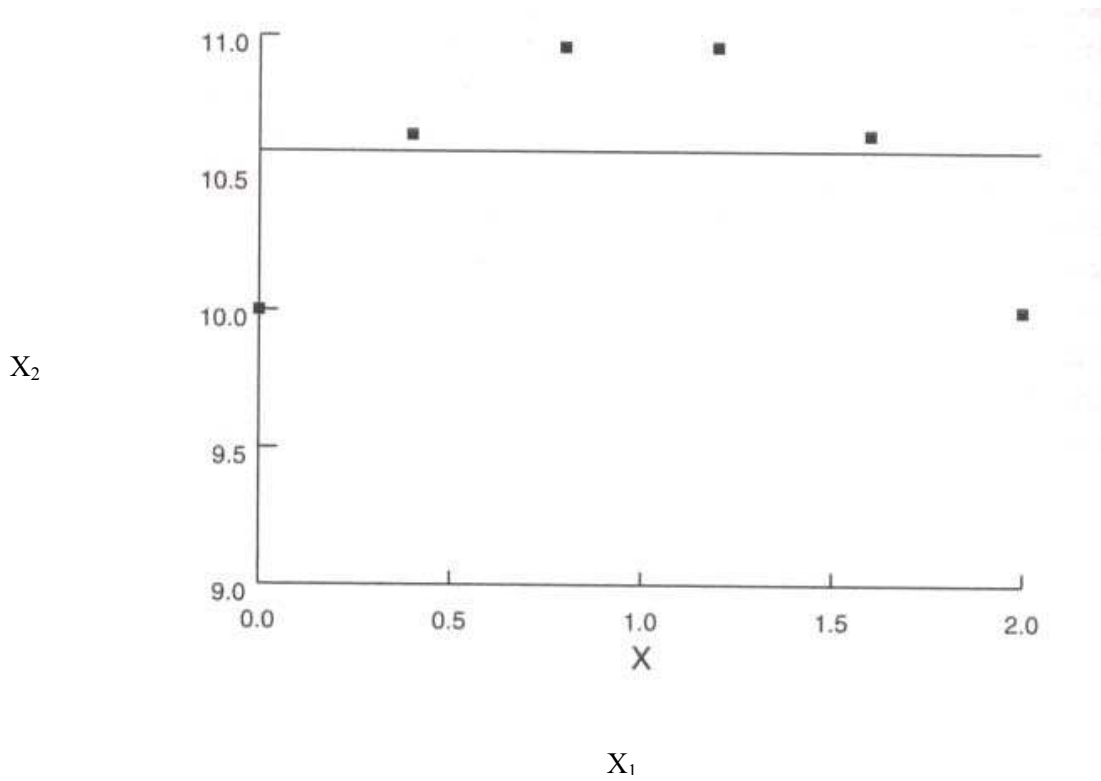
Birçok durumda, analizcinin kullandığı korelasyon ölçüsü istatistiği, r, Pearson'ın Moment Çarpımları Korelasyonu olarak da adlandırılır. Kitle korelasyon parametresi ρ 'nun örneklemden tahmin edilen istatistiği r ' dir. r ' nin bir yorumu da basit doğrusal regresyon modelinde önceden bahsedilen R^2 olarak isimlendirilen Y' deki toplam değişimin oranıdır. (Bu eşitlik sadece basit doğrusal regresyon modelinde yani tek bağımsız değişkenin olduğu durumda geçerlidir. Çoklu doğrusal regresyon modelinde bu eşitlik geçerli değildir.) r 'nin eşitliği:

$$r = \frac{S_{X_1X_2}}{S_{X_1}S_{X_2}} = \frac{n \sum X_1X_2 - \sum X_1 \sum X_2}{\sqrt{[n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2][n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2]}}$$

ve tabii ki R^2 ; r 'nin karesidir. r ; -1 ile +1 arasında değer alır. Varsayımlar sağlandığında, r 'nin önemliliği ANOVA ile test edilir.

r ' nin yorumu oldukça hassastır, bu yüzden serpilme diyagramı her zaman kullanılmalıdır. X_1 ve X_2 arasında doğrusal olmayan bir ilişki var ise kesin terimlerle r ' nin “açıklama güç”ünü yorumlamak zorlaşır. Çok dikkatle değerlendirmek gerekir. $r=0.99$ gibi çok yüksek korelasyon değerlerini görmek kolay olmasına rağmen, küçük r değerleri istatistiksel olarak anlamlı çıktığında sonuç çıkarmak kolay

değildir. (0'dan farkı önemli). Örneğin, $r = 0.5$ mükemmel bir doğru uyumunun sadece % 50'sine sahip olduğunu göstermez. Gerçekte $r = 0$, X_1 ve X_2 arasında ilişki olmadığı anlamına gelmez, Şekil 14.5'te görüldüğü gibi $r > 0$ olduğunda X_1 artarken X_2 artıyor, $r < 0$ olduğunda X_1 artarken X_2 azalıyor. $r = 0$ olmasına rağmen doğrusal olmayan mükemmel bir uyum söz konusudur.



Şekil 38. $r=0$ İçin Eğrisel Verinin Yorumlanması

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.514

Bir diğer alışık olunmayan durumda $r = 1$ “tam korelasyon” durumunda X_1 ve X_2 arasında sebep sonuç ilişkisi olduğu anlamına gelmez. Örneğin, her iki X_1 ve X_2 değişkeni üçüncü bir değişken, Z tarafından hesaplınsın. Bu durumda, Z ; araştırmacı tarafından bilinmeyen, arka planda saklanmış “gizli değişken” olarak adlandırılır. Gizli değişkenler içlerinde mantıklı olmayan birliktelikleri barındırırlar, örneğin öğretmenlerin maaşı ile likör satışları arasındaki birliktelik gibi. (burada gizli değişken; genel refah düzeyidir)

Neden sonuç ilişkisinin belirlenmesi sağlam bir bilimsel altyapı gerektirir. Bu nedenle sonuç yapısı tek başına istatistik ile ispatlanamaz.

2.1.3.1.3. Kategorik Verilerin Analizi

2.1.3.1.3.1. Ki-Kare Tabloları

Altı Sigma’ da, araştırmacı birkaç kategori arasında nesnelerin dağılış yüzdelarını karşılaştırmak isteyebilir. Bu nesneler; operatörler, metotlar, materyaller veya ilgilenilen herhangi bir grup olabilir. Her bir gruba ilişkin örnek alınır, hesaplanır ve uygun birkaç kategori içine yerleştirilir (yüksek kalite, marjinal kalite, reddetme kalitesi gibi). Sonuçlar, m adet satır ilgilenilen grupları ve k adet sütun kategorileri gösterecek şekilde bir tablo halinde ifade edilir. Bu tip tablolar “Gruplar, kategorilerde bulunan nesnelerin oranı bakımından farklılık gösterir mi?” sorusuna cevap verebilmek amacıyla analiz edilebilir. Ki-kare istatistiğı bu amaç için kullanılır.

Aşağıdaki örnek Natrella (1963)’den alınmıştır.

Üç farklı hafta için ret edilen metal dökümlerin ret edilme nedenlerine göre sınıflandırılması aşağıdaki tablo olduğu gibi verilmiştir. Burada cevaplanması gereken soru: “ $\alpha=0.05$ için ret nedenlerinin dağılımı haftadan haftaya farklılık göstermekte midir?” şeklindedir.

Tablo 10. Örnek Verileri

	Ret Edilme Nedenleri							
	Ovalama	Kötü Döküm	Yer Değişme	Düşme	Öz bozulması	Kırık	Diğer	Toplam
1. Hafta	97	8	18	8	23	21	5	180
2.Hafta	120	15	12	13	21	17	15	213
3. Hafta	82	4	0	12	38	25	19	180
Toplam	299	27	30	33	82	63	39	573

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.515

Ki-Kare değeri (χ^2) ilk olarak her bir hücre için aşağıda formülü verilen beklenen frekansların bulunmasıyla hesaplanır.

$$\text{Beklenen Frekans} = f_e = \frac{\text{satır toplamı} \times \text{sütun toplamı}}{\text{genel toplam}}$$

Beklenen frekanslarla ilgili dikkat edilmesi gereken iki husus vardır. Bunlar;

- Beklenen frekansların alması istenen minimum değer 5’dir.
- Eğer tablomuzdaki toplam hücre sayısının %10’undan fazlası için beklenen frekans değerleri 5’den küçük ise Ki-kare analizi uygulanmamalıdır.

Örnek olarak, birinci hafta ovalama hatası için beklenen değer $(180 \times 299) / 573 = 93,93$ ‘tür. Aşağıdaki tabloda geriye kalan hücreler için beklenen değerler verilmiştir.

Tablo 11. Örnek İçin Beklenen Değerler

	Ovalama	Kötü Döküm	Yer Değişme	Düşme	Öz bozulması	Kırık	Diğer
1. Hafta	93,93	8,48	9,48	10,37	25,76	19,79	12,25
2.Hafta	111,15	10,04	11,15	12,27	30,48	23,42	14,50
3. Hafta	93,93	8,48	9,42	10,37	25,76	19,79	12,25

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.515

Bir sonraki adımda χ^2 şu şekilde hesaplanır:

$$\chi^2 = \sum_{\text{tüm hücreler}} \frac{(\text{Beklenen Frekans} - \text{Gözlenen Frekans})^2}{\text{Beklenen Frekans}}$$

$$= \frac{(93,93 - 97)^2}{93,93} + \dots + \frac{(12,25 - 19)^2}{12,25} = 45,60$$

Daha sonraki adımda α değeri seçilir; bu örnek için $\alpha = 0,10$ olarak alınmıştır. χ^2 testi için serbestlik derecesi $(k-1) (m-1) = 12$ olarak hesaplanır. Özel olarak tabloya bakıldığında bakıldığında $\chi^2 = 18,55$ bulunur. Hesapladığımız χ^2 değeri kritik değerden büyük olduğu için ilgilenilen haftalar içinde çeşitli hata tiplerinin oranlarının farklılıklar gösterdiği söylenebilir

2.1.3.1.3.2. Lojistik Regresyon

En küçük kareler metodu gibi lojistik regresyon metodu da bir cevap değişkeni ile bir veya daha fazla tahmin edici değişken arasındaki ilişkiyi araştırır. Ancak lojistik regresyon kategorik cevap değişkenleri ile kullanılan bir yöntem iken doğrusal regresyon cevap değişkeni sürekli olduğu zaman kullanılan bir yöntemdir.

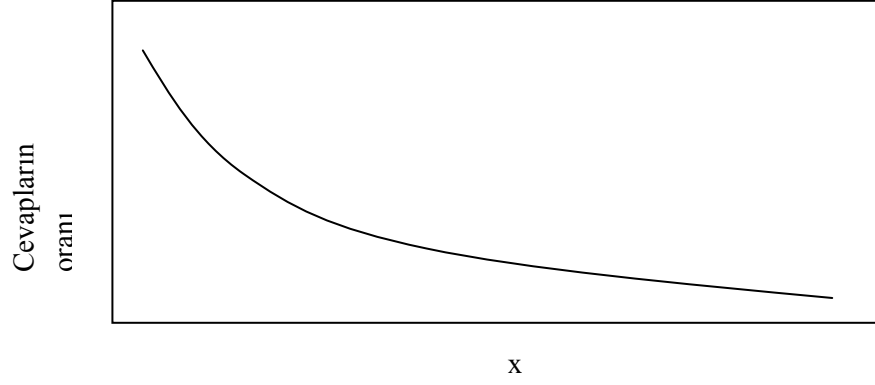
Bu bölümde analiz edilen cevap değişkenine bağlı olarak lojistik regresyonun üç farklı çeşidi incelenecektir. Tablo 12’ de lojistik regresyonun bu türleri özetlenmiştir.

Tablo 12. Lojistik Regresyon Analizi Türleri

CEVAP DEĞİŞKENİ VE LOJİSTİK REGRESYON TİPİ	CEVAP DEĞİŞKENİNİN KATEGORİ SAYISI	CEVAP DEĞİŞKENİNİN ÖZELLİKLERİ	ÖRNEKLER
İkili	2	2 düzeyli	Git/gitme, geçme/kalma, satın al/satın alma, evet/hayır, iyileşir/ölür, erkek/bayan
Sıralı	3 veya daha fazla	Sıralanabilen düzeyler	Memnun değil/fikri yok/memnun, yok/orta/ağır, ince/orta/kaba
İsimsel	3 veya daha fazla	Sıralanamayan düzeyler	Siyah saç / kahverengi saç / sarı saç, güneşli/yağmurlu/bulutlu

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.516

Şekil 39’ da da görüldüğü üzere lojistik regresyonun ardındaki mantık oldukça basit. X cevap değişkeninin varsayımsal “nedeni” olmak üzere bu X değişkeni sürekli veya kategorik olabilir. Y bizim ilgilendiğimiz olaydır ve kategorik olmak zorundadır. Model birden fazla X içerebilir fakat sadece bir tane cevap değişkeni içermektedir.



Şekil 39. Lojistik Regresyon

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.517

Örneğin, Y değişkeni deneğin mağazin satın alıp almaması iken X ler deneğin yaşı ve ırkı olabilir. Bu durumda kurulacak model, deneklerin yaşlarına ve ırklarına bağlı olarak mağazin satın alma olasılığını verir ve bu model medya pazarlamasındaki öncelikleri belirlemek amacıyla kullanılabilir.

2.1.3.1.4. Parametrik Olmayan Metotlar

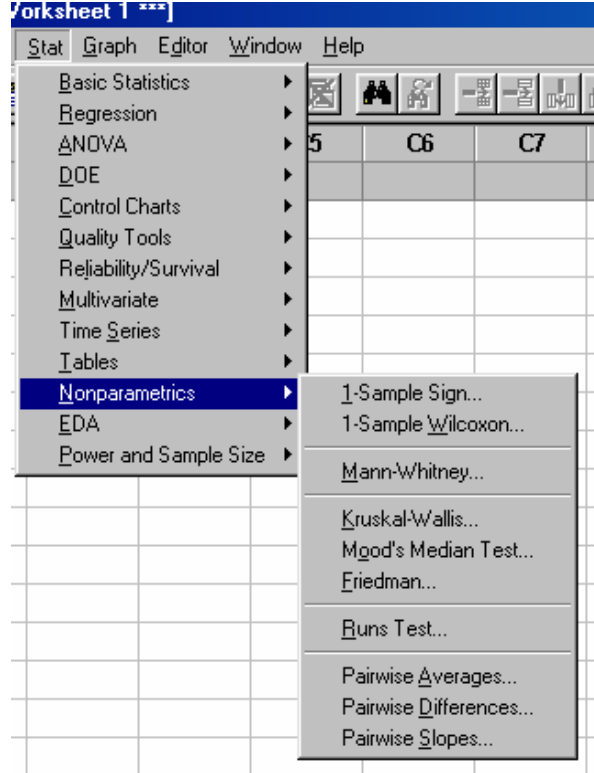
En çok kullanılan istatistiksel testler (t testi, z testi , ANOVA, vb) birkaç varsayıma dayanmaktadır. Parametrik olmayan testler, varsayımdan bağımsız olmamalarına rağmen, populasyon için belirli bir dağılım varsayımını gerektirmemektedirler. Parametrik olmayan testlerin varsayımları, kendilerine karşılık gelen parametrik testlere göre çok daha az kısıtlayıcıdır. Örneğin, klasik ANOVA eşit varyansa sahip normal dağılımdan çekilecek karşılıklı bağımsız rassal örneklem varsayımına gerek duyarken, parametrik olmayan karşılıklarında ise sadece örneklemelerin benzer herhangi sürekli bir dağılımdan gelmeleri yeterlidir. Ayrıca, klasik istatistiksel metotlar yalnızca oransal ve aralıklı ölçekte ölçülen veriler için geçerli iken, parametrik olmayan istatistikler frekanslarla ifade edilmiş verilere ve sınıflayıcı veya sıralayıcı ölçekte ölçülen verilere uygulanabilir. Tersine doğru olamamakla birlikte; oransal ve aralıklı ölçekte ifade edilen verilerin sınıflayıcı veya sıralayıcı verilere transformasyonu yapılabileceği için, klasik metotların geçerli olduğu tüm durumlar için parametrik olmayan metotlar da geçerlidir. Sıralayıcı ve

sınıflayıcı verilere Altı Sigma çalışmalarında sıkça rastlanır. Hemen hemen tüm müşteri ve çalışan anketlerinde, ürün kalite değerlendirilmelerinde ve birçok diğer aktivitelerde sınıflayıcı ve sıralayıcı veriler ortaya çıkmaktadır.

O zaman, parametrik olmayan metotlar bu derece mükemmel ise, niye biz daima parametrik metotları kullanmıyoruz? Varsayımlar geçerli olduğu durumda, parametrik testler parametrik olmayan testlerden daha güçlüdür. Bu, aynı örnek hacminde; yanlış olan H_0 hipotezini ret etmenin olasılığının parametrik testler için parametrik olmayan testlerden daha fazla olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, varsayımlar geçerli değil ise, parametrik olmayan testler, parametrik karşılıklarına göre oldukça daha fazla bir güce sahiptir.

Parametrik olmayan testler karşılaştırmalarda ortalamalar yerine medyanları, ölçümler yerine sıra numaralarını ve ölçülmüş farklar yerine farkların işaretlerini kullanmaktadır. Herhangi bir dağılış varsayımı gerek olmamasına ek olarak, bu istatistikler sapan gözlemler ve ekstrem değerlere karşı daha güçlüdür.

Parametrik olmayan istatistik konusu çok geniş bir konudur ve bu tezde Minitab’ da uygulanan parametrik olmayan testleri (Şekil 40) kısaca gösterilecektir. Tablo 13 ‘ de görüldüğü gibi Minitab’ ın parametrik olmayan testleri Altı Sigma çalışması uygulamalarının büyük bir kısmını kapsamaktadır.



Şekil 40. Minitab'ın Parametrik Olmayan Testleri

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.530

Tablo 13. Minitab'ın Parametrik Olmayan Testlerinin Uygulamaları

MİNİTAB'IN PARAMETRİK OLMAYAN TESTLERİ	NE YAPAR?	PARAMETRİK TEST KARŞILIĞI
Tek örnek işaret	Medyan için tek-örnek işaret testi uygular ve bunlara karşılık nokta tahminini ve güven aralığını hesaplar	Tek örnek Z-testi Tek örnek t-testi
Tek örnek Wilcoxon	Medyan için tek-örnek Wilcoxon'ın işaret sıra testi uygular ve bunlara karşılık nokta	Tek örnek Z-testi Tek örnek t-testi

	tahminini ve güven aralığını hesaplar	
Mann-Whitney	İki anakütle medyanının eşitliğini test etmek için hipotez testi uygular ve bunlara karşılık nokta tahminini ve güven aralığını hesaplar	2-örnek t-testi
MİNİTAB'IN PARAMETRİK OLMAYAN TESTLERİ	NE YAPAR?	PARAMETRİK TEST KARŞILIĞI
Kruskal-Wallis	Kruskal-Wallis tek yönlü bir tasarımda iki veya daha fazla anakütle medyanının eşitliği hipotezini test eder. Bu test Mann-Whitney testinde kullanılan prosedürün genelleştirilmiştir.	Tek-yönlü ANOVA
Mood'un medyan testi	Tek yönlü tasarımda populasyon medyanlarının eşit olduğu hipotezini test eder. Medyan testi ya da işaret skor testi olarak da adlandırılabilir. Mood'un medyan testi veri setindeki sapan değerlere ve hatalara karşı güçlüdür ve özellikle analizin ilk aşamalarında kullanılması uygundur. Mood'un medyan testi Kruskal-Wallis testine göre sapan gözlemlere karşı daha güçlü	Tek-yönlü ANOVA

	olmakla birlikte normal dağılan verilerde dahil olmak üzere bir çok dağılımdan elde verilerin analizi için ise daha az güçlüdür(güven aralığı daha geniştir).	
Friedman	Rasgele blok deneylerinin parametrik olmayan analizleri için uygulanır. Rastgele blok deneyleri eşleştirilmiş denemelerin bir genellemesidir. Friedman testi ise eşleştirilmiş işaret testinin genelleştirilmiş halidir ve boş hipotez etmenlerin hiçbir etkisi yoktur şeklindedir. Bu test etken-blok kombinasyonlarının her biri için tam olarak bir gözlem gerektirir.	2-yönlü ANOVA
MİNİTAB'IN PARAMETRİK OLMAYAN TESTLERİ	NE YAPAR?	PARAMETRİK TEST KARŞILIĞI
Runs (Sıra) Testi	Verilerin sırasının rasgele olup olmadığını test eder. Minitab'ta Stat>Quality Tools > Run Chart komutları, run kartı oluşturur.	Yok
	İkili ortalamalar her bir	

İkili ortalamalar	değerin kendisiyle ve diğer değerlerle ikili ortalamalarını hesaplar ve bu değerleri bir sütuna yazdırır. Bu ortalamalar genellikle Walsh ortalamaları olarak adlandırılır. Walsh ortalamaların kullanıldığı metodlardan birisi Wilcoxon metodu dur	Yok
İkili farklar	İkili farklar iki sütunda verilen değerlerin mümkün bütün çiftleri için farkları hesaplar ve bunları bir sütunda toplar. Bu farklar parametrik olmayan testler ve güven aralıkları için kullanışlıdır. Örneğin, Mann-Whitney metodunda verilen nokta tahmini farkların medyanının alınmasıyla hesaplanır.	Yok
İkili eğimler	İkili eğimler, y ve x sütunlarındaki bir satır uzayda bir nokta olacak şekilde bütün mümkün nokta çiftleri için eğimleri hesaplar ve depolar. Bu yöntem bir veri setine uyan doğrunun eğiminin güçlü(sağlam) tahminini bulmada faydalıdır.	Basit doğrusal regresyon
Levene testi	Varyansların eşitliği için bir testtir. Bu metot, gözlemlerin örnek ortalamasından çok örnek medyanından uzaklıklarını dikkate alır. Küçük hacimli örnekler için örnek ortalaması yerine örnek	Bartlett testi

	medyanını kullanmak testi daha güçlü hale getirir.	
MİNİTAB'IN PARAMETRİK OLMAYAN TESTLERİ	NE YAPAR?	PARAMETRİK TEST KARŞILIĞI
Parametrik Olmayan Dağılım Analizi- sansürlü veriler	Sansürlenmiş verilere ilişkin uygun bir dağılım mevcut olmadığı durumlarda arıza zamanlarını analiz eder. Sağkalım eğrilerinin eşitliğini test eder.	Parametrik dist analizi - sansürlü veriler
Hazard grafikleri,parametrik olmayan dağılım analizi	Eğer veriler sağdan sansürlü ise, deneysel hazard fonksiyonu ya da aktüeryel tahminlerin grafiğini oluşturur. Eğer veriler keyfi bir şekilde sansürlenmiş ise, aktüeryel tahminlerin grafiğini oluşturur.	Hazard grafikleri- parametrik dağılım analizi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.531-533

2.1.3.1.3.1. Parametrik Olmayan Testlerin Ne Zaman Kullanılacağına İlişkin Kılavuz

Aşağıdakilerden herhangi bir tanesinin doğru olması durumunda parametrik olmayan testler kullanılır.

1. Veriler farklı tipteki deney sonuçlarının sayımlarından veya frekanslardan oluşmuş ise.
2. Veriler sınıflayıcı ölçekte ölçülmüş ise.
3. Veriler sıralayıcı ölçekte ölçülmüş ise.
4. Parametrik yöntemlerin geçerliliği için gerekli olan varsayımlar sağlanmıyor ise veya doğrulanamıyor ise.
5. Örnek alınan dağılımın şekli bilinmiyor ise.
6. Örnek hacmi küçük ise.
7. Ölçümler kesin olmayan bir şekilde gerçekleştirilmiş ise.
8. Medyanı ortalamadan daha iyi temsil gücüne sahip kılacak şekilde veri setinde gözlemler ve/veya uç değerler bulunursa

Aşağıdakilerin her ikisinin de gerçekleşmesi durumunda parametrik yöntem kullanılır.

1. Derlenen ve analiz edilen veriler aralıklı veya oransal ölçek kullanılarak ölçüldüyse.
2. Parametrik yöntemlerin geçerli olabilmesi için gerekli olan tüm varsayımlar sağlanıyorsa.

2.1.3.2. Süreç Yeterlilik Analizi

Süreç yeterlilik analizi, aşağıdaki maddeleri kapsayan, iki aşamalı bir süreçtir.

1. Bir sürecin makul bir süre boyunca istatistiksel kontrol altına getirilmesi.
2. Uzun vadeli süreç performansının yönetim veya mühendislerce istenen değerlerle karşılaştırılması.

İstatistiksel kontrol altında olmayan süreçlere süreç yeterlilik yöntemlerinin uygulanması, süreç yeterliliğinin tahmininin güvenilir olmamasına neden olur ve bu nedenle bu asla yapılmamalıdır.

2.1.3.2.1. Süreç Yeterlilik Analizi Adımları

Aşağıda süreç yeterlilik analizi adımları sunulmaktadır:

1. Çalışma için bir aday bölge seçin

Bu adım kurumsallaştırılmalıdır. Bütün organizasyonların amacı, devam eden süreci geliştirmek olmalıdır. Ancak bir firma sınırlı kaynaklara sahip olduğu için ve tüm problemleri aynı anda çözemediği için, önceliklerini belirlemelidir. Bunun için kullanılacak araçlar pareto analizi ve balık kılçığı diyagramı olabilir.

2. Süreci tanımlayın

Yanlış sorunu çözmek tuzağına düşmek çok kolaydır. 1. adımda aday alan seçildikten sonra çalışmanın kapsamı belirlenir. Bir süreç makinelerin, araçların, yöntemlerin ve personelin kombinasyonudur. Sürecin her elemanı bu aşamada belirlenmelidir. Bu önemsiz bir çalışma değildir. Pek çok insanın fikri gerekebilir. Sürecin içeriği ile ilgili çatışan görüşler olabilir.

3. Çalışma için gereken kaynakları temin edin

Süreç yeterlilik çalışmaları normal işlemlerden ayrıdır ve hem malzeme hem insan kaynağı açısından önemli harcamalar gerektirir. Çok önemli bir proje olduğu için böyle yönetilmelidir. Tüm proje yönetim teknikleri etkili kullanılmalıdır. Buna planlama, programlama ve yönetim durum raporu verme dahildir.

4. Ölçüm sistemini değerlendirin

Ölçüm sisteminin işi yapılabilecek yeterlilikte olup olmadığını değerlendirin. Geçerli bir süreci ölçme yöntemi bulmak için gerekli zamanı harcamaya hazır olun.

5. Bir kontrol planı hazırlayın

Kontrol planının iki amacı vardır: 1. Mümkün olduğu kadar fazla önemli değişkeni ayırın ve kontrol edin. 2. Tamamen kontrol edilemeyen değişkenleri takip etmek için bir mekanizma kurun. Yeterlilik analizinin amacı bir sürecin dizayn edildiği şekilde yürütüldüğü zaman neler yapılabileceğini belirlemektir. Bu, operatör

ve satıcılar gibi potansiyel değişim kaynaklarının çalışma sırasında kontrol edileceği anlamına gelir. Diğer değişle iyi eğitilmiş bir operatör kullanılacak ve sadece bir satıcıdan malzeme alınacaktır.

Genelde önemli olan ama kontrol edilemeyen değişkenler vardır. Önemli değişkene örnek olarak sıcaklık barometrik basınç veya nem verilebilir. Belli süreç değişkenleri normal işlemin bir parçası olarak alınabilir.

6. Analiz için yöntem seçin

Kullanılacak İSK yöntemi bu aşamaya kadar verilen kararlara bağlıdır. Eğer performans ölçümü nitel ise nitel kartlardan biri kullanılacaktır. Sürekli ölçekte ifade edilen süreç performans ölçümleri için değişen kartları kullanılacaktır. Ayrıca çalışan personelin yetenek düzeyleri dikkate alınacaktır.

7. Veri toplayın ve analiz edin

Kontrol kartlarından birini kullanın. Verileri girerken ve analizi yaparken dikkatsizlikten kaynaklanan hataları yakalamak için, en az iki kişinin veri analizini incelemesi tavsiye edilir.

8. Özel bozulmaları araştırın ve ortadan kaldırın

Bir özel bozulma çok açık tespit edilebildiği gibi aylarca süren bir çalışma sonucunda da bulunabilir. Özel bozulmanın etkisi iyi de olabilir kötü de. Kötü etkiye sebep olan bir özel bozulmayı ortadan kaldırmak sebebin kendisini ortadan kaldırmaktır. Örneğin, iyi eğitilmemiş operatörler değişkenliğe sebep oluyorsa, özel bozulma eğitim sistemidir (operatör değil) ve daha az eğitime ihtiyaç duyulan bir süreç veya eğitim sisteminin geliştirilmesi ile elimine edilebilir. Ancak yararlı bir özel bozulmanın ortadan kaldırılması, özel bozulmanın normal işlem prosedürüne dahil edilmesidir. Örneğin bir kimyasal içeren malzemelerin daha iyi ürünler ürettiği fark edilirse özel bozulma yeni fark edilen malzemedir ve (yeni kimyasalın sürekli kullanılacağı şekilde sözleşme değiştirilerek) genel bozulma haline getirilebilir.

9. Süreç yeterliliğini tahmin edin

Mutlaka vurgulanması gereken nokta şudur: Sürecin istatistiksel kontrol altında olduğu belirlenmeden süreç yeterliliği tahmin edilemez. Süreç yeterliliğinin sayısal tahminini elde ettikten sonra yönetimin saptadığı değerle karşılaştırılmalıdır veya ekonomik modeller için girdi olarak kullanılabilir. Deming'in (Deming 1986, 409 FF) ya hep ya hiç kuralları, bir sürecin çıktısının 100% kontrole mi tabi tutulacağı yoksa olduğu gibi mi gönderileceğini belirlemek için kullanılabilecek basit bir model sunar.

10. Sürekli süreç iyileşmesi için plan yapın

Stabil süreç durumuna ulaşıldıktan sonra bunu korumak ve geliştirmek için adımlar izlemelidir. İSK bunu yapmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Daha da önemlisi sürekli gelişim firmadaki herkesin günlük hayatının bir parçası haline getirilmelidir.

2.1.3.1.2. Süreç Yeterlilik Verisinin İstatistiksel Analizi

Bu bölümde süreç yeterlilik çalışmasından elde edilen verilerin analizi için pek çok yöntem sunulmaktadır.

Kontrol Kartı Yöntemi: Nitel Veri

1. 25 veya daha fazla alt gruptan oluşan örnekleri seçin.
2. Uygun kartı çizin. Eğer tüm gruplar istatistiksel kontrol altındaysa 3. adıma gidin, değilse değişimin özel bozulmasını belirleyin ve bunu yok etmek için harekete geçin. Özel bir bozulmanın yararlı olabileceğini unutmayın. Bunlar sürekli hale getirilerek özel bozulma olmaktan kurtarılabilir. Özel bozulma, sadece gelip gittiği için “özel”dir, etkisi iyi veya kötü olduğu için değil.
3. Bir önceki adımdaki kontrol limitlerini kullanarak (işlem kontrol limitleri olarak isimlendirilir), kontrol kartlarını belli bir süre için uygulamaya koyun. Özel bozulmaların çoğunun saptanacağı ve ortadan kaldırılacağı kadar yeterli bir süre geçtiğinden emin olunca 4. adıma geçin.

4. Süreç yeterliliği, kontrol kartının merkez çizgisi olarak tahmin edilir. Nitel kartlardaki merkez çizgi sürecin uzun vadede beklenen kalite seviyesidir. Yani ortalama kusurlu oranıdır. Genel bozulmalar ile oluşan seviyedir.

Eğer süreç yeterliliği yönetimin isteklerini karşılamazsa süreci iyileştirmek için derhal önlem alınmalıdır. “Problem çözme” (her kusuru inceleme) işe yaramayacaktır ve karışıklığa neden olabilir. Gereklilikleri karşılasa da karşılamasa da olası süreç gelişimleri için işleme devam etmelidir. Kontrol kartları gelişimi ispatlayacaktır.

Kontrol Kartı Yöntemi: Nicel Veri

1. 25 veya daha fazla alt gruptan oluşan örnekleri seçin.
2. Uygun kartı çizin. Eğer tüm gruplar istatistiksel kontrol altındaysa 3. adıma gidin, değilse değişimin özel bozulmasını belirleyin ve bunu yok etmek için harekete geçin. Özel bir bozulmanın yararlı olabileceğini unutmayın. Bunlar sürekli hale getirilerek özel bozulma olmaktan kurtarılabilir. Özel bozulma, sadece gelip gittiği için “özel”dir, etkisi iyi veya kötü olduğu için değil.
3. Bir önceki adımdaki kontrol limitlerini kullanarak (işlem kontrol limitleri olarak isimlendirilir), kontrol kartlarını belli bir süre için uygulamaya koyun. Özel bozulmaların çoğunun saptanacağı ve ortadan kaldırılacağı kadar yeterli bir süre geçtiğinden emin olunca, süreç yeterliliğini aşağıda anlatıldığı gibi tahmin edin.

Süreç yeterliliği süreç ortalamasından ve standart sapmasından tahmin edilir. Standart sapma, ortalama değişim aralığına (range) veya ortalama standart sapmaya bağlı olarak hesaplanır. İstatistiksel kontrol durumuna ulaşıldıktan sonra yeterlilik, genel bozulmaların oluşturduğu seviyedir. Süreç standart sapmasını tahmin etmek için kullanılan formüller şunlardır:

R kartı yöntemi:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

S kartı yöntemi:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

d_2 ve c_4 değerleri sabit değerlerdir.

2.1.3.2.2. Süreç Yeterlilik İndeksleri

Sadece şimdi süreç, mühendislik şartları ile karşılaştırılabilir. Bunu yapmanın bir yolu, “yeterlilik indekslerini hesaplamaktır”. Bazı popüler yeterlilik indeksleri Tablo 14’ de verilmektedir.

Tablo 14. Süreç Yeterlilik İndeksleri

$\hat{C}_P = \frac{\text{mühendislik toleransı}}{6\hat{\sigma}}$
$\hat{C}_R = 100x \frac{6\hat{\sigma}}{\text{mühendislik toleransı}}$
$\hat{C}_M = \frac{\text{mühendislik toleransı}}{8\hat{\sigma}}$
$\hat{z}_U = \frac{\bar{U}SL - \bar{\bar{x}}}{\hat{\sigma}}$
$\hat{z}_L = \frac{\bar{\bar{x}} - LSL}{\sigma}$
$z_{MIN} = \min \text{imum}\{z_L, z_U\}$
$\hat{C}_{PK} = \frac{z_{MIN}}{3}$
$\hat{C}_{PM} = \frac{C_P}{\sqrt{1 + \frac{(\bar{\bar{x}} - T)^2}{\hat{\sigma}^2}}}$

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.472

2.1.3.2.4. Yeterlilik indekslerinin yorumu

Süreç yeterlilik indekslerini kullanmanın en büyük sakıncası, bunların analizi verilerde bir adım öteye götürmesidir. Tehlike şudur: analizi yapan, yeterlilik analizinin amacından (kaliteyi geliştirmek) uzaklaşır. Yeterlilik analizi, bu amaca ulaşmamıza yardımcı olması açısından önemliyken, dikkati başka tarafa çekmesi açısından da zararlıdır. Analizi yapan, yeterlilik indekslerini yorumlarken, sürekli bu prensibe değinmelidir.

C_p - Bu, kullanılan ilk yeterlilik indekslerinden biridir. Sürecin “doğal toleransı” 6 sigmadır. İndeks sürecin, doğal toleransı ile mühendislik isteklerini karşılaştırır. Sürecin normal dağıldığını ve süreç ortalamasının tam olarak mühendislik isteklerinin orta noktasında olduğunu varsayarak, C_p indeksi 1 çıkan sürece “yeterli süreç” deriz.

Ancak, süreç kayması için birazcık boşluk bırakırsak, C_p ’nin genelde kabul edilen minimum değeri 1.33’tür. Genelde C_p ne kadar büyükse o kadar iyidir. Bir 6 sigma süreci için, milyonda 3.4 hata üreten ve 1.5 sigma kayma içeren bir sürecin C_p değeri 2 olacaktır.

C_p indeksinin başlıca iki eksiği vardır. Birincisi, hem alt hem üst spesifikasyon limiti yoksa kullanılamaz. İkincisi, sürecin merkezini hesaba katmamasıdır. Eğer süreç ortalaması mühendislik isteklerinin tam ortasında değilse, C_p indeksi yanıltıcı sonuçlar verir. Son yıllarda C_p indeksi yerine C_{pk} indeksi kullanılmaktadır.

C_R - Bu indeks, C_p indeksine denktir. Süreci mühendislik istekleri ile karşılaştırır. Sürecin normal dağıldığını ve süreç ortalamasının tam olarak mühendislik isteklerinin orta noktasında olduğunu varsayarak, C_R indeksi %100 çıkan sürece “yeterli süreç” deriz.

Ancak, süreç kayması için birazcık boşluk bırakırsak, C_R 'in genelde kabul edilen maksimum değeri %75'tir. Genelde C_R ne kadar küçükse o kadar iyidir. C_R indeksi de C_P indeksi ile aynı noksanlara sahiptir. Bir 6 sigma süreci için, milyonda 3.4 hata üreten ve 1.5 sigma kaymaya izin veren bir sürecin C_R değeri %50'dir.

C_M - C_M indeksi, genelde tüm süreçten ziyade makinaların yeterliliğini değerlendirmek için kullanılır. Başka değişim kaynakları (örneğin, montaj, malzeme gibi) eklendiği zaman, değişim artacağından, C_M sürecin doğal toleransını ifade etmek için 6 sigma yerine 8 sigma kullanır. 6 sigma sürecinde kullanılacak bir makine için 10 sigmalık yayılım kullanılmalıdır.

z_U - Bu indeks sürecin konumunu (merkezi eğilimini) standart sapmasına ve üst gerekliliğe bağlı olarak ölçer.

Genelde z_U ne kadar büyükse o kadar iyidir. %0.1 veya daha az hatalı üretim olduğunu garantilemek için z_U 'nun en az +3 olması gerekmektedir. Süreçteki kaymalara izin vermek için genelde +4 değeri istenmektedir. Bir 6 sigma süreci için z_U +6 olacaktır.

z_L - Bu indeks sürecin konumunu (merkezi eğilimini) standart sapmasına ve alt gerekliliğe bağlı olarak ölçer.

Genelde z_U ne kadar büyükse o kadar iyidir. %0.1 veya daha az hatalı üretim olduğunu garantilemek için z_U 'nun en az +3 olması gerekmektedir. Süreçteki kaymalara izin vermek için genelde +4 değeri istenmektedir. Bir 6 sigma süreci için z_U +6 olacaktır.

z_{MIN} - Bu indeksin değeri z_L veya z_U 'dan küçük olanının değeridir. z_{MIN} C_{PK} indeksi hesaplanırken uygulanır. Bir 6 sigma süreci için z_{MIN} +6 olmalıdır.

C_{PK} - C_{PK} 'in değeri z_{MIN} 'in üçte biridir. Küçük değer en yakın sözleşme değerini temsil ettiği için, C_{PK} 'nin değeri sürecin istekleri gerçekten karşılayıp karşılamadığını gösterir. C_{PK} indeksinin en az +1 olması istenir, +1.33 tercih edilir.

C_{PK} 'nin C_P ile yakından ilişkili olduğu unutulmamalıdır, aradaki fark sürecin merkezidir. Bir 6 sigma süreci için C_{PK} 2 olmalıdır.

2.1.4. İyileştirme Aşaması

2.1.4.1. Altı Sigma Projelerinin Yönetimi

“Proje” sözcüğü, sözlükte şöyle tanımlanır:

1. Plan ya da öneri.
2. Birlikte çalışmayı gerektiren sorumluk, girişim.

Plan sözcüğüne bakıldığında,

1. Bir amacın gerçekleşmesi için yapılan tasarı, program ya da izlenen yöntem: hareket planı
2. Bir işlemin yürütülmesi için önerilen ya da geçici olarak belirlenen proje
3. Önemli parçaların sistematik olarak düzenlenmesi

Kalite konusundaki heyecan verici gelişmelere rağmen genellikle yönetim felsefesini ve organizasyon kültürünü dönüştürmeye gereksinim vardır; gerçek şudur ki, er ya da geç projeler gerçekleştirilmelidir. Projeler, olayların sistematik olarak değiştirildiği araçlardır, projeler planlama ve yapma arasındaki köprüdür.

Frank Gryna projeler hakkında aşağıdaki gözlemler aşağıdaki gibidir

:

- Üzerinde anlaşma sağlanan proje aynı zamanda yasal ve mantıklı bir projedir. Bu yasallık, projeyi resmi öncelik listesine sokar. Gereksinim duyulan bütçeyi ve personeli korumaya yardımcıdır. Ayrıca, projeyi yönetenlere önceden planlanmış toplantılara katılma, gerekli verilere ulaşma konusunda güven ve deneyleri yürütme konusunda da rehberlik sağlarlar.
- Proje, savunmacı ya da suçlayıcı bir atmosferi yapıcı aksiyonlardan birine dönüştürme ortamı sağlar.

- Bir projede yer almak, katılan kişinin sonuçta elde edilecek bulgulara katkıda bulunması olasılığını arttırır.
- Proje yaptıkça deneyim kazanılır; bunun bir başka yolu yoktur.

En son maddede, hem iyi hem de kötü haber vardır. Kötü haber, çok az sayıda projenin gerçekten başarılı olduğudur. İyi haber ise, işletmelerin mistik güçlere gereksinim olmaksızın projeleri yorumlamakta usta olabildiğidir. Gereksinim duyulan, etkin proje yönetimidir.

Proje, bir başlangıç ve bitiş zamanı olan, uygulanması sırasında belli miktarda kaynak tüketen ve bir sıra izleyen faaliyetler bütünü olarak da tanımlanabilir. Bina yapımı, gemi yapımı, makine yapımı, bir kitabın baskıya hazırlanması, kurultay ya da seminer hazırlığı gibi örnekler verilebilir.

Yönetim sözcüğü ise planlama, uygulama ve denetim işlevlerini içerir. Proje yönetimi, en etkin biçimde istenen sonucu verecek değişimlerin planlanması ve yorumlanması için bir sistemdir.

Proje yönetimi, bir amaca yönelik olarak kaynakların sağlanması ve yönetilmesidir. Bu kaynaklar şöyle sıralanabilir:

- Finansman
- İşgücü
- Malzeme
- Ekipman
- Teknik ve İdari İşgücü

Proje yönetiminin başarısı için bu kaynakların yeterli miktar ve kalitede gereken zamanlarda sağlamak ve etkin biçimde kullanabilmek gerekir.

2.1.4.2. Proje Planlama

Bir projeye başlamadan önce dikkatlice plan yapmanın birçok nedeni vardır:

1. Plan projenin bir simülasyonudur ve ortaya çıkan hataların tanımlanıp düzeltilmesini sağlar.
2. Plan, projede görev alan her kişinin rolünü ve sorumluluğunu tartışmak için bir araçtır.
3. Plan, birbiriyle ilişkili aktivitelerin koordinasyonu için temel olan parçaların birbirine uyumunu gösterir.
4. Plan, herhangi bir değişim için proje yöneticilerine müşterileri ile ilişki kurmada referans noktasıdır.
5. Plan, herkes için amaçlara ne zaman ulaşılacağını ve ne zaman aktivitelerin sonlandırılacağını gösterir.

Proje planı bir projenin “neden” ve “nasıl”ını gösterir. İyi bir proje planı aşağıdaki elemanları içerir:

- Amacın ortaya konması
- Fayda/maliyet analizi
- Fizibilite analizi
- Atılması gereken temel adımların listesi
- Tamamlanma zamanı
- Projenin yürütülebilmesi için gereksinim duyulan kaynakların tanımı (insan kaynakları dahil)

Plan ayrıca önerilen değişikliklerin etkinliğini değerlendirmek için kullanılacak nesnel başarı ölçütlerini tanımlar; bunlar bazen projenin “teslimatları” olarak da adlandırılır.

Proje planlamada amaç üç türlü olabilir: (i) Eldeki kaynaklar çerçevesinde projenin en kısa zamanda bitirilmesi (ii) Daha önceden belirlenmiş bir proje süresi dahilinde en az kaynak kullanımı ile projenin bitirilmesi (iii) Proje

toplam maliyetini en az yapacak bir proje süresinde projenin bitirilmesi. Proje planı bu amaçlardan benimsenmiş olan birisini gerçekleştirecek biçimde faaliyetlerin sıralanmasıdır. Bu sıralamanın doğru yapılabilmesi için faaliyetlerin olası süreleri, kaynak gereksinimleri ve birbirleriyle olan öncüllük ilişkileri göz önüne alınmalıdır.

2.1.4.3. Yararlı Proje Yönetim Araçları ve Teknikleri

Proje yönetiminde yararlı bulunan birçok araç ve teknikten söz edilebilir. Burada proje yönetimi temel yöntemlerini anlatan kısa tanımlamalar verilmiştir. Proje yönetimine özel teknikler bu bölümde bir başka kısımda detaylı olarak açıklanmıştır. Bu araçların birçoğu, proje yönetimine ek olarak kalite geliştirmede ve kalite kontrolde de genişçe kullanılmaktadır; bu araçların her biri ile ilgili ek bilgiler bu kitapta bulunabilir; bununla ilgili indeksten yararlanılabilir.

Proje planı- Proje planı, bir projenin “neden” ve “nasıl”ını gösterir. İyi bir proje planı, açıkça ortaya konulmuş bir amaç, fayda/maliyet analizi, fizibilite analizi, izlenecek temel adımlar, tamamlanma için öngörülen zaman ve projenin yürütülebilmesi için gereksinim duyulan kaynaklar (insan kaynakları dahil) konularını içerir. Planda ayrıca, önerilen değişikliklerin etkinliğini değerlendirmek için kullanılacak nesnel başarı ölçütleri de tanımlanmalıdır; bunlar bazen projenin “teslimatları” olarak da adlandırılır.

Gantt şemaları- Gantt şeması, zaman kısıtı dahilinde projeyi oluşturan aktiviteler arasındaki ilişkileri gösterir. Proje planlama ve denetimi yöneylem araştırması yöntemleri kullanılmaya başlamadan önce çoğunlukla Gantt şeması kullanılmaktaydı. Günümüzde de kullanılmakta olan bu şemalar, makro düzeyde yararlı olmakla birlikte büyük projelerde ve ayrıntılı analizlerde kısıtlı kalmaktadır. Gantt şemasında faaliyetler bir ölçeğe bağlı olmadan dik eksenle zaman ise yatay eksenle gösterilir. Böylece faaliyetler arasındaki ilişkileri grafik olarak göstermek ve kaynak tahsisi analizlerini yapmak için sınırlı da olsa olanak sağlar, Proje büyüdükçe ve faaliyet sayısı arttıkça Gantt şeması da kullanışlı bir yöntem olmaktan uzaklaşır.

Kilometre taşı şeması- Gantt şeması genellikle ek bilgi sağlamak için bir çeşit yol tanımlar. Kilometre taşı sembolü bir aktiviteden çok bir olayı ifade eder ve zaman ve kaynakların tüketimi değildir. Gantt şeması bu şekilde tanımlandıkları zaman genellikle **“kilometre taşı şeması”** olarak adlandırılırlar. Gantt ve kilometre taşı şeması, bir görev için kimin sorumlu olduğu, bir görevin neden planlanan zamanın gerisinde olduğu, düzeltici faaliyetlerin planlanmış veya daha önceden alınmış olması gibi ek bilgileri göstermek için tanımlanabilirler.

Pareto analizi- Pareto analizi, birçok potansiyel proje arasından hangi projenin ilk önce takip edilmesi gerektiğini söyleyerek fırsatları sıralamaya yardımcı bir tekniktir. Bir sonraki adımın ne olacağını belirlemek için sıralı olarak uygulanabilir. Pareto prensibi, Juran tarafından “az olan hayati önemli” ile “ikincil çoğunluk”u ayırmak olarak tanımlanabilir. Bu proje planının “neden”i ve “yarar”ıdır.

Bütçe- Bütçe, bir proje boyunca finans önerileri doğrultusunda tahminlenen harcamaların özet gösterimidir. Proje bütçeleri, proje boyunca işletmenin zaman ve para gibi kaynak harcamaları için bir sistematik plan sunarlar. Kaynak harcamaları, personel zamanı, para, malzeme ve ekipman kullanımı gibi harcamaları içerir. Bütçe, proje planının maliyet bölümüdür.

Süreç Karar Program Kartı (PDPC)- PDPC tekniği, olası planlar geliştirmede kullanılır. Hata türü, etkiler ve kritiklik analizi ve hata ağaç analizi (FTA) gibi güvenilirlik mühendisliği yöntemlerinden sonra modellenir. PDPC’nin etkisi, problemlerin proje planlarına etkisidir. PDPC’lere, problem meydana geldiğinde problemlerin etkisini azaltmak üzere alınacak özel önlemler eşlik eder. PDPC’ler, projelerin planlanmasında ciddi problemlerle karşılaşma şansını minimuma indiren proje planı geliştirirken kullanışlıdır.

Kalite Fonksiyon Göçerimi (QFD)- geleneksel olarak QFD, müşteri hizmetlerine bağlı olarak ürün ya da hizmetin tasarımı için kullanılan bir sistemdir. Yöntem olarak, müşteri gereksinimlerinden hareketle ürün ve hizmetler için talep

belirlenir. QFD karar süreci için dokümantasyon sağlar. Ayrıca QFD, bir projenin “ne” ve “nasıl”ını göstermek için kullanılır. Bu biçimde kullanıldığında QFD güçlü bir proje planlama aracı olmaktadır.

Matris Kartı- matris kartı, QFD’ nin basit bir uygulamasıdır (ya da belki de QFD matris kartlarının genişletilmiş uygulamasıdır). Bu kart, iki grup düşünce arasındaki ilişkiyi sistematik olarak analiz etmesi için tasarlanmıştır. Proje yönetimine uygulandığında iki düşünce olabilir, örneğin 1. “ne yapılacak? 2. “kim yapacak?”

Ok yaklaşımları- Ok, projedeki faaliyetleri ve bu faaliyetlerin öncüllük ilişkilerini sembolik olarak gösteren şemalardır. Ok yaklaşımının getirdiği yararlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Bir ya da daha fazla projenin aynı anda ve istenen ayrıntıda planlama ve denetiminin yapılmasına olanak sağlar.
- Faaliyetler arasındaki bazen oldukça karmaşık olan ilişkileri daha basit ve açık biçimde gösterir. Böylece projenin, planlamayı yapanların dışındaki kişilere kolayca açıklanabilmesini sağlar.
- Kritik faaliyetler kolayca belirlenebilir ve önemli faaliyet grubuna dikkat çekilmesi sağlanır.
- Bazı faaliyetlerin geç kalma ve/veya hızlandırılma etkilerinin ve bunlara bağlı oluşabilecek yeni darboğazların kolayca saptanabilmesini sağlar.
- Kaynakların, aynı kaynağı kullanan faaliyetler arasında en düşük toplam maliyeti verecek şekilde bölüştürülmesini sağlar.
- Projenin günü gününe takibi sağlanır. Böylece aksayan noktaların kolayca kontrolü sağlanır.

2.1.4.4. Proje Kartları

Proje için resmî kabul aşağıdaki gibi bir proje kartında gösterildiği gibi özetlenmelidir.

Proje Adı/ Sayısı			
Sponsor olan Organizasyon			
Anahtar Lider	Adı	Telefon Numarası	Posta Adresi
Sponsor			
Projede Görevli Kara Kuşak			
Projede Görevli Yeşil Kuşak			

Takım Üyeleri	Unvan/Görev	Telefon Numarası	Posta Adresi
<i>Destek Personel:</i>			
Finansal Danışman			

Anahtar Paydaşlar	Unvan	Telefon Numarası	Posta Adresi

Onay Tarihi	Proje Başlangıç Tarihi	Planlanan Tamamlanma Zamanı
Revizyon Numarası:		Tarih
Sponsor İmzası:		

Proje Adı/Numarası
Projenin Amacı
Problemin Tanımı
İşletmenin Proje kanalı ile istediği
Projenin Konusu (Proje ile yaratılan ürün ya da hizmet)
Proje için ayrılmış kaynaklar (lisans numarası ile birlikte)

Şekil 41. Altı Sigma Proje Kartı ve Durum Özeti

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.539-540

Altı Sigma Aşaması	Özet	Hedef	Durum
Tanımlama			
Ölçüm			
Analiz			
Geliştirme			
Kontrol			
Projenin tamamlanmasında karşılaşılan engeller (İlk 3)			
#	Konu	Çıkarılan Dersler	

1		
2		
3		

Şekil 42. Altı Sigma Aşama Durumu (DMAIC projeleri)

Kaynak: Pyzdek, 2003, s540

Projelerle ilgili birçok problem tekrarlı biçimde karşımıza çıkar:

- Projeler işletmelerin başarısında az etkili olmuş, ya da hiç etkili olmamıştır; başarılı olsa bile önemsenmemiştir.
- Takımların amaçları birbirine karışır. Örneğin, A takımının amacı metal hatalarını azaltmak, B takımının amacı dalgalı metal hatalarını azaltmak, C takımının amacı ise yuvarlak levha montaj problemlerini azaltmak.
- Projeler, kesintiye uğramış ya da tekrar tasarlanmak için planlanmış süreçleri geliştirmektir. Örneğin, bir başka fabrikada tekrar kurulmuş üretim süreci için iş akışını geliştirmek
- Yönetilebilir bir sistem (hastanın ameliyat için ön kaydı) üzerine çalışmaktan çok büyük bir sistem (hasta kabul) üzerine çalışmak
- Temel nedenler (dalgalı metal kusurları) üzerine çalışmaktan çok semptomlar üzerine çalışmak
- Proje teslimatlarının tanımlanmaması Örneğin, “Acil durumlarda bekleme zamanını azaltmak” yerine “TKY çalışmak”.

2.1.4.5. Yönetim Destek Stratejileri

2.1.4.5.1. Etkin Olmayan Yönetim Destek Stratejileri

Strateji 1: Çalışanların istenilen şekilde davranmaları için yönlendirilmesi:

Bu yaklaşımla, üst düzey liderler, çalışanları liderlerin istediği şekilde davranmaları için yönlendirir. Bunun anlamı, uyum sağlamayanların disiplin cezalarına tabi olacaklarıdır. Bir organizasyonda daha düşük düzeydeki insanlar bu gücün değerini

abartırlar. Üst düzey liderlerin bile emirle yönetmede sınırlı yetkilere sahip olduğu bir gerçektir. İnsanoğlu doğası itibari ile kendine göre en iyi olacak karara hareket eder. İnsanları yönlendirme olmasa, onlar üzerinde fazla etkili olunmaz. Başvuru otoritesinin varlığının neticesi şudur ki, belirli durumlarda liderlerin onlardan ne yapmalarını beklediğini hissetmeleri için karar yapıcılarının sürekli bir çaba içinde olmaları gerektirir. Bu, herkesin lidere yardım ettiği için karmaşaya neden olmaktadır. Liderliğin bir biçimi olarak yönlendirme ile ilişkin bir problem de basit iletişim problemidir. En iyi şartlarda insanlar liderlerin emirlerini genellikle yanlış yorumlayacaktır.

Strateji 2: Kuralları yetki yolu ile değiştirilmesi: Kurallar yetki ile değiştirildiği zaman ortaya çıkan sonuç yine karışıklıktır. Bugün kurallar nedir? Kurallar yarın ne olacak? Bu yine durgunluğa neden olacaktır çünkü insanlar gelecek için plan yapma yeteneği olmayabilir. Kurallar değişimi güçleştirse bile, kurallar aynı zamanda başka faydalı amaçlara hizmet edecek istikrar ve yapının oluşmasına yardım eder. Rehberlik sağlayan ilkeler kümesi yerine güce dayalı olarak keyfi değişimler daha fazla zararlı olur.

Strateji 3: Kuralların delinmesine yetki verilmesi: Burada kuralların olması kabul edilir, fakat liderin favori projeleri için istisnalara yer verilir. Sonuç, kuralların benimsenmemesi ve önemsenmemesidir ve kuralların ihlal edilmesinin ihlal edenlerin dışındakileri bağlamasının ortaya çıkaracağı kızgınlıktır. İyileştirme, kuralları delmenin resmi metodunun geliştirilmesidir. Bu az keyfi olmasına rağmen, başka bir karmaşıklık tablosunun oluşmasına neden olur ve ilk planda değişimi zorlaştıran kuralların değişimini sağlamaz.

Strateji 4: Kaynakların projeye yeniden yönlendirilmesi: Liderler aynı zamanda emir yetkilerini kaynakların projeye yeniden yönlendirmesi için kullanabilir. Bunu yapmanın en iyi yolu stratejik öneme sahip projelerin yeterli ölçüde politikanın bir meselesi olarak desteklendiğini güvence altına almak için adil, basit ve anlaşılabilir bir sistemi oluşturmaktır.

2.1.4.5.2. Etkin Olan Yönetim Destek Stratejileri

Strateji 1: Resmi örgüt ve örgüt kültürünün dönüştürülmesi: Organizasyonel engeller sonucunda ortaya çıkan problemlere en iyi çözüm, bu engelleri içermeyecek biçimde organizasyonun biçimini değiştirmek. Daha önce tartışıldığı gibi bu süreç emir yardımı ile oluşturulmaz. Liderler proje takımına başarı için yardım eder. Dönüşüm, için ne gibi ihtiyaç duyulduğunu öğrenir. Liderler, ikna edici güçlerini kullanarak kavga yerine değişimi kucaklayan bir kültür yaratmanın keşfedici heyecanını üzerlerine alırlar.

Strateji 2: Akıl Hocalığı (Mentoring): Greek mitolojisinde Mentor yaşlı bir adamdır. Odeyseus'un güvenilir danışmanı ve oğlu Telemachus'un öğretmeni ve koruyucusudur. Bugün “mentor” terimi bir bilgin, öğretmen veya güvenilir bir danışman olarak tanımlanır. Organizasyon hiyerarşisinde bu kişi önemli bir pozisyonda yer aldığı zaman engellerin ortadan kaldırılmasında güçlü bir etkisi olabilir. Modern organizasyonlar karmaşık ve düzensizdir. Mentor, otoritenin açıklayıcılığını kullanarak proje yöneticisine yardım eder. Aynı zamanda Mentor'un kıdemli pozisyonu, karmaşıklıkları görmesine ve gereksiz kural ve prosedürleri ortadan kaldırmasına imkan tanır.

Strateji 3: Resmi olmayan liderin belirlenmesi ve desteğinin sağlanması: Mentor' lar, aynı zamanda, projeye gerçekten ihtiyacı olan desteği verecek kişinin organizasyon şemasında ilgili yerde bulunan kişi olmadığını deneyimleri ile bilir. Mentor, proje liderine, fikri gerçekten etkili olan kişiyi yönlendirir.

Strateji 4: Çalışanlar, prosedürler, kaynak kısıtları ve diğer engellerin üstesinden gelmek için uygun yolların bulunması: Proje yöneticisi tarafından bilinmeyen araçlarla onaylar ya da kaynakları elde etmek mümkün olabilir. Proje planında yapılacak küçük bir değişiklik hantal bir prosedürde tamamıyla bir bypass sağlayabilir. Örneğin, takıma bir mühendisin katılması, yetkiyi otomatik olarak mühendislik bölümünden ziyade takım içersine aktaracaktır.

2.1.5. Kontrol aşaması

2.1.5.1. Proje Sonrası Kontrole Devam Edilmesi

Tüm organizasyonlar kararlılığı sağlayabilmek ve istenmeyen değişikliklere karşı koruma sağlayabilmek için sistem tasarlamışlardır. Genellikle bu sistem yararlı değişiklikler yapılmasını da zorlaştırmaktadır. Burada zor kazanılmış gelirleri korumak için bazı yollar önerilmektedir.

- Politik Değişiklikler, Hangi ortak politika projenin sonucunu değiştirebilir? Bazı politikalar eskiyi sağlıyor mu? Yeni politikalar ihtiyaç var mı?
- Yeni Standartlar, Proje organizasyonu bazı standartlara uygun hale getirdi mi? (örneğin, ISO9000, çevresel standartlar, ürün emniyet standartları) Getirdi ise standart benimsenmeli ve geri dönüşümü engellenmeli. Eğer bir sanayi standardı benimsendi ise bu projenin yararlarını sürekli kılmaya yardımcı olacak mı? Müşteri standartları? ANSI, SAE JCAHO, NCQA, ASTM, ASQ veya başka herhangi bir standart organizasyonun standardı olabilir mi? Çevresel standartlar? Standartlara uygun kabul edilmenin genellikle etkin bir pazarlama aracı olduğunu unutulmamalıdır! Pazarlama birimi ile görüşülmeli ve eğer mümkünse standartların benimsenmesi için onlardan da yardım alınmalıdır.
- Prosedürleri Değiştir, Prosedürler yapılacak varsayılan şeylerin yollarını tanımlar. Muhtemelen projeler daha iyi ve farklı sonuçlar getirdiğinden beri bazı şeyler daha farklı yollarla yapılıyor. Burada önemli olan bu değişikliklerin formal prosedürler ile birleştirildiğinden emin olunmalıdır.
- Kalite Tahminlerin ve Gözden Geçirme Kriterlerini Değiştir, Kalite kontrol faaliyetleri taleplere uyumu sağlayan organizasyonun var oluşu içindedir. Bu yapılan işlerde meydana gelen değişikliklerin dökümantasyonlarda da bu değişikliği gerçekleştirerek çalışır.
- Teklifi edilen Modellerde Fiyatları ve Kontratları Güncelle, Bir ürünün satış için fiyatı direk kazanç kayıp ve iş başarısı ile ilgilidir. Bu nedenle; proje gelişimi, bilgi ve sayısal sistemlerin dolaylı olarak içerdiği teklif edilen ve fiyatlandırılan modellerin birleşiminde saklıdır.

- Mühendislik Çizimlerini Değiştir, Birçok Altı Sigma projesi problemin çözümünün bir parçası olarak mühendislik çalışmalarını da değiştirmeyi önermektedir. Örneğin; bir uygun süreç kabiliyeti değerlendirme Altı Sigma projesinde mühendislik isteklerinin aşırı sıkı olduğu anlaşılmıştır. Belki planlayıcı istatistik toleransları yerine daha düşük toleranslar kullanmış olabilir. Proje takımı burada bulunan sonuçlarda mühendislik çizgilerdeki asıl değişikliği temin etmelidir.

- İmalat Planını Değiştir, Ürün üretimi ve süreci genelde organizasyonlarda detaylı olarak tanımlanmaktadır. Eğer üretimde geliştirilen yaklaşım ve personel kaybına bağlı bir değişiklik yok ise Altı Sigma proje takımı bunun için daha iyi bir yol geliştirecektir. Bu organizasyonlar için Altı Sigma takımı projenin bir parçası olarak tamamen yeni bir üretim planı ve süreç geliştirecek.

- Muhasebe Sistemini Gözden Geçir, Altı Sigma projeleri iş sisteminin kendi değer dalgalanmalarını alır. Süreci ve sistem perspektifi ile düşünülen hesaplamalar dışında meydana gelen değişikliklere bağlı veya diğer hesaplama sistemleri daha iyi düzenlemiştir.

- Bütçenin Gözden Geçirilmesi, Geliştirmenin anlamı daha fazla şey daha az şey ile yapılabilir. Serbest pazarın genel kuralının fazla akış en fazla verimliliği getirir olmasına rağmen bütçe ayarlanmalıdır.

- İşgücü Tahminlerini Gözden Geçir, Taiichi Ohno çalışma tasarrufu ile değil sadece işgücü tasarrufu ile ilgilendiğini söylemiştir. Bir başka deyişle sonuç olarak Altı Sigma projeleri insanla üretilmiştir. Altı Sigma şirketleri en mükemmel verimliliğin, daha kaliteli, daha hızlı bir döngü süresini takip eden, müşteri için daha değerli ürünleri daha çok satanlardır.

- Eğitimi Gözden Geçir, İnsanlar yaptıkları işin yeni yollarını iyi bilmeliler. Tüm çalışanların eğitildiğinden ve yeni işe başlayan elemanların tanıtım aldıklarından ve eğitildiklerinden emin olunmalıdır. Yapılmış olan eğitimler değerlendirilmeli ve gerekli ise yeniden yapılmalıdır.

- Bilgi Sistemini Değiştir, Örneğin; MRP, envantere kaydedilen talepler, v.b organizasyonda meydana gelen birçok şey insan eli değmeden olmaktadır.

Örneğin;

- Altı Sigma projesi emniyet stoğu için ihtiyacı çıkarabilmesine rağmen satın alma sırası envanter belirlenen seviyenin altına düştüğü zaman otomatik olarak çıkarılır.
- MRP genel olarak zaman döngüsü içinde geliştirilmesi ile eski zaman döngüsü üzerinde sağlanan basit bir çizelgedir.

2.1.5.2. Kontrol Planlaması İçin Kullanışlı Araç Ve Teknikler

- Proje Planlama, Tanımlama, ölçme, analiz etme ve geliştirme aşamaları ve kontrol planı geliştirme süreci boyunca birçok Altı Sigma araç ve teknikleri kullanılır. Bunların içinde belki de akılda kalması gereken en önemlisi kontrol planlamadır ve bir anlamda orta projedir. Faaliyetler, sorumluluklar, süreler, üretimin teslim edilebilir önemli günü dikkatlice listelenmelidir. Eğer süreçte büyük değişiklikler olursa orta proje kontrolü eğer ana proje sponsoru yeni sistemi kabul ederse kabul ederse yeni bir üstlenici ve sponsor önerebilir. Detaylı iş süreç değişim kontrol planı hazırlanır ve siyah kuşak, sponsor ve süreç sahibi sürekli gelişimden sağlandığında gün tutulur.
- Beyin Fırtınası, Altı Sigma takımı kendi organizasyon fikirlerini birbirlerine tanıtarak beyin fırtınası yöntemi ile listeyi genişletirler.
- Güç -Alan Diyagramı, Bu noktada zor alan diyagramı çok kullanışlıdır. Değişiklikler üzerindeki güçlükler gösterilerek kaldırılır, ve bunlar üzerinde aksi güç yaratılır. Burada elde edilen fikir, süreç kontrol planının geliştirilmesi Altı Sigma projesinde organizasyonun daha zevkli daha yararlı çalışmaya devam edeceğini garanti eder.
- Süreç Karar Program Çizelgesi Olasılık planlama geliştirme aracı olarak kullanışlıdır.
- Hata Modu ve Sonuç Analizi(FMEA) FMEA kullanımı geliştirme aşamalarında kullanılmakla beraber kontrol planlama için de çok kullanışlı olduğu belirtilmelidir.

2.2. Veri Madenciliği

Altı Sigma faaliyetleri ile yakından ilgili olan 3 enformasyon sistemi vardır:

- Veri ambarlama
- On-line analitik işleme (OLAP)
- Veri madenciliği

İlk konu, kuruluşun hangi verileri elinde bulundurduğu ile ilgilidir ve dolayısıyla Altı Sigma faaliyetlerinde kullanılabilir. Bu konu, Altı Sigma analizleri için giriş kolaylığı sağlayarak verinin nasıl depolandığını etkiler. OLAP, büyük veri tabanlarının, Altı Sigma teknik liderlerinin sahip olduğu teknik bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından analiz edilmesine olanak sağlar. Veri madenciliği ise, verilerin, gelişmiş araçlar ve yöntemler kullanılarak geriye dönük analizini içerir.

2.2.1. Veri Ambarlama

Veri ambarı ilişkili verilerin sorgulana bilindiği ve analizlerinin yapılabilirdiği bir depodur. Bir veri ambarı, analizler ve sorgular için kullanılabilir, bütünleşmiş bilgi deposudur. Veri ve bilgiler, üretildiklerinde heterojen kaynaklardan elde edilirler. Standford Üniversitesine göre: Veri ambarı, başlangıçta farklı kaynaklardan gelen verinin üzerinde daha etkili ve daha kolay sorguların yapılmasını sağlamaktadır.

Veri Ambarları, sağlık sektöründen coğrafi bilişim sistemlerine, işletmelerin pazarlama bölümünden üretime, geleceğe dönük tahminler yapmada, sonuçlar çıkarmada ve işletmelerin yönetim stratejilerini belirlemede kullanılmakta olan bir sistemdir. Pahalı bir yatırım maliyeti olsa bile sonuç olarak getirisi (yararı) bu maliyeti kat kat aşmaktadır.

İş organizasyonlarında bilgi akış mimarisinde veri ambarları iki amaçla oluşturulmaktadır:

1. Hareketsel ve organizasyonel görevler arasındaki depo ve analitik stratejik verilerin birikimini sağlar. Bu veriler daha sonra yeniden kullanılmak üzere arşivlenir. Veri ambarları verilerin sorgulanabildiği ve analiz yapılabilindiği bir depodur.

2. Veri Ambarlarının pazarda yeni fırsatlar bulmaya, rekabete katkı, yoğun proje çevirimi, iş, envanter, ürün maliyetlerinin azalmasının yanında farklı işlere ait verilerin ilişkilendirilmesi, karar destek ve alınan bilgiye hızlı cevap verebilme gibi birçok katkısı vardır.

Immon' a (1996) göre bir veri ambarı zamanla ani değişimler olmayan ve yönetim tarafından destek kararların alınabileceği, konuların (birimlerin) toplanması hakkında bütünleşmiş bir veri toplamıdır.

Bu tanımdan yola çıkarak, veri ambarının birinci özelliği konuların yönelimidir. Bunun anlamı bir veri ambarındaki veri işletme tarafından daha çok konulara göre bölünebilmelidir. Örneğin sigorta şirketi veri ambarına verileri koyar ve müşteri, poliçe ve sigorta ücreti, sivil sorumluluk, yaşam ve kazadan daha çok bölünebilir. İkinci özellik veri birleştirmedir ve kesinlikle en önemlisi budur. Veri ambarı toplanan veriden farklı uygulamalar tarafından kullanılan bir yığın standartlar ile mükemmel bir şekilde birleştirilmesi zorunludur. Örneğin çeşitli operasyonel işletme uygulamaları farklı yollarla müşteri yerine kodu işlemeli ve veri ambarı bilgiyi depolamadan önce iki anlama gelmeyen bu standartları tanımak zorundadır.

Üçüncü olarak bir veri ambarı 5 ile 10 yıl arası genellikle verinin zamana bağlı uzunluğu değişebilir. Bu zaman içinde toplanan verinin özel zamanlarda fotoğrafı çekilebilir. Aynı zamanda bir veri ambarı daimi geçerliliğe sahip değildir, çünkü güncelleştirme sayesinde daha çok veri eklenir. Diğer bir deyişle fotoğraflar her bir zamanda güncellenen veriyi göstermeyecektir ama yeni bir fotoğraf ile birleştirilebilir olacaktır. Sonuç olarak bir veri ambarı yönetim kararları için ilişkili bilgiler üretmek zorundadır.

Bunun anlamı bir veri ambarı işletme bilgi alma sistemi organizasyonlarının yapılması için tüm verilerin kutusuna ihtiyaç duyar. Bu veri ambarı ve diğer işletme veri tabanları arasındaki temel farklılıktır. Operasyonel veri tabanlarında işletme ile (çeşitli yönetim kararlarıyla ilişkili) ilgili istatistiksel analizleri uygulamak neredeyse imkansızdır. Diğer yandan bir veri ambarı özel amaç ile yapılandırılır.

Bir veri ambarının yaratılması iki yaklaşım yoluyla yapılır: İlk yaklaşım tüm şirket bilgileri ile çevreden gelen bilgileri birleştirerek oluşturulan tek merkezileşmiş yaratıma dayanır. İkinci yaklaşım ise veri pazarı adı verilen farklı temaya sahip veri tabanlarını bir araya getirmektedir. Başlangıçta bu veri tabanları birbiri ile bağlantılı değildir, ama mükemmel olarak birbirine bağlantılı bir yapı yaratılması için geliştirilebilir. Birinci yaklaşım sistem yöneticisine girilen verilerin sürekli olarak kalite kontrolünün yapılmasına imkan verir. Ama yeni verilen girmesiyle genişlemesi ve diğer veri tabanlarıyla bağlantısının sorunsuz olması için dikkatli bir programlama gerekir. İkinci yaklaşım başlangıçta uygulanması daha kolaydır ve o an için en popüler çözüm yoludur. Çeşitli veri pazarları birbirleri ile bağlantılı olduğunda problemler ortaya çıkar çünkü tanımlama, temizleme ve dönüşüm için gerçek bir çaba gerekir. Kelimenin tam anlamıyla bir veri ambarı olana kadar problem devam eder.

Veride dağılım ve korumayı amaçlayan bir sistemde organizasyon verisi hakkında bilgi de gereklidir. Bu veriye meta veri adı verilir ve veri ambarının içinde güvenlik seviyesini arttırmak için kullanılabilir. Buna rağmen bilgiye erişimine de imkan vermesi istenebilir. Bazı özel veri pazarları ve bazı detaylar sınırlı erişim gerektirir. Meta veri, yönetim, organizasyon ve aktiviteleri tam olarak kullanmak için gereklidir. Bir analist için hangi karlı verinin hesaplanacağını, doğru veriden önce, farklı olarak satış alanlarını ayırmak ve zaman için çok periyotlu olayların nasıl bölüneceğini bilmek çok faydalı olabilir. Meta veri, veri ambarında bilgi gösteriminin değerini arttırmada yardımcı olur, daha güvenilir hale gelir.

Bir veri ambarı sisteminin diğer önemli bileşeni veri pazarlarının birleştirilmesidir. Veri pazarı tematik bir veri tabanıdır, genellikle özel amaçlara göre belirlenmiştir ve oldukça basit bir biçimde gösterilir.

Özetlemek gerekirse geçerli bir veri ambarı yapısı aşağıdaki bileşenlere sahiptir:

- a) Verinin depo evi olan merkezileşmiş bir arşiv
- b) Veri ambarında nerede ve neyin mevcut olduğunu tanımlayan bir meta veri yapısı
- c) Veri matrisleri gibi istatistiksel yapılar içinde değiştirilebilen ve kolayca ulaşılabilen spesifik ve tematik veri pazarı dizisi

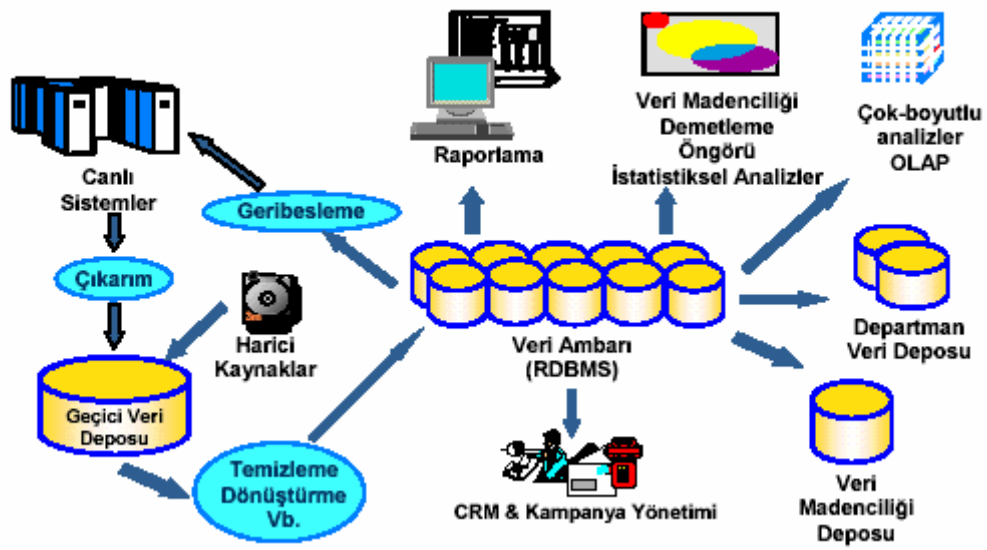
Bu bileşenler işletme bilgi alma sisteminin ihtiyacı olan daha kolay erişilebilirliği sağlar. OLAP ve veri madenciliği için veri sorgulama ve raporlamadan sıralanabilir.

Veri ambarlama hızlı bir şekilde gelişmiştir. 1990'da hemen hemen var olmamasına rağmen, bugün tüm büyük şirketler en az bir veri ambarına, hatta bazıları birkaç veri ambarına sahiptir. Pek çok satıcı, yazılımdan donanıma komple sistemler için veri ambarlama çözümleri sunmaktadır. Konuyla ilgili çok az standart bulunmaktadır ve veri ambarı kadar veri ambarlama uygulamaları vardır. Ancak, veri depolamaya çoklu sıralı (**multitiered**) yaklaşım, ilgi kazanan bir modeldir, teknolojiye son gelişmeler ve fiyatlardaki düşüşler bu seçeneği tüzel kullanıcılar için daha çekici hale getirmiştir.

Çoklu sıralı veri ambarlama yapısı, verilerin kuruluştaki nasıl kullanıldığı konusuna odaklanır. Giriş ve saklama etmenlerinin, verilerin çoklu bölümsel ambarlarda özetlenmesini gerektirdiği durumlarda, ambarın verilerdeki geçmiş analizlere ait tüm detayları tutması Altı Sigma analizi için daha iyidir. Bu yapının ana bileşenleri şunlardır:

- *Kaynak sistemleri* verilerin geldiği yerdedir.

- *Veri transferi ve temizlenmesi* verileri farklı veri kaynakları arasında hareket ettirir.
- *Merkezi ambar* veri deposunun ana saklama yeridir.
- *Metadata* neyin nerede mevcut olduğunu tanımlar.
- *Veri pazarları (mart)* son kullanıcılar ve uygulamalar için hızlı, uzmanlaşmış giriş sağlar.
- *İşlemsel geribildirim* karar desteği işlemsel sistemlerle birleştirir.
- *Son kullanıcılar* ambar kurulduğu ilk yerde geliştirilmenin nedenleridir.



Şekil 43. Veri Ambarı Bileşenleri

Kaynak: Dolgun, 2006, s.11

Her veri ambarı bu yapı bloklarından en az birini içermektedir. Veri, kaynak sistemlerinde yaratılır ve çeşitli bileşenler aracılığıyla son kullanıcılara gider. Bileşenler donanım, yazılım, ve ağlar olarak tanımlanabilir. Amaç, yeni enformasyon yaratmak ve ardından iş performansını geliştirmek için kullanılan enformasyonu ulaştırmaktır. Diğer bir deyişle, veri ambarı karar destek sisteminin bir parçasıdır.

Veri ambarı, karar alma mekanizması için veri erişiminin iyileştirilmesini sağlar. Veri ambarı, karar destek sistemleri için işletmenin verilerini tek bir entegre

veritabanında saklayan ve geçmişe yönelik bir bakış açısı sağlayan kolaylaştırıcı bir mekanizmadır. Veri ambarının iki karakteristik özelliği, entegre bir veri kaynağı oluşu ve içerdiği verilerin zamanla değişmiyor olmasıdır. Entegrasyon ile kastedilen, işletmedeki farklı veri kaynaklarını birleştirip tek bir noktadan erişilebilir hale getiriyor olmasıdır. Zamanla değişmeyen ile kastedilen ise entegrasyonu sağlanan verilerin geçmişe ait değişken olmayan veriler olmasıdır. Veriler veri ambarına kopyalanıp yerleştirildikten sonra işlem görüp değiştirilmezler. Veri ambarı, bir uygulama değil, uygulamalara geçmiş zamanlara ait verileri istenilen formatta sağlayan bir kolaylaştırıcıdır. Veri ambarı, arşivlenmiş operasyonel verileri özetler ve farklı formattaki veriler arasındaki tutarsızlıkların üstesinden gelir.

Veri ambarı yaklaşımı genel olarak üç adımdan oluşur:

1. Sorgular yardımıyla ilgili veriyi bulunduğu kaynaktan kopyalamak
2. Kopyalanan verileri filtreleyerek gereksiz, eksik, yanlış verilerden arındırmak
3. Verilerin entegrasyonunu sağlamak.

Bir kullanıcı sorgusu veri ambarına geldiğinde, işletilmek için orijinal kaynağa gönderilmemektedir. Özellikle veri kaynakları birden fazla ve birbirinden uzaksa, kullanıcı sorgusunun gerekli işlemlerden geçirilip orijinal veri kaynağına taşınması, sadece karmaşık olmakla kalmayıp aynı zamanda zaman alıcı bir işlemdir. Bu yüzden veri ambarcılığı, işlem ve entegrasyonun bir sorgu geldiğinde başladığı geleneksel pasif yaklaşımlarla karşılaştırıldığında bilgi entegrasyonuna daha aktif bir yaklaşım olarak kabul edilir. Ayrıca veri ambarı, metadata yönetimini kolaylaştırır ve son kullanıcının kontrolündeki kritik veriler için güvenli ve uzun dönemli bir depo sağlar.

2.2.1.1. Veri Ambarının Elemanları

Veri ambarı ve veri madenciliğinin daha iyi anlaşılması için bazı önemli kavramların açıklanmasında fayda vardır.

2.2.1.1.1. Meta Veri

Kaynak verilerin biçim ve tanımlarının saklandığı kayıtlara meta veri denir. Meta veri, son kullanıcının verileri bulup anlamasına yardımcı olan bilgiler olduğu için bir veri ambarı için son derece önemlidir. Meta verinin içermesi gereken özelliklerden başlıcaları, verinin yapısı, özetleme için kullanılan algoritma ve verinin operasyonel ortamdan veri ambarına aktarılma süreci ve şeklidir. Genel anlamıyla “veri hakkındaki veri” olarak ifade edilebilecek olan metadata, verinin kaynağını, dönüşümlerini, özetlemeden geçip geçmediğini, tüm boyutlarının bir listesini, zaman dilimini, ve diğer uygun bilgilerini içeren eksiksiz bir profilini sağlar. Meta veri ayrıca veri ögeleri arasında standart bir sınıflama sistemine de olanak tanır. Örneğin “satış” teriminin bir işletme için birçok anlamı vardır. Satış departmanı için, müşterilerle olan ticari işlemlerdir. Envanter yöneticileri için, değiştirilmesi gereken üründür. Muhasebe bölümü için, gelirlerden maliyetlerin ve giderlerin çıkarılması ile hesaplanabilen kar ya da zarardır. Bu fonksiyonel ortamlardaki her bir satış terimi zaman dilimine, nerde olduklarına ve ihtiyaç duyulan faaliyetlere göre bir parça değişiklik gösterir. Meta veri, veri ambarındaki her veri ögesinin karakterini kesin olarak belirleyen standart sınıflamalar sağlar.

2.2.1.1.2. Operasyonel Veri

Operasyonel sistemler, muhasebe, stok ve sipariş gibi karmaşık olmayan işletme fonksiyonları ile ilgilidir. Bu sistemler olmadan işletmenin bir fonksiyonu olamaz. Operasyonel sistemler büyük miktarlarda ve detaylı verileri barındırır. Bu veriler anlık olarak değişebilme potansiyeline sahip olduğu gibi, sistemlerde sürekli olarak artan bir veri miktarı söz konusudur. Operasyonel sistemler, işletmenin şu anki durumunu yansıtan verilere ihtiyaç duyarlar, geçmişe ait verilere duyulan ihtiyaç fazla değildir. Operasyonel sistemler kendi veri tabanlarına sahiptirler, bu veritabanları çoklu isteklere cevap verecek şekilde tasarlanmıştır. Operasyonel veri, işletmenin günlük rutin işlemlerinin devamlılığını sağlamak için temel teşkil eder, fakat bu veriler başka analizler için uygun değildir. Veri ambarcılığının başlıca odak

noktası, operasyonel veriyi işleyip entegre ederek analitik veri haline getirip veri madenciliği uygulamaları için uygun şekilde veri ambarında saklamaktır.

2.2.1.1.3. Analitik Veri

Analitik veri, diğer bir ifade ile çözümsel ya da çözümlemeli veri, farklı olaylar sonucu operasyonel sistemlerde ortaya çıkan işlenmemiş veri veya veri gruplarının belirli bir sorun ya da soruya çözüm sağlamak amacıyla bir araya getirilmiş durumudur. Bir müşterinin satın alma geçmişi veya bir ürünün satış durumu, analitik veri örnekleridir. Analitik uygulamalar, çalışanların, işletmedeki görevlerine katkı sağlayacak bilgilere erişimini ve bu bilgileri analiz etmelerini sağlar. Analitik sistemler, bir olay ya da durum hakkında bilgi sağlayan sistemlerdir. Karşılaştırmalar yapmak ya da ilişki ve trendleri analiz etmek, analitik işlemlerin kapsamındadır. Bu işlemler için gerekli olan analitik veriler genellikle veri ambarlarında depolanırlar.

2.2.1.2. Veri Ambarının Amaçları

Veri ambarının temel amacı, verinin analitik incelemeye uygun bir biçimde işletme ölçeğinde entegrasyonudur. Bu nedenle veri ambarı aşağıdaki amaçlara hizmet etmektedir.

- i. Operasyonel sistemlerin yarattığı değişik içeriklere sahip ham verileri, daha sonra üzerinde işlem yapabilmek için farklı ve güvenli bir ortamda saklamak.
- ii. Geçmişe dönük verilerin düzenli bir şekilde depolanmasını sağlayarak ve bu verilere erişimi kolaylaştırarak karar destek sistemlerini desteklemek.
- iii. Veri ambarıyla veri erişimini ayırarak, operasyonel sistemlerdeki tekrarlanan sorgulardan kaynaklanan performans düşüklüğünü engellemek.
- iv. Operasyonel ve analitik amaçlarla ihtiyaç duyulan farklı veri yapılarının tanımlanmasını sağlamak.

2.2.1.3. Veri Ambarının Özellikleri

a. *Konuya yönelik:* Verilerin uygulamaya göre değil, konularına göre düzenlenmesini ifade eder. Yani, veri ambarı kullanan bir sigorta şirketi verilerini hayat sigortası, otomobil sigortası, vb. ürünlerine göre değil, müşterilerine, sigorta primlerine ve poliçelere ödenecek paraya göre düzenleyecektir. Konuya göre düzenlenmiş veri, sadece karar destek işlemi için gerekli olan bilgiyi içerir ve farklı karar destek uygulamaları için bilgi sağlayabilme imkanına sahiptir.

b. *Entegre:* Veriler operasyonel ortamda birçok farklı uygulamada tutuluyor olduğu zaman genellikle veriler birbirleri ile tutarsız olurlar. Örneğin, bir uygulamada cinsiyet alanı K ve E olarak kodlanmışken, diğer bir uygulamada bu 1 ve 0 olarak kullanılıyor olabilir. Veriler operasyonel ortamdan veri ambarına aktarıldıkları zaman ortak bir kurala göre kullanılmaktadır, örneğin K ve E. Veri ambarına aktarılan operasyonel veriler çeşitli ön işleme aşamalarından geçmiştir.

c. *Zaman bilgisine göre düzenlenmiş:* Veri ambarı, karşılaştırmalar, trendler ve tahminler için kullanılacak 5 ila 10 yıllık, bazen daha da eski tarihli verilerin saklandığı bir alandır. Bu veriler sık güncellenmezler. Her uygulama için farklılık gösterebilen haftalık, aylık ya da yıllık periyotlarla ön işleme aşamasından geçirilen operasyonel verileri, tarih bilgileri de değerlendirmeye alınarak, veri ambarına aktarılır.

d. *Hareketli olmayan veriler:* Veri ambarına aktarılan veriler bir daha değiştirilmeyecek, sadece erişimin ve yeni veri yüklenmesinin mümkün olacağı verilerdir.

2.2.1.4. Veri Ambarının İşleyiş İlkeleri

Bir veri tabanının işleyişi için, veri organizasyonu, veri yapısı ve veritabanı dizaynı gibi birçok teknik bakış açısı mevcuttur. Operasyonel açıdan bakıldığında veri ambarı kurulum ve işletmesi 7 basit adımı kapsamaktadır

:

1. *Veriyi elde etme;* İlk adım, konu ile ilgili kaynaklardan verilerin sağlanmasıdır. Bu kaynaklar işletmenin içindeki kaynaklar olduğu kadar işletme dışı

kaynaklar da olabilir. İşletme içi kaynaklar, operasyonel işlemlerle bağlantılı halihazırdaki sistemlerdir. Örneğin ticari işlemler ve envanter yönetimi gibi. İşletme dışı bilgiler ise müşteri bilgileri (yani demografik müşteri bilgileri), araştırma çalışmaları (yani müşteri memnuniyeti anketi ya da diğer pazar araştırması sonuçları) veya reklam kaynakları, nüfus sayımı ya da reklam veritabanıdır. Bu verilerin değişik analiz ve toplama seviyelerinde olduğu unutulmamalı ve bu veriler aynı seviyedeki diğer bilgilerle entegre edilmelidir.

2. *Veri entegrasyonu*; Bu adım, bütün veri kaynaklarını karakteristiklerine, özelliklerine, ve toplanma seviyelerini eşleştirerek tutarlılık sağlayarak entegre edilir. Bir sonraki bölümde anlatılacağı gibi, bu adım boyunca veriler çok boyutlu olma özelliklerini kazanırlar.

3. *Veri temizleme*; Birçok veri kaynağının entegrasyonu, hatalı ve düşük kaliteli verileri elimine etme, bu arada da tutarlılık kontrollerini gerçekleştirme gerekliliğini doğurur. Yapılacak bütün analizlerin kalitesi, verinin kalitesine bağlıdır. Bu da başarılı bir veri ambarı uygulaması önündeki en büyük engeldir.

4. *Meta veri yaratmak*; Meta veri, bir veri elementinin eksiksiz bir tanımını içerir, sadece özelliklerini değil orijinal kaynağı ve dönüşüm ve özetleme gibi işlemlere tabii tutulup tutulmadığı gibi bilgileri de içerir. Meta veri tanımı, veri elementinin daha detaylı analiz, dönüştürme ve özetleme amaçlı kullanılabilen bir profilini sunar.

5. *Veriyi aktarmak*; Veri, periyodik aralıklarla, veri ambarına aktarılır. Veri ambarı geçmişe yönelik bir arşiv sağladığı için, bu veriler varolan veritabanıyla birleştirilir ve zamana göre bir bakış açısı sağlar.

6. *Veri ambarlama*; Bu adım, veritabanının işleyişini ve organizasyonunu içerir. Verinin kullanıcı sorgularının tahminindeki değişik seviyelerdeki özetlenmesidir.

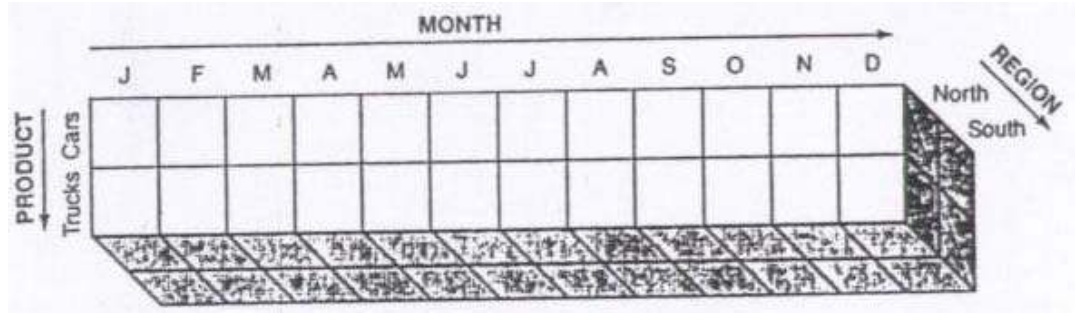
7. *Karar destek*; Özel sorgularla veritabanına ulaşan, kullanıcıların yönettiği veri madenciliği ya da OLAP uygulamalarına karşılık gelir.

2.2.2. OLAP

On-line analitik işleme, OLAP, sıradan kullanıcılara, büyük veri tabanlarından yararlı bilgi elde etmelerini sağlamak üzere tasarlanmış araçların toplamıdır. Bu veri tabanları bir veri deposunun içinde bulunabilir veya bulunmayabilir. Eğer bulunuyorlarsa, kullanıcı verinin temizlenmiş ve kullanımının daha etkin olmasından yararlanır.

OLAP, “küpler” halinde düzeltilmiş verileri kullanan gelişmiş grafiksel arayüze sahip müşteri-hizmet araçlarından oluşur. Küp kullanıcıların verileri istedikleri gibi kesmelerine (parçalamalarına) olanak veren sorgular için ideal olarak uygundur. OLAP araçları, standart veri tabanlarındaki SQL sorgularına kıyasla çok hızlı yanıt süresine sahiptir.

OLAP’nin temel birimi küptür. Bir OLAP kübü, bir veya daha fazla veri tabanından veriyi özetleyen alt küplerden oluşur. Her küp veri tabanındaki farklı alanları temsil eden çok boyuttan oluşur. Örneğin, bir OLAP kübü, Şekil 44’de gösterildiği gibi, aylara, ürünlere ve bölgelere göre düzenlenmiş garanti haklarından oluşabilir.



Şekil 44. Bir OLAP Kübü

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.77

Özellikle 1980’ li yıllardan sonra veritabanları inanılmaz bir hızla gelişmiştir. Günümüzde birçok şirket geçmiş dönemlerde söylendiğinde hayal olarak görebileceğimiz boyutlarda veri tabanlarına sahiptir. 1990’lı yıllarda ise iş verisine

dayalı iş analizi için On-Line Analitik Süreç (OLAP, On-Line Analytic Processing) adı verilen bir sistem ile tanışılmıştır.

OLAP' ın ne olduğuna dair yapılan tanımlamalardan birkaçı şu şekildedir. “Olap (On Line Analytical Processing) çok boyutlu çevrede veri analizini destekleyen sorgu bazlı metottur.” OLAP, uzman kişinin sisteme olan bakış açısını sistemi kullanan kişilerin anlayacağı biçimde ifade ederek, ham veriden dönüştürülmüş bilgi üzerinde mümkün olan incelemelerin büyük çoğunluğuna hızlı, tutarlı, interaktif biçimde erişip analizcilere, yöneticilere ve uygulayıcılara veriden çeşitli kavrayışlar sağlayan bir yazılım teknolojisi kategorisidir. OLAP hepimizin sıklıkla kullanmış olduğu ilişkisel veritabanlarında depolanan enformasyondan çok boyutlu veri küpü kurmaya olanak sağlayan bir teknolojidir. Kullanıcılar verileri karmaşık problemlerde cevap vermek üzere kullanmaktadır. OLAP' ın kullanım alanına dair bir örnek verecek olursak; örneğin bir şirket kendi ürünlerini belirlediği periyotlarda (hafta, on beş gün, ay, mevsim, yıl vb.) hangi şubelerin, bayilerin ürünlerinden ne kadar sipariş ettiğini, sattığını ve bunun gibi birçok sorulara OLAP yardımıyla cevap verebilmektedir. Bayilerin satış oranları incelenebilmektedir. Diğer bir örnek ise şirketiniz yiyecek sektöründe yer edinmiş büyük bir firma olsun. Alınan yıllık mahsul sayısını, kaçının sağlam kaçının çürük olduğunu ve ekinlere ne kadar gübre kullanıldığının bilgilerini içeren veri tabanınız olsun. Gelecek sene ve ileriki senelerde gübredeki bir birimlik artışın ürünlerinizdeki verimi ne kadar etkileyeceğini hesaplayabilirsiniz. Senaryoyu biraz daha geliştirelim. Gelecek üç ayda satacağınız mahsullerin hammaddelerinden birindeki bir birimlik fiyat artışı olduğunda ve aylık bazda petrol fiyatlarının arttığını düşünerek, ürünlerinizin fiyatını arttırmadığınız takdirde elde edeceğiniz kar ne kadar olacaktır.

OLAP küpleri, OLTP sistemlerinde bulunan verilerden yararlanarak özetleme yapar. Aslında OLAP 'ı Excel programındaki özet tablolara benzetebiliriz. OLAP küpleri finansal raporlama, kalite izleme, karlılık analizleri, pazarlama analizleri gibi konularda faydalı olabilir. OLAP küpleri kurumsal düzeyde verileri depolamak amacıyla veri ambarlama tekniklerini kullanır.

OLAP ile ilgili tanımlarda çok boyutlu verilerden söz edilmiştir. “Veri ambarları ve OLAP araçları çok boyutlu veri modeli üzerine kurulur. Bu model veriyi veri küpü biçiminde görüntüler.

OLAP Veritabanlarının Özellikleri:

1. Çok kullanıcı desteği
2. Performans
3. Esnek raporlama
4. Çapraz rapor olanağı
5. Sorgulamalarda aynı performansı gösterebilme
6. Boyutlarda sınır olmaması

OLAP kullandığımız ilişkisel veri tabanlarına göre çok daha üstün olan işlem hızı yani performans sağlar. Bunun yanı sıra ilişkisel veri tabanlarında sorgularla yapmakta çok zorlanacağımız hatta yapamayacağımız karışık sorgulara imkan sağlamaktadır.

2.2.3. Veri Madenciliği

Veri Madenciliği, büyük miktarlardaki verinin otomatik ya da yarı otomatik araçlarla, veri içerisindeki kullanışlı desenleri (pattern) ortaya çıkarmak için yapılan keşif ve analizdir. Bu desenler, bir şeyleri yeni ve daha iyi yapma yolları gibi performans kurallarını geliştirmek için kullanılır. Veri madenciliği, Altı Sigma’ da kullanıldığı gibi, müşteri memnuniyeti, maliyet azaltma, devir zamanını azaltma ve kaliteyi artırmaya yöneliktir.

Veri madenciliği, farklı disiplinlerden çıkarılan tekniklerden ele alınmıştır (**grab-bag**). Altı Sigma gibi, veri madenciliği de bilgi keşfi üzerinden soru üretme ve tasarlanan deneylerle hipotez test etme arasında gidip gelir. Altı Sigma ve veri madenciliğinin ikisi de veri değerlendirmede aynı şeyleri ararlar; sınıflandırma, tahmin (estimation), ön görülmeme (prediction), benzerlik gruplandırma (affinity

grouping), kümeleme ve tanımlama. Bununla birlikte, veri madenciliği geleneksel Altı Sigma araçlarından farklı bir araç kümesi kullanmaya eğilimlidir ve bu yüzden imkan geliştirme araştırmasının başka bir yolunu önerir. Ayrıca, Altı Sigma içsel iş süreçlerine yoğunlaşmaya eğilimliken, veri madenciliği öncelikle pazarlama, satış ve müşteri desteğini ele alır. Altı Sigma' nın hedefi sonunda müşteri tatmini iken, veri madenciliğinin dışsal odak noktası veriyi Altı Sigma programına hazırlar ve kendi başarısı için veriye geri besleme sağlar.

Veri madenciliği ticaret (business) verilerinin geçmişini araştıran bir süreçtir. Bu tarz bir süreçteki adımlar üzerinde gittikçe büyüyen anlaşmalar olduğu gibi her aşamadaki sadece detaylı işlere dayalı farklılıklar da bulunmaktadır.

Hedef Belirleme – Bu adım, veri madenciliği projesinin amaç veya hedefinin belirlenmesini içerir. Bu, ipotek geri ödemelerindeki geciken borçlar, müşteri kaybı, bir süreçteki enerji tüketimi gibi bir ticaret olayına yönelik bir amaç veya hedef olmalıdır. Bu aşama ayrıca keşfedilen desenlerin gerçek hayatta ticari gelişmeyi doğuracak şekilde tasarlanmasını da içerir.

Veri Seçimi – Veri madenciliği süreci için gerekli olacak veri ve veri kaynaklarının belirlenmesi sürecidir.

Veri Hazırlama – Bu aşama verinin temizlenmesini, veri kaynaklarındaki mevcut veri sahalarının toplama, hesaplama veya metinsel düzenlemelerle birleştirilmesini içerir. Sonuç, veri madenciliğinin kendisinin uygulanması için (örneğin desen üretecek keşif algoritmaları için) hazır hale getirilmiş düz bir tablodur. Böyle bir tablo normal olarak iki veri setine ayrılır; bir set desen keşfi için ve bir set de desen gerçekleştirme (verification) içindir.

Veri Keşfi – Hazırlanan verinin öncelikle desen keşfi ve veri hazırlama sonuçlarını geçerli kılmak üzere daha iyi hale getirip inceleme aşamasıdır. Genellikle tanımlayıcı istatistik (minimum, maksimum, ortalama vs.) ve farklı veri sahalarının

frekans dağılımını içerir. Ayrıca sahalara arasındaki bağımlılığı anlamak üzere saha sahaya (field versus field) dağılıma diyagramı da yer alır.

Desen Keşfi – Bu adım, desen üretmek üzere desen keşif algoritmalarının uygulandığı adımdır. Desen keşif süreci keşif algoritmasıyla desteklenen bir araştırma süreci uygulandığında çok etkilidir. Bu, ticari kullanıcılara keşif sürecindeki ticari bilgilerle iletişime girmeleri olanağını sağlar. Örneğin bir sınıflandırma ağacı oluşturarak, kullanıcılar bu oluşum sırasında, yönlendirilen verileri inceleme/araştırma, bir sonraki veri sahasına göre sonraki dallandırma için ticari yargılarını kullanma şansını elde edebilirler. Desen keşfi süreci model oluşturmada kullanılanlardan farklı olarak olayların oluşumunu tahmin analizi yeteneğini de kazanabilirler.

Desen Yerleştirme (Pattern Deployment) – Bu aşama keşfedilen desenlerin veri madenciliği projesinin ticari hedeflerini çözmek üzere uygulandığı aşamadır. Bu birçok şekilde yapılabilir:

Desen Sunumu (Pattern Presentation) – Desenlerin tanımlanması (veya grafiksel ağaç gösterimi) ve ilgili veri istatistikleri bir döküman ya da sunuma dahil edilir.

Ticari Bilgi (Business Intelligence) – Çıkarılan desenler, bir veri tabanına karşı ticari bilgi raporları almak üzere sorgu olarak kullanılır.

Veri Skorlama ve Etiketleme – Çıkarılan desenler veri tabanındaki eğilimli her veri kaydını puanlama ve/veya verileri ait oldukları desene göre etiketleme için kullanılır.

Karar Destek Sistemleri – Keşfedilen desenler bir karar destek sisteminin bileşeni olmak üzere kullanılırlar.

Alarm İzleme (Alarm Monitoring) – Elde edilen desenler, ticari bir süreç için örnek (norm) olarak kullanılırlar. Bu desenleri gözlemek, normal durumlardan sapma durumlarını olası en erken zamanda tespit etmek olanağı sağlayacaktır. Bu da veri madenciliği aracını izleme bileşeni olarak gömmek (embedding) veya kontrol kartları gibi klasik yaklaşım yoluyla kullanarak olur.

Desen Geçerliliği İzleme (Pattern Validity Monitoring) – Bir ticari süreç zaman içinde değiştikçe, eski verilerden çıkarılan desenlerin geçerliliği de kötüye gidecektir. İşte bu yüzden desenleri yeni veriler üzerinde gözleyerek bu değişiklikleri mümkün olan en erken zamanda yakalamak önemlidir. Desenlere uygulanacak önemli değişiklikler daha taze verilerden yeni desenlerin keşfedilmesi ihtiyacını doğuracaktır.

Veri madenciliği terimini anlamak için literatürdeki anlamına bakmalıyız. İngilizcede madencilik bulup çıkarmak anlamına gelmektedir. Biz madencilik kelimesini “mevcut veri yığınlarından önceden farkedilmeyen ek bilgileri bulmak” için kullanacağız. Bilimsel araştırmalar açısından, veri madenciliği hesaplama, pazarlama ve istatistik gibi diğer disiplinlerle birlikte uygulanarak geliştirilen yeni bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Veri madenciliğinde kullanılan birçok metodoloji araştırmaların iki araştırma dalından gelmektedir. İlki makine öğrenme (learning machine) ve diğeri istatistiksel uygulamalardır, özellikle çok değişkenli ve sayısal istatistikler kullanılmaktadır.



Şekil 45. Veri Madenciliği Çoklu Disiplinlerin Kesişim Noktası

Kaynak: <http://www.cs.sfu.ca> (16.02.2008)

Makine öğrenme, bilgisayar bilimi ve yapay zeka ile bağlantılıdır. Veride genel kurallara dayandırılmış, dönüştürülebilir ilişkileri ve düzeni bulmayı sağlar. Makine öğrenmenin amacı veri üretim sürecinin tekrar üretilebilir olmasıdır. Analist için yeni gözlenen verinin elde edilmesine ve gözlenmeyen olaylar için genelleme yapılmasına yardımcı olur. Rosenblatt (1962) ilk makine öğrenme modelini ortaya koymuş ve “perceptron” (algılayıcı) adını vermiştir. Bunun ardından, 1980’lerin ikinci yarısında yapay sinir ağları geliştirilmiştir. Aynı dönemde bazı araştırmacılar sınıflandırma problemleri için karar ağacı teorisini kusursuz hale getirmişlerdir. İstatistik bilimi analiz verileri için modeller oluşturmakla ilgilenir ve bunun yapılması için bilgisayarların kullanılması mümkündür. 1980’lerin ikinci yarısından itibaren istatistiksel analize dayalı hesaplama metotlarının önemi artmıştır. Buna paralel olarak çok değişkenli analiz uygulamaları için istatistiksel metotların gelişimi devam etmiştir. 1990 yılında istatistikçiler metodolojide önemli gelişmeler sağlayan makine öğrenme metotları ile ilgilenmeye başlamışlardır.

1980’lerin sonlarına doğru makine öğrenme metotları yapay zeka ve hesaplama alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle detaylı ve özel pazarlama kampanyaları için kullanılan mevcut veri tabanları kullanılmıştır. Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi (KKD) terimi gözlenen verilerdeki ilişkileri ve düzeni bulmayı amaçlayan tüm metotların tanımlanması için ortaya çıkarılmıştır. Zamanla KKD terimi bir veri tabanından tahminlenen bilginin başlangıç faaliyetlerin tanımlanmasından karar kurallarının uygulanmasına kadar tüm süreçleri tanımlamak için geliştirilmiştir. Veri madenciliği, veride uygulanan algoritmalara sahip KKD sürecinin bileşenlerini tanımlamak için kullanılır.

Bu terminoloji Usama Fayaad tarafından 1995’te Montreal’de düzenlenen Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği Birinci Uluslararası Konferansı’nda ilk olarak ileri sürülmüştür. Günümüzde dahi bu konuda temel konferanslarından biridir. Geniş veri setlerinde bilinmeyen bilgiyi öncelikle tahminlemek için birleştirilmiş analitik

tekniklerin birkaç aşamaya ayrılmasından bahsedilmiştir (Önemli ilişkileri ya da düzeni olmayan büyük gözlenen veri setini bölmek). Veri madenciliği gün geçtikçe kendini kabul ettirip bilgiyi tahminleme süreçlerinin tümü olarak ifade edilmektedir. Veri madenciliğinin en önemli amacı veri tabanlarında ilişkilerin ölçülebilir olmasını sağlamaktır. Burada veri madenciliğinin bir tanımı vardır:

“ Veri madenciliği, veri tabanı sahiplerine için kesin ve yararlı sonuçlar sağlamak amacıyla başlangıçta bilinmeyen düzenleri ve ilişkileri keşfederek geniş veri tabanlarının modellenmesi, keşfi ve seçimi sürecidir.”

İşletmede bir problem karşısında dönüştürülebilir, birleşmiş metodolojik süreçlerin analizi için gereken, yeniden elde edilen veri tabanlarını ve stratejik karar almada yararlı sonuçların elde edilmesini amaçlayarak bir bilgisayar algoritması oluşturulması istatistiksel tekniklerin uygulanması demektir. Stratejik karar almak için yeni ölçümler gerekir ve sürekli yeni işletme ihtiyaçları ortaya çıkar. Buna “virtuous circle of knowledge” (erdemli bilgi döngüsü) denir.

Veri madenciliği sadece bilgisayar algoritmasının kullanımı ya da istatistiksel bir teknik değildir; bununla birlikte işletmenin destek kararları için bilgi teknolojisi ile birlikte kullanılan “işletme bilgi alma sistemi” (business intelligence) dir.(Guidici,2003:1-3)

Aşağıda veri madenciliği ile ilgili çeşitli tanımlar yer almaktadır:

- Jacobs (1999), veri madenciliğini ham verinin tek başına sunamadığı bilgiyi çıkaran veri analizi süreci olarak tanımlamıştır.
- David (1999), veri madenciliğinin büyük hacimli verilerdeki örüntüleri araştıran matematiksel algoritmaları kullandığını söylemiştir. David’ e göre veri madenciliği hipotezleri oluşturur, sonuçları bütünleştirmek için insan yeteneğini kullanır. Veri madenciliğinin sadece bir bilim olmadığını aynı zamanda bir sanat olduğunu da söylenebilir.
- DuMouchel (1999), veri madenciliğinin geniş veritabanlarındaki birliktelikleri araştırdığını belirtmiştir.

- Hand (1998), veri madenciliğini istatistik, veri tabanı teknolojisi, örüntü tanıma, makine öğrenme ile etkileşimli yeni bir disiplin ve geniş veri tabanlarında önceden tahmin edilemeyen ilişkilerin ikincil analizi olarak tanımlanmıştır.
- Bransten (1999), veri madenciliğinin insanın asla bulmayı hayal bile edemeyeceği trendlerin keşfedilmesini sağladığını belirtmiştir.(Akbulut, 2006:4)

2.2.3.1. Veri Madenciliği Ve Hesaplama

Veri madenciliğinin ortaya çıkması bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle özellikle de veri tabanlarının organizasyonun gelişimi ile yakından ilgilidir. Sorgu ve raporlama araçlarının kullanımı oldukça hızlı ve kolaydır. Çeşitli seviyelerde işletme verilerinin elde edilmesinde bize yardımcı olmaktadır. Sorgu araçları bilgiyi tekrar oluşturur ve raporlama araçları bize bunu açık bir şekilde sunar. Her ikisi de analiz sonuçlarını müşteri servis ağı, iç web ya da internette yaymamızı sağlar. Ağlar verilerin daha rahat platformlarda analiz edilmesine ve paylaşılmasına imkan verir. Bir müşteri-server ağı, veri tabanındaki verilerin ortaya çıkarılması ve özetlenmesi için SQL(yapılandırılmış sorgu dili) kullanılarak geçici sorgular için verinin yeniden düzenlenmesi ve müşterinin her çeşit isteğini karşılaması için yeterince esnek olması gerekir. Verinin tekrar elde edilmesi veri madenciliğinde olduğu gibi veriyi ve bilgiyi veri tabanlarından çıkarılmasıyla olur. Aradaki fark veri madenciliğinden farklı olarak bilgi çıkarımının kriteri daha önceden belirlenir. Klasik bir örnek olarak şirketteki pazarlama departmanında tüm müşterilerin detaylı kişisel bilgileri yeniden elde edilmek istensin. Bu müşteriler A ve B ürünü daha önce satın almış olsunlar. Örnekte A ve B ürünlerini birlikte alan müşteriler arasındaki bağlantılar bulunabilir. Bu keşiften elde edilen bilgiler ışığında şirketin gelecek reklam kampanyasının hedefi olabilir. Bu yol ile başarı yüzdesi diğer uygulamalardan daha yüksek olabilir.(örneğin, reklamı yapılan ürünü alan müşteri ile toplam ulaşılan müşteri karşılaştırılır) Tekrar edilecek olursa verilerin ön istatistiksel analizi yapılmadan, başarı yüzdesini tahminlemek zordur; küçük çaplı kampanyalar ile müşteri karakteristikleri hakkında daha fazla bilgiye ulaşmak imkansızdır.

Veri madenciliği ile veriye erişim farklıdır, çünkü veri madenciliği daha önceden bilinmeyen olgular arasındaki ilişkileri ve ortaklıkları araştırır. Ayrıca veri madenciliği veride kararların etkin bir şekilde alınmasını, rasyonel gelişim yapılmasını ve uygun objektif verilere ulaşılmasını sağlar. Çok boyutlu raporlama araçlarının yaratılmasında kullanılan metotlar ile veri madenciliği birbirine karıştırılmamalıdır. Örneğin, online analitik süreçleme (OLAP) genelde değişkenler arasındaki önemli ilişkileri göstermekte kullanılan grafiksel bir araçtır. OLAP' tan farklı olarak veri madenciliği farklı yollarla tüm değişkenleri birleştirir ve bir araya getirir. Bunun anlamı OLAP uygulamaları ile özetlerin görsel sunumu elde edilebilir ve iş dünyası için faydalı modeller yaratılabilir. Veri madenciliği sadece veri analizi değildir, daha karmaşık süreçleri içerir yani veri analizi sadece tek bir yönüdür. OLAP işletmenin bilgi alma sistemi için (business intelligence) önemli bir araçtır. Sorgu ve raporlama araçları bir veri tabanının içeriğini tanımlar, ama OLAP var olan kesin ilişkilerin açıklanması için kullanılır. Kullanıcı değişkenler arasındaki olası ilişkiler hakkında kendi hipotezini kurar ve gözlenen veriler ile hipotezini doğrulamaya çalışır. Kullanıcının bazı borçlarının neden geri ödenmediğini bulmak istediğini varsayalım. İlk olarak borçluların düşük gelire sahip olduğunu ve borcunun çoğunun yüksek risk kategorisinde olduğunu düşünebilir. Bu nedenle kullanıcı hipotezini kontrol edebilir. OLAP kullanıcıya borç ve iflas değişkenleri arasındaki deneysel ilişkinin grafiksel bir gösterimini (çok boyutlu hiperküp) sağlar. Grafik analizi hipotezi doğrulayabilir.

Bu yüzden OLAP işletme veri tabanları için faydalı bilginin ortaya çıkmasına imkan verir. Veri madenciliğinden farklı olarak araştırma hipotezi verilerden meydana gelmez, kullanıcı tarafından önerilir. Ayrıca tahminleme bütünüyle bir bilgisayara uyarlama sürecidir. İstatistiksel metodoloji tarafından sağlanan özetler ve modelleme araçları kullanılmaz. OLAP az sayıda değişkenler için veri tabanından yararlı bilgiler sağlayabilir ama değişken sayısı arttıkça problem ortaya çıkmaktadır. Bu durumda iyi bir hipotez kurmak ve veri tabanını OLAP araçları ile analiz etmek zaman alır ve daha zor bir çalışmayı gerektirir. OLAP veri madenciliğinin yerine kullanılmaz. İki teknik birlikte kullanılır ve yararlı bir sinerji yaratılabilir. OLAP, veri madenciliğinin ön süreçleme aşamasında kullanılabilir. Verinin anlaşılmasını

kolaylaştırır, çünkü en önemli veriye odaklanmayı, özel durumların tanımlanmasını ya da bileşenlerin bağlantılarının araştırılmasına imkan verir. Veri madenciliğinin nihai sonuçları için özel özet değişkenlerin kullanılması gerekir ve OLAP hiperküpte gösterim daha kolay olabilir.

Tüm bu söylediklerimizi bir veri tabanında bilgiyi tahminlemek için işletme bilgi alma sisteminde kullanılan araçların gelişimini gösterebiliriz:

Sorgu ve Raporlama → Veriye Erişim → OLAP → Veri Madenciliği

Sorgu ve raporlama bize daha az bilgi sağlarken, veri madenciliği daha yüksek bilgi kapasitesine sahiptir. Sorgu ve raporlamayı uygulamak daha kolaydır, veri madenciliğini uygulamak daha zordur. Araçların seçimini özel ihtiyaçlara ve şirketin bilgi sisteminin özellikleri düşünülerek seçilmesi gerekir. Bilgi eksikliği etkin bir veri madenciliğini başarmak için en büyük engeldir. Bir veri tabanı genellikle veri madenciliği yapılmadan çeşitli sebeplerle oluşturulur ve yanlış veri diğer bir problemi ortaya koyar.

Bir veri ambarı yaratmak bu gibi problemleri yok edebilir. Bir veri ambarında verinin etkili organizasyonu hem etkin hem de ölçülebilir bir şekilde sağlanabilir, doğru ve verimli şirket kararları alınması sağlanır.

2.2.3.2. Veri Madenciliği ve İstatistikler

İstatistikler, veriyi analiz etmek için yaratılan metotlarla ilişkilidir. İstatistiksel metotlar ve makine öğrenme metotları arasındaki temel farklılık, istatistiksel metotlar genellikle verilerin analiz edilmeye başlanmasında ilişkilerin geliştirilmesine ve ayrıca bir kavramsal referans paradikmasına göre yapılır. Buna rağmen istatistiksel metotlar tutarlı ve katıdır bununla birlikte yeni bilgi teknolojilerine ve yeni makine öğrenme uygulamaları ile artan yeni metodolojilere

adapte olması sınırlıdır. İstatistikçiler veri madenciliği gelişimleriyle ilgilenerek istatistiksel metodolojiyi geliştirmeye yardımcı olmaktadır.

Uzun zamandan beri istatistikçiler veri madenciliğini veri yakalama (data fishing), veri eşeleme (data dredging) ya da veriyi gözetleme (data snooping) ile eş anlamlı görmüşlerdir. Bu durum veri madenciliği negatif bir anlam yüklemektedir. Bu fikir iki ana eleştiri yüzünden ortaya çıkmıştır. İlki teorik bir referans modelin olmamasıdır, buna rağmen birçok model kendi arasında rekabet halindedir. Modeller veriye bağlı olarak seçilir. Bu prosesin eleştirisi de her zaman veriye adapte edilebilecek bir modelin bulunabilir olmasıdır. İkinci eleştiri ise çok miktarda veri, veriler arasında var olmayan ilişkilerin bulunmasına yol açabilir.

Bu eleştirilere rağmen modern veri madenciliği metotları sonuçların genelleştirilmesine büyük önem verir. Bunun anlamı bir model seçildiğinde tahminleyici performans düşünülür ve çok karmaşık modeller cezalandırılır.

İstatistiksel analiz genellikle özel araştırma hipotezlerini kontrol etmek için toplanan öncelikli verinin analizi ile ilgilidir. Veri madenciliği diğer sebepler için toplanan ikincil veriler ile ilgili olabilir. Örneğin, analiz edilen şirket verileri bir veri ambarından gelir. Ayrıca istatistiksel veriler deneysel veriler olabilirler, ama veri madenciliğinde veriler genellikle gözleme dayalıdır.

Berry ve Linoff (1997) veri madenciliğini iki farklı yaklaşıma ile ayırmışlardır. Yukarıdan aşağıya analiz (doğrulayıcı) ve aşağıdan yukarıya analiz (keşfedici). Yukarıdan aşağıya analiz hipotezi doğrulanana kadar reddetmeyi amaçlar ve olgunun tamamen anlaşılması için bilgiyi genişletmeye çalışır. Bu aşamada geleneksel istatistiksel metotlar kullanılır. Aşağıdan yukarıya analiz önceden fark edilmeyen yararlı bilgileri kullanıcı araştırmasında kullanmasını sağlar. Aşağıdan yukarıya yaklaşım veri madenciliğinin tipik bir yaklaşımıdır. Gerçekte iki yaklaşım birbirini tamamlar. Bilgi önemli ilişkileri ve eğilimleri tanımlayan aşağıdan yukarıya analizden elde edilir. Fakat bu analiz neden keşiflerin yararlı olduğu ve kabul edilme derecesinin ne olduğunu açıklayamaz. Yukarıdan aşağıya analiz kabul edilen

araçların ve keşiflerin doğruluğunu ve kararların kalitesini değerlendirmek için kullanılır.

Veri madenciliğinden istatistiksel veri analizini ayırmakta kullanılan üç farklı görüş vardır. Birincisi veri madenciliği analizi verileri bir araya getirir. Bu istatistiksel analiz için yeni görüşleri gerektirir. Birçok uygulama için analizin ve bilgisayar etkinliğinin kullanımında bütün veri tabanına ulaşmak imkansızdır. Bu yüzden veri tabanından bir örnek verisi almak gerekir. Bu örneklem veri madenciliği amaçlarına uygun bir miktarda alınmalıdır. Bu durum için geleneksel istatistiksel teori kullanılamaz. İkinci olarak birçok veri tabanı istatistiksel veri organizasyonun klasik şeklini gösteremez. Örneğin veriler internetten gelebilir. Üçüncü olarak veri madenciliği sonuçları ardışık olmalıdır. Bunun anlamı sürekli ikaz veri analizi modelleri ile gerçekleşen iş sonuçlarını vermelidir.

Sonuç olarak veri madenciliğinin istatistiksel bakış açısından yeni bir yaklaşım olmadığını gösteren birçok neden sunduk. Bu fikri destekleyen veri madenciliğinde istatistiksel metotlar ile çalışabiliriz diğer taraftan da istatistiksel bakış açısıyla veri madenciliğinde karşılaştığımız problemlerde genel ve tutarlı analiz şemaları kullanarak bir kavramsal paradigma geliştirmeye ihtiyacımız vardır.

2.2.3.3. Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliği sonuçlarının değerlendirilmesi hedeflerin tanımlanmasından oluşan bir faaliyet serisidir. Yedi aşaması vardır:

- A. Analiz için amaçların tanımlanması
- B. Verinin ön işleminden geçirilmesi, organizasyonu ve seçimi
- C. Keşfedici veri analizi ve ardışık dönüşüm
- D. Analiz aşamasında kullanılmak üzere istatistiksel metotların teknik şartnamesi
- E. Seçilen metoda dayalı veri analizi
- F. Metotların değerlendirilmesi ve karşılaştırılması kullanılarak analiz için son modelin seçilmesi

G. Seçilen modelin yorumlanması ve karar sürecinde modelin devamlılığının sağlanması

2.2.3.3.1. Amaçların Tanımı

Hedeflerin tanımı analizin amaçlarının tanımlanması anlamına gelir. Her zaman istediğimiz analizin fenomenini tanımlamak kolay değildir. Gerçekte şirket hedefleri genellikle açıktır ama gerçek problemlerin analiz edilmesi gereken detaylandırılmış hedeflere dönüştürülmesi zor olabilir. Problemin amacını açık bir şekilde ifade etmek analizin doğru yapılması için ön şarttır. Bu kesinlikle sıralı metotların nasıl organize edilmesinin belirlenmesine kadar sürecin en önemli bölümüdür. Bu nedenle hedefler açık ve net olmak zorundadır ve şüphe ve belirsizliklere yer yoktur.

2.2.3.3.2. Verinin Organizasyonu

Analizin amaçlarının tanımlanmasından sonra analiz için veri seçimine ihtiyaç vardır. Genellikle veri ve güvenilir olan iç kaynaklardan alınır. Bu veri şirketin kendi prosedürleri ve tecrübelerinin sonucunda elde edildiği için avantajlara sahiptir. İdeal veri kaynağı şirket veri ambarı, geçmiş verilerin depo odası ya da veri pazarıdır. Eğer bir veri ambarı yoksa şirket verilerini farklı kaynaklarla örtüşen veri pazarları yaratmalıdır.

Genel olarak oluşturulan veri pazarının analiz edilmesinde elde edilen çıktılar bir sonraki veri analizinin temel girdilerini sağlar. Verilerin gösterimi genellikle bir veri matrisi şeklindedir. Bu gösterim analitik ihtiyaçlara ve öncelikli hedeflere bağlıdır. İlk olarak veri matrisi verinin ön temizleme işleminde gereklidir. Diğer bir değişle kalite kontrol mevcut veriye uygulanır ve bu veri temizleme olarak bilinir. Bu değişkenleri vurgulamak için kullanılan analiz için uygun olmayan biçimsel bir süreçtir. Ayrıca değişkenlerin içeriğindeki önemli kontroller, mümkün kayıplar ve doğru olmayan verilerin ortaya çıkmasında etkilidir. Eğer gerekli bilgiler kayıpsa kaynaklardaki önemli kısımları tekrar gözden geçirmek gerekir.

Sonuç olarak mevcut verinin analizi bir örnek ya da alt kümede yapılması yararlıdır. Gerçekte veri madenciliğinde analiz edilen veri tabanı oldukça geniştir bu yüzden verinin örneği kullanılması analiz süresini azaltır. Örneklerle çalışarak veriye bağlı olan modelin geçerliliğini kontrol edebiliriz ve bizim için önemli bir teşhis aracıdır. Ayrıca kayıpları ve düzensizlikleri adapte ederek istatistiksel metot risklerini azaltır. Tahminlemeyi ve genellemeleri sağlar.

2.2.3.3.3. İstatistiksel Metotların Spesifikasyonu

Kullanılan çeşitli istatistiksel metotlar ve birçok algoritmalar vardır, bu yüzden var olan metotların sınıflandırılması önemlidir. Metodun seçimi verinin çeşidine ve çalışılan probleme bağlıdır. Analizin amacına göre metotlar sınıflandırılabilir. Üç ana sınıfa ayırabiliriz:

- *Tanımlayıcı metotlar:* Veri gruplarını daha özet halinde tanımlamayı amaçlar. Simetrik, denetlenmemiş ya da dolaylı metotlardır. Gözlemler önceden bilinmeyen gruplar halinde sınıflandırılabilir (kümeleme analizi, kohonen haritaları). Değişkenler arasında daha önceden bilinmeyen ilişkiler olabilir (birleştirme metotları, log-linear modelleri, grafiksel modeller). Bu yolla tüm değişkenler aynı seviyede davranır ve nedensellik hipotezi yoktur.
- *Tahminleyici metotlar:* Bir ya da daha fazla değişkenin diğer tüm değişkenlerle ilişkisini tanımlamayı amaçlar. Asimetrik, denetlenmiş ve doğrudan metotlar olarak isimlendirilir. Veriye dayalı tahminleme ya da sınıflandırma kuralları araştırılır. Bu kurallar keşfedilen ya da girdi değişkenleri arasındaki ilişkileri sunmak için sınıflandırma ya da tahminleme yapmamıza yardımcı olur. Temel metotlar yapay sinir ağları (çok katmanlı algılayıcı) gibi makine öğrenme ve karar ağaçlarıdır. Ayrıca doğrusal ve lojistik regresyon modelleri gibi klasik istatistiksel modellerde vardır.
- *Yer metotları:* Veri tabanında ilgilenilen alt kümeler ile ilişkili belirli karakteristikleri tanımlamayı amaçlar. Tanımlayıcı metotlar ve tahminleyici metotlar yer metotlarından daha evrenseldir. Yer metotlarına örnek olarak dönüşüm

verilerinin analizi için birleştirme kuralları ve anormal gözlemlerin (sapan) tanımlanması verilebilir.

Bu sınıflandırma özellikle fonksiyonel bakış açısından oldukça geniş bir konudur. Daha çok farklı sınıflandırma metotları literatürde tartışılmaktadır.

2.2.3.3.4. İstatistiksel Metotların Değerlendirilmesi

Son kararı üretmek için en iyi veri analizi modeli seçilmelidir. Bu yüzden model seçimi ve son karar kuralı farklı metotlar ile oluşturulan sonuçların karşılaştırılmasına dayanır. Mevcut verilere uygulandıktan sonra belirli istatistiksel metotların geçerliliğinde önemli bir teşhis kontrolüdür. Tek bir metot hedef setinin başarıya ulaşmasında yeterli değildir. Geriye dönülmesi ve yeni metotlar kullanılması gerekir.

Spesifik metotların performansı değerlendirildiğinde çeşitli teşhis ölçümleri düşünülmelidir. Örneğin zaman yapısı, kaynak yapısı, veri kalitesi ve veri mevcudiyeti vb. Veri madenciliği analizinde sadece tek bir istatistiksel metot kullanımı nadiren iyi bir fikirdir. Farklı metotlar farklı yönleri vurgular.

En iyi son modeli seçmek için çabuk ve kolay çeşitli tekniklere başvurulması ve karşılaştırılması gerekir. Karşılaştırma için sonuçlar üretilir ve sonra oluşturulan farklı kuralların bir iş değerlendirmesi verilir.

2.2.3.3.5. Metotların Uygulanması

Veri madenciliği sadece veri analizi değildir, şirketin karar sürecindeki sonuçların bütünleştirilmesidir. İlk olarak model seçilir ve bir veri seti ile test edilir. Sınıflandırma kuralı tüm referans popülasyona uygulanabilir. Örneğin hangi müşterinin daha çok kar sağlayacağını önceden fark edebilir ya da farklı hedef müşteri grupları için farklı ticari politikalar oluşturabiliriz.

Veri madenciliğinden elde edilen faydalar tüm potansiyelin ortaya çıkmasında doğrudan uygulanan süreçler çok önemlidir. Şirket organizasyonunda veri madenciliğinin sürecinin kapsamı zamanla oluşturulmalı ve realistik hedefler oluşturularak uzun zamanlı sonuçlar araştırılmalıdır. Veri madenciliği için son hedef, şirket kararlarını destekleyen diğer aktiviteler ile tam olarak bütünleşmesi olmalıdır.

Bütünleşme süreci dört aşamaya ayrılabilir:

➤ **Stratejik Aşama:** Bu ilk aşama daha fazla yarar sağlayacak veri madenciliğinin iş prosedürünü tanımlar. Bu aşamanın sonucunda bir pilot veri madenciliği projesi için işletme hedeflerinin tanımı ve projenin değerlendirilmesindeki kriterleri tanımlar.

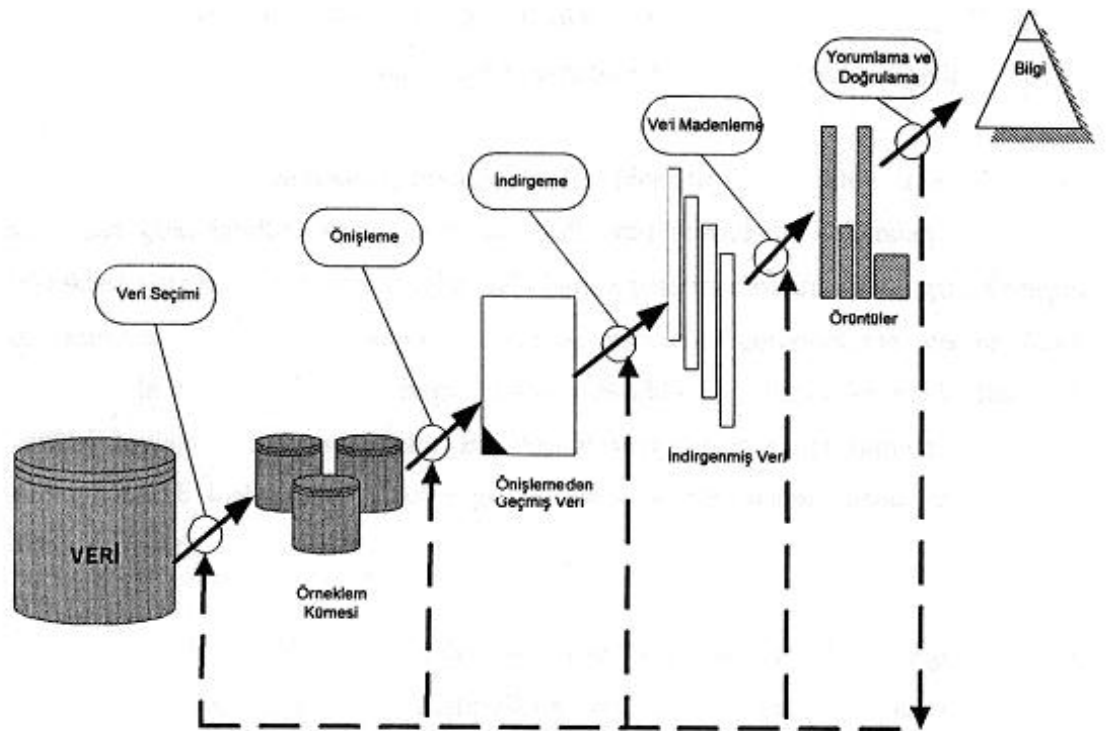
➤ **Çalışma Aşaması:** Bu aşama veri madenciliği aktivitelerinin daha dikkatli değerlendirilmesini sağlar. Bir pilot proje kurulur ve önceki aşamada kurulan kriterler ve amaçlar kullanılarak sonuç değeri saptanır. Pilot projenin seçimi temel bir bakıştır. Kolay ve basit olmak zorundadır. Eğer pilot proje pozitif ise, iki mümkün sonuç vardır: farklı veri madenciliği tekniklerinin faydasının ön değerlendirmesi ve prototip bir veri madenciliği sistemi tanımı.

➤ **Yaratma Aşaması:** Eğer pilot projenin pozitif değerlendirmesi tüm veri madenciliği sisteminde uygulanarak sonuçlanırsa daha detaylandırılmış bir plan oluşturmak gerekecektir. Bu plan veri madenciliği aktivitelerini içeren işletme prosedürünü tekrar organize edilir. Daha ayrıntılı olarak bir veri ambarının yaratılması ile işletme veri tabanının tekrar oluşturulması gerekir. Başlangıç operasyonel versiyonuna sahip olana kadar önceki veri madenciliği prototip geliştirilir ve projeyi takip etmek için zaman ve personel ayrılır.

➤ **Göç Aşaması:** Bu aşamada organizasyonu uygun olarak hazırlamak gerekir. Böylece veri madenciliği süreci başarılı bir şekilde birleştirilir. Bunun anlamı potansiyel yeni bir sistemin kullanıcılarına benzer olarak öğrenilmesi ve getirilen faydaların arttırılmasıdır. Yani daima etkin değerlendirme (ve iletişim) sonuçları veri madenciliği sürecinden oluşur.

Veri madenciliği için şirket içinde mantıklı süreç hakkında düşünülmelidir. En az üç farklı iletişimi güçlü ve interaktif özelliğe sahip insan gereklidir.

- İş uzmanları, amaçları belirler ve veri madenciliği sonuçlarını yorumlar.
- Bilgi teknolojisi uzmanları, verilerin ve teknolojinin ihtiyaçları hakkında bilgi sahibi olan kişilerdir.
- Veri analizi aşaması için istatistiksel metotların uzmanları.



Şekil 46. Veri Madenciliği Süreci

Kaynak: Han, Kamber, 2006,s.6

- Veri Seçimi (*Data Selection*): Bu adım birkaç veri kümesini birleştirerek, sorguya uygun örneklem kümesini elde etmeyi gerektirir.
- Veri Temizleme ve Önişleme (*Data Cleaning & Preprocessing*): Seçilen örneklemde yer alan hatalı tutanakların çıkarıldığı ve eksik nitelik değerlerinin değiştirildiği aşamadır ve keşfedilen bilginin kalitesini artırır.

- Veri İndirgeme (*Data Reduction*): Seçilen örneklemde ilgisiz niteliklerin atıldığı ve tekrarlı tutanakların ayıklandığı adımdır. Bu aşama ile seçilen veri madenciliği sorgusunun çalışma zamanını iyileştirir.
- Veri Madenciliği (*Data Mining*): Verilen bir veri madenciliği sorgusunun (sınıflama, güdümsüz öbekleme, eşleştirme, vb.) işletilmesidir.
- Değerlendirme (*Evaluation*): Keşfedilen bilginin geçerlilik, yenilik, yararlılık ve basitlik kıstaslarına göre değerlendirilmesi aşamasıdır.

2.2.3.4. Veri Madenciliği Teknikleri

Veri madenciliğinde kullanılan teknikler tahmin edici (*Predictive*) ve tanımlayıcı (*Descriptive*) olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Tahmin edici modellerde, sonuçları bilinen verilerden hareket edilerek bir model geliştirilmesi ve kurulan bu modelden yararlanılarak sonuçları bilinmeyen veri kümeleri için sonuç değerlerin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Tanımlayıcı modellerde ise karar vermeye rehberlik etmede kullanılabilecek mevcut verilerdeki örüntülerin tanımlanması sağlanmaktadır.

Veri madenciliği modellerini gördükleri işlevlere göre,

- 1- Sınıflama (*Classification*) ve Regresyon (*Regression*)
- 2- Kümeleme (*Clustering*)
- 3- Birliktelik Kuralları (*Association Rules*)

olmak üzere üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici, kümeleme ve birliktelik kuralları modelleri tanımlayıcı modellerdir.

2.2.3.4.1. Sınıflama ve Regresyon

Sınıflama ve regresyon, önemli veri sınıflarını ortaya koyan veya gelecek veri eğilimlerini tahmin eden modelleri kurabilen iki veri analizi yöntemidir. Sınıflama

kategorik değerleri tahmin ederken, regresyon süreklilik gösteren değerlerin tahmin edilmesinde kullanılır. Örneğin, bir sınıflama modeli banka kredi uygulamalarının güvenli veya riskli olmalarını kategorize etmek amacıyla kurulurken, regresyon modeli geliri ve mesleği verilen potansiyel müşterilerin bilgisayar ürünleri alırken yapacakları harcamaları tahmin etmek için kurulabilir.

Sınıflama ve regresyon modellerinde kullanılan baslıca teknikler şunlardır:

- 1 - Karar Ağaçları (Decision Trees)
- 2- Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)
- 3- Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)
- 4- K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor)
- 5- Bellek Temelli Nedenleme (Memory Based Reasoning)
- 6- Naive-Bayes

Karar ağaçları, veri madenciliğinde oluşturulmasının ucuz olması, yorumlanmalarının kolay olması, veri tabanı sistemleri ile kolayca entegre edilebilmeleri ve güvenilirliklerinin iyi olması nedenleri ile sınıflama modelleri içerisinde en yaygın kullanıma sahip tekniktir. Karar ağacı karar düğümleri, dallar ve yapraklardan oluşur. Karar düğümü, gerçekleştirilecek testi belirtir. Bu testin sonucu ağacının veri kaybetmeden dallara ayrılmasına neden olur. Her düğümde test ve dallara ayrılma işlemleri ardışık olarak gerçekleşir ve bu ayrılma işlemi üst seviyedeki ayrımlara bağımlıdır. Ağacın her bir dalı sınıflama işlemini tamamlamaya adaydır. Eğer bir dalın ucunda sınıflama işlemi gerekleşemiyorsa, bu durumda bir karar düğümü oluşur. Ancak belirli bir sınıf oluşuyorsa, o dalın sonunda yaprak vardır. Bu yaprak, veri üzerinde belirlenmek istenen sınıflardan biridir. Karar ağacı işlemi kök düğümünden baslar ve yukarıdan aşağıya doğru yaprağa ulaşana dek ardışık düğümleri takip ederek gerçekleşir.

Karar ağacı tekniğini kullanarak verinin sınıflanması iki basamaklı bir işlemdir. İlk basamak öğrenme basamağıdır. ğrenme basamağında önceden bilinen bir eğitim verisi, model oluşturmak amacıyla sınıflama algoritması tarafından analiz

edilir. Öğrenilen model, sınıflama kuralları veya karar ağacı olarak gösterilir. İkinci basamak ise sınıflama basamağıdır. Sınıflama basamağında test verisi, sınıflama kurallarının veya karar ağacının doğruluğunu belirlemek amacıyla kullanılır. Eğer doğruluk kabul edilebilir oranda ise, kurallar yeni verilerin sınıflanması amacıyla kullanılır.

2.2.3.4.2. Kümeleme

Kümeleme, veriyi sınıflara veya kümelere ayırma işlemidir. Aynı kümedeki elemanlar birbirleriyle benzerlik gösterirlerken, başka kümelerin elemanlarından farklıdırlar.

Kümeleme veri madenciliği, istatistik, biyoloji ve makine öğrenme gibi pek çok alanda kullanılır. Kümeleme modelinde, sınıflama modelinde olan veri sınıfları yoktur. Verilerin herhangi bir sınıfı bulunmamaktadır. Sınıflama modelinde, verilerin sınıfları bilinmekte ve yeni bir veri geldiğinde bu verinin hangi sınıftan olabileceği tahmin edilmektedir. Oysa kümeleme modelinde, sınıfları bulunmayan veriler gruplar halinde kümelere ayrılırlar. Bazı uygulamalarda kümeleme modeli, sınıflama modelinin bir ön işlemi gibi görev alabilmektedir.

Marketlerde farklı müşteri gruplarının keşfedilmesi ve bu grupların alışveriş örüntülerinin ortaya konması, biyolojide bitki ve hayvan sınıflandırmaları ve işlevlerine göre benzer genlerin sınıflandırılması, şehir planlanmasında evlerin tiplerine, değerlerine ve coğrafik konumlarına göre gruplara ayrılması gibi uygulamalar tipik kümeleme uygulamalarıdır. Kümeleme aynı zamanda Web üzerinde bilgi keşfi için dokümanların sınıflanması amacıyla da kullanılabilir. Veri kümeleme güçlü bir gelişme göstermektedir. Veri tabanlarında toplanan veri miktarının artmasıyla orantılı olarak, kümeleme analizi son zamanlarda veri madenciliği araştırmalarında aktif bir konu haline gelmiştir.

Literatürde pek çok kümeleme algoritması bulunmaktadır. Kullanılacak olan kümeleme algoritmasının seçimi, veri tipine ve amaca bağlıdır. Genel olarak başlıca kümeleme yöntemleri şu şekilde sınıflandırılabilir:

- 1 - Bölme yöntemleri (Partitioning methods)
- 2- Hiyerarşik yöntemler (Hierarchical methods)
- 3- Yoğunluk tabanlı yöntemler (Density-based methods)
- 4- Izgara tabanlı yöntemler (Grid-based methods)
- 5- Model tabanlı yöntemler (Model-based methods)

2.2.3.4.3. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralları, büyük veri kümeleri arasında birliktelik ilişkileri bulurlar. Toplanan ve depolanan verinin her geçen gün gittikçe büyümesi yüzünden, şirketler veritabanlarındaki birliktelik kurallarını ortaya çıkarmak istemektedirler. Büyük miktardaki mesleki işlem kayıtlarından ilginç birliktelik ilişkilerini keşfetmek, şirketlerin karar alma işlemlerini daha verimli hale getirmektedir.

Birliktelik kurallarının kullanıldığı en tipik örnek market sepeti uygulamasıdır. Bu işlem, müşterilerin yaptıkları alışverişlerdeki ürünler arasındaki birliktelikleri bularak müşterilerin satın alma alışkanlıklarını analiz eder. Bu tip birlikteliklerin keşfedilmesi, müşterilerin hangi ürünleri bir arada aldıkları bilgisini ortaya çıkarır ve market yöneticileri de bu bilgi ışığında daha etkili satış stratejileri geliştirebilirler. Örneğin bir müşteri süt satın alıyorsa, aynı alışverişte sütün yanında ekmek alma olasılığı nedir? Bu tip bir bilgi ışığında rafları düzenleyen market yöneticileri ürünlerindeki satış oranını arttırabilirler. Örneğin bir marketin müşterilerinin süt ile birlikte ekmek satın alan oranı yüksekse, market yöneticileri süt ile ekmek raflarını yan yana koyarak ekmek satışlarını arttırabilirler.

Örneğin bir A ürününü satın alan müşteriler aynı zamanda B ürününü de satın alıyorsa, bu durum aşağıdaki gibi Birliktelik Kuralı ile gösterilir:

$$A \Rightarrow B [destek = \%2, güven = \%60]$$

Buradaki destek ve güven ifadeleri, kuralın ilginçlik ölçüleridir. Sırasıyla, keşfedilen kuralın kullanışlılığını ve doğruluğunu gösterirler.

Büyük veri tabanlarında birliktelik kuralları bulunurken, su iki işlem basamağı takip edilir:

1- Sık tekrarlanan öğeler bulunur: Bu öğelerin her biri en az, önceden belirlenen minimum destek sayısı kadar sık tekrarlanırlar.

2- Sık tekrarlanan öğelerden güçlü birliktelik kuralları oluşturulur: Bu kurallar minimum destek ve minimum güven değerlerini karşılamalıdır.

Sık tekrarlanan öğeleri bulmak için kullanılan en temel yöntem Apriori algoritmasıdır.(özekes serhat veri madenciliği uygulama alanları)

2.2.3.5. Veri Madenciliği İçin Yazılım

Bir veri madenciliği projesinde analizin uygulanması için yazılım gerekir. Çoğu yazılım sistemleri sadece istatistiksel veri analizi için uzmanlaşmış yazılım sistemleri olarak çalışır. Veri madenciliği amacı önceden bilinmeyen ilişkileri araştırmak ve mevcut analiz metotlarını karşılaştırmaktır.

Geçerli veri madenciliği yazılımı farklı tekniklerin karşılaştırmasını ve kullanımını sağlayan bütünleşmiş veri madenciliği sistemi yaratabilir. Ayrıca karmaşık veri tabanı yönetimi yazılım ile birleşebilir. Bununla ilgili birkaç sistem vardır. www.kdnuggets.com web sitesinde çoğu yazılım listelenmiştir.

Planlama için analitik sürecin tüm aşamalarını içeren bütünleşmiş yazılım çözümüne sahip veri madenciliği projesi oluşturmak gerekir. Bu verilerin örneklenmesinden gelir ve analitik ve modelleme aşaması boyunca işletme bilgisinin sonuçlarının yayınlanmasıyla devam eder.

SAS Enterprise Miner SAS' ın veri analizi için üretilen yazılım araçlarında uzun tecrübelerden gelir ve 1998' de pazarda bu alanda önde gelen bir yazılım haline gelmiştir. Grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI) ile SAS raporlama ve istatistiksel analiz sistemini bir araya getirir. Kullanması kolay ve şirket analistleri ve istatistik uzmanları tarafından kolayca anlaşılabilir.

GUI birimleri, SAS Enstitü tarafından geliştirilen SEMMA metodu veri madenciliğinde kullanılır. Bu metot proje için ön belirlenmiş bir rota ve rijit koymadan bazı temel veri madenciliği elemanlarıyla yola çıkmıştır. GUI elementleri seçerek veri madenciliği projelerinin hedefini başarmak için istatistik uzmanları ve işletme analistlerine mantıksal bir süreç sağlar. Bu yapının görsel sunumu bir akış diyagramı sürecidir.(PFD) Grafiksel olarak adımlar örneklendirilir ve tek bir veri madenciliği projesi tanımlanarak adımlar oluşturulur.

SEMMA metodu SAS Enstitü tarafından tanımlanmıştır. Veri madenciliği projesi aşamalarını organize etmek için kullanılan genel bir referans yapısıdır. Şematik olarak SEMMA metodunda SAS adım serilerinden oluşur. Adımlar SAS Enterprise Miner ile bütünleşmiştir. SEMMA bir akronimdir ve örnek, keşfetme, modifiye, model ve değerini saptama anlamına gelir.

- Örneklem: veri bölümünü çıkarmaktır. Çabuk olarak analiz edilecek yeteri kadar küçük ve önemli bilgileri içerecek yeterli genişlikte olmalıdır.
- Keşfetme: önceden bilinmeyen ilişkileri ve anormallikleri, ilgilenilen verinin anlaşılmasının sağlanması anlamına gelir.
- Değiştirmek ve modellemek: bu aşamalar önemli değişkenleri ve modelleri araştırır.
- Değerini saptama: veri madenciliği süreci tarafından keşfedilmiş bilginin güvenilirliğini ve yararının değerini saptar. Modellerden elde edilen kurallar analizin gerçek çevresine uygulanır.

Tablo 15. Yazılım Sağlayıcılar

Ürün Adı	IBM Intelligent Miner	Oracle Darwin	SAS Enterprise Miner	Angoss Knowledge Seeker	NCR Teraminer Stats	WEKA
Platform	AIX 4.1, NVS, AS/400, Windows	Windows	Masintosh, Windows, Unix	Windows, Unix	Windows, Unix	Masintosh Windows Unix
Karar Ağacı	X	X	X	X		X
Sinir Ağları	X	X	X		X	
Zaman Serileri	X		X			
Tahmin	X	X	X	X		X
Kümeleme	X		X			X
Birliktelik	X		X			X
Görselleştirme	X	X	X	X	X	X

Kaynak: Akbulut, 2006, s.13

2.2.4. OLAP, Veri Madenciliği Ve Altı Sigma

OLAP (On Line Analitik İşleme) veri madenciliğinin bir alt kümesi değildir. Veri madenciliği veri içerisindeki gizli desenleri bulmaya yoğunlaşırken OLAP veri üzerinden raporlar oluşturmada oldukça güçlüdür. OLAP veriyi hızlı bir şekilde sunarak kullanıcılara sahip oldukları teorileri kabul ya da red edebilmelerinde yardımcı olur ki bu da Altı Sigma takımları için değerli bir bilgi keşif aracıdır. Genellikle yarı otomatikleştirilmiş bir analizdir. OLAP ve veri madenciliği birbirini tamamlayıcıdır ve her ikisi birden Altı Sigma’ da kullanılacak silah/cephane (arsenal) olan araç ve teknikleri oluştururlar. OLAP ve veri madenciliğinin ikisi de geçmişteki verileri inceleyerek hipotez üretmede kullanılan geçmişe yönelik çalışmalardır. Tasarlanan deneyler ise OLAP ve veri madenciliğinin ürettiği hipotezleri test eden beklenen çalışmalar olarak kullanıcıya yardımcı olurlar. Beraber kullanıldıklarında Altı Sigma, OLAP ve veri madenciliği iş geliştirme araçlarının güçlü bir birleşimini meydana getirirler.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

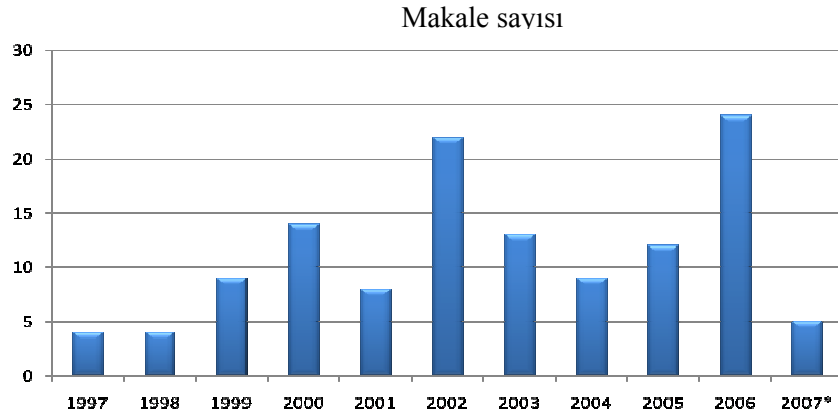
UYGULAMA

3.1. Literatürde Veri Madenciliği

Veri madenciliği 1990'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. Bir online veritabanı olan Science Direct'te 1960' tan günümüze kadar bir literatür taraması yapıldığında veri madenciliği ile ilgili 1240'a yakın makale olduğu görülmektedir. Veri madenciliğinin özellikle 2000 yılından bu yana büyük bir gelişme gösterdiği göze çarpmaktadır. Aşağıda 2000 – 2006 tarihleri arasında veri madenciliği konusunda farklı alanlarda gerçekleştirilen uygulama örnekleri yer almaktadır.

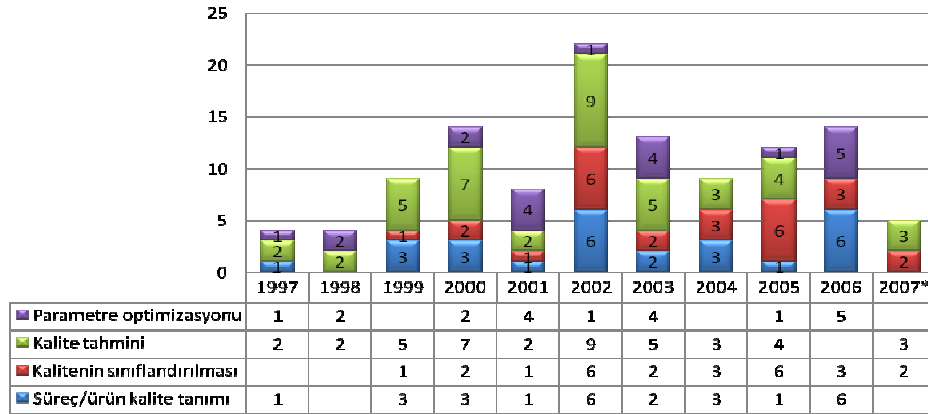
Boginski ve Butensko (2006), çapraz korelasyon ve kümeleme tekniklerini kullanarak hisse senedi piyasalarının yapısal özelliklerini ortaya koymuşlardır. Jiao, Zhang ve Helande (2006), Kansai haritalama tekniği ile bir karar destek sistemi tasarlamışlardır. Jeng, Chen ve Liang (2006), genetik algoritma ile biyolojik sistemlerin kinetik parametrelerini belirlemişlerdir. Facca ve Lanzi (2005), web kütüklerinde tutulan verileri analiz etmek için makine öğrenme algoritmalarını kullanmışlardır. Hong, Park, Jon ve Rho (2005), veri madenciliği tekniklerini kullanarak bir tedarikçi seçim modeli önermişlerdir. Huang, Chen ve Wu (2005), kümeleme tekniklerini kullanarak dağıtım merkezleri için bir sipariş yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Cervone, Kafatos ve Singh (2006), veri madenciliği tekniklerini kullanarak bir deprem erken uyarı sistemi geliştirmişlerdir. Crespo ve Weber (2004), bulanık kümelemeye dayalı veri madenciliği metodolojisi geliştirmişlerdir [33]. Lee, Chiu, Chou ve Lu (2004), sınıflama ve regresyon tekniklerini kullanarak bir kredi derecelendirme uygulaması geliştirmişlerdir [34]. Bellazi, Larizza ve Magni (2004), veri madenciliği tekniklerini kullanarak hemodiyaliz servislerinin kalite ölçümünü gerçekleştirmişlerdir. Last ve Kandel (2004), karar ağacı algoritmasını kullanarak yarı iletken endüstrisindeki bir fabrikada üretim planlama uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Lian, Lai, Lin ve Yao (2002), veri madenciliği tekniklerini montaj hattı uygulamalarında kullanmışlardır. Lin ve McClean (2001), şirket iflaslarının tahminine yönelik veri madenciliği yaklaşımı geliştirmişlerdir. Caskey

(2001), genetik algoritma ve sinir ağı teknikleri ile bir fabrikadaki çalışma koşullarını ortaya koymuş ve bu koşulları iyileştirici işletme stratejileri önermiştir. Cox ve Lewis (2002), çelik endüstrisindeki bir fabrikada yaptıkları uygulamada yapay sinir ağı yöntemini kullanarak ürünün istenilen kalite standartlarını sağlaması için gerekli girdi miktarını saptamışlardır. Sforna (2000), veri madenciliği teknikleri ile bir elektrik şirketinin müşteri veritabanını analiz etmiştir. Kusiak (2000), elektronik endüstrisinde yaptığı uygulamada imalat hatalarının tahmini için karar kurallarını kullanmıştır.



Şekil 47. Literatürde Makale Sayısı

Kaynak: Köksal, (07.05.2008)



Şekil 48. Seçilen Kalite İyileştirme Problemlerinde Veri Madenciliği Uygulamaları

Kaynak: Köksal, (07.05.2008)

SONUÇ

İşletmeler karlılığını, verimliliğini ve artan rekabet ortamında ayakta kalabilmelerini sağlayabilmek için süreçlerini iyi bir şekilde tanımlamalıdır. Süreç iyileştirme fırsatlarını araştırmalı ve gerekirse süreçler için kökten bir değişime gidilmelidir. Altı Sigma yaklaşımı günümüzde rekabetin hakim olduğu özel sektör işletmeleri tarafından benimsenmekte ve uygulamaya dönük birçok proje gerçekleştirilmektedir. Altı Sigma projelerinin uygulanmasında veri analizi en önemli aşamalardan biridir. Projenin başarısı süreçler ile ilgili toplanan verinin kalitesi ile yakından ilgilidir. Altı Sigma projelerinde veri toplama planlarının oluşturulması ve uygulanması oldukça zaman alan ve maliyet yaratan bir işlemdir. Bu tezde veri madenciliği teknikleri ile verilerin depolanmasını sağlamak ve çok büyük veri yığını içinde istenilen desenleri ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Böylece iyileştirme yapılacak olan sürecin daha iyi anlaşılması ve analiz edilmesi sağlanacaktır.

Bir işletmenin veri madenciliği tekniklerinden faydalanması için gelişmiş bilgisayar teknolojisine ihtiyacı vardır. Verilerin toplanması ve veri depolarının oluşturulması ancak gelişmiş veri tabanları sayesinde mümkün olur. Altı Sigma projesinde mevcut veriler ile yapılacak olan analiz sonuçları ileriye dönük tahminlemeler için de bir girdi teşkil eder. Sürekli güncellenen veri tabanları ve buna bağlı olarak oluşturulacak veri depoları değişkenliklerin incelenmesi ve kontrolünde önemli bir kolaylık sağlar.

Altı Sigma projelerinin uygulanması ve veri madenciliği için oluşturulacak veri depoları başlarda oldukça maliyet gerektiren bir durum olsa da projelerin doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmesi ve başarısının devamını sağlaması açısından ileri bilgisayar programları ve veri tabanları kullanılmalıdır. Proje sahibi, veri madenciliği tekniklerini Altı Sigma projelerinde kullanması ile birlikte önemli avantajlara da sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

Carr, D.K ve H.J Johansson, 1997, Best Practies in Reengineering, McGraw Hill: New York.

Chakrabarty, Ayon ve Kay Chuan Tan. 2007, “The Current State of Six Sigma Application In Services”, Deparment of Industrial and Systems Engineering, National University of Singapore: Singapore, Cilt:17, ss:194-208.

Çavuşoğlu, İlknur. 2006, “Modern Kalite Yönetim Sistemlerinin Endüstriyel Uygulamalarında Proses Performanslarının Değerlendirilmesi ve Sürekli İyileştirilmesi” (Yayınlanmış Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.

Dolgun, Muhsin Özgür, 2006, “Büyük Alışveriş Merkezleri İçin Veri Madenciliği Uygulamaları” (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara.

Eroğlu, Cihan. 2006, ”Sürekli İyileştirme ve Bir Uygulama”, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.

Evans, James R. ve William M. Lindsay, 2005, An Introduction to Six Sigma & Process Improvement, Thomson South-Western: Ohio.

Evren, Erdem. 2006, “Altı Sigma Metodolojisi ve Bir İşletmede Örnek Uygulama” (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.

Giudici, Paolo. 2003, Applied Data Mining Statistical Methods for Business and Industry, John Wiley & Sons, University of Pavia: Italy.

Harrington, H.J.1995, Total Improvement Management: The Next Generation in Performance Improvement, , McGraw Hill: New York.

Juran, J. ve Godfrey, B. 1999, Juran’ s Quality Handbook, Mc Graw Hill: New York

Köksal, Gülser. (12 Kasım 2007). 2. Uluslararası Kalite Organizasyonları ve Profesyonelleri Zirvesi, <http://www.kalder.org/genel/16kongre/GULSER%20KOKSAL.ppt> (07.05.2008).

Lowenthal, J. 2002, Six Sigma Project Management: A Pocket Guide, ASQ Quality Press Milwaukee: Winconsin

Örten, Ceren. 2006, “ Boya Endüstrisinde Sürekli İyileştirme Faaliyetlerinin Prosesler Üzerine Katkısının İncelenmesi” (Yayınlanmış Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara.

Pande P. Neuman R. veCavanagh R. 2000, The Six Sigma Way How GE, Motorola And Other Top Companies Are Honing Their Performance, McGraw Hill: New York

Pyzdek, Thomas. 2003, The Six Sigma Handbook, McGraw Hill: New York.

Roberts, Lon. 1994, Process Reengineering: The Key to Achieving Breakthrough Success, Milwaukee ASQC Quality Pres