

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIK SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Müh. Olcay GÜNEYLİ**

**Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Didem YILMAZ**

**KOCAELİ, 2009**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIK SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OLCAY GÜNEYLİ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 05 HAZİRAN 2009**

**Tezin Savunulduğu Tarih: 07 TEMMUZ 2009**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd.Doç.Dr. Didem YILMAZ**

(.....)

**Üye**  
**Prof.Dr. Nilgün FIĞLALI**

(.....)

**Üye**  
**Yrd.Doç.Dr. Semra BORAN**

(.....)

**KOCAELİ, 2009**

## ÖNSÖZ

Küreselleşme ve rekabetin arttığı, müşterinin daha da bilinçlendiği günümüz dünyasında, şirketler hep daha iyi olmayı hatta mükemmelliği hedeflemişlerdir. Bu amaçla kullanılabilecek yönetim felsefelerinden olan “Altı Sigma” bu çalışma boyunca incelenmiştir.

Son yıllarda tüm dünya ve ülkemizde adı sıkça duyulan bu iki felsefenin, problem çözümlerindeki sistematik yaklaşımları, işletmeler tarafından özümsemesiyle gerçek hedef olan milyonda 3,4 hata oranını yakalamanın hiç de zor olmayacağı kanısındayım.

Tezimin başından itibaren, beni yönlendiren ve yardımcı olan Tez Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Didem YILMAZ ÇAPKUR’a, çalışmanın uygulama kısmında beni destekleyen Prof. Dr. Metin ÇAKMAKÇI, Dr. Sahil BARLAS, Dr. Kemal RAŞA, Uzm. Hemşire Devrim TEKİN, Uzm. Hemşire Birsen CİVİL’e, hep yanımda olan Sn. Serpil CİVİL, Sn. Hülya KÜMÜK, Sn. Nazlı Eda SİREL, Sn. Mert AKSU, Sn. Bahar DAĞ ve Sn. Murat SÜMER’e, desteklerini esirgemeyen tüm Anadolu Sağlık Merkezi çalışanlarına ve aileme en içten dileklerle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	vi
SEMBOLLER.....	vii
ÖZET.....	ix
İNGİLİZCE ÖZET.....	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. ALTI SİGMA.....	2
2.1. Altı Sigma Nedir?.....	2
2.2. Altı Sigma'nın Dünyadaki Yayılımı.....	7
2.3. Uygulayan Şirketler ve Kazandıkları.....	10
2.4. Müşteri-Firma İlişkisi.....	11
2.5. Süreç Yönetimi.....	14
2.6. Sigma Seviyesi.....	15
2.7. Ürün Kalitesi - Süreç Kalitesi.....	19
2.8. Değişkenlik.....	22
2.9. Altı Sigma İlkeleri.....	24
2.9.1. Gerçek müşteri odağı.....	24
2.9.2. Verilere dayalı yönetim.....	24
2.9.3. Proses odağı.....	25
2.9.4. Proaktif yönetim.....	25
2.9.5. Sınırsız işbirliği.....	26
2.9.6. Kusursuzu iste, başarısızlığa tolerans göster.....	26
2.10. Tasarım ve Altı Sigma.....	27
BÖLÜM 3. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU.....	29
3.1. Üst Kalite Konseyi (Altı Sigma Yönetim Komitesi).....	30
3.2. Altı Sigma Koordinatörü.....	31
3.3. Yönetim Temsilcisi (Sponsor).....	31
3.4. Kalite Şampiyonu.....	32
3.5. Uzman Kara Kuşak.....	33
3.6. Kara Kuşak.....	33
3.7. Yeşil Kuşak.....	34
3.8. Sarı Kuşak (Ekip Üyesi).....	35
3.9. Finans Sorumlusu.....	35
BÖLÜM 4. ALTI SİGMA 'NİN İSTATİSTİKSEL BOYUTU.....	36
4.1. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları.....	39
4.2. Değişkenlik ve Kusurlu Oranı İlişkisi.....	40
4.2.1. Dağılım ve normal dağılım.....	40
4.3. Kusur, Kusurlu ve Kusurlu Oranı.....	43
4.3.1. Kusurlu oranı ve Standart Sapma ilişkisi.....	44

BÖLÜM 5. ALTI SİGMAYA BAŞLAMADAN ÖNCE .....	48
5.1. Liderlerin Devredilemez Sorumluluğu .....	48
5.2. Üst Yönetimin Bilinçlenmesi.....	49
5.3. Altı Sigma'ya Hazır Olunup Olunmadığının Belirlenmesi.....	51
5.4. Sürecin İdaresinde Danışma Kurulundan Yardım Alınması.....	52
5.5. Minimum Gereksinimlerin Sağlanması.....	52
5.5.1. Kaç Kara Kuşak eğitilecek? .....	53
5.5.2. Kaç Yeşil Kuşak eğitilecek? .....	54
5.5.3. Yeşil Kuşaklar bir proje yapmalı mı? .....	54
5.5.4. Her iş birimi eğitimi tamamlamak için ne kadar süre ayırmak zorunda .....	54
5.5.5. Kara Kuşaklar yarı zamanlı mı tam zamanlı mı olacak? .....	54
5.5.6. Kara Kuşak ve Yeşil Kuşakların eğitimi ne kadar sürer? .....	55
5.5.7. Kara Kuşaklar kendi fonksiyonlarında mı kalacaklar, yoksa ayrı bir organizasyona mı rapor verecekler?.....	56
5.5.8. Kara Kuşaklar nasıl seçilecek? .....	56
5.5.9. Kara Kuşaklar üstlendikleri rolde ne kadar kalacaklar? .....	57
5.5.10. Kara Kuşakların önceki pozisyonları dolduruldu mu?.....	57
5.5.11. Kuşak sahibi olmak terfi etmek için bir gereklilik mi?.....	58
5.5.12. Altı Sigma bütün fonksiyonların tüm konumlarında uygulanacak mı? .....	58
BÖLÜM 6. ALTI SİGMANIN TEMEL AŞAMALARI VE ALTI SİGMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER.....	60
6.1. Altı Sgma'nın Temel Aşamları .....	60
6.1.1. Define (Tanımlama).....	61
6.1.2. Measure (Ölçme).....	61
6.1.3. Analysis (Analiz).....	62
6.1.4. Improve (Geliştirme).....	63
6.1.5. Control (Kontrol).....	63
6.2. Altı Sigma Çalışmalarında Kullanılan Teknikler.....	64
6.2.1. Beyin Fırtınası .....	64
6.2.2. Sebep – Sonuç Diyagramı .....	65
6.2.3. Histogram .....	66
6.2.4. Kontrol tablosu.....	69
6.2.5. Pareto şeması.....	72
6.2.6. Gruplandırma .....	75
6.2.7. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD) .....	75
6.2.8. Matris diyagramı .....	79
6.2.9. Hata Türü ve Etkisi Analizi (HTEA) .....	82
6.2.10. Ölçüm sistemi analizi (Gauge R&R) .....	89
6.2.11. Varyans analizi.....	92
6.2.12. Frekans poligonları .....	93
6.2.13. Süreç yeterliliği .....	93
6.2.14. Koşu şeması .....	94
6.2.15. Deney tasarımı .....	95
6.2.16. Hipotez testleri .....	96
6.2.17. Regresyon analizi .....	97
6.2.18. Serpme diyagramları .....	97
6.2.19. Kontrol grafikleri .....	99

BÖLÜM 7. ALTI SİGMA VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ .....	101
BÖLÜM 8. ALTI SİGMA UYGULAMASI .....	106
8.1. Define (Tanımlama) aşaması. ....	107
8.2. Measure (Ölçme) aşaması. ....	109
8.3. Analysis (Analiz) aşaması. ....	112
8.4. Improve (Geliştirme) aşaması. ....	123
BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	124
KAYNAKLAR .....	128
EKLER.....	130
ÖZGEÇMİŞ .....	133

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Altı Sigma'nın dünyadaki yayılımı .....	6
Şekil 2.2: Dünyada Altı Sigma uygulayan firmalardan bazıları .....	8
Şekil 2.3: Altı Sigma'yı Türkiye'de uygulayan firmalar .....	8
Şekil 2.4: Üretici – müşteri ilişkisi .....	11
Şekil 2.5: Etkileşimin artırılması .....	12
Şekil 2.6: Süreç yönetimi .....	14
Şekil 2.7: Sigma seviyesi - Hata oranları ilişkisi .....	16
Şekil 2.8: Sigma Seviyesi'nin “Kalitesizlik Maliyeti” ile olan ilişkisi .....	17
Şekil 2.9: Katma değerli işler - Katma değersiz işler.....	19
Şekil 2.10: Toplam süreç verimliliği.....	21
Şekil 2.11: İki farklı süreç.....	23
Şekil 4.1: Normal dağılımda Altı Sigma sürecinin gösterimi .....	41
Şekil 4.2: Normal dağılımların parametrelerine göre farklılıkları .....	42
Şekil 4.3: İki yandan sınırlı tolerans aralığı .....	43
Şekil 4.4: Altı Sigma uygulamasında kuramsal en az kusurlu oranı: milyarda 2 ve gerçekleşen kusurlu oranı: milyonda 3.4 .....	47
Şekil 6.1: Altı Sigma TÖAİK (DMAIC) problem çözme modeli.....	60
Şekil 6.2: Balık Kılçığı / Sebep Sonuç Diyagramı.....	66
Şekil 6.3: Histogram örnekleri .....	68
Şekil 6.4: Histogram örneği .....	69
Şekil 6.5: Minitab çıktısı – Pareto grafiği .....	74
Şekil 6.6: Kalite evi grafiği .....	78
Şekil 6.7: Minitab Çıktısı - (ROMER) iki cihazın karşılaştırılması grafiği.....	91
Şekil 6.8: Minitab Çıktısı - (ZEISS) iki cihazın karşılaştırılması grafiği .....	91
Şekil 6.9: Serpme diyagramı örnekleri .....	98
Şekil 8.1: Ameliyat sürecinin kapasitesi .....	111
Şekil 8.2: Anket sonuçlarının Balık Kılçığı Diyagramına aktarılması .....	114
Şekil 8.3: Minitab çıktısı – Anova Analizi.....	116
Şekil 8.4: Grafiks gösterim.....	117
Şekil 8.5: Hemşire 4 süreçten çıkarıldıktan sonra süreç kapasitesi .....	117
Şekil 8.6: Anova Analizi .....	120
Şekil 8.7: T Testi .....	122

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1: Normal dağılımlarda eğri altındaki alanın standart sapmaya bağlı bölünüşü – tolerans sınırları ve kusurlu / kusursuz oranları ilişkisi.....	45
Tablo 6.1: Ölçülebilir özellikler için bir kontrol tablosu .....	70
Tablo 6.2: Niteliksel özellik gösteren veriler için kontrol tablosu.....	72
Tablo 6.3: Örnek hata tipleri ile ilgili bilgiler .....	73
Tablo 6.4: Pareto diyagramı için veri çizelgesi.....	74
Tablo 6.5: Üretim hatalarının nedenlere bağlı bir matris analizi .....	79
Tablo 6.6: Risk değerlendirme karar matrisi.....	81
Tablo 6.7: Hata olasılığının değerlendirilmesi.....	84
Tablo 6.8: Hata Türü ve Etkileri analizi formu.....	86
Tablo 6.9: Şiddet değerlendirme kriterleri .....	88
Tablo 6.10: Gövde ölçümleri Gage R&R verileri.....	90
Tablo 8.1: Mart 2009 döneminde ASM'deki ameliyatların branşlara göre dağılımı .....	109
Tablo 8.2: Mart 2009 dönemindeki ameliyatların yatan hasta servislerine göre dağılımı .....	109
Tablo 8.3: Ameliyat başlama zamanındaki sapma miktarları.....	110
Tablo 8.4: Dağıtılan anket sayıları ve geri dönüş oranları.....	113
Tablo 8.5: Anket katılımcıları tarafından ortaya atılan gecikme sebepleri ve bu sebeplerin anketlerdeki gözlenme sıklığı.....	113
Tablo 8.6: Hemşirelere göre hastaların dağılımı ve yaşanan gecikmeler .....	115
Tablo 8.7: Hastaların ameliyat saatleri ile yatış saatleri arasındaki fark.....	119
Tablo 8.8: Anestezi değerlendirmesinin yapıldığı günü ve gecikme miktarları ....	122



## SEMBOLLER

$\Sigma$	: Büyük sigma, toplam sembolü
$\sigma$	: Küçük sigma, standart sapma
$\sigma^2$	: Varyans
k	: Sınıf sayısı
k	: Süreç kayması
n	: Veri sayısı
Ta	: Tolerans Alt Sınırı
Tü	: Tolerans Üst Sınırı
$\epsilon$	: Hata
Y	: Bağımlı değişken
X	: Bağımsız değişkenler
X	: Gerçek ortalama
P	: Başarılı olasılığı
q	: Kusurlu olasılığı
$\mu$	: Normal dağılımda ortalama, beklenen değer
Cp	: Süreç yeterlilik endeksi
$-\infty$	: Negatif yönde sonsuz
$+\infty$	: Pozitif yönde sonsuz
Cp	: Süreç Yeterlilik Oranı

## Kısaltmalar

AKL	: Alt Kontrol Limiti
ANOVA	: Analyse of Variance
AÖHÜ	: Ameliyat Öncesi Hazırlık Ünitesi
Ar-Ge	: Araştırma – Geliştirme
ASM	: Anadolu Sağlık Merkezi
BOS	: Birleşik Oksijen Sanayi
DMAIC	: Measure Analyse Improve Control-Ölçme, Analiz, İyileştir, Kontrol
GE	: General Electric
HTEA	: Hata Tipi ve Etkileri Analizi
JIT	: Just in Time
M.A.I.C.	: Measure Analyse Improve Control-Ölçme, Analiz, İyileştir, Kontrol
MANOVA	: Multivariate Analysis of Variance
PPM	: Part Per Million
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem al
RÖS	: Risk Öncelik Değeri
QFD	: Kalite Fonksiyonu Yayılımı
TÖAİK	: Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol
TEI	: Turkish Engine Industry
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TPM	: Total Productive Maintenance
TSV	: Toplam Süreç Verimliliği
ÜKL	: Üst Kontrol Limiti

VOC : Voice of Customer  
WIP : Work in Process

## SAĞLIK SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA UYGULAMASI

OlcaY GÜNEYLİ

**Anahtar Kelimeler:** Sigma, Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetimi, Kalite Kontrol, Altı Sigma Organizasyonu, Değişkenlik, Kusur, Standart Sapma, Varyans.

**Özet:** Bu çalışmanın amacı; Altı Sigma yöntemlerini süreçlerine uygulamak isteyen firmalara yol göstermektir. Bu amaca ulaşmak için Altı Sigma'nın TÖAİK (Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol) olarak bilinen süreç iyileştirme modeli, başarı anahtarları incelenmiş ve söz konusu Altı Sigma modeli kullanılarak sağlık sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulama yapılmıştır.

Bu çalışma altı teori ve bir uygulama bölümden oluşmaktadır. Teorik bölümlerde, Altı Sigma'nın tanımları, tarihçesi ve felsefesi hakkında bilgi verildikten sonra Altı Sigma'yı uygulayan firmalar ve kazançları, Altı Sigma organizasyonunda rol alan oyuncuların görev ve sorumlulukları, süreç iyileştirme modeli olan TÖAİK modeli ve Altı Sigma organizasyonunun hedef ve ilkeleri, Altı Sigma için gerekli teknikler ve Toplam Kalite Yönetimi incelenmiştir.

Tezin son bölümü olan uygulama bölümünde ise Anadolu Sağlık Merkezi'nin ameliyat sürecine Altı Sigma yöntemi uygulanmıştır.

## SIX SIGMA PRACTICE ON HEALTH AREA

**Olcay GÜNEYLİ**

**Keywords:** Sigma, Six Sigma, Total Quality Management, Quality Control, Six Sigma Organization, Variability, Defect, Standard Deviation, Variance.

**Abstract:** This study aims guiding the firms that want to use Six Sigma Methods in their process. The process improvement model called DMAIC (Definition-Measurement-Analysis-Improvement-Control), success keys has been analyzed and this model of Six-Sigma has been implemented at a health organization.

This study consists of seven parts including six theories and a practice part. In theories parts , after having given information about the philosophy and definitions, history of Six-Sigma, the firms that make use of Six-Sigma and their incomes, DMAIC known as Six-Sigma improvement model and goals and principles of Six-Sigma organization have been explained after the responsibilities and duties of Six-Sigma elements, the techniques necessary for Six-Sigma and Total Quality Management have been explained.

In the final practice part of the thesis, the Six-Sigma Method has been put into surgery process of Anatolian Health Center.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Değişen rekabetçi dünya düzeni içerisinde kalitenin önemi günden güne artmaktadır. Müşteriler mükemmel ürünler, kusursuz üretim beklentileri içerisinde. Bu beklentileri karşılayabilmek için her geçen gün yeni sistemler, kavramlar ortaya çıkmaktadır. Fakat bunlar içerisinde beklentileri en çok karşılayabilen, firmaların en çok kar elde ettikleri sistemler ayakta kalabilmektedir.

Her geçen gün rekabetin daha da artması, ürün geliştirme, imalat ve hizmet organizasyonlarının daha verimli ve etkin bir hale gelmeleri konusundaki baskıyı sürekli artırmaktadır. İmalat organizasyonları, günümüz koşullarında kaliteyi iyileştirirken, maliyeti düşürmek ve daha az kaynak kullanımı ile üretim hacmini artırmayı arzularlar. Hizmet organizasyonları çevrim sürelerini azaltma ve müşteri memnuniyetini artırma ihtiyacı duyarlar.

İşte Altı Sigma serüveninin başlaması böyle bir süreci takiben oluşmuştur. Kar oranları gitgide düşen Motorola firması mükemmellik arayışına girmiş, kendisine kesin ve net hedefler belirlemiş, bunlara ulaşma yolunda da Altı Sigma stratejisini kullanma yoluna gitmiştir. Sonuç mükemmeldir.

Son dönemlerde ise Yalın felsefe ile Altı Sigma'nın bileşiminden oluşan Yalın Altı Sigma kavramı ortaya çıkmış olup özellikle de hizmet sektöründe faaliyet gösteren firmaların ilgisini çekmiştir.

## **BÖLÜM 2. ALTI SİGMA**

### **2.1. Altı Sigma Nedir?**

Altı Sigma, Japon kalite fikirleri ve kontrol sistemlerinin süreç iyileştirmelerinde kullanılması amacı ile Motorola şirketi tarafından geliştirilmiştir, işletmelerdeki mevcut problemleri çözmek, Altı Sigma kalitesinde yeni ürün ve süreçler tasarlamak için oluşturulmuş, kendini kanıtlamış bir proje yönetim yaklaşımıdır.

Sigma, bir prosesteki değişkenliği ölçen ortalamadan standart sapma olarak da bilinir. Altı Sigma yaklaşımı, ölçüm aracı olarak “ünite başına hata sayısını” kullanır. Ünite başına hata sayısı, bir prosesin veya ürünün kalitesini ölçmek için iyi bir araçtır. Kusurlar, maliyet ve zaman arasında bağlantı kurar. Sigma değeri kusurların hangi sıklıkta meydana geldiğini ifade eder. Daha yüksek sigma değeri, daha düşük kusur olasılığı demektir. Kusur, müşterinin memnuniyetsizliğine sebep olan herhangi bir şeydir. Bundan dolayı, sigma düzeyi artarken maliyet ve çevrim zamanı azalmakta, aynı zamanda müşteri memnuniyeti artmaktadır.

“İş başarısını sağlamak, sürdürmek ve maksimize etmek için kullanılacak kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı Sigma, sadece müşteri ihtiyaçlarının yakından anlaşılması, olayların, verilerin ve istatistik analizlerin sistematik kullanımı ve iş proseslerinin yönetimi, iyileştirilmesi ve tekrar yapılandırılmasına özel önem verilmesi ile sağlanabilir.” (Pande ve diğerleri, 2000)

Metodolojinin 1980'li yılların ortalarında Motorola tarafından geliştirildiği söylenmesine karşın, yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır.

- 1900 ve 1920'li yıllar arasında Frederick W. Taylor'un geliştirdiği Bilimsel Yönetim ve İstatistik teorileri,
- Henry Ford'un seri üretim hatlarını 84 ayrı istasyona ayırarak Tam Zamanında Üretim ve Yalın Üretim uygulamalarını ilk olarak kullanması,
- Walter Shewhart ve Joseph M. Juran'ın 1920 ve 1924 arasındaki kalite çalışmaları sonucunda üretim süreçlerindeki kaliteyi değerlendirmek üzere geliştirdikleri Kontrol Grafikleri ve modern İstatistiksel Proses Kontrol yöntemleri,
- 1950'li yıllarda Japon kalitesinin en bunalımlı dönemlerini yaşadığı zamanlarda, Japonlara danışmanlık desteği sağlayarak Japon kalite devriminin yapılmasına büyük katkı sağlayan Dr. W. Edvards Deming, Dr. Joseph M. Juran ve Dr. Armand Feingenbaum'un uygulamaları ve sonuçta Japon'ların üstün rekabet gücüne ulaştığı 1970'li yıllar. (Polat ve diğerleri, 2005a)

1970'li yıllarda Japon'ların kalite devrimi meyvelerini vermeye başlamış ve Japon'lar, müşteri beklentilerini karşılayan ucuz ürünleriyle Amerikan pazarında egemen olmuşlardır. Birçok Amerikan şirketi gibi, Motorola da Japon'larla rekabet etmeyen, her geçen gün pazar kaybetmeye ve küçülmeye devam eden bir durumdadır. Öyle ki, 1970'li yıllarda, Amerika'da televizyon üretimi yapan Guasar adındaki şirketini yüksek kalitesizlik maliyetleri nedeni ile Japon'ların ünlü bir holdingi olan Matsushita'ya satmak zorunda kalırlar. Televizyon üretiminde %150'lere varan hata oranlarının yarattığı verimsizlik ve maliyetler (Her 100 televizyonda toplam 150 tane komponentin hatalı olması ve bu komponentlerin onarılması ya da hurdaya atılıp yenilerininin takılmasının yarattığı kalitesizlik maliyeti) artık dayanılacak boyutların çok ötesindedir.

Matsushita 1970'li yıllarda Motorola'dan satın aldığı Guasar'da yeniden bir kalite devrimi yaratarak, istatistiksel teknikleri televizyon üretim proseslerinin geliştirilmesinde kullanmış, %150 hata oranlarını birkaç yıl içinde %3 seviyelerine kadar düşürmüştür. Amerika'da Amerikan işçisi ile elde edilen bu başarı hikayesi, tüm Amerikan endüstrisi ile paylaşılmak üzere, Amerikan Kalite Derneği'ne (American Society of Quality) raporlanmıştır. (Polat ve diğerleri, 2005b)

Diğer yandan 1980'li yılların başında çoğu Amerikan şirketi gibi Japonlar karşısında sürekli pazar kaybeden Motorola, kötüye gidişi durdurmak amacıyla, kapsamlı araştırmalar, ürün kıyaslamaları yapmaya başlamıştır. Motorola mühendislerine göre Japon ürünleri kalitesiz olduğu için ucuzdur. Müşteri ise kaliteli ürünü değil, ucuz ürünü tercih ettiği için, Japon ürünlerine yönelmektedir. Öte yandan, Japonların ürünlerini bu kadar ucuza satabilmelerinin ardında, Japonya'daki ucuz malzeme ve ucuz işçiliğin yattığı gibi saptamalarda bulunmuşlardır.

Onlara göre, kalitesiz Japon ürünlerini tercih eden müşteriler, uzun vade de sorunlar yaşayacak ve kaliteli ürün almak için tekrar Motorola'ya döneceklerdir.

Birçok Amerikan firması da, Japonların taktiklerinin, Amerikan endüstrisini yok etmeye dönük bir tehdit oluşturduğu söylemleri ile Japon ürünlerine kotalar, yoğun vergiler konulması için Amerikan hükümetine baskı yapmışlardır. Sonuçta bulunan çözüm, 1980'li yıllarda Japon ürünlerine uygulanan yüksek vergi oranları ve kotalar olmuştur. Fakat bu önlem de kötüye gidişi durduramamıştır. Hayatta kalabilmek için Japon ürünleri ile rekabet etmekten başka seçenekleri kalmamıştır.

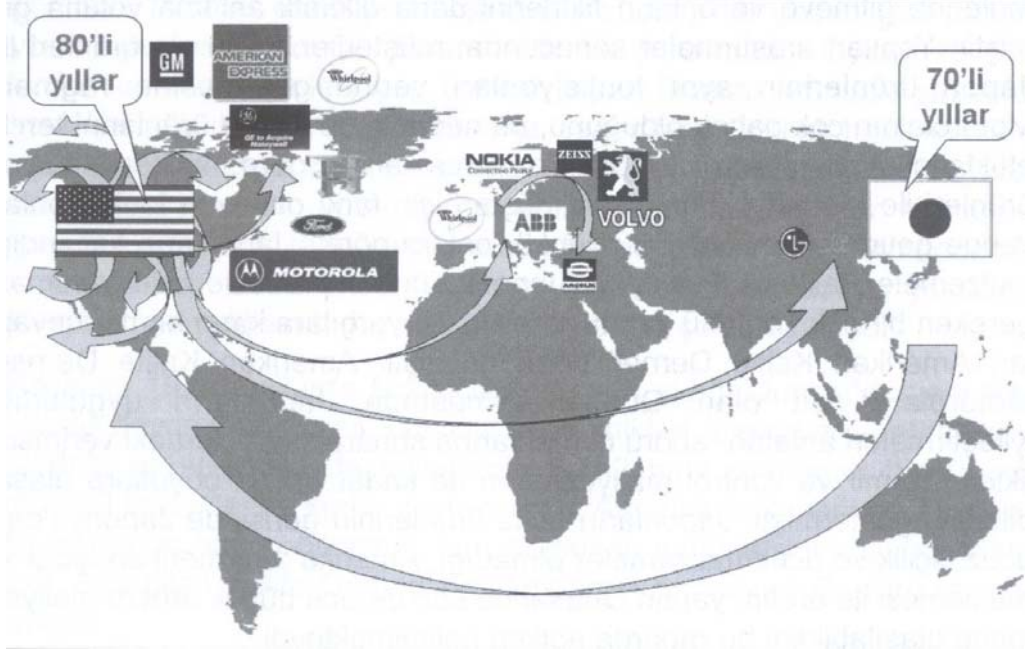
Kalite kavramını yorumlamayı öğrenen Motorola, artık rekabet için müşterilerine gitmeye ve onların fikirlerini daha dikkatli anlama yoluna girmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda, müşteriler, Motorola ürünleri ile Japon ürünlerinin aynı fonksiyonları yerine getirmesine rağmen, Motorola'nın çok pahalı olduğunu, bu nedenle de Japon ürünlerini tercih ettiklerini söylemişlerdir. Motorola uzmanlarına göre, kalitesiz Japon ürünleri ile Motorola ürünlerinin müşteri için farkı olmayan fonksiyonları yerine getirmesi imkansızdı. Çünkü onlara göre, Japonların kullandığı



malzemeler kalitesizdi ve ayrıca Japonlar üretim proseslerinde yapılması gereken birçok kontrolü yapmıyorlardı. Bu yargılara karşı en net cevaplar, Amerikan Kalite Derneği'nden gelmişti. Amerikan Kalite Derneği, Motorola'ya ait olan Guasar firmasında Japonların uyguladığı iyileştirmeleri anlatan raporu uzmanlarına sunarak süreçlerdeki verimsizliklerin, tamir ve kontrol maliyetlerinin ne kadar büyük boyutlara ulaşabildiğini göstermişti. Japonların ucuz ürünlerinin gerisinde Japonya'daki ucuz işçilik ve ucuz malzemeler olmadığı, Amerika'da Amerikan işçisi ve malzemesi ile üretim yapan Guasar'da son derece düşük üretim maliyetlerine ulaşılabilirdi bu raporda açıkça belirtilmekteydi.

Artık Japonlar ve Japon üretim teknikleri başka bir gözle kıyaslanıyordu. Ürün kalitesinden çok süreçlerin kalitesini gösteren yeterlilik indeksleri, şirketin rekabet gücünü belirleyen çok önemli bir gösterge haline gelivermişti. Süreçte var olan hatalar belirli bir disiplin altında ölçülerek, istatistik yardımı ile analiz edilmeli ve iyileştirilmeliydi. Öyleyse Japonlar gibi ürün kalitesinden daha çok, ürünün üretildiği sürecin kalitesinin sorgulandığı bir yönetim tarzı oluşturulmalı ve bunu iyileştirmek için de müşteri beklentilerinin çok iyi belirlendiği bir yöntem düzenlenmeliydi.

Bu mesajı iyi değerlendiren Motorola başkanı, kuruluşu köklü bir değişime itmiştir. Bundan sonra kendisinin ilk sorgulayacağı indeksin süreç kalitesi olacağını belirterek, bu konu üzerine hemen çalışmaların başlatılmasını istemiştir. İşte bu çalışmalar, Altı Sigma'yı gün yüzüne çıkarmıştır. Böylelikle Motorola şirketleri verimliliklerini "Sigma Seviyesi" adını verdikleri bir indeksle takip etmeye başlamışlardır. Bunu iyileştirmek için de odaklanmış projeler belirlemişler ve bu projeleri hedeflerine ulaştırmak için, M.A.I.C. (Measure Analyse Improve Control - Ölçme, Analiz, İyileştir, Kontrol) adı verilen ve kendilerinin derlediği problem çözme modelini oluşturmuşlardır.



Şekil 2.1: Altı Sigma'nın dünyadaki yayılımı (Polat ve diğerleri, 2005b)

1985'li yıllardan sonra Motorola Japon ürünleri ile rekabet edebilen, faaliyet karlılığını hissedilir şekilde arttıran bir yapıya kavuşmuştur. Motorola'nın başarı hikayesini duyan Amerikan şirketleri de Altı Sigma metodunu kullanmaya ve başarılı iş sonuçları elde etmeye başlamışlardır. Özellikle 1995 yılında General Electric (GE)'in metodolojiyi stratejik bir araç olarak kullanmaya başlaması ile yayılım kıtalar arasında hızla gerçekleşerek, global boyutlara ulaşmıştır (Şekil 2.1).

Şu anda General Electric, Motorola, Texas Instruments, LG, Allied Signal, Volvo vs. gibi birçok global şirket tarafından süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılan bu yaklaşım, doğru bir sistematik çerçevesinde uygulandığında, belirgin finansal kazançlar sağlamaktadır.

İlk olarak üretim sektörlerinde uygulanmaya başlanan Altı Sigma, 1995'li yıllarda hizmet süreçlerinde kullanıma paralel olarak değişime uğramış ve ilk uygulama adımı olarak, müşteri sesinin ve kalite öncelikli hedeflerin belirlenmesinde kullanılan Tanımlama aşaması metodolojiye ilave olmuştur. Bu noktadan itibaren Altı Sigma, hizmet süreçlerinin iyileştirilmesinde de kullanılmaya başlanmıştır, American Express, Citibank, J.P. Morgan, GE Capital gibi şirketler de, bankacılık, pazarlama ve lojistik gibi sektörleri de içine alacak şekilde uygulama alanını genişletmiştir.

## **2.2. Altı Sigma'nın Dünyadaki Yayılımı**

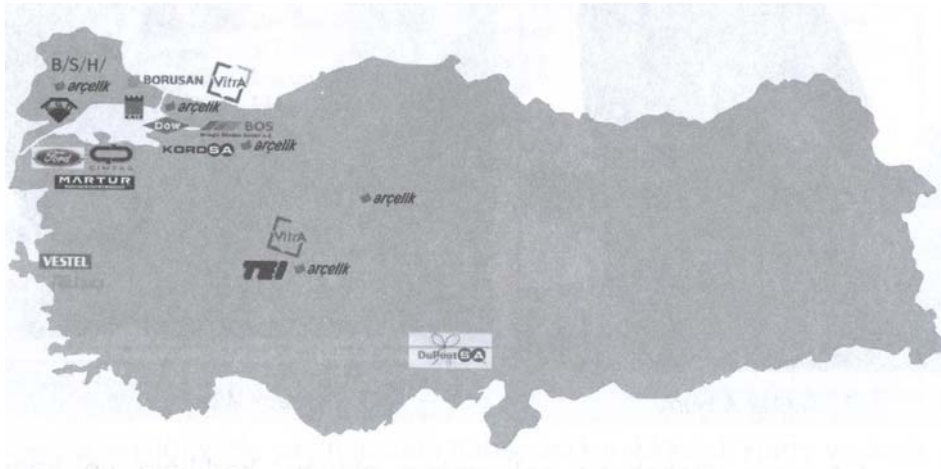
Altı Sigma'yı oluşturan fikirler ve metodolojinin kullandığı araçların yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Aslında Altı Sigma içinde yeni tekniklerin bulunmayışı, Altı Sigma'nın zayıf veya eksik tarafı olmaktan çok, Altı Sigma'nın gücünü oluşturmaktadır. Çünkü, Altı Sigma yeni geliştirilmiş araçlar bütünü olmaktan çok, kalite ve yönetim anlayışının devam eden evriminde en son ulaşılan noktada bulunmaktadır. 1995'li yıllarda Altı Sigma metoduna Tanımlama aşaması ilave olmuştur, gelinen şu aşamada ise gerçek kusursuzluğun ancak ve ancak tasarım süreçlerinde Altı Sigma uygulamaları ile mümkün olduğu anlaşılmıştır.

Şekil 2.2'de dünyada Altı Sigma uygulayan firmalardan bazıları görülmektedir. Görüldüğü gibi, Amerika'da Motorola, General Electric, Johnson&Johnson, American Express, Citibank, Sun Microsystems vs.; Avrupa'da Nokia, Siemens, ABB, Bosch, Ericsson vs.; Uzakdoğu'da Kodak, LG, Hyundai, Honda vs. gibi hem hizmet hem de üretim sektöründe faaliyet gösteren lider firmalar, süreçlerinin karlılıklarının arttırılmasında Altı Sigma'yı kullanmaktadırlar.



Şekil 2.2: Dünyada Altı Sigma uygulayan firmalardan bazıları (Polat ve diğerleri, 2005b)

Türkiye'de Altı Sigmanın yayılımı incelediğinde, ilk uygulamaların 1995'li yıllarda hisselerinin önemli bir bölümü GE'ye ait olan TEI'de (Turkish Engine Industry) gerçekleştiği görülmektedir. TEI, GE'nin ilk Altı Sigma yaygınlaştırmasına paralel olarak, Altı Sigma uygulamalarına başlamıştır. Halen TEI'nin Genel Müdür'ü olan Tayfun MUTLU, 1996 yılında Türkiye'de ilk Kara Kuşak sertifikasına sahip olan grup içinde yer almıştır.



Şekil 2.3: Altı Sigma'yı Türkiye'de uygulayan firmalar (Polat ve diğerleri, 2005b)

Türkiye'de Altı Sigma'yı uygulayan ilk Türk sermayeli şirket ise, Arçelik'tir. Arçelik, 1999 yılında, özellikle üretim bazlı süreçlerinde Altı Sigma'yı oldukça geniş kapsamlı olarak uygulamıştır. İlk uygulamalarını üretim süreçlerinde sınırlı tutan Arçelik, 2003 yılı itibariyle metodolojiyi hizmet süreçlerini de kapsayacak şekilde yeniden yapılandırmıştır.

Altı Sigma'yı daha sonradan uygulamaya başlayan şirketler arasında, Adana'da faaliyet gösteren DupontSa, 2001 yılındaki ekonomik krizden sonra Eczacıbaşı Yapı Gereçleri-Vitra, Kordsa, BSH-Profilo, BOS (Birleşik Oksijen Sanayi), Çimtaş, Ford, Kalekim, Borusan Grubu, TEBA gibi şirketler bulunmaktadır.

Altı Sigma'nın Türkiye'de yayılımı incelendiğinde, 2001 yılında yaşanan büyük ekonomik krizin etkileri görülmektedir.

- 2001 yılı öncesi Türk şirketlerinin faaliyet karlılıkları incelendiğinde, faaliyet dışı karların (faiz, repo, bono gibi kağıt karları), faaliyet gelirlerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Ekonomik krizin acı reçetesi, Türk şirketlerinin faaliyet karlılıklarını artırmaları gerektiğini bir daha ortaya çıkarmıştır. Bunun tek yolu ise, verimliliklerin artırılması, maliyetlerin minimum seviyelere kadar indirilmesi, süreç kalitelerinin artırılmasından geçmektedir.
- 2000'li yıllarda globalleşen dünyaya paralel olarak, Türk şirketleri de global kimlik kazanmaya başlamıştır. Özellikle 2001 yılı ekonomik kriziyle yerel pazarlarda hayat durma noktasına gelirken, yurt dışı müşterilerine hizmet üreten yerel Türk şirketler karlılıklarını önemli oranda artırabilmişlerdir. Öyleyse sadece iç piyasalara hizmet üretmek, Türkiye gibi ekonomik hacmi dar piyasalarda alınamayacak bir risktir. Çözüm ise yurt dışı müşterilere üretim yapan, yurt dışı firmalarla ortaklık kuran bir endüstriden geçmektedir. Yurt dışı müşterilerin Altı Sigma uygulamalarını Türk tedarikçilerine önermesi, kimi zaman ise dayatması Türkiye'de Altı Sigma uygulamalarının hızla yayılmasına katkıda bulunmuştur.

### 2.3. Uygulayan Şirketler ve Kazandıkları

Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerde, projeleri yapan ekibin liderlerine "Kara Kuşak" ve "Yeşil Kuşak" adları verilmektedir. GE, Motorola gibi büyük cirolu şirketlerde tam zamanlı olarak çalışan Kara Kuşaklar, yıllık getirisi yaklaşık 150,000-200,000 \$ olan projeleri hedefine ulaştırmakla görevlendirilirler. Bir Karakuşağın her yıl en az 4-5 adet Altı Sigma projesini tamamlayarak, çalıştığı şirkete en az yarım milyon dolarlık kar sağlaması beklenmektedir. Yeşil Kuşaklar ise, normal görevlerini yürütenin yanında, daha küçük çaplı projelerle ilgilenerek süreç iyileştirmeleri yapmaktadır. Bir Yeşil Kuşak her yıl belirli sayıda projeyi başarıyla tamamlamak durumundadır. Fakat proje sayıları ve parasal getiriler şirketlere göre farklılıklar göstermektedir.

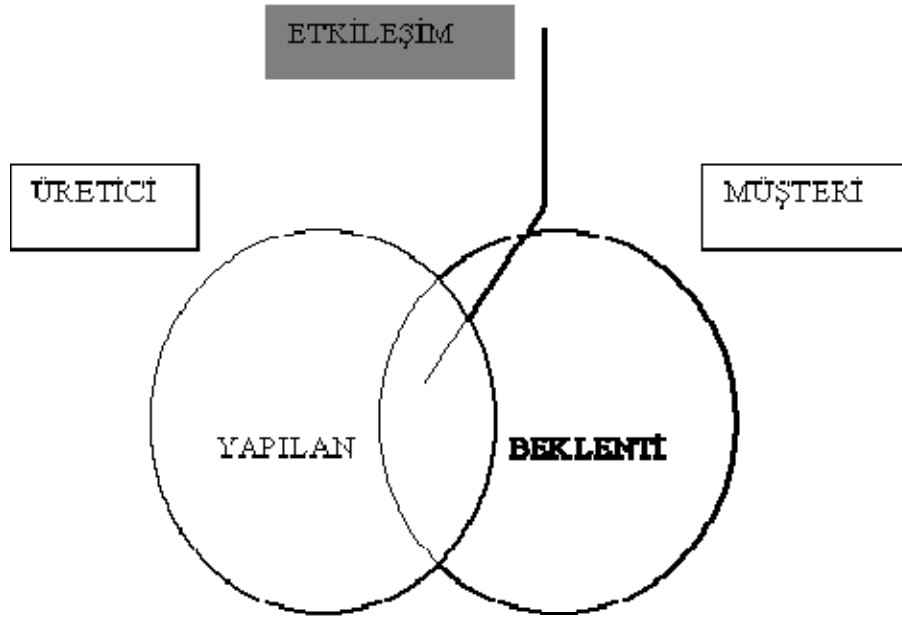
Kalite kongrelerinde ve yayınlarında herkes Altı Sigma uygulayan şirketlerin olağanüstü kazançlarından bahsetmektedir. Sanki her Altı Sigma uygulayan şirket, GE veya Motorola gibi karlar elde edecek gibi, iyimser ortamlar yaratılmaktadır. Hatta bu durumu çok abartan kişi ve kurumlar Altı Sigma'nın Toplam Kalite Yönetimi (TKY)'ne alternatif olduğunu söyleyebilmektedirler. Oysaki Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetim anlayışını bütünleyen bir öge olarak, TKY uygulayan şirketlerde çok daha başarılı iş sonuçları üretebilmektedir. Çünkü, Altı Sigma'nın gücünü oluşturan veriye dayalı bilimsel araçlar, iyi bir kalite altyapısı ve yayılım planı olmadığı durumlarda pek de başarılı sonuçlar oluşmamaktadır.

Altı Sigma'nın faaliyet karlılıklarındaki etkisini görebilmek için, çok iyi bir yayılım planına, kuvvetli bir yönetim desteğine, çalışanların Altı Sigma araçlarını bilmesi ve işlerini yaparken bu araçlardan faydalanmasına ihtiyaç vardır.

## 2.4. Müşteri-Firma İlişkisi

Altı Sigma'nın temel felsefesi ve odak noktası Toplam Kalite Yönetimi'nde olduğu gibi müşteridir. Şirketlerin temel faaliyet amacı, kar elde etmektir. Kar edemeyen bir şirketin devamlılığını sürdürmesi mümkün değildir. Şirketler ise kar elde edebilmek için müşterilerin beklentilerini karşılayan ürün veya hizmetleri üretmek, müşterilerine satmak durumundadırlar. Öyleyse müşteri beklentileri veya şirket karlılığı ile ilgisi olmayan işler, şirket süreçlerindeki katma değersiz işlerdir ve şirket süreçlerinden ayıklanmalıdır.

Altı Sigma'nın odak noktasını görebilmek için, müşteri-tedarikçi ilişkisini daha yakından incelemek gereklidir.

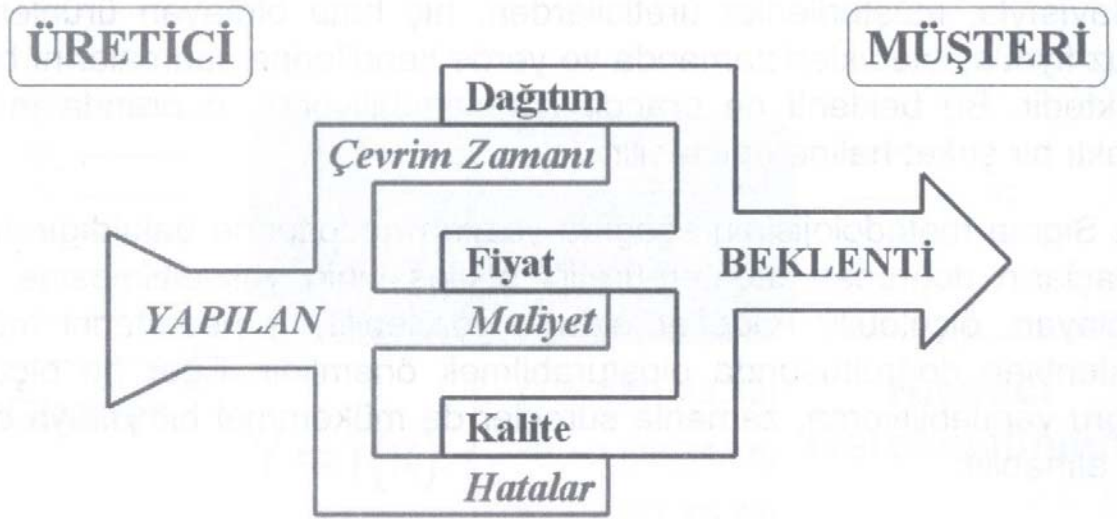


Şekil 2.4: Üretici – müşteri ilişkisi

Müşteriler, aldıkları ürünlerle kendi ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak, firmalar ise müşterileri için yaptıkları ürünlerini satarak kar elde etmeye çalışırlar. Dolayısıyla müşteri beklentileri ile şirket süreçleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Bu etkileşim Şekil 2.4'deki gibi bir şemayla ifade edilebilir. Firmanın yaptıklarıyla,

müşterinin beklentileri arasındaki kesişim (etkileşim) ne kadar artırılırsa, hem firmanın hem de tüketicinin bu işten kazancı o kadar yüksek olacaktır. Bu etkileşimi artırmak kuşkusuz firmanın görevidir. Firma, müşteri beklentilerini çok iyi anlamalı ve elindeki kaynakları en etkin biçimde kullanarak, ürünlerini müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde sunmalıdır. Peki, bir firma bu etkileşimi artırmak için ne yapabilir? Bunun için hepimizin yakından tanıdığı kalite kavramının yakından incelenmesi yeterlidir. En yalın hali ile müşteriler, satın aldıkları ürünleri üç temel özelliğine göre tercih ederler:

- **Dağıtım:** Müşteriler, ürüne uygun yerde ve uygun zamanda ulaşmak isteyecektir.
- **Fiyat:** Müşteriler, ürünü en düşük fiyatla almak isteyecektir.
- **Kalite:** Müşteriler, ürünün özelliklerinin, kendilerini en yüksek düzeyde tatmin etmesini bekleyecektir.



Şekil 2.5: Etkileşimin arttırılması (Polat ve diğerleri, 2005a)



Üretici firmanın yapması gereken, müşteri beklentilerini karşılayacak ürün ve hizmetleri geri plandaki üretim süreçlerine doğru aktarmaktır.

- Müşterinin dağıtım beklentisini karşılamak için, üretim süreçlerinde minimum operasyon ve dağıtım süreleri, tam zamanında üretim gibi önemli süreç çıktılarına ulaşmak zorundadır.
- Müşterinin fiyat beklentisini karşılamak için, üretilen ürün ve hizmetlerin minimum maliyetlerle yapılabilmesi gereklidir. İşte bu beklentiye bağlı olarak her şirketin maliyetleri düşürmekle ilgili önemli stratejik hedefi bulunmaktadır. Kaliteli ürünün pahalı ürün anlamına gelmediğini görebilmek gereklidir.
- Müşterinin kalite beklentisini karşılamak için, şirket ürettiği ürünlerini hiç hata olmaksızın müşterisine ulaştırmak zorundadır. İşte bu doğrultuda, üretim süreçlerinde hata bulmaya, ürünün güvenilirliğini garanti altına almaya dönük önemli kaynaklar harcanır.

Dolayısıyla, müşterileriler üreticilerden, hiç hata olmayan ürünleri, en ucuz fiyatla, istedikleri zamanda ve yerde kendilerine sunmalarını beklemektedir. Bu beklenti ne oranda karşılanabiliyorsa, o oranda müşteri odaklı bir şirket haline gelinebilir.

Altı Sigma metodolojisinin aşağıda yazılan hedeflerine bakıldığında, bu amaçların doğrudan müşteri-üretici etkileşiminin yükseltilmesine katkı sağlayan, ölçülebilir hedefler olduğu görülebilir. İş hedeflerini müşteri beklentileri doğrultusunda oluşturabilmek önemlidir. Eğer bu ölçümler doğru yapılabiliyorsa, zamanla süreçler de mükemmel bir yapıya doğru yol alınabilir.

#### Altı Sigma'nın Hedefleri

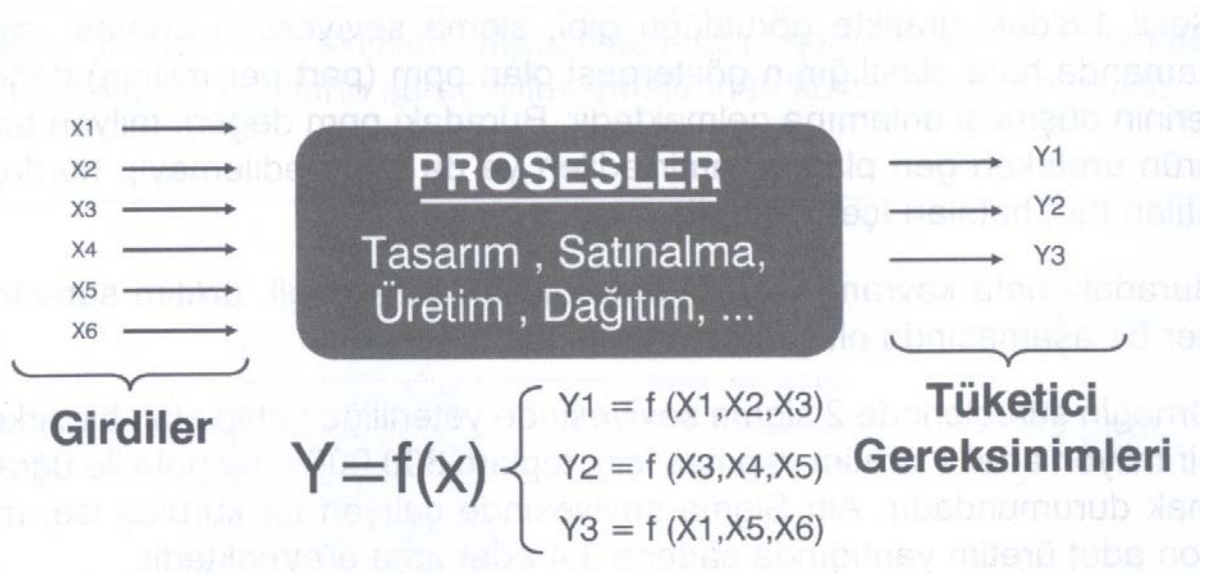
- Müşteri Tatmininin Artırılması
- Kusurların Azaltılması
- Çıktının İyileştirilmesi
- İş Veriminin Yükseltilmesi
- Yeterliliğin Artırılması
- Çevrim Zamanının Azaltılması

- Tutarlı Ölçüm Yöntemi
- Rekabetin Sağlanması
- Stratejik İyileştirmeler

## 2.5. Süreç Yönetimi

Altı Sigma'da ulaşılmak istenen ürün kalitesinden çok süreç kalitesindeki yeterliliklerin artırılmasıdır. Dolayısıyla süreçleri mükemmelliğe taşıyacak yöntem, süreçlerin geleneksel yöntemlerden farklı araçlar yardımı ile yönetilebilmesidir. Altı Sigma süreç bazlı yönetiminin temeli, süreç çıktılarının, süreç girdileri ile ifade edilebilmesine dayanmaktadır.

Süreç yönetiminde, sürecin çıktısını yöneten önemli az süreç girdi değişkenlerinin, süreç çıktı değişkenliğine olan etkisi, istatistiksel araçlar yardımı ile matematiksel olarak modellenmeye çalışılır. Bu modeller her zaman için yüzde yüz doğru olmasalar da, süreci daha iyi yönetmek için faydalı olabilecek modellerdir.



Şekil 2.6: Süreç yönetimi (Polat ve diğerleri, 2005a)

Tüketicilerin, aldıkları ürünlerden beledikleri gereksinimlere, sürecin çıktılarını adı verilmekte ve bu çıktılar Şekil 2.6'daki gibi Y ile gösterilmektedir. Tüketici, aldığı ürünü bu çıktılarını görmektedir. Firma ise, geri planda, bazı girdileri sürecinde işleyerek bu çıktılarını oluşturmaktadır.

Müşteri gereksinimlerini ve dolayısıyla beklentilerini en iyi şekilde karşılayabilmek için, bu girdiler ile çıktılar arasında sürecin yarattığı ilişkinin doğru bir biçimde belirlenmesi gereklidir. Bunu yapabilmeyin yolu da süreç yönetiminden geçmektedir. (Polat ve diğerleri, 2005b)

Dolayısıyla, çıktılarını oluşturulan süreç iyi tanımlanmalı ve ilişkiler doğru olarak belirlenmelidir.

## **2.6. Sigma Seviyesi**

Altı Sigma uygulayan şirketler, süreçlerinin verimliliğini "sigma seviyesi" adı verilen bir indeksle izlemektedirler.

Sigma seviyesiyle; ürün başına hata, kalitesizlik maliyeti, çevrim zamanı ve verimlilik gibi karakteristikler arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır.

Şekil 2.7'deki görüldüğü gibi, sigma seviyesinin artması, aynı zamanda hata olasılığının göstergesi olan ppm (part per million) değerlerinin düşmesi anlamına gelmektedir. Buradaki ppm değeri, milyon tane ürün üretirken geri planda tamir edilen ya da tamir edilemeyip hurdaya atılan tüm hataları içermektedir. Buradaki hata kavramı, son üründe oluşan hata değil, üretim sürecinin her bir aşamasında oluşan hata toplamıdır.

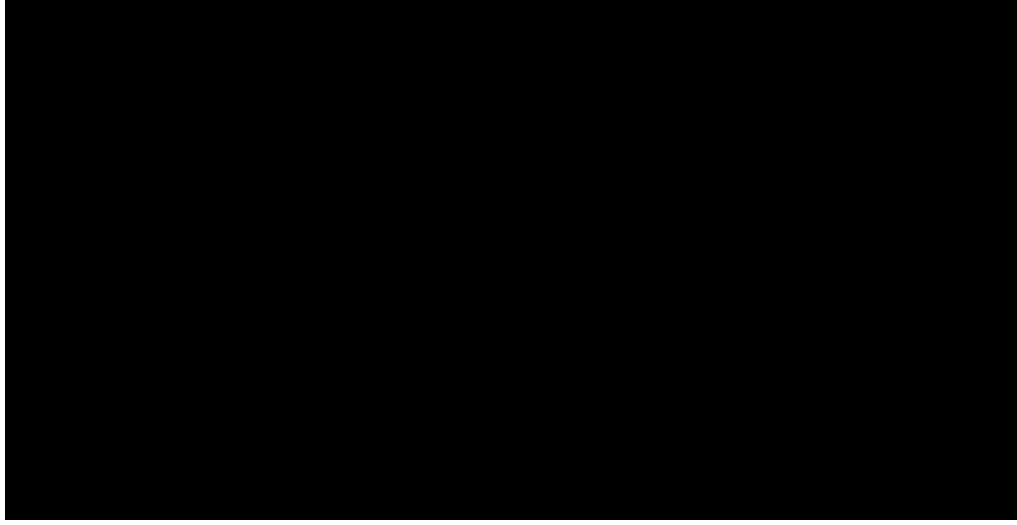
Örneğin süreçlerinde 2 sigma seviyesinde yeterliliğe sahip olan bir şirket, bir milyon adetlik üretim yapmak için, toplam 308.000 adet hata ile uğraşmak durumundadır. Altı Sigma seviyesinde çalışan bir kuruluş ise, milyon adet üretim yaptığında sadece 3,4 adet hata üretmektedir.

	$\sigma$	PPM
3 $\sigma$ Yeteneği <i>Eski standart</i>	2	308,537
4 $\sigma$ Yeteneği <i>Mevcut standart</i>	3	66,807
5 $\sigma$ Yeteneği <i>Yeni standart</i>	4	6,210
	5	233
	<b>6</b>	<b>3.4</b>
	<b>Sigma Değeri</b>	<b>Milyonda olası hata adedi</b>

Şekil 2.7: Sigma seviyesi - Hata oranları ilişkisi

Sigma seviyesi ve hata oranları arasındaki ilişki daha dikkatli incelendiğinde, sigma seviyeleri ile hata oranları arasındaki ilişkinin lineer değil parabolik olduğu görülecektir. Örneğin, 2 Sigma'dan 3 Sigma'ya çıkmak için hata oranlarının yaklaşık 5 kat iyileştirilmesi gerekirken; 3 Sigma'dan 4 Sigma'ya çıkmak için yaklaşık 11 kat, 4 Sigma'dan 5 Sigma'ya çıkmak için yaklaşık 26 kat, 5 Sigma'dan 6 Sigma'ya çıkmak içinse yaklaşık 68 kat iyileştirme yapmak gereklidir. Hata oranlarında bu kadar radikal değişiklikleri yapabilmek için, geleneksel yöntemlerden farklı bilimsel araçların süreç iyileştirmelerinde kullanılması gereklidir.

Elbette ki, mantık, sezgiler ve 7 temel araç gibi geleneksel problem çözme teknikleri süreç yeterliliklerinin 2 Sigma'dan 3 Sigma'ya çıkarılmasında faydalı olabilir. Ancak daha yukarılara çıkabilmek için, süreç karakteristiklerini iyi tanımak ve optimize etmek gereklidir. Endüstride kalite ortalamaları yakalamak isteyen bir firmanın 3-4 Sigma seviyelerine ulaşması gereklidir. Artık bu seviyeler için istatistiğe ve veri bilimi araçlarının proses geliştirme faaliyetlerinde kullanılmasına ihtiyaç vardır. Üretim süreçlerinin yeterliliklerini 5 Sigma seviyesinin üzerine çıkarmak için, tasarım süreçlerinde Altı Sigma uygulanması ve üretilebildiğin tasarlanması gereklidir. Aksi durumlarda süreçlerin 5 Sigma proses yeterlilik eşiğini geçmesi pek mümkün gözükmemektedir.



Şekil 2.8: Sigma Seviyesi'nin "Kalitesizlik Maliyeti" ile olan ilişkisi

2 Sigma seviyesinde çalışan bir şirket, toplam satışlarının %30-40'nı kalitesizlik maliyeti olarak boşa harcamaktadır. Altı Sigma seviyesine ulaşmış firmalarda bu oran %10'un daha da altındadır. Globalleşme ile şirket kar oranlarının minimum seviyelere ulaştığı günümüz koşullarında, ürettiği toplam katma değer %40'ını boşa harcayan bir firmanın ayakta kalması, rakipleri ile rekabet etmesi mümkün değildir. Şu an bu noktalarda buldukları halde kar elde edebilen kuruluşlar, kısa bir müddet sonra küresel rekabet ile tanışarak yok olabileceklerdir.

Şu anda Amerika Birleşik Devletleri'ndeki firmaların ortalama sigma seviyesi 3 ile 4 arasında değişmektedir. Türk endüstrisi için kayda değer inceleme ve araştırmalar bulunmamasına karşın, yardımcı sanayilerde 2 -2,5 sigma, ana sanayilerde ise 2,5-3,5 sigma dolaylarında süreç yeterlilikleri olduğu tahmin edilmektedir.

Günümüz koşullarında endüstrideki ortalama kalite seviyesini yakalamış firmalar ile, Altı Sigma yaklaşımını benimseyen firmalar arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Genellikle 2,5 -3,5 sigma aralığında bulunan geleneksel firmalar aşağıdaki özellikleri göstermektedirler:

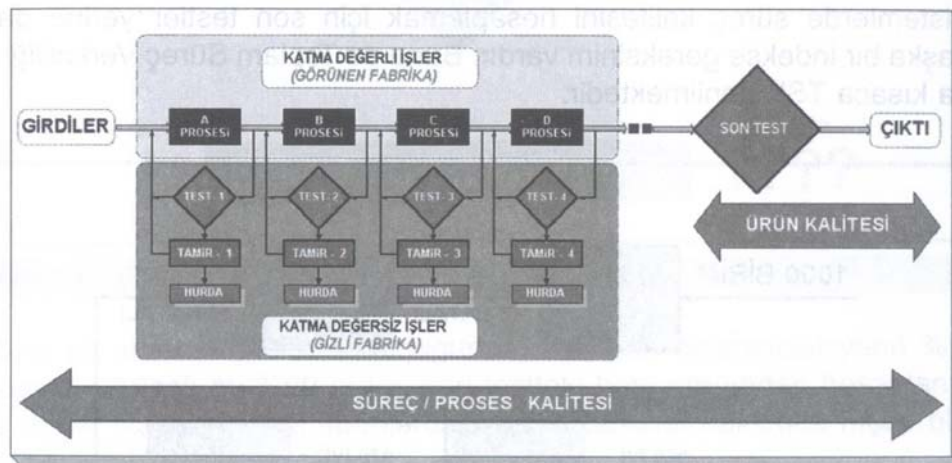
- Ulaşmış oldukları başarı seviyesiyle yetinirler. Kendi seviyelerini, rakipleriyle karşılaştırırlar ve rakiplerinden iyi durumda olduklarını gördüklerinde, bununla yetinip bu durumu korumaya çalışırlar. Oysa Altı Sigma'da sıkça sözü edilen mükemmellik modelinde (excellence model) hedefler, rakiplere göre değil mükemmellik seviyesine göre belirlenmektedir.
- Muayene ve yeniden işlemeye dayalı bir süreçleri vardır. Muayene etmeyi sürecin vazgeçilmez adımı olarak düşünürler ve hatayı müşteriye göndermeden yakalayıp elimine etmekle maliyetleri azalttıklarını düşünürler. Ancak muayene ve tamir için harcadıkları maliyetleri hesaba katmazlar. Aslında, muayeneye garanti altına aldıkları, o ürünün üretildiği sürecin kalitesine, işletmenin verimliliğine hiçbir katkıda bulunmayan ürün kalitesidir.
- Deneme-yanılma problemleri çözmeye çalışırlar. Bir problemi çözmek için etkin bir sistematikleri yoktur. Genellikle problemlerin çözümünde tecrübe ve deneme yanılma yöntemini, uygun bir proje yönetim stratejisi olmaksızın kullanırlar.
- Veri toplamak ve verilerin analizi için sistematikleri yoktur. Veri toplarlar ve verileri grafiklere aktarırlar, ama bu verilerden doğru çıkarımlarda bulunmazlar. Genellikle topladıkları veriler çıktıyla ilgili olduğundan, bunların girdilerle ilişkisini bulamazlar. Verinin bilimi olan ve verilerden en yüksek düzeyde bulguyu çıkarmayı sağlayan istatistiği etkin biçimde kullanmazlar.
- Yangın söndürme davranışlarını ödüllendirirler. Bir sorun çıktığında, insanlar o sorunu çözmek için gece gündüz çalışırlar ve çözdüklerinde, özverili çalışmalarından dolayı ödüllendirilirler. Oysa çözüldüğü düşünülen sorun, aslında, yalnızca o zaman diliminde önlenmiştir; çünkü aynı sorun, belirli bir süre geçtikten sonra yeniden ortaya çıkacaktır. Yine aynı kişiler, yine yoğun bir şekilde çalışarak, yine aynı soruları sorarak bir daha sorunu çözdüklerini sanacaklardır. Yangın söndürme yöntemiyle sorun çözmeye çalışan şirketlerde yıllardır süregelen ve belirli aralıklarla kendini yineleyen sorunların devam etmesi kaçınılmazdır.

- Kalitesizlik maliyetlerini ölçmezler. Muayene, yeniden işleme ve hurda kaynaklı işlerini, sürecin bir parçası olarak görürler. Oysa işlerini bir seferde düzgün yapamadıkları ya da yaptıklarından emin olamadıkları için ortaya çıkan bu maliyetlerin gerçek değerlerini göremezler.

## 2.7. Ürün Kalitesi - Süreç Kalitesi

Sigma seviyelerinin bulunmasında kullanılan hata oranlarını hesaplayabilmek için, süreç kalitesi ve ürün kalitesi arasındaki farkı anlamak gereklidir. Ürün kalitesi, son testlerle belirlenen ve bitmiş ürünün özelliklerinin kontrol edilmesiyle elde edilen bir indekstir. Örneğin son halini almış bir televizyonun, tüketiciye gitmeden önce tüm özelliklerinin test edilmesi ve bitmiş üründeki hata oranlarının kalite seviyesi için yapılan testler, o televizyonun ürün kalitesini vermektedir.

Bir işletmedeki operasyonlar katma değerli ve katma değersiz işler olarak ikiye ayrılırlar (Şekil 2.9). Katma değerli işler, ürün üzerinde doğrudan etkisi olan, olmazsa olmaz adımlardır. Katma değersiz işlerse, bir seferde yapılan işten emin olamamaktan ya da yapılan işi ilk seferinde doğru yapamamaktan kaynaklanan ve verimsizlikten dolayı maliyet olarak geri dönen adımlardır. Ürünün son halinin test edildiği kontroller, ürün kalitesi hakkında bilgi verirken, asıl maliyetlerin oluştuğu süreç kalitesi hakkında hiçbir bilgi vermezler.



Şekil 2.9: Katma değerli işler - Katma değersiz işler (Polat ve diğerleri, 2005b)

Firmalar, genellikle ürün kalitesini artırdıkları takdirde, karlılıklarının da artacağını düşünürler. Oysa ürün kalitesi işletmenin gerçek kalitesi, verimliliği veya karlılığı hakkında hiçbir bilgi vermez, ürün kalitesi ile müşteriye ulaşan son ürünlerdeki hata olasılıkları konusunda bilgi sahibi olunulabilir. Uzun zamandan beri kalite bölümü görevlileri ile üreticiler arasında yaşanan kalite-maliyet tartışmalarının ardında ürün kalitesi ile süreç kalitesinin birbirine karıştırılması yatmaktadır. Gerçekten işletmelerin karlılığını ve verimliliğini görebilmek için, sürecin her bir adımında yapılan kontroller, tamirler ve hurdaya atılan parçaları dikkate alan bir indekse ihtiyaç duyulmaktadır. Bu indeksi ise süreçlerimizin gerçek kalitesi ile yani sigma seviyesi ile oluşturabiliriz.

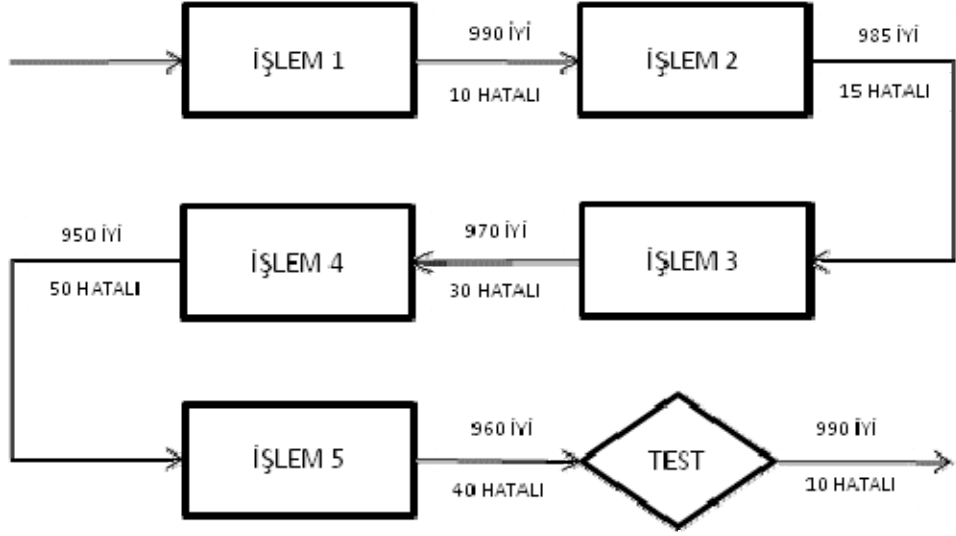
Dolayısıyla asıl amaç ürün kalitesi yerine, süreç kalitelerinin artırılmasıdır. Süreç kalitesinin artırılmasına dayalı işletme hedeflerinin geliştirilmesi durumunda,

- Birim üretim başına düşen çevrim süreleri azalacak,
- Hata sayıları azalacak ve önceden hatalar tespit edilebilecek,
- Makine kullanım kapasiteleri artırılabilecek,
- Gizli kalmış fabrika maliyetleri zamanla yok edilebilecektir.

Sistemlerde süreç kalitesini hesaplamak için son testler yerine daha başka bir indekse gereksinim vardır. Buna da Toplam Süreç Verimliliği ya da kısaca TSV denilmektedir.

Şekil 2.10'daki örnek, TSV hesaplamasının mantığını anlamakta yararlı olacaktır. Bu örnekte, 6 adımlı bir üretim süreci bulunmaktadır. Bunlardan ilk beş adım üretim, altıncı adımsa bitmiş ürünün kontrol edildiği son testtir. Her süreç adımında hatalı parçalar oluşmakta ve bunlar tamir edilmektedir. Örneğin birinci adımda 1000 tane kesilen parçadan 10 tanesi, ikinci adımdaysa 1000 tane preslenen parçadan 15 tanesi hatalı çıkmakta ve tamir edilmektedir.





Şekil 2.10: Toplam süreç verimliliği

Böyle bir sürecin çıktısı sorulduğunda, alınacak geleneksel yanıt %99 olacaktır. Ancak bu %99 oranı, son testteki hata oranından hesaplanan bir değer olacak ve ara adımlarda yapılan tamirler hakkında hiçbir bilgi vermeyecektir.

Daha doğru ve gerçekçi bir indeks olan TSV, bir seferinde ara adımlarda hiçbir hata olmaksızın ürün üretme olasılığını verecek ve hesaplanması da, tüm adımlardaki doğru parça üretme olasılıklarını çarparak, aşağıdaki gibi olacaktır:

$$TSV = 0,99 \times 0,985 \times 0,97 \times 0,95 \times 0,96 \times 0,99 = \% 85,4$$

Bu %85'lik oran, her 100 ürünün yalnızca 85'inde, geri planda hiçbir hata olmaksızın ürün üretilebileceğini göstermektedir.

Altı Sigma uygulayan kuruluşlar, süreçlerini TSV ya da buna benzer sigma seviyeleriyle ölçmekte ve bu indeksler üzerinden çalışanlara hedefler vermektedirler.

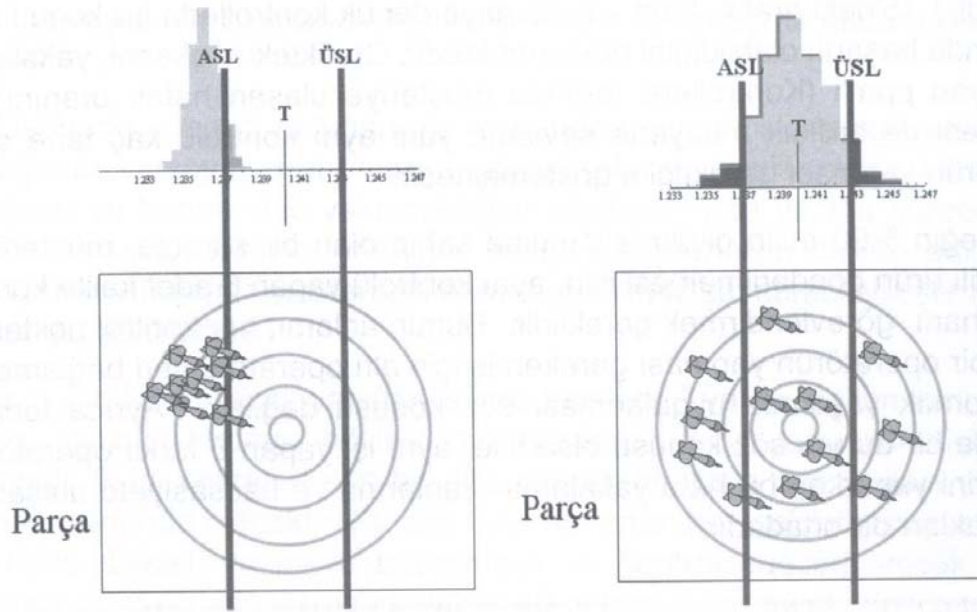
## 2.8. Değişkenlik

Süreçlerde bazı hataların oluşmasının nedeni, sürecin parametrelerindeki değişkenliktir. Bir işin ya da ölçüğün her seferinde aynı şekilde oluşmaması "değişkenlik" olarak adlandırılır. Değişkenlik her süreçte vardır. Örneğin, bir hedefe birkaç kez atış yapıldığında, her atışın tamamen aynı yere isabet etmesi mümkün değildir. Mikron seviyesinde de olsa, mutlaka atışlarda sapmalar olacaktır. Dolayısıyla değişkenlik yadsınamaz bir olgudur, önemli olan değişkenliğin büyüklüğüdür.

Değişkenlik ne kadar azalır, tutarlılık ve dolayısıyla kalite o kadar artacaktır. Kuruluşlarda yapılan temel hatalardan birisi de, parametrelerin yalnızca ortalamayla ifade edilmesi ve değişkenliğinden hiç bahsedilmemesidir. Aslında bir süreç hakkında kesin bilgi sahibi olabilmek için, ortalamayla birlikte sürecin değişkenliğinden de söz etmek gerekmektedir. Örneğin, bir şirkette çalışanların yaş ortalamasının 30 olduğu belirtildiğinde, pek çok kişi için bunun anlamı, çalışanların yaşlarının 30 dolayında olduğudur; oysa 45 ve 15 yaşındaki 20'şer çalışanın bulunduğu bir şirketin yaş ortalaması da 30 olacaktır. Dolayısıyla bir süreci yalnızca ortalamayla ifade etmek yanlış olacaktır.

Şekil 2.11'de, atışların yapıldığı iki farklı süreç vardır. Şekilde gösterilen siyah çizgiler, atışların olması gereken ve istenilen aralığıdır. Solda gösterilen süreçte, değişkenlik az olmasına karşın, atışların ortalaması istenen hedeften farklı bir yerde olduğundan, birçok atış istenen sınırların dışına çıkmaktadır. Sağda gösterilen süreçteyse, ortalama hedef değerinde olmasına karşın, değişkenliğin fazla olması nedeniyle, bazı atışlar sınırların dışına çıkmaktadır.

Hangi sürecin daha iyi olduğu sorulduğunda, kimileri 1. süreci, kimileri de 2. süreci söyleyecektir. Aslında her iki yanıt da doğru olabilir. 1. sürecin iyi olduğu yanıtını verenler, sistemin sınırlar dışında ürettiğini, ancak tutarlı olduğunu söyleyecek ve böylelikle iyileştirmenin daha kolay olduğunu belirteceklerdir. 2. sürecin iyi olduğu yanıtını verenlerse, sürecin 1.ye göre çok daha az hatalı parça ürettiğini savunacaklardır.



Şekil 2.11: İki farklı süreç (Polat ve diğerleri, 2005a)

Her iki açıklamanın da doğru yanları bulunmaktadır. Eğer süreç iyileştirmek istenirse, 1. süreç daha iyi bir süreç olacaktır; çünkü deneyimler bu tür süreçlerin bir parametre değişikliğiyle düzeltilebildiğini göstermektedir. Ancak sürece hiç dokunulmayacaksa, 2. süreç daha iyi bir süreç olacaktır; çünkü sonuçta daha az hatalı parça verecektir.

Sonuç olarak, bir süreçteki hataları azaltmak ve Toplam Süreç Verimliliği'ni artırmak için, sürecin ortalamasını hedef değere çekmek, değişkenliğini de azaltmak gerekmektedir.

## **2.9. Altı Sigma İlkeleri**

### **2.9.1. Gerçek müşteri odağı**

1990'lı yıllardaki kalite hareketi ile birlikte çok sayıda şirket duvarlarını, “müşteri beklenti ve şartlarını karşılamak ve aşmak” benzeri politika ve misyon ifadeleri ile süslediler. Bununla birlikte çok az sayıda şirket müşteri ihtiyaç ve beklentilerini anlamak ve bu bilgiyi arttırmak için yoğun çaba gösterdi. Hatta bu çabayı gösteren şirketler dahi müşteri ihtiyaçlarının dinamik doğasını göz ardı ettiklerinden elde edilen verilerden sağlanan fayda kısa sürdü.

Altı Sigma'da müşteri odağı ilk önceliğe sahiptir. Altı Sigma'da performans ölçümü müşteri ile başlar. Altı Sigma iyileştirmeleri müşteri tatmini ve değeri üzerindeki etkileri ile tanımlanır.

### **2.9.2. Verilere dayalı yönetim**

Son yıllarda ölçüme, bilginin yönetimine, bilişim teknolojilerine vb. verilen öneme rağmen iş dünyasında çok sayıda kararın hala fikir ve varsayımlara dayalı olarak alındığını duymak sizi şaşırtmayacaktır. Çünkü bu muhtemelen sizin her gün yaşadığınız bir gerçektir.

Altı Sigma uygulamalarının ilk basamağı iş performansını tahmin etmek için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır.

Daha açık bir ifade ile Altı Sigma verilere dayalı karar ve çözümleri desteklemek için yöneticilerin iki temel soruyu cevaplamalarına yardımcı olur.

1. Hangi veri/bilgilere gerçekten ihtiyaç var.
2. Bu veri/bilgileri en fazla yarar sağlayacak şekilde nasıl kullanabilirim?

### **2.9.3. Proses odağı**

Altı Sigma’da proses faaliyetin olduğu yerdir. İster şirket yönetimi isterse ürün ve hizmet tasarımı, performans ölçümü, etkinliğin artırılması ya da müşteri tatminin iyileştirilmesi olsun tüm alanlarda başarının anahtarı proseslerdir.

Altı Sigma uygulamalarında bu güne kadar sağlanan büyük kazançlar, proseslerin müşteriye değer sağlamak için kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

### **2.9.4. Proaktif yönetim**

“Proaktif” kavramı çoğunlukla “reaktif” kavramının tersi olarak düşünülür ve olaylardan önce harekete geçme anlamı taşır. Gerçek dünyada ise proaktif yönetim başarı için kritik iş alışkanlıkları ile ilgilidir; iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek, problemlerin önlenmesine odaklanmak, kör bir şekilde işleri nasıl yaptığımız savunmak yerine, işleri niçin böyle yaptığımızı sorgulamaktır.

Gerçek proaktiflik sıkıcı ve aşırı analitik olmanın ötesindedir. Değişim ve yaratıcılık için bir başlangıç noktasıdır. Reaktif hal tarzının sonucu krizden krize atlamanız sizi çok meşgul eder ve sizin işlerin üzerinde olduğunuz gibi yanlış bir imaj verir. Gerçekte bu durum yönetimin kontrolü kaybettiğinin işaretidir.

Altı Sigma reaktif alışkanlıkların yerini dinamik, ihtiyaçlara gerçekten cevap veren proaktif bir yönetim tarzının almasını sağlayacak araç/yöntem ve uygulamaları içerir.

### **2.9.5. Sınırsız işbirliği**

Sınırsızlık iş başarısı için Jack Welch'in deyişlerinden birisidir. Şirketin tedarikçileri, müşterileriyle ve şirket çalışanlarının da birbirleriyle kuracakları işbirliğinin getireceği fırsatlar büyüktür. Müşteriye değer yaratmak için ortak çalışması gereken gruplar arasındaki rekabet ve irtibatsızlıklardan dolayı her gün milyarlarca dolar masada bırakılır.

Altı Sigma insanların büyük resimdeki yerlerini görmelerini ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlamalarını sağlayarak iş birliği fırsatlarını artırır. Altı Sigma'daki sınırsız işbirliği karşılıksız fedakarlık anlamında değildir. Bununla birlikte son kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarının ve prosesler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını gerekli kılar. Ayrıca müşteri ve proses bilginin tüm ilgili şahıs ve birimlere yarar sağlayacak şekilde kullanımını öngörür.

### **2.9.6. Kusursuzu iste, başarısızlığa tolerans göster**

Kusursuzu isterken başarısızlığa nasıl tolerans gösterilebilir? Fakat bir takım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın bir şeyler elde etmek ve bir yerlere ulaşmak mümkün değildir. Eğer insanlar alacakları karaların ya da yapacakları uygulamaların sonuçlarından korkarlarsa daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite vb.lerine ulaşmayı denemezler. Sonuç; durgunluk, yozlaşma ve ölümdür.

Ayrıca performans iyileştirmesi için Altı Sigma'nın sunduğu araç ve yöntemler önemli ölçüde risk yönetimi içermektedir. Altı Sigma'yı hedef edinmiş bir şirket tabii ki her zaman kusursuz için çaba harcayacak, fakat ara sıra olan başarısızlıkları kabul edecektir.

## 2.10. Tasarım ve Altı Sigma

Bir süreci iyileştirmenin iki yolu vardır. Bunlardan birincisi, süreçteki değişkenliği azaltarak hata oranlarını indirmek; diğeryse, müşteriye ya da tasarım aşamasına gidip müşteri limitlerinin doğruluğunu sorgulamak ve mümkünse doğru limitleri belirleyerek hata paylarını yeniden oluşturmaktır. Kalite kavramını yeterince anlayamamış kişiler bu düzenlemeyi kalitesizlik olarak algılayabilirler. Oysa gerçek kalite, tasarım toleranslarının ve değişkenliğinin, müşteri beklentileri doğrultusunda belirlenmesindedir. İyi bir tasarımcıdan beklenen, müşteri beklentilerini doğru algılaması ve bu doğrultuda, üretim yeterliliklerini de dikkate alarak ürün ve süreç tasarımını yapmasıdır. Bazı durumlarda tasarımcılar kendi tasarımlarını güvence altına almak isteyebilirler. Bu masum istek, üretimde oluşabilecek hatalar ve kalite kontrolcülerin bunları yakalayamama endişesi ile birleşince, önemli maliyet kayıplarına neden olabilecek ürün ve süreçlerin oluşmasına neden olabilmektedir. Müşterinin hiç rahatsız olmadığı, ürün fonksiyonu ile hiçbir ilişkisi olmayan milimetrik çapak toleransları için üretim hatları durdurulmakta, hurdaya malzemeler atılmakta ve yığınlarca kontrol işçilikleri harcanmaktadır. Tüm kaynakların önemli bir etkisi olmayan bir girdi için harcanması durumunda, gerçekten müşteri için önemli olan, ürün fonksiyonunu doğrudan etkileyen bazı kritik girdiler için, yeterli kontroller yapılamamaktadır. Burada önemli olan ürünü oluşturan parça ve komponentler için harcanacak maliyetler ile müşteri ve ürün fonksiyonu arasında doğrudan bağlantının kurulmasıdır.

Deneyimler, bir ürünün maliyetinin %70 - %80'inin tasarım aşamasında, yani ürün ve sistem tasarımı aşamasında belirlendiğini göstermektedir. Üretim aşamasındaysa ürün maliyetinin yalnızca % 20 ile %30'uyla ilgili iyileştirmeler yapılabilmektedir. Mevcut problemlerin çözümüyle uğraşan kara kuşaklar, pek çok sorunla ilgili bölgeleri çözümlmek için, süreçte ya da üründe tasarım değişikliğine başvurmaktadırlar. Bunun anlamı, yeni bir ürün ya da süreç oluşturulurken tasarım aşamasında mutlaka ciddi bir şekilde zaman harcanması gerektiğidir. Motorola, General Electric vb. gibi günümüzün yüksek sigma seviyelerine ulaşmış firmaları, bu başarılarını, yalnızca var olan problem çözümleriyle değil, Altı Sigma'yı ürün ve

sistem tasarımlarında uygulamalarıyla sağlamışlardır. Burada kullandıkları metodolojinin tam adı "Tasarımda Altı Sigma"dır. Tasarım süreçlerinde Altı Sigma (Design for Six Sigma) uygulamaları, klasik Altı Sigma yaklaşımından biraz farklıdır ve Tanımlama – Ölçme – Analiz – Tasarlama – Doğrulama / Onaylama aşamalarını içermektedir. (Polat ve diğerleri, 2005b)

Amaç, üretilecek ürünün Altı Sigma'ya ulaşmasını tasarım aşamasında sağlamaktır.

Tasarım sürecinde en temel zorluk, numune olmadığı için, hatayı yakalamaktır. Üretimde bu çok daha kolay hale gelmektedir. Öte yandan, üretim aşamasında yakalanan bir hatanın yok edilmesi, tasarım aşamasında ortaya çıkan bir hatanın yok edilmesine göre çok daha masraflıdır.

Altı Sigma'nın tasarımdaki önemli kavramlarından birisi de karmaşıklığıdır. Karmaşıklık, bir ürünün ne kadar bileşenden (komponent) ya da bir sürecin ne kadar adımdan oluştuğuyla ilişkilidir. Ürünün bileşenleri ya da sürecin adımları ne kadar artarsa, karmaşıklık da o kadar artar.

Bir üründe karmaşıklık ne kadar artarsa, ürünün maliyetleri ve dolayısıyla ürünü üretirken oluşacak hata oranları ve verimsizlikler de o kadar artacaktır. Önemli olan, müşteri isteklerini en iyi şekilde belirlemek ve bunları sağlayacak en yalın ürünü ortaya çıkarmaktır.

Tasarımda Altı Sigma uygulayan şirketler, tasarım gruplarına karmaşıklıkla ilgili hedefler vermekte ve bir sonraki yapacakları ürünün bir öncekine göre daha az karmaşık olmasını istemektedirler. Böylece o ürünü üretirken oluşacak maliyetler (malzeme, işçilik, kalitesizlik vb.) tasarım aşamasında azaltılmış olacaktır. (Polat ve diğerleri, 2005b)



### **BÖLÜM 3. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU**

Altı Sigma'nın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu denklemin insan gücü tarafıdır. Örneğin bir futbol takımında görev yapan çocuğuktan, takım kaptanına kadar herkesin açıkça tanımlanmış bir görevi vardır. Ayrıca bu görev tanımları içerisinde iyi bir iş çıkaramamanın sonuçları ve başarının sağlayacağı ödüllerde yer alır. Takımın başarısında bu tanımların rolü büyüktür.

Bu nedenle Altı Sigma organizasyonlarında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilir. İlk bakışta Uzakdoğu sporlarının yapıldığı bir kulübün organizasyon yapısını andıran bu unvanlar Altı Sigma'nın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir.

Altı Sigma uygulayan şirketlerde verimsizlik yaratan ve sigma seviyesinin düşmesine sebep olan problemler iyileştirme projelerini tetikler. Bu projeler Kara Kuşaklar önderliğindeki takımlar tarafından hedeflerine ulaştırılır. Birer problem çözme ve veriye dayalı karar verme uzmanı olarak yetiştirilen Kara Kuşaklar üstün yetenekleri ve bilgileri sayesinde değişim yönetiminin öncülüğünü yaptıkları gibi geleceğin yönetici kadrosunu da oluştururlar. İyileştirme takımı üyelerine ise Yeşil Kuşak adı verilir. Yeşil Kuşaklar temel ölçüm/analiz yöntemleri ve bu analizler sırasında kullanacakları bilgisayar yazılımları konusunda yetiştirilirler

Altı Sigma Organizasyonu Ögeleri:

- Üst Kalite Konseyi (Altı Sigma Yönetim Komitesi)
- Yönetici Temsilcisi
- Kalite Şampiyonu
- Uzman Kara Kuşak
- Kara Kuşak
- Yeşil Kuşak
- Sarı Kuşak
- Finans Sorumlusu

### **3.1. Üst Kalite Konseyi (Altı Sigma Yönetim Komitesi)**

Altı Sigma'da projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Fakat üst yönetim bu projeleri yeterli önem ve desteği vermezse hiçbir sonuç elde edilemez. Daha açık bir ifade ile eğer üst yönetim Altı Sigma hakkında bilgi edinmek için zaman harcamaz, bu iş için en nitelikli personeli görevlendirmez ve ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamazsa Kara Kuşakların başarı şansı olmayacaktır. Bunun için özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olacaktır. (Nesipoğlu, 2003)

Bu konseyin başlıca görevleri;

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlmek,

- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak

şeklinde özetlenebilir.

Bu amaçla aylık periyotlarla toplanan Kurul'un, sistemin bütünü ve bütünü oluşturan Altı Sigma projelerini tartışması, uygulamalardaki hataları-sapmaları belirleyerek düzeltmesi beklenmektedir. Kurul içinde Süreç Lideri olan Şampiyonlar, Altı Sigma Koordinatörü, Sponsor ve Finans bölümünden yöneticilerin bulunması faydalıdır.

### **3.2. Altı Sigma Koordinatörü**

Şirket bazında Altı Sigma planlamalarını yürütecek, Sponsor'a raporlamada bulunacak, Altı Sigma uygulamalarındaki en aktif yönetim birimidir. Koordinatörden Yürütme Kurulu'nu toplaması ve bilgilendirmesi, şirket bazında göstergeleri ve aksaklıkları raporlaması beklenir. Ayrıca, Koordinatörün, Danışman ile temas sağlaması, destek departmanları ile iletişim sağlaması gibi görevleri de yürütmesi beklenmektedir.

### **3.3. Yönetim Temsilcisi (Sponsor)**

Altı Sigma gayretleri üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmediği sürece başarısızlık şansı yüksektir. Bu tür bir görevlendirme Altı Sigma'ya verilen önemi göstermesi ve faaliyetleri kolaylaştırması açısından önemlidir. Yönetim Temsilcisi üst yönetim adına karar verebileceği için proje çalışmaları sırasında çıkan sorunların çözümü için konsey toplantıları beklenmeyecektir. (Nesipoğlu, 2003)

Yönetim Temsilcisinin başlıca görevleri;

- Altı Sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak icrasını sağlamak,
- Gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmalık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- Altı Sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
- Proje seçimi ve takımların oluşturulmasında kalite şampiyonu/şampiyonlarına yardımcı olmak,
- Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,
- Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek, uygun gördüklerinden yetkisi dahilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite şampiyonlarına her konuda destek olmak,
- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmak şeklinde özetlenebilir.

### **3.4. Kalite Şampiyonu**

Kalite Şampiyonu, iyileştirme projelerini Üst Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişi/kişilerdir. Aslında Altı Sigma Takımlarını, Toplam Kalite Yönetimi'nin çemberlerinden ayıran temel fark da buradadır. Kalite çemberlerinde iyileştirme konularının seçimi ve projelerin yürütülmesi tamamen çember üyelerinin sorumluluğundayken, Altı Sigma'da bir miktar yönlendirme söz konusudur. Ancak bu yönlendirme takımların inisiyatiflerini ve yaratıcılıklarına zarar vermemeli, fakat işletme amaçlarına doğrudan katkı sağlamayan projelerle zaman harcamalarını önlemelidir. (Nesipoğlu, 2003)

Kalite Şampiyonun başlıca görevleri;

- İyileştirme projelerinin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak,
- İyileştirme takımlarının kaynak ihtiyaçlarını yönetim temsilcisine bildirmek,
- İyileştirme takımları arasında koordineyi sağlamak,

- Hızını yitiren çalışmalara müdahale etmek, gerektiğinde kapsam değişikliği, yeni personel görevlendirmesi vb. tedbirler almak,
- İyileştirme projelerinin tamamlanma sürelerini belirlemek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini onaylamak,

şeklinde özetlenebilir.

### **3.5. Uzman Kara Kuşak**

Altı Sigma ile ilgili her konuda en üst düzey teknik bilgiye sahip, eğitim ve danışmanlık verme yeterliliğine sahip uzmandır. Bu görev, Altı Sigma çalışmalarının başlangıcında dış kuruluşlardan kiralanan bir danışman tarafından yürütülebilir.

Uzman Kara Kuşağın başlıca görevleri;

- İyileştirme takımlarına başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,
- Kalite Şampiyonlarına projelerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak,
- İyileştirme projelerinden elde edilen sonuçları yönetim temsilcisi için bir araya getirmek ve özetlemek,
- Altı Sigma konusunda eğitim vermek,
- Çalışanları bilgilendirmek suretiyle Altı Sigma'nın organizasyon çapında benimsenmesine katkı sağlamak şeklinde özetlenebilir. (Nesipoğlu, 2003)

### **3.6. Kara Kuşak**

İyileştirme Takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara Kuşak görevini yürüten kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Proje bitiminde ise aynı göreve devam edebileceği gibi daha üst bir göreve terfi edebilir.

Kara Kuşaklar, Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar. Bunun için Kara

Kuşaklar, Uzman Kara Kuşak ya da dış eğitim kuruluşları tarafından ortalama dört ay süreli eğitime tabii tutulurlar. Ancak eğitim bir hafta ders üç hafta uygulama şeklinde icra edildiğinden, Kara Kuşaklar birinci haftanın sonunda küçük çaplı projelere liderlik edebilirler.

Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- İyileştirme projesini yönetmek ve projenin miadında tamamlanmasını sağlamak,
- Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmek,
- Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak

şeklinde özetlenebilir. (Nesipoğlu, 2003)

### **3.7. Yeşil Kuşak**

İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil Kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir.

Bunun için Yeşil Kuşaklar proje takımlarının belirlenmesini müteakip ortalama iki hafta süre ile eğitime tabii tutulurlar. Daha önce Yeşil Kuşak eğitimi almış çalışanlar bu eğitime girmeyebilirler. (Nesipoğlu, 2003)

### **3.8. Sarı Kuşak (Ekip Üyesi)**

Altı Sigma projelerinde proje liderine yardımcı olmak üzere atanmış, doğrudan süreç içinde önemli bir görev ve tecrübesi olan çalışanlardır. Kara Kuşak liderliğinde projenin hedefine ulaşması için çalışırlar.

### **3.9. Finans Sorumlusu**

Altı Sigma projelerinde belirlenen hedefin, parasal hedefe dönüştürülmesinde, Altı Sigma harcamalarını takip etmek ve Altı Sigma projelerinden elde edilen kazançları onaylamak üzere görev alır. Finans sorumlusunun onayladığı proje kazançları ancak gerçek Altı Sigma kazancı olarak değerlendirilir. (Polat ve diğerleri, 2005b)

## BÖLÜM 4. ALTI SİGMA'NIN İSTATİSTİKSEL BOYUTU

Değişkenlik, aynı türden olayların bize göre aynı sayılan koşullarda bile isteğimiz/kontrolümüz dışında az/çok farklı sonuçlarla ortaya çıkmasıdır. Ortam yada koşulların değişmesi ile bu farklılaşmaların daha da büyüüp, belirgin hale geldiğini görürüz.

Değişkenlik iki bileşenli bir büyüklüktür. Bu bileşenler,

1. Kaynağı Belirlenebilen Değişkenlik,
2. Rassal (rastgele) Değişkenlik'dir. (Nesipoğlu, 2003)

Kaynağı belirlenebilen değişkenlik, sistemler için;

- İnsan
- Makine
- Malzeme
- Yöntem (metot)
- Ortam

şeklinde verilebilen temel etmenler (faktörler) ile ilgili, bunlardan bir ya da daha çoğunun belirli bir yönde değişmiş olması sonucu ortaya çıkan bir farklılaşma olarak düşünülür. Bu değişkenlik,

- Normal koşullarda oluşandan daha büyüktür ve bu sayede fark edilir,
- İstenirse önlenabilir, dolayısıyla yönetilebilir,
- İsteğimiz dışında oluşuyorsa, hata olarak değerlendirilir,
- İsteğimiz ile oluşuyorsa, başarı ya da iyileşme anlamına gelir.
- Adı ne olursa olsun, sonuç “Değişme” ya da “Değişim” dir . Yani,
  - Koşullar değişmiştir,
  - Sistemin parametreleri ve dolayısıyla davranışları değişmiştir,
  - Sistemin çıktısı değişmiştir.



Rastgele (rassal) değişkenlik, pek çok nedenin değişik yönlerdeki çok küçük etkilerinin rastgele oluşan bir bileşimi olarak düşünülür. Gerek nedenleri ve gerekse bunların etkileri ayrı ayrı belirlenemez. Bu yüzden rastgele (rassal) değişkenlik olarak adlanır ve bu farklılaşmanın tipik özellikleri şöylece verilebilir:

- Çok küçük ve rassal olarak artı ya da eksi yönde oluşabilen farklılaşmalardır,
- Bir olasılık dağılımı modeli ile ( olasılık ölçęinde) ölçülebilir,
- Bize göre değişmemiş sayılan koşullarda oluşur, dolayısıyla sistem ve çıktısı değişmemiştir.
- Araştırma-Geliştirme ile küçültülebilir: Bunun için ;
  - Üst yönetimin istek ve desteği gerekir,
  - Bilgi, motivasyon, teknoloji destekleri gerekir,
  - Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) kültürü gerekir. Bu sayede insan, makine, malzeme, metot ve ortam açısından iyileştirmeler başarılabilir.

Rastgele değişkenlik olarak algıladığımız değişkenlik, aslında gelecekte keşfedilmeyi bekleyen kaynağı belirlenebilen değişkenliği içerir. Bu keşifler yapıldıkça rastgele değişkenlik olarak kabullenmek zorunda kalacağımız değişkenlik de küçülecektir. Son yılların moda söylemlerinden birisi olan, “değişmeyen tek şey değişimdir” ifadesi, “değişkenlik bile değişir” şeklinde de anlaşılmalıdır. Bunun için de rastgele değişkenliği kaçınılmaz olarak kabullenmek yerine, onunla savaşmaya ve olabildiğince önlemeye ya da küçültmeye çalışmak gerekiyor. Bu bağlamdaki savaşın en zor aşamasının kazanılma aracının adı “Altı Sigma” olarak yerleşmiş bulunmaktadır. Bu savaşın bir anlamda zoru başarmak olduğu, bunun için de özel programlara, özel olarak yetiştirilmiş savaşçılara/uygulamacılara gerek olduğu açıktır.

Geçmişte kabullenmek zorunda kaldığımız büyük bir rastgele değişkenlik (büyük bir standart sapma ve büyük toleranslar) artık günümüzde hayli küçülebilmektedir. Rastgele değişkenlik olarak kabullendiğimiz farklılaşmaların büyük bir bölümü artık kaynağı belirlenebilen, dolayısıyla önlenabilir bir değişkenlik durumundadır.

Rastgele değişkenlik olarak algıladığımız değişkenliğin önemli bir bölümünü belirli nedenlere dayandırarak, nedenlerini keşfederek, önleme olanağına kavuşmuş durumdayız. Hatta bu değişkenliğin tamamının önlenmesini bile hedefleyebiliriz. Nitekim sıfır kusur ve sıfır tolerans, artık çağdaş kalite hedefleri arasında yer almaktadır. Biliyoruz ki, önleyemediğimiz bir değişkenlik varsa, kaçınılmaz olarak buna uygun bir teknik toleransımız da olmak zorundadır. Sonuç olarak, hedefimiz değişkenliği kader olarak kabullenmemek, onu yok etmeye çalışmak olmalıdır.

Kuşkusuz kusurlu oranının sıfır olmasını yada sıfır toleransı güvenceye alacak bir sistem oluşturmayı hedeflemekte bir sakınca yok, ancak bu hedef ne kadar gerçekleştirilebilir? Bunun gerçekçi olarak yanıtlanabilmesi için de şu soruları yanıtlamamız gerekiyor:

- Kullandığımız teknoloji ne kadar sapmayla çalışmaya uygundur?
- Uymak zorunda olduğumuz ulusal yada uluslararası standartlara göre zorunlu toleranslar en az ne kadardır?
- Kullandığım girdiler ne denli sapmasız olabilecektir?
- Uyguladığım yöntemler ne denli sapmalıdır?
- Çalışanların bilgi, deneyim, beceri, motivasyon düzeyi ne denli sapmasızlığa uygundur?
- Yönetim sistemimiz katılımcılığı, bireysel gelişmeyi ne ölçüde sağlayabilmektedir?
- Araştırma-iyileştirme-geliştirme kültürü ne ölçüde gelişmiştir ve kusursuzluk / sapmasızlık arayışında katkısı ne olacaktır?
- Gelişen ve değişen bilgi kaynakları ile ne denli buluşabiliyoruz ve bunun gelişmemize katkısını ne ölçüde güvenceye alabiliyoruz?
- Başkalarından, daha iyi olanlardan ne denli öğrenebiliyoruz?

Bu sorulara, kendi gerçeklerimize uygun olarak vereceğimiz yanıtlar sonunda standart sapmamızın (sigmamızın) ne kadar büyük olabileceğini, dolayısıyla ne oranda kusurluya razı olmamız gerekeceğini belirleyebilmiş olacağız.

#### 4.1. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları

Değişkenlik, ancak olasılık ölçeğinde ölçülüp değerlendirilebilen bir kavramdır. Bilimsel olarak stokastik alanı tamamen bu konu ile ilgilidir. İstatistik de bu alanın içindedir.

Değişkenliğin temel ölçütü olan varyans, ortalamadan farkların karelerinin ortalaması olarak hesaplanır. Pratik açıdan, bir süreç ya da sistemin ürettiği değerlerin ortalamadan, ortalama olarak ne kadar farklı olduğu belirlenmiş olmaktadır. (Newbold, 2008)

Değişkenliğin (Varyansın) nelere ne kadar bağlı olduğunu saptayabilirsek, onu yönetmek yada küçültmek olanağımız da olur. Bu bağlamda gerekli olan araçlar Varyans-kovaryans ve regresyon analizi yöntemleridir.

Bu yöntemler için geçerli model, genel doğrusal model olarak bilinir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (4.1)$$

Burada ;

Y: Bağımlı / açıklanan değişken(davranışları araştırılan özellik),

X1, X2, ....., Xk : Bağımsız / açıklayan değişkenler,

$\epsilon$  : Hata (rassal değişken)

Eğer bağımsız değişkenler, nitel (faktör/etmen) iseler, Varyans analizi (ANOVA, MANOVA), nicel iseler, regresyon analizi, bir kısmı nitel ve diğer kısmı nicel iseler kovaryans analizi çözümleme yöntemleridir.

Bu yöntemlerle değişkenlik, bağımsız değişkenlere (etmenler / faktörler) göre bileşenlerine ayrılır. Bunların büyüklüklerine göre önem dereceleri belirlenir. Sonuçta hangi faktör ya da bağımsız değişkenin ilgilendiğimiz Y'nin değişkenliğini ne ölçüde etkilediği saptanabilir. Dolayısıyla Y'nin varyansını küçültmek için hangi

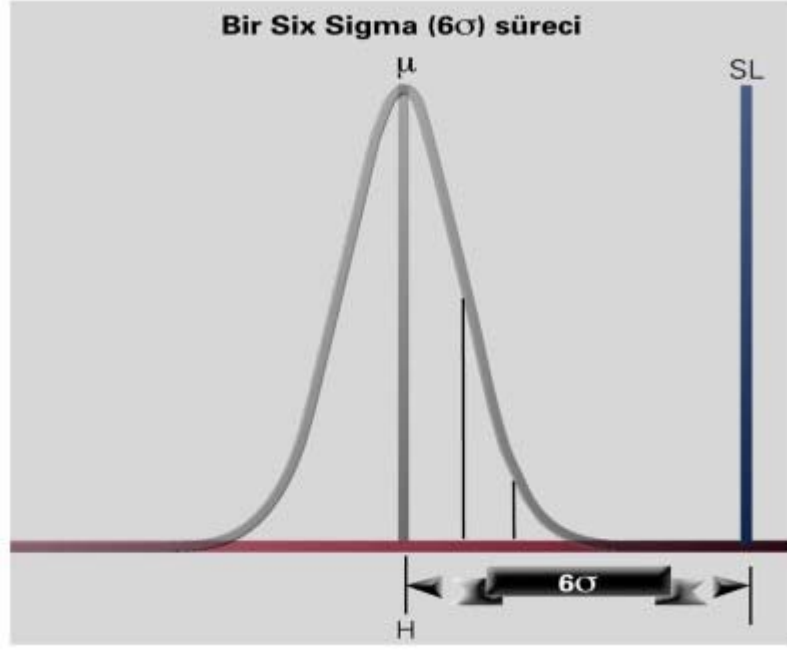
faktör ya da değişkenlere yönelik iyileştirme yapmamız gerektiğini belirleme olanağına sahip oluruz. Buradaki sorun bağımsız değişkenlerin (faktörlerin) ve bunların alabileceği değerlerin saptanmasındadır. Bunun için istatistik bilgisi önemlidir. Ancak ondan da önemli olan, ilgili sorunun doğasını, iç dinamiklerini, nelerden ne ölçüde etkilenebileceği gibi boyutlarının iyi bilinmesidir. Burada o işi iyi bilen, deneyimli kişiler son derece önemlidir. (Nesipoğlu, 2003)

## **4.2. Değişkenlik ve Kusurlu Oranı İlişkisi**

### **4.2.1. Dağılım ve normal dağılım**

Değişkenliğin neden olduğu belirsizlikle baş edebilmek için bir sistem, ortam yada koşullar buluşmasında ortaya çıkabilecek bütün değerlerin, en küçüğü ile en büyüğü arasında nasıl bir dağılım gösterdikleri, hangi değerlerin hangi sıklıkta (ya da olasılıkla) karşımıza çıkabileceğini yansıtan olasılık dağılımları gerekli olmaktadır. Bunlar yardımıyla, olası durumlar, karşımıza çıkabilecek sonuçlar, bir olasılık ölçeğinde kestirilebilmektedir.

Bu bağlamda karşımıza çıkan en temel kavram olasılık dağılımı (ya da sıklık dağılımı) ve buna ilişkin de en ünlü model normal dağılımdır. Bu dağılım, şekli çan görünümünde olduğu için çan eğrisi olarak da anılır. Niçin normal? Zira sistemlerin normal sayılan koşullarda- ender olarak ya da özel olarak ortaya çıkmış koşullar dışında – ürettikleri değerlerin gerçekten çan eğrisi gibi bir dağılım şekli verdiği görülüyor. Dolayısıyla normal koşulların ürettiği dağılım anlamında normal dağılım adı haklı olarak kabul görüyor. Bu özellik, aynı zamanda bir süreç ya da sistemin davranışlarında bozucu nedenlerin etkili olup olmadığını da kısa yoldan algılama amacıyla da kullanılabilir. Süreçlerin ürettikleri dağılımlar normal dağılım özelliklerinden ciddi olarak uzaklaşıyorsa, burada bir bozucu etkenin rol oynamış olabileceği akla gelir. Bu ilk izlenim ayrıntılı olarak araştırılarak kanıtlanmaya çalışılmalıdır.

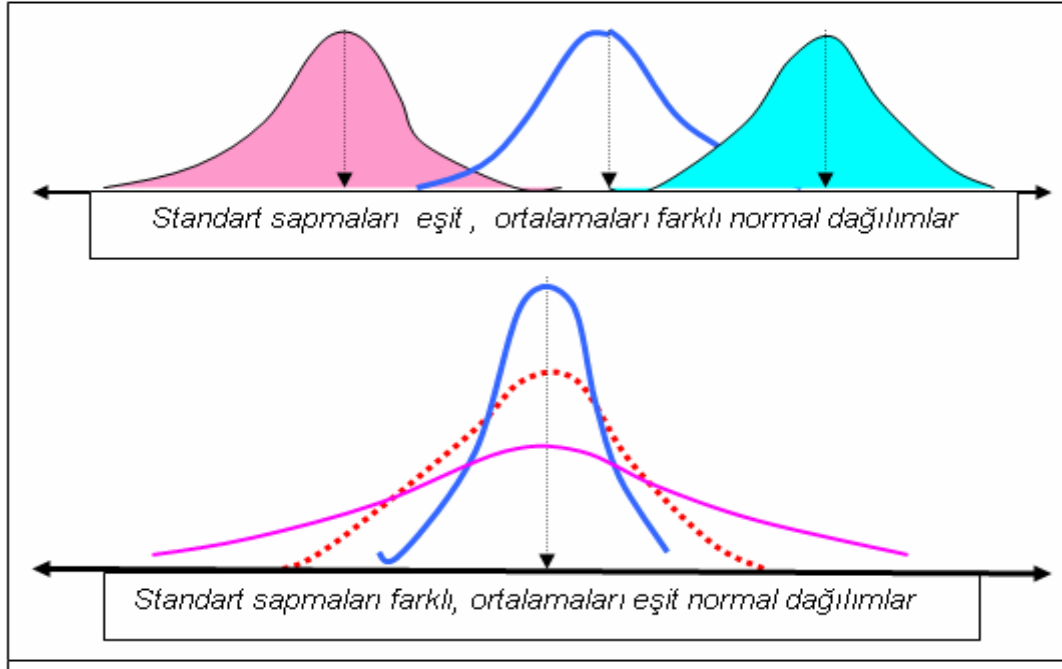


Şekil 4.1: Normal dağılımda Altı Sigma sürecinin gösterimi

Normal dağılımın özellikleri;

Kuramsal olarak sonsuz sayıda normal dağılım vardır ve bütün normal dağılımlar;

- Çan şeklinde bir grafiğe sahiptir (çan eğrisi),
- İki parametrelidir. Bu parametreler ortalama ve standart sapma (ya da varyans) dır. Bu demektir ki, normal dağılımlar ortalamaları ve/veya standart sapmalarının değerine göre farklılaşırlar; ya merkezleri (ortası) aynı ekseninde farklı yerdedir ya da yayılışları farklıdır (şekillerde yansıtıldığı gibi):



Şekil 4.2: Normal dağılımların parametrelerine göre farklılıkları

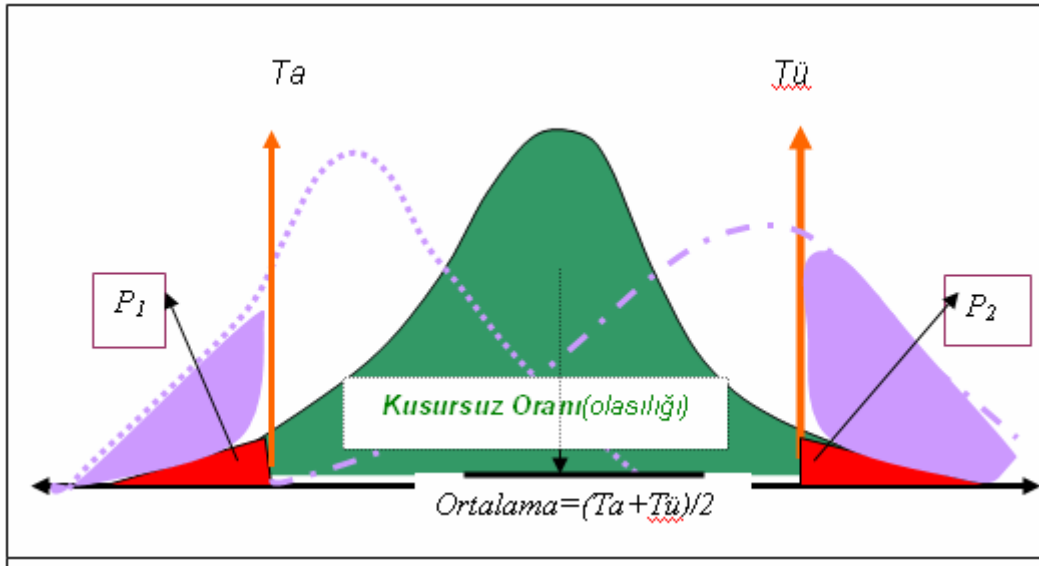
- Kuramsal olarak, eksi sonsuzdan artı sonsuza kadar ( $-\infty$  ,  $+\infty$ ) olan bir aralıkta dağılırlar.
- Ortalamaya göre simetrik, tek tepeli ve  $x$ =ortalama için en büyük değeri (maximum) alırlar. Bu en büyük değer standart sapmanın  $\infty$  büyüklüğü ile ters orantılıdır.
- Eğri altında kalan toplam alan (toplam olasılık) 1'e eşittir.
- Eğri altında kalan toplam alan (toplam olasılık) 1'in standart sapmaya bağlı bölünüşü aşağıda yansıtıldığı gibidir:
- Değerlerin %68.27' si ( $\mu \pm \sigma$ ) aralığında bulunur. Yani bir normal dağılımda ortalamadan  $\pm$  bir standart sapma uzaklıktaki sınırlar, olanaklı sonuçların %68.27'sini içine alır.

### 4.3. Kusur, Kusurlu ve Kusurlu Oranı

Bir ürün için geçerli ölçü ve toleranslar kusur, kusurlu ve kusursuz için de temel ölçütlerdir. Bir ürünün ilgilenilen kalite özeliği (değişken)  $X$  için gerçekleşen değer  $x$ , Tolerans alt sınırı  $Ta$  ve üst sınırı da  $Tü$  olmak üzere,

- İki yanlı tolerans sınırlaması halinde,  $Ta \leq X \leq Tü$  ise kusursuz, değilse kusurlu (standart dışı) demektir.
- Bir yanlı tolerans sınırlaması durumunda  $Ta$  ya da  $Tü$  verilmesine göre,  $X < Ta$  (ya da  $X > Tü$ ) ise kusurlu anlamına gelecektir.

Kusurlu oranı, bilindiği gibi, ilgili ürün kitlesi içindeki kusurlu sayısının o ürün kitlesi içindeki toplam ürün sayısına oranıdır. Ancak bu oranın kuramsal olarak incelenmesinde normal dağılım model olarak alınır. Zira ilgili ölçüm değerlerinin yaklaşık olarak normal dağılıma uyması ya da uygun değişken dönüştürmeleri ile normal dağılıma uydurulması olanağı vardır. Dolayısıyla ilgili özellik  $X$ 'in sahip olduğu normal dağılımda, teknik tolerans sınırlarına göre uç değerlerin (standart dışı) bulunduğu bölgenin alanı kusurlu oranı anlamına gelecektir. Bu durum aşağıda şekillerle de yansıtılmış bulunmaktadır:



Şekil 4.3: İki yandan sınırlı tolerans aralığı

Şekil 4.3'den görüldüğü gibi, gerçekleşen süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasına eşit olması halinde tolerans sınırları dışında kalan uç bölgeler alanı  $p_1$  ve  $p_2$ 'dir. Normal dağılım ortalamaya göre simetrik olduğu için de  $p_1 = p_2$  dir. Dolayısıyla olası kusurlu oranı;

$$p = p_1 + p_2 = 2p_1 = 2p_2 \quad (4.2)$$

$$\text{Kusurlu Oranı (Olasılığı) } P = P_1 + P_2 \quad (4.3)$$

$$\text{Kusursuz Oranı (Olasılığı) } q = 1 - P \quad (4.4)$$

olacaktır. Bu sonuç olası kusurlu oranının yarısının tolerans alt sınırının geçmiş olması, diğer yarısının da tolerans üst sınırının geçmiş olması suretiyle ortaya çıkacağı anlamına gelir. Yani  $p_1 = p_2 = p/2$  olacak demektir. Ancak süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasından uzaklaşmasına,  $T_a$  yada  $T_u$ 'ye yakın olmasına göre, kusurlu oranı da ilgili tolerans sınırının dışındaki alanın büyüklüğü ölçüsünde büyük bir değer olarak karşımıza çıkabilecektir. Bu durum şeklimizde de yansıtılmış bulunmaktadır.

Söz konusu kuramsal kusurlu ya da kusursuz oranlarının hesabı, ilgili normal dağılımda tolerans sınırları dışında kalan alanın hesabı demektir. Bunun için de ilgili normal dağılım fonksiyonunun ilgili aralıktaki entegralinin belirlenmesi gerek ve yeterdir.

#### **4.3.1. Kusurlu oranı ve Standart Sapma ilişkisi**

Ürünlerin ilgili  $X$  özeliği (değişkeni) açısından gerçekleşen değerleri, ortalaması  $\mu$  (mü) ve standart sapması  $\sigma$  (sigma) olan bir normal dağılım olarak modellendiğinde, bu dağılımın  $T_a$  ve  $T_u$  ile sınırlanan uç bölgelerinin alanının kusurlu oranı anlamına geldiği yukarıda açıklanmıştı. Diğer taraftan normal dağılımlarda eğri altında kalan alanın standart sapmaya bağlı olarak bölünüşü de özetlenmişti.



Bunlara göre uygulamada karşılaşılabilecek bazı özel durumlara ilişkin veriler aşağıda bir tablo halinde ve onu izleyen şekillerle yansıtılmışlardır:

Tablo 4.1: Normal dağılımlarda eğri altındaki alanın standart sapmaya bağlı bölünüşü – tolerans sınırları ve kusurlu / kusursuz oranları ilişkisi

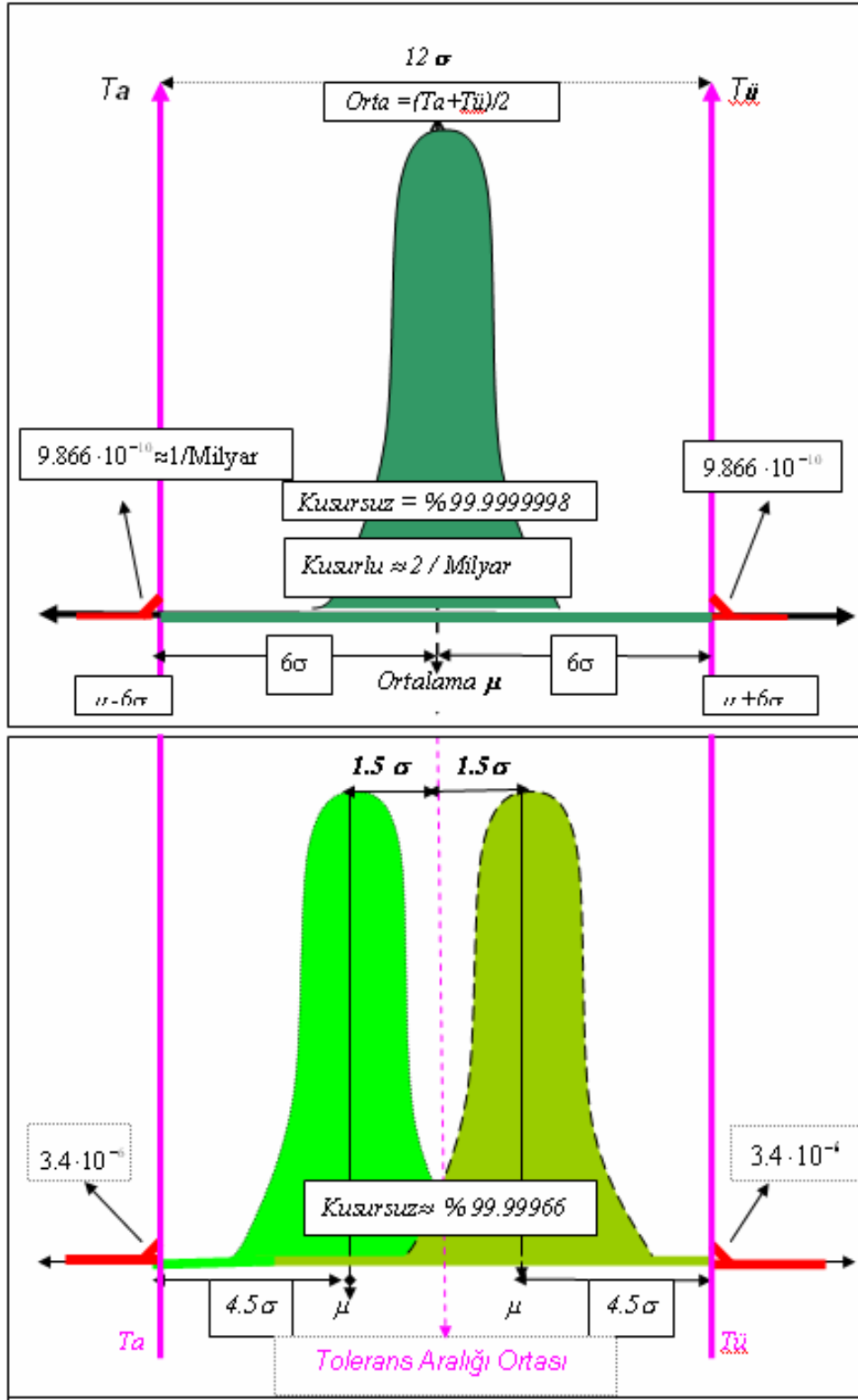
Sınırlar	Kusurlu Oranı %		Kusursuz Oranı %	
	Bir Yönde(Ta/Tü)	İki Yönde[Ta,Tü]	Bir Yönde(Ta/Tü)	İki Yönde[Ta,Tü]
$\mu \pm 1,00\sigma$	15,87	31,73	84,1345	68,2689
$\mu \pm 1,96\sigma$	2,50	5,00	97,50	95,00
$\mu \pm 2,00\sigma$	2,275	4,55	97,725	95,45
$\mu \pm 2,50\sigma$	0,621	1,242	99,379	98,76
$\mu \pm 2,58\sigma$	0,500	1,00	99,50	99,00
$\mu \pm 3,00\sigma$	0,135	0,27	99,73135	99,73
$\mu \pm 3,29\sigma$	0,05	0,1	99,95	99,90
$\mu \pm 3,50\sigma$	0,02326	0,04653	99,97674	99,95347
$\mu \pm 4,00\sigma$	0,003167	0,006334	99,996843	99,993666
$\mu \pm 4,50\sigma$	0,0003398	0,0006795	99,99966	99,99932
$\mu \pm 5,00\sigma$	0,00002867	0,00005733	99,9999716	99,99994267
$\mu \pm 6,00\sigma$	0,0000009866	0,000001973	99,9999999	99,9999980
$\mu \pm 7,00\sigma$	0,00000000128	0,00000000256	99,9999999987	99,9999999974

Bu çizelgede teknik toleransların bir yönde ya da iki yönde sınırlama şeklinde verilmiş olması durumlarına göre, bir yönde ve iki yönde kusurlu oranları ile kusursuz oranlarının, tolerans aralığı genişliği (Tü-Ta)'nın sigma ölçeğindeki değerine bağlı olarak ulaşabileceği değerler yansıtılmaktadır. Bu çizelgenin nasıl okunacağına ilişkin bir kaç örnek aşağıda verilmektedir. Örneğin;

- Yalnızca Ta ya da Tü verilmiş ve bu sınır ortalamadan bir standart sapma uzakta bulunuyorsa, yani Ta ve Tü için ( $\mu \pm \sigma$ ) değeri geçerli ise, bir yönde oluşabilecek kusurlu oranı yaklaşık %15.87 ve kusursuz oranı yaklaşık %84.13 olarak gerçekleşebilecektir.
- Hem Ta ve hem de Tü ile sınırlama geçerli ve bunların değeri ( $\mu \pm \sigma$ ) ise, kusurlu oranı iki yöndeki sınır taşmaları ile oluşacak ve bu durumda kusurlu oranı yaklaşık %31.73 ve dolayısıyla kusursuz oranı da yaklaşık %68.27 olarak gerçekleşebilecektir.

- $(\mu \pm 4.50\sigma)$  durumunda, bir yönde oluşabilecek kusurlu oranı yaklaşık milyonda 3.4(3.398) ve kusursuz oranı da yaklaşık milyonda 999997 olabilecektir. Hem  $T_a$  ve hem de  $T_u$  ile sınırlanıyorsa, iki yönlü kusurlu oranı yaklaşık milyonda 6.8 ve kusursuz oranı da yaklaşık milyonda 999993.2 düzeyinde gerçekleşebilecektir.
- Eğer  $T_a$  ve  $T_u$  için geçerli değerler  $(\mu \pm 6.00\sigma)$  olarak belirleniyorsa, kusurlu oranı bir yönlü sınırlama halinde yaklaşık milyarda 1 ve iki yönlü sınırlama halinde de yaklaşık milyarda 2 düzeyinde olacaktır.

Deneyimler göstermiştir ki, süreç ortalaması teknik tolerans aralığı ortasından  $\mp 1,5\sigma$  sapabilmektedir. Bu durumda olası kusurlu ya da kusursuz oranları değişecektir. Bu değerler aşağıda karşılaştırmalı olarak Şekil 4.4'de verilmişlerdir. (Kasa, 2003)



Şekil 4.4: Altı Sigma uygulamasında kuramsal en az kusurlu oranı: milyarda 2 ve gerçekleşen kusurlu oranı: milyonda 3.4

## **BÖLÜM 5. ALTI SİGMA'YA BAŞLAMADAN ÖNCE**

Bir Altı Sigma çalışmasının başarı ile yürütülmesi için öncelikle, başlangıç sürecinin çok iyi tasarlanması ve yürütülmesi gereklidir. Bu süreç boyunca Sponsor (Altı Sigma projesinin sahibi üst düzey yönetici), organizasyonda varolan çalışanların Altı Sigma uygulama talebini ve heyecanını sağlayarak, temel uygulama prensiplerini ve hedefleri belirlemek durumundadır. Aslına bakarsanız, üst yönetimin öncelikli görevi, Altı Sigma uygulamasında izlenecek yol haritasını öncelikle oluşturmak ve tüm organizasyonun bu yol haritasına göre hareket etmesini sağlamaktır.

Temel süreç, Sponsor'un, kuruluşun aksayan veya iyileştirilmesini öngördüğü süreçlerin ele alınmasında potansiyel bir yaklaşım olarak Altı Sigma'yı ciddi bir şekilde kullanmaya karar verdiği zaman başlar, Altı Sigma'ya başlamak için gerekli minimum ihtiyaçların tanımlanması ile biter. Bu aşamada amaç, liderleri ve organizasyonun öncelikli uygulama alanlarını belirlemek ve gerekli destek süreçleri harekete geçirmektir.

### **5.1. Liderlerin Devredilemez Sorumluluğu**

Organizasyonun Altı Sigma ile tanışma şekli önemlidir. Sürecin yönetilme şekli organizasyona bir sinyal yollar ve programın tamamı için bir tarz belirler. Altı Sigma başlangıç çalışmalarının üst yönetimin bilinçli talebi ve ön hazırlığı ile yapılması, organizasyonda yer alan diğer çalışanların daha ciddi bir şekilde proje başarısı için çalışmaları gayet normaldir. Türkiye'deki firmaların Altı Sigma ile ilk tanışmalarının nedenlerini;

1. Yabancı hissedarlar veya müşterinin talepleri,
2. "Dünya şirketleri ve liderleri uyguluyor biz de uygulamalıyız" düşüncesi,
3. Moda veya şimdi sırada Altı Sigma var anlayışı,
4. Alt ve orta kademe teknisyenlerin daha iyiye ulaşma arayışları,

5. Değişen dünya rekabet ortamının gereklerini ele alan ve hazırlık yapmayı hedefleyen üst yönetimin arayışları

şeklinde genelleyebiliriz. (Polat ve diğerleri, 2005b)

Altı Sigma uygulamasının doğru olduğuna karar verip, hemen uygulamaya geçen yaptırımcı bir lider, başarıya ulaşmak için ihtiyaç duyacağı kitleyi oluşturmada zorluklarla karşılaşacaktır. Uygulamanın başarısında yaptırımlardan daha önce inanmışlık ve adanmışlığın daha belirleyici olduğunun farkında olan lider Sponsor, tüm yönetim takımının desteğini almanın önemli bir ilk adım olduğunun ve başarıya ulaşmada hayati önem taşıdığı farkındadır. Altı Sigma'nın gerek şirket, gerekse çalışanların lehine olduğu herkes tarafından anlaşılabilmelidir. Genellikle uygulamalarda görülen önemli bir hata, üst yönetimin adanmışlığını sağlarken, orta kademe yönetimin göz ardı edilmesindedir. Orta kademe yönetimin desteğini sağlayamamış bir Altı Sigma'nın herkes tarafından kabul edilebilen iş sonuçlarına ve devamlılığa sahip olması beklenemez.

Daha Altı Sigma'ya başlamadan önce, yönetimin bu sorumluluk ve yetkisini alt kademelere devreden bir yöneticinin, kuruluş çalışanlarına verdiği ilk sinyal, başarı için genellikle yeterli olamamaktadır.

## **5.2. Üst Yönetim Bilinçlenmesi**

Her ne kadar Altı Sigma hakkında çok şey biliniyor olsa da, çoğu yönetici programın net olarak ne olduğunu ve önceki çalışmalardan ne gibi farklılıkları olduğunu bilmeyecektir. Kimileri metodolojiyi bir moda olarak algılayabilmekte, bazı yöneticiler ise Toplam Kalite Yönetimi'nin alternatifi olarak değerlendirebilmektedir. İşte bu nedenlerle, ilk iş Altı Sigma'nın onlar için neden değerli ve gerekli olduğunu anlatabilmektir. Çoğu şirketin Altı Sigma ile ilk yakın teması misafir bir konuşmacı veya olay çalışmasının (case study) paylaşılması ile başlar. Firmaların Altı Sigma ile ilk temaslarını sınıflandırmak istersek (Polat ve diğerleri, 2005b);

- Uluslararası rekabet ortamında başarıyı yakalamış firmaların üst düzey yöneticilerinin liderliği. Örneğin, Aksa Akrilik Genel Müdürü Sn. Mustafa YILMAZ'ın Altı Sigma'yı organizasyona ilk tanıtımı. Önce bizzat kendisinin ve İnsan Kaynakları sorumlularının konu hakkında bire bir eğitimler almaları ve organizasyonun Altı Sigma'yı benimsemesi için gereken ortamın hazırlanması. Ardından kendisinin Sponsor olduğu ilk tanıtım seminerleri (çalışan beyaz yaka), ardından Altı Sigma'ya başlamadan önce orta kademe yöneticileri kazanmak için çalıştaylara katılmak ve kültürel değişimin sağlayacağı fırsatların tüm yönetim kademesi tarafından tartışılmasına olanak sağlamak. İlk projelerin, proje çalışanlarının performans hedeflerine doğrudan etkisini garanti altına almak ve iş sonuçlarına dayalı finansal kazanç hedefleri belirlemek.
- Yurtdışı hissedarların beklentisi ve mevcut uygulama stratejisinin bir uzantısı olarak başlanılan ilk uygulamalar. "Think Global Act Local" (Global Düşün Bölgesel Uygula) anlayışıyla ilk seminerler düzenlenirken, kişilerin isteyerek ve/veya istemeyerek görev ve sorumluluk almak amacı ile hazır bulunmaları gereken tanıtım seminerleri. Genellikle üst yönetimin doğrudan delegasyonu ile başlayan ve adanmışlıktan çok görev anlayışının hakim olduğu uygulamalar. Bu tarz başlangıçlarda, tepe yönetimin genellikle doğrudan katılım sağlamadığı, daha ilk aşamada delegasyonda bulunduğu görülebilir.
- Alt kademe çalışan teknisyenlerin, şirketlerini daha iyiye götüreceklerine inandığı ilk tanıştırma seminerleri.

Altı Sigma yayılım tasarımlarında en sık görülen hata, kuruluşun kendi kurum kültürü, sosyal ve etik değerleri, çalışanların eğitimleri ve duygusallık seviyeleri vb. önemli hususları göz ardı ederek, Altı Sigma'da başarılı olmuş kuruluşların uyguladığı yayılım stratejisini olduğu gibi kendi kuruluşlarına uygulamaya çalışmalarıdır. Mühim olan, bu faydalı metodolojinin başarı ile uygulanabilmesi ve çalışanlar tarafından benimsenmesi için gereken alt yapı ihtiyaçlarının kuruluş gerçeklerine göre belirlenmesidir.

### 5.3. Altı Sigma'ya Hazır Olunup Olunmadığının Belirlenmesi

Altı Sigma'ya hazır olunup olunmadığının belirlenmesi daha detaylı bir bakış açısı ile sağlanır. Altı Sigma'dan sorumlu bir yöneticinin uygulamayı başlatmadan önce birkaç ayını şirketin Altı Sigma'ya geçmeye ne kadar hazır olduğunu belirlemeye harcaması gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak çalışmaların hedefleri;

- Öncelikleri ve acil durumları belirlemek,
- Lider desteğini sağlamak ve yönlendirici takım üyelerini belirlemek. Yöneticilerden ve büyük ortaklardan hangileri Altı Sigma'yı destekliyor? Bu özel değişim için kimler istekli?
- Altı Sigma'nın işleri nasıl değiştirebileceği vizyonunu oluşturmak.
- Çıkış stratejisine liderlik etmek,

Bu çalışmaları ve tespitleri yaparken, yönetici takımı ve organizasyonun her noktasındaki kilit isimler aşağıdaki çalışmaları yürütürler.

- Altı Sigma'nın ne olduğunu ve diğer şirketlerin ne gibi deneyimler kazandığını öğrenirler.
- Süreç yeterliliklerini değerlendirirler; müşteri ve iş gereksinimlerine neyin yetip yetmediğini, süreçlerin müşteri beklentilerine uygun olarak şekillenip şekillenmediğini tartışır,
- Zaman planlamasını belirlerler; organizasyonun diğer projelerini ve iş yüklerini değerlendirerek, doğru zaman olup olmadığı belirlerler,

Yapılan tüm bu çalışmalar sonucunda, aşağıda belirtilen faktörler ışığında Altı Sigma yayılım stratejisi ve uygulama adımları her bir kuruma özel olarak belirlenebilir.

- ✓ Üst düzey yönetimin ne kadar destek vereceği,
- ✓ Örgütsel kültür ve değişimde yaşanan geçmiş deneyimler,
- ✓ Organizasyonda önceliklerin algılanması,
- ✓ Kaynakların kullanılabilirliği,
- ✓ İnanmışlık ve adanmışlık, başka konularda çalışabilirlik,
- ✓ Varolan destek yapısı - ödüller, tanıma, geliştirme, kariyer planı,
- ✓ Varolan yeniliklere uyumluluk.

#### **5.4. Sürecin İdaresinde Danışma Kurulundan Yardım Alınması**

Çoğu şirket Altı Sigma'ya hazırlık aşamasında matris takımlar kullanır. Bu grubun görevi Altı Sigma'nın organizasyon için doğru strateji olup olmadığını, organizasyonun Altı Sigma'yı kullanmaya ne kadar hazır olduğunu ve uygulamaya geçmek için gerekli minimum gereksinimlerin neler olduğunu belirlemektir. Takım, tipik olarak birleşik birimlerden olduğu gibi her iş biriminden bir hiyerarşi gözetmeksizin temsilciler içerir. Üst düzey bir yönetici, takımın en üst yönetimle bağlantı kurabilmesini garantileyecek şekilde takıma liderlik etmek üzere seçilir. Bu takım, takımın gereksinimlerini takım liderinin ihtiyaçlarıyla aynı hatta tutmak amacıyla üst düzey yönetimle yakın ilişki içinde olmaya ihtiyaç duyar. Bazı şirketlerde, takımın rolü, olayı ana hatlarıyla ortaya koymak ve birlikte çalışılacak partneri seçmek iken, bazılarında sadece bir rapor hazırlamaktır. Takımın sorumluluk alanı ve yayılabilirliği başlangıçta ana sponsorla görüşerek öğrenilmesidir.

#### **5.5. Minimum Gereksinimlerin Sağlanması**

Lider tüm iş birimleri için genel gereksinimlerin ne olduğuna karar vermelidir. Lider bu konuda çok katı mı yoksa çok yumuşak mı olacağı hususunda zorluk çekecektir. Altı Sigma hakkında uzun listeler halinde standartlar koyan şirketler programı iş birimlerine adapte ederken zorluklar yaşarken, diğer tarafta kısıtlama koymayan ya da çok az kısıtlamaları olan şirketler programın kurulum sürecinde haddinden fazla değişim/varyasyon yaşarlar. Sorumlu lider, iş birimlerine bir şablon olmak üzere yol gösterici bir prensipler ya da minimum gereksinimler listesi hazırlamalıdır.

Aşağıdaki liste liderin görmesi gereken kilit sorulardır ve liderin beklentilerini tüm organizasyona iletir. İlk üç aylık süre içinde bu gereksinimlerin belirlenememesi, tehlikeli ve zayıf/eksik kararlar alındığına işaret eder. Bu yüzden bir lider gereksinimleri çok dikkatli seçmelidir.

- Kaç Kara Kuşak eğitilecek?
- Kaç Yeşil Kuşak eğitilecek?
- Yeşil Kuşaklar proje bitirmek zorunda mı?



- Her iş birimi eğitimini ne kadar sürede tamamlamalı?
- Kara Kuşaklar tam-zamanlı mı yoksa yarı-zamanlı mı olacak?
- Kara Kuşaklar kendi fonksiyonlarında mı kalacaklar yoksa ayrı bir organizasyona mı rapor verecekler?
- Kara Kuşaklar nasıl seçilecek?
- Kara Kuşaklar üstlendikleri rolde ne kadar kalacaklar?
- Kara Kuşakların önceki pozisyonları dolduruldu mu?
- Yeşil Kuşak eğitimi terfi etmek için bir gereklilik mi? Bu gereklilik ne zaman etkili olur?
- Altı Sigma bütün fonksiyonların tüm konumlarında uygulanacak mı?

### **5.5.1. Kaç Kara Kuşak eğitilecek?**

Toplam çalışanların belli bir yüzdesini Kara Kuşak olarak eğitmek kaç Kara Kuşak'a ihtiyacınız olacağını belirlemede en etkili yaklaşım değildir. Gerekli sayı yaptığınız işe, etkili olmasını istediğiniz değişimin miktarına ve organizasyonun gerekli kaynaklarının işi aksatmadan sağlayabilme yeteneğine bağlıdır. Karmaşık iş yapan bir şirket (geniş bir ürün gamı ve pazar sahibi), tek bir ürünle, tek bir noktada faaliyet gösteren bir şirketten daha fazla sayıda Kara Kuşak'a ihtiyaç duyar.

Liderin yapmak istediği değişim miktarı genelde daha anlamlı bir unsurdur. Az sayıdaki Kara Kuşak'ın organizasyonda anlamlı bir etkisi olmayacaktır. 10.000'den fazla kişinin çalıştığı bir yerde 10 tane Kara Kuşak eğitmenin büyük bir etkisi olmaz; onlar sadece kalabalığın arasında kaybolurlar. Aynı organizasyonda 500 Kara Kuşak eğitmek de çok fazla olur. Lider bu durumda organizasyonda her Kara Kuşak için yeterli sayıda geçerli proje bulamayacaktır ya da bunların tümüne yeterli desteği veremeyecektir. Bununla birlikte bu kadar Kara Kuşak'ın eğitilmesi için gerekli bütçe kısıtlayıcı olacaktır. Son olarak, pazarın taleplerinin Altı Sigma uygulaması sırasında karşılanması gerekir.

### **5.5.2. Kaç Yeşil Kuşak eğitilecek?**

Yetiştirilecek Yeşil Kuşak sayısı uygulamanın amacına bağlıdır:

- Kültür değişikliğine gitmek isteyen liderler genelde herkesin ya da muaf çalışanların tamamının eğitilmesini isterler
- Maliyet ve organizasyonel kapasite odaklı şirketler sadece yöneticilerin ve kilit personelin Yeşil Kuşak olmasını isterler ve işi lokal iş birimlerine bırakıp kendi birimlerinde kimin Yeşil Kuşak sertifikası alması gerektiğine karar vermelerini isterler.

### **5.5.3. Yeşil Kuşaklar bir proje yapmalı mı?**

Eğitim uygulamayla desteklendiğinde etkilidir. Bir lider her Yeşil Kuşak'ın bir projeyi tamamlamasını istemelidir. Ancak, bu projeler bireysel projeler olmak zorunda değildir. Yeşil Kuşaklar birleşip takım projesi yapabilir ya da Kara Kuşak projelerinde ekip üyesi olarak aktif görev alabilirler.

### **5.5.4. Her iş birimi eğitimi tamamlamak için ne kadar süre ayırmak zorundadır?**

Çoğu örnekte, iş birimlerine istenen sayıda Kara Kuşak ya da Yeşil Kuşak eğitmeleri için iki yıl verilmesi anlamlıdır. Bazı durumlarda örneğin, liderin aciliyet belirttiği durumlarda ilk yılda belli bir sayının eğitimini tamamlamak zorunda olması uygundur.

### **5.5.5. Kara Kuşaklar yarı zamanlı mı tam zamanlı mı olacak?**

Kara Kuşakların genellikle tam zamanlı olmaları önerilmektedir. Yarı zaman ve yarı akıl ile gerçekten fark yaratabilecek iş sonuçlarına ulaşmak çok kolay olmayabilir. Tam zamanlı Kara Kuşaklardan ileride liderlik pozisyonları almaları beklenir. Bazen bir şirket ilave destek olmak üzere part-time Kara Kuşak eğitir ve bu Kara Kuşakların ileride tam zamanlı olmalarını istemez. Bu durumdaki Kara Kuşaklar

genellikle kalite personelidir. Bunun dışında asıl işi veya uzmanlık alanı ile doğrudan ilgili alanlarda Altı Sigma projesi yapacak Kara Kuşakların ayrıca tam zamanlı olarak tanımlanmalarına gerek görülmeyebilir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta, tam zamanlı olarak belirlenen Kara Kuşakların proseslerden uzaklaşmalarına ve diğer çalışanlarla yabancılaşmalarına imkân verilmemesidir. Tecrübeler yarı zamanlı olarak çalışan Kara Kuşakların, projelerini tamamlamak için daha fazla zamana ihtiyaç duydukları ve bu zamana bir türlü sahip olamadıkları şeklindedir. İhtiyaçtan fazla Kara Kuşak yetiştiren firmalarda Kara Kuşakların tam zamanlı olarak atanmaları ihtimali zorlaşmaktadır. Bu tür durumlarda bir Kara Kuşak enflasyonu yaratılması ve uygulamaların sıradanlaşması tehlikesi bulunmaktadır.

#### **5.5.6. Kara Kuşak ve Yeşil Kuşakların eğitimi ne kadar sürer?**

Tipik bir Kara Kuşak teorik eğitimi genellikle 4 hafta sürmektedir. Bu 4 haftalık eğitim uygulamalara paralel olarak yürütüleceği için, eğitim çevrimi minimum 6 ay olarak tanımlanmaktadır. Bu süre içinde bir Kara Kuşak'ın minimum 2 tam günlük proje danışmanlık desteği alması sağlanmalıdır.

Yeşil Kuşak eğitimi ise genelde 3-4 aya yayılmak üzere 10 günlük bir teorik eğitim süresini kapsar. Minimum eğitim miktarının ve konularının belirlenmesi önemlidir. İçerik ve kapsam, firmaların proseslerine ve iş akışlarına değişiklikler gösterebilir. Örneğin, BSH (Profilo) firması gibi beyaz eşya ve seri üretim uygulayan firmalarda ileri seviye teknik araçların kullanılması önemli iken, hizmet süreci veya lojistik süreci ile ilgili projeler yapacak firmalarda (Schneider Türkiye) bu araçların eğitimdeki ağırlığı azaltılıp, yalın üretim ve yönetim tekniklerine, süreç analizlerine ağırlık verecek şekilde içerikler tasarlanabilir. Her Kara Kuşak'ın ve Yeşil Kuşak'ın aynı yöntemle eğitim almaları genel bir iletişim dili kurulmasına yardımcı olur, en iyi uygulamaları paylaşmak ve sonuçların tekrarı için şablon oluşturur.

### **5.5.7. Kara Kuşaklar kendi fonksiyonlarında mı kalacaklar, yoksa ayrı bir organizasyona mı rapor verecekler?**

Her iki opsiyon da başarılı olabilir. Kendi fonksiyonel bölgelerinde kalan Kara Kuşaklar lokal Şampiyon'dan destek alırken daha az zorlukla karşılaşacaktır. Bu durumdaki dezavantaj ise Kara Kuşakların lokal yönetimle olan ilişkilerini tehlikeye atmak istemedikleri için gerçek problemlerden uzak durmalarıdır.

Kara Kuşakların ayrı bir organizasyon altında toplanmaları durumunda, Altı Sigma projesi yapmaya konsantre olmuş bir ayrı stratejik proje ekibi, önemli projeleri yapmak üzere hazır bulunacaktır. Bu durumda, organizasyondaki diğer personel Kara Kuşakları ayrıcalıklı çalışanlar olarak görebilir ve Altı Sigma'nın şirketteki kariyerine bir darbe olduğu düşüncesine kapılabilirler. Bu durumda Kara Kuşaklar dışında kalan diğer çalışanların Altı Sigma'yı sahiplenmeme hatta kötüleme davranışı göstermeleri beklenebilir. Öte yandan Kara Kuşakların şirket süreç ve proseslerine yabancılaşp, yalnız kalmalarına yol açabilir. Kara Kuşaklardan bazılarının önemli çalışan ve yönetici edası ile proje yapmaya başlamaları, operasyonel çalışacak Kara Kuşakların, operasyonlardan uzaklaşarak, bir yönetici tarzında iş yapmaları uygulamaların başarısını tehlikeye atabilecektir.

### **5.5.8 Kara Kuşaklar nasıl seçilecek?**

Eğer Altı Sigma ana organizasyonel yaklaşım ise, Kara Kuşak olmak üzere seçilenlerin organizasyonun önermek zorunda olduğu en iyi ve en parlak kişiler olması gereklidir. Anlaşılacağı üzere, çoğu iş birimi en iyi elemanlarını vermek istemeyecektir. Bu yüzden şirket lideri için Kara Kuşak olmanın ne anlama geldiğinin ve burada kriterin en iyi performansı gösterenlerin seçilmesi gerektiği olduğunun çok iyi anlatılması gerekmektedir. Çoğu şirket Kara Kuşak seçimini performans ölçümü ve derecelendirmeye göre yapmaktadır. Kara Kuşakları önerecek yöneticilerin bu atamadan fayda sağlayacakları imkânların ortaya konulması doğru kişilerin seçilmesinde fayda sağlayacaktır.

Kara Kuşakların doğal bir sonuç olarak belirlenmesi doğrultusunda stratejiler izlenebilir. Yayılımın ilk başlangıcında daha fazla kişinin Yeşil Kuşak projesi yapması ve bunlar arasından, en başarılı proje sonuçlarına ulaşan, en iyi uygulamaları gerçekleştiren kişilerin Kara Kuşak olarak atanmaları. Bu durumda organizasyonlarda çalışanların Kara Kuşakları ayrıcalıklı kişiler olarak görmesi ve Altı Sigma'ya gösterebilecekleri tepkinin en aza indirilmesi sağlanabilmektedir. Belki bundan daha önemlisi Yeşil Kuşak Projeleri sonucunda başarıyı yakalayan Kara Kuşakların bu işi hak eden, bu işe en yatkın Altı Sigma uzmanı lider kişiler olarak algılanması ve kabul görmeleri sağlanabilecektir.

#### **5.5.9. Kara Kuşaklar üstlendikleri rolde ne kadar kalacaklar?**

Çoğu organizasyonlar Kara Kuşakları iki yıllığına atarlar, rasyonel şekilde iki yıl çoğu Kara Kuşak'a şirketin kar hanesine yazabileceği altı ya da sekiz Projeyi bitirme fırsatı verir. Kara Kuşakların bir programda iki yıldan daha fazla kalmaları gerekirse, bu yüksek potansiyele sahip yeni işçilerin alınmasını güçleştirecektir. Kara Kuşaklıktan lider pozisyonlara giden yol başarılı Kara Kuşaklara iki yıllık görevlerini tamamladıktan sonra zor çalışmalar vererek gösterilmelidir. Ancak Kara Kuşak'ın görevde ne kadar kalmak zorunda olduğunu belirlemek onları kısa süre sonra işe geri çekmemek açısından önemlidir. Diğer taraftan Kara Kuşak'ın görev süresinin dolması mütakip nasıl bir kariyer çizgisi olabileceğini iyi tanımlamak gereklidir. Diğer durumlarda görev süresi dolan Kara Kuşakları önceki pozisyonlarına tekrar iade etmek demek organizasyondan ayrılmalarına fırsat yaratmakla eş anlama gelebilir.

#### **5.5.10. Kara Kuşakların önceki pozisyonları dolduruldu mu?**

Şirketin Kara Kuşak'ın boş pozisyonunu doldurup doldurmayacağı sorusu işin atıl kapasitesine bağlıdır. Şirket güçlü bir gelişme sürecinde değilse, Kara Kuşak'ı işin dışına çekmek organizasyonel kapasitenin bazı süreçlerini absorbe etmede sağlıklı bir dürtü yaratabilir. Çoğu durumda, en değerli olarak bilinen çalışanların en rutin ve katma değeri düşük işlerde zaman harcadıklarının görülmesi ve değerli çalışanlar

olmaksızın da mevcut işlerin yürütülebileceğinin anlaşılması şansına sahip olmak mümkün olmaktadır. Organizasyon kültüründe bu tarz değişiklikleri gerçekleştirebilmek için biraz dirençli ve cesur olmak gereklidir.

#### **5.5.11. Kuşak sahibi olmak terfi etmek için bir gereklilik mi?**

Terfi edebilmeleri için liderlerinin Yeşil Kuşak eğitimi almasını isteyen şirketler istemeyenlere göre daha başarılıdır. Şirketlere yöneticileri işe başladıktan altı ay sonra eğitim planlarını yapmalarını ve terfi için Yeşil Kuşak eğitimini gerekli kılmalarını önerilmektedir. Hatta yöneticilerin bir Yeşil Kuşak projesine liderlik yapması organizasyonda Altı Sigma'ya sahip çıktığını göstermesi açısından yayılıma önemli bir destek sağlayacaktır.

#### **5.5.12. Altı Sigma bütün fonksiyonların tüm konumlarında uygulanacak mı?**

Çoğu şirket yöneticisi yeni bir uygulamaya başlarken çok önemli risk almayı istemez. Bu kapsamda Altı Sigma uygulamalarını kuruluşun tüm birimlerinde uygulamak yerine üretim, kalite gibi alanlarla uygulamaya başlamak ve öncelikle büyük finansal getirilen olan projeleri ele almak tercih edilebilir. İlk Altı Sigma projelerinde sadece finansal kazançlara ağırlık ve/veya öncelik vermenin bir zafiyeti olacağını unutmamak gereklidir. İlk proje sonuçlarında finansal hedefleri aşırı vurgularken, devamlılığı ve tüm çalışanların desteğini alabilmek için, yayılımı ihmal etmemek, kültürel değişimi başlatacak hareketleri atlamamak önemlidir. Ancak amaç kültürel değişim ve dönüşümse, liderin kuruluşun tüm fonksiyon ve birimlerinde Altı Sigma'nın sağlayacağı avantajları iyice irdelemelidir. Genellikle kalite iyileştirme çalışmalarında odağı olmayan servis, satış, pazarlama ve mühendislik gibi alanlarda Altı Sigma'nın sağlayabileceği fırsatlar ve sonuçlar, üretim ve kalite alanlarına oranla daha etkileyici olabilir. Özellikle bu tür süreçlerde süreç performansına ait ölçümlerinin yapılmıyor olması, süreç yönetim sistemi yerine bireysel yeteneklerin sonuca ulaşmada etkili olduğunun düşünüldüğü alanlarda, metodolojiyi uygulamak kültürel değişim için önemli bir adımdır. Kültürel değişimi Altı Sigma amacı olarak ele alan kuruluşların önceliklerini belirleyerek, uygun bir plan dahilinde

kuruluşun tüm fonksiyonlarına Altı Sigma'yı uygulanması tercih edilen bir yöntemdir. Burada önemli olan nokta, Altı Sigma tekniğinin ve bilimsel araçlarının sadece belirli departmanlar ile sınırlı bırakılmaması ve tüm fonksiyonlara yayma kararının alınmasıdır. Aksi durumlarda sürdürülebilir başarılar elde etmek çok kolay olmayacaktır.

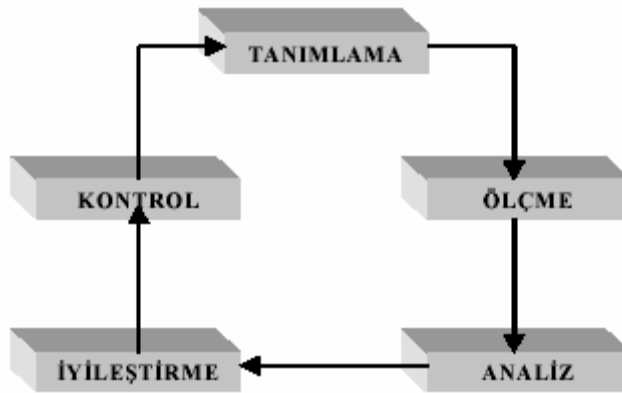
## BÖLÜM 6. ALTI SİGMA’NIN TEMEL AŞAMALARI VE ALTI SİGMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER

### 6.1. Altı Sigma’nın Temel Aşamaları

Altı Sigma yaklaşımının temel görevi, süreç iyileştirmeye dayanan ölçüm stratejilerinin uygulanması ve Altı Sigma ile geliştirilen projelerin uygulama sürecindeki değişimlerinin azaltılmasıdır. Bu durumda kısa adı TÖAİK (DMAIC) olarak bilinen Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol aşamalarından oluşan model ile başarıya ulaşılır.

Bilimsel metodun işletme faaliyetlerine uygulanmasında kullanılan çok sayıda iyileştirme modeli bulunmaktadır. Ancak bu modellerin hemen hemen hepsi Deming’in PUKÖ–Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem al döngüsüne dayanır. Temel olarak PUKÖ modelinden büyük bir farklılık göstermeyen TÖAİK modelinde sadece ölçme ve iyileştirme süreçleri özel olarak vurgulanmış ve bu süreçler ayrı birer aşama olarak ifade edilmiştir.

Altı Sigma süreç iyileştirme modelinin aşamaları Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



Şekil 6.1: Altı Sigma TÖAİK (DMAIC) problem çözme modeli



### **6.1.1. Define (Tanımlama)**

Tanımlama aşamasında amaç mevcut problemlerin belirlenmesi, işletmeye bindirdiği yükün açık ve net bir şekilde ortaya koyulmasıdır. Bu aşamada problemin öneminin iyi anlaşılması çok önemlidir. Altı Sigma takım elemanlarının, projenin ilerleyen aşamalarında proje kapsamına bağlı kalabilmeleri için bu aşamada problemin görsellikle desteklenmiş çeşitli araçlarla net bir biçimde ortaya koyulması gerekir. Ayrıca ilerleyen aşamalarda olası karışıklıklara meydan vermemek için bir proje planı çıkartılmalıdır.

Tanımlama safhasında en çok kullanılan teknik araçlar şunlardır (Micheal, 2002):

1. Proje Yönetimi
2. Kano Model
3. Proses Akış Şeması
4. Sebep-Sonuç Diyagramı
5. Örnek Edinme
6. Yakınlık Diyagramı
7. Kritik Kalite Faktörleri Ağacı

### **6.1.2. Measure (Ölçme)**

Altı Sigma uygulanmasının ikinci aşaması ölçüm aşamasıdır. Mevcut sigma performansı, bazen Altı Sigma'nın stratejik düzeyinde olduğundan daha ayrıntılı bir şekilde, bu ikinci aşamada ölçülür.

Ölçme aşamasının amacı, var olan proses durum ve problemlerinin gerçeklere dayanan bir anlayış içinde oluşturulması ile problemlerin kaynak veya yerlerinin işaret edilmesidir. Bu bilgi analiz safhasında araştırmamız gereken potansiyel nedenlerin alanlarını daraltmamız konusunda bize yardımcı olur. (Rath&Strong Management Consultants, 2001)

Ölçme safhasında en sık kullanılan araçlar şunlardır (Yavuz, 2006):

1. Veri Toplama Planı
2. Çetele Diyagramı
3. Frekans Poligonları
4. Ölçüm Sistemi Analizi (Tekrar Edebilme ve Yeniden Üretebilme)
5. Pareto Şeması
6. Hata Tipi ve Etkileri Analizi (HTEA)
7. Süreç Yeterliliği ve Süreç Sigması
8. Kontrol Grafikleri

### **6.1.3. Analysis (Analiz)**

Ölçme safhası sürecin temel performans değerlerini ortaya koymuştur. Analiz safhasında problemlerin temel nedenleri hakkında teoriler geliştirilecek, bu teoriler verilerle doğrulanacak ve son olarak problemlerin temel nedenleri tanımlanacaktır. Doğruluğu kanıtlanan neden veya nedenler bir sonraki safhada tartışılacak çözümlerin oluşturulması için temel teşkil edecektir. (Rath&Strong Management Consultants, 2001)

Analiz safhasında sıkça kullanılan araçlar (Yavuz, 2006):

1. Yakınlık Diyagramı
2. Beyin Fırtınası
3. Sebep-Sonuç Diyagramı
4. Örnekleme
5. Hipotez Testleri
6. Regresyon Analizi
7. Dağılma Diyagramları

#### **6.1.4. Improve (İyileştirme)**

İyileştirme safhasında nedenleri ortadan kaldırmayı hedefleyen çözümler geliştirilir, uygulanır ve değerlendirilir. Amaç, verileri kullanarak, ortaya koyduğumuz çözümün problemi çözdüğü ve gelişme için öncülük ettiğini göstermektir. (Rath&Strong Management Consultants, 2001)

İyileştirme safhasında yaygın olarak kullanılan araçlar şunlardır (Yavuz, 2006):

1. Beyin Fırtınası
2. Deney Tasarımı
3. Akış Şemaları
4. HTEA
5. Hipotez Testleri
6. Paydaş Analizi

#### **6.1.5. Control (Kontrol)**

İyileştirme safhası sonucunda ortaya konulan çözümler ve uygulamaları kalıcı kılmak ve sürekli kontrol altında tutmak için uygulanan bir safhadır. Kontrol safhası sonucunda zamanla yeni metotların geliştirilmesi sağlanabilir.

Kontrol safhasında sıkça kullanılan araçlar şunlardır (Yavuz, 2006):

1. Ölçülebilir Değişkenler İçin Kontrol Grafikleri:
  - a. X-R Grafikleri
  - b. X-S Grafikleri
  - c. Ortanca Değer Diyagramları
2. Sayılabilir Değişkenler İçin Kontrol Grafikleri:
  - a. p Diyagramları
  - b. np Diyagramları
  - c. c Diyagramları
  - d. u Diyagramları

3. Diğer Kontrol Grafikleri:
  - a. CUSUM Kontrol Grafikleri
  - b. EWMA Grafiği
4. Zaman Serileri Metotları

## **6.2. Altı Sigma Çalışmalarında Kullanılan Teknikler**

Bir işletmede Altı Sigma uygulanırken tüm tekniklerin kullanılması gerekmez. İşletmeler süreçlerine uygun olan tekniklerden bir veya bir kaçını kullanabilirler. Bu bölümde Altı Sigma uygulamalarında en sık kullanılan tekniklerden bahsedilecektir.

### **6.2.1. Beyin Fırtınası**

Beyin fırtınası, 1930'larda ABD'de Alex F. Osborn isimli bir araştırmacının, iş görenlerin hayal gücünü geliştirmeye ilişkin çalışmaları esnasında oluşturduğu, bir grup çalışması yöntemidir. Amaç, hiçbir engelleme olmaksızın olabildiğince hayal gücüne dayalı öneriler oluşturmaktır. Her bir grup üyesi, hiçbir engelleme olmaksızın dilediğince öneri geliştirebilir ve söyleyebilir. Her öneri, diğer üyeler tarafından bir uyarıcı olarak kabul edilir ve ortaya atılan öneriyi nitelik olarak geliştirmeleri beklenir. Oturum süresince eleştiri kabul edilemez. (Ertuğrul, 2004)

Beyin fırtınası, daha çok düşünce oluşturmak için belli sayıda bireyden oluşan bir grubun her bir üyesinin kapasitesinden yararlanmayı amaçlar. Grup üyelerinden her birinin düşüncesi problemleri çözme grubunu doğurur. Beyin fırtınası iki evreden oluşur (Şimşek, 2004):

- Çok sayıda düşünce, bu düşüncenin kalitesine bakılmaksızın araştırılır.
- Daha sonra düşüncelerin kalitesi konusunda ayırım yapılır.

Beyin fırtınası, bazı konularda çember üyelerinin problemi analizlerinde kolaylık sağlar. Bunlar şöyle sıralanabilir (Şimşek, 2004):

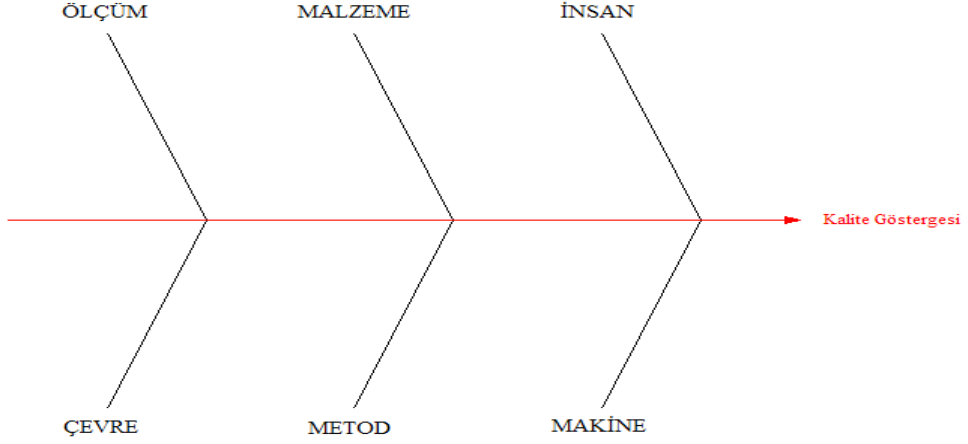
- Her şeyden önce istekli çalışma grubu, çeşitli konular hakkında bir liste tarif eder.
- Grup, bir sorunun incelenmesi evresinde yeni düşünceler ortaya çıkarmak için olayları araştırma, nedenleri araştırma, çözümleri araştırma ve ortaya konan araçların araştırılması fırsatını bulur.
- Çeşitli fikir ve bilgilerin elde olmaması halinde kalite kontrol çemberlerini devreye sokmak mümkün olur.

### **6.2.2. Sebep - Sonuç Diyagramı**

Bir olayın ortaya çıkmasına neden olan durumlar (sebep) ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimidir. Sebep - Sonuç (cause-effect) Diyagramı olarak adlandırılan bu diyagramlar görünümüleri nedeniyle Balık Kılıcı ya da bu diyagramları geliştiren Dr. K. Ishikawa'nın adıyla da anılır. İlgilenilen olayın nedenlerinin araştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirmektedirler. Belirlenen sonuç kalınca çizilen yatay bir okun ucuna yazılır ve onu yaratacağı düşünülen temel nedenler de ince oklarla buna birleştirilerek Sebep- Sonuç Diyagramı oluşturulur.

Sonuç olarak belirlenen olay olumlu / olumsuz olabilir. Olumlu olması durumunda arkasındaki nedenler açığa çıkarılabilecek, olumsuz ise düzeltici eylemlerin başlatılması gereği ortaya çıkacaktır. Her sonuca ilişkin birçok nedenden söz edilebilir. Başlıca çalışma yöntemleri (metot), malzeme işgücü, ölçüm, donanım ve çevre ana başlıklarında toplanan nedenlerin her biri bir alt dizi alt nedene de ayrıştırılabilir. Aşağıdaki Şekil 6.2'de sözü edilen tüm nedenler gösterilmiştir.

## BALIK KILÇIĞI DİAGRAMI



Şekil 6.2: Balık Kılıçığı / Sebep Sonuç Diyagramı

### 6.2.3. Histogram

Tüm tekrarlanan olayların bir değişkenliği vardır. Olmaması imkansız olan bu değişkenliğin bir sonucu olarak her hangi bir örnekteki iki ölçüm tamamen birbirinin aynısı olamaz. Aynı kiloda iki insan, aynı saç rengine sahip iki insan, aynı süreçte üretilmiş iki otomobil lastiği olamaz.

Histogram, verilerin görsel olarak sunulduğu özel bir grafik türüdür. Histogramda hemen hemen birbirine özdeş şeylerin ölçümlerindeki değişiklikler gösterilir. Frekans dağılımının bir şekli olan histogramda herhangi bir sürecin içinde yer alan değişimlerin miktarı ortaya çıkartılır. Histogramlar üretim sürecinden alınan gözlemlerin dağılımını ve sıklık değerini belirleyerek spesifikasyonlarla mevcut durumun karşılaştırılmasını sağlar.

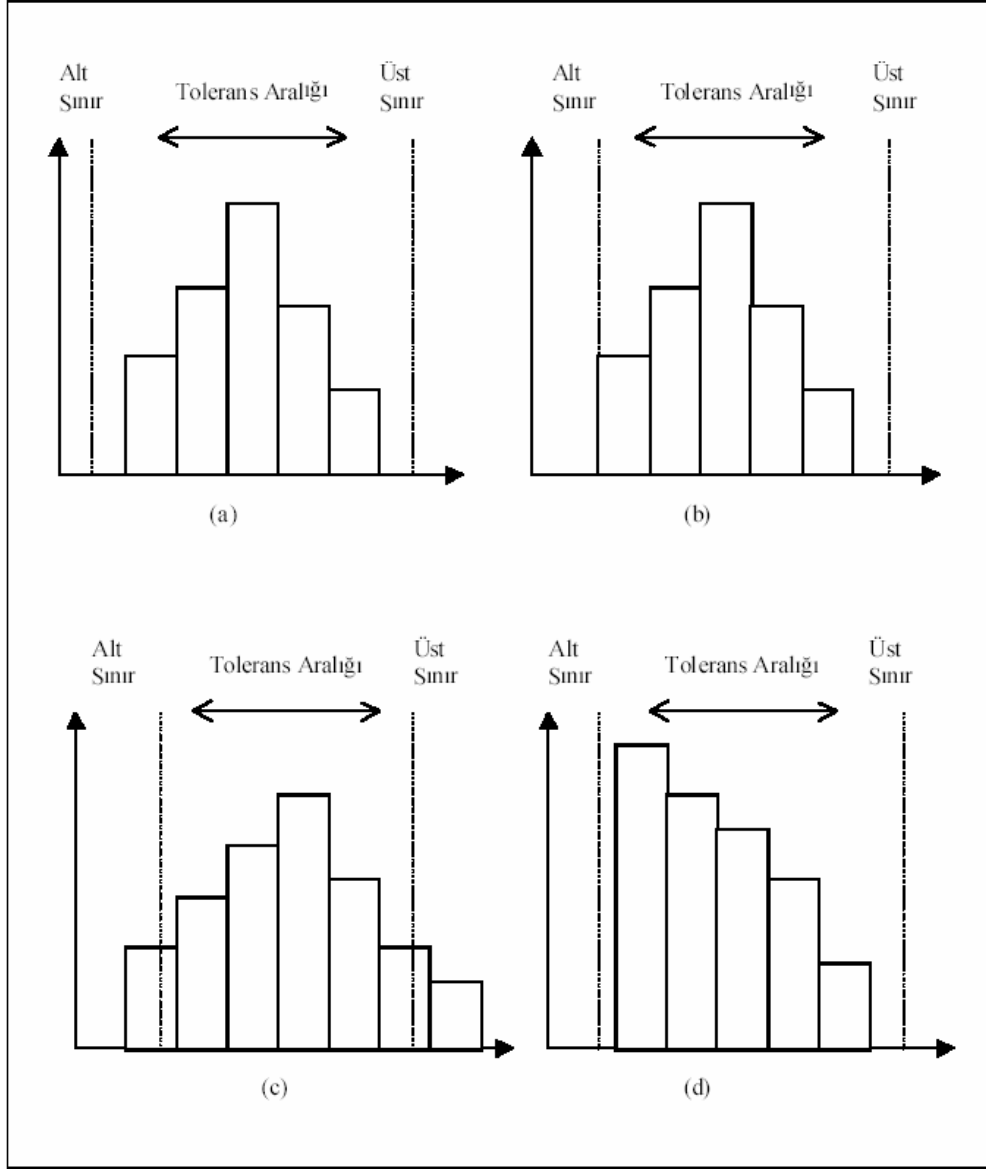
Bir uygulamada histogram çizmenin amacı, verilerin ilginç ve önemli özelliklerini öne çıkarmaktır. Hemen her zaman kaçınılmaz olan en can alıcı soru, ne kadar ayrıntının çizime konacağıdır. Çok az ayrıntı, önemli özellikleri perdelerken, diğer uçta bu özellikler ayrıntı denizinde boğulabilir. En iyi yol gösterici sağduyudur ama yine de birkaç ana çizgi belirtilebilir:

- Yorumlamayı kolaylaştırması bakımından bütün sınıf aralıkları genellikle eşit genişlikte seçilir. Ancak bazen bu ilkenin kullanılmaması gerekir. Eğer veri kümesinde gözlemlerin çoğunluğu aralığın görece dar bir parçasında toplanmış, diğer taraflarda geniş sınıf aralıkları kullanmak daha doğru olabilir. Bu yapıldığında histogramdaki dikdörtgenlerin yükseklikleri değil, alanları sıklıklarla orantılı olmalıdır.
- Gözlemlerin aralığı üst üste binmeyen sınıflara öyle bölünmelidir ki, belli bir gözlem bu sınıflardan birinin, ama yalnız birinin içine düşmelidir. Sınıf aralığı sınırlarının, verilerdekenden daha küçük birimlerle belirtilmesiyle bu sağlanabilir.
- Sınıf aralıklarının orta noktalarının, o sınıftaki gözlemleri iyi temsil etmesinin sağlanması önemlidir. Bunun nedeni histogramın daha güvenilir bir görsel gösterim sunabilmesini sağlamaktır.

Histogramda sınıf sayısı 5 ile 20 arasında olmalıdır. Sınıf sayısını belirlemede aşağıdaki Sturges kaidesine uyulması tavsiye edilir (Kohler, 1988):

$$k = 1 + 3,32 \log(n) \quad (6.1)$$

Burada k sınıf sayısını, n ise veri sayısını belirtir.



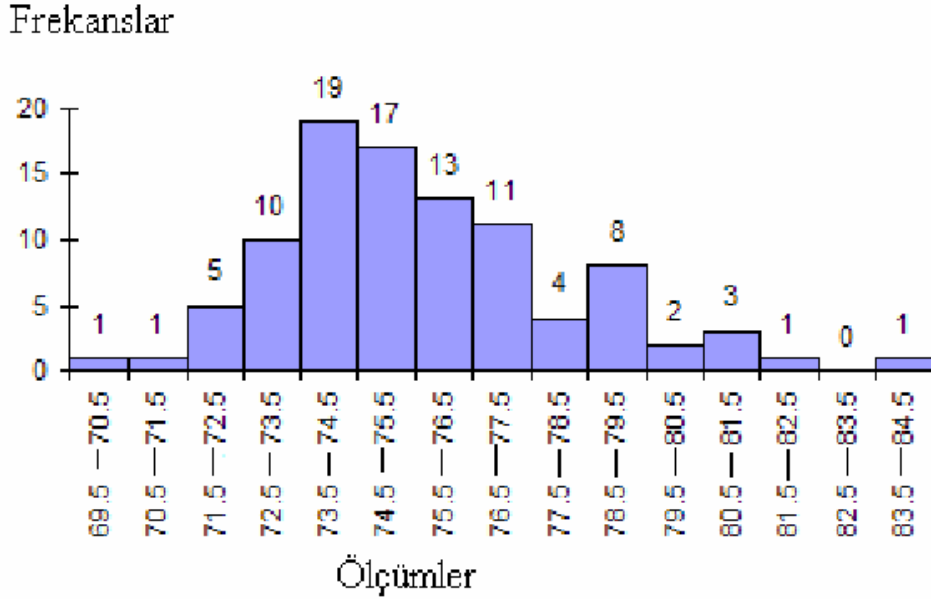
Şekil 6.3: Histogram örnekleri

Bir histogramın etkili bir şekilde kullanılabilmesi ve yorumlanabilmesi için üretime ait tolerans sınırlarının da bilinmesi gerekir. Yukarıdaki Şekil 6.3’de gösterilen çeşitli histogramlara ait yorumlar şu şekilde yapılabilir (Bircan ve Özcan, 2004):

- Proseste yapılabilecek küçük değişiklik kusurlu üretime sebep olabilir. Biraz sağa kayacak şekilde proses ayarlanmalıdır.
- Üretim kontrol altında değildir. Kusurlu ürünler söz konusudur.
- Örnekleme hatası yapılmıştır. Belli bir değer altında veri yoktur.



Sınıf sayısı belirlendikten sonra sınıf aralıklarının genişlik ve limitleri belirlenir. Sınıf aralığı, veri aralığını toplam sınıf sayısına bölmekle elde edilir. Sınıf limitlerini öyle seçilmeli ki herhangi bir veri verilen limitlerin dışında kalmamasın. Bu her limite mantıki ondalık değerleri eklemek ile yapılabilir. Şekil 6.4’de bir histogram örneği verilmiştir.



Şekil 6.4: Histogram örneği

#### 6.2.4. Kontrol tablosu

Kontrol tablosu, üretimden alınan verilere dayanarak üretimin eğilimini veya ölçüm değerlerinin dağılımını görmeye bir başlama noktasıdır. Üretim esnasında ortaya çıkan olayların hangi sıklıkta olduğunu kolayca görebilmeye kullanılan, kullanımı ve anlaşılması kolay bir formdur. Kontrol tabloları vasıtasıyla proseste meydana gelen zaman içindeki değişimleri mukayeseli olarak görmek mümkün olabilir. Böylece en çok karşılaşılan hata çeşidi de tespit edilmiş olur (Kartal, 1999).

Kontrol tablosunda en çok dikkat edilecek unsur, verinin doğru ve dikkatli bir biçimde temin edilmesidir. Temin edilen verilerin kolay ve hızlı bir biçimde kullanılması ve analiz edilebilmesi için; veriler, tablo halinde düzenlenir. Her bir veri için ayrı ayrı kontrol tablosu hazırlanır.

Tablo 6.1: Ölçülebilir özellikler için bir kontrol tablosu

<b>KONTROL TABLOSU</b>																
Ürünün Adı: Metal Mil									Tablo No:							
Ölçülebilir Özellik: Çap									Üretim Yeri:							
Spesifikasyon Limitleri: 0,9 cm – 1,9 cm									Bölümü:							
Örnek(Numune) Büyüklüğü: 100									Üretim Tarihi:							
									Tabloyu İşleyen:							
Frekans	Boyutlar															
	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
25			+										+			
20								+								
15							+	+	+							
10							+	+	+	+						
5					+	+	+	+	+	+	+					
				+	+	+	+	+	+	+	+	+				
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Toplam	0	0	1	3	7	10	18	21	16	12	8	4	0	0	0	0

Kontrol tablosu oluşturulduğu zaman verinin toplandığı tarih, verinin tipi, parti numarası, analizi yapan kişi ve proseste oluşan değişikliklerin sebebini tespit etmede yararlı olabilecek diğer bilgilerin anlaşılır biçimde belirtilmesi büyük önem taşır.

Eğer kontrol edilecek olan özellik uzunluk, ağırlık, zaman gibi ölçülebilir bir özellik ise kontrol tablosuna, “ölçülebilir özellikler için kontrol tablosu” denir. Ölçülebilir özellikler için kontrol tablosu Tablo 6.1’de düzenlenmiştir.

Nitel verileri toplamak için kullanılan bir kontrol tablosu, Tablo 6.2’de gösterilmiştir. Yapılması gereken işlemler kısaca şöyledir: Önce parti büyüklüğü ve sonra da numune alma planlarından faydalanarak örnek büyüklüğü belirlenir. Daha sonra hata tipleri alt alta yazılır ve hangi hata tipine rastlanırsa karşısına çetele çizilir.

Kontrol edilecek parça sayısı bitince, her hata tipindeki çeteleler toplanır. Reddedilen kusurlu parça sayısı bilgi formuna yazılır. Böylece karşılaşılan hata türlerinin dağılımı ve düzeltmenin nereden başlaması gerektiği konusunda açıklık sağlanır. Bu şekilleri tamamlanış tarihleri itibariyle sıra ile ele almak suretiyle hataların türleri, oluş şekilleri konusundaki eğilimi ortaya konarak, alınan düzeltici ve önleyici tedbirlerin başarı ve devamını izlemek mümkün olabilecektir. (Montgomery, 1991)

Tablo 6.2: Niteliksel özellik gösteren veriler için kontrol tablosu

KONTROL TABLOSU		
Ürün Adı:	Tarih:	
Ürün Kodu:	Saat:	
Parti No:	Veri Toplayan:	
Toplam Adet:	Düşüneler:	
Örnek Sayısı:		
Hata Türü	Çetele	Hatalı Adet
Kesme Hatası	//// /	6
Selefon Baskı Hatası	//// ////	9
Baskı Hatası	//// //// ////	15
Kağıt (Bozuk) Hatası	//// ///	8
Kırma Hatası	//// //	7
Harman Hatası	////	5
<b>Toplam Hata</b>		<b>50</b>

### 6.2.5. Pareto şeması

Kalite çemberleri faaliyetlerinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Pareto şeması, kategoriye düzenlenen özellik verilerinin basit bir sıklık dağılımıdır. (Montgomery, 1991)

19. Yüzyılda yaşamış olan İtalyan iktisatçı ve aynı zamanda bir sosyolog olan Vilfredo Pareto, sonraları kendi adıyla anılmaya başlamış olan prensibini ilk kez ekonomik içerikli olarak ortaya koymuştur. (Düren, 1990) Pareto Analizi, kalite mühendisleri tarafından en çok kullanılan bir tekniktir.

Problemlerin nedenleri genellikle Pareto prensibine uyar. 80'e 20 kuralı olarak da bilinen bu prensip; sonuçların yaklaşık %80'inin, sebeplerin %20'sine bağlı olarak ortaya çıktığını savunur. Kantitatif bir anlatımla makinelerin, hammaddelerin ve operatörlerin %20'si, problemlerin %80'ine sebep olmaktadır. Bir diğer örneğe göre; mali varlığın %80'inin, halkın %20'si tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir.

Başka bir örneğe göre; bir üretim sürecinde ortaya çıkan hurda veya işçilik maliyetinin %80'i, olası sebeplerin %20'sinden kaynaklanmaktadır. (Costin, 1994)

Pareto analizi, en önemli birkaç konu veya sorun üzerinde yoğunlaştığından ve önceliklerin belirlenmesine yardımcı olduğundan verimlilik analizi için yararlıdır. Pareto diyagramının oluşturulmasında izlenen yöntem üç adımda incelenebilir (Şimşek, 2004):

1. Verilerin toplanması: Rakamsal veriler ve bilgiler tablolar aracılığı ile elde edilir.
2. Verilerin sınıflandırılması: Elde edilen veriler en büyük değerden en küçüğe doğru sınıflandırılır.
3. Grafiğin çizilmesi: Elde edilen rakamlar bir diyagram üzerinde yerleştirilir. Yatay ekseninde hata kaynakları, dikey ekseninde hata yüzdeleri ve hata sayıları gösterilerek pareto grafiği tamamlanır.

Eğer mümkünse veriler normalize edilmelidir. Böylece verileri gelecekteki pareto diyagramlarında da kullanarak değişimler gösterilebilir. Pareto diyagramları, en yüksek frekanstaki ya da en yüksek maliyet getiren ve ilk önce yok edilmesi gereken problemi tanımladığından Altı Sigma projelerinde de pek çok defa başvurulması gerekli bir tekniktir.

Örnek: Bir cıvata somunu ile ilgili delme hatasının olduğu ve delme hatalarının azaltılmasının amaçlandığı düşünölsün. Hata tipleri ile ilgili bilgiler Tablo 6.3'de verilmiştir. Konu ile ilgili pareto analizi aşağıdaki aşamalarda yapılabilir. (Ertuğrul, 2004)

Tablo 6.3: Örnek hata tipleri ile ilgili bilgiler

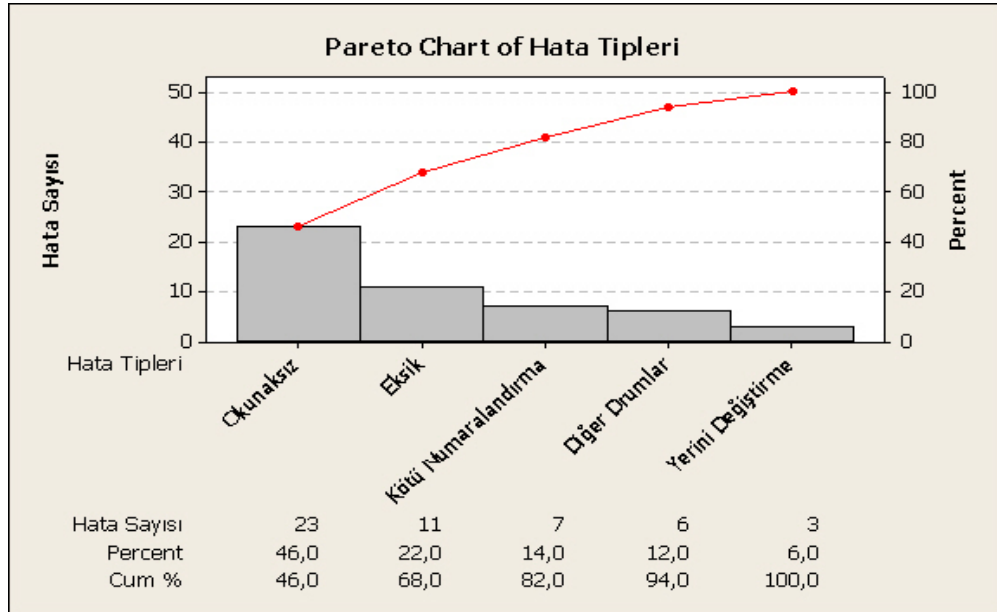
Hata Tipleri	Hata Sayısı
Kötü Numaralandırma	7
Okunaksız	23
Yerini Değiştirme	3
Eksik	11
Diğer Drumlar	6
Toplam	50

Pareto diyagramı için veri çizelgesi hazırlanır. Bu aşamada elde edilen veriler, en büyük değerden en küçük değere doğru sınıflara ayrılır. Tablo 6.4’de veri çizelgesi düzenlemiştir.

Tablo 6.4: Pareto diyagramı için veri çizelgesi

Hata Tipleri	Hata Sayısı	Kümülatif Toplam	Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde
Okunaksız	23	23	46	46
Eksik	11	34	22	68
Kötü Numaralandırma	7	41	14	82
Diğer Drumlar	6	47	12	94
Yerini Değiştirme	3	50	6	100
Toplam	50	50	100	

Tablo 6.4’deki veri çizelgesi kullanıldığında elde edilecek Pareto grafiği Şekil 6.5’de gösterilmiştir.



Şekil 6.5: Minitab çıktısı – Pareto grafiği

### **6.2.6. Gruplandırma**

Gruplandırma kalite kontrolü ile ilgili hataların nedenlerinin araştırılmasında kullanılan bir metottur. Sanayi işletmelerinde değişik bölümlerde farklı makine ve tezgâhlardan elde edilen hatalı malların hangi makineden hangi işlem sonucu elde edildiğinin bilinmesi önemlidir. Bu amaçla gruplandırma işlemi yapılarak hatalı makine ve işlemlerde hata kaynakları araştırılarak hataların önlenmesi mümkün olabilmektedir. (Tekin, 2004)

Bir olaya ilişkin derlenen verilerin kişi, zaman, makine ve benzeri faktörlere göre tabakalandırılmasıyla (gruplandırılması) ilgilenilen olayı hangi faktörün nasıl etkilediği ya da etkilemediği daha kolayca açığa çıkar. (Burnak, 1997)

Gruplandırma, öncelikle sorunlar meydana gelmeden önleyebilmek için iyi bir yöntemdir. Bazen bir kuruluşun bir sorunu olabilir ve verilerden bunun varlığı anlaşılabilir. Kusursuz gibi görünen veri yığınları arasında gizli kalmış hatalar olabilmektedir.

Gruplandırma; ayrıca bir sorunu parçalara ayırıp, her parçayı tek tek inceleme sürecidir. Buna bir örnek vermek gerekirse, bir fabrika büyüdükçe bölümlerinden birinde çok sayıda hata olmakta ise yapılması gereken, bölüm içindeki her grubun hata oranını ayrı ayrı incelemektir. Böylece, sorunun bölüm içinde küçük bir alanda teşhis edilebilmesi sağlanmış olmaktadır.

### **6.2.7. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)**

Müşteriyi tatmin etmek ve müşterinin talep ettiklerini tasarım hedeflerine ve üretim sırasında kullanılacak başlıca kalite güvence noktalarına dönüştürmek amacıyla tasarım kalitesini geliştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir.

QFD yöntemi, ürünlerin ve hizmetlerin müşteri ihtiyaçlarına göre tasarlanması gerektiği felsefesine dayanmaktadır. QFD, yeni ürün tasarımı veya hizmet sunumu, mevcut bir ürünün geliştirilmesi, yatırım planlama konusunda öncelikli alanların belirlenmesi, proses yönetimi uygulamalarının birçok alanları, teknoloji yönlendirmeli mühendislik çalışmaları, politika yönetiminde önceliklerin belirlenmesi gibi işletme faaliyetlerinin çeşitli aşamalarında uygulanabilir. (Ertuğrul, 2004)

Kalite Fonksiyonu yayılımı ilk defa 1966 yılında Yoji Akoa tarafından Japonya'da ortaya atılmış ve ilk olarak 1972 yılında Mitsubishi'nin Kobe'deki Gemi tersanelerinde uygulanmıştır. Batı dünyasının QFD'ye olan ilgisi, Toyota Şirketi'nin 1977 ile 1984 yılları arasındaki QFD uygulamaları ile ulaştığı başarılarından sonra olmuştur. QFD'nin uygulanması ile Toyota ürün geliştirme maliyetlerinde %61 azalma sağlamış, ürün geliştirme süresini 1/3 oranında kısaltmış ve paslanmayla ilgili garanti problemlerini ortadan kaldırmıştır. QFD, Amerika'da Weror Şirketinde, Digital Equipment, Hewlett Packard, AT&T ve ITT gibi birçok firmada başarıyla uygulanmıştır. Ford ve General Motors firmaları 50'den fazla başarılı uygulama gerçekleştirmiştir. Türkiye'de ilk uygulamayı, 1994 yılında beyaz eşya üreten Arçelik Firması bulaşık makinesi üretiminde gerçekleştirmiştir.

Önceleri ürün tasarımı için kullanılmış olan QFD, hizmet endüstrisi için de çok önemlidir. QFD, hem mal ve hem de hizmet temelli şirketlerde başarıyla uygulanmıştır. Şirketler, hizmetlerin geliştirilmesinde, eğitim programlarının oluşturulmasında, yeni iş görenlerin seçiminde ve yeni mal ve hizmetlerin tasarımında QFD metodunu kullanmışlardır. Ürün geliştirmede QFD metodunu kullanan firmalar, maliyetlerinde %50 oranında düşüş, ürün geliştirme zamanında %33 azalma ve verimlilikte %200 artış sağlamışlardır.

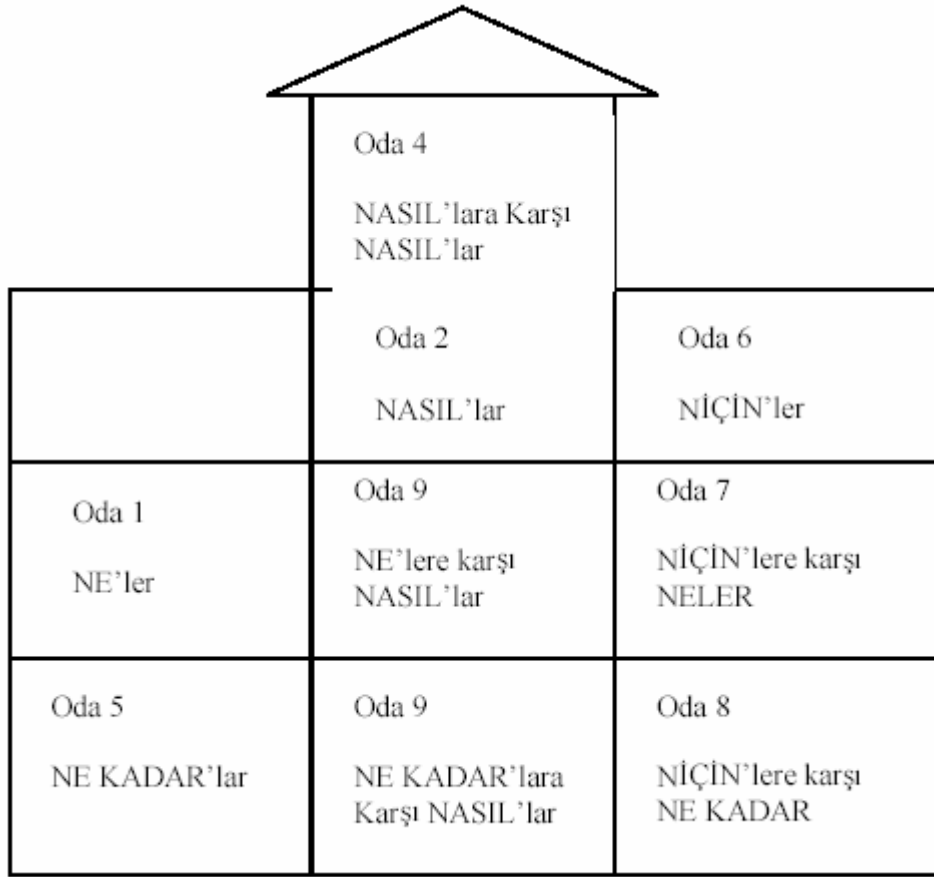


Kalite Evi;

Kalite Evi, QFD takımı tarafından oluşturulan QFD'nin temel yapısıdır. Müşteri istekleriyle ve bunları karşılamaya yönelik olarak belirlenen kalite karakteristiklerini ilişkilendirmeye, ürün özelliklerini algılamaya dayalı olarak karşılaştırmaya, kalite karakteristiklerini objektif ölçülere dayalı olarak karşılaştırmaya ve aralarındaki olumlu ya da olumsuz ilişkileri belirlemeye yarayan bir matrisler setidir.

Kalite evi, QFD'nin en çok bilinen şeklidir. Kalite evi matrisi, Pazar araştırmaları ve kıyaslama verilerinden elde edilen müşteri isteklerini, yeni bir ürün veya hizmet tasarımıyla karşılanacak makul sayıda önceliklendirilmiş mühendislik hedeflerine dönüştürmek için çok sayıda disiplinden uzmanların katılımıyla oluşmuş bir takım tarafından yürütülür. (Akbaba, 2000)

Kalite evindeki temel görüş, yönetim ve öğrenme deneyimlerini planlayıp uygulayanların; müşteri ihtiyaçlarını temel alarak, her şeyi istekli olarak anlamaya çalışmaları olarak ifade edilmektedir. Şekil 6.6'da gösterildiği gibi, kalite evinde bulunan her bir odanın kendisine ait bir fonksiyonu bulunmaktadır. Bu odalar müşterilere en iyi hizmeti sunmak için gerekli bilgilerle donatılmaktadırlar. (Şimşek, 2004)



Şekil 6.6: Kalite evi grafiği (Şimşek, 2004)

Kalite evinin genel yapısını oluşturan parçalar şunlardır (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003):

- Müşteri istekleri kısmının oluşturulması,
- Planlama matrisinin oluşturulması ve analizi,
- Kalite karakteristiklerinin belirlenmesi ve analizi,
- İlişki matrisinin oluşturulması ve analizi,
- Korelasyonların belirlenmesi ve analizi,
- Teknik kıyaslamaların yapılması ve hedeflerin belirlenmesi,
- Sonuçlara dayalı olarak geliştirme projesinin planlanması.

### 6.2.8. Matris diyagramı

Matris analizi veya diyagramı, operasyonlar, ölçme sistemleri, yöntemler, fonksiyonlar gibi faktörler arasında ilişkiyi sağlar. İki faktörün ilişkisi açısından önemli ve anlamlı noktalarını ortaya çıkarır. Sıra ve sütunlara olayların faktörleri yazılır. Sıra ve sütunun kesişmesinde ilişki varsa, ilişkinin derecesiyle birlikte işaretlenir. İlişki yoksa boş bırakılır. Tablo 6.5’de üretim hatalarının nedenlerine bağlı olarak matris analizi verilmiştir.

Tablo 6.5: Üretim hatalarının nedenlere bağlı bir matris analizi

H a t a  T i p l e r i	I	⊙								
	II				○					
	III								⊙	
	IV						△			
	V	⊙			⊙					
	VI								△	
	VII					○				
	VIII						△			
	IX		○	⊙						
	X		○				○			⊙
Nedenleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
⊙ = Kuvvetli ilişki      ○ = Orta ilişki      △ = Zayıf ilişki										

Bir neden-sonuç matrisi, temel süreç girdi değişkenleri ile temel süreç çıktı değişkenleri arasında ilişki kurmaya ve sonuçta hangi temel süreç girdi değişkenlerine odaklanılması gerektiğini anlatan bir matristir. Bir neden-sonuç matrisi oluşturmak için şunların yapılması gerekir (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003):

- Sürecin dokümantasyonu yapılırken belirlenen sürecin temel çıktı değişkenleri, matrisin sütunları halinde dikey olarak yerleştirilir. Bunlar, müşterinin bu süreçte en önemli olarak gördüğü temel değişkenlerdir.
- Temel çıktı değişkenlerine 1'den 10'a kadar öncelik sırası verilir. Bu değerlerden büyük olanları daha büyük bir önceliği gösterir. Örneğin, bir çıktı değişkeni için 8, diğeri için 3 değeri verilmişse; bunun anlamı, birinci çıktı değişkeninin diğerdenden müşteri gözünde daha büyük bir önceliğe sahip olmasıdır.
- Matrisin satırları olarak sürecin temel girdi değişkenleri yatay bir şekilde yerleştirilir. Bunlar, değişkenliği ve çıktı değişkenlerinden bazılarının kontrollerde uygun olmamalarını etkileyen değişkenlerdir.
- Temel girdi değişkenleri belirlendikten sonra bu değişkenlerin her birinin temel çıktı değişkenleri üzerindeki etki miktarı, yine 1'den 10'a kadar değerler verilerek belirlenir.
- İkinci adımda belirlenen temel süreç çıktı öncelikleri, dördüncü adımda belirlenen temel girdi değişkenlerinin etki miktarları ile çarpılarak toplanır.
- Bu durumda temel süreç girdi değişkenlerinin önceliği, toplam değerlerden veya onların yüzdelerinden belirlenebilir.

Bir ekseninde kriterleri, diğer ekseninde seçenekleri gösteren L biçimli bir matris olan sebep-sonuç matrisi öngörülen kriterler bazında en iyi seçenekleri belirlemek için kullanılır. Öncelik matrisleri için iki uygulama mevcuttur: (Rath&Strong Management Consultants, 2001)

- Çıktı değişkenlerini müşteri ihtiyaçları ile ilişkilendirmek,
- Girdi ve proses değişkenlerini çıktı değişkenleri ile ilişkilendirmek.

5 x 5 Matris Diyagramı (L Tipi Matris), özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu metot, basit olması dolayısıyla tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir. Ancak, değişik prosesler içeren veya birbirinden çok farklı akım şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli değildir ve analistin birikimine göre metodun başarı oranı değişir. Bu tür işletmelerde özellikle aciliyet gerektiren ve bir an evvel önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespiti için kullanılmalıdır. Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi halinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılır. Tablo 6.6’de bu durum bir matrisle gösterilmiştir.

Tablo 6.6: Risk değerlendirme karar matrisi

	<b>ŞİDDET</b>				
<b>İHTİMAL</b>	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derce)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

### 6.2.9. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)

Klasik kalite kontrol sistemi ile yeni geliştirilmiş Toplam Kalite Kontrol ve Toplam Kalite Yönetimi gibi sistemler arasındaki önemli bir fark, ürünlerde meydana gelen hatalarla ilgilidir. Klasik kalite kontrol sisteminde hatalar, ürün imal edildikten sonra yakalanmaya çalışılır. Bu durumda hatalı ürünlerin maliyeti genel imalat maliyetine yüklenmekte ve toplam maliyeti artırmaktadır. Yeni geliştirilmiş kalite sistemlerinde ise düşünce, hataları ürünü imal etmeden önce tasarım aşamasında hatalı mal üretmeyi engellemektir. Bu şekilde bir taraftan hatalı ürün miktarı azalacak (mümkünse sıfıra indirilecek), buna bağlı hatalı ürün maliyeti ve bununla beraber genel imalat maliyeti de azalacaktır.

HTEA olarak adlandırılan Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi, açıklanan amaca uygun olarak, hataları oluşmadan önce önlemeye yönelik bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. HTEA, bir ürün, işlem veya hizmette meydana gelebilecek tüm hasar ve hata tiplerinin sistematik analizine dayanarak, bu hasar ve hataları önleme faaliyetlerini içeren bir yöntem olarak ifade edilebilir. Amaç; tasarım, proses tasarımı, üretim kademelerinde oluşabilecek hataları, bu kademeler tamamlanmadan önce belirlemek ve gidermektir. (Akkurt, 2002)

HTEA, hataların türlerini ve etkilerini belirleyerek, tasarım veya süreç açısından ürün veya sürecin karşılaşılabileceği olası hataları ve bunların etkilerini tanımak, değerlendirmek ve bunların oluşma ihtimallerini azaltacak veya ortadan kaldıracak önlemleri almak olarak tanımlanabilir. Tanımdan da anlaşılacağı gibi HTEA, hatalar gerçekleştikten sonra alınacak önlemlerle ilgilenmek yerine, daha hatalar gerçekleşmeden, gerçekleşmesi olası hataların türlerini ve etkilerini belirleyerek onların oluşma ihtimallerini azaltacak veya ortadan kaldıracak önlemleri almakla ilgilenir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi, NASA tarafından 60'lı yılların ortalarında havacılık ve uzay sanayinde Apollo projesinde uygulanmıştır. 70'li yılların ilk yarısında ABD'de uçak sanayinde uygulanan Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin otomotivdeki ilk uygulaması ise Ford firması tarafından yapılmıştır.

Proaktif bir teknik olan HTEA; potansiyel, diğer bir deyişle gerçekleşme olasılığı bulunan hataların türleri ve etkileri ile ilgilenir.

1980'li yılların ortalarına kadar ABD'deki üç büyük otomobil firması farklı standartlar kullanıyordu. Daha sonra bu farklı standartlar QS-9000'de birleştirildi. Şimdi QS-9000'i kullanan firmaların hem ürün tasarımında hem de üretiminde HTEA'yı kullanmaları gerekiyor.

HTEA, her hata türü için bir risk önceliği değeri (RÖS) oluşturur. RÖS değeri büyüdükçe hatanın ciddiyeti artmakta ve tasarım çabası içinde bu hata ile ilgilenilmesi önem kazanmaktadır. Büyük RPN değerine sahip olan hatalar öncelikle tasarım sırasında ortadan kaldırılmalı veya azaltılmalıdır. (Gürsakar ve Oğuzlar, 2003)

Bu analizin genelde firma içindeki mühendisler ve teknisyenler tarafından yapılması HTEA'nın zayıf yönüdür. Bu kişilerde ürüne ilişkin tüm teknik bilgiler bulunmakla birlikte, söz konusu kişiler olayın genelini göremezler. Bunun için tedarikçiler, müşteriler, sigortacılar ve özellikle servis personeli de analiz ekibine katılmalıdır.

Tablo 6.7 Hata olasılığının değerlendirilmesi

Hata Olasılığı	Hata Oranları	C <sub>pk</sub>	Derece
Hemen hemen kesin	$\geq \frac{1}{2}$	<0,33	10
Çok yüksek	1/3	$\geq 0,33$	9
Yüksek	1/8	$\geq 0,51$	8
	1/20	$\geq 0,67$	7
Orta	1/80	$\geq 0,83$	6
	1/400	$\geq 1,00$	5
	1/2000	$\geq 1,17$	4
Düşük	1/15000	$\geq 1,33$	3
Çok düşük	1/150000	$\geq 1,50$	2
Hemen hemen imkânsız	$\leq 1/1500000$	$\geq 1,67$	1



Risk öncelik değeri olan RÖS hesaplandıktan sonra büyük RÖS değerine sahip olan hatalar öncelikle tasarım sırasında ortadan kaldırılmalıdır.

Risk Öncelik Değeri, (Hata Olasılığı)\*(Etkinin Önem Derecesi)\*(Hatanın Saptanabilirliği) çarpımından elde edilir.

Örnek: E-ticaret şirketi XXXX Şirketi'ndeki yöneticiler ve mühendisler, on-line kataloğun güncellenmesinde hiçbir şeyin yanlış gitmeyeceğinden emin olmak istiyorlardı. İşte tanımladıkları sorunlardan ikisi ve yaptıkları analiz:

1. Yeni bir malda yanlış süsleme kullanılmış.

Önem = 5

Meydana Gelme = 5

Belirlenme = 3

Risk Öncelik Sayısı (RÖS) =  $5*5*3 = 75$

2. Alıcılar bir mal için sipariş veremiyorlar.

Önem = 8

Meydana Gelme = 5

Belirlenme = 6

Risk Öncelik Sayısı (RÖS) =  $8*5*6 = 240$

Bu değerlendirmeyi temel alarak, siparişlerin verilememesi üzerinde odaklandılar ve tüm yeni ürün numaralarının sipariş sistemine gönderilmesinden emin olmak için önleyici ölçümler yaptılar. (Pande ve diğerleri, 2000)

Üç çeşit HTEA vardır. Bunlar: (Akın, 1998)

1. Sistem HTEA: Sistemleri analiz etmede kullanılır. Sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır. Tasarımın neden olduğu sistem fonksiyonları ile ilişkili potansiyel başarısızlıklara odaklanır.
2. Tasarım HTEA: HTEA ürünün tasarımı aşamalarında görülebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini belirleyen, gereken takip ve düzeltme faaliyetlerine imkân sağlayan bir metottur.
3. Süreç HTEA: Süreç HTEA, süreç işleyişi sırasında meydana gelebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini tanımlayan ve sürece yönelik gereken takip ve düzeltme faaliyetlerine imkân sağlayan bir metottur.

Tablo 6.8’de bir Hata Türü ve Etkileri analizi formu ve Tablo 6.9’da da bir şiddet değerlendirme kriterleri tablosu verilmiştir.

Tablo 6.8: Hata Türü ve Etkileri analizi formu

Ürün/Süreç	Hata Türleri	Hata Etkileri	Şiddet	Sebepler	Olasılık	Kontrol	Keşfedilebilirlik	Risk Öncelik Sayısı	Önerilen İyileştirmeler	Şiddet	Olasılık	Keşfedilebilirlik	Risk Öncelik Sayısı

HTEA tablosu soldan sağa doğru doldurulur. Bir ürün/süreç için hata türleri belirlenir. Her hata türünün birçok etkisi, her etkinin birçok sebebi olabilir. Her sebebin kontrol edilmesi için bir yöntem vardır ya da yoktur. Bütün bu sütunlar ağırlıklandırılır.

Böylece problemler dikkat çekecek şekilde işaretlenmiş olur. Tablo 6.8’de bulunan terimler kısaca şu şekilde açıklanabilir: (Akın, 1998)

Hata türleri: Bir ara ürün, sistem ya da sürecin istenen fonksiyonunu gerçekleştirememesidir.

Hata etkileri: Bir sistem ya da alt sistemde ortaya çıkan hatanın müşteri üzerindeki etkisidir. Bölgesel ve genel olmak üzere iki tip etki söz konusudur. Bölgesel etkide diğer parçalar etkilenmez. Genel etkide diğer fonksiyonlar ve parçalar etkilenebilir.

- Şiddet: Etkinin müşteri üzerinde ne kadar belirgin olduğunu gösterir. Tablo 6.9’da gösterildiği gibi 1’den 10’a kadar sıralanan kategoride 10 en kötü durumu belirtir.
- Sebep: Her hata türü için olası sebepler listelenir. Hatanın nasıl önlenebileceğini ve düzeltilebileceğini gösterdiği için HTEA’nın bu adımı önemlidir.
- Olasılık: Hatanın ortaya çıkma olasılığıdır. Tablo 6.10’da gösterildiği gibi 1’den 10’a kadar sıralanan kategoride 10 en kötü durumu belirtir.
- Kontrol: Hatayı engellemek için yapılan kontrollerdir.
- Keşfedilebilirlik: Müşteriye ulaşmadan önce hatayı yakalama yeteneğidir.

Tablo 6.9: Şiddet değerlendirme kriterleri

1. Müşteri olumsuzluğa dikkat etmez.
2. Müşteri olumsuzluğa tecrübelerine dayanarak önem vermez.
3. Ürün performansı veya süreç üzerinde önemsiz etki oluşur. Hata müşteriler tarafından fark edilir.
4. Performansın düşmesinden dolayı müşteri tatminsizliği oluşur.
5. Müşteri memnun değildir veya kendi verimliliği devam eden olumsuzluktan dolayı azalmaktadır.
6. Parçanın yeniden işlenmesine/onarılmasına neden olur. Ürün performansının derecesi düşmüştür. Ürün çalışmaktadır fakat kolaylık/rahatlık sağlayan bazı parçalar çalışmaz. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.
7. Fonksiyonun tümünü kaybetmeksizin parçanın çalışmamasından dolayı yüksek derecede müşteri tatminsizliği oluşur.
8. Güvenlikte olumsuz etki yapmaksızın tüm fonksiyonun kaybedilmesinden dolayı çok yüksek derecede tatminsizlik oluşur.
9. Müşteri güvenlik sistem performansı olumsuz etkiden dolayı tehlikeye düşmektedir. Ancak bu tehlikeye düşmeden önce uyarı almaktadır.
10. Müşteri hiçbir uyarı almaksızın güvenlik sistemi tehlikeye düşmektedir.

### 6.2.10. Ölçüm sistemi analizi (Gage R&R)

Ölçüm Sistemi Analizi çalışmasıyla ölçümlerin doğru olup olmadığı araştırılır. Buna tekrar edebilme ve yeniden üretilebilme ölçümü çalışması da denir. Uygulanışı şu şekildedir:

1. Birden çok operatör, birden çok parçayı, birden çok defa ölçer. Örneğin, 3 operatörün her biri 7 parçayı 2'şer defa ölçer.
2. Operatörün ölçtüğü parçayı özel bir testin bir parçası olarak yaptığını bilmemesi arzu edilen bir durumdur. Operatörler hangi birimi ölçtüklerini bilmemelidirler.

Çalışma sonuçlarındaki değişkenlik analiz edilir. Firmalar genellikle ölçümlerinin doğru olup olmadığına gerekli hassasiyeti göstermezler. Bir parçanın doğru olarak ölçülmemesi; doğru parçaların reddedilmesi, hatalı parçanın da kabul edilmesi demektir. Bu durum firmanın zarar etme ihtimalini doğurur. Matematiksel anlamda ölçüm sistemi, ölçüm varyansını ölçer. Ölçümdeki değişkenlik ölçülen parçanın değişkenliğine veya ölçüm sisteminin kendisine bağlanabilir.

Örnek: Bu örnek, otomotiv üretimi yapan bir firmanın yaptığı incelemelerle ilgilidir. Otomotiv gövdelerinin ölçülmesi için, yeni, taşınabilir, üç boyutlu ölçüm cihazının satın alınması kararının verilmesi gerekmektedir. Mevcut durumda, bu ölçümü sağlıklı yapabilen bir üç boyutlu cihaz bulunmaktadır. Ama bu cihaz taşınabilir değil, sabittir. Dolayısıyla bir gövdenin ölçülmesi için, gövdenin üretim sahasından cihazın bulunduğu odaya taşınması gereklidir. Bu taşıma operasyonunu engellemek ve gövdenin değişik üretim aşamalarındaki ölçümlerini yapabilmek için, taşınabilir üç boyutlu ölçüm cihazı araştırması yapılmış ve alternatif bir firma, böyle bir ürünü deneme amaçlı olarak fabrikaya getirmiştir.

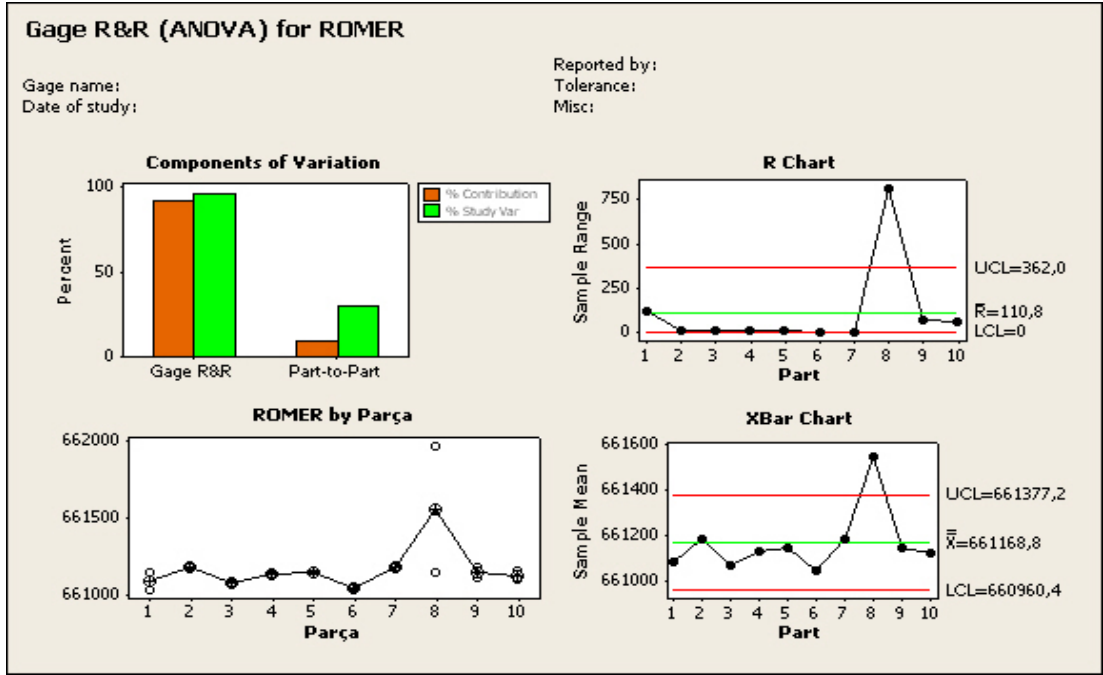
Sorun, yeni taşınabilir ölçüm cihazının, gövdelerin ölçümüne uygun olup olmadığıdır. Bu sorunun cevabını bulabilmek için, 10 adet gövde alınmış ve Gage R&R testi uygulanmıştır. Daha önceden var olan ölçüm cihazı İsmet adlı operatör tarafından kullanılmaktadır. İsmet'in yeni cihaza alışması için Gage R&R testi birkaç kez tekrar edilmiş ve iyileştirmelerden sonraki en son Gage R&R testinde Tablo 6.10'daki sonuçlar elde edilmiş ve ardından da bu veriler Minitab yardımı ile analiz edilmiştir.

Bu 10 gövde, İsmet tarafından her iki aletle de ikişer defa ölçülmüştür. Sistemde tek operatör olduğundan, Gage R&R operasyonunda, operatörlerin birbirleri arasındaki farkı gösteren yeniden üretilebilirlik söz konusu olmayacaktır.

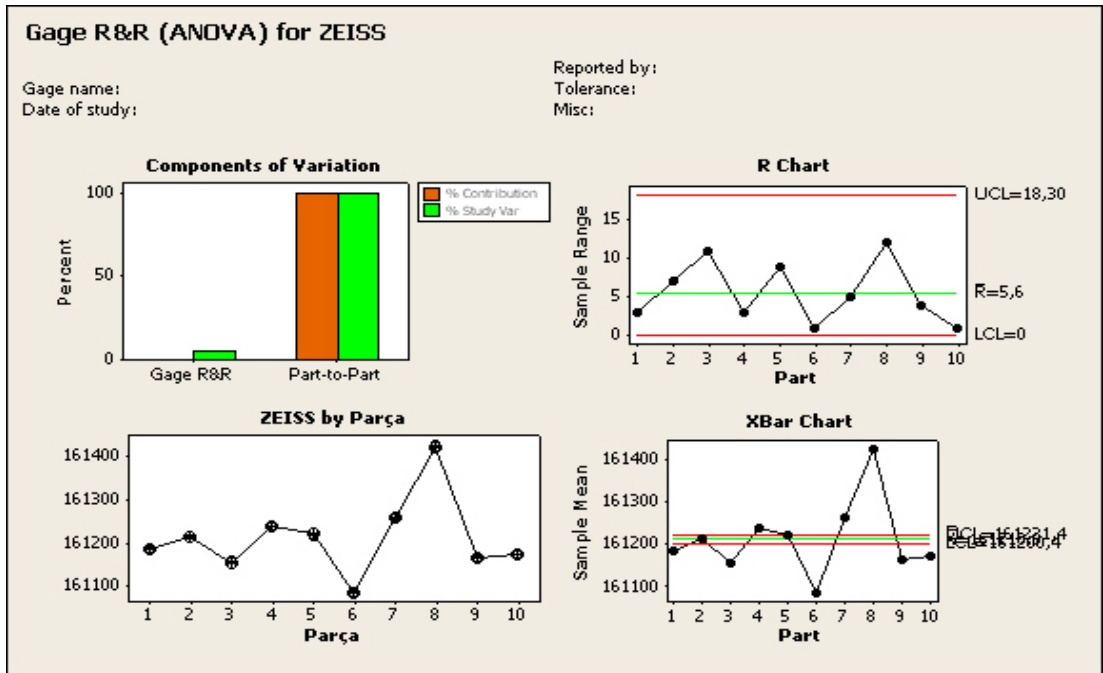
Son verilerle yapılan analizlerde Şekil 6.7 ve Şekil 6.8'deki sonuçlar ortaya çıkmıştır: Eski cihazla aynı gövdeler ölçüldüğünde, ölçümler arasındaki en fazla fark 0.015 mm iken, yeni cihazda bu fark 0.2 mm'lere kadar çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak da, eski cihazda Gage R&R değeri %5 iken, yeni cihazda bu oran %86'ya çıkmaktadır.

Tablo 6.10: Gövde ölçümleri Gage R&R verileri

Parça	Operatör	ROMER	ZEISS
1	İsmet	661.032	161.182
2	İsmet	661.191	161.210
3	İsmet	661.079	161.159
4	İsmet	661.135	161.239
5	İsmet	661.140	161.224
6	İsmet	661.046	161.084
7	İsmet	661.184	161.262
8	İsmet	661.148	161.416
9	İsmet	661.181	161.162
10	İsmet	661.098	161.172
1	İsmet	661.149	161.185
2	İsmet	661.179	161.217
3	İsmet	661.067	161.148
4	İsmet	661.127	161.236
5	İsmet	661.155	161.215
6	İsmet	661.051	161.085
7	İsmet	661.186	161.257
8	İsmet	661.957	161.428
9	İsmet	661.113	161.166
10	İsmet	661.158	161.171



Şekil 6.7: Minitab Çıktısı - (ROMER) iki cihazın karşılaştırılması grafiği



Şekil 6.8: Minitab Çıktısı - (ZEISS) iki cihazın karşılaştırılması grafiği

Her ne kadar iki ölçüm cihazının master ölçümlerindeki yeterlilikleri iyi olsa da, otomotiv gövdelerinin ölçümünde, hem operatörün kullanımı hem de ölçüm aletinin gövde ölçümüne uygunluğu açısından, yeni ölçüm cihazı bu ölçümü yapmak için uygun değildir. Dolayısıyla, gövde ölçümleri için bu ölçüm cihazının alınması yanlış bir yatırım olacaktır. (S.P.A.C., 2003)

### **6.2.11. Varyans analizi**

Uygulamada en çok karşılaşılan problemlerden biri, ikiden fazla grup ortalaması arasındaki farkın önemli olumlu olup olmadığının tespitidir. Bu tespitin aynı metotla ikişer ikişer gruplandırılarak yapılması mümkündür. Ancak grup sayısının artmasıyla test sayısı artar. Bu da testlerin yapılmasında büyük zorluklar meydana getirmekte ve önemli hataların yapılmasına sebep olur. Bu nedenle istatistikte çok sayıda grup ortalamasının birden karşılaştırılmasına imkân veren bir metodun geliştirilmesi gerekir.

Bu metot R.A. Fisher tarafından 1924 yılında geliştirilmiştir. Bu teknik varyanslar arasındaki farkın karşılaştırılmasına dayandığından “Varyans Analizi” denilmiştir. Varyans Analizi, esas itibarıyla serilerin toplam varyansını, her biri ayrı bir değişim kaynağına bağlı unsurlara bölerek bunların arasında önemli bir fark bulunup bulunmadığını araştırmak, dolayısıyla çeşitli kaynakların önemini tespit etmek amacıyla kullanılır. (Gürtan, 1982)

Bir başka deyişle, her bir faktörün ve hatanın ortalama değerden sapmalarının kareler toplamı aracılığıyla, ölçülen verilerin toplam değişkenliğini tespit edip ayırmaktır.



### 6.2.12. Frekans poligonları

Bir frekans poligonları hangi sıklıkta değişik değerlerin ortaya çıktığını göstererek verinin şeklini veya dağılımını belirtir. Bir prosesteki verileri özetler ve grafiksel olarak frekans dağılımını çubuk(bar) biçiminde sunar.

Prosesin müşteri ihtiyaçlarını karşılama konusunda yeterli olup olmadığı sorusunun cevabını bulmada yardım eder. (Rath&Strong Management Consultants, 2001)

### 6.2.13. Süreç yeterliliği

İstatistiksel teknikler geliştirme faaliyetleri ve imalat dahil ürün çevriminin bütün aşamalarında süreç değişkenliğinin sayısallaştırılmasında bu değişkenliğin ürün gereklilikleri yada spesifikasyonlarına göre analiz edilmesinde ve bu değişkenliğin ortadan kaldırılmasında yada en az düzeyde tutulmasında imalat ve geliştirme bölümlerinde çalışanlara önemli yararlar sağlar. Bu genel faaliyete süreç yeterliliği denir. Süreç yeterliliği analizleri ile sürecin kararlı durumda olup olmadığı belirlenir, sürecin kararlı olmasını engelleyen kaynaklar araştırılır, nedenler belirlenir ve bu nedenleri ortadan kaldıracak önlemler alınır.

Bir süreç iyileştirilmeden önce belirli bir süreç yeterliliğine sahip olmalıdır. Süreç iyileştirme çalışmalarında başarılı olunabilmesi için süreç yeterliliği çalışması başarılı bir şekilde tamamlanmış olmalıdır.

Neredeyse bütün süreç çıktısının bulunacağı aralık olarak tanımlanan süreç yeterliliğinin açıklanması için basit ve kullanışlı oranlar vardır.

Süreç yeterlilik oranı (Cp), sürecin spesifikasyonlarını karşılayan ürün imal etme yeteneğinin bir ölçüsüdür.

Tasarım şartnamesi genişliği  $\pm 6 \sigma$  ve süreç genişliği  $\pm 3 \sigma$  ise  $C_p=12/6=2$  şeklinde bulunur. Ancak süreç çeşitli nedenlerin etkisinde kayabilir. Süreç ortalaması tasarım ortalamasına göre kaydığı zaman, yeterlilik endeksi k faktörü ile düzeltilir ve  $C_{pk}$  haline gelir.

$$C_{pk}=C_p(1-k) \quad (6.2)$$

$$k = \text{Süreç Kayması} / (\text{Tasarım şartnamesi Genişliği} / 2)$$

$\pm 6\sigma$ 'lık ve  $1,5 \sigma$  süreç kayması olan bir tasarım faktörü  $k = 1.5 / (12/2) = 0.25$  şeklinde bulunur.

$$C_{pk} = 2 (1-0.25) = 1.5 \text{ olur.}$$

Görülmektedir ki üretimde Altı Sigma'nın amacı tüm üretim süreçlerinde Altı Sigma yeterliliğini ( $C_p=2$ ) sağlamak ve değişkenlikleri azaltmaktır ( $C_{pk} > 2$ ). Bunun sağlanabilmesi için iki adım mevcuttur:

- I. Mevcut spesifikasyonlar / tasarım limitlerine göre tüm süreçlerde  $6 \sigma$ 'nın sağlanması.
1. II. Her yıl belirlenen hedefler doğrultusunda spesifikasyonlar / tasarım limitlerinin aşağı çekilerek, iyileştirme

#### **6.2.14. Koşu şeması**

Her süreçte varyasyonların gözlenmesi kaçınılmazdır. Eğer bu varyasyonlar belli limitlerin içindeyse bunlar sürecin iç dinamiğinden kaynaklanan ve sürecin iyileştirilmesiyle ortadan kalkacak varyasyonlardır. Eğer bunlar limitlerin dışında ise sürece ait olmayan özel sebepler aramak gerekir.

Koşu şeması, belli bir zaman diliminde verilere ait noktaların birbirlerine göre dağılımını incelemeye ve varyasyonların sebeplerinin özel yada genel olup olmadığını saptamaya yarar.

İzlenecek yöntem:

1. Verilere ait noktalar şemalara yerleştirilir.
2. Verilerin medyanı bulunur. (Medyan, eldeki verileri yansı kendisinden büyük, kalan yansı da küçük olmak üzere iki eşit parçaya ayıran noktadır.) Bu noktanın üzerinden cetvel ile yatay bir çizgi çizilir.
3. Bu çizginin alt ve üstündeki noktaların dağılımı incelenir.

### **6.2.15. Deney tasarımı**

Deneyleerin tasarımı kalite tekniklerinden en etkili olanlardan biridir ve aşağıda belirtilen her iki alanda da etkin olarak kullanılabilir:

1. Ürün veya proses tasarımındaki kritik kalite problemlerin çözülmesi.
2. Üretimdeki kritik kalite problemlerinin çözülmesi.

Burada bir ürün için kritik kalite problemi kabul edilebilir hata oranının üzerinde, klasik mühendislik yöntemleri ile çözülmesi çok zaman aldığı gibi bu yöntemlerle çözümü pahalı olan problemler olarak tanımlanabilir. DT tekniği "Kalite ürünle birlikte tasarlanmalıdır" anlayışının çok etkin bir uygulaması olarak ortaya çıkar ve bu teknik kullanılarak tüm yeni ürün ve proses tasarımlarında daha üretime geçmeden oluşabilecek tüm kritik kalite problemleri bertaraf edilebilir ve böylece önemli bir kalite seviyesi yakalanır ve maliyette önemli bir düşüş olur.

Ürün veya üretim sisteminde belirlenen kritik kalite problemlerinin çözümüne yönelik değişik kalite geliştirme çalışmaları yapılabilir ancak bu çalışmalar belirli bir sistematik içinde kalite araç ve tekniklerini kullanılmadan gerçekleştirilirse, istenen amaca ulaşmak oldukça uzun bir zaman alabilir.

Bu yüzden üründe veya üretim sisteminde belirlenen problemlerin çözümüne yönelik olarak birtakım araştırmalar yapılır. Bu araştırmalarda öngörülen deneylerin anlaşılır ve üzerinde yorum yapılabilir olması için uzun süren ön çalışmalarla alt yapısı hazırlanmalı ve iyi tasarlanmalıdır.

Ürünün ve/veya üretim sisteminin performansını etkileyen faktörlerin ve bunların etki seviyelerinin belirlenmesi ile başlayan bu ön hazırlık safhasında beyin fırtınası, balık kılıcı ve hata ağacı gibi kalite araçlarının kullanılması gereklidir. Yapılan ön hazırlıklar genelde deneyin oluşum mekanizmasına da yansiyarak değişik deneysel tasarım yöntemlerinin oluşmasına neden olur. Bu deneysel tasarım yöntemleri temelde aynı amaca hizmet etmekle birlikte sonuca en kısa sürede ve maksimum kazançla ulaşabilmek için gerek ön çalışma gerekse deney matrisinin oluşturulmasında farklı yollar izlemektedir. Deneysel Tasarım yöntemleri yeni ürün veya var olan ürünü geliştirilmesi amacıyla,

1. Temel yapıların değerlendirilip diğerleri ile karşılaştırılması,
2. Malzeme alternatiflerinin değerlendirilmesi,
3. Performans üzerine etkili ürün parametrelerinin incelenmesi

gibi mühendislik tasarım uygulamalarını içerir.

Deneysel tasarım yöntemlerinde, sistemi etkileyen tüm faktörler ele alındığı için normalde sistemdeki bir faktörü düzeltmekle elde edilebilecek fayda yerine, birkaç faktörde küçük değişiklikler yaparak toplamda daha çok fayda sağlanabilir.

#### **6.2.16. Hipotez testleri**

Dağılımlar ile ilgili varyansların gerçeklere uygunluğunu belli olasılıklar çerçevesinde araştırma, test etme, hipotez testlerinin konusudur. Örneğin, bir kitlenin aritmetik ortalaması hakkında bir hipotezimiz olabilir. Biz, bu kitleden şans yoluyla alacağımız bir örneğe dayanarak, belli olasılıklar çerçevesinde söz konusu hipotezin kabul yada reddine karar verebiliriz.

Hipotez testleri ile ilgili önemli konular şunlardır:

1. Hipotez ve alternatifin belirlenmesi,
2. Testin önemlilik derecesinin ve buna göre de hipotezin kabul yada reddedileceği bölgelerin saptanması,
3. Örnek neticelerin ışığı altında hipotezin kabul yada reddedilmesi.

### 6.2.17. Regresyon analizi

Regresyon analizi birden fazla değişken ve bunlar arasındaki bağıntılarını incelenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Üzerinde durulan değişkenlerden bağımlı değişken  $y$ , bağımsız değişken  $x$  ise,  $y=f(x)$  şeklindeki fonksiyona regresyon denir.  $f(x)$  fonksiyonu farklı şekiller alabilir:

$$\text{Doğrusal: } y = ax + b \quad (6.3)$$

$$\text{Parabolik: } y = ax^2 + b \quad (6.4)$$

$$\text{Üstsel: } y = ab^x, y = ae^x \quad (6.5)$$

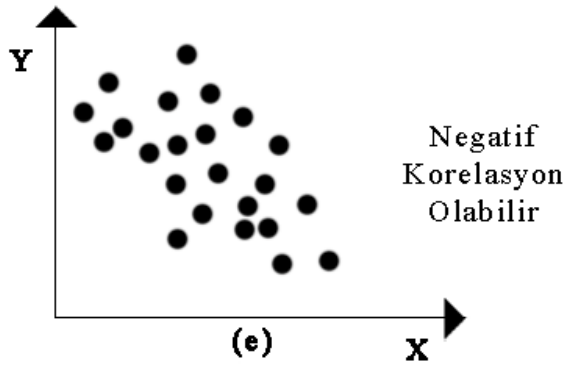
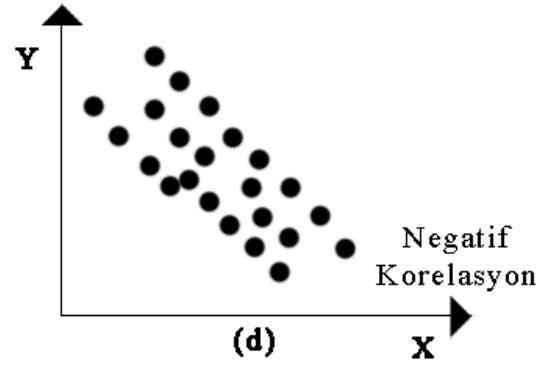
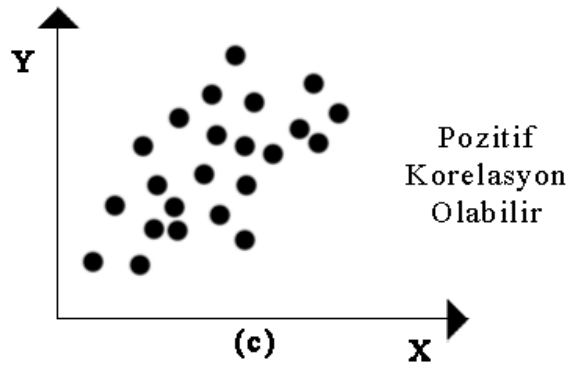
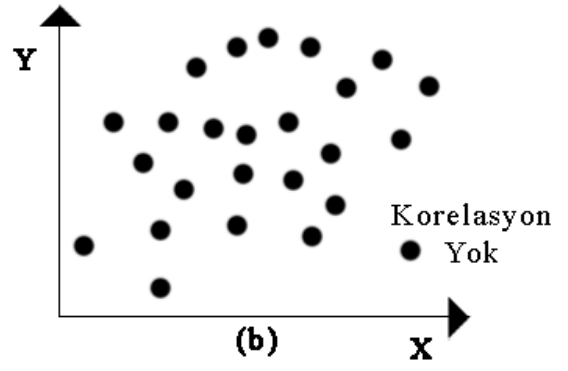
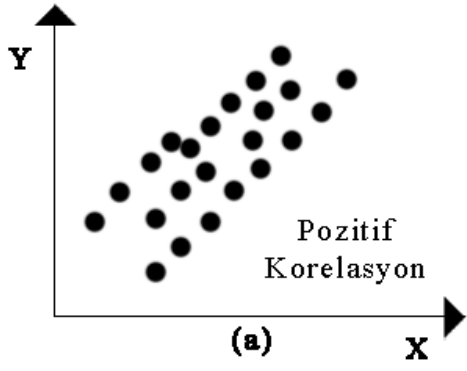
$$\text{Geometrik: } y = ax^b \Rightarrow \log y = b \log(ax) \quad (6.6)$$

$$\text{Hiperbolik: } y = (ax+b)^{-1} \quad (6.7)$$

### 6.2.18. Serpme diyagramları

Sebep - Sonuç Diyagramları, bir sonucu etkileyebilecek olası sebepleri gösterir. Fakat hangi yönde ve derecede olduklarını belirtmezler. Söz konusu eksikliği gidermek amacı ile sonuç olarak kabul edilen karakteristiğe ve sebeplerden biri yada bazılarına ilişkin veriler derlenerek grafik üzerinde işaretlenmeleriyle elde edilen grafik Serpme Diyagramı (Scatter Diagram) olarak adlandırılır. Böylece ele alınan sebep ve sonuç birer değişken olarak tanımlanırsa, aralarındaki ilişkinin (korelasyon), varsa, yönü ve derecesi görülür.

Serpme diyagramları iki değişken arasındaki ilişkiyi gösterdiklerinden birinin kontrol altına alınması ile diğerinin nasıl davranabileceği de kestirilebilir. Karşılaşılabilecek bazı serpme diyagram örnekleri Şekil 6.9'da verilmiştir.



Şekil 6.9: Serpme diyagramı örnekleri

### 6.2.19. Kontrol Grafikleri

İstenilen kalite düzeyinde mamul üretebilmek için sürecin istatistiksel olarak kontrol ve analiz edilmesinde, Shewart kontrol grafikleri olarak da bilinen kontrol grafiklerinin yaygın bir kullanımı vardır. Grafikler, görünen basitliklerine karşın kullanıcı için izleyen biçimde özetlenebilecek bir bakış açısı yaratmaktadır.

Üretilen mamulün ölçülen kalitesi her zaman şans nedeniyle belirli bir miktarda değişimin etkisi altındadır. Bir kısım kararlı şans etkileri üretimin yada muayenenin herhangi bir safhasında içsel olarak vardır. Bu kararlı düzende değişkenlik kaçınılmazdır. Kararlı düzen dışında oluşan değişkenlik saptanabilir ve düzeltilebilir.

Kontrol grafiklerinin gücü, süreçte meydana gelen ve kaliteyi etkileyen bu belirlenebilir nedenleri ayırabilmesidir. Böylece birçok üretim sorununun teşhisi ve düzeltilmesi mümkün olur. Sadece şans etkileri nedeniyle değişkenlik gözlenen bir süreç istatistiksel olarak kontrol akında olarak tanımlanır. Belirlenebilir nedenlerin varlığı altında çalışan bir süreç ise kontrol dışındadır.

Kontrol şemalarında yer alan kontrol limitleri genellikle aşağıdaki gibi tanımlanır:

( $\mu$  = tahmin edilen ortalama)

( $\sigma$  = tahmin edilen standart sapma)

$$\text{Üst Kontrol Limiti (ÜKL)} = \mu + 3 \sigma \quad (6.8)$$

$$\text{Merkez Çizgi} = \mu \quad (6.9)$$

$$\text{Alt Kontrol Limiti (AKL)} = \mu - 3 \sigma \quad (6.10)$$

Kontrol altındaki bir proses kararlıdır. Kararlı bir sistemde iyileştirme, sadece yönetim ve yetkilendirilmiş çalışanların sorumluluğunda olan sistem değişiklikleri yolu ile gerçekleştirilebilir. Kararsızlık ise belli özel bir sebep yüzünden oluşur. Bu özel sebepler, proses sonuçlarının ortalamasını ve/veya yayılımını değiştirir. Böyle proseslerin iyileştirilmesi, sistem düzeyini değiştirmeden de mümkündür. Bu nedenle, iyileştirme amacı ile sistemi değiştirmeden önce prosesleri kararlı hale getirmek gereklidir.



## **BÖLÜM 7. ALTI SİGMA VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ**

Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi arasındaki ilişki ( ya da hiyerarşi ) bir çok uzman ve uygulamacı tarafından farklı biçimde algılanmaktadır. Bunlardan bir kısmı Altı Sigma'yı Toplam Kalite Yönetimi içinde bir metodoloji olarak konumlandırırken, bir kısmı da, Altı Sigma' yı Toplam Kalite Yönetiminin ötesine geçmiş ve farklı nitelikler kazanmış yeni bir yönetim anlayışı olarak görmektedir.

İlk görüşün savunucuları, Altı Sigma'nın kalite iyileştirme konusunda gerçek anlamda yeni olan hiçbir şey getirmediğini söylemektedir. Buna göre Altı Sigma zaten TKY felsefesiyle ortaya konmuş olan tema ve değerleri referans almakta ve TKY'nin geleneksel iyileştirme araçlarını kullanmaktadır. DMAIC döngüsü ise PUKO temel süreç iyileştirme döngüsünün genişletilmiş versiyonundan başka bir şey değildir. Hatta tartışmayı biraz daha alevlendirmek isteyenler Altı Sigma çevresinde koparılan bu “yaygaranın” eski bir fikri yeniden ambalajlayıp satma gayretinden öte bir anlam taşımadığını iddia etmişlerdir. Bu düşünceye göre Altı Sigma bazı kalite guruları tarafından şişirilmiş bir balondur ve böyle şişirildiği sürece patlamaya mahkumdur.

İkinci gruptakiler ise, hata oranını binde birlerden milyonda birler mertebesine düşürmenin, basit bir ölçek değişikliğinin ötesinde sonuçlar doğurduğuna dikkati çekmektedirler. Bu görüşe göre, Altı Sigma'yla ifade edilen mükemmel kalite hedefi, tıpkı nöronları incelerken insan psikolojisini incelemeye geçmek gibi sıçramalı bir değişikliğe yol açmıştır. Sözü edilen niceliksel değişikliğin boyutları öylesine büyüktür ki çalışma alanının niteliği değişmiş, farklı dinamikleri olan yeni bir “bilim” haline gelmiştir. Bu bakımdan eski yaklaşımla olan görünürdeki benzerlikler aldatıcıdır, çünkü istatistiksel araçlar etkinlikleri açısından kasap bıçağı noktasından cerrahın neşteri noktasına terfi etmişlerdir. Altı Sigma'nın getirdiği metodoloji ve organizasyon yapısı ise, firmalara derin felsefi nasihatler vermek yerine, ete kemiğe

bürünmüş bir sistem, net ve anlaşılır bir yol haritası sunmaktadır.

İkinci gruba göre, Altı Sigma'nın pazarlama yaklaşımı hakkında yapılan eleştiriler daha önce bu konuyu ıskaladığı için başarısız olanların hatalarından hala ders almadıklarını göstermektedir. TKY çalışmalarıyla geçen yıllar içinde değişim yönetiminin en zayıf noktalarından birisinin değişimin pazarlanması olduğu ortaya çıkmıştır. Değişim ancak doğru pazarlandığı taktide kurumsal direnci yenmek, olası endişeleri coşkuya ve pozitif enerjiye dönüştürmek mümkün olacaktır.

Bir Altı Sigma gurusu olan Pyzdek "Neden Altı Sigma TKY değildir" isimli makalesinde şöyle demektedir (Pyzdek, 2001):

"Arkadaşlarım bana sürekli Altı Sigma ile Toplam Kalite Yönetimi arasında belirgin bir fark olmadığını, söylüyor. "Altı Sigma'nın getirdiği yeni bir şey göster" diyorlar. Altı Sigma da TKY'nin kullandığı denenmiş araçları ve teknikleri kullanıyor. Her ikisi de liderliğin ve en üstten en alt seviyeye kadar desteğin önemini vurguluyor. Her iki yaklaşım da uzun de önemli iş başarısı için kaliteyi sürekli geliştirmek gerektiğini açıklıyor. TKY'deki PUKÖ çevrimi de Altı Sigma'nın DMAIC çevriminden farklı değil.

Ancak farklılıklar var, kritik farklılıklar. Ve bu farklılıklar neden Altı Sigma'nın popülaritesi artarken TKY'nin popülaritesinin neden azaldığını da açıklamaktadır.

Farklılık yönetimdedir. TKY sadece yönetim için izlenecek yüzeysel yol haritaları sapladı. Bu yol haritaları o kadar özet ve geneldi ki sadece çok yetenekli liderler TKY için başarılı bir yayılma stratejisi oluşturabildi. İş dergileri ve gazeteler bir çok başarısız TKY teşebbüsü yayınladı. Doğrudur, güvenilir araştırmalar TKY'yi başarıyla uygulayabilmiş firmaların bugün ödülleri kazandığını göstermiştir. Ancak, düşük başarı oranları yüzünden birçok firma TKY'yi denemekten vazgeçti. Yerine, birçok firma ISO 9000'i seçti. ISO 9000 dünya çapında performans düzeyi vaat etmiyor. Fakat, standart performans güvencesi vermektedir. Net kriterler sunmakta ve bunlara ulaşıldığı takdirde onaylamayı garanti etmektedir. TKY ise aksine felsefi bir yol haritası çıkarmakta ve kalite hedeflerinin başarıldığını kanıtlayan hiçbir yöntem önermemektedir.

Görüldüğü gibi Pyzdek Toplam Kalite'nin de uygulanabildiği takdirde başarılı olabileceğini ancak başarılı bir yorumunun bu başarıyla yakından ilgili olduğunu belirtmektedir.

Gerçekten de yukarıda biraz da abartılarak süslenen atışmanın taraflara hiçbir somut getirisi olmadığı gibi uzlaşma sağlanabilir bir çözüm noktası da pek olası görülmemektedir. Diğer yandan Altı Sigma uygulayan firmaların elde ettikleri sonuçlar son derece somuttur. Altı Sigma'nın gücü biraz da buradan

kaynaklanmaktadır. Geçmişte yaşanan çok sayıda TKY fiyaskosunun ardından Altı Sigma sayısız firmaya Dünya kalitesinde çıktı üreten bir yapı kazandırmış ve rüştünü bu firmaların kasasına giren milyarlarca dolarla ispat etmiştir.

- Günde yaklaşık 1000 uçağın indiği büyük bir hava alanında her yıl bir uçağın inişte kazaya uğraması kabul edilebilir bir risk midir? Ya, her gün beş uçağın inişte kazaya uğraması?
- Günde 50 ameliyatın yapıldığı bir hastane de 16 yılda yalnızca bir kez ameliyatta hastanın içinde yabancı madde unutulması kabul edilebilir mi? Ya, her üç günde bir aynı hatanın yapılması?
- Annelerin üç yaşına gelene kadar çocuklarını günde ortalama beşer kez kucağına aldığı varsayımıyla, üçer çocuklu 100 ailenin yaşadığı bir mahallede, üç yaşına gelene kadar sadece beş çocuğun annesinin kucağından yere düşmesi kabul edilebilir mi? Ya, her çocuğun her ay bir kez annesinin kucağından yere düşmesi?

Bu üç örnekte ortak nokta, ilk belirtilen alternatifin Altı Sigma, ikinci alternatifin ise dört sigma seviyesindeki kalite düzeyini ifade etmesidir.

Şirketlerimizdeki birçok faaliyette gerçekleşen hata oranları dört sigma seviyesinin çok üstündedir. Günümüzde popülaritesi artmaya başlayan ve süreçlerin standart sapma oranlarını Altı Sigma seviyesine getirmeye çalışan tekniklerle, Toplam Kalite Yönetimi arasında ne gibi bir ilişki vardır?

Toplam Kalite Yönetimi, mükemmelliği yani “sıfır hata” düzeyinde bir ideali hedefleyen bir yönetim felsefesidir. Bu hedefin ulaşılamazlığı, Toplam Kalite Yönetimi’nin sürekli gelişmeyi sağlayan sonsuz bir yolculuk olmasının nedenidir.

Altı Sigma ise, Toplam Kalite Yönetimi’nin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde, kullanılabilen bir yöntem, bir metodolojidir. Hedefi hata oranlarının milyonda 3.4 seviyesine düşürmektir.

İstatistiksel bir ölçüm tekniği olan Altı Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında sayısal bir göstergedir. Sürecin sıfır hatalı konumdan ne kadar saptığını gösterir. Bir sürecin Altı Sigma kalite düzeyinde olması demek, elde edilen ürün veya hizmette bir milyonda 3.4 adet hataya rastlanması demektir.

Temel amaç süreçteki değişimlerin kaynağını izleyip, ortadan kaldırarak kalite seviyesini Altı Sigma düzeyine çıkarmaktır.

Altı Sigma düzeyindeki firmalar, sınıflarının en iyisi olarak kabul edilmektedir. Bugün firmaların çoğu üç veya dört sigma düzeyindedir. Bu süreçlerdeki hata oranlarının milyonda altı bin 210 ile 66 bin 800 arasında olduğunu gösterir. Bu firmalarda hurda ve tamirlerden kaynaklanan başarısızlık maliyetleri satışların yüzde 10-15'i düzeyindedir. Altı Sigma şirketlerinde bu oran sıfıra yakındır. Şirketlerin ortalama yüzde 10 karlılıkla çalıştığını düşünürsek, 3-4 sigma düzeyindeki şirketlerin Altı Sigma şirketleri karşısında ayakta kalma şansı oldukça azdır.

Altı Sigma'nın tüm süreçlerde bir ölçüm yöntemi olarak ele alınması, etkin ve yoğun bir eğitimle tüm çalışanların bu yöntemi planlı ve sistemli bir şekilde uygulaması, Altı Sigma'yı bir yönetim aracı haline getirmektedir.

Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetiminin önemli araçlarından biri olan "kıyaslama" kavramına etkinlik kazandırmaktadır. Çünkü, kuruluşun kalite düzeyinin diğer kuruluşlarla karşılaştırılmasının somut verilere ve göstergelere dayandırılmasını sağlamaktadır.

Altı Sigma araçları, Toplam Kalite Yönetimi'nin temel kavramları olan süreç yönetimine, sürekli iyileştirmeye, takım çalışmasına metodolojik bir yaklaşım, bir çözüm önerisi getirmektedir.

Altı Sigma'nın getirdiği metodolojik yaklaşım Toplam Kalite Yönetimi'ndeki önemli kriterlerden stratejik hedefler belirlemede, kilit süreçlerin belirlenmesinde, süreç iyileştirmelerde kullanılabilir. Yine Altı Sigma'nın getirdiği hiyerarşik yapı, yöneticilerin sürekli iyileştirme faaliyetlerine katılımı, çalışanların katılımı, performansın somut kriterlere göre değerlendirilmesi konularında etkin bir yaklaşım sunmaktadır.

Ancak, Altı Sigma seviyesindeki hata oranlarını hedefleyen bir şirketin, yönetim kalitesi açısından önemli aşamaları geçmiş olması gereklidir. Yapılan çalışmanın adını Altı Sigma koymak, sonuçların Altı Sigma seviyesinde olmasını garanti etmez. Altı Sigma yaklaşımı, yönetim kalitesi açısından belli seviyelere ulaşan şirketlerde tepe yönetim tarafından başlatılmalıdır.

Örneğin, GE'de Altı Sigma uygulaması 1995 yılında Jack Welch tarafından başlatılmış, bizzat kendisi tarafından şirketin strateji ve hedeflerine entegre edilmiştir. 1997 yılında Altı Sigma konusundaki eğitimlere 400 milyon dolar harcanmış, karşılığında (Altı Sigma projeleri sonucu) 600 milyon dolar getiri elde edilmiştir. GE'nin bu işe başladığı 1995 yılında 3 sigma olan kalite düzeyi, 22 ayda 3.5 sigma seviyesine çıkmıştır. GE'nin bugünkü düzeyi 5.6 sigmadır.

Özet olarak, Altı Sigma yaklaşımı, Toplam Kalite Yönetimine alternatif değil, toplam kalite felsefesinin ileri seviyede uygulanmasına yardımcı olacak bir araçtır. Toplam kalite anlayışını Altı Sigma seviyesinde uygulayabilen şirketlerin rekabet gücü, konunun girişinde belirtilen örneklerdeki farklılıklar kadar, çarpıcı bir farklılık göstermektedir.

## **BÖLÜM 8. ALTI SİGMA UYGULAMASI**

Altı Sigma uygulaması Anadolu Sağlık Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

Anadolu Sağlık Merkezi (ASM), Anadolu Grubu'nun vakfı olan Anadolu Vakfı'nın bir sağlık projesidir. Aslında bir sağlık köyü projesi olan Anadolu Sağlık Merkezi'nin ilk aşaması Anadolu Sağlık Merkezi Hastanesi'dir.

ASM, Kocaeli-Gebze'deki hastanenin yanı sıra İstanbul-Ataşehir ve Suadiye'de olmak üzere iki uydu klinik ile hizmet vermektedir. Anadolu Sağlık Merkezi, toplam 54.000 m<sup>2</sup> kapalı alanda faaliyet gösteren, 19 yıldır Amerika Birleşik Devletleri'nin en iyi hastanesi seçilen Johns Hopkins Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi ile stratejik işbirliğine sahiptir. Ayrıca tüm ihtisas dallarını bünyesinde barındırmakta ve multidisipliner tedavi yöntemleri sunmaktadır.

Anadolu Sağlık Merkezi Hastanesi, toplam 209 yatak kapasiteli olup 8 adet ameliyathaneye sahiptir.

ASM, Toplam Kalite Yönetimi'ni süreçlerinde uygulamakta olup bununla ilgili olan akreditasyon belgelerine sahiptir.

ASM, gerek hastalarına daha kaliteli hizmet sunabilmek gerekse de faaliyetleri ile ilgili sahip olduğu verileri bir istatistiki problem çözme modeliyle iyileştirme amacıyla kullanmak için faaliyetlerinde Altı Sigma uygulama kararı almıştır.

Alınan bu karardan sonra pilot bir Altı Sigma ekibi kurulmuş ve bu ekibin üyelerine ilgili eğitimler verilmeye başlanmıştır. Ayrıca işletmedeki süreçler ele alınmış ve bir Altı Sigma projesine konu olacak alanlar tespit edilmiştir.

İşte bu çalışmanın amacı, iyileştirilmesi planlanan süreçlerden biri olan ASM ameliyat sürecinin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri sunarak ilgili Altı Sigma Proje Ekibi'ne katkıda bulunmaktır.

### **8.1. Define (Tanımlama) aşaması**

Uygulama Konusu: ASM merkezi ameliyathanesinde gerçekleştirilen ameliyatların fiili başlama süreleri ile planlanan başlama süreleri arasında sapmalar, gecikmeler olmaktadır.

Amaç: Bu sapmaların temel nedenlerinin bulunması ve iyileştirilmesidir.

Projenin Seçilme Nedenleri: Uygulama konusu olarak ameliyat sürecinin seçilmesinin temel nedenleri aşağıdaki gibidir:

1. Gecikmelerden dolayı yapılan fazla mesailer,
2. Gecikmenin hasta üzerinde yarattığı olumsuz imaj ve memnuniyetsizlik,
3. Ameliyathanede bulunan 8 odanın verimli kullanılamaması ve ameliyat planlamalarının optimum yapılamaması,
4. Gecikmelerin dolayı oluşan fazla iş yükünün personel üzerinde yarattığı olumsuz etkiler.

Süreç Akışı ve Ön Bilgi;

ASM merkezi ameliyathanesinde toplam 8 oda bulunmaktadır. Bu odaların kullanım amaçları aşağıdaki gibidir:

- 2 oda acil vakalar için,
- 2 oda Kalp ve Damar Cerrahisi vakaları için,
- 4 oda da genel vakalar için kullanılmaktadır.

Acil vakalar için her hangi bir zaman planlaması söz konusu olmadığından dolayı bu tip vakalar uygulamanın dışında tutulmuştur.

Acil vakaların dışındaki planlı ameliyatlar üç aşamada gerçekleştirilir:

1. Poliklinik Aşaması: Bu aşamada ilgili branş hekimi hastayı muayene eder. Eğer muayenenin sonucunda verilen karar ameliyat ise süreç başlar. Kararı veren hekim ASM Hastane Otomasyon Sistemi'nden de ilgili ameliyat emrini (order) verdiğiğinde süreç resmileşmiş olur. Ameliyat kararı verilen hastanın aynı gün içinde ameliyat randevu verilerek hasta, Ameliyat Öncesi Hazırlık Ünitesi (AÖHÜ)'ne yönlendirilir. Burada Anestezi hekimleri tarafından ameliyat öncesi tüm kontrolleri yapılarak hastanın ameliyata uygunluğu ve ameliyat esnasında kullanılacak anestezinin türüne karar verilir. Bazı durumlarda hasta AÖHÜ'ne gitmeden ameliyat günü anestezi değerlendirilmesi yapılmaktadır.
2. Yatan Hasta – Servis Aşaması: Hasta ameliyat olacağı gün ilgili yatan hasta servisine alınır ve burada ameliyat öncesi son hazırlıklar yapılır. Ameliyattan sonra hasta yine aynı servise alınarak gerekli bakımları yapılır.
3. Ameliyathane Aşaması: Planlanan ameliyat saatine uyacak şekilde hasta ilgili yatan hasta servisinden çağrılır ve hasta ameliyathaneye teslim edildikten sonra ameliyat gerçekleştirilir.

Ameliyat Süreci akış şeması Ek-b'de verilmiştir.

Mart 2009 döneminde ASM merkezi ameliyathanesinde yapılan ameliyatların branşlara göre dağılımı Tablo 8.1'de verilmiştir.



Tablo 8.1: Mart 2009 döneminde ASM'deki ameliyatların branşlara göre dağılımı

<b>Branş</b>	<b>Ameliyat Sayısı</b>	<b>Oran</b>
Kalp ve Damar Cerrahisi	1	0,34%
Göğüs Cerrahisi	2	0,68%
Estetik Cerrahi	10	3,39%
Göz	10	3,39%
Beyin Cerrahisi	15	5,08%
Çocuk Cerrahisi	15	5,08%
Üroloji	23	7,80%
Kulak Burun Boğaz	34	11,53%
Ortopedi	51	17,29%
Genel Cerrahi	61	20,68%
Kadın Doğum	73	24,75%
Toplam	295	100,00%

## 8.2. Measure (Ölçme) aşaması

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı üzere yapılan ameliyatın branşına göre hastanın ameliyat öncesinde ve sonrasında yatırıldığı yatan hasta servisi değişmektedir. Bu açıdan Tablo 8.1'de verilen ameliyat oranları yatan hasta servisleri açısından değerlendirildiğinde Tablo 8.2'deki sonuçlara ulaşılmaktadır.

Tablo 8.2: Mart 2009 dönemindeki ameliyatların yatan hasta servislerine göre dağılımı

<b>Yatan Hasta Servisi</b>	<b>Ameliyat Sayısı</b>	<b>Oran</b>
Kalp ve Damar Cerrahi Servisi	1	0,34%
Nöroloji Servisi	15	5,08%
Kadın Doğum Servisi	73	24,75%
Cerrahi Servisi	206	69,83%
Toplam	295	100,00%

Tablo 8.2'den de anlaşılacağı üzere ameliyathaneye en fazla hasta veren servis Cerrahi Servistir. Uygulamanın bütünlüğü ve hasta oranının fazla olmasından dolayı tüm gözlemler Cerrahi Serviste (Cerrahi Bilimler Yatan Hasta Servisi) yapılmıştır.

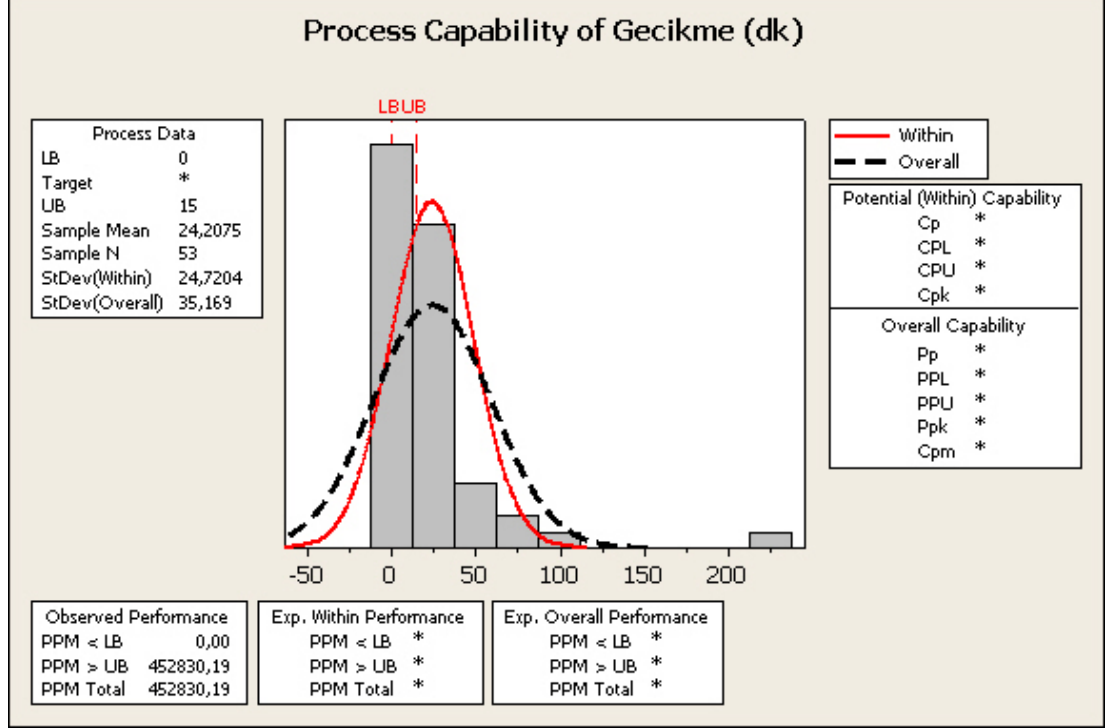
Gözlemler bir aylık (Mart-Nisan 2009) süre zarfında tamamen rassal olarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu gözlemler sonucunda, hastaya verilen ameliyat randevu saati ile gerçekleşen ameliyat saati arasındaki aşağıdaki sapmalara ulaşılmıştır.

Tablo 8.3: Ameliyat başlama zamanındaki sapma miktarları

Hasta	Gecikme (dk)	Hasta	Gecikme (dk)
Hasta 1	24	Hasta 28	50
Hasta 2	9	Hasta 29	9
Hasta 3	45	Hasta 30	6
Hasta 4	17	Hasta 31	9
Hasta 5	8	Hasta 32	3
Hasta 6	31	Hasta 33	7
Hasta 7	25	Hasta 34	25
Hasta 8	16	Hasta 35	30
Hasta 9	236	Hasta 36	11
Hasta 10	11	Hasta 37	6
Hasta 11	93	Hasta 38	13
Hasta 12	30	Hasta 39	20
Hasta 13	16	Hasta 40	27
Hasta 14	15	Hasta 41	8
Hasta 15	45	Hasta 42	13
Hasta 16	15	Hasta 43	0
Hasta 17	22	Hasta 44	23
Hasta 18	11	Hasta 45	5
Hasta 19	70	Hasta 46	5
Hasta 20	10	Hasta 47	58
Hasta 21	10	Hasta 48	10
Hasta 22	4	Hasta 49	68
Hasta 23	3	Hasta 50	19
Hasta 24	30	Hasta 51	5
Hasta 25	20	Hasta 52	8
Hasta 26	10	Hasta 53	8
Hasta 27	11		

Yukarıda elde edilen sapmalar Minitab<sup>1</sup> programı aracılığıyla proses kapasitesi incelenmiş ve şu sonuçlara ulaşılmıştır:



Şekil 8.1: Ameliyat sürecinin kapasitesi

15 dk.'ya kadar olan gecikmeler kabul edilir olarak değerlendirilmiştir. Bunun sebebi ise tahmini ameliyat süreleri belirlenirken, +15 dk.'lık tolerans sınırı konmaktadır. Bu nedenle sıfır alt spesifikasyon limiti, 15 ise üst spesifikasyon limitidir.

Şekil 8.1'den de anlaşıldığı üzere örneğimizin;

- Standart Sapması 35,169,
- Hata oranı milyonda 452830,19'dur. Bunun karşılığı ise 1,6  $\sigma$ 'dır.

Bu sonuçlardan da anlaşıldığı üzere örneğimizin değişkenliği ve hata oranı oldukça yüksektir. Bu nedenle sürecimizde ciddi iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir.

<sup>1</sup> Minitab: Altı Sigma uygulamalarında kullanılan bilgisayar yazılımı.

### 8.3. Analysis (Analiz) aşaması

Bu aşamada gecikmelerin temel sebeplerinin belirlenmesi için ilgili birimlerde çalışan personele anketler uygulanmıştır. (Bkz. Ek-a) Anket uygulanan bu personeller ve süreçteki rolleri şöyledir:

- Cerrah: Ameliyatı gerçekleştiren hekim,
- Anestezi Uzmanı: Hastanın ameliyata uygunluğunu, ameliyat öncesinde yaptırdığı tetkik/tahlil ve konsültasyonlar ile denetleyen ve ameliyat esnasında kullanılacak anestezinin türüne karar veren hekimdir.
- Servis Hemşiresi: Hastanın ameliyat öncesi dönemde hazırlık sürecini gerçekleştiren ve ameliyat sonrasında da hastaya gerekli bakımı veren hemşiredir.
- Ameliyathane Hemşiresi: Ameliyat esnasında Cerrah'a yardımcı olan hemşiredir.
- Anestezi Teknikeri: Ameliyat esnasında Anestezi Uzmanı'na yardımcı olan teknik personeldir.
- Hasta Yatış Bankosu Hasta Danışmanı: Ameliyat günü hastayı ilk karşılayan, hastanın ödeme, oda rezervasyonu, özel sağlık sigortası gibi işlemlerini takip eden personeldir.
- Ameliyathane Hasta Danışmanı: Ameliyat randevularını organize eden, ameliyat zamanı gelen hastaları servislerden isteyen personeldir.

Dağıtılan anket sayıları ve geri dönüş oranları ise şöyledir:

Tablo 8.4: Dağıtılan anket sayıları ve geri dönüş oranları

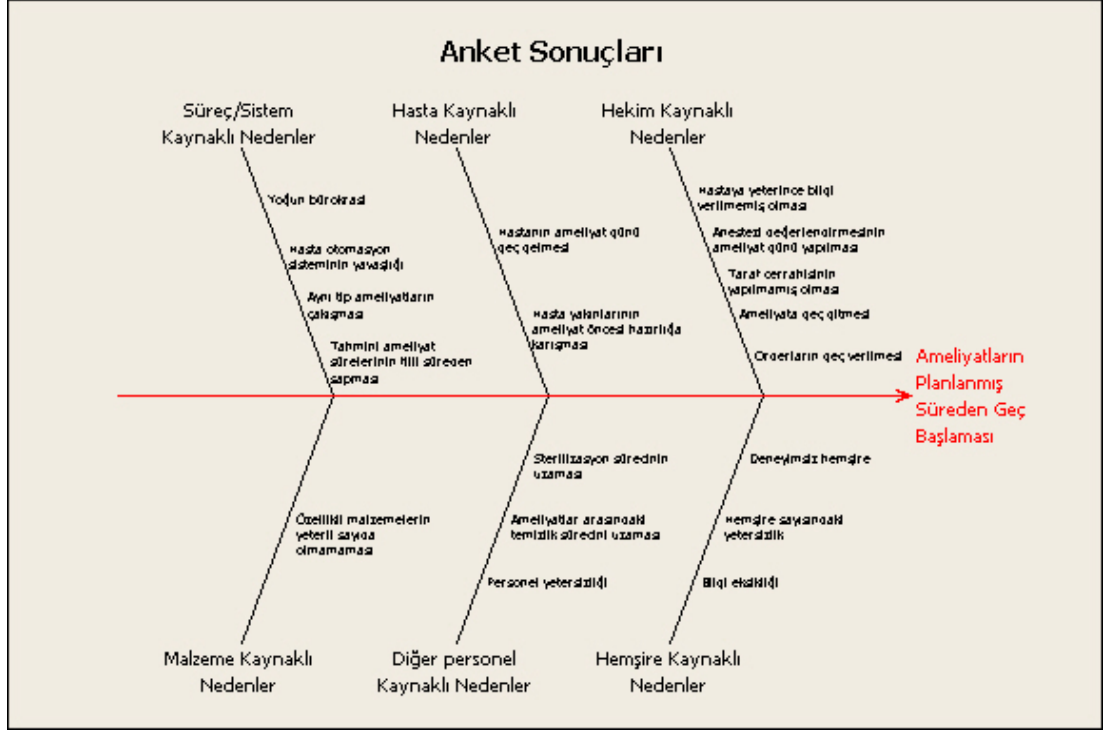
Personel	Dağıtılan Anket Sayısı	Geri Dönen Anket Sayısı	Geri Dönüş Oranı
Cerrah	4	2	50,00%
Anestezi Uzmanı	4	4	100,00%
Servis Hemşiresi	15	11	73,33%
Ameliyathane Hemşiresi	12	7	58,33%
Anestezi Teknikeri	6	4	66,67%
Hasta Yatış Bankosu Hasta Danışmanı	3	3	100,00%
Ameliyathane Hasta Danışmanı	2	1	50,00%
Toplam	46	32	69,57%

Yapılan anket sonucunda ortaya atılan gecikme sebepleri ve bu sebeplerin toplam anketler içindeki karşılama sıklığı Tablo 8.5’de verilmiştir.

Tablo 8.5: Anket katılımcıları tarafından ortaya atılan gecikme sebepleri ve bu sebeplerin anketlerdeki gözlenme sıklığı

Sebepler	Gözlenme Sıklığı
Personel yetersizliği	30
Hastanın ameliyat günü hastaneye geç gelmesi	29
Deneyimsiz ve bilgi eksiği olan hemşire	25
Anestezi değerlendirmesinin ameliyat ile aynı gün yapılması	23
Cerrahın ameliyata geç gitmesi	22
Hasta yakınlarının ameliyat öncesi hazırlık sürecine müdahil olması	17
Hekim tarafından hastaya yeterince bilgi verilmemesi	15
Taraf Cerrahisinin yapılmamış olması	13
Ameliyathane ve ameliyat ekipmanlarının steril edilmesinin uzması	11
Aynı tip ameliyatların çakışması	11
Ameliyat öncesi orderların geç verilmesi	9
Özellikli malzemenin sayısının azlığı	6
Yoğun bürokrasi	6
Tahmini ameliyat sürelerini optimum olmaması	4
Hastane otomasyon sisteminin yavaşlığı	3

Elde edilen bu sebepler Balık Kılıçığı Diyagramı'na aktarıldığında Şekil 8.2 elde edilecektir.



Şekil 8.2: Anket sonuçlarının Balık Kılıçığı Diyagramına aktarılması

Yukarıda en sık gözlenen nedenlerin, gerçekten ameliyat zamanlarındaki sapmaları etkileyip etkilemediğini görmek için istatistiksel testleri kullanırsak aşağıdaki sonuçlara ulaşırız.

1. Test:

Deneyim yada bilgi eksikliğine bağlı olarak hemşireleri hastayı ameliyata hazırlama süreleri değişir mi? Kısaca hemşirelerin birbirleri arasında fark var mıdır?

Ho: Hemşirelerin hazırlık süreleri birbirinden farksızdır.

Ha: Hemşirelerin hazırlık süreleri birbirinden farklıdır.

Tablo 8.6: Hemşirelere göre hastaların dağılımı ve yaşanan gecikmeler

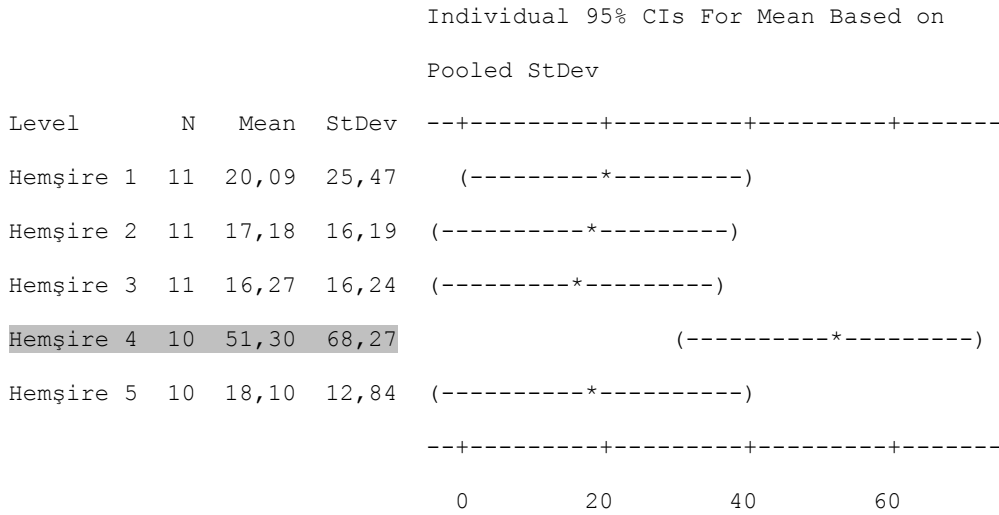
Hasta	Gecikme (dk)	Hazırlığı Yapan Hemşire	Hasta	Gecikme (dk)	Hazırlığı Yapan Hemşire
Hasta 1	24	Hemşire 1	Hasta 29	9	Hemşire 4
Hasta 2	9	Hemşire 2	Hasta 30	6	Hemşire 5
Hasta 3	45	Hemşire 3	Hasta 31	9	Hemşire 1
Hasta 4	17	Hemşire 4	Hasta 32	3	Hemşire 2
Hasta 5	8	Hemşire 5	Hasta 33	7	Hemşire 3
Hasta 6	31	Hemşire 1	Hasta 34	25	Hemşire 4
Hasta 7	25	Hemşire 2	Hasta 35	30	Hemşire 5
Hasta 8	16	Hemşire 3	Hasta 36	11	Hemşire 1
Hasta 9	236	Hemşire 4	Hasta 37	6	Hemşire 2
Hasta 10	11	Hemşire 5	Hasta 38	13	Hemşire 3
Hasta 11	93	Hemşire 1	Hasta 39	20	Hemşire 4
Hasta 12	30	Hemşire 2	Hasta 40	27	Hemşire 5
Hasta 13	16	Hemşire 3	Hasta 41	8	Hemşire 1
Hasta 14	15	Hemşire 4	Hasta 42	13	Hemşire 2
Hasta 15	45	Hemşire 5	Hasta 43	0	Hemşire 3
Hasta 16	15	Hemşire 1	Hasta 44	23	Hemşire 4
Hasta 17	22	Hemşire 2	Hasta 45	5	Hemşire 5
Hasta 18	11	Hemşire 3	Hasta 46	5	Hemşire 1
Hasta 19	70	Hemşire 4	Hasta 47	58	Hemşire 2
Hasta 20	10	Hemşire 5	Hasta 48	10	Hemşire 3
Hasta 21	10	Hemşire 1	Hasta 49	68	Hemşire 4
Hasta 22	4	Hemşire 2	Hasta 50	19	Hemşire 5
Hasta 23	3	Hemşire 3	Hasta 51	5	Hemşire 1
Hasta 24	30	Hemşire 4	Hasta 52	8	Hemşire 2
Hasta 25	20	Hemşire 5	Hasta 53	8	Hemşire 3
Hasta 26	10	Hemşire 1			
Hasta 27	11	Hemşire 2			
Hasta 28	50	Hemşire 3			

Bu hipotezi test etmek için ANOVA testin faydalanacak olursak:

### One-way ANOVA: Gecikme (dk) versus Hemşire

Source	DF	SS	MS	F	P
Hemşire	4	9135	2284	1,99	0,112
Error	48	55182	1150		
Total	52	64317			

S = 33,91 R-Sq = 14,20% R-Sq(adj) = 7,05%

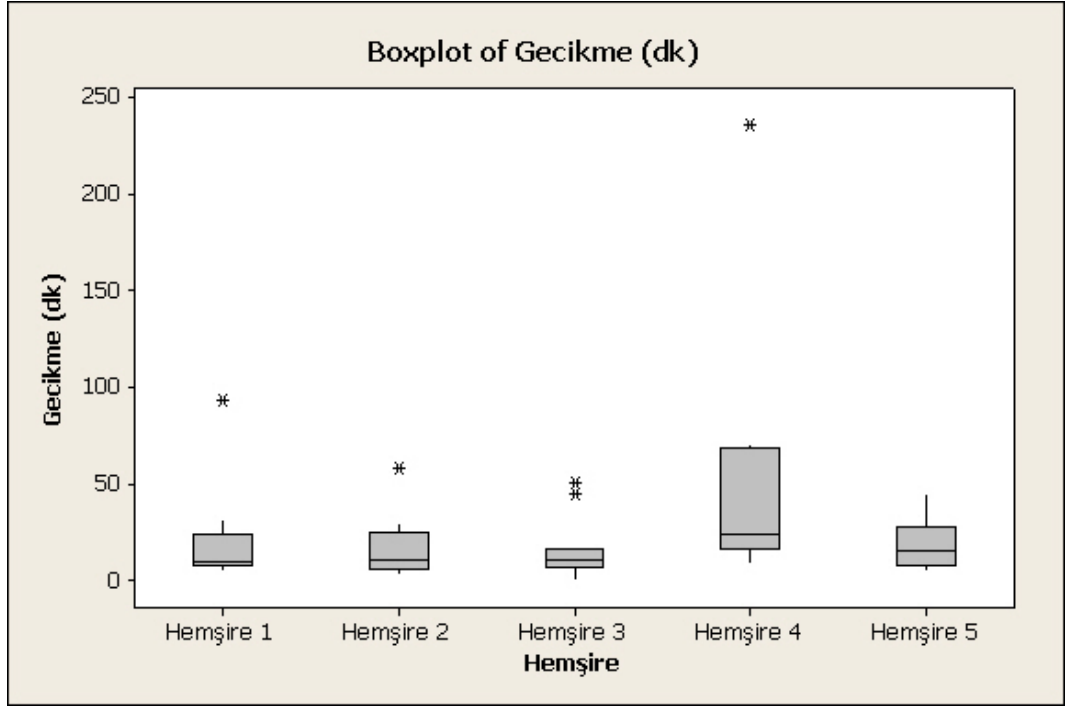


Pooled StDev = 33,91

Şekil 8.3: Minitab çıktısı – Anova Analizi

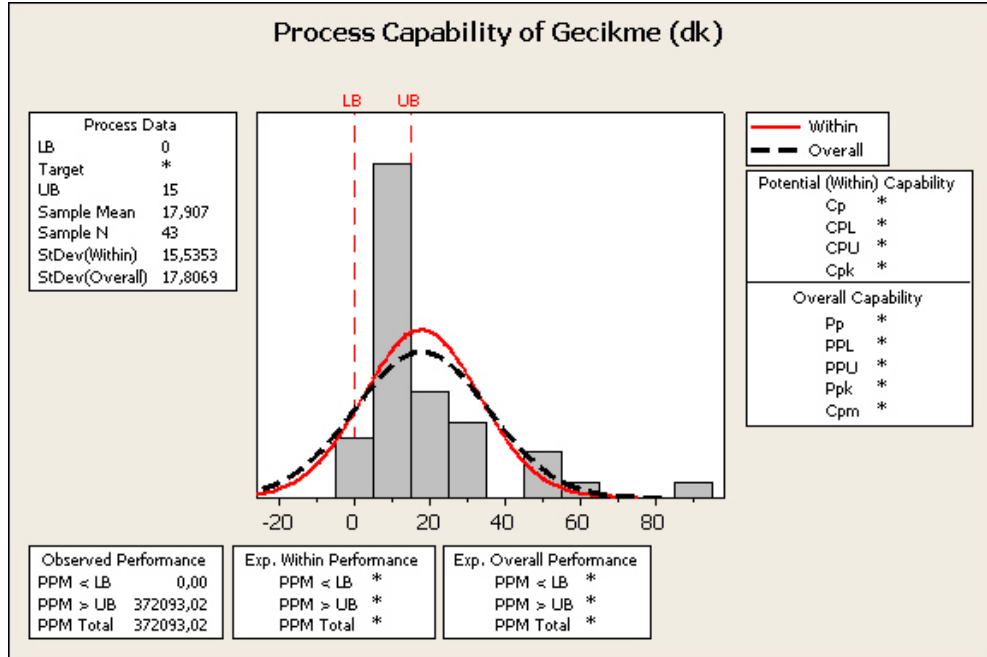
Şekil 8.3'de görüldüğü üzere Hemşire 4'ün hazırladığı hastalarda daha uzun süreli gecikmeler yaşanabilmektedir. Gerek ortalamanın (51,30) gerekse Standart Sapmanın diğerlerinden fazla olmasından dolayı hemşirelerin hazırlık süreleri arasında fark olduğunu ve bilgi/deneyimin bunda etki olacağını söyleyebiliriz. Bu durum Şekil 8.4'de gösterildiği gibi grafiksel olarak incelenirse gecikmelerin Hemşire 4 için daha yoğun olduğunu görebiliriz.





Şekil 8.4: Grafiksel gösterim

Yapılan bu tespitten sonra Hemşire 4'ü sürecimizden çıkarıp tekrar proses kapasitesini ölçersek:



Şekil 8.5: Hemşire 4 sürecen çıkarıldıktan sonra süreç kapasitesi

Şekil 8.5’da görüldüğü üzere Hemşire 4’ün süreçten çıkarılması sürecimize olumlu katkı sağlamış olup hata oranını milyonda 372093,02’ye çekmiştir. Bu durumda sürecimizin sigma seviyesi artacaktır.

## 2. Test:

Anketlerin hemen hemen hepsinde hastanın ameliyat günü Yatan Hasta Servisi’ne geç geldiğini, bu nedenle hastanın ameliyat öncesi hazırlığının uzun sürdüğü ve bunun da ameliyat başlangıç zamanlarında sapmalara neden olduğu belirtilmiştir.

Ameliyat öncesi yatış süreleri dört gruba ayrılmış ve her bir gruba bir indis verilmiştir:

Ameliyattan 0-30 dk. önce yatışı yapılmış hasta	1
Ameliyattan 31-60 dk. önce yatışı yapılmış hasta	2
Ameliyattan 61-120 dk. önce yatışı yapılmış hasta	3
Ameliyattan 120 dk. ve daha önce yatış yapılmış hasta	4

Ho: Ameliyattan önce yatış sürelerinin birbirine etkisi yoktur.

Ha: Ameliyattan önce yatış süresi birbirini etkiler.

Tablo 8.7: Hastaların ameliyat saatleri ile yatış saatleri arasındaki fark

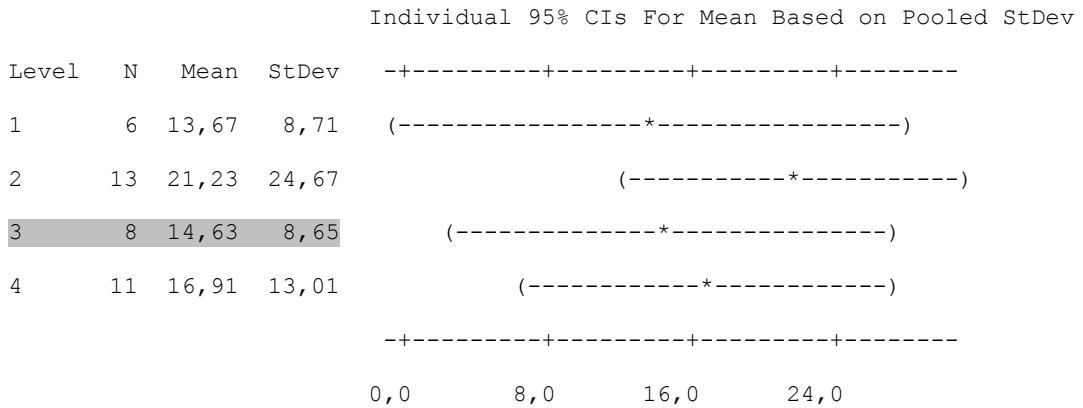
Hasta	Ameliyat Saati - Yatış Saati (dk.)	İndis	Gecikme (dk)	Hasta	Ameliyat Saati - Yatış Saati (dk.)	İndis	Gecikme (dk)
Hasta 1	61	3	24	Hasta 20	177	4	10
Hasta 2	91	3	9	Hasta 22	42	2	4
Hasta 3	49	2	45	Hasta 23	29	1	3
Hasta 4	53	2	17	Hasta 24	45	2	30
Hasta 5	70	3	8	Hasta 26	307	4	10
Hasta 6	107	3	31	Hasta 27	51	2	11
Hasta 7	14	1	25	Hasta 29	660	4	9
Hasta 10	176	4	11	Hasta 30	51	2	6
Hasta 11	53	2	93	Hasta 31	191	4	9
Hasta 12	157	4	30	Hasta 33	45	2	7
Hasta 13	107	3	16	Hasta 35	173	4	30
Hasta 15	177	4	45	Hasta 37	23	1	6
Hasta 16	23	1	15	Hasta 38	136	4	13
Hasta 17	17	1	22	Hasta 39	55	2	20
Hasta 18	19	1	11	Hasta 42	79	3	13
Hasta 20	177	4	10	Hasta 43	265	4	0
Hasta 22	42	2	4	Hasta 44	60	2	23
Hasta 23	29	1	3	Hasta 46	33	2	5
Hasta 24	45	2	30	Hasta 48	32	2	10
Hasta 26	307	4	10	Hasta 50	177	4	19
Hasta 27	51	2	11	Hasta 51	53	2	5
Hasta 29	660	4	9	Hasta 52	85	3	8
Hasta 30	51	2	6	Hasta 53	107	3	8

Yukarıdaki tabloda gösterilen ve yatış saati ile ameliyat saati arasındaki fark hesaplanan hastalar için bu hipotezi test etmek için ANOVA testin faydalanacak olursak:

#### One-way ANOVA: Gecikme (dk) versus İndis

Source	DF	SS	MS	F	P
İndis	3	339	113	0,39	0,763
Error	34	9900	291		
Total	37	10239			

S = 17,06    R-Sq = 3,31%    R-Sq(adj) = 0,00%



Pooled StDev = 17,06

Şekil 8.6: Anova Analizi

Şekil 8.6'den anlaşılacağı üzere; ortalamaların ve standart sapmaların birbirine çok yakın olmasından dolayı hasta yatış saatinin sapmalara çok ciddi bir etkisinin olmadığını görebiliriz. Ayrıca p değerinin yüksek olması da ortalamaların birbirine çok yakın olduğunu bize söylemektedir. Ancak 1 ve 3 indisli aralıklar yani 0-30 ile 61-120 dk aralıklarının ortalama değeri 15 dk'lık tolerans sınırlarımızın içindedir. Ayrıca 3 indisliği aralığımızın değerlerinin 1 indisli aralığa göre daha az değişken olduğunu da göz önünde tuttuğumuzda şunu söyleyebiliriz:

Hastalarımızın ameliyattan en az 60 dk. önce ilgili yatan hasta servisine yatırılmış olması ameliyat zamanlarındaki olası gecikmeleri azaltacaktır.

### 3. Test:

Yapılan ankette dikkati çeken bir husus da ameliyat günü anestezi değerlendirmesi yapılan hastalarda gecikmelerin yaşandığıdır.

Anestezi değerlendirmesinin aynı gün yapılmasının ameliyat zamanı üzerine etkisi olup olmadığını T hipotez testi ile analiz edecek olursak:

Ho: Etkisi yoktur.

Ha: Etkisi vardır.

Tablo 8.7’de de görüldüğü üzere anestezi değerlendirmesi daha önceden yapılanlara “0”, aynı gün yapılanlara ise “1” indisleri verilmiştir. İlgili değerler Minitab aracılığıyla test edildiğinde Tablo 8.8’ye ulaşılmıştır.

Tablo 8.8: Anestezi değerlendirmesinin yapıldığı günü ve gecikme miktarları

Hasta	Gecikme (dk)	Anestezi Değerlendirmesi	Hasta	Gecikme (dk)	Anestezi Değerlendirmesi
Hasta 1	24	1	Hasta 28	50	1
Hasta 2	9	0	Hasta 29	9	0
Hasta 3	45	1	Hasta 30	6	0
Hasta 4	17	0	Hasta 31	9	0
Hasta 5	8	0	Hasta 32	3	0
Hasta 6	31	0	Hasta 33	7	0
Hasta 7	25	1	Hasta 34	25	1
Hasta 8	16	1	Hasta 35	30	0
Hasta 9	236	1	Hasta 36	11	1
Hasta 10	11	0	Hasta 37	6	1
Hasta 11	93	1	Hasta 38	13	0
Hasta 12	30	1	Hasta 39	20	1
Hasta 13	16	0	Hasta 40	27	1
Hasta 14	15	0	Hasta 41	8	0
Hasta 15	45	1	Hasta 42	13	1
Hasta 16	15	0	Hasta 43	0	0
Hasta 17	22	0	Hasta 44	23	1
Hasta 18	11	0	Hasta 45	5	0
Hasta 19	70	1	Hasta 46	5	0
Hasta 20	10	1	Hasta 47	58	1
Hasta 21	10	1	Hasta 48	10	0
Hasta 22	4	0	Hasta 49	68	1
Hasta 23	3	0	Hasta 50	19	0
Hasta 24	30	0	Hasta 51	5	0
Hasta 25	20	0	Hasta 52	8	0
Hasta 26	10	0	Hasta 53	8	0
Hasta 27	11	1			

## Two-Sample T-Test and CI: Gecikme (dk); Anestezi Değerlendirmesi

Two-sample T for Gecikme (dk)

Anestezi

Değerlendirmesi	N	Mean	StDev	SE Mean
0	31	11,84	8,08	1,5
1	22	41,6	49,2	10

Difference = mu (0) - mu (1)

Estimate for difference: -29,8

95% CI for difference: (-51,8; -7,8)

T-Test of difference = 0 vs not =): T-Value = -2,81 P-Value = 0,010 DF = 21

## Şekil 8.7: T Testi

% 95 güven aralığı ( $\alpha=0,05$ ) dahilinde elde edilen verileri değerlendirdiğimizde,

$T_{hes.} < T_{krit.}$  ya da  $p > \alpha$  değeri ise  $H_0$ 'yu red etme ise ve

$$T_{hes.} = - 2,81$$

$T_{krit.} = 2,00873$  (T dağılımı için kritik değerler tablosundan okunarak bulunur.)

$P=0,01$  olduğundan  $H_0$  red edilmez. Yani anestezi değerlendirmesinin aynı gün yapılmasının ameliyat zamanını geciktirdiğini söyleyebiliriz.

#### **8.4. Improve (Geliştirme) aşaması**

Bu aşamada elde edilen sebepler, bu sebeplerden istatistiksel araçlar ile doğrulananlar için iyileştirme önerileri sunulmuştur. Ek-a'da sunulan ankette de görüleceği üzere çalışanlardan sadece gecikme sebepleri değil bu sebepleri ortadan kaldıracak iyileştirme önerileri de istenmiştir.

Gerek bu öneriler gerekse de yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ışığında ASM ameliyat sürecinin iyileştirilmesi gerekli öneriler bu çalışmanın Sonuç ve Öneriler bölümünde verilmiştir.

## **BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Global rekabet yaşanan günümüz şartlarında, düşük kaliteden kaynaklanan maliyet artışlarının fiyatlara yansıtılması mümkün olmamakta ve firmaların karlılıkları azalmaktadır. Günümüzün hızlı iletişim araçları yardımıyla artık son tüketiciler, diledikleri firmadan veya ülkeden istedikleri ürünü veya hizmeti çok kolay ve kısa sürede talep eder hale gelmişlerdir. Bu da açıkça gösteriyor ki, günümüzde firmalar müşterileri değil, müşteriler firmaları yönlendirmektedir.

Müşteri odaklı firmalar, başarıyı yakalama konusunda daha fazla şansa sahiptirler. Altı Sigma yönteminin hedefi, müşteri beklentilerini ve isteklerini anlayarak en kısa sürede müşterilere en doğru ürünü veya hizmeti sunmaktır.

Altı Sigma yaklaşımında en sağlıklı uygulama, elbette ki kuruluşun tüm proseslerinde iyileştirme yapılması veya yeniden tasarım modelinin kurulmasıdır. Ancak Altı Sigma yaklaşımı kısmi olarak da proses iyileştirme veya yeniden tasarım amaçlı kullanılabilir.

Bu çalışmanın teori bölümünde Altı sigma yaklaşımı, ilişkili olduğu konularla birlikte detaylı olarak izah edilmiştir.

Çalışmanın uygulama bölümünde ise sağlık hizmeti veren bir hastane olan Anadolu Sağlık Merkezi seçilmiş ve Altı Sigma çalışmalarında kullanılan TÖAİK iyileştirme modelinden faydalanılarak proses iyileştirme çalışması yapılmıştır.

Sağlık sektöründeki Altı Sigma uygulamaları genellikle Yalın felsefenin Altı Sima ile birleşimi olan Yalın-Altı Sigma çalışmalarıdır. Bu tip çalışmalarda özellikle hasta üzerinde değer yaratmayan süreç adımları belirlenmekte ve bu adımlar elimine edilerek süreçler yalınlaştırılmaktadır.



Uygulama yeri olarak seçilen Anadolu Sağlık Merkezi, Toplam Kalite Yönetimi çalışmalarını bir adım daha öteye taşımak için Altı Sigma projelerine geçmiş yıllarda başlamıştır.

ASM tarafından Altı Sigma'nın seçilme nedeni ise Altı Sigma problem çözme modelinin sunduğu bütünsel ve sistematik yaklaşımdır. Ayrıca ASM'nin sahip olduğu otomasyon altyapısı, iyileştirme modelinin gereksinim duyduğu verilerin gözlenmesine, saklanmasına ve raporlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle projeler daha sağlıklı yürütülebilecektir.

Bu uygulama çalışmasından amaçlanan ise ASM'nin kritik süreçlerinden biri olan ameliyat sürecinin ele alınarak ASM Altı Sigma Ekibi'ne destek sağlamak ve Altı Sigma'nın sağlayacağı olumlu katkıyı göstermektir.

Uygulama esnasında Altı Sigma iyileştirme modelinin gerekli olan teknikleri kullanılmıştır. Elbette farklı Altı Sigma çalışması için farklı tekniklerin kullanılması mümkündür.

İyileştirme modelinin sonuçları şu şekilde açıklanabilir:

1. Bu uygulamanın ilk testinde görüldüğü üzere (bkz. BÖLÜM 8.); ameliyat öncesinde hastanın hazırlanmasına yardımcı olan hemşirenin sürece ciddi etkisi olmaktadır. Bu hazırlık çalışmalarını yapan hemşirelerin gerek oryantasyon eğitimleri gerekse de mesleki eğitimler ile yetkin hale getirilmeleri sürecimizi olumlu etkileyecektir. Ayrıca öncelikli olarak deneyimli hemşirelerin hazırlık çalışmalarını gerçekleştirmesi de önemlidir.

Ayrıca yeni yada deneyimsiz hemşirelerin ASM Hemşirelik Oryantasyon Programı çevresinde eğitildiği düşünülürse ilgili oryantasyon programdaki ameliyat hazırlık süreci eğitiminin içeriği iyileştirilebilir. Yine yeni yada deneyimsiz hemşirelerin "rehber hemşireler" ile birlikte yapacağı deneme çalışmalarının yani ameliyat hazırlık rol oyunlarının sayısı arttırılabilir.

2. Bu uygulamanın ikinci testinde de görüldüğü üzere; hastanın ameliyattan ne kadar süre önce hastaneye yatırıldığına ameliyat sürecine olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Yukarıda yapılan test gereği hastalar ameliyat zamanından minimum 60 dk. önce yatırılması ameliyatlardaki gecikmeleri azaltacaktır.

Yapılan gözlemlerde bu süre farkının gerek hekimler gerekse de diğer personel tarafından hastaya yeterince anlatılmadığı gözlenmiştir. Özellikle branş hekimlerinin ve anestezi uzmanlarının bu konu da hastayı bilinçlendirmesi gerekmektedir.

3. Yine bu uygulamanın üçüncü testi göstermiştir ki; ameliyat öncesi hazırlıkların yani gerekli testlerin, konsültasyonların ve anestezi değerlendirmesinin ameliyatın yapılacağı günün öncesinde yapılması ameliyat başlama zamanlarındaki gecikmeleri azaltacaktır. Bu nedenle ameliyat kararını veren hekim mutlak suretle bu konuda hastayı uyarmalı ve Ameliyat Öncesi Hazırlık Ünitesi'nden ameliyat gününden öncesinde randevu alınmasını sağlamalıdır.
4. Yapılan gözlemler ve anketlerden gelen öneriler göstermiştir ki; ameliyat süreci oldukça hantal ve bürokratiktir. Bununla ilgili olarak yalın teknikler kullanılarak süreçteki katma değer yaratmayan işlemler tespit edilmeli ve elemine edilmelidir.
5. Ayrıca ameliyat başlama saatlerinin bu kadar sapması nedeniyle tahmini ameliyat süreleri yeniden çalışılmalı ve optimum süreler tespit edilmelidir.
6. Süreçte bulunan personelin sayındaki yetersizlikler yine gecikmelere neden olmaktadır. Örn. ameliyat günü ilgili serviste bulunan hemşire sayısı olması gerekenden az ise gecikme yaşanması daha olasıdır. Bu nedenle yıl sonlarında yapılan personel bütçesi tekrar gözden geçirilmeli ve gerekli noktalarda revizyona gidilmelidir.

7. Bu çalışmada ortaya konan gecikme sebeplerinin süreç üzerine etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. ASM Altı Sigma Proje ekibi, bu sebepleri bir bütün olarak ele almalı ve tüm sebeplerin ortak etkileri ölçülerek birlikte değerlendirilmelidir. Bu sayede elde edilecek sonuçlar optimuma daha yakın olacaktır.
8. Yine bu çalışma esnasında Altı Sigma problem çözme modelinin ilk dört adımın uygulanmasına fırsat bulunmuştur. ASM Altı Sigma Proje Ekibi bu çalışmada ortaya konan iyileştirme önerilerini uygulamalı ve uygulama sonrasında iyileştirme modelinin beşinci adımı olan Kontrol (Control) aşaması gerçekleştirilmelidir. Bu sayede yapılan iyileştirmelerin sürece ne kadar etkisi olduğu, istenen iyileşme/sigma seviyesine ulaşıp ulaşılmadığı tespit edilebilir. Eğer istenen seviye yakalandı ise süreçle ilgili standartlaşma çalışmaları yapılabilir yada istenen seviyeye ulaşılmadıysa süreç tekrar gözden geçirilerek iyileştirme çalışmalarına revizyona gidilebilir.

## KAYNAKLAR

- Akbaba, A., “Kalite Fonksiyonu Göçerimi Metodu ve Hizmet İşletmelerine Uyarlanması”, *DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2, (2000).
- Akın, B., “Hata Türü ve Etkileri Analizi”, *Bilim Teknik Yayınevi*, 42-47, (1998).
- Akkurt, M., “Kalite Kontrol-Excel Destekli”, *Birsen Yayınevi*, 230, (2002).
- Bircan, H., Özcan, S., “Excel Uygulamalı Kalite Kontrol”, *Yargı Yayınları*, 120-122, (2004).
- Burnak, N., “Toplam Kalite Yönetimi-İstatistiksel Süreç Kontrolü”, *Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, 54, (1997).
- Costin, H., “Total Quality Management”, *The Dryden Press*, 217, (1994).
- Düren, Z., “İşletmelerde Kalite Çemberleri”, *Evrin Basım Yayım*, 77, (1990).
- Ertuğrul, İ., “Toplam Kalite Kontrol ve Teknikleri”, *Ekin Kitabevi*, 56-276, (2004).
- George, M., Rowlands, D., Kastle, B., “Yalın Altı Sigma Nesir?”, Çev. B. G. Akbay, *S.P.A.C. Altı Sigma Danışmanlık*, 16-50, (2005).
- Gürsakar N., Oğuzlar, A., “Altı Sigma”, *Vipaş A.Ş.*, 157-166, (2003).
- Gürtan K., “İstatistik ve Araştırma Metotları”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 787, (1982).
- Kartal, M., “İstatistiksel Kalite Kontrolü”, *Şafak Yayınevi*, 35, (1999).
- Kasa, H., “Altı Sigma Gerçeği”, *Kalder Forum*, 9, 28-39, (2003).
- Kohler, H., “Statistics for Business and Economics”, *Scott, Foresman and Company*, 50, (1988).
- Micheal, L. G., “Lean Six Sigma”, *McGraw-Hill Inc.*, 172, (2002).
- Montgomery, D. C., “Introduction to Statistical Quality Control”, *John Wiley and Sons. Inc.*, 119-120, 1991.
- Nesipoğlu, D., “6 Sigma Yaklaşımı”, Lisans Projesi, *Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, İzmit, 24-28, (2003).
- Newbold, P., “İşletme ve İktisat için İstatistik”, 6. Basım, Çev. Ü. Şenesen, *Literatür Yayıncılık*, 1-900, (2008).

Pande, P. S., Neuman, R.P., Cavanagh, R. R., “Six Sigma Yolu”, 1. Basım, Çev. N. Güder ve G. Tokcan, **Klan Yayınları**, 31-445, (2000).

Polat, A., Cömert, B. ve Arıtürk, T., “Altı Sigma Vizyonu”, 1.Basım, **S.P.A.C. Altı Sigma Danışmanlık**, 11-176, (2005).

Polat, A., Cömert, B. ve Arıtürk, T., “Altı Sigma Nedir”, 2.Basım, **S.P.A.C. Altı Sigma Danışmanlık**, 15-130, (2005).

Pyzdek, T., 2001, Why Six Sigma is not TQM [online], <http://www.pyzdek.com/PDF/2001-02.pdf> , (**Ziyaret tarihi: 14 Temmuz 2009**).

Rath&Strong Management Consultants, “Six Sigma Pocket Guide”, 2nd Printing, 21-251, (2001).

S.P.A.C., “Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?”, **S.P.A.C. Danışmanlık Şirketi Yayınları**, 98-100. (2003).

Şimşek, M., “Toplam Kalite Yönetimi”, **Alfa Yayınları**, 268-283, (2004).

Yavuz, S., “Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama”, Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Erzurum, 100-200, (2006).

## **EKLER**

### **Ek-a Anket**

**1. ASM merkezi ameliyathanede yapılan ameliyatların başlangıç zamanlarında gecikmeler gözlenmektedir. Sizce bu gecikmelerin temel nedenleri nelerdir?**

• Hasta kaynaklı nedenler:

1. .

2. .

3. .

• Hekim kaynaklı nedenler:

1. .

2. .

3. .

• Hemşirelik sürecinden kaynaklanan nedenler:

1. .

2. .

3. .

• Diğer personellerden (Anestezi Teknikeri, Ameliyathane Teknisyeni, Porter, Hasta Bakım Teknikeri) kaynaklanan nedenler:

1. .

2. .

3. .

- Malzeme kaynaklı nedenler:

1. .

2. .

3. .

- Sistem/Metod kaynaklanan nedenler:

1. .

2. .

3. .

- Diğer nedenler:

1. .

2. .

3. .

## **2. Bu nedenleri ortadan kaldıracak önerileriniz nelerdir?**

Öneri 1 :

Öneri 2 :

Öneri 3 :

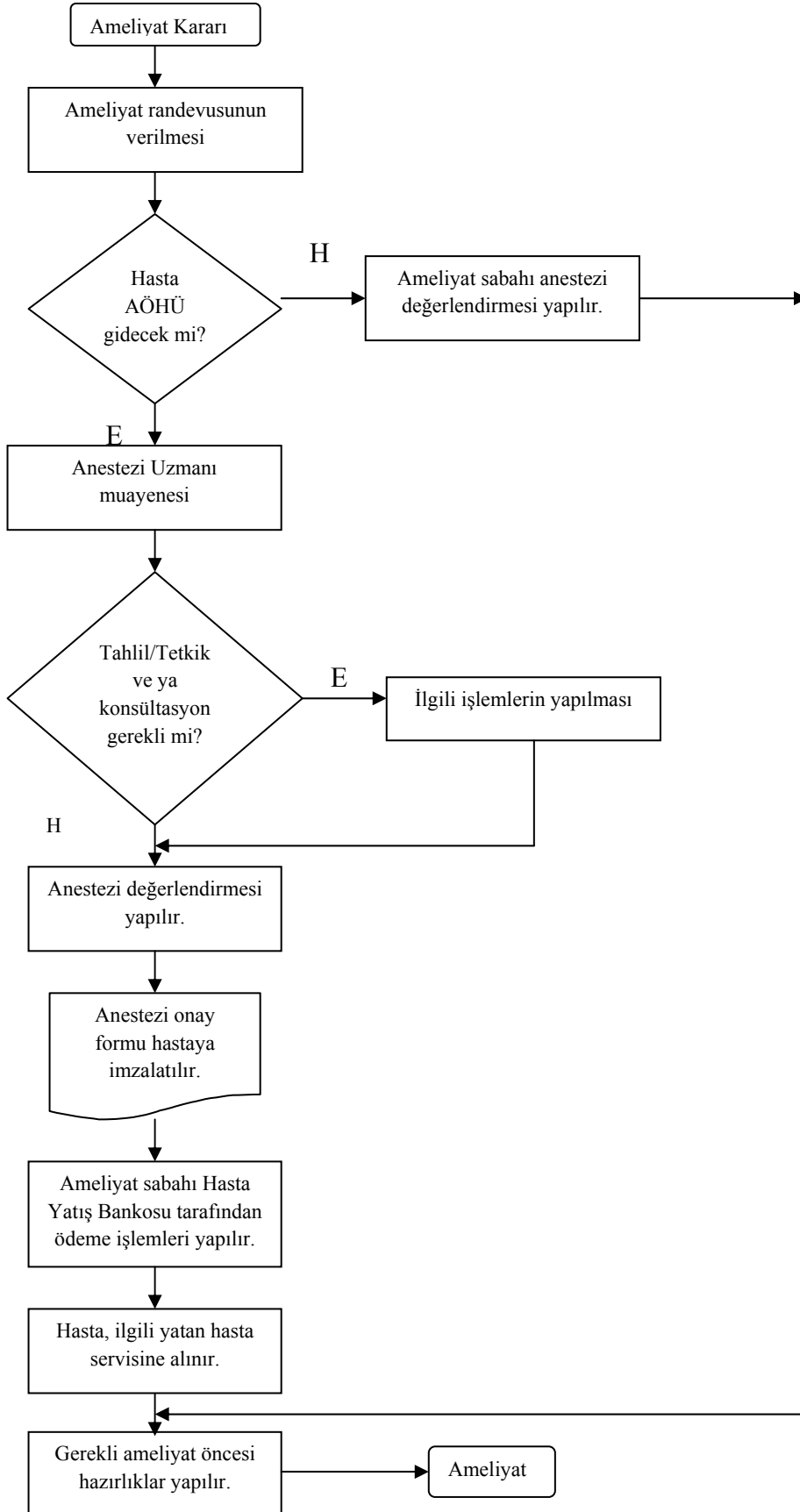
Öneri 4 :

Öneri 5 :

Öneri 6 :

Öneri 7 :

## Ek-b Ameliyat Süreci Akış Şeması





## **ÖZGEMİŞ**

Olçay Güneyli, 1983 yılında Malatya’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul’da tamamladı. 2001 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden 2005 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Şubat 2008 tarihinden bu yana Anadolu Sağlık Merkezi Hastanesi’nde İnsan Kaynakları Uzmanı olarak görev yapmaktadır.