



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA SANAYİİ
KALİTE YÖNETİMİ ÇALIŞMALARINDA
ALTI SİGMA SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Barış ACAR

DOKTORA TEZİ
TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

BURSA-2010



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA SANAYİİ
KALİTE YÖNETİMİ ÇALIŞMALARINDA
ALTI SİGMA SİSTEMİNİN UYGULANMASI

Barış ACAR

Prof.Dr. Bahattin ÇETİN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

BURSA-2010

ÖZET

Günümüzde işgücü, sermaye ve doğaya dayalı bir üretim fonksiyonu rekabet için yeterli olamamaktadır. Daha fazla üretimin daha az girdi kullanımı ile gerçekleştirilme çabalarının yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Diğer sektörlerde olduğu gibi gıda sanayiinde de rekabetçi üretim işlevi gerçekleştirilecek ise bunun temel faktörleri arasında bilgi kullanımı, giderek artmaktadır.. Diğer yandan kaliteye önem veren tüm firmalar müşteri gereksinimlerine ve gıda güvenliğine odaklanmaktadır. Bu gereksinimlerin karşılanması için gıda işletmelerinin bir teknoloji geleneğine sahip olması gerekir. Altı Sigma yaklaşımı ve uygulamalarının bu geleneğin sağlanmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Altı Sigma, müşteriye odaklanarak süreç yönetimi ve iyileştirmesine önem vererek, deneyimleri ve verileri akıllıca kullanarak başarıya ulaşmayı ve bunu sürekli kılmayı sağlayan bir yönetim sistemidir.

Bu çalışma, Altı Sigma yaklaşımının gıda sanayiinde Toplam Kalite Yönetiminin bir alternatifi değil, aracı olarak benimsenmesi gerektiğini ve gıda güvenliği yönetim sistemleriyle bütünleşmesini tartışmaya açmayı amaçlamakta ve söz konusu sistemi bir durum çalışması örneği ile açıklamaya çalışmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Kalite, Gıda Sanayi, Gıda Güvenliği

ABSTRACT

Production based on labor, capital and nature is not sufficiently qualified to compete nowadays. Providing the more output with the use of limited input has become important. Therefore, information technology has been used very much in food industry such as other sectors in recent years. On the other hand, food companies which care the quality are focused customer needs and food safety. Six sigma can be implemented in food industry to achieve that. Six sigma is a customer-driven approach to obtain a higher level of quality and it provides an overall framework for quality management.

In this paper it has been discussed that six sigma philosophy and methodology is applicable in Turkish food sector by integrating food safety management systems.

Key Words: Six Sigma, Quality, Food Industry, Food Safety.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1
KAYNAK ÖZETİ	3
MATERYAL VE YÖNTEM	7
1. KALİTE KAVRAMI VE TOPLAM KALİTE	8
1.1. Kalite Kavramı ve Önemi.....	8
1.2. Kalite Kavramının Tarihsel Gelişimi	12
1.3. Kalite Bileşenleri	14
1.3.1. Tasarım kalitesi.....	14
1.3.2. Uygunluk kalitesi.....	15
1.3.3. Performans kalitesi.....	15
1.4. Kalite Kontrol ve Gelişimi.....	16
1.4.1. Kalite kontrolünde istatistik yöntemlerin yeri ve önemi.....	17
1.4.2. Kalite kontrolde standartlar, spesifikasyonlar ve toleranslar.....	19
1.5. Toplam Kalite Kontrol.....	20
1.6. Toplam Kalite Yönetimi	21
1.6.1. Kalitenin kilometre taşları.....	23
1.6.2. TKY' ye giden yolda emeği geçen kalite guruları.....	25
1.6.2.1. Walter Shewhart' ın katkıları.....	25
1.6.2.2. William Edwards Deming'in katkıları	26
1.6.2.3. Joseph M. Juran'ın katkıları.....	27
1.6.2.4. Armand V. Feigenbaum'un katkıları	28
1.6.2.5. Kaoru Ishikawa'nın Katkıları.....	29
1.6.3. Klasik yönetim anlayışı ile toplam kalite yönetiminin farklılıkları.....	30
1.6.4. Toplam kalite yönetiminin ilkeleri	31
1.6.4.1. Liderlik.....	31
1.6.4.2. Müşteri odaklılık.....	31
1.6.4.3. Çalışanların eğitimi.....	32
1.6.4.4. Takım çalışması.....	32
1.6.4.5. Kaizen	33
1.6.5. Toplam kalite yönetimi, maliyet ve karlılık ilişkisi.....	35
1.6.6. TKY ve Kalite Kontrol Çemberleri	36
1.7. ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi	37

1.7.1. ISO 9000 standart maddeleri	37
	Sayfa
1.7.2. ISO 9001:2008' in temel özellikleri.....	38
1.8. Süreçlerle Yönetim	42
1.8.1. Süreç Nedir?	43
1.8.2. Süreç yönetiminin faydaları	45
1.8.3. ISO 9001:2008'e göre süreç yönetimi.....	46
2. GIDA SANAYİNDE KALİTE VE GIDA GÜVENLİĞİ.....	47
2.1. Gıda Sanayi ve Kalite.....	47
2.2. Gıda Sanayinde Kalite Kontrol Uygulamaları	49
2.2.1. Gıda kalite kontrolünün unsurları.....	49
2.2.2. Türkiye' deki gıda kontrol uygulamaları.....	50
2.3. Gıda Güvenliği Temel Kavramları.....	52
2.3.1. Codex Alimentarius Komisyonu	53
2.3.2. Avrupa Birliği' nde Gıda Güvenliği Politikaları.....	54
2.4. Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri	57
2.4.1. Kritik kontrol noktalarında risk analizleri (HACCP).....	58
2.4.2. İyi üretim teknikleri uygulamaları	59
2.4.3. ISO 22000:2005 gıda güvenliği yönetim sistemleri standardı	61
2.4.4. BRC / IFS gıda standartları	63
3. ALTI SİGMA VE İLGİLİ KAVRAMLAR	66
3.1. Altı Sigma'nın Tanımı	65
3.2. Altı Sigmanın Temaları	67
3.2.1. Gerçek müşteri odağı	68
3.2.2. Verilere dayalı yönetim	69
3.2.3. Proses / süreç odaklılık.....	69
3.2.4. Proaktif yönetim.....	69
3.2.5. Sınırsız işbirliği.....	70
3.2.6. Başarısızlığa tolerans.....	70
3.3. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi.....	70
3.4. Değişkenlik ve Altı Sigma	72
3.5. Kalite ve Maliyet İlişkisi	74
3.6. Üç Sigma' dan Altı Sigma' ya Yaşanan Değişim	75
3.7. Altı Sigma Yaklaşımını Uygulayan Bazı Şirketler ve Kazançları	79
3.7.1. Altı Sigma Yaklaşımının Motorola'da Uygulanışı	81
3.7.2. Altı Sigma Yaklaşımının Allied Signal/Honeywell'da Uygulanışı	83
3.7.3. Altı Sigma Yaklaşımının General Electric'de Uygulanışı	84
3.8. Altı Sigma Yaklaşımının Toplam Kalite Yönetimden Farklılıkları	86
4. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU VE İYİLEŞTİRME SÜRECİ	88
4.1. Altı Sigma'da Roller ve Sorumlulukları.....	88
4.1.1. Altı Sigma yürütme kurulu.....	89

4.1.2. Sponsor (Şampiyon)	91
	Sayfa
4.1.3. Uzman kara kuşaklılar	91
4.1.4. Kara kuşaklılar	93
4.1.5. Yeşil kuşaklılar	94
4.2. Altı Sigma İyileştirme Süreci	96
4.2.1. Temel Süreçlerin ve Kilit Müşterilerin Belirlenmesi	98
4.2.2. Müşteri Gereksinimlerinin Tanımlanması.....	98
4.2.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi.....	100
4.2.4. İyileştirmelerin Öncelik Sırasına Konulması, Analiz Edilmesi ve Uygulanması.....	102
4.2.5. Altı Sigma Sistemin Kontrolü, Yayılması ve Bütünleşmesi	104
4.3. Altı Sigma'nın Uygulandığı Organizasyonlar.....	105
4.3.1. Üretim süreçlerinde Altı Sigma.....	107
4.3.2. Hizmet süreçlerinde Altı Sigma.....	108
4.3.3. Ürün geliştirme ve tasarımında Altı Sigma.....	109
5. ALTI SİGMA VE İSTATİSTİKSEL ARAÇLAR.....	110
5.1. İstatistiksel Ölçüm Olarak Sigma.....	110
5.1.2. Hata oranının normal dağılımı.....	111
5.1.3. Ortalamanın 1.5 σ kayması ve sonuçları.....	113
5.1.4. Sürecin ortalamasının merkezileştirilmesi ve önemi.....	116
5.2. Altı Sigma Hesaplama Yöntemleri yöntemi.....	117
5.2.1. Milyon olasılıkta hatalı parça sayısı.....	117
5.2.2. Hata oranlarının (DPMO) sigma kalite düzeyi birimine dönüştürme yöntemi.....	119
5.2.3. Fırsatlar ve hatalar yöntemi.....	120
5.2.4. İlk kontrol sonrası hesaplama yöntemi.....	122
5.2.5. Basit kazanç (hasıla) ilişkisi ölçümü.....	122
5.2.6. Bileşik kazanç (hasıla) ilişkisi ölçümü.....	124
5.3. Süreç Yetenek ve Performans Endeksleri.....	125
5.3.1. Histogram ile süreç yeterliliği analizi	126
5.3.2. Süreç potansiyel endeksi	128
5.3.3. Fiili yeterlilik endeksi.....	130
5.3.4. Cpm endeksi	134
5.3.5. Pp ve Ppk endeksleri	135
5.4.2. Neden-sonuç diyagramı	136
5.4. Altı Sigma Çalışmalarında Kullanılan İstatistik Teknikler.....	135
5.4.1. Beyin Fırtınası.....	135
5.4.3. Çetele, histogram ve dağılım eğrisi	138
5.4.4. Kontrol Çizelgesi	142
5.4.5. Pareto Şeması (Analizi).....	143
5.4.6. Gruplandırma	145

5.4.7. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)	145
	Sayfa
5.4.8. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)	147
5.4.9. Varyans Analizi (ANOVA)	152
5.4.9.1. Tek yönlü varyans analizi.....	153
5.4.9.2. İki yönlü varyans analizi.....	156
5.4.10. Serpilme Diyagramı.....	156
5.4.11. Kontrol Grafikleri.....	157
5.4.12. Deney Tasarımı.....	159
5.4.12.1. Tam faktöryel deneyler	160
5.4.12.2. Kesirli faktöryel deneyler.....	160
6. GIDA SANAYİNDE ALTI SİGMANIN UYGULANABİLİRLİĞİ.....	161
6.1. Gıda Kalite Kontrolünde Altı Sigma Araçları.....	161
6.1.1. Süreç yeterliliği analizi.....	162
6.1.2. Milyon olasılıkta hata sayısı	164
6.2. HACCP Sisteminde Sigma Seviyesi ve MOHS	165
6.3. Gıda Sanayindeki Çeşitli Altı Sigma Projeleri	170
6.3.1. Bir gıda işletmesinde metal deteksiyon iyileştirmesi.....	170
6.3.2. Bir süt işletmesinde yemleme sisteminin iyileştirilmesi	172
6.4. Altı Sigma Proje Örneği.....	173
6.4.1. Firma hakkında.....	173
6.4.2. Adımlar ile Altı Sigma Projesi.....	174
6.4.2.1. Y' nin açıklanması	174
6.4.2.2. Profiterol topu üretim sürecinin analizi	175
6.4.2.3. Y' nin belirlenmesi	175
6.4.2.4. Veri toplama.....	176
6.4.2.5. Hedef Tespiti ve Sigma Seviyesinin Onaylanması.....	178
6.4.2.6. Kritik Girdilerin Seçimi	179
6.4.2.7. İyileştirme Uygulaması ve İstatistiksel Doğrulama	180
SONUÇ.....	188
KAYNAKLAR.....	190
EKLER	196
ÖZGEÇMİŞ.....	202

KISALTMALAR DİZİNİ

AKL	:Alt Kontrol Limiti
ANOVA	:Varyans Analizi
ASL	:Alt Spesifikasyon Limiti
BRC	:İngiliz Perakendeciler Konsorsiyumu
C _P	:Yeterliliğin Potansiyel Ölçüsü
C _{Pk}	:Yeterliliğin Gerçekleşen Ölçüsü
CTQ	:Kritik Kalite Özellikleri
DOE	:Deney Tasarımı
DPMO	:Milyon Fırsat Başına Hata Sayısı
DPU	:Ünite Başına Hata Sayısı
GE	:General Elektrik
GMP	:İyi Üretim Teknikleri
HACCP	:Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi
HTEA	:Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)
IFS	:Uluslar arası Gıda Standardı
İKK	:İstatistiksel Kalite Kontrol
İPK	:İstatistiksel Proses Kontrol
PPM	:Milyonda Hata
PUKÖ	:Planla, Uygula(Yap), Kontrol et(Doğrula), Önlem al(Karar ver) (PYDK)
QFD	:Kalite Fonksiyonu Yayılımı
TÖAİK	:Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir, Kontrol et (DMAIC)
TKY	:Toplam Kalite Yönetimi (TQM)
UKL	:Üst Kontrol Limiti
USL	:Üst Spesifikasyon Limiti
Z _{KD}	:Kısa Dönem
Z _{UD}	:Uzun Dönem

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Kalite'nin kilometre taşları.....	24
Çizelge 1.2. Klasik yönetim modeli ve TKY' nin karşılaştırılması	30
Çizelge 2.1. Gıda sektöründe uygulanabilen yönetim sistemleri ve araçları	64
Çizelge 3.1. Kalitesizlik maliyeti ve sigma seviyesi arasındaki ilişki	76
Çizelge 3.2. Altı sigma ile kazanan şirketler	80
Çizelge 3.3. Toplam kalite yönetiminde yaşanan sorunlar ve altı sigma çözümleri	87
Çizelge 4.1. Bir uzman kara kuşaklığının dört hafta boyunca öğrenmesi gereken konular	92
Çizelge 4.2. Tanımla süreci takip çizelgesi örneği	100
Çizelge 4.3. Tanımla süreci takip çizelgesi örneği	102
Çizelge 4.4. Süreç aşamaları, süreç iyileştirme ve süreç tasarlama arasındaki ilişki	106
Çizelge 4.5. Süreç aşamaları, süreç iyileştirme ve süreç tasarlama arasındaki ilişki	106
Çizelge 5.1. Normal dağılımın sınırları ve hata oranları	112
Çizelge 5.2. Kuramsal ve 1.5 sigma sapmalı hata oranı arasındaki fark	114
Çizelge 5.3. Parça başına hata yöntemi formülü ve örnekleri	118
Çizelge 5.4. Fırsatta hata sayısı yöntemi formül ve örnekleri	121
Çizelge 5.5. Bileşik kazanç hesaplama çizelgesi	124
Çizelge 5.6. Bileşik hasıla örneği	125
Çizelge 5.7. Şişelerin çatlamaya karşı dayanım sonuçları	127
Çizelge 5.8. Örnek için frekans dağılımı	127
Çizelge 5.9. Cp ile milyonda hata sayısı arasındaki ilişki	129
Çizelge 5.10. Verilerin bir çetele şeklinde düzenlenmesi	139
Çizelge 5.11. Hata tipleri ile İlgili bilgiler	144
Çizelge 5.12. Pareto grafiği için veri çizelgesi	144
Çizelge 5.13. Hata olasılığının değerlendirilmesi	149
Çizelge 5.14. Hata türü ve etkileri analizi formu	151
Çizelge 5.15. Şiddet değerlendirme kriterleri	152
Çizelge 5.16. Tek yönlü varyans analizi	153
Çizelge 5.17. Üç yumurta tipinin pandispanya kabarma oranı değerleri	154

Çizelge 5.18. GİKT değerini bulmak için yapılan hesaplamalar	155
Çizelge 5.19. Pandispanya kabarma oranı için tek yönlü varyans analizi sonucu	156
Çizelge 6.1. Gıda kalite kontrol alanından kullanılan istatistiksel teknikler	162
Çizelge 6.2. Sigma dönüştürme çizelgesi	165
Çizelge 6.3. Kalitesizlik maliyeti, süreç yeterliliği ve sigma seviyesi arasındaki ilişki	167
Çizelge 6.4. Dondurulmuş sebze üretiminde kritik kontrol noktalarını içeren HACCP planı	169
Çizelge 6.5. Beyin fırtınası tekniği sonuçları	171
Çizelge 6.6. Hata türlerine göre 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı üretimindeki hata sayıları	177
Çizelge 6.7. Profiterol üretimindeki hataların olası faktörleri	178
Çizelge 6.8. Sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi	178
Çizelge 6.9. Profiterol üretimindeki hata faktörlerinin regresyon analizi sonuçları	179
Çizelge 6.10. Profiterol üretimindeki hata faktörlerinin varyans analizi sonuçları	179
Çizelge 6.11. İyileştirilen sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi	182
Çizelge 6.12. İyileştirme öncesi ve sonrası sigma seviyesindeki fark.....	187

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kalitenin Tarihi Seyri Grafiği	13
Şekil 1.2. Deming'in PUKÖ döngüsü	23
Şekil 1.3. Kaizen gelişme ile klasik gelişme yaklaşımı grafiği	34
Şekil 1.4. Toplam Kalite Yönetiminde kalite maliyet ilişkisi grafiği	35
Şekil 1.5. ISO 9001:2008 Süreç Bazlı Kalite Yönetim Sistemi Modeli	41
Şekil 1.6. Üretim süreci örneği	45
Şekil 2.1 Gıda sanayini etkileyen faktörler ve tepkiler	48
Şekil 2.2. Gıda zincirinde iletişim örneği	62
Şekil 3.1. Tipik süreç akışı	68
Şekil 3.2. Altı Sigma süreç değişkenliği	73
Şekil 3.3. Eski ve yeni anlayışa göre sigma - hata oranı - maliyet ilişkisi	75
Şekil 3.4. Kalitenin değeri ve maliyeti	77
Şekil 3.5. Üç Sigma ile altı sigma arasındaki kazanç farkı	77
Şekil 3.6. Altı sigmaya doğru beklenen gelişim	78
Şekil 3.7. Üç sigmadan altı sigmaya hata sayısındaki değişim	79
Şekil 3.8. Altı sigma sisteminin kartopu etkisi	81
Şekil 4.1. Altı Sigma çalışmalarında oyuncular arasındaki ilişki grafiği	90
Şekil 4.2. Bir altı sigma proje - görev ilişkileri	96
Şekil 4.3. TÖAİK modeli yol haritası	97
Şekil 5.1. Üç sigma ve altı sigma'nın istatistiksel gösterimi	111
Şekil 5.2. 1,5 Sigma sapmalı normal dağılım	115
Şekil 5.3. Kazanç gösterimi grafiği	122
Şekil 5.4. Sabit spesifikasyon limitleri koşullarında C_p değerleri	128
Şekil 5.5. C_p ve C_{pk} endeks ilişkisi örneği	132
Şekil 5.6. Neden-sonuç diyagramı ana nedenler	137
Şekil 5.7. Neden-sonuç diyagramı grafiği	137
Şekil 5.8. Neden-sonuç diyagramı örneği	138
Şekil 5.9. Histogram grafiği	139
Şekil 5.10. Statgraphic bilgisayar programı ile histogram ve dağılım eğrisi	140
Şekil 5.11. Pareto Grafiği Örneği	144

Şekil 5.12. Kalite evi grafiği	147
Şekil 5.13. Değişik durumlar için serpilme diyagramları	157
Şekil 5.14. Shewhart kontrol kartı formatı	158
Şekil 6.1. Süreç Yeterliliği Kontrol Grafiği	163
Şekil 6.2. Sürecin Ortalama Başarı Oranı	168
Şekil 6.3. Altı Sigma Performansındaki Üretim Süreci	168
Şekil 6.4. Profiterol Topu Üretim Süreci	174
Şekil 6.5. Hata türlerine göre 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı üretimindeki hata sayıları	177
Şekil 6.6. Likit yumurtanın depolama sıcaklığı ile mikrobiyolojik yük arasındaki ilişki	180
Şekil 6.7. İyileştirme öncesi ve sonrası kritik girdilere ait kontrol grafikleri	183
Şekil 6.8. İyileştirme öncesi ve sonrası bekletme süresi değişkeni süreç yeterliliği.....	184
Şekil 6.9. İyileştirme öncesi ve sonrası fırın içi sıcaklık değişkeni süreç yeterliliği.....	185
Şekil 6.10. İyileştirme öncesi ve sonrası likit yumurta depolama sıcaklığı değişkeni süreç yeterliliği.....	186

GİRİŞ

İnsanların yeme ve içmesi ile ilgili vazgeçilemez ve değiştirilemez tüketim ürünlerini sunmakta olan, çok sayıda bitkisel veya hayvansal üründen oluşan hammaddeleri çiftçilerden ya da ürün toplama merkezlerinden toplayan ve ülke bütününde ürünlerini dağıtacak biçimde örgütlenmiş olan gıda sanayii, özellikle 1980' li yıllardan sonra, Türkiye' de de hızlı bir gelişme göstermeye başlamıştır. Günümüzde ülkeler arasındaki ekonomik, siyasi, sosyal ilişkilerin yaygınlaşması ve gelişmesi ile birlikte ortaya çıkan ve küreselleşme olarak ifade edilen süreç, her alanda olduğu gibi etkisini gıda sanayiinde de göstermektedir. Küreselleşmenin sonucu olarak iletişim ve bilgi teknolojisinde ilerlemeler gıda sanayiinde yeniliklere neden olmaktadır. Bir yandan yaşanan bu gelişmeler sonucu gıda kalitesi ve güvenliği bilincinin tüketicilerde daha yaygın hale gelmesi, diğer yandan ulusal gıda mevzuatlarının uluslararası gıda ticaretinde engel oluşturmaması için uyumlu hale getirilmesi, gıda firmalarında kaliteyi küreselleşme sürecinde ön plana çıkarmaktadır.

Kalite, firmaların yaşamlarını devam ettirebilmeleri, dünya piyasalarına açılabilmesi, diğer firmaların sunmuş oldukları ürünlerin ve yerine getirdikleri hizmetlerin rekabetinden korunabilmesi ve dünya pazarlarında daha fazla pay alabilmesi açısından önem taşımaktadır. Türkiye' nin Avrupa Birliği ile olan ilişkileri de düşünüldüğünde kaliteli üretimin ne derece önemli hale geldiği kolayca anlaşılabilir. Bu yönüyle kalite kavramı bir firmada çalışan tüm personeli ilgilendiren bir konu olduğu gibi aynı zamanda tedarik ve pazarlama aşamasında da firmaları bilinçli ve dikkatli olmaya zorlamakta, böylece üretim ve pazarlama zinciri içerisinde de kalitenin ön plana çıkmasına neden olmaktadır. Artan dünya nüfusu da göz önüne alındığında bu nüfusun sağlıklı bir şekilde beslenebilmesi ancak güvenli gıdaların üretilmesiyle mümkün olmaktadır. Gerek insan sağlığı için gıda güvenliği kalitesinin sağlanması, gerekse düşük maliyette ve yüksek verimlikte üretimin yapılabilmesi ancak Toplam Kalite Yönetimi bilincinin tüm gıda işletmelerine yerleştirilmesi ile gerçekleştirilebilir. Toplam Kalite Yönetiminin sürekli gelişme ve iyileşmeye yönelik özelliği nedeniyle ayrıcalığı bulunmaktadır. Bu nedenle, bir yöntemin ya da yaklaşımın toplam kalite yönetiminin yerini almasını savunmak, hiç de kolay değildir. Yeni uygulamaların başında Altı Sigma olarak bilinen kalite yaklaşımı gelmektedir. Dünya' da ve yeni yeni Türkiye' de Altı Sigmayı uygulayan firmalar

incelendiğinde, bu kuruluşların Toplam Kalite Yönetimi üzerine 15-20 yıldır çalıştıkları ve bu çalışmaların doğal bir uzantısı olarak Altı Sigma yaklaşımını belirli düzeylerde uygulamaya geçirdikleri görülmektedir.

Hem sanayi hem de hizmet sektörü için oldukça yeni bir çalışma sistemi olan Altı Sigma metodolojisi, gıda sanayiinde de uygulanmaya başlanmaktadır. Özellikle katma değeri yüksek olan ve gıda güvenliği açısından yüksek risk taşıyan mamullerin üretimini gerçekleştiren firmalar, rekabet edebilir ürün fiyatları ile gıda güvenliğini garanti altına almak durumundadır. Bunun başarılabilmesi için bir yandan tüm süreçlerde yaşanan değişkenliğin, işlem sürelerinin ve maliyetlerin olabildiğince düşürülmesi bir yandan da gıda güvenliği yönetim sistemi olarak bilinen HACCP (Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizi-Hazard Analysis and Critical Control Point) sisteminin o firmada uygulanıyor olması gerekmektedir. Bu gereksinimlerin yerine getirilmesi için gıda işletmelerinin bir teknoloji geleneğine sahip olması gerekmektedir. Altı Sigma yaklaşımının bu geleneğin sağlanmasına yardımcı olabileceği bilimsel çevrelerce öngörülmektedir. Öte yandan gıda güvenliği alanında yaşanan gelişmeler ve uluslararası gıda ticaretinde Dünya Ticaret Örgütü' nün anlaşmalarına göre şekillenen standartların birer teknik engelle dönüşmesi, gıda işletmelerinde ürün ve süreç iyileştirmelerine verilen önemi arttırmaktadır. Bu nedenle gıda sanayi, dünyada istatistiksel araçları kullanan en ileri ve deneyimli sektörlerin başında gelmektedir. Özellikle büyük ölçekli gıda firmalarında, istatistiksel yöntemlerin yoğun olarak kullanıldığı Altı Sigma sisteminin, Toplam Kalite Yönetimi çatısı altında uygulanması giderek yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, uluslararası gıda ticareti yapmayı hedefleyen işletmelerin, iş mükemmelliğini yakalayabilme ve dünya ölçeğinde bir rekabet gücüne sahip olabilme çabasında Altı Sigma Yönetim sistemini kendi işletmelerine uyarlaması, gıda alt sektöründen seçilecek örneklerle uygulamalı olarak ele alınacak ve elde edilen sonuçlar irdelenecektir.

Türkiye'de gıda sanayiine yönelik olarak Altı Sigma ile ilgili olarak yapılmış uygulamaya dönük herhangi bir yayına ya da makaleye rastlanılmamakla birlikte diğer sektörlerde uygulamanın yaygınlaşması sonucunda konu ile ilgili çeşitli çalışmalar hazırlanmaya başlanmıştır. Dünyada ise Altı Sigma Yönetim Sistemi, hatanın kalite maliyetlerine etkisinin fazla olduğu, katma değeri yüksek sektörlerde yaygın bir şekilde

uygulanmaktadır. Altı Sigma veya gıda sanayiinde uygulanan farklı kalite sistemleri ile ilgili çalışmaların bulguları özet olarak, yayın tarihi esas alınarak incelenmiştir.

KAYNAK ÖZETLERİ

Graphenteen (2003), “A Study in the Application of Six Sigma Process Improvement Methodology to a Transactional Process” adlı yüksek lisans tezinde Altı Sigma sistemi ile ilgili genel bilgiler verilerek Altı Sigma sisteminin üç modelinden biri ve en önemli aracı olan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control- Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir, Kontrol et) modeli üzerinde durularak, DMAIC Altı Sigma süreç iyileştirmesi projesi analizlerle birlikte uygulanmaya çalışılmıştır. Sürecin tanımlanmasında süreç haritalama, sürecin ölçümünde neden-sonuç matrisi, süreç analizinde hata türü ve etkileri analizi ve deney tasarımı, süreç kontrolde ise süreç yeterliliği analizi yapılmıştır.

Gürsakal ve Oğuzlar (2003), “Altı Sigma” adlı çalışmasında Toplam Kalite Yönetiminden Altı Sigma’ ya doğru yaşanan değişim değerlendirilmiş ve yoğun olarak istatistiğin kullanıldığı vurgulanarak Altı Sigma sisteminin tanımları, içeriği, temel adımları, organizasyonda kullanılan roller, ilgili kavramlar ve dağılımlar, Cp ve Cpk değerleri, hata türü ve etkileri analizi, neden-sonuç matrisi, kalite fonksiyonu dağılımı gibi ölçümler üzerinde durularak istatistiksel süreç kontrolü ve deney tasarımlarının MINITAB programı yardımıyla uygulanmasının nasıl yapılacağı hakkında bilgiler verilmiştir.

Jarvis (2003), “Food Quality and Six Sigma : A Path to Profits” adlı makalesinde Altı Sigma Kalite sisteminin müşteri memnuniyetini en üst seviyede yerine getirerek işletmenin karlılığını arttırdığını vurgulamaktadır. Yazar, Altı Sigma performansının gıda sanayiinin birçok alanında, özellikle kimyasal ve biyolojik açıdan yüksek risk taşıyan ürün gruplarında uygulanabileceğini ifade etmektedir. Gerek gıda güvenliği açısından riskli üretim süreçlerinde yapılacak iyileştirmelerin, gerekse hatasızlığa yönelik diğer düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gizli fabrika olarak nitelendirilen, işletmeler için katma değer yaratmayan, işlerin yaratacağı, bir başka deyişle kalitesizlik maliyetlerini düşüreceği ve buna paralel olarak karlılıkta yaşanan değişim üzerinde durulmaktadır.

Lynch ve ark. (2003), “How to scope DMAIC Project” adlı makalesinde bir Altı Sigma projesinde bilinmeyen çözümler için Kara Kuşaklar, bilinen çözümler için proje yöneticilerinin birlikte hareket etmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Projelerde gelişimi izlemek için kullanılan ölçümlerin sayılabilir olması üzerinde durulmuş, $y = f(x)$ fonksiyonu ile örnek bir sürecin girdileri ve çıktısı oluşturulmuştur. Yazar, örnek DMAIC modelinde süreçteki birçok girdi ile 3-4 tane çıktıyı fonksiyonel olarak ilişkilendirmiş ve böylece süreci baştan sona izlenebilir ve ölçülebilir hale getirerek bir DMAIC projesinin nasıl olması gerektiği sorusuna yanıt aramıştır.

Pyzdek (2003), “The Six Sigma Project Planner” adlı çalışmasında bir Altı Sigma projesinin nasıl planlanması gerektiği ve Altı Sigma sisteminin organizasyon yapısı üzerinde durularak, DMAIC Altı Sigma süreç iyileştirmesi projesi adım adım anlatılmıştır. DMAIC projesinde yer alan tüm doküman ve akış şemaları açıklanarak MINITAB programı yardımıyla analizlerin bazıları yapılmış, örneklerle bir Altı Sigma projesi başından sonuna kadar ele alınmıştır.

Çetin ve ark. (2002), “Hammadde Tedarik Zincirinde Kalite Uygulamalarının Firma Faaliyet Sonuçlarına Etkileri” adlı makalesinde incelenen firmaların hemen hepsinin hammadde seçiminde ve tedarikinde oldukça titiz davrandıkları ve bu şekilde gerek mamul kalitesi gerekse maliyetlerde yaşanan değişimler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İncelenen firmaların hammadde seçim ve tedarik aşamasına ilişkin uygulamaları değerlendirilerek, hammadde seçimindeki itinalı davranmanın ve tedarik uygulamalarındaki hataların firma içi ürün işleme maliyetlerinde % 1-10 arasında düşümlere neden olduğu gösterilmiştir. Firmaların hammadde temininde sağladıkları olumlu gelişmelerin mamul kalitesinin yanı sıra mamulün pazara giriş ve yer alışında da kolaylıklar ve avantajlar sağladığı ifade edilmektedir.

Tylutki ve Fox (2002), “Moving Toward Six Sigma” adlı çalışmasında süt sığırcılığı yapan bir işletmede süt üretim maliyetine en büyük etkiyi yapan yemleme sistemine Altı Sigma DMAIC süreç iyileştirmesi modelini uyarlamıştır. Yazar, DMAIC projesinde sorunu, inek başına süt çıktısında yaşanan düşüş, amacı ise yemleme sisteminde değişkenliğe yol açan kaynakların belirlenip azaltılmasını sağlamak olarak belirlemiştir. Modelin iyileştirme ayağında ise satın alınan konsantre yemlerin ve katkı maddelerinin istenilen kriterde olmasını sağlamak için onaylı tedarikçi listesi yeniden oluşturmak, örnekleme hatasını azaltmak için standart işlem prosedürü oluşturmak, hızlı

kuru madde tayini yöntemlerini geliştirmek, yem formülasyonları hazırlanırken ne tür ve ne kadar yemin karışımında kullanılacağını belirlemek için bir yazılım oluşturmak gibi kararlar alınmıştır.

Çetin ve ark. (2001), “Su Ürünleri İşleme Sanayiinde Kalite Uygulamalarının İşletme Faaliyetlerine Yansımaları: Güney Marmara Bölgesi Firmaları Örneği” adlı çalışmasında incelenen firmaların önemli bir bölümünün gıda güvenliğinin sağlanması bakımından kalite güvence sistemleri uygulamalarının önemini bilincinde olduğu üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda su ürünleri işleme tesislerinde en önemli kalite uygulama sistemi olarak HACCP sisteminin görüldüğü ve söz konusu sistemin işletmelere uyarlamasında zaman, harcama ve eğitim gibi işlevleri nedeniyle güçlüklerin yaşanabileceği bununla birlikte belirli kapasite büyüklüğüne ulaşmış firmaların bu kalite sistemini uyguladığı anlatılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre firmalarda HACCP sistemini uygulamanın oldukça yüksek yatırım giderlerine neden olduğu ancak özellikle dış piyasalarda buldukları iyi ürün fiyatlarının arzulan kalitede mamule ulaşmak için yaptıkları giderleri rahatlıkla karşıladığı ifade edilmektedir.

Topal (2001), “Gıda Endüstrisinde Risk Yönetim Sistemi:HACCP ve Uygulamaları” adlı çalışmasında öncelikle Türk gıda endüstrisinin hızlı geliştiğini ve bu gelişmenin daha da ileri götürülmesinin kalite yönetim sistemlerinin firmalar tarafından uygulanması ile gerçekleşebileceğini vurgulamıştır. Gümrük Birliği çerçevesinde Türkiye’yi iç ve dış pazarlarda önemli piyasa rekabeti koşulları beklemektedir. Bu boyuttaki bir rekabeti sürdürebilmek için güvenli, sağlıklı ve kaliteli gıdanın üretilmesi ancak modern teknolojileri uygulayan bir endüstriyel gelişim içinde olmakla gerçekleştirilebilir. Aksi halde gerekli rekabet gücünü bulamamaktan dolayı, çok uluslu gıda şirketlerinin ve diğer gelişmiş ülkelerin ürünleri piyasalarda egemenliklerini artıracaklardır. Bu nedenle gıda güvenliği ve kalite yönetim sistemleri tüm firmalar tarafından uygulanmalıdır. Özellikle Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizleri, Engeller Teknolojisi Kuramı, Belirleyici Mikrobiyoloji Kuramı, İyi Üretim Uygulamaları sistemleri günümüzde tek tek ya da kombineli şekilde gıda sanayiinde uygulandığı üzerinde durulmaktadır.

Ulusoy (2001), “Gıda Sektöründe Kalite Güvence Sistemleri ve Fayda-Masraf Analizleri” adlı doktora tezi çalışmasında gıda sanayiinde kullanılan kalite yönetim

sistemleri ve bu sistemlerle bütünleşmiş HACCP gibi gıda güvenliği yönetim sistemleri ayrıntılı olarak ele alınarak fayda masraf analizi yapılmıştır.

Pande ve ark. (2000), “The Six Sigma Way” adlı çalışmasında üretim ile dış dünya arasındaki duvarların yıkılmasının yanı sıra, şirketlerdeki bütün yaşamsal süreçler arasında iletişim ve koordinasyonun nasıl sağlanması gerektiği incelenmiştir. Bu anlamda yazar, iki temel öneri getirmektedir. Bunlardan birincisi sorunların çoğunun aslında üretim sorunu olmadığı gerçeğidir. Hem kendilerinin hem de işin diğer alanlarında çalışan insanların, üreticilerin çok önceden duydukları kuşku ve kaygıların veriler tarafından da doğrulandığını görmeleri, üretimde çalışanlar açısından son derece yararlı olduğundan bahsedilmektedir. İkincisi öneri ise üretimin bütün süreç içinde aktif bir katılımcı haline gelmesi gerektiği ile ilgilidir. Yani belirgin olmayan siparişlerin, son dakika değişikliklerinin, parça ve eleman yetersizliklerinin, mühendislik/tasarım hatalarının ve diğer etkenlerin müşteriye doğru ürünü tam zamanında sunma konusunda oynadığı rolün üretim sırasında yapılan hatalara kıyasla çok daha büyük olduğu ifade edilmektedir.

Josling (1999), “Globalization of the Food Industry and its Impact on Agricultural Trade Policy” adlı çalışmasında bazı gelişmekte olan ülkelerde ve endüstrileşmiş ülkelerde gıda sektörünün ekonomideki payının kabaca % 25 olduğunu ifade etmektedir. Günümüzde gıda zinciri yapısının hızla değiştiği vurgulanarak bu değişimin ilk olarak büyük firmalarda şirket birleşmeleri ve gıda güvenliği ile kendini gösterdiği üzerinde durulmuştur. Özellikle Novartis ve Monsanto firmalarının elinde bulundurduğu tohum sektörü gibi girdi endüstrilerinde bu değişim gerçekleşmektedir.

Pyzdek (1999), “The Value of Six Sigma, Quality Digest” adlı çalışmasında Altı Sigma yaklaşımında kullanılan en önemli ölçünün milyon olasılıkta hata sayısı (MOHS) olduğunu ifade ederek, firma için maliyet ve zaman arasındaki bağlantıyı kurmada ve hatanın hangi sıklıkta meydana geldiğini belirtmektedir. Tek bir süreçte ortaya çıkabilecek bütün hatalar listelenmekte, süreç sonunda veriler toplanmakta, hata sayısı, kontrol edilen parça sayısı ve hata fırsatları belirlenmektedir. Buna göre milyon olasılıkta hata sayısı formüle edilmektedir. Yazar, günümüz kalite anlayışıyla eski anlayışın karşılaştırmasını yaparak yaklaşık 4 σ seviyesinde yani % 99’ luk hatasızlığın artık işletmeler için yeterli olamayacağı görüşünü savunmaktadır. Günümüz kalite

anlayışında ise dünya ölçeğinde rekabet edebilir bir firmanın 3 σ ya da 4 σ seviyesinden 6 σ ' ya doğru yaşayacağı değişimler araştırılmıştır.

Snee (1999), “Why Should Statisticians Pay Attention to Six Sigma?” adlı makalesinde Altı Sigma metodolojisinin tanımı ve gelişimi Toplam Kalite Yönetiminden ayrılan yönleriyle birlikte karşılaştırmalı bir şekilde açıklanarak istatistiksel yöntemlerde yarattığı farklılıkların işletmelerdeki kalitesizlik maliyetleri üzerine etkilerini irdelemiştir.

Henderson ve ark. (1996), tarafından yapılan “Globalization of the Processed Foods Market” isimli araştırmasında Amerika Birleşik Devletleri’nde gıda sektörü ele alınmış, uluslararası işlenmiş gıda piyasalarında Amerika Birleşik Devletleri’ nin rolü anlatılarak küreselleşmenin etkileri üzerinde durulmuştur. Bu anlamda tüketici endüstri ilişkileri, sektördeki yabancı sermaye, küresel piyasalardaki uluslararası stratejiler, bölgesel ve çok taraflı ticari anlaşmalar, gıda endüstrisindeki standartlar ve düzenlemeler konularında kapsamlı açıklamalar yapılmıştır.

Merton (1996), “Statistical Quality Control for the Food Industry” adlı çalışmasında gıda sanayii kalite kontrol çalışmalarında kullanılan istatistiksel yöntemler açıklanmıştır. Yazar, Altı Sigma sistemi için önemli bir istatistiksel araç olan süreç yeterliliği analizinin gıda sanayindeki uygulamalarına yer vermiştir. Süreç yeterliliği, bir sürecin sağlayabildiği en az kalite değişkenliği olarak tanımlanmaktadır. Süreç yeterliliği analizinde üretimin istenilen spesifikasyonlarda yapılıp yapılmadığını ya da süreçlerin iyi çalışıp çalışmadığı rakamsal olarak ortaya konmakta ve süreç yeterliliğinin olası süreç yayılımının, gerçekleşen süreç yayılımına bölünmesiyle bulunduğunu, gıda sektörünün çeşitli alt dallarından örnekler yardımıyla açıklamaya çalışmıştır. Ayrıca gıda katkıları, ambalajlama, duyuşal değerlendirme, raf ömrü, sınıflandırma, yıkama, ısısal işlem, filtreleme, soğutma, şekil verme, ambalaj güvenilirliği, doldurma, kodlama, görünüm ve laboratuvar analizleri gibi konularda hangi istatistiksel tekniklerin kullanılabileceği üzerinde durulmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Altı Sigma yönetim sisteminde üç temel metodoloji kullanılmaktadır. Bunlar Süreç İyileştirmesi (DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control), Yeniden Tasarım (DMADV - Define, Measure, Analyze, re-Design, Verify) ve Süreç Tasarımı (DFSS - Design For Six Sigma) modelleridir.

Bu çalışmada Altı Sigma sistemi ve yöntemleri ayrıntılı bir şekilde tanıtıldıktan sonra gıda sanayiinde sistemin bir alt dalına DMAIC süreç iyileştirme modeli uyarlanacaktır. Bu model, W.Edwards Deming'in PUKÖ – Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al döngüsüne dayanmakta olup aşağıda Altı Sigma Organizasyonlarında yaygın olarak kullanılan DMAIC – Tanımla, Ölç, Analiz, Geliştir ve Kontrol Et modeli ayrıntılandırılmıştır. Tanımlama aşamasında amaç ve kapsam tanımlanır. Süreç ve müşteri hakkında bilgi toplanır. Seçilen ve tanımlanan modelde daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması önemlidir. Bu aşamanın çıktısı, planlanan iyileştirmenin ayrıntılı tanımı, müşteri için önemli olan faktörlerin listesi ve üzerinde çalışılacak sürecin akış diyagramı olarak açıklanabilir.

İkinci aşamada mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler toplanır. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek mümkün değildir. Bu nedenle ölçümler için yüksek öncelikli gereksinimlerle ilişkisi olan veriye ulaşılma önem kazanmaktadır. Bu aşamanın çıktısı, sürecin mevcut performansı, sorunun oluşumunu açıklayan veriler, sorunun daha özel ve detaylı bir tanımıdır.

Analiz etme aşamanın amacı ise problemin asıl nedenlerini tanımlamak ve bunların nedenlerini doğrulamaktır. Dolayısıyla bu aşamanın çıktısı test edilen ve doğrulanan bir hipotez olmaktadır. Bu aşamada doğrulanan neden ya da nedenler bir sonraki aşamanın girdisini oluşturmaktadır. Kullanılacak araçlar, hata türü ve etkileri analizi, çok değişkenli analiz ve deney tasarımı olacaktır. Bu basamakta problemin temel nedenlerini ortadan kaldırabilecek çözümler denenecek ve uygulamaya konulacaktır. Bu çözümler daha iyi bir tahmini, daha iyi bir programlamayı, daha iyi bir prosedürü ya da daha iyi bir ekipmanı içerebilir. Bu aşamada ayrıca sonuçların bir sonraki aşamada nasıl değerlendirileceğini açıklayan bir plan oluşturulacaktır.

Son aşama olan kontrol aşamanın amacı ise uygulanan iyileştirme planını ve elde edilen sonuçları değerlendirmek ve elde edilen kazançların sürdürülmesi ve artırılması için yapılması gerekenleri ortaya koymaktır. Son aşamanın çıktıları, iyileştirmeye konu olan sürecin son durumu, iyileştirme sonucu sağlanan kazançlar, iyileştirme sonucu ortaya çıkan fırsatlar ve tavsiyelerdir.

1. KALİTE KAVRAMI VE TOPLAM KALİTE

Son yıllarda slogan haline gelen kalite kavramı çok değişik şekillerde kullanılmakta ve zaman zaman da yanlış anlamalara neden olmaktadır. Bunun için bu bölümde ilk önce kalite kavramı üzerinde durulacaktır.

1.1. Kalite Kavramı ve Önemi

Kalite kelimesi Latince nasıl oluştuğu anlamına gelen “Qualis” kelimesinden türemiş ve “Qualitas” kelimesiyle ifade edilmiştir.¹ Esasta kalite sözcüğü hangi ürün ve hizmet için kullanılıyorsa, onun gerçekte ne olduğunu belli etmek amacını taşımaktadır. Kalite, genel olarak günlük konuşmalarda üstünlüğü ve iyiliği, diğer bir deyişle kaliteye konu olan ürün ve hizmetin iyi niteliklerinin olduğunu belirtir. Bu bakımdan da kalite, subjektif (kişisel) değerleri içermektedir. Ancak subjektif değerlendirmelerden oluşan kalite anlayışı ülkeden ülkeye, yaşam düzeyi, zevk, gelenekler, toplumsal yapı, eğitim gibi çok sayıda faktörlerin etkisi altında değişik yapı göstermektedir. Bu nedenlerle tüketicinin ürün ve hizmetler için kullandıkları kalite kelimesinin ifade edeceği anlamlar da farklı olabilmektedir. Bu bakımdan herhangi bir ürünün üretiminde tüketicinin arayacağı niteliklerin göz önüne alınması gerekir.² Kalite ne demektir? Literatür araştırıldığında görülmektedir ki kalite kavramının değişik tanımları bulunmaktadır. Bazı kalite önderlerinin kalite ile ilgili değişik tanımları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Kotler’ e (1996) göre kalite, ürünün müşteriler tarafından değinilen veya ima edilen istekleri karşılayabilme yeteneğine sahip niteliklerin toplamıdır.³
- Juran’ a (1992) göre kalite, tüketicinin istediği estetik, dayanıklılık, güvenilirlik vb. gibi özelliklere sahip ve hatalardan arındırılmış ürünlerin kullanım amacına uygunluğudur.⁴
- Garvin’ e (1986) göre kalite, müşterilerin şikayetlerini önleme değil, müşterileri memnun edebilmenin bir aracı olarak görülebilir.⁵

1. <http://www.igeme.org.tr/TUR/pratik/kalite.pdf>

2. Stephen George – Arnold Weimerskirch; Total Quality Management: Strategies and Techniques Proven at Today’s Most Successful Companies, John Wiley and Sons Inc., New York, 1996, s.6.

3. Philip Kotler; Marketing Management, 8th.Edition, Prentice-Hall, Englewood, Cliffs, N.J., 1996, s.56.

4. Joseph M. Juran; Juran on Quality by Design, The Free Press, New York, 1992, s.12.

5. David A. Garvin; Competing on the Eight Dimensions of Quality, Harvard Business Review, November, 1987, ss.23-35.

• Ishikawa' ya (1995) göre dar anlamda kalite, ürün kalitesi demektir. Geniş anlamda kalite, iş kalitesi, hizmet kalitesi, iletişim kalitesi, proses kalitesi, işçiler, mühendisler, idareciler ve yöneticiler dahil insan kalitesi, sistem kalitesi, firma kalitesi, hedeflerin kalitesidir.¹

• Taguchi'ye (1985) göre ise kalite, ürünün sevkiyatından sonra toplumda neden olduğu minimum zarardır.²

Diğer taraftan kalite gurularından Deming, kaliteyi değişkenliğin azaltılması olarak görür ve hataların sıfırlanmasıyla kalitenin sağlanabileceğini düşünür. Crosby ise kaliteyi “spesifikasyonlara uygunluk” olarak tanımlar. Başka bir deyişle, kalite hatasız üretimdir veya spesifikasyonlara yüzde yüz uyumdur.³

Zaman içinde, birbirinden farklı birçok şekilde tanımlanan kalitenin en fazla kullanılan birkaç tanımı, şu şekilde sıralanabilir:⁴

- Kalite, bir ürün ya da hizmetin değeridir.
- Kalite, önceden belirlenmiş bulunan özelliklere uygunluktur.
- Kalite, ihtiyaçlara uygunluktur.
- Kalite, kullanıma uygunluktur.
- Kalite, eksiklerden kaçınmaktır.
- Kalite, müşteri beklentilerini karşılamak veya onların ilerisine geçmektir.

Günümüzde işletmecilikte; yoğun rekabet şartları altında mal ve hizmetlerin kalitesinin sürekli olarak geliştirilmesi zorunluluğu bulunmaktadır. İşletme yöneticilerikaliteyle ilgili önlem almaz ve kusurlu malları piyasaya sürerse, işletme başta prestij kaybı ve satışların azalması gibi birçok kayıpla karşılaşabileceklerdir.

İşletmeler açısından kalitenin amacı ve önemi iki ana başlık altında toplanabilir. Üretim işlemleri sonucunda ortaya çıkan hurda, fire ve atık oranı azalacak, mallar üzerinde yeniden düzeltme işlemleri yapılması ortadan kalkacaktır. Bunun sonucunda

1. Kaoru Ishikawa; Toplam Kalite Kontrol, KalDer Yayınları, İstanbul, 1995, s.47.

2. Louis Robert Flood; Beyond TQM, John Wiley and Sons, West Sussex, England, 1993, s.31.

3. Robert W. Hoyer; What is Quality: Learn how each of eight well-known gurus answers this question, Quality Progress, July 2001, ss.53-62.

4. Muhittin Şimşek; Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2004, s.6.

üretimde daha az duraklama olacak, daha yüksek bir üretim hızına erişilecek ve çalışanların işlerini daha çok sevmeleri sağlanabilecektir. (Tekin 2004)

Kaliteli üretimle müşteri beklenti ve taleplerinin tam olarak karşılanması ile müşteri kaybının olmaması sonucu müşteri sayısı, satışların ve karın artması sağlanabilecektir. Kalite sınırları devamlı genişleyen bir kavramdır. Teknoloji, değişen koşullar, ihtiyaçlar kaliteye değişik boyutlar getirmektedir. Kalite niteliği bakımından dinamik bir özellik taşımakta, tüketici ihtiyaçlarına paralel olarak gelişmekte ve değişmektedir. Veri toplamak suretiyle üretici, yeni teknikler ve yeni örgütlenme yolları geliştirerek aynı maliyetle daha yüksek kalitede üretmek ve tüketicinin kaliteye yönelik taleplerini yerine getirmek durumundadır. Üreticilerin birçoğu için düşük kalitenin kârlılık üzerine olumsuz etki yapması gerçeği ortadadır. Düşük kalite, imalatçı için hataları bulma ve düzeltmedeki maliyet demektir. Bazen bu maliyetler büyük boyutlara ulaşabilmektedir. Ayrıca düşük kalitenin alıcılardaki güven kaybından dolayı ürünün piyasa payının azalmasına neden olacağı da açıktır.¹

İçinde bulunduğumuz yüzyılda ortaya çıkmış olan değişik kalite tanımları, aslında kalitenin çok boyutlu olmasından kaynaklanmaktadır. 1984 yılında D. Garvin, kalitenin sekiz boyutunu ya da unsurları aşağıdaki gibi tanımlamıştır;

Performans: Ürün veya hizmette bulunması gereken birinci dereceden önemlilik arz eden karakteristikler. Bu karakteristikler her ürün ve hizmette farklı özelliğe sahiptir. Bazılarında şekil, boyut ve kimyasal bir özellik olabildiği gibi bazılarında ise mekanik veya fiziki bir özellik olabilmektedir.

Diğer unsurlar: Ürün ve hizmette çekiciliği sağlayan ikinci dereceden önemlilik gösteren karakteristikler. Bunların mutlaka bulunması gereken asıl unsurlar olmayıp daha etkili sonuçların meydana gelmesini sağlayan unsurlardır.

1. <http://www.igeme.org.tr/TUR/pratik/kalite.pdf>

Uygunluk: Ürün veya hizmetin belirlenen standartları karşılama seviyesidir. Klasik yönetim yaklaşımı "uygunluğu", önceden tespit edilen tolerans limitleri içinde şartları karşılamakta olup %95 ve yukarısı yüksek kalitenin göstergesi olabilir. Toplam Kalite anlayışında ise standarttan her bir sapma, kayıp olarak nitelendirilir.

Daha sonraki bölümlerde uygunluk ve standart sapma konuları ayrıntılı bir şekilde ele alınacak ise de % 95 ve üstü başarılar altı sigma yaklaşımında başarı değil başarısızlık olarak görülmektedir. Başarı oranları, yeni anlayışta yüzde değil on binde, yüz binde, hatta milyonda ortaya çıkan uygunsuzluklar olarak hedeflenmektedir.¹

Güvenilirlik: Ürünün kullanım ömrü içerisindeki performans özelliklerinin sürekliliğidir. Bir başka deyişle ürünün kullanım ömrü boyunca kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilmesidir.

Dayanıklılık: Ürünün kullanılabilirlik özelliğidir veya üründe kullanım ömrünün uzunluğu olarak da düşünülebilir. Aynı fiyatlar sahip ürünlerdeki tercih, daha uzun süre hizmet edebilecek ürünler yönünde olacaktır.

Hizmet görürlük: Ürüne ilişkin problem ve şikâyetlerin kolay çözülebilirliğidir. Satış sonrası hizmetler olarak bilinen ürünün servis ve bakımları müşteri memnuniyeti açısından son derece önem arz etmektedir.

Estetik: Ürünün albenisi ve duylara seslenebilme yeterliliğidir. Ürünün ambalajı, rengi ve şekli gibi özellikler ürünün performansını doğrudan etkilememekle birlikte tüketicinin hislerine ve iç dünyasına hitap edebilen özelliklerdir. Örneğin bir gıda ürününün kalitesi ve güvenliğinden söz edilirken estetik özellikleri kalite ile halk sağlığı özellikleri ise gıda güvenliği ile ilgilidir.

İtibar: Ürünün ya da diğer üretim kalemlerinin geçmiş performansıdır. Bir başka deyişle tüketiciler her zaman ürünle ilgili bilgileri elde edemeyebilirler. Bu durumlarda ürünün, diğer tüketicilerin nazarında nasıl bir iz bıraktığını dikkate alır. Açıkça anlaşıldığı üzere kalitenin birçok boyutu bulunmakta ve ürün kalitesini de bu boyutlar belirlemektedir (Garvin 1984, Montgomery 1991).

1. <http://www.kaliteofisi.com/makale/makaleler.asp?makale=32>, 2008

1.2. Kalite Kavramının Tarihsel Gelişimi

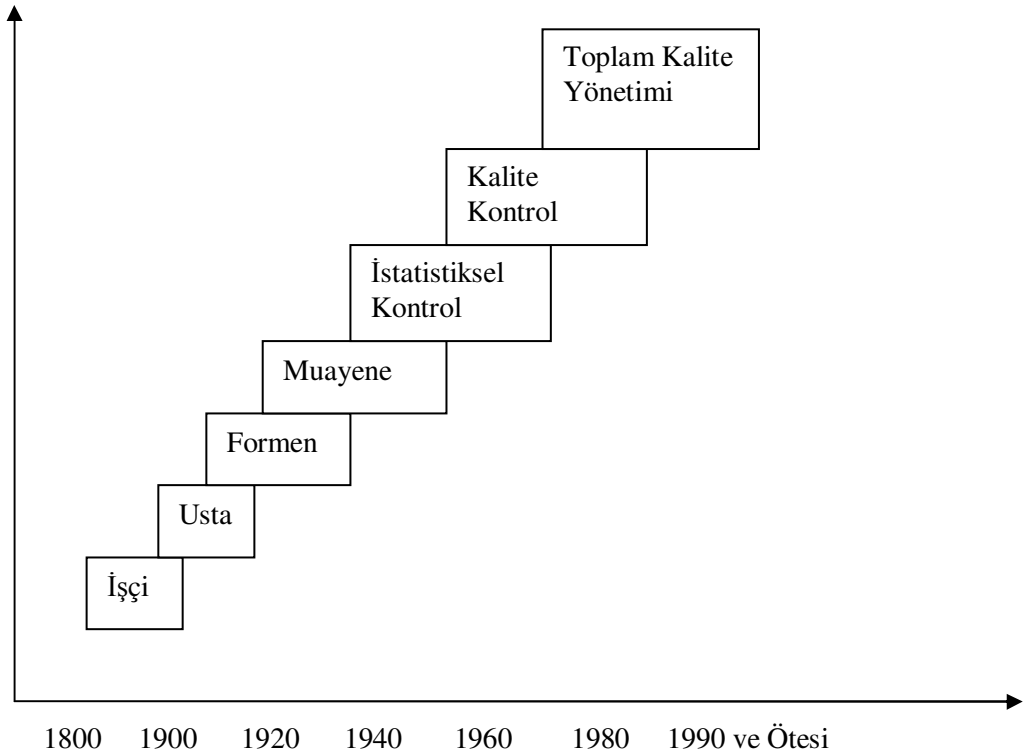
Dünyadaki ilk kalite çalışmaları insanoğlunun bir nesneyi çoğaltma isteği ile başlamıştır. İlk uygulamalar bir çekicin, bıçağın veya mızrağın ucundaki sivri taşın kötü bir kopyasını yapabilmek amacı ile gerçekleştirilirken, daha çok kullanım kolaylığı ve boyutsal yakınlık hedefleniyordu. Belirli bir boyuta yakın olarak kopyalanan, çoğaltılan bıçaklar, mızraklar kendilerinden beklenen fonksiyonları daha iyi yerine getirebiliyordu. Bu bağlamda, değişkenliklere ve kalitesizliğe karşı savaşının neredeyse kendi tarihi kadar eski olduğu söylenebilir.

Kalite ile ilgili ilk kayıtlar M.Ö. 215 yılına kadar uzanır. Ünlü Hamurabi Kanunları'nın 229. Maddesinde şu ifadeler “eğer bir inşaat ustası bir ev yapar ve yapılan ev yeterince sağlam olmayıp ev sahibinin üstüne çökerek ölümüne sebep olursa, o inşaat ustasının başı uçurulur” yer almaktadır. İlk dönemlerde kalite, özellikle mesleği elinde bulduran ustaların sorumluluğu altındaydı. Bunlar ürünün üretilmesinden, imalatından, hammaddesinden sorumluydular. Kendi tasarımlarını, kendileri müşteriye sunabiliyorlardı. Bu durumda kalitenin ne olması gerektiği adım adım belirlenmekteydi. Oysa teknolojik ürünlerin gelişmesi ve çok sayıda tüketiciye hitap etmesi ile birlikte üreticiyle alıcı arasında mesafe giderek açılmaya başlamıştır. Sürekli gelişim kaydeden kalitenin tarihi seyri sanayi devriminden sonraki yıllarda, işletmelerin daha da büyümesi, Taylor modelinin (Klasik model) gelişmesi ve otomasyona geçilmesiyle birlikte belirli spesifikasyonlar ve testler geliştirilmeye başlanmıştır (Anonim 1996).

Birinci Dünya Savaşı seri üretimi ortaya çıkarırken, artan üretim miktarı ve ürün çeşitliliği ile birlikte kalite kontrolde matematiksel yöntemlerin kullanılması bir zorunluluk oldu. Amerika'da Shewhart 1924 yılında Kontrol Çizelgelerini geliştirdi. Amerika'daki firmalar örnekleme metodunu kullanmaya başlarken, İngiltere'de Duding, elektrik endüstrisinde istatistiksel metotları uygulamaya koydu. İkinci Dünya Savaşı yıllarında imalatın artmasına bağımlı olarak istatistiksel kalite kontrol metotları geliştirildi ve bu şekilde de muayene maliyetlerinin düşürülmesine çalışıldı. Ancak bütün bunlara rağmen dünya savaşları nitelikli işgücünün yerini, yeterli endüstri kültürü almamış kişilere bırakılmasına sebep olmuştur.

Bu durumla eş zamanlı olarak savunma sanayii ve nükleer teknolojideki gelişmeler önce muayene faaliyetlerinin ve istatistiksel yöntemlerin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Fakat hata affetmeyen bu sektörler için muayene faaliyetleri yeterli güvence sağlamamış ve çıkar yol olarak başvurulan sıklaştırılmış muayene işlemleri ise yanlış uygulamalar neticesinde, mamul maliyetlerini artırmanın yanı sıra çözüm de olmamıştır.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında asıl gelişme Japonya’da yaşanmıştır. İstatistiksel kalite kontrol kavramı önce Deming, sonra da Juran tarafından ülkede tanıtılmıştır. Birçok eski yöneticiler işten çıkarılmış, yerlerine işletme içinden üretim ve planlama konusunda uzman insanlar getirilmiştir (Şimşek 2000). Bu kapsamda kalite kavramının tarihsel gelişimi Şekil 1.1.’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kalitenin Tarihi Seyri Grafiği

KAYNAK: A.V. Feigebaum; Total Quality Control, 3. Edition, Mc Graw-Hill Book Company, Singapore, 1986, S.16

1.3. Kalite Bileşenleri

Kalitenin boyutlarından da anlaşılacağı gibi, kalite mutlak anlamda “en iyi” demek değildir. Çok boyutluluğu, kaliteyi bir bileşim olarak ortaya çıkarmaktadır. Genişletilmiş süreçte kaliteyi iyileştirmek arzusunda olan yöneticilerin kalitenin aşağıdaki üç tipini göz önüne almaları gereklidir.

- Tasarım/Yeniden tasarım kalitesi
- Uygunluk kalitesi
- Performans kalitesi

Kalitenin bileşenleri olan tasarım kalitesi, uygunluk kalitesi ve performans kalitesi açıklanacaktır.

1.3.1. Tasarım kalitesi

Ürünün tüketici ihtiyacını karşılayabilme derecesine tasarım kalitesi denir. Tasarım kalitesi, müşteri araştırmaları ve hizmet/satış ziyaretleri ile başlar ve müşteriye tatmin edecek bir ürün/hizmet kavramının belirlenmesi ile sürdürülür. Daha sonra ürün/hizmet kavramı için spesifikasyonlar hazırlanır. Bir kuruluştaki müşteri ve tedarikçileri iki ayrı grupta değerlendirmek gerekir: Dış ve iç. Örneğin; satın alma, üretimin tedarikçisi; üretim, sevkiyatın tedarikçisi; sevkiyat ise üretimin tedarikçisi olarak değerlendirilmelidir.

Tasarım kalitesi, ürünün fiziksel yapısı ve özellikleri ile beraber tasarlanır. Boyut, ağırlık, hacim v.b. fiziksel nitelikler gibi tasarım kalitesi de ölçülerle belirlenir. Tasarım kalitesinin saptanmasında, biri kalite değeri, diğeri de kalite maliyetini oluşturan iki parasal faktör arasında en uygun noktanın bulunmasına çalışılır. Tüketici başlangıçta malın artan kalitesine değer verir, yani kalite karşılığında daha fazla para ödemeye hazırdır. Fakat kalite düzeyi, ihtiyacının üzerine çıkmaya başladığında aynı isteği göstermez. Dolayısıyla onun nazarında kalitenin değeri giderek düşer. Örneğin; ayakkabının bir veya iki yıl dayanıklı olması karşılığında fiyat farkına katlanılır. Fakat dayanıklılık süresi uzadıkça, artan fiyatı ödeyecek tüketici sayısı hızla azalır. Kalitenin maliyeti, tersine bir gelişme gösterir. Kalite derecesi arttıkça maliyetler hızla artar.

Genel bir kural olarak, yüksek kaliteli bir tasarımın oldukça yüksek bir maliyet getireceği söylenebilir. Bir ürün için en uygun tasarım kalitesi, kalitenin tüketici açısından değeri ile üreticiye olan maliyeti arasındaki ilişki ile ifade edilir.

1.3.2. Uygunluk kalitesi

Uygunluk kalitesi, bir işletme ve tedarikçilerinin, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan tasarım spesifikasyonlarının, ürünün kabulü için gerekli şartları belirten dokümanları karşılayabilmelerinin ölçüsüdür. İşletme, tasarım kalitesi çalışmaları ile ürün/hizmet spesifikasyonlarını belirledikten sonra, kalite çalışmalarını spesifikasyonları karşılama doğrultusunda yoğunlaştırarak, ürünün tüm kullanım süresi boyunca aynı performansa sahip olmasını sağlar.

Günümüzde kalite kontrol anlayışında temel prensip “kusurlu parçalar geçmez” kuralı yerine “ilk defada doğru imal et” kuralı işlemektedir. Bu nedenle uygunluk kalitesinin en düşük maliyette gerçekleşmesi, işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca uygunluk kalitesi gerçek ürünlerin, tasarım kalitesine ne kadar uyduğunun bir göstergesidir. Eğer tasarım kalitesiyle uygunluk kalitesi arasında bir farklılık varsa, bu durumda hatalı ve yeniden işlenecek mamuller vardır. Uygunluk kalitesi yükseldiği zaman maliyet düşer.

1.3.3. Performans kalitesi

Performans kalitesi, bir ürünün piyasada ne kadar iyi bir performans gösterdiği, yani müşteriler tarafından ne derece iyi algılandığı ve kabul edildiği konuları ile ilgilidir. Performans kalitesi, işletmenin ürün/hizmetlerinin pazardaki performans düzeylerinin müşteri araştırmaları, satış/hizmet analizleri ile belirlenmesidir. Bu çalışmalar; satış sonrası hizmet, bakım-güvenirlilik ve lojistik destek analizi ile müşterilerin neden işletmenin ürün/hizmetlerini satın almadıklarının araştırılmasını içerir. Performans kalitesi, doğrudan doğruya müşterinin ürünle ilgili düşünceleri ile tanımlanmaktadır. Bu konu ile ilgili bilgilerin firmaya iletilmesinde en önemli rol satış departmanına düşer (Gitlow 1984, Gözlu 1990, Bozkurt 1997).

Müşterinin ürün ile ilgili şikâyet ve önerileri gerek bu kanaldan, gerekse diğer kanallardan firmaya ulaştığı takdirde, kalite kontrolüne esas oluşturacak üç aşama olan tasarım, uygunluk ve performans tamamlanmış olacaktır.

1.4. Kalite Kontrol ve Gelişimi

Maliyet, finans, stok, satış, üretim konularında olduğu gibi kalite konusunda da kontrolün önemli bir yeri vardır. İşletmeler, mal ve hizmet üretimlerinde öncelikle belirli bir kalite hedefi oluşturup sonra bu hedefe ulaşmak için birçok aracı birlikte kullanarak, sonuca ulaşmaya çalışırlar. Günümüzde işletmeler, ürün kalitesini maksimum düzeyde gerçekleştirmek ve kaliteyi aynı seviyede ve hatta daha mükemmele ulaştırmak için birtakım faaliyetlerde bulunmaktadır.

Kaliteyi oluşturacak bu faaliyetler, kalite kontrol faaliyetleridir. Üretimi yapılan parça, ürün ve ünitelerden alınacak numunelerin incelenmesi suretiyle istenilen kalite seviyesine ulaşılması için yapılan işlemlere “kalite kontrol” denir. Kalite kontrol, aynı zamanda bir muayene, analiz ve tatbikat sistemidir.

Kalite kontrol, bir ürünün, tüketicisini tatmin etmesi ve onun beklentilerini en iyi biçimde karşılaması amacıyla, üretimin her aşamasında sürdürülen denetim işlemleridir. Kalite kontrol, üretimin planlaması aşamasında belirlenen kalite standartlarına üretim işlemleri boyunca, öncesinde ve sonrasında ne ölçüde uyulduğunun incelenmesi ve gözlenmesi olarak da tanımlanabilir. Ancak, kalite kontrol, yalnızca gözetleme, muayene ve ölçümleme işlemi olarak anlaşılmamalıdır. Modern anlamda kalite kontrol;

- Kaliteye ilişkin standartların ve ana ilkelerin üst yönetim düzeyinde belirlenmesi,
- Denetleme ve gözetleme işlemlerinin örgütlenmesi ve uygulanan yöntemlerin geliştirilmesi,
- Kalitenin bozulmasına ve planlanan kaliteye ulaşılmasını engelleyen koşulların ortadan kaldırılması,
- Kalite sorunları hakkında, işletmenin tüm birimlerine danışmanlık hizmetlerinin sağlanması çalışmalarını da kapsamaktadır. Kalite kontrol, işletme istatistiğinin hızla büyüyen bir kolu olmuştur. Bu yöntemin yararı açıkça görülmektedir.

Artan verimlilik: Standart dışı parçalar yeterince erken fark edilirse, üretim sürecindeki güçlükler önceden bilinirse, para ve zaman israfının önüne büyük ölçüde geçilmiş olur. Yöntemin başarıyla uygulanması sayesinde, işçilerin çabası ya da maliyet artmaksızın, yeterli kalitede ürünün üretim hacminde daha önceye göre artış sağlanır.

Artan satışlar: Ürünün kalitesi konusunda hak edilmiş iyi bir isim yapmanın rekabetçi pazar ortamında büyük bir üstünlük sağladığı herkesçe kabul edilmektedir. Böyle bir itibar genellikle güç kazanılır, ama bunun yokluğu çoğu sanayide ölümcül olur.

Artan kar: Azalan birim üretim maliyeti ile artan satışlar, kuşkusuz, şirketin zarar satırına yansır. Kalite kontrol yöntemlerinin bugün bu kadar tutulmasının nedeni kar getirmesidir (Tan ve Peşkircioğlu 1991)

Birinci Dünya Savaşının ortaya çıkardığı şartlar, imalat sistemini eskiye göre daha karmaşık hale getirmiş ve kalite kontrol faaliyetinin bu alanda uzmanlaşmış kişiler tarafından yerine getirilmesi zorunlu olmuştur. Bu aşama “muayene” olarak nitelendirilmektedir. Bu gelişmelerin sonucu olarak kalite kontrol işlemleri, üretim bölümünün sorumluluğundan ayrılarak bağımsız bir birim halinde işletme örgütü içinde yerini almıştır.

1924 yılında bir matematikçi olan Walter Shewhart, ilk kez Bell Laboratuvarlarında, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için bir yöntem olan istatistiksel kalite kontrol (İKK) kavramını gündeme getirdi. Daha sonra giderek yaygınlaşan kütle üretiminin kalite kontrol ihtiyaçlarını karşılamak üzere ABD, İngiltere gibi birçok endüstri ülkesinin fabrikalarında kullanılmaya ve yayılmaya başladı. Çünkü kütle üretiminde, miktarların çok yüksek olması %100 muayeneyi olanaksız kılmıştı. Örneklem yaparak, tüm üretim partisinin kalitesi hakkında istatistiksel çıkarım yapmaya yönelik olan İKK, gerçekten büyük faydalar sağladı. Bu dönemde muayenecilerin rolü değişti ve sayıları azaldı. Örneklem, kontrol şemaları gibi bazı istatistiksel araçları kullanarak kalite kontroldeki görevlerini devam ettirdiler. İKK uygulamalarının iyice kendini kabul ettirdiği dönem ise II. Dünya Savaşıdır. Savaşın, İKK ve bunun temelini oluşturan istatistik teorisi sayesinde kazanıldığı bile iddia edildi. Hatta bu yöntemler Nazi güçlerinin teslim olmasına kadar askeri bir sır olarak gizli tutuldu. Önceleri ürün kalitesinin kontrolüne ağırlık veren İKK, II. Dünya Savaşı sonrasında ise İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK) yönünde gelişmeye başladı.

1.4.1. Kalite kontrolünde istatistik yöntemlerin yeri ve önemi

Üzerinde çalışılan konu ile ilgili sayısal verilerin, doğru olarak toplanması, özetlenmesi, konuyu tanıttacak şekilde işlenmesi, bilinen faktörlere göre analizi, başka

verilerle ilişkilerinin tespiti ile sonuçların yorumlanması ve genelleştirilmesi için yapılan bütün işlemler “İstatistiksel Metotlar” olarak bilinir. Üretim yöntemlerinin ve ürün yapısının karmaşıklığı kaliteli ve tek düze ürün elde etme çabalarını büyük ölçüde engellemektedir. İstatistik bu sorunların çözümünde kullanılan temel bir araçtır. Büyük miktarlarda üretimler söz konusu olduğunda üretilen mamullerin kalitesini kontrol etmek ve muayene edilecek birimlerin miktarlarını belirlemek istatistik metotların kullanımı ile mümkün olmaktadır. İstatistik tekniklerin kullanımından önce verilerin doğru olarak toplanması gerekmektedir. Doğru veri toplanması ancak, istatistik konusunda eğitilmiş personelce, belirli bir sistemle, ölçüm hatası olmayan cihazlarla yapılabilir.

Kalite kontrol faaliyetlerinin yerine getirilmesinde, istatistiksel metotlardan yararlanılmaktadır ve kalitenin kontrol edilmesi ile ilgili olarak iki temel yaklaşım söz konusudur. Bunlardan birincisi, firmaya giren ve firmadan çıkan fiziksel maddelerin kontrol edilmesi, ikincisi ise çevrim veya dönüşüm faaliyetlerinin fiili olarak yürütüldüğü üretim veya imalat sürecinin kontrol edilmesidir. Bu yaklaşımların her ikisi de istatistiksel örnekleme tekniklerini kapsamaktadır.

Modern kalite kontrolün temelleri, 1920’lerden itibaren istatistiksel metotların sanayide kullanımı ile ortaya çıkmıştır. Bu yıllarda ilk olarak Shewhart, Dodge, Roming, Pearson gibi bilim adamları istatistiksel metotları, sanayide karşılaşılan kalite problemlerinin çözümünde kullanarak istatistiksel proses kontrolünün temelini atmışlardır. İstatistik birçok bilim dalında olduğu gibi kalite kontrolünde de temel bir yardımcı vazifesi görmektedir.

Üretim yöntemlerinin ve ürün yapısının karmaşıklığı, kaliteli ve tek düze ürün elde etme çabalarını büyük ölçüde engellemektedir. İstatistik, bu sorunların çözümünde kullanılan temel bir araçtır. Büyük miktarlarda üretim söz konusu olduğunda, üretilen mamullerin kalitesini kontrol etmek ve muayene edilecek birimlerin miktarını belirlemek, istatistiksel metotların kullanımı ile mümkün olmaktadır. Ayrıca kalite konusunda çalışan tüm personelin istatistik konusunda sistematik bir biçimde eğitilmeleri de zorunludur.

Japonların, dünya piyasalarında kalite konusunda yüksek rekabet gücüne sahip olabilmelerinin önemli nedenlerinden birisi, Japonların Batının takip ettiği geleneksel

düzeltilici kalite kontrol ve örnekleme yoluyla incelemeye daha az önem vermeleri, kaliteyi mamul ve imalat sürecine yerleştirmeleri ve bu amaçla istatistiksel yöntemleri etkin bir biçimde kullanmaları olmuştur. Bu şekilde gerektiği yerde uygun önlemleri almak daha kolay olmakta ve ekonomik açıdan da yarar sağlamaktadır (Newbold 2000).

1.4.2. Kalite kontrolde standartlar, spesifikasyonlar ve toleranslar

Bir işletmede kalite kontrolü, geniş kapsamlı faaliyetlerden oluşan bir fonksiyondur. Kalite kontrolde temel amaç, tüketicinin ihtiyaç ve isteklerini en ekonomik seviyede karşılayabilmek için işletmede kalitenin yaşatılması, geliştirilmesi ve korunmasına ilişkin çabaları koordine etmektir. Bütün bunları gerçeğeştirebilmek için, üretim sürecinde kaliteyi etkileyebilecek bazı araçlardan faydalanmak gerekir. Bu araçlardan en önemlileri; standartlar, spesifikasyonlar ve toleranslardır.

Standart; üretim, ölçme v.b. konularda önceden saptanmış olan kurallardır. Endüstri işletmelerinde çeşitli konularda oluşturulan standartlar tiplerine göre altı grupta toplanabilir.

Terminoloji standartları: Belirli bir konuda kavramlar arasında uyum sağlamak ve iletişimi kolaylaştırmak için oluşturulan tanım, terim ve simgelerdir.

Temel standartlar: Somut nesnelere sürekli olarak standartlaştırılmasında kullanılan temel veri, kavram ve yöntemleri belirleyen kurallardan oluşur.

Boyut standartları: Bir yapının tasarımı ile ilgili ölçü ve boyutları belirleyen standartlardır.

Çeşit standartları: Bir yapının değişik ölçülerden veya tasarım farklarından doğan, çeşitlerin sayısını belirleyip kısıtlayan standartlardır.

Performans standartları: Bir yapının tasarım aşamasında saptanan, işlevsel özelliklerini tanımlayan standartlardır.

Denetim ve deney standartları: Dayanıklılık, güvenilirlik, dirençlilik, performans v.b. özelliklerin doğruluk ve geçerliliğini saptamak amacı ile uygulanan denetim işlemleri veya deney yöntemlerini belirleyen kurallardır.

Spesifikasyon ise, bir işin nasıl yapılacağını belirten ayrıntılı talimat şeklinde tanımlanabilir. Spesifikasyon standartlaştırmada kullanılan bir araçtır. Daha açık bir

şekilde ifade edilirse spesifikasyonlar, standartlara göre daha dar kapsamlı ve standartların uygulamasında yardımcı olan araçlardır. Örneğin; yumurta üreticileri tarafından yumurta boyutları standardize edilmiştir. Belirli bir tip yumurtanın ölçüleri onun spesifikasyonunu gösterir.

Tolerans, belirli bir ürünün kalite özellikleriyle ilgili olarak ürün tasarımında öngörülen ve önceden belirlenen sınırlar içinde kabul edilebilen sapmalardır. Üretimin kalite yönüyle kontrol altında olup olmadığı, kalite kontrol grafikleri aracılığıyla önceden belirlenen toleranslara göre tespit edilmektedir (Gümüšoğlu 1996)

1.5. Toplam Kalite Kontrol

Kalite kontrolün tarihsel gelişimine bakıldığında, endüstri devriminin ilk dönemlerinde kalite kontrol faaliyetini işin sahibi olan kişinin yaptığını, daha sonraları ölçme yapan kişilerin kalite kontrolden sorumlu oldukları görülmektedir. Bu dönemlerdeki kalite kontrol anlayışı, muayene faaliyeti olarak algılanmış ve II. Dünya Savaşı'nın başlarına kadar o şekilde sürdürülmüştür. Daha sonraki şartlar, kaliteye daha fazla önem verilmesini ve kalite kontrol faaliyetlerinde bazı istatistiksel yöntemlerin yanı sıra insan gücünün de kalite çalışmalarına katılması gerektiği düşüncesi ile Toplam Kalite Kontrol (TKK) anlayışı yerleşmiştir.

Toplam Kalite Kontrolü (TKK), tüketici isteklerini en ekonomik düzeyde karşılamak amacıyla işletme içindeki pazarlama, mühendislik, imalat ve müşteri hizmetleri gibi çeşitli birimleri; kalitenin oluşması, yaşatılması ve geliştirilmesi yolundaki çabalarını birleştirip bu çabalar arasında eşgüdüm sağlayan etkili sistemdir.

TKK kavramı, Armand V. Feigenbaum tarafından ortaya atıldı. Feigenbaum, 1950'li yıllarda New York'taki General Electric kurmay merkezinde kalite kontrolden sorumlu firma yöneticisi olarak hizmet vermiştir. TKK ile ilgili makalesi, Industrial Quality Control'ün Mayıs 1957 sayısında yayımlandı. Bunu 1961'deki Total Quality Control: Engineering And Management adlı kitabı izlemiştir. Feigenbaum (1986), Toplam Kalite Kontrol kavramını şu şekilde tanımlamıştır, Toplam Kalite Kontrol bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kalite iyileştirme çabalarını müşteri tatminini de göz önünde tutarak, üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistemdir.

Toplam Kalite Kontrol'ün temel görevleri başlıca dört aşamada gerçekleşmektedir;

Yeni tasarım kontrolü: Tüketici ihtiyaçları satın alma gücü ve pazar özellikleri ile teknolojik imkanlar göz önüne alınarak mamulün kalitesini belirleyen teknik spesifikasyonlar ve prosesler tespit edilir.

Gelen malzeme kontrolü: Mamulde kullanılan hammadde, yarı mamul, parça ve yardımcı malzemelerin istenilen niteliklerde olup olmadığının tespitidir. Tedarik, satın alma ünitesinin görevidir. Fakat kalite spesifikasyonlarının belirlenmesi ve malzeme kabulü, kalite kontrolünün sorumluluğundadır.

Mamul kontrolü: İmalatın önceden tayin edilmiş bulunan çeşitli aşamalarında yarı mamul ve mamullerin kalite spesifikasyonlarına uygunluğunun kontrolü ve gerekli hallerde ilgili ünitelerin zamanında düzeltici karar almalarını sağlayacak şekilde uyarılmasıdır.

Özel proses etütleri: Kusurlu ve spesifikasyonlara uygun olmayan mamullerle ilgili hataların belirlenmesi amacıyla gerekli inceleme ve testlerin yapılması ve düzeltici işlemlerin yerine getirilmesi faaliyetidir (Feingebaum 1986, Kobu 1987).

1.6. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

Dünyada küreselleşmeyle birlikte rekabet artmış, gümrük duvarlarıyla korunan ve dar bir alanda faaliyet gösteren organizasyonlar, uluslararası rekabetin içine sürüklenmişler ve kızışan rekabet organizasyonlarda kaliteyi artırırken, bir taraftan da maliyetleri aşağıya çekmeyi sağlayacak değişikliklerin yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu sıkı rekabet karşısında ülkeler ve organizasyonlar kendi şartlarını tekrar gözden geçirmişler, yapılarında değişiklik yapma gereği duymuşlardır. Bu nedenle o güne kadar amaç, maksimum kâr elde etmek iken, şimdi hayatta kalabilmek, en iyi olmak ve dünya çapında bir organizasyon olmaktır. Bu amaca ulaşmak için ise, organizasyonlar çeşitli felsefeler geliştirmişlerdir. Bunlarda birisi kaliteyle rekabet edebilmek için, çağdaş yönetim anlayışlarından biri olan toplam kalite yönetimidir. Bu teknik; sistematik bir yönetim yaklaşımı olarak her tip organizasyonda başarıyla uygulanabilir (Şirvancı 1993)

Toplam Kalite Yönetimi kavramını tanımlayan ilk kişi olan Feigenbaum, kalitenin işletmelerin başarısı ve büyümesi açısından en önemli tek faktör olduğunu, kalitenin denetim ve muayene ile sağlanamayacağını savunmuştur. Kaliteyi, üretim bittikten

sonra yapılanları kontrol etmek değil, fakat daha hammadde alınırken başlayan sürekli bir iş olarak görmüştür.

Feigenbaum'a (1986) göre kalite sorumluluğu sadece üretim bölümünün üzerinde olmayıp, kalitenin oluşturulması, sürdürülmesi, geliştirilmesi ve denetimi sürecinde işletmede yer alan tüm bölümlerin katılımının sağlanması gerekmektedir. Tedarikçiden tüketiciye kadar uzanan tüm değer zincirini yöneten bir "toplam sistem" oluşturmayı savunmakta olup, kalitenin tüm işletme çalışanlarını kapsaması gerektiğini ifade eder ve daha da önemlisi kalitenin işletme kültürünün bir parçası haline getirilmesinden bahseder. Kalite için "tüketici tabanlı" (consumer-based) bir yaklaşım benimsemiştir. "Eğer kalitenizi araştırmak isterseniz, dışarı çıkın ve müşterilerinize sorun" demiştir.

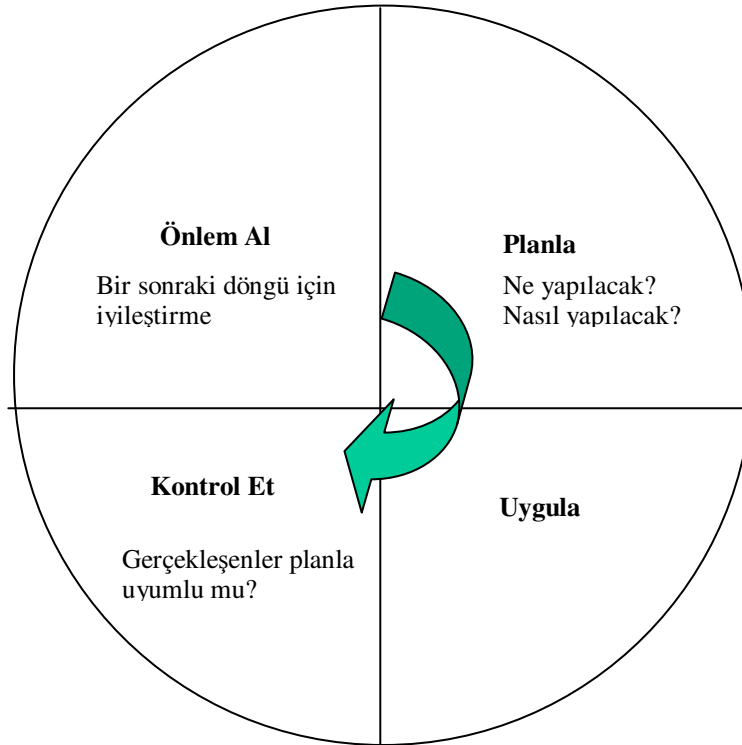
Son yılların kalite anlayışı haline gelen toplam kalite yönetimi şu şekilde tanımlanabilir: "Tüm proseslerin, ürünlerin ve hizmetlerin tam katılım yoluyla geliştirilmesi, iç ve dış müşteri tatmininin artırılması ve müşteri bağlılığının oluşmasının sağlanması amacıyla, örgütte alınan sonuçların sürekli iyileştirilmesine dayanan; müşteri beklentilerini her şeyin üzerinde tutan ve müşteri tarafından tanımlanan kaliteyi, tüm faaliyetlerin yürütülmesi sırasında mal ve hizmet bünyesinde oluşturulan, günümüzün bir yönetim anlayışdır" (Peker 1996).

Toplam kalite Yönetimi 1994 tarihli ISO 8402'de şu şekilde tanımlanmıştır: "Bir kuruluş içinde kaliteyi odak alan, kuruluşun bütün üyelerinin katılımına dayanan, müşteri memnuniyeti yoluyla uzun vadeli başarıyı amaçlayan ve kuruluşun bütün üyelerine ve topluma yarar sağlayan yönetim yaklaşımıdır." (Anonim 2004)

Toplam Kalite Yönetimi'nin (TKY) doğru uygulanabilmesi için aşağıdaki beş temel ögenin bir araya getirilmesi gerekir:

- Üst yönetimin liderliği;
- Müşteri odaklılık;
- Firma elemanlarının eğitimi;
- Takım çalışması;
- Sürekli geliştirme (kaizen) yaklaşımı.

Yukarıdaki öğelerden ilk dördü beşincisi için gereklidir. Firmada ürün ve hizmet kalitesini iyileştirmek için gereken direkt çalışmalar, kaizen yaklaşımı içinde yapılır. Dolayısıyla, sürekli geliştirme, TKY'nin en temel faaliyetidir. Kaizen çalışmalarında, Shewhart veya Deming çemberi olarak tanımlanan “Planla → Uygula → Kontrol Et → Önlem Al” (PUKÖ) süreci genel çalışma çerçevesi olarak uygulanır. Deming'in kendi adıyla anılan PUKÖ döngüsü Şekil 1.2' de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Deming'in PUKÖ döngüsü

KAYNAK: EFİL, İ. 1999. Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi. Alfa Kitabevi Yayınları, Bursa. s. 42-199.

1.6.1. Kalitenin kilometre taşları

Çizelge 1.1 incelendiği zaman, TKY'nin ABD'de doğmasına rağmen, Japonya'da geniş uygulama alanı bulduğu ve Japon bilim adamları tarafından geliştirildiği görülmektedir. Ayrıca TKY incelendiğinde TKY'nin bir devrim değil, bir evrim olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.1. Kalite'nin kilometre taşları

1931	W. SHEWHART; İstatistiksel Kalite Kontrol (ABD)
1940+	STANFORD Seminerleri (ABD)
1950	E. DEMİNG'in Seminerleri (Japonya)
1951	E. DEMİNG ; Kalite Ödülü (Japonya)
1952	"Kalite Kontrol" Dergisi (Japonya)
1954	P. DRUCKER ; Hedeflerle Yönetim (ABD)
1954	J. JURAN ; "Kalite Yönetimin Sorumluluğudur" (ABD)
1954	Ulusal Radyo ve Japonya'da "Kalite" Eğitimi Yayınları
1957	A. FEİGENBAUM ; Toplam Kalite Kontrol (ABD)
1961	K.ISHIKAWA ; Formenler İçin Kalite Kontrol Dergisi
1962	K. ISHIKAWA ; Kalite Çemberleri (Japonya)
1960+	G. TAGUCHİ ; İstatistiksel Deney Tasarımı (Japonya)
1963	KOBE STEEL ; Kalite Fonksiyonunun Yayılması (Japonya)
1970+	S. SHINGO ; Poka-Yoke (Hata önleme Yaklaşımı) (Japonya)
1970+	G. TAGUCHİ ; Kalitesizliğin Sapma Maliyeti (Japonya)
1976	T. OHNO ; Toyota Just-In Time (Tam Zamanında Üretim) Sistemi (Japonya)
1980+	G. TAGUCHI ; Robust Design(Sağlam ve Ucuz Tasarım) (Japonya)
1990	Ve Sonrası ; Yeniden Geliştirilen Kalite

KAYNAK: EFİL, İ. 1999. Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi. Alfa Kitabevi Yayınları, Bursa. s. 42-199.

Toplam Kalite Yönetiminin başlıca üç hedefi vardır.

- Müşterilerinin isteklerini tatmin edecek ürünleri ve hizmet üretmek, müşterilerinin güvenini kazanmak,
- Firmayı, daha az hata, daha düşük maliyet, daha az borç, çalışma prosedürlerini iyileştirici ve daha avantajlı sipariş getiren önlemlerle daha yüksek karlılığa yönleltmek,
- Çalışanların firma hedefine ulaşma yolunda potansiyellerini tam olarak kullanmalarına yardım etmek, firmanın politikasının yayılımını ve gönüllü faaliyetleri teşvik etmek.

Bu yeni ortamda başarılı olabilen işletmelere bakıldığında; bunların ortak özelliklerinin, TKY felsefesini ve onun getirdiği yaklaşımı benimseyen işletmeler olduğu görülmektedir. Çünkü TKY sadece ürün ya da hizmet kalitesiyle ilgili olmayıp, aynı zamanda günümüzün çağdaş yönetim felsefesidir. TKY'nin rekabet gücünü yükseltmesinin temel nedeni, bir taraftan işletmenin tüm faaliyetlerinde kaliteyi yükseltmesi ve diğer taraftan da verimliliği arttırmasıdır. Oysa TKY felsefesini benimsemeyen bir işletmede, kalitenin yükseltilmesi kesinlikle maliyetleri arttırmakta, bu da işletmenin rekabet gücünü azaltmaktadır.

TKY uygulama'nın işletmeye sağlayacağı yararlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kaynak kullanımını optimize ederek kaynak israfının azaltılması,
- Mamul ve hizmet kalitesinin artırılması,
- Verimlilik için gerekli teşvik ve koordinasyonun sağlanması ve verimlilik artışı yaratması,
- Tüm organizasyon düzeyinde katılımı artırması ve tatmin düzeyi yüksek bir insan gücü ile iş barışına katkıları,
- Ürün teslim sürelerinin kısılması,
- Mamul geliştirme sürelerinin kısaltılması,
- Süreçlerde sürekli iyileşme,
- Pazardan gelen taleplere esnek davranabilme yeteneğinde artışlar,
- Müşteriye hizmetin temel alınışı, müşteriye ürün teslimi sürelerinin kısılması ve sonuçta müşteri doyumunun artmasıdır (Kavrakoğlu 1994).

1.6.2. TKY'ne giden yolda emeği geçen kalite guruları

Toplam kalite yönetimi belirli merhalelerden geçtiği için bu konuya değişik bilim adamlarının katkıları olmuştur. En çok katkısı olan bilim adamlarından bir kaçını anlatılacaktır.¹

1.6.2.1. Walter Shewhart'ın katkıları

Shewhart, toplam kalite yönetimi alanında liderlik görevini üstlenen W. Edwards Deming ve Joseph M. Juran'ın istatistiksel düşünme yönünden etkilendiği kişidir. Shewhart, 1920'li yıllarda çalıştığı Bell Atlantic firmasında, kalite geliştirme ve problem çözme alanında istatistiksel araçlardan geniş ölçüde yararlanmışır.

Değişkenliğin azaltılması fikri 1931'de Bell Labratuarlarında çalışan Shewhart tarafından ortaya konmuştur. Ürün kalitesinin ekonomik kontrolü ile ilgili fikirleri aşağıdaki gibidir;

- Bütün üretim sistemleri ve süreçler değişkenlik gösterirler.
- Değişkenlik rasgele veya özel sebeplerden kaynaklanabilir.
- Özel sebepler, üretim sürecinde verimliliği arttırmak için yapılacak değişikliklerden önce ortadan kaldırılmalıdır.

1. http://www.canaktan.org/yonetim/toplam_kalite/gurular.htm, 2008.

Shewhart, istatistiksel kalite kontrol teknikleri kullanılarak organizasyonda başlıca şu avantajların elde edilebileceğini belirtmiştir;

- Ürün ortaya çıktıktan sonraki kalite maliyetleri azalır.
- Ürünün alıcılar tarafından reddedilme oranı azalır.
- Üretim miktarından maksimum fayda elde edilir.
- Tüm ürünlerde, yeknesak bir kaliteye ulaşılır.
- Kalite ölçülme işinin dolaylı olarak yapıldığı durumlarda tolerans limitleri azalır.

1.6.2.2. William Edwards Deming'in katkıları

Deming Amerikalı bir danışman olarak TKY devriminin babası kabul edilir. 1940'larda ABD'de uyguladığı istatistiksel süreç kontrolü ile işyerlerinde kalitenin gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur. Fakat General Douglas McArthur tarafından 1950'lerde Japonya'ya davet edilmesine kadar Deming'in yaklaşımı fark edilmedi. Bugün Japonların kaliteli ürünler üretmesindeki başarı Deming'in katkılarına bağlanmaktadır. Japonlar bunu 1950'de başlattıkları Deming uygulama ödülü ve daha sonra 1960'da İmparator Hirahito tarafından Deming'e verilen nişan ile belirttiler.

Deming, Taylor döneminin "Planla-Uygula-Gör-Kontrol Et" esaslarıyla ifade edilen muayene esaslı kalite kontrol yaklaşımına dördüncü adım olan "Önlem Al"ı ekleyerek gerçek kontrolün yapılmasını sağlayacak olan PUKÖ "Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al" eylemini tanımlamıştır.

Japonya'da kalite kontrolün temellerini atan Deming'in Toplam Kalite Kontrolün (TKK) başarısının temellerini oluşturan 14 ilkesi şöyle özetlenebilir;

- Amaçların uzun vadeli, geleceğe dönük olarak saptanması: Mevcut kaynakları geleceğe yönelik olarak, firmanızın ve tüketicilerin gelecekteki ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak kullanın.
- Dışarıdan satın alınan girdilerde satıcı sayısını azaltınız.
- Son kontrolü, kalite kontrolü olarak görmeyin, süreç kontrolü yapın.
- Ucuz olduğu için hatalı girdileri almayın. Satın alınan firmanın süreç kontrolünü denetleyin.

- Çalışanların organizasyon korkusunu yenin. Soru sorulmamasından doğan kayıplar büyüktür.
- Sistemi kurmadan sadece sloganlarla yetinmeyin. Kalite kontrol sistemi kurulmadan “kusursuz üretim” sloganı işe yaramaz.
- İstatistiki metotları öğretiniz.
- İstatistiki metotları kullanınız.
- Hataların kaynağını arayınız. İş görenlerden mi, yönetim ve üretim sistemlerinden mi kaynaklandığını araştırınız.
- Grup oluşturarak, bunlardan kayıpların nedenlerini araştırmalarını isteyiniz.
- İşbaşında eğitimi geliştiriniz.
- Çalışma standartlarını inceleyiniz.
- Sistemin denetimini geliştiriniz.
- Dinamik bir eğitim modeli uygulayarak, değişen koşullara uyumu kolaylaştırınız (Aguaya 1994).

Bu ilkeler istatistiksel kalite kontrolünü etkili bir şekilde kullanmak için düşünsel bir temel oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde istatistiksel araçların kullanılması ile davranış tekniklerinin birleştirilmesi, kalite ve verimlilik iyileştirme çalışmalarının bütünlüycisi olarak görev üstlenmektedir.

1.6.2.3. Joseph M. Juran’ın katkıları

Juran, ilk olarak “kullanım veya kullanım için uygunluk” terimini buldu. Bunu “özelliklerin uygunluğu” olarak ifade edilen kalite tanımından çıkarmıştır. Tehlikeli bir ürünün tüm şartlarla karşılaşılabileceğini ve kullanım için uygun olamayabileceğini işaret etmiştir. Juran, geniş çapta kalite yönetimi yayınlarıyla ilk uğraşan kişidir. Bu onu bilinen teknikleri benimseyenlerden ayırt etmiştir. 1940’larda kalite kontrolünde teknik kabuller iyice azalmıştı. Bu durum, şirketlerin üstün kaliteyi nasıl başaracaklarını bilmelerinden kaynaklandığı savunulmuştur.

Juran, ayrıca “Pareto İlkesi” olarak adlandırılan ilkeyi savunmaktadır. Pareto ilkesi, 80/20 kuralı olarak da bilinir. Juran, sorunların yüzde 80’inin, olası sebeplerin yüzde 20’si tarafından oluşturulduğu ilkesini savunur. Özetle, sonuçların büyük bir çoğunluğu,

sebeplerin küçük bir yüzdesi tarafından ortaya çıkar. Juran, organizasyonda kalite devrimini başarmak için şu ilkelerin önemli olduğunu vurgulamaktadır;

- Organizasyonda lider tarafında Kalite Konseyi oluşturulmalıdır.
- Organizasyonda kalite hedefi açık olarak belirlenmelidir.
- Kalite konusunda eğitim ve seminerlere önem verilmelidir.
- Sadece finansal göstergelere bakmak yetmez; kalite ölçülmelidir.
- Kalite geliştirme sürekli olmalıdır.
- Kalite geliştirme, problem çözme, yaratıcılık ve yenilik, organizasyonda önem taşımaktadır.
- Takdir ve ödüllendirmeye önem verilmelidir.
- Müşterilere yönelik kalite ve performans standartları oluşturulmalıdır.

1.6.2.4. Armand V. Feigenbaum'un katkıları

1950'li yıllarda General Elektrik firmasında kalite yöneticisi olarak çalışmakta olan A. V. Feigenbaum, çalışmalarını ve görüşlerini ilk kez 1957'de "Industrial Quality Control" dergisinde bir makalede açıklamıştır. 1961 yılında Toplam Kalite Kontrolü adında bir kitap yayınlarken TKK'nün isim babası olarak anılmıştır. Feigenbaum bu kitabında TKK tanımını; "Bir organizasyonda değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve iyileştirme çabalarını, müşteri tatminini de göz önünde tutarak üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistemdir" şeklinde vermiştir.

Feigenbaum'a göre müşteri tatminine yönelik olarak organizasyonlarda pazarlama, mühendislik, yönetim ve hizmetlerde etkinlik sağlamak için kalite geliştirme, kalite bakımı ve kalite geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Feigenbaum kalite kontrol konusunda dört aşamanın önemli olduğunu vurgulamaktadır;

- Kalite standartları belirlenmeli,
- Kalite standartlarına uygunluk sağlanmalı,
- Kalite standartlarından sapılması önceden önlenmeli,
- Standartlarda sürekli iyileşme sağlanmalı.

Feigenbaum, aynı zamanda kalite maliyetleri olarak bilinen kavramın, toplam kalite yönetimi yaklaşımını uygulamanın yararlarının ölçülmesinde bir araç olarak kullanılmasını da ortaya atmıştır. Zamanla ortaya çıkardığı sonuçlara bağlı olarak bu yaklaşımını doğrulamış ve geliştirmiştir (Slatter 2000).

1.6.2.5. Kaoru Ishikawa'nın Katkıları

Ishikawa, kalite kontrol alanındaki çalışmaları ile Japonya'da kalite bilincinin yaygınlaşmasında önemli rol oynadı. Özellikle "kalite çemberleri" adı verilen kalite geliştirme ve problem çözme gruplarının bilimsel anlamda oluşturulmasında çok önemli katkıları oldu. Ishikawa'ya göre bir organizasyonda kalite sorunları kalite geliştirme araçları ile çözülebilir. Bunun için organizasyonda neden-sonuç diyagramı, dağılım diyagramı, pareto diyagramı, kalite çemberleri, histogram ve diğer istatistiksel araçların kullanımının önemli olduğunu savundu. Bu araçlardan neden-sonuç diyagramı Ishikawa tarafından geliştirilmiştir. Bu nedenle, toplam kalite yönetimi literatüründe neden-sonuç diyagramı "Ishikawa Diyagramı" olarak da bilinir. Ishikawa'ya göre Toplam kalite kontrolünde başarıya ulaşmak için aşağıdaki esaslara uyulmalıdır;

- Tüm organizasyonda kalite kontrol çalışmalarını yürütün ve tüm çalışanların katılımını sağlayın.
- Kalite kontrol eğitimle başlar, eğitimle biter. Kalite kontrol konusunda yoğun eğitim ve seminer programları uygulayın.
- Kalite kontrol çemberlerinin kullanımına önem verin.
- Kalite kontrol çalışmalarını, yönetim kurulu başkanı ve kalite konseyi tarafından yılda en az iki kez denetleyin.
- Problem çözümede istatistiksel araçları kullanın.
- Kalite kontrol faaliyetlerinin ulusal düzeyde yaygınlaştırılması çabalarına katılın.
- Organizasyonda radikal değişim için devrimci olun (Kavrakoğlu 1994).

1.6.3. Klasik yönetim anlayışı ile toplam kalite yönetiminin farklılıkları

Klasik yönetim yaklaşımının amacı belli bir standardı oluşturmak ve belirlenen standartlara göre üretimi gerçekleştirerek denetim altına almaktır. TKY hiçbir standardı kabul etmez, sürekli geliştirme ve iyileştirmeyi amaçlar. Toplam kalite yönetimi hemen her konuda klasik yönetim yaklaşımını neredeyse tam tersine çevirir. Bu konudaki karşılaştırmalı örnekler Çizelge 1.2' de sıralanmıştır.

Çizelge 1.2. Klasik yönetim modeli ve TKY' nin karşılaştırılması

Klasik Yönetim Model	Toplam Kalite Yönetimi
Muayeneye dayalı kalite	Önemeye dayalı kalite
Yüksek kalite ile artan maliyet	Yüksek kalite ile düşen maliyet
Optimum stok	Sıfır stok
Spesifikasyon limitleri arası üretim	Hedefe uygun üretim
Sorunlar çıktıkça çözüm geliştiren yönetim	Olası sorunları düşünüp, önleyen yönetim
Azami uzmanlaşma ile sistem geliştirme yaklaşımı	İşbirliği ile sistem geliştirme yaklaşımı
Fonksiyonların kesin ayırımına dayalı organizasyon	İşe ideal esnek kalıplı organizasyon
Kabul edilebilir hata düzeyini hedefleyen üretim	Sıfır hatayı hedefleyen üretim
Ödül ve cezaya dayalı motivasyon	Çalışmanın takdirine dayalı motivasyon
Hiyerarşiye dayalı öncelikler	Müşteri tatminine dayalı öncelikler
Rekabete dayalı tedarik sistemi	Karşılıklı anlayış ve güvence dayalı tedarik sistemi
Kar maksimizasyonunu güdülemeye yönelik motivasyon	Yüksek kaliteyi sağlamayı hedefleyen motivasyon
Standartlara göre ürün kalitesi	Müşteri beklentilerine göre ürün kalitesi
Kalite kontrol fonksiyonunun sorumluluğunda ürün tasarımı	Tüm çalışanların ve yönetimin sorumluluğunda kalite güvencesi
Arge ve pazarlamanın sorumluluğunda ürün tasarımı	Tüm üretim ve satış fonksiyonlarının katkısıyla ürün tasarımı
Optimum fire veya yeniden işleme	Sıfır fire veya yeniden işleme
Optimum 1. veya 2. kalite oranı	Sadece 1. kalite üretim
Evrimsel hızla gelişme	Devrimsel hızla gelişme
Yüksek verimli üretim süreçleriyle randıman artışı	Yeni ürün tasarımı ile sağlanan randıman artışı
İşbaşı eğitimi ile sağlanan tecrübe	İşbaşı eğitimi kadar temel eğitimle de geliştirilen bilgi ve beceri
Fayda/maliyet analizine dayalı işletme kararları	Kaliteyi geliştiren her uygulamayı benimseyen yönetim
İşi en iyi bilen yönetici olması	İşe en yakın olanın o işi bildiğine inanan yaklaşım
Hatalı uygulamaları önlemek için prosedürler geliştirme	Çalışanların fikirleriyle hataların önlenmesi
Tecrübe insiyatife dayalı yönetim kararları	İstatistik ve kantitatif analizlere dayalı yönetim kararları
Performansa göre ücret	Performansın takdir edilmesi

KAYNAK: Ömer Peker; TKY ve TS ISO 9000 Standartları, Verimlilik Dergisi, Kalite Özel Sayısı, 1993, ss.50-51.

Toplam kalite anlayışında, klasik yaklaşımdan farklı olarak çalışanlar ve yöneticilerden beklenen rolde önemli değişiklikler olmuştur. Yeni anlayışa göre; iş görenler sorumluluklarını eksiksiz olarak yerine getiren, ancak yaptığı işin daha verimli olması gerektiğine inanan, iş süreçlerinin geliştirilmesi konusunda sürekli düşünen ve

belirlenmiş çeşitli katılım yöntemleri ile bu düşüncelerini sisteme katan yeni bir çalışan davranışı sergilemesi gerekir. Yöneticilerin de çalışanları teşvik edici, katılımı sağlayıcı, insiyatif kullanmayı, sorumluluk almayı ve yenilikler yaratmayı teşvik edici bir insan kaynakları yönetim sistemini benimsemeleri gerekir.

1.6.4. Toplam kalite yönetiminin ilkeleri

Her kuruluş kendi özelliklerine göre TKY modelini geliştirmeli ve uygulamalıdır. Buna karşın modelin, liderlik, müşteri odaklılık, çalışanların eğitimi, takım çalışması ve kaizen (sürekli gelişme) olmak üzere 5 temel ilkesi bulunmaktadır.

1.6.4.1. Liderlik

Lider; ait olduğu grubun tanımlarını belirleyerek o gruptaki kişileri örgütün amaçları doğrultusunda arkasından sürükleyen kişidir. TKY'nin uygulanmasında etkinlik üst yönetimin liderlik rolünü üstlenmesi ile mümkün olabilir. TKY'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için liderin iletişimci, yol gösterici, bilgili, gücünü etkili bir biçimde kullanan bir kişiliğe sahip olması gerekir.

Welch'e göre lider, işlerin daha iyi nasıl yapılabileceği konusundaki net vizyonuyla insanları esinlendiren kişidir. Deming'e göre ise lider, kalitenin sağlanmasında ve sistemin geliştirilmesinde önemli roller üstlenmektedir. Bu açıdan liderler, güven yaratır, yardım eder, ancak yargılamazlar. Çalışanları gelişime sevk ederek, onlara, gurur duyabilecekleri bir çalışma ortamı yaratmaya uğraşırlar.

Bir kuruluşun performansını, sistem ve insan olarak iki faktörün belirlediği ve sonuç üzerinde bu faktörlerin etkileri olduğu bilinmektedir. Yapılan araştırmalarda sonuç üzerinde sistemin %85, insan faktörünün ise %15 etkisi olduğu tespit edilmiştir.

1.6.4.2. Müşteri odaklılık

Giderek artan rekabetin baskısı, şirketleri “yaptığını satan” olmaktan çıkarıp “satılabileni yapan” haline getirmektedir. Bunun için müşteri odaklılık ilkesi “kaliteyi müşteri belirler” deyimiyile özdeş olarak ifade edilmektedir. Günümüzde müşterilerin işletmelerce nasıl algılanması gerektiğini L.L. Bean şöyle ortaya koymaktadır; L.L. Bean: “Müşteri bu ofiste en önemli kişidir. Müşteri çalışmaya engel bir unsur değildir. İşin ana hedefi müşteridir. Biz müşteriye hizmet ederek bir iyilik yapmış olmayız. O,

bize kendisine hizmet verme imkânı tanıdığı için iyilik yapar. Müşteri ile hiçbir konuda kesinlikle tartışılmaz. Müşteri bize isteklerini sunar. Bizim görevimiz bu istekleri hem ona hem kendimize kazanç olacak biçimde karşılamaktır” (Efil 1999).

TKY’de müşteri önceliği, iki ayrı müşteri tanımıyla ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri iç müşteri, diğeri ise dış müşteri kavramıdır. İç müşteri örgütte çalışanları ifade eder. Bu müşteri grubu, kendisinden önceki bir sürecin çıktısını, kendi uğraşı olan süreçte kullanandır. Dış müşteri ise ürün ya da hizmet satın alan nihai tüketicidir. TKY, her iki müşteri grubuyla aynı ilişkinin kurulmasını öngörmektedir. İç ve dış müşteriyle olan ilişkide aynı dili konuşmak, daha iyi bir dinleyici olmak, anlaşmaya varmak, sonuçları ölçmek, düzeltmeleri yapmak ve sıfır hataya ulaşmak esastır.

İç müşterilerin istek ve ihtiyaçları, dış müşterilerin istek ve ihtiyaçları gibi dikkatlice tanımlanmalıdır. Bunun için öncelikle kuruluştaki süreçlerin, diğere süreçlerle olan ilişkileri belirlenmelidir. Bu işlem ise, bir sürecin çıktısının hangi sürecin girdisi olduğunu tanımlamaktır. Girdileri ve çıktıları tanımladıktan sonra, bu girdileri kullananlarla, karşılıklı görüşmelerle ya da anketle, işlerin daha iyi yapılabilmesi için neler istendiği belirlenmeli, süreçlerde bu isteklere uygun değişiklikler yapılmalıdır.

1.6.4.3. Çalışanların eğitimi

TKY’nin uygulanmasında eğitimin önemi bütün uzmanlar tarafından kabul edilmiştir. TKY kapsamında kalite herkesin sorumluluğu haline gelir ve eğitimde firmanın her seviyesi hedef alınır. TKY’de eğitimin amacı, Toplam Kalite düşüncesini herkese aşlamak ve bu konuda duyarlılığı arttırmaktır. Eğitim bir sefere has bir faaliyet olarak algılanmamalıdır. Her kademe eğitim devamlılığı ve herkesin aynı dilden konuşması sağlanmalıdır. Japon kalite uzmanı Ishikawa, “Kalite kontrol, eğitimle başlar eğitimle biter” der. TKY’de eğitimin üst yönetimden alt seviyeye kadar, firmadaki tüm fertlerin dahil edilmesi anlamına gelir.

1.6.4.4. Takım çalışması

Toplam Kalite Yönetiminin diğere bir temel ilkesi ise, problemin çözümünde, değişim ve gelişim sağlanmasında, çalışanların enerjisinden faydalanılmasıdır. Katılımdan, sadece üst yönetimde olan kişilerin değil, tüm örgüt çalışanları kastedilmektedir. Bu da her konuda oluşturulabilecek grup çalışmalarında, katılımın sağlanması ile mümkün olabilir.

Bu şekilde çalışanlar, işin yapımına katılır ve ilgili konuda çeşitli alternatifler geliştirmeleri sağlanırsa, yaptıkları işten daha çok zevk alırlar ve işi daha kaliteli yaparlar.

Takım çalışmalarının esas gayesi, işin yapılma metotlarını tahlil etmek ve geliştirmektir. Çalışma ekiplerinin fonksiyonları ve faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- İşletme körlüğünü aşmada en etkili yöntem takım çalışmasıdır. Sistemdeki aksaklıkları fertler kolayca keşfedemezler. Fakat gruplar bunları kolayca bulur.
- Bu tür çalışmalar ferdin teknik bilgisini geliştirerek işini daha iyi anlamasına ve konuya bütün olarak bakmasına yardımcı olur.
- Çalışanların sorun çözme kabiliyetlerini geliştirerek iletişim alışkanlıklarını yerleştirir.
- Yeni icatların ortaya çıkmasını temin ve teşvik eder.
- Takım oyunu anlayışını yerleştirerek şahsi ilişkileri ve etkileşimi kuvvetlendirir.
- İktisadi analiz, çağdaş yönetim ve katılımcı karar verme anlayışını getirir.
- Bireylerin işlerini seven ve başarıları ile övünen insanlar haline gelmelerine katkıda bulunur (Özcan 1998).

1.6.4.5. Kaizen

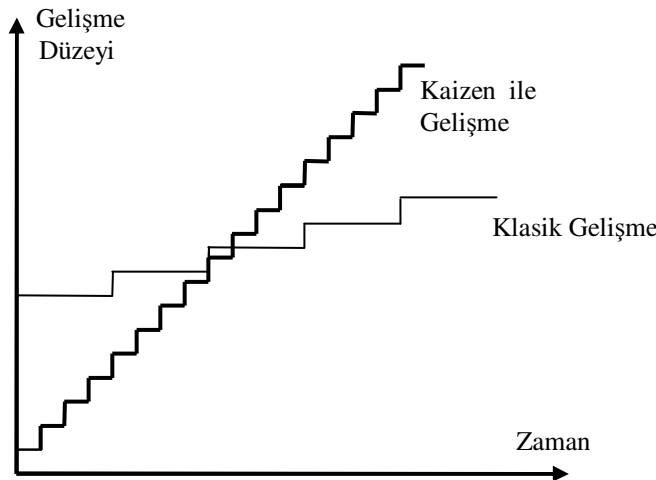
Firmaların rekabet savaşında başarılı olabilmeleri için TKY'nin değişmeyen felsefesinin gereği “yeterince iyi yeterli değildir” ilkesi ışığında sürekli olarak kendilerini yenilemeleri ve hızla gelişmeyi kabullenmeleri zorunlu hale gelmiştir. Süreç geliştirme, Japonların “Kaizen” olarak adlandırdığı ve insanın her geçen gününün bir öncekinden daha iyi olabilmesi için çaba sarf etmesine dayanan sürekli gelişim, Deming döngüsü olarak bilinen, planla-uygula-kontrol et ve düzelt sürecidir.

Geliştirme, iyileştirme ve özellikle sürekli olarak bu işlemlerin yapılması anlamında kullanılan “kaizen” kelimesi Japonca'da “Değişim” anlamını taşıyan “Kai” ve “İyi” anlamını taşıyan “Zen” kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Kaizen: Değişim iyidir.

Kaizen metodunun amacı, gereksiz her şeyi ortadan kaldırmak yoluyla maliyetleri düşürmek ve kalite ile kârlılığı artırarak piyasada kalmak olduğuna göre bunu gerçekleştirebilmek için gereksiz şeylerin bilinmesi gerekmektedir. Bunlar şöyle sıralanabilir;

- Müşteri talebinden fazla yapılan üretim,
- Gereksiz malzeme, fazla stok,
- Üretim içindeki gereksiz işlemler,
- Malzeme temini için harcanan zaman,
- İşlemler arasındaki gereksiz bekleme zamanı,
- Kalite sorunları nedeniyle harcanan gereksiz tamir ve düzenleme zamanı,
- Yarı mamullerin ya da hammaddelerin birimler arasında taşınması için harcanan gereksiz zaman.

Kaizen, bu yedi israfın ortadan kaldırılması için sürekli kendini yenilemektedir. Japonlar Kaizen'i gerçekleştirenken, sıçramaların büyüklüğü ile değil, sıklığı sayesinde Batıdan daha büyük ilerlemeler kaydetmişlerdir (Anonim 2007). Bu durum Şekil 1.3' de gösterilmiştir.



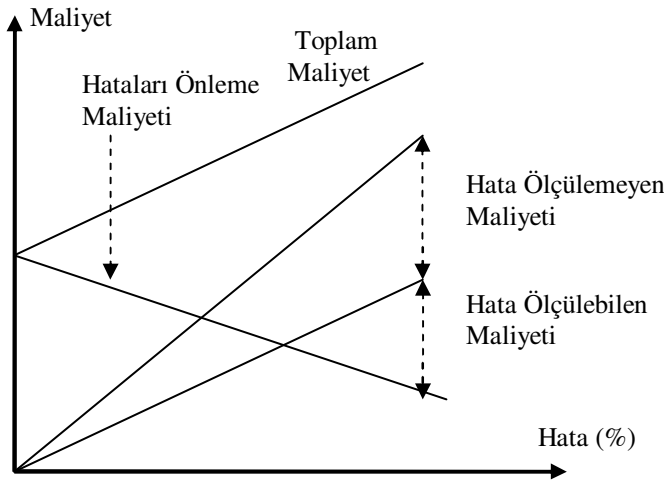
Şekil 1.3. Kaizen gelişme ile klasik gelişme yaklaşımı grafiği

KAYNAK: İbrahim Kavrakoğlu; Toplam Kalite Yönetimi, Kalder Yayınları, 1992, s.32.

1.6.5. Toplam kalite yönetimi, maliyet ve karlılık ilişkisi

Kalitenin iyileştirilmesi ve etkili kalite kontrolü sağlamak, maliyet gerektiren bir konu olarak algılanabilir. Öte yandan bir işi baştan doğru yapmanın, birçok dolaylı giderleri önleyeceği de bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır. Kalitesizlikten doğan giderlerin kontrolü üretkenliğe yansıtacağından kalite sistemlerine yönelik her çabanın, gelecek için çok verimli bir yatırım olduğu kesindir.

Toplam Kalite Yönetimi Sistemi kullanılmayan bir firmada belirli bir kalite düzeyinde üretim yapabilmek için yapılan masrafların (kalite maliyetleri) çok büyük boyutlarda olduğu bilinmektedir. Değişik sektörlerde yapılan hesaplamalar bu rakamın tipik olarak sanayi maliyetlerinin %25'i civarında olduğunu göstermiştir. Ayrıca hatalı ürünün müşteriye ulaşmasıyla oluşan imaj kaybından dolayı ortaya çıkan kayıplar bu hesaba dahil değildir. Oluşan bu kayıplar da hesaba katıldığında maliyetler daha büyük boyutlara ulaşmaktadır. Bu tür hataların minimuma indirilmesi TKY'nin hedefleri arasındadır. Bunların dışında örneğin satın aldığı üründen memnun olmayan bir müşterinin onlarca potansiyel müşteriye olumsuz bilgi yayması gibi birçok farklı ölçülemeyen maliyetler de mevcuttur. Tüm bu hata maliyetlerinin belirlenmesinde Şekil 1.4' de olduğu gibi hata maliyet ilişkisi göz önüne alınmalıdır.



Şekil 1.4. Toplam Kalite Yönetiminde kalite maliyet ilişkisi grafiği

KAYNAK: Muhittin Şimşek; Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2004, s.37.

Klasik yönetim anlayışında kalite ve maliyet çelişir. Çünkü belli kalite düzeyinin üzerinde bir ürün üretmek maliyetlerin artırılması ile mümkündür. Şekil 1.5’ de görüldüğü gibi asgari maliyet optimum kalitede yani belli bir hata yüzdesinde gerçekleşmektedir. Klasik anlayışa göre hatayı daha düşük oranlara indirmek maliyetleri artıracak, belki de sıfır hataya ulaşmak mümkün olmayacaktır (Şimşek 2004).

1.6.6. TKY ve Kalite Kontrol Çemberleri

Kalite Çemberleri ilk olarak 1960 yılında Japonya’da ortaya çıkmıştır. Bir işi yapan kişinin, kendi işini herkesten daha iyi bildiği ve bu nedenle de hataları düzeltme ve sorunlara çözüm getirme çabalarında aktif olarak yer alması gerektiği görüşüne dayanır. Kalite çemberleri benzer işleri yapan, 5-10 kişi arasında değişen sayıda gönüllülerden oluşan, homojen gruplardır. Çemberler düzenli olarak toplanır. Üyeler sorun çözme yöntemlerini kullanarak çözüm önerilerini hazırlayıp, periyodik olarak üst yönetime sunarlar.

Kalite ustalarından olan Kaoru Ishikawa, Kalite Kontrol Çemberleri (KKÇ) etkinliklerini şöyle tarif etmektedir; “KKÇ, kalite kontrol etkinliklerini gönüllü olarak aynı iş yerinde yürüten küçük bir gruptur. Bu küçük grup sürekli olarak firma çapında kalite kontrolün bir parçası olarak bütün üyelerin katılımıyla kendini geliştirme ve karşılıklı gelişme, atölye içinde denetim ve ilerleme, kalite kontrol etkinliklerinden yararlanma işini yürütür” (Kavrakoğlu 1994).

Verimliliğin artırılması amacıyla insan kaynaklarının ve teknik kaynakların bir araya getirilmesi kalite çemberlerinin temel konusudur. Kalite çemberlerinde amaç, kalite kontrolünü ve kalite arayışını atölyelerin hatta çalışanların beynine sokmaktır. Örneğin, Fransız otomobil şirketi Citroen, insan kaynaklarının ve teknik kaynakların bir araya getirilmesinin bir örneğini sergilemektedir. Mühendislik alanındaki başarılarından gurur duyan bu firma, iş etüdü, değer analizi ve istatistik kalite kontrolü gibi tekniklere yoğun ilgi duymuştur. Ancak sonunda yönetim başarıları için insanlara da itibar edilmesi gerektiğini fark etmişlerdir. Firma, toplam kalitenin yalnızca teknik bir amaç değil, aynı zamanda bir insani amaç olduğunun ayrımına vardıldıktan sonra kalite çemberleri ve görev grupları oluşturmuştur (Prokopenko 1992).

Kalite çemberleri sayesinde, ortak görev anlayışıyla çatışmalar azalır ve çalışanlar daha fazla sorumluluk almaya yönelirler.

1.7. ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi

Günümüz dünyasında sanayi, teknoloji vb konular yaşanan gelişmeler toplumlara kıyasıyla bir rekabete ve her geçen gün yeni gelişmelerin yaşandığı ekonomik bir yarışa itmiştir. Bu baş döndürücü gelişmeler ve rekabet ortamında ayakta kalabilmek , tüm sektörlerde müşteri ihtiyaç ve beklentilerine uygun mal ve hizmet üretiminin sağlanmasıyla gerçekleşebilecektir. Bu da ancak, işletmelerde, satın alma aşamasından başlayarak pazarlama ,tasarım, üretim , kalite kontrol ve satış sonrası hizmetlere kadar tüm aşamaları kapsayan ve sürekli gelişmeyi hedefleyen Kalite Yönetim Sisteminin uygulanmasıyla mümkün olabilmektedir.

1.7.1. ISO 9000 standart maddeleri

ISO, Ürün, hizmet ve sistem için çeşitli standartlar oluşturan, yayınlayan bir Uluslararası Standartlar Organizasyonudur. "International Organization for Standardization" İngilizce açılımı kısaltılınca "IOS", Fransızca da "Organisation internationale de normalisation" kısaltılırsa "OIN" olmasından dolayı Yunanca "eşit" anlamına gelen "isos" tan türetilerek şu an kullanılan "ISO" adını almıştır.

1947 yılında kurulmuş olan ISO' ya 146 ülke üyedir. Merkezi İsviçre'nin Cenova kentindedir. ISO, Özel sektörle kamu arasında özel bir pozisyonda görev yapmaktadır. Bir taraftan devletlere ait enstitülerin üye olduğu diğer taraftan enstitülerin yapısını oluşturan özel sektör arasında köprü görevindedir.

ISO 9000 standartları, ilk olarak 1987 yılında Kalite Güvence Sistem Standardı olarak yayınlanmıştır. Bu aşamada standart 3 alt standarttan oluşmaktaydı: ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003. Kurumlar faaliyet kapsamları doğrultusunda bu üç standarttan birisini uygulayarak, denetime girmektedirler. Standartın bu versiyonu, ağırlıklı olarak doğru üretim ve hata yakalama konularına odaklanmıştır.

Standart, ilk olarak 1994 yılında revizyona uğramış ve yeniden Kalite Güvence Sistem Standardı olarak yayınlanmıştır. Bu aşamada standart yine üç alt standarttan oluşmaktaydı. Bu standartlar, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003' tür. Kurumlar faaliyet kapsamları doğrultusunda bu üç standarttan birisini uygulayarak, denetime

girmektedirler. Standardın bu versiyonu, önceki versiyondaki konulara ilave olarak hata önleme konusuna da odaklanmıştır (Anonim 2009a).

ISO 9000 standartları, 2000 ve 2008 yıllarında iki kez daha revizyona uğramış ve Kalite Yönetim Sistem Standardı olarak yayınlanmıştır. Günümüzde, belgelendirmeye esas teşkil eden sadece ISO 9001:2008 standardı mevcuttur. ISO 9002 ve ISO 9003 artık güncelliğini yitirmiş standartlardır. Ancak ana standart olan ISO9001:2008'i destekleyen ISO 9000, ISO 9004, ISO 19011 gibi kılavuz standartlar da ISO tarafından yayınlanmıştır. ISO 9000, Organizasyonların müşteri memnuniyetinin artırılmasına yönelik olarak kalite yönetim sisteminin kurulması ve geliştirilmesi konusunda rehberlik eden ve ISO tarafından yayınlanmış olan bir standartlar bütünüdür. ISO 9001, Kalite Yönetim Sistemlerinin kurulması esnasında uygulanması gereken şartların tanımlandığı ve belgelendirme denetimine tabi olan standarttır. Verilen belgenin adı olan ISO 9001:2008 Standardı, her 5 yılda bir ISO tarafından gözden geçirilmekte ve uygulayıcıların görüşleri ve ihtiyaçlar doğrultusunda gerekli revizyonlar yapılarak yeniden yayınlanmaktadır. 2008 rakamı ise bu revizyonun 2008 yılında yapıp, yayınlandığını gösterir versiyon tarihidir.

Kurumlar, faaliyet kapsamı ne olursa olsun sadece ISO 9001 standardını uygulamakta ve bu belgeyi almaktadırlar; fakat belgelendirmeye tabi tutulan faaliyetler, ve standardın hariç tutulan maddeleri, alınacak olan belgenin üzerinde tanımlanabilmektedir. Standardın bu versiyonu ya da sürümü, önceki versiyonlardaki konulara ilave olarak sürekli iyileşme ve verimliliğin artırılmasını hedefleyen süreç tabanlı, müşteri odaklılığını daha ön planda tutan, bir yönetim modeli sunmaktadır (Baş 2002).

ISO 9000 Kalite Standartları Serisi, etkili bir yönetim sisteminin nasıl kurulabileceğini, dokümanite edilebileceğini ve sürdürebileceğini göz önüne sermektedir. Bu bağlamda ISO 9001:2008 standardı maddelerinin içeriği şu şekildedir;

1. Kapsam
2. Bilgi Referansları
3. Terimler ve Tanımlar
4. Kalite Yönetim Sistemi
5. Yönetim Sorumluluğu

6. Kaynak Yönetimi
7. Ürün Gerçekleştirme
8. Ölçme, Analiz ve İyileşme

1.7.2. ISO 9001:2008' in temel özellikleri

ISO 9001:2008 standart maddelerinin tüm ürün ve hizmet sektöründe yarattığı etki ve tercih edilmesinin nedenleri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır. Bir ürün veya hizmetin satılabilir olması için; müşterilerin beklentilerini tatmin edebilecek kalite düzeyinde ve uygun maliyette üretilebilmelidir. Ayrıca; talep edilen miktar ve zamanda üretilebilmeli ve sunulabilmelidir. ISO 9000, karşılanabilir taleplerin gerçekleştirilmesini sağlayacak kontrol ve olanakları yönetmektedir.

ISO 9000, uluslararası düzeyde tanınan ve kabul gören bir standart olduğundan, bu standardın şartlarını uygulayan belgeli bir kuruluş, kalitesi konusunda müşteriler nezdinde güvenilir olarak algılanmaktadır.

ISO 9000, oluşturduğu iletişim, veri akışı, raporlama ve gözden geçirme araçları ile yönetimin, faaliyetler üzerindeki izleme ve kontrol etkinliğini sağlamaktadır. ISO 9000 ile oluşturulan alt yapı, söz konusu yönetim etkinliğini sağlayacak süreklilikte rutin olarak işletilebilmektedir.

Faaliyetlerin, her seviyede planlanması, uygulanması ve kontrolüne ilişkin görev, yetki ve sorumluluk dağılımları ve prosedürlerinin tanımlanması ile etkin bir sevk-idare ve iş akışı düzeni kurulmaktadır.

Verimli bir üretim, planlama, standardizasyon ve sürekli kaynak iyileştirmesi ile olanaklıdır. ISO 9000, hata kaynaklarının ortadan kaldırılmasına dayananak yapısı ile verimliliği sağlamaktadır. Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al (PUKÖ) prensibi ile doğru olanın, ilk defada ve doğru zamanda yapılması ve bunun sürekliliği sağlanmaktadır. Bu uygulama maliyetleri doğrudan olumlu yönde etkilemektedir.

ISO 9000, sistemde iç denetim mekanizmaları kurarak, zaaf noktalarının (mevcut veya muhtemel sorunların) saptanması, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile iyileştirilmesini sağlamaktadır.

Müşterilerin yaygınlaşan yeni yaklaşımları kaliteden beklentileri arttırmıştır. Sıradan bir tüketici için önceki yaklaşım; satın alınan ürün veya hizmetten doğabilecek

mağduriyetin, müşteri tarafından kanıtlanmasına dayanmaktaydı. Oysa; yeni yaklaşım, bu konuda üreticiyi sorumlu tutmakta ve aklanma veya müşteri mağduriyetini giderme yükümlülüğünü üreticiye vermektedir.

Söz konusu yaklaşım farklılığı, tedarikçi ve müşteri şirketi ilişkisine de önemli gelişmeler getirmektedir. Önceki yaklaşım; müşteri şirketlerinin, tedarikçilerden uygun fiyat ve kalitede ürünün satın alınmasına dayanmaktayken, yeni yaklaşımda, tedarikçilerle uzun vadeli güvenilir ortak ilişkiler aranmaktadır. ISO 9001:2008, uygunsuz ürün veya hizmeti müşteriye ulaşmadan saptamayı sağlayacak araçlara, şayet bir şekilde müşteriye ulaşmış ise müşteri beklenti ve şikayetlerini değerlendirmeye dayalı araçları ile sorunu bu aşamada çözümlenmeye dayalı araçlara sahiptir (Anonim 2009 b)

Bir tedarikçinin satın alma aşamasında uygun fiyat ve kalitede ürün sunması bu yaklaşım için yeterli değildir. Yeni yaklaşımda güvenceli planlama ve daha az girdi kontrolü esasına dayalı olarak, tedarikçinin uygun ürün üretme kabiliyetinde süreklilik güvencesi aranmaktadır. Tedarikçinin süreklilik güvencesi, belirlenen kalite özelliklerinde ürünleri, planlanan miktar ve periyotlarda uygun olarak sürekli sunulabilme kabiliyetidir. ISO 9000, kaynak yönetimi ve planlama fonksiyonları ile de bu yeni yaklaşımın alt yapısını ve araçlarını sunmaktadır.

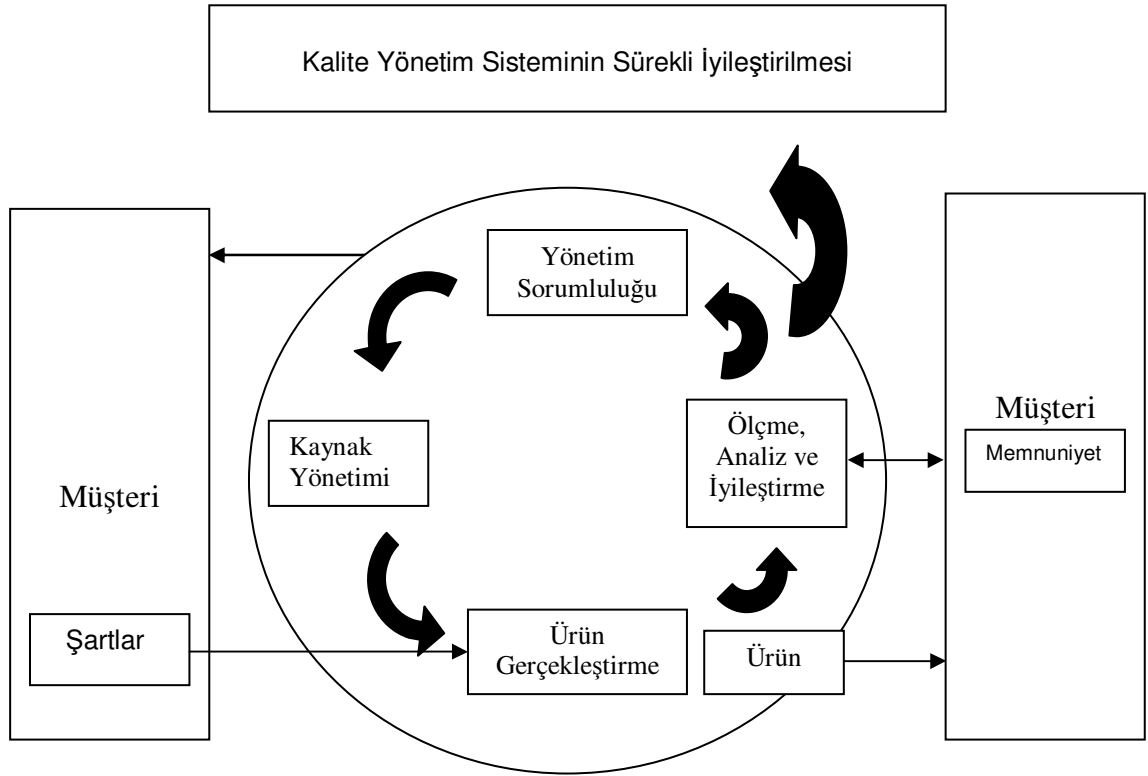
Yaygınlaşan yeni yaklaşımlar sonucunda müşteri haklarının korunmasına yönelik düzenlemeler geliştirilmiş ve yasal şartları ve yükümlülükleri tanımlayan mevzuatlar uygulamaya konulmuştur. Avrupa Birliği Tüketiciyi Koruma ve Bilgilendirme Programı, Ürün Emniyeti Direktifi, Ürün Sorumluluğu Direktifi örnek olarak verilebilir. Söz konusu mevzuatların ana unsurları, tüketici sağlığı ve emniyetinin korunması, tüketicinin ekonomik çıkarlarının korunması, tüketicinin bilgilendirme hakkının yerine getirilmesi, tüketici zararının tazmini, tüketici temsilciliği ve ilişkisi gibi hususları içermektedir.

ISO 9001:2008 standardında uygulama ön planda tutulmuş ve süreç yaklaşımı esas alınmıştır. Standardın oluşturulmasında (revizyonunda) 8 kalite yönetim prensibi temel alınmıştır;

- Müşteri Odaklılık
- Liderlik

- Çalışanların Katılımı
- Süreç Yaklaşımı
- Sistem Yaklaşımı
- Sürekli İyileştirme
- Gerçeklere Dayalı Karar Verme
- Tedarikçiler ile Karşılıklı Çıkar Ortaklığı İlişkisi

ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi modelinin şematize edilmiş hali Şekil 1.5’ de gösterilmiştir. Şekil 1.5 incelendiğinde ise Deming’ in PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al) döngüsünden yola çıkılarak hazırlandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 1.5. ISO 9001:2008 Süreç bazlı kalite yönetim sistemi modeli
KAYNAK: TSE, Standardı Kalite Yönetim Sistemi Şartları TS EN ISO 9000, s.3-4.

Şekil 1.5’ de gösterilen süreç bazlı yaklaşım, Kalite Yönetim Sistemi için kullanıldığında;

- Şartların anlaşılmasının ve yerine getirilmesinin,
- Süreçlerin değer katma açısından dikkate alınma gereksiniminin,

- c) Süreç performans ve etkinliğinin sonuçlarının elde edilmesinin,
- d) Objektif ölçmelere dayandırılan süreçlerin sürekli iyileştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Şekil 1.5' deki gösterim, ISO 9001:2008 şartlarının girdi olarak tanımlanmasında, müşterinin önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Müşteri memnuniyetinin izlenmesi, müşteri algılamaları ile ilgili bilgilerin, kuruluşun müşteri isteklerini karşılayıp karşılamadığı açısından değerlendirilmesini gerektirmektedir.

1.8. Süreçlerle Yönetim

Geleneksel / profesyonel yönetim anlayışının iki kilit kavramı vardır. İş bölümü ve hiyerarşi. Bu anlayış organizasyonel düzenin / yapının dikey ve yatay olarak dilimlenmesi ile elde edilen iş birimlerini esas alır. Günümüzde pek çok yönetici faaliyetlerini organizasyon şemasında belirtildiği şekilde yürütmektedirler. Bu yöneticilere göre işletmeye bakış açısı, eğer her bölüm kendine verilen görevi yerine getirirse, işletme amacı da kendiliğinden gerçekleşir şeklindedir.

Geleneksel Yönetim işi uzmanlıklara ya da düzeylere göre dizayn etmekte ve çalışanları iş birimi dediğimiz kutucukların içine hapsedmektedir. Kişiler bu kutucukların içinde işin kendine düşen veya kendine verilen kısmını, sağına soluna, yukarısına, aşağısına bakmadan, daha da önemlisi ne amaca hizmet ettiğini bile tam olarak anlayamadan yapmaya çalışmaktadır. Oysa iş belli gereksinimleri karşılamak amacıyla bir araya gelen, birbirini izleyen faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu nedenle işin gereksinimler yönünde doğal olarak ilerlemesi gerekmektedir.

Geleneksel yönetimin iş bölümü (uzmanlık) ve hiyerarşi (düzey) ile karakterize edilen yaklaşımı bu doğal akışın önünde engeller oluşturmaktadır. İşi bu engellerden kurtarmak için gündeme gelen yönetim anlayışı Süreçlerle Yönetimdir.

“Böl, parçala, yönet” şeklinde değerlendirebileceğimiz geleneksel yaklaşımının bir diğer sonucu işletme içi işbirliğini yok etmesidir. Bu yaklaşımın hüküm sürdüğü işletmelerde, her bölüm ayrı bir kar merkezi olarak faaliyet gösterdiğinden, bölüm çalışanlarının yegane düşüncesi kendi bölümlerinin en etkin şekilde çalışmasını sağlamak olur. Bunun sonucunda bölüm amaçları, şirket amaçlarının önüne geçer.

Örneğin düşük stokun avantajları aşikar olmakla birlikte, satış ve servis elemanları tam stok isterler. Her boydan, biçimden ve renkten bol miktarda bulunmalıdır. Bu bölümlerin tek amacı kendi işlerini kusursuz yapabilecek şartları yaratmaktır. Onlar için fazla stokun işletmeye getireceği yük önemli değildir. Bölümleri kendi çıkarlarını düşünen bu davranışlarından dolayı suçlamak yersizdir çünkü sistem böyle bir zaafa açık bulunmaktadır.

Süreç yönetimi, organizasyonun anahtar süreçlere dayalı olarak görülmesi ve yönetilmesidir. Süreç yönetimi fonksiyonel organizasyonun çöpe atılması değildir. Fonksiyonel organizasyon yapısında dahi anahtar süreçler ve süreç sahipleri belirlenebilir. ISO 9000 süreç yönetimine geçiş için iyi bir başlangıç olacaktır.

Süreçlerle Yönetimi tanımlamadan önce süreçlerle yönetime geçişte çok önemli bir unsur olan Süreç Yönetimini tanımlamak gerekmektedir.

Süreç Yönetimi, süreçleri yönetmek demektir. Süreç Yönetimi bir yönetim tekniği olarak kabul edilebilir. Bu yönden süreç yönetimi hem geleneksel, hem de yeni yönetim anlayışı kapsamında uygulanabilir. Süreçlerle Yönetim ise bir yönetim anlayışını bir yönetim yapısını ifade etmektedir. Bir başka şekilde ifade edilirse süreçlerle yönetim, yönetim işini süreçlerle, yani süreçlere odaklanarak yapmak anlamına gelmektedir. Bu anlayışın uygulanabilmesi yeni yönetim ilkelerine uygun bir yapısal dönüşümü gerektirmektedir. Bu dönüşüm için süreç yönetimi aşamasından geçmek, yani süreçlerin etkin bir biçimde yönetilmesinin sağlanması gerekmektedir. Sonuç olarak Süreç Yönetimi, Süreçlerle Yönetime geçişin bir aşamasıdır. Geleneksel Yönetim anlayışından Süreçlerle Yönetim anlayışına geçişin amacı organizasyonların değişimle baş edebilecek becerileri geliştirebilmesine olanak sağlayacak bir yapıya kavuşturulmasıdır.

1.8.1. Süreç nedir?

İş gücü, makine, malzeme, para, bilgi, zaman gibi kaynakları işleyip değer katarak müşteri istek ve beklentilerini karşılayacak çıktıları üreten eylem ve işlemler dizini olarak süreç ifade edilebilir. Müşteri için bir değer oluşturmak üzere, bir grup girdiyi

kullanarak, bunlardan çıktılar elde etmeyi amaçlayan süreç kavramının aşağıdaki şu özellikleri de karşılaması gerekmektedir;

- Tekrarlanabilen
- Ölçülebilen
- Bir sahibi ve sorumluları olan
- Organizasyonel hiyerarşi gerektirmeyen
- Fonksiyonlar (birimler) arası
- Eylemler ve işlemler dizisidir.

ISO 9001:2008 standardına göre, girdileri çıktı haline getiren birbirleriyle ilgili ve etkileşimli faaliyetler takımı olan süreç, genel olarak bir sürecin çıktıları, diğer sürecin girdileridir (Anonim 2008).

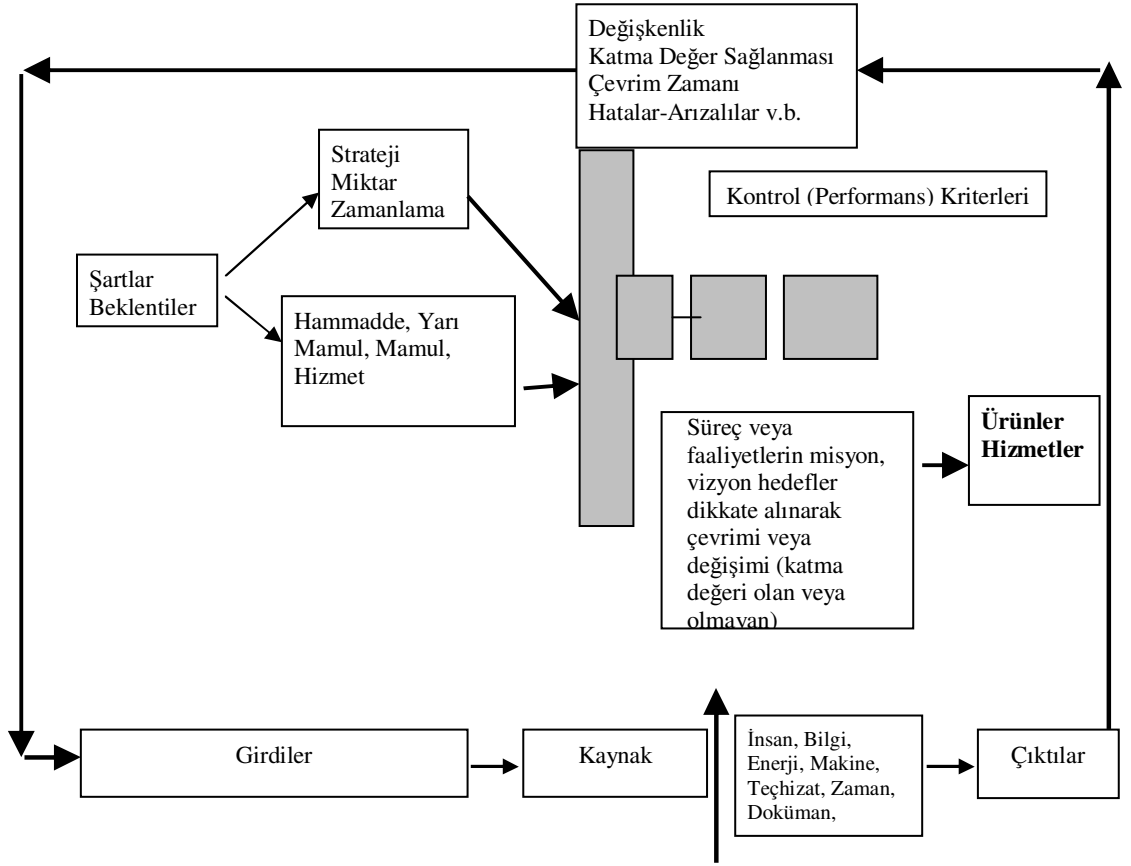
Süreçler girdi, çıktı, kontrol kriterleri ve ihtiyaç duyulan kaynakları ile birlikte tanımlanır. Şekil 1.6' da aşağıdaki tanımlar ışığında örnek bir süreç gösterilmektedir.

Girdi: Talep, beklenti ve şartları karşılamak üzere süreçte kullanılan, süreci harekete geçiren ve dönüşüme/değişime uğrayan hammadde, yarı mamul, mamul, hizmet, bilgi, veri, tanımlamalar v.b. özelliklerdir. Girdiler kuruluş içinden veya dışından temin edilir.

Çıktı: Sürecin bir sonucudur. Girdilerin talep, beklenti ve şartları karşılamak üzere dönüşüme/değişime uğramış ürün, hizmet, v.b biçimidir. Çıktılar, kuruluşun içinden veya dışından olan müşterilere sunulur.

Kaynak: Girdilerin çıktılara dönüşümü/değişimi için kullanılan ve herhangi bir dönüşüme/değişime uğramayan insan, bilgi, makine, teçhizat, zaman, doküman, enerji v.b. unsurlardır.

Kontrol : Talep, beklenti ve şartları karşılamak, sürecin planlanmış kural, prensip ve sisteme göre gerçekleşmesini, süreç çevrim süresi, hata oranı gibi, takip etmek üzere sürecin sürekli izlenmesi ve ölçülmesidir.



Şekil 1.6. Üretim süreci örneği

KAYNAK: Yöndes Danışmanlık Hizmetleri, Süreç Yönetimi Eğitim Notları, 2008.

1.8.2. Süreç yönetiminin faydaları

İşletmelerde yasal ve müşteri şartlarının, bağlantılı süreçlerin uyumlu çalışmasının sağlanması durumunda, üst yönetimin belirlediği hedefler doğrultusunda aşağıdaki faydalar elde edilebilmektedirler;

1. Müşteri şartları, yasal şartlar ve kuruluşun kendisinin ortaya koyduğu şartların ulaşmasını ve yerine getirilmesini sağlar,
2. Süreçlerin katma değer açısından değerlendirilmesi ve öncelikli olanların belirlenmesini sağlar,
3. Süreçlerin izlenmesi ve ölçülmesine ait verilerin değerlendirilerek, performans ve etkinliğe ait sonuçların elde edilmesini sağlar,
4. Objektif ölçümlere dayandırılarak süreçlerin sürekli iyileştirilmesini sağlar,

5. Karar mekanizmaları ürün iyileştirmede ve piyasada liderlik sağlamada, pazar payı ve gelişimini artırmada, fayda sağlayacak yatırımlarla ilgili karar vermede daha rahat hareket etmeyi sağlar,
6. Süreçler arası iletişim kopukluklarının nedenlerinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılmasını sağlar,
7. Kuruluş kaynaklarının gerçekten iyileştirme gereken ve katma değeri olan süreçler üzerinde kullanılması ve sonuçlarının fayda getirmesini sağlar,
8. Süreçlerin istenilen sürede ve maliyetle etkin ve verimli çalışmasını sağlar (Graphenteen 2003)

1.8.3. ISO 9001:2008'e göre süreç yönetimi

ISO 9001:2008, kalite yönetim sistemi süreçlerin sıra ve etkileşimleri ile birlikte tanımlanmasını şart koşmaktadır. Diğer bir ifade ile standart, artık süreçlerin birbirinden ayrı fonksiyonlar olarak ele alınmasına izin vermemektedir. Bu şartı karşılamanın en kolay yolu ise kalite yönetim sistemini, kuruluşun gerçek faaliyetlerini yansıtacak şekilde oluşturmaktır.

Bu konuda başarılı kuruluşların hemen hemen tümünün izledikleri yolun özetle;

- kalite yönetim sistemlerinin tümünü akış diyagramları ile ifade etmek,
- tekrarları, değer sağlamayan aşamaları iptal etmek,
- her bir süreci, diğer süreçlerle etkileşimleri ile birlikte tanımlamak ve
- tüm süreçler arasında bir iç müşteri tedarikçi ilişkisi oluşturmak olduğu söylenebilir.

Kalite yönetim sistemlerini mevcut süreçlerini dikkate almadan oluşturan kuruluşlar, ise ISO 9001'in sağlayabileceği yararlardan çok azıyla yetinmek durumunda kalmaktadırlar. Ancak bu kuruluşların, eski dokümantasyon yapısı ve numaralandırma sisteminden mutlaka vazgeçmeleri gerektiği şeklinde yorumlanmaması gerekmektedir. Eğer kuruluşun, dokümente edilmiş kalite yönetim sistemi, faaliyetlerini ve bunlar arasındaki etkileşimi yansıtıyorsa, sistemin "sil baştan" dokümente edilmesi yerine, mevcut kalite yönetim sisteminin, yeni şartları karşılayabilecek şekilde geliştirilmesi yeterli olabilmektedir.

2. GIDA SANAYİNDE KALİTE VE GIDA GÜVENLİĞİ

2.1. Gıda Sanayi ve Kalite

Gıda sanayii, çeşitli hazırlık aşamalarındaki gıda maddelerini ya da tarımsal ürünleri toplayıp, depolayarak, ürünleri işleyip, ambalajlayıp satışa hazır hale getiren ve ürünlerin dağıtımını da üstlenen bir endüstri koludur. Tüm dünyada gıda işletmeleri, gıda maddelerini ulusal ya da uluslararası boyutta dağıtacak şekilde örgütlemekte ve çok sayıda üründen oluşan hammaddeleri çiftçilerden ve ürün toplama merkezlerinden satın almaktadırlar. Günümüzün gıda işletmeleri, dünya çapındaki büyük grupların egemenliği altında olup ürünlerini tüm dünyaya dağıtabilen ve tüketicilerin tek tip beslenme alışkanlıkları edinmesini sağlamaya çalışan şirketlere dönüşmüşlerdir. Günümüzde bu çok uluslu gıda şirketleri, hem ekmek ve hazır yiyecek gibi eskiden evlerde ve imalathanelerde gerçekleştirilen işlere de yatırım yapmışlar hem de teknolojinin en üst olanaklarından yararlanarak işlenmiş ürünleri daha dayanıklı hale getirme ve yeni depolama teknikleri kullanarak farklı gıda maddeleri üretmişlerdir. Diğer taraftan gıda sanayi, biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinin gelişmesi ile birlikte genetik müdahaleye uğratılmış gıdaların üretimi ile de ilgilenmektedir.

Endüstrileşmiş ülkelerde ve bazı gelişmekte olan ülkelerde alt sektörler dahil gıda ticaretinin ekonomideki payının yaklaşık olarak % 25 olduğu ifade edilmektedir. Alt sektör olarak girdi sağlayan endüstriler, tarım sektörü, birinci seviyede işlenmiş ürünler, daha kompleks ürünlerin işlenmesi, dağıtım sistemleri, perakende ve lokanta sektörü sayılabilir. Gıda sektörü, tarım sektöründen hem toplam üretim değeri, hem de uluslararası ticarete daha önemli bir konumdadır. Tarım ürünleri ticaretinin genel olarak, verimlilik, arazi verimliliği, iklimsel özellikler ve optimal çiftlik yapısından kaynaklanan mukayeseli üstünlüğü bulunmasına rağmen, işlenmiş gıda ürünlerinde teknolojik gelişimle birlikte farklı bir durum bulunmaktadır. Değişik şekilde işlenmiş, markalı ve tüketici ihtiyaçlarına uygun ürünlerin ticaretinde mukayeseli üstünlük analizinin yapılmasına ihtiyaç yoktur. Günümüzde emek, sermaye ve doğaya dayalı bir üretim fonksiyonu rekabet için yeterli olmamaktadır. Doğal kaynaklar rekabette bir etken olmaktan giderek çıkmakta ve daha çok üretimin daha az işgücü ile gerçekleştiği görülmektedir. Gıda sanayiinde de yeni bir üretim fonksiyonu gerçekleştirilecekse bunun temel faktörü bilgi olmaktadır (Josling 1999).

Geçerliliğini yitiren bir diğer klasik kavram da ölçek ekonomisi olmuştur. 1950' li ve 1960' lı yıllarda ekonomik gelişme büyük ölçekli üretime dayalıydı. 1970' li yıllarda ise rekabet üstünlüğü, düşük maliyete dayanmaktaydı. Piyasaların yavaş yavaş doymaya başlaması fiyatın tek başına rekabette yeterli olmamasına neden oldu. Böylece müşteriler ucuz ama kaliteli ürünlere yönelmeye başladılar. 1980' li yıllara gelindiğinde kalite rekabetin en önemli unsuru haline geldi. 1990' lı yıllarda hatasızlık da rekabet için yeterli görülmemeye başlanmış, yeni, özgün, herkese ve her zevke hitap eden ürünlerin sunulması yani araştırma geliştirme ön plana çıkmaya başlamıştır (Çetin 1999).

Günümüzde ise rekabet için kalite ve fiyat önemini korurken, yeni ürünlerin üretimi, dağıtımda hız ve güvenilirlik gibi kriterler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle gıda şirketleri, küreselleşme ile birlikte yaşanan bu yoğun rekabette zorlanmakta ve tepki olarak, AR-GE' ye, marka yaratmaya, pazara odaklanmaya, yenilikleri araştırmaya, maliyetleri düşürmeye, kalite ve gıda güvenliğine gereken önemi göstermeye başlamışlardır. Bu bağlamda gıda sanayiine etkileyen başlıca faktörler Şekil 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Gıda sanayiini etkileyen faktörler ve tepkiler

Bir ülkede üretilen ve piyasaya sunulan ürünlerin kaliteli olması o ülkenin gelişmişlik düzeyi ile yakından ilgilidir. Gıda sanayiini etkileyen başlıca faktörler ve

buna karşın sektörün vermiş olduğu tepkiler Şekil 2.1.' de gösterilmiştir. Buna göre gıda firmaları, dünya piyasalarında rekabet edebilmeleri için yüksek kalitede ve düşük maliyetli ürünleri piyasaya sürmeleri gerekmektedir. Bunun gerçekleşmesi, ancak Kalite ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi bilincinin tüm gıda işletmelerine yerleştirilmesi ile mümkün görünmektedir (Arıkbay 2003).

2.2. Gıda Sanayiinde Kalite Kontrol Uygulamaları

2.2.1. Gıda kalite kontrolünün unsurları

Gıda sanayinin temel fonksiyonu ürünü pazara sunmaktır. Bunun dışında, gıda sanayii, ulusal ya da uluslararası düzeyde hükümet dışı organizasyonlara katılarak veya hükümete danışmanlık yaparak gıda politikasında görev almaktadır. Gıda sanayi, tüketicilere kaliteli ve güvenilir, besin değeri yüksek ürünleri sağlamada geniş sorumluluğa sahiptir. Bu kapsamda, ulusal ve uluslararası gıda mevzuatı yakından izlenmekte ve risk değerlendirme sürecinde bilimsel verilerle destekleyici roller üstlenmektedir. “Codex Alimentarius” standartlarının görüşüldüğü toplantılara katılmakta ve karar alma sürecinde belirleyici rol oynamaktadır. En iyi gıda teknolojilerini ve uygulamalarını transfer etmekte ve böylece hem tarımsal üretimden maksimum yararlanılmakta hem de kaliteli ve güvenilir gıdanın üretilmesi, işlenmesi, pazarlaması etkinleştirilmektedir. Ayrıca gıda endüstrisi, tüketiciyi koruma ve uluslararası gıda ticareti çabalarını genişletmekte ve sanayide yenilikler ortaya koymaktadır. Tüm bunlar için gerektiğinde ilgili uluslararası örgütlerle işbirliğine gidilmektedir (Soydal 2000a).

Gıda Kalite Kontrolünün ikinci ayağını akademik kuruluşlar oluşturmaktadır. Gıda ve beslenme konularında toplumu yönlendiren akademik kuruluşlar, kalite ve güvenliği ile ilgili uluslararası referansları izlemekte ve sürekli hükümete, gıda sanayiine ve tüketiciye önerilerde bulunmaktadır. Örneğin geleneksel ürünlerimizden olan kuru üzüme vb. ürünlere yönelik risk değerlendirme ve risk yönetimi konularında araştırmalar yürütülerek gıda mevzuatında karar alma prosedürüne katkıda bulunmaktadırlar. Ayrıca akademik kuruluşlar tarafından gıda işletme personeline yönelik eğitim programları geliştirilmekte ve gıda denetimi, analiz, üretim, gıda ürün geliştirme, tüketim açısından ulusal düzeyde değişimlerde etkin rol oynamaktadır (Akova 1997).

Tüketiciler ise gerek dünyada gerekse ülkemizde gıda kalite kontrolüne ilişkin kararların tartışılmasında seslerini yeterince duyuramamakta ise de tüketicilerin elinde pazar gücü bulunmaktadır. Yani tüketici talepleri, pazarı doğrudan yönlendirebilmektedir. Tüketiciler, sadece kendilerine sunulan ürünleri tüketmemekte, aynı zamanda uluslararası gıda bilimi ve teknolojisindeki gelişmeleri takip etmektedirler.

Gıda kalite kontrolünün uygulanabilirliğinde zincirin en önemli halkasını ise Hükümet oluşturmaktadır. Hükümete düşen görevler şu şekilde sıralanabilir;

- Zaman içerisinde mevcut ürün kalite ve güvenliği bakımından gıda mevzuatı, uluslararası kabul görmüş standartları baz alarak güncelleştirilmelidir.
- Gıda kontrol hizmetleri ile ilgili kuruluşlar, gıda güvenliği konularının önemini açıklayan ve tanımlayan eğitici ve bilgi sağlayan dokümanları hazırlayarak tüketicilere sunmalıdır.
- Hükümet açık bir şekilde, gıda politikası sürecinin gelişmesinde tüketicilerin ve tüketici organizasyonlarının rolünü belirlemeli ve bunu duyurmalıdır.
- Hükümet, gıda üretimi, mevzuatı ve güvenliği konularında Enformasyon Teknoloji Sistemlerini tesis etmeli ve kapasitesini güçlendirmelidir.
- Gıda hizmetleri ile ilgili olarak oluşturulan ya da oluşturulacak kuralları biran önce yasallaştırmalı ve etkin faaliyetlerini sağlamalıdır (Arslan 2000).

2.2.2. Türkiye' deki gıda kontrol uygulamaları

Türkiye' de gıda işletmeleri tarafından gerçekleştirilen kalite kontrol ve risk yönetimine ilişkin başlıca uygulamalar olarak sorumlu yöneticilik, işletmelerde oto kontrol uygulamaları, Toplam Kalite Yönetimi, bilimsel araştırmalara katkı, sözleşmeli üretim ve örgütlenmeler sayılabilir.

Sorumlu yöneticilik, Türk Gıda Mevzuatında yer alan özellikle gıda işletmelerinde devlet tarafından yürütülecek gıda kontrol hizmetlerinin, daha etkin ve oto kontrol anlayışı içinde gerçekleştirebilmek için getirilmiş, yeni ve çağdaş bir uygulama olarak görülmektedir. Böylece gıda üreten ve işleyen yerlerde, kalite kontrol ve risk yönetimine işletmelerin de katılımı ve sorumluluk üstlenmeleri sağlanmış olmaktadır.

Ancak bu uygulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, sorumlu yönetici olabilme koşulları, çalışma güvencesi, görev, yetki ve sorumlulukları gibi konularda gerekli yasal düzenlemelerin de yapılması gerekmektedir. Sorumlu yönetici istihdamının gıda firmaları tarafından uygulanma zorunluluğu olmasına rağmen ne yazık ki bir yandan küçük ve orta ölçekli gıda firmalarına ekonomik yük getirmesi, diğer yandan Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından konuyla ilgili bir sözleşme metni örneği bile geliştirmemiş olması, uygulamaya geçişte sorun çıkarmaktadır.

Gıda işletmelerinde oto kontrol uygulamaları ise günümüzde sadece modern üretim teknolojilerinden yararlanan gıda işletmelerinde uygulanmaktadır. Oto kontrol çalışmalarında özgün kontrol parametreleri geliştirilmekte ve buna uygun olarak laboratuvarlar oluşturulmaktadır. Bunun dışında kimi işletmeler ise ürettikleri ürünlerin kalite ve sağlık kontrollerini, bu konularda çalışan özel ya da resmi laboratuvarlarla yaptıkları yıllık ya da sezonluk anlaşmalarla kontrol altında tuttukları gibi, yine mevsimlik veya yıllık ürün geliştirme çalışmalarını da sürdürmektedirler. Ayrıca 560 sayılı KHK ile özel gıda laboratuvarlarının kurulabilmeleri ve çalışabilmelerine de olanak yaratılmıştır. Bu yeni uygulama ile gıda işletmelerinde bu özel laboratuvarlardan yararlanılarak etkin oto kontrol sistemlerinin daha da yaygınlaşacağı beklenmektedir (Anonim 2001a).

Türk gıda sanayiindeki işletmelerden bazılarında yaşanan önemli bir diğer gelişme, toplam kalite ve gıda güvenliği yönetimi çerçevesinde ISO 9000, ISO 22000 vb. standartlara göre üretim ve yönetimlerini yenileyerek belgelendirilme çabası içine girmiş olmalarıdır. İşletmelerin bu uygulamaya yönelmeleri ile bir yandan uluslararası pazar ölçütlerinde kendilerinin daha fazla tanınmaları ve pazar paylarını artırmaları sağlanırken, diğer yandan da iç pazarlardaki tüketicilerin kalite kavramlarına yönelmelerine de katkıda bulunmaktadır.

Türk gıda sanayiinde gelişmiş teknolojileri benimsemiş olan firmalar bilimsel gelişmelerden yararlanmayı da ön planda tutmaktadırlar. Söz konusu bu gıda işletmeleri gıda teknolojisindeki ulusal ve uluslararası yenilikleri ve karşılaştıkları sorunların çözümlenmesinde de sık sık ilgili kurumlarla bilimsel işbirliğine gitmektedirler. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sayısı az da olsa üniversitelerin

ilgili fakülte ya da bölümleri ile ortak proje çalışmalarına gidilmekte ve üniversite-sanayi işbirliği oluşturulmaktadır (Çetin 2001).

Kalite kontrol uygulamalarında bir diğer önemli konu da Avrupa Birliği gıda güvenliği politikalarında bahsedilen çiftlikten sofraya gıda kontrolü kavramı olarak da ele alınabilecek sözleşmeli üretimdir. Sözleşmeli tarım olarak da ifade edilen bu kavram, üreticiler ve diğer firmalar arasında sözlü ya da yazılı olarak gerçekleştirilen ve bir tarımsal ürünün üretim ve pazarlaması ile koşulları belirleyen anlaşmalardır. Bazı gıda işletmeleri, yaşanan hammadde darboğazını aşmak üzere çiftçilerle sözleşmeli üretime yönelmektedir. Böylece gıda işletmeleri hammadde sorununu hem miktar hem de kalite ve güvenlik açısından çözmüş olmaktadır (Rehber 1997, 2000).

Türk gıda sanayiindeki işletmeler için belirtilmesi gereken bir başka konu da sektörel düzeyde oluşturulan dernek, birlik vb. organizasyonların yaptıkları çalışmalarıdır. Bu organizasyonlar resmi çalışma gruplarına temsilciler vererek Türkiye’ de ulusal gıda politikaları ve stratejileri için, teknik, ekonomik ve hukuksal boyutlarda öneriler getirmektedirler.

560 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname, tüketici sağlığını korumakta, yurt içinde üretilen ve ithal edilen gıdaların kontrolünde aynı mevzuatın uygulanmasını sağlamakta ve gıda endüstrisinde haksız rekabetin önlenmesinde sistematik bir yaklaşım getirmektedir. Dinamik bir rekabet ortamında, Türkiye’ nin gıda ticaretinde güçlü ve istikrarlı bir yapıya kavuşması gıda kalite kontrol sistemlerinin ve gıda mevzuatının etkin bir şekilde uygulanmasına bağlıdır

2.3. Gıda Güvenliği Temel Kavramları

Günümüzde tüketiciler, tükettikleri gıdaların besin değerini gösteren etiketleri incelemekte ve böylece besin değerinin yükseltilmesinde etkili olmaktadır; fakat gıda kalite kavramı tek başına tüketiciyi tatmin etmemektedir. Ek olarak gıda güvenliği arayışları ortaya çıkmıştır. Gıda güvenliği, gıda maddelerinin her türlü bozulma ve bulaşma etkeninden uzaklaştırılarak tüketime uygun hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

FAO, yarım yüzyıldır WHO ile birlikte gıda güvenliğine ilişkin pek çok sayıda proje yürütmektedir. Bu çerçevede 1956 yılından bu yana Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA) ve 1963 yılından beri Gıda Kodeksi Komisyonu’ nun

(Codex Alimentarius Commission-CAC) çalışmaları örnek gösterilebilir. Kodeks, bir standartlar sistematığı olup küreselleşme kapsamında uluslararası gıda ticaretinde önemli ve yönlendirici bir rol oynamaktadır. FAO' nun programları içerisinde kodeks çalışmaları, ayrıcalıklı bir yer tutmaktadır. Gıda kalitesi ve güvenliğinin bu şekilde önemli hale gelmesinin altında yatan sebep, küreselleşme sürecinde gelişmiş ülkelerin ve çok uluslu şirketlerin, gıda standartlarını dış ticarete bir koz olarak kullanmak istemeleridir. Çok uluslu gıda şirketlerin baskılarının gıda standartları etkilediği düşünülmektedir. Örneğin, Gıda Kodeksi Komisyonu' nun 19. Oturumuna, dünyanın en büyük gıda şirketlerinden biri olan Nestle' nin, 38 temsilciyle katılması küreselleşme karşıtlarının ve diğer sivil toplum örgütlerin ilgisini çekmektedir (Lang ve Hines 2000).

2.3.1. Codex Alimentarius Komisyonu

Birleşmiş Milletler'e üye olan tüm ülkelerin gıda güvenliği ve mevzuatı ile ilgili adres gösterdiği komisyon Codex Alimentarius Komisyonudur. Birleşmiş Milletler tarafından 1962 yılında kurulan Komisyonun halen 165 üye ülkesi olup, Türkiye de 1963 yılında üye devletler arasına katılmıştır. Bütçesini Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü' nün karşıladığı Komisyon, 21 alt komite ile birlikte tüketicinin sağlığını ve ekonomik çıkarlarını koruyacak ortak bir gıda kanunu oluşturmaktadır.

Komisyonun görevleri arasında etiketlendirme, analiz yöntemlerinde birlik sağlama, gıda katkı maddelerinin ve pestisit kalıntılarının saptanması, standart yöntemlerin belirlenmesi ve uygulanması sayılabilir. Komisyonun günümüzde 17 cilt halinde 237 gıda standardı ve birçok rehber niteliğinde öneri paketleri bulunmaktadır.¹

Codex Alimentarius, tüm gıdalara uygulanan genel standartların yanı sıra, belirli gıda veya gıda ürünlerine uygulanan binlerce standardını kapsamaktadır. Genel standartlar, hijyen, etiketleme, pestisit ve veteriner ilaç kalıntıları, ithalat ve ihracat denetimi ve belgelendirme sistemi, tahlil ve numune alma yöntemleri, gıda katkı maddeleri, kirleticiler, beslenme ve özel diyet amaçlı gıdaları içermektedir. Buna ek olarak, taze, dondurulmuş ve işlenmiş meyve ve sebzeler, meyve suları, tahıllar, sıvı ve katı yağlar, balık, et, şeker, kakao ve çikolata ve süt ve süt ürünleri gibi standartlar da bulunmaktadır.

¹ <http://www.codexalimentarius.net>, 2009

2.3.2. Avrupa Birliği' nde Gıda Güvenliği Politikaları

Avrupa Birliği' nde son zamanlarda özellikle İngiltere' de 1996 yılında yaşanan BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy), popüler adı ile “deli dana hastalığı” nın insan sağlığı açısından tehlikeli olduğunun anlaşılması, gıda güvenliği tartışmalarını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca genetik yapısı değiştirilmiş gıda ürünlerinin güvenli olup olmadığı, büyüme hormonlu etlerin risk taşıyıp taşımadığı gibi sorunlar, Avrupa Birliği gıda politikalarında gıda güvenliğini bir öncelik haline getirmiştir.

Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Komisyonu sadece üye ülkeler dahilinde değil, aynı zamanda tüm Avrupa' da da gıda güvenliğini desteklemektedir. Bu doğrultuda, asgari ölçütleri yerine getiren gıda ürünlerinin Avrupa Birliği' nde giderek artan dolaşımı sonucunda tüketici sağlığını tehlikeye atmamak için temel gıda ile hayvan ve bitki sağlığı gibi alanlarda bir yasalar bütünü oluşturulmuştur. Yasal olarak bir üye ülkede pazarlanan ve Topluluğun güvenlik standartlarına uygun her ürün, herhangi bir diğer üye ülkede de satılabilmektedir (Soydal 2000b).

Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Politikası' nın temel prensibi, konunun kapsamlı bir şekilde tarladan sofraya tüm gıda zincirini oluşturan bütün gıda sektörlerinde, üye devletler arasında, Avrupa Birliği' nin dış sınırlarında, Avrupa Birliği içinde, uluslararası ve Avrupa Birliği karar mekanizmalarında ve politikayı oluşturan her aşamada konunun bir bütün olarak ele alınmasıdır. Gıda güvenliğinin temelini oluşturan bilimsel yaklaşımlar, veri toplanması ve analizi, kontrol mekanizmaları ve tüketicinin bilgilendirilmesi gibi konulardan oluşmaktadır. Yem üreticilerinin, çiftçilerin, gıda üreticileri ve işçilerinin, üye devletlerdeki sorumlu kuruluşların, üçüncü ülkelerin, Komisyonun ve tüketicilerin gıda güvenliği konusunda farklı sorumlulukları vardır. Yem üreticileri, çiftçiler ve gıda üreticileri, gıda güvenliği konusunda birinci derecede sorumludurlar. Sorumlu kuruluşlar, ulusal gözetim ve kontrol sistemlerini işleterek bu sorumluluğun uygulanmasını sağlamaktadırlar. Komisyon ise yetkili kuruluşların bu sistemleri uygulamadaki yeterliliklerini ulusal bazda yaptığı denetlemeler ve incelemelerle değerlendirirler. Tüketiciler ise gıdaları uygun koşullarda saklayarak, gerektiği gibi pişirmekten sorumludur. Bu yolla, tarladan sofraya politikasının, gıda zincirinin tüm sektörlerini yani yem üretiminden başlayarak ilk üretim, işleme, depolama, nakliyat ve perakende satışı kadar kapsayacak şekilde sistematik olarak

uygulanması sağlanmaktadır. Başarılı bir gıda politikası için yem, gıda ve bunların kalıntılarının izlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu izlenebilirliği kolaylaştırmak için bazı prosedürlerin oluşturulması gerekmektedir. Bu prosedürler, yem ve gıda sektörlerinde, tüketici sağlığını tehlikeye sokacak riskler ortaya çıktığında yem ve gıdaların piyasadan çekilmesini sağlayacak önlemleri içermektedir. Bu noktada gıda sektöründe çalışanların üzerine düşen görev, ham madde ve katkı maddeleri tedarikçilerinin kayıtlarını dikkatli bir şekilde tutmaları ve ortaya çıkan problemlerin kaynağının tespit edilmesidir. Bu şekilde kapsamlı bir yaklaşım ile daha uygun, etkili ve dinamik bir gıda politikası sağlanmaktadır. Bu politika sürekli gözden geçirilerek, gerekli görüldüğünde politikanın uygulanması ile kısa vadede gözlenen sonuçlar değerlendirilerek yenilenmeli, yeni ortaya çıkan riskler ve gıda zincirindeki gelişmeler takip edilerek gerekli değişiklikler yapılmalıdır. Aynı zamanda yaklaşımlar şeffaf olmalı, konu ile ilgili herkesin gelişmelere etkili katılımları sağlanmalıdır (Anonim 2001b).

Risk analizleri, gıda güvenliği politikasının temelini oluşturmaktadır. Avrupa Birliği' nde risk analizinin üç unsurunun uygulanmasına imkan verecek bir gıda politikasından söz edilmektedir. Bunlar, Avrupa Gıda Otoritesi' nin gıda güvenliği politikalarında da belirtilen risk değerlendirmesi, risk yönetimi ve risk bilgilendirmesi olarak tanımlanmaktadır. Risk değerlendirmede amaç bilimsel görüşlerden yararlanmaktır. Geniş bir şekilde bilginin toplanması ve analizi, doğru bir bilimsel yaklaşım için gerekmektedir. Bilimsel bilginin oluşturulmasında insan ve hayvan sağlığı alanında izleme ağı ve denetim, erken uyarı sistemleri ve araştırma geliştirme çalışmaları önemli rol oynamaktadır. Risk yönetiminde yasalar ve kontroller ön plana çıkmaktadır. Risk yönetiminin kontrol ayağı Gıda ve Veteriner Ofisi tarafından yerine getirilmekte iken yasalar ile ilgili olan kısmı ise Avrupa Gıda Otoritesi' ne bırakılması düşünülmektedir. Risk iletişimi ise tüketicilerin sürekli olarak gıda güvenliği konularından haberdar edilmesini sağlamaktadır. Risk iletişiminin ulusal ya da uluslararası gıda ticaretini etkilememesi, bilginin geniş bir alanı kapsamaması ve acil olarak uygulamaya konulması için bilimsel görüşe dayanması gerekmektedir.

Gıda güvenliğinin temelini oluşturan bilimsel yaklaşımlar, veri toplanması ve analizi, kontrol mekanizmaları ve tüketicinin bilgilendirilmesi gibi konulardan oluşmaktadır. Avrupa Birliği' nde karar alma sürecinde, insan sağlığının korunması ve

gıda ticaretinde eşit ve doğru uygulamaların arttırılmasına yönelik diğer faktörler de dikkate alınmaktadır. Çevresel faktörler, hayvan sağlığı, sürdürülebilir tarım, tüketicinin ürün kalitesi ile ilgili beklentileri, doğru bilgi ve ürün özellikleri ile ilgili doğru tespitler ve üretim yöntemleri bu faktörlerin en önemlileridir.

Avrupa Birliği gıda güvenliği politikasının temel unsurları şunlardır;

- Bilgi Toplama ve Analizi
- İzleme ve Gözetme
- Uyarı Sistemleri
- Bilimsel İşbirliği
- Analitik Destek

Bilgi toplanması ve bu bilgilerin analizi, gıda güvenliği politikasının başlıca unsurlarındandır ve özellikle potansiyel yem ve gıda tehlikelerinin tespit edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Gıda güvenliği politikasının bir diğer unsuru izleme ve gözetimdir. Komisyon, gıda güvenliği ile ilgili konularda geniş çaplı bilgi toplamaktadır. Bu bilgilerin kaynağı esas olarak, toplum sağlığı izleme ve gözetim ağları, hızlı uyarı sistemi, tarım sektörü bilgi sistemi, çevresel radyoaktivite izleme ve araştırma çalışmaları ve ortak araştırma ağlarıdır. Bilgi toplama sistemlerinin bütünleştirilmesi ve bu bilgilerin analizi, mevcut sistemden en üst faydayı sağlayabilmenin iki önemli unsurunu oluşturmaktadır. Avrupa Birliği'nde, tüm bilgi kaynaklarının bütünleşmesi ile elde edilecek kapsamlı ve etkili gıda güvenliği izleme ve gözetim sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir sistemin amacı, öncelikle, potansiyel tehlikelere karşı zamanında müdahale için bilgilerin sürekli ve günü gününe yönetimini sağlamaktır. İkinci olarak, böyle bir sistem, Komisyonun, ileriye daha iyi görebilmesini, olaylara önceden müdahale edebilmesini, potansiyel tehlikeleri erken teşhis ederek, krizler oluşmadan önlemesini sağlamaktadır. Aynı zamanda sistem, uzun vadeli politikalar oluşturulmasını ve önceliklerin belirlenmesine de yardımcı olmaktadır (Altuğ 2000).

Uyarı sistemi de gıda güvenliği politikasının önemli unsurlarındandır. Avrupa Birliği'nde tüketicilere ulaşan gıda maddeleri için hızlı uyarı sistemi oluşturulmuştur. Farklı alanlarda birçok bildirim sistemleri bulunmaktadır. Bunlar; İnsan ve hayvanlardaki bulaşıcı hastalıklar, Avrupa Birliği'ne ithalatı durdurulan hayvansal

ürünler, radyolojik tehlikeler gibi konulara yöneliktir. Avrupa Birliği'nde tamamlayıcı ve uyumlaştırılmış bir yasal düzenleme ile hızlı uyarı sistemlerinin tüm gıdalar ve yemleri kapsayacak şekilde genişletilmesi düşünülmektedir. Araştırma, bilimsel işbirliği ve analitik destek konuları da gıda güvenliği politikalarının temelini oluşturan konulardandır. Avrupa Birliği'nde araştırma geliştirme projeleri çok yıllık çalışma programları kapsamında yürütülmektedir. Programların amacı, bilimsel bilgiyi geliştirerek politika ve düzenlemeler için doğru bilimsel temeli oluşturmaktır. Araştırma faaliyetleri, özellikle, ileri gıda teknolojileri, daha güvenli gıda üretim ve dağıtım yöntemleri, yeni kontaminasyon ve kimyasal risk değerlendirme yöntemleri, gıdaların sağlık üzerindeki rolü ve gıda analizlerinde standart sistemlerin sağlanması konuları ile ilgili olarak yürütülmektedir (Alpay ve ark. 2001).

2.4. Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri

Gıda sektöründe yer alan üretici ve bunların tedarikçisi olan firmalar, gıda güvenliği ve hijyen prensiplerini içermeyen için sadece ISO 9001:2008 standardıyla oluşturulan bir kalite yönetim sistemi ile yetinmemektedir. Bu bağlamda gıda sektörüne entegre edilebilecek gıda güvenliğine ilişkin diğer yönetim sistemleri; GMP (Good Manufacturing Practices), HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point System - Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizleri), ISO 22000:2005, BRC (British Retail Consortium Standard) ve IFS (International Food Standard) olarak özetlenebilir. Bunlar çoğu zaman birbirleriyle ilişkili olup HACCP ve ISO 9000 sistemleri istenilen kalite ve güvenliğe ulaşmak için oluşturulmuş sistemlerdir. Tüm sistemlerde sorunlar belirlenip, önlemler getirilmekte ve üretimdeki herkese belirli sorumluluklar verilmektedir. Her iki sistemde de laboratuvar akreditasyonu ve kalibrasyonu yapılmış ekipman kullanımı, personelin eğitimi ve iyi bir kayıt ve dokümantasyon başarıda önemli faktörleri oluşturmaktadır (Akova 1997).

Gıda sanayi ve bilimindeki gelişmeler, tüketici bilincinin artmasına paralel olarak gıda güvenliği, mikrobiyolojik bozulmalar, pestisit, antibiyotik kalıntıları, hormonlar, katkı maddeleri, ambalaj, hijyen gibi konular üzerinde yoğunlaşmaktadır. Gıda güvenliğinde bugüne değin uygulanan geleneksel kontrol yöntemleri, reaktif olarak bilinen son ürün kontrolüne dayalı bireysel testler şeklinde yapılmasına karşın, bir proaktif sistem olan HACCP, her aşamada doğabilecek tehlikelerin önlemini önceden

almakta kritik test ve izleme yöntemlerini ürün, proses ve riskler dahilinde gerçekleştirmekte, fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik bozulmalardan kaynaklanan sağlık riskini en aza indirmektedir. Türkçede tehlike analizleri ve kritik kontrol noktaları olarak karşılık bulan HACCP, gıdanın hammaddeden başlayıp mamul madde ve tüketimin son aşamasına kadar düzgün işleyen ve kontrol altına alınıp, izlenen bir sistemin oluşmasına dayalı, koruyucu ve önleyici bir gıda güvenlik yaklaşımıdır. Böylece hasat, hazırlama, proses, ambalajlama, depolama, nakliye gibi zincirin her halkasında önlemler alınabilmekte ve sistem bir süreklilik arz etmektedir ve son üründe gıda güvenliğini garanti eden bir düşünce sistemi ortaya çıkmaktadır (Rehber ve Ulusoy 1998, Ulusoy 2001).

2.4.1. Kritik kontrol noktalarında risk analizleri (HACCP)

Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizleri Sistemi, ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde uzay çalışmaları için kullanılmış, ardından FDA (Food and Drug Administration-Gıda ve İlaç İdaresi) tarafından düşük asitli gıdalarda ele alınmış ve daha sonra kapsamı genişletilerek Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda endüstrisine uyarlanmıştır. Avrupa Birliği'nde ise 1995 yılından itibaren, 93/43 no'lu gıda direktifi ile gıda endüstrilerinde HACCP sisteminin uygulanması öngörülmüştür.

HACCP, gıda işletmelerinde geleneksel olarak yapılmakta olan bitmiş ürün kontrolünden farklı olarak hata oluşmadan önlemeye yönelik bir yaklaşım sunmaktadır. Bunun için de insan sağlığını etkileyebilecek hatalar araştırılarak kritik kontrol noktaları belirlenmekte ve bu yönde önleyici faaliyetler geliştirilmektedir.

HACCP sistemini anlayabilmek için Türk Gıda Mevzuatında da yer alan bazı tanımların bilinmesi gerekmektedir. Bunlar, tehlike, risk ve kritik kontrol noktasıdır. Tehlike, gıda maddelerinin fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak ortaya çıkabilen potansiyel zarardır. Risk, meydana gelme olasılığı olan tehlikenin tahmin edilebilir boyutudur. Kritik kontrol noktası ise gıda güvenliğine yönelik tehlikeyi önleyebilen, ortadan kaldıran veya kabul edilebilir düzeye indirebilen işlem aşamalarıdır.

HACCP sistemi, uluslararası uygulamalarda yedi temel prensibe dayanmaktadır. Bunlar;

- I. Gıda endüstrisinde yetiştirme, işleme, üretim, dağıtım ve tüketim aşamalarında yaşanabilecek tüm potansiyel tehlikelerin tanımlanması
- II. Kritik kontrol noktalarının (CCP) belirlenmesi
- III. Her ürüne göre kritik kontrol noktaları basamaklarında özgün sınırlamaların belirlenmesi
- IV. Her kritik kontrol noktası için uygulanacak işlem esaslarıyla ilgili detaylar karşılaştırılmalı ve listelenmeli
- V. Kritik kontrol noktaları için rutin kontrol mekanizması oluşturulmalı
- VI. Planlanan HACCP sisteminin etkin çalışıp çalışmadığı testlerle doğrulanmalı ve kanıtlanmalı
- VII. Geliştirilen bütün işlemler ve kayıtlar, uygulama ve prensipler doğrultusunda kanıtlandıktan sonra, yazılı dokümanlar haline getirilerek rutin uygulamaya geçilmelidir (Topal 1996).

2.4.2. İyi üretim teknikleri uygulamaları

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi' nin (FDA) resmi kayıtlarına göre Current Good Manufacturing Practices (Güncel İyi Üretim Uygulamaları) olarak geçen GMP, gıdaların güvenliği ve yararlılığını garanti altına alan uygulama standartları olarak tanımlanmaktadır. Bu kuramlar sözkonusu gıda işletmelerindeki, kazanılan deneyimler, tasarım ve yapısal olanaklar yanında, izlenen proses, depolama koşulları, sanitasyon, kontrol işlemleri, tutulan kayıtlar dahil olmak üzere tüm yönleriyle olayı kapsamaktadır. Aksine bir sınırlama olmadıkça, genellikle güvenli kabul edilen maddeler GMP uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu uygulama, halen güncel koşullar için geçerli olup, gelişen bilgi ve kurallara göre ayarlanabilmektedir. Bu standartlar hiçbir zaman kesin olmayıp, görecelidir ve sürekli geliştirilip düzeltilmeye çalışılmaktadır. Esas ilke endüstriyel olarak en iyiye ulaşabilmektir. 1964 yılında Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi (NAS) ve Ulusal Araştırma Merkezi (NAC)'nin gıda ve ilaç endüstrisi için önerdikleri GMP kavramını ilk kez 1967'de FDA, gıdalar için önermiş ve 1969 'da da son değişiklikleri yaparak, bütün gıda endüstrisine yönelik bir sistem oluşturulmuştur. Çeşitli gıda kuruluşlarının, uygulama ve işleme tekniklerinde

kendi yönetimsel belirlemelerini içeren kurallar, FDA tarafından verilen gruplamalar ile ortaya konmuştur. GMP kurallarına göre işletme denetimlerinde baz alınacak hususlar şunlardır;

- Personel
- İşletme, zemin ve çevre
- Sanitasyon olanakları ve kontrol
- Sanitasyon uygulaması
- Ekipman ve işleme teknikleri
- İşleme ve kalite kontrol basamakları

GMP uygulamaları, gıda ürünlerinin üretimi ve dağıtımında kalite sağlama için temel yaklaşımlar olarak ön plana çıkmaktadır. Gıda üreticileri açısından işletme içi ve dışı koşullardaki her evrede potansiyel tehlikelerin kontrolü, tanımlanması ve program geliştirilmesi bakımından kapsamlı bir kavramdır. GMP, kalite sağlama açısından hammadde alımları, ön hazırlık işlemleri, işleme, ürün geliştirme, üretim, paketlenme, depolama, dağıtım gibi evrelerde kesiksiz uygulanması gereken teknikler dizisidir. İşletme sanitasyonunun sağlanması ve korunumu çerçevesinde GMP teknikleri, önemli bir misyon üstlenmektedir. GMP, işletmede hijyenik koşulları sağlama ve bulaşmaları engelleme konularında personeli yönlendirmektedir. Bu çerçevede GMP uygulamalarında kullanılacak koruyucu önlemler ve izlenecek yol aşağıda özetlenmektedir;

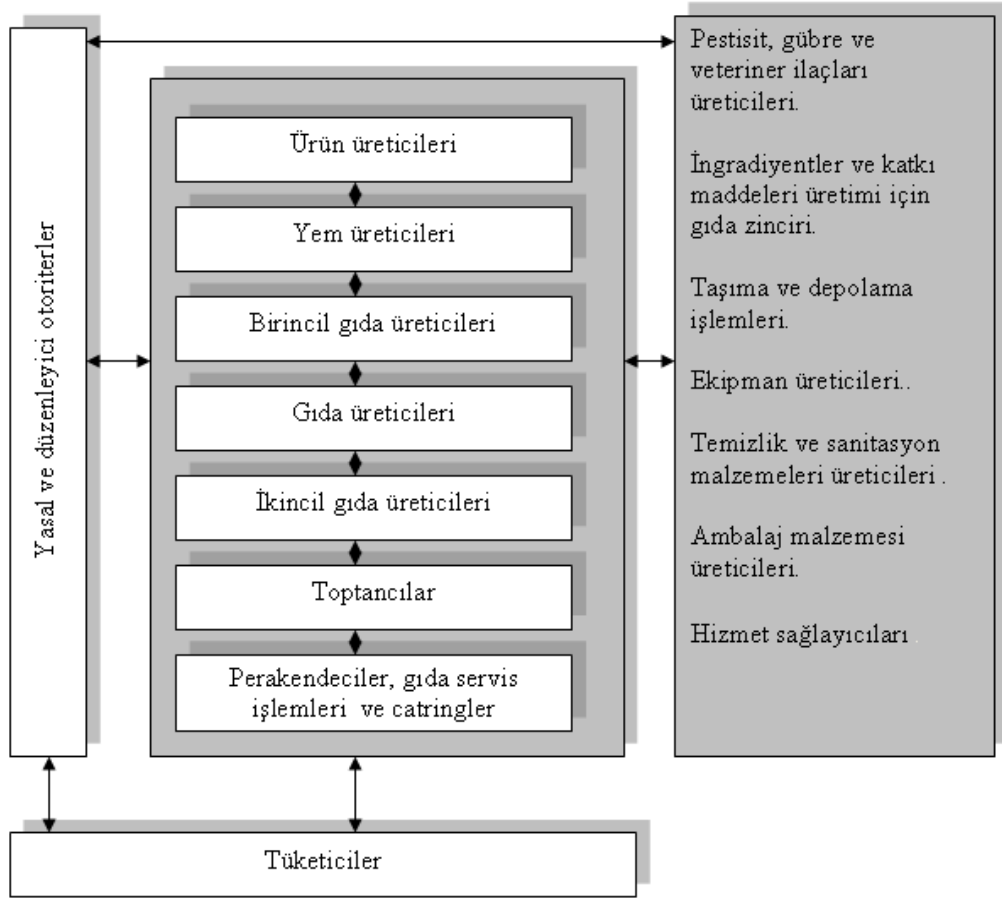
- İşletmenin stok talebi ve spesifikasyonlarının belirlenip belgelenmesi,
- İşletmenin taleplerine uygun mal temin eden toptancıların belirlenmesi,
- Hammaddelerin raf ömürlerini sınırlayan depo sıcaklığı gibi parametrelerin belirlenmesi.
- Gıda güvenliğini etkileyeceği öngörülen mikrobiyolojik tehlike olasılıklarının engellenmesine yönelik etkin önlemlerin belirlenmesi,
- Ürünün raf ömrünün uzatılmasına yönelik önlemlerin belirlenmesi,
- Proses konusunda uzmanların deneyimlerinden yararlanılarak üretim parametrelerini belirleyecek gerekli bilgi birikimini sağlayan dokümanların oluşturulması,

- Bütün kritik kontrol noktalarının dikkate alınması,
- Çeşitli sorunlar ve engeller karşısında sistemin devamlılığını sağlayacak onaylanmış önerilerin değerlendirilmesi,
- Üretim hattına yönelik belirlenen önerilerin işlerliğinin doğrulanması,
- İşletme normlarına uygun ambalaj materyalinin belirlenmesi,
- Bu spesifikasyonlara uygunluk kontrolünün yapılması,
- Beklentiler doğrultusunda ambalaja uygulanacak işlemlerin, ürünün kalite korunumuna uygunluğunun saptanması,
- Uygun muhafaza koşullarının belirlenmesi ve uygulamaya alınması (Topal 1997).

2.4.3. ISO 22000:2005 gıda güvenliği yönetim sistemleri standardı

Her türlü doğal ya da yapay zararlı etkenlerin insandan uzak tutulması kaygısı bütün dünyayı yeni arayışlara ve düzenlemelere yönlendirmektedir. Bir gıda zincirinde hammadde temininden başlayarak, gıda hazırlama, işleme, üretim, ambalajlama, depolama ve nakliye gibi gıda zincirinin her aşamasında ve noktada tehlike analizleri yaparak, gerekli yerlerde kritik kontrol noktalarını belirleyen ve bu noktaları izleyen herhangi bir problemi henüz oluşmadan önleyen sistemin korunmasını sağlayarak belirli normlara uygun güvenilir gıdaların üretilmesini sağlayan, her ölçekteki kuruluşa uygulanabilen, bir gıda güvenliği sistemi 2005 yılına kadar standart olarak yayınlanmamıştı. Bu kapsamda, gıda sanayinde uzun süreden beri beklenen standart, 1 Eylül 2005 tarihinde ISO 22000:2005 “Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri – Gıda Zincirindeki Tüm Kuruluşlar İçin Şartlar” olarak yayınlanmıştır.

Dünya çapında güvenli gıda üretim zinciri oluşturmak amacıyla oluşturulmuş uluslararası bir standart olan ISO 22000:2005, Şekil 2.2’ de görüldüğü üzere tedarikçiler, kullanıcılar, yasal otoriteler, tüketiciler ve tüm ilgili birimler arasında iletişimi ve bu sayede güvenli gıdanın her basamakta izlenebilirliğini sağlamayı esas almaktadır. Bu Standart, gıda zinciri boyunca son tüketime kadar gıda güvenliğini sağlamak için takip eden genellikle anahtar ögeler olarak kabul edilen ögeleri birleştiren gıda güvenliği yönetim sistemi için ihtiyaçları tanımlamaktadır.



Şekil 2.2. Gıda zincirinde iletişim örneği

KAYNAK: TSE, , Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Şartları TS EN ISO 22000 Standardı, s.4-5.

Bu ihtiyaçlar, interaktif iletişim, sistem yönetimi, iyi üretim teknikleri olarak da ifade edilen ön gereksinim programları ve HACCP ilkeleridir.

ISO 22000: 2005 Standardı gıda zincirinde yer alan bir kuruluşta, gıdanın tüketimi anında güvenli olmasını sağlamak ve gıda güvenliğine yönelik olan tehlikelerin kontrol altına alma yeteneğini göstermek için gerekli olan gıda güvenliği yönetim sistemine ait şartların belirlenmesini kapsamaktadır. ISO 22000: 2005'in yapısı ise şu başlıklar altında toplanmıştır;

- Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi
- Yönetimin Sorumluluğu
- Kaynak Yönetimi
- Güvenli Ürün Planlama ve Gerçekleştirme

- Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminin Geçerli Kılınması, Doğrulanması ve İyileştirilmesi

ISO 22000: 2005, HACCP sisteminden farklı olarak, tamamen firma dışı uzmanlarca geliştirilmiş gıda güvenliği yönetim sisteminin uygulanmasına, doğrulanma faaliyetlerinin tümünün veya bir kısmının firma dışı uzmanlarca yapılmasına imkan vermektedir. ISO 22000: 2005 sisteminin uygulanması, tedarikçilerin, sektör tarafından sıkça talep gören ürünlerinin üretim ve servis süreçlerini geliştirerek insan sağlığı açısından güvenli, firma açısından da daha karlı bir hale dönüştürmesini sağlamaktadır. ISO 22000: 2005 sistemi, uluslararası bir standart olduğu için kurumların uluslararası ticaret hedeflerini gerçekleştirmesinde kolaylık sağlamaktadır (Anonim 2006).

2.4.4. BRC / IFS gıda standartları

Günümüz gıda sanayiinde ISO 22000:2005 dışında, özellikle Avrupa Birliği perakendecilerinin önderliğinde geliştirilen BRC (British Retail Consortium Standard) ve IFS (International Food Standard) gibi ileri düzey gıda güvenliği yönetim sistemleri de bulunmaktadır.

BRC'nin gelişiminin arkasındaki mantık, perakendecilerin kendi teknik denetimlerini ve yine İngiltere'deki perakendeciler için gıda ürünleri sağlayan tedarikçilerin denetlendiği diğer 3. taraf denetim kuruluşlarının yürüttüğü denetimleri tek bir denetimde birleştirmektir. BRC'nin başlıca amacı, uluslararası kabul görmüş gıda güvenliği standartlarını kapsayıcı bir çerçeve oluşturmak ve gıda güvenliğinin gelişmesine yardımcı olmaktır. Biçim ve içerik açısından standart, gıda üreticilerinin çalışma sistemleri hakkında fikir verebilecek şekilde tasarlanmıştır. Böylece gıda güvenlik kriterleri ve takip prosedürlerinin standardizasyonu sağlanmıştır. BRC standardı, birçok firmanın tedarikçisi olabilmek için ön koşul olması ve genel itibarıyla de istenilen minimum gıda güvenliği şartlarını içermesi bakımından ticari bir "bilet" haline gelmiştir.

IFS' in (International Food Standard) çıkış noktası Global Food Safety Initiative (GFSI)' dir. 2000 yılında Avrupa, Kuzey Amerika ve Avustralya' da başlangıçta 40 ticari işletmenin katılımı ile oluşmuş olan GFSI' nin amacı, global bir gıda güvenlik standardı hazırlayıp işletmelerin kendi pazarlarında daha güvenli gıda ürünü satmalarını

sağlamaktır. Buna istinaden GFSI, anahtar kriterler ortaya çıkartarak, gıda güvenlik standardını ölçülebilir hale getirmiştir(Anonim 2009 c).

BRC ve / veya IFS standartlarına sahip olan firmalar aşağıdaki kazançları sağlamaktadırlar;

- Tedarikçi taleplerine uygunluk
- Gıda güvenliğinin İngiliz Tedarikçiler tarafından kabulü
- Tedarikçi denetim sayısında azalma
- Ürün güvenlik ve kalitesinde gelişim
- Verimli çalışmada gelişim ve rekabetçi pazar yapılanması

Her iki standardın da yeni versiyonları (Versiyon 5) Ocak 2008’ de resmi olarak yayınlanmıştır. Çizelge 2.1’ de üstte bahsedilen gıda sektörüne ait yönetim sistemleri ile entegre olabilecek diğer Yönetim Sistemlerinin araçları ve ilgi alanları toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 2.1. Gıda sektöründe uygulanabilen yönetim sistemleri ve araçları

	Amaç	Gıda Güvenliği	Ürün Kalitesi	Süreç Yönetimi	İstatistiksel Yöntem	Çevre	Sosyal Sorumluluk
GHP	İyi Hijyen Uygulamaları	++	+	+	+	+	+
GMP	İyi Üretim Uygulamaları	++	+	+	+	+	+
HACCP	Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizi	+++	++	+	+	+	+
BRC	Küresel Gıda Standardı	+++	+				
IFS	Uluslararası Gıda Standardı	+++	+				
ISO 22000:2005	Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi	+++	+	+++	+	+	+
ISO 9001:2008	Kalite Yönetim Sistemi	+	+++	+++	+		+
ISO 14000	Çevre Yönetim Sistemi	+		+		+++	+
OHSAS 18001	İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Standardı			+	+		++
SA 8000	Sosyal Sorumluluk Yönetim Sistemi			+	+		+++
Altı Sigma	İşletmenin Karlılığını Arttıran Yönetim Sistemi	+++	+++	+++	+++	+	+

+ : Az

++ : Orta

+++ : Yoğun

3. ALTI SİGMA VE İLGİLİ KAVRAMLAR

Bu bölümde ilk olarak Altı Sigma'nın tanımı yapılarak Altı Sigma'nın gelişim sürecinden bahsedilmiştir. Daha sonra Altı-Sigma yaklaşımını uygulayan bazı şirketler hakkında bilgi verilmiş ve nihayet Süreç Yeterliliği Endeksleri ve Altı Sigma Hesaplama Yöntemlerinden bahsedilmiştir.

3.1. Altı Sigma'nın Tanımı

Ağırlaşan ekonomik şartlar, daralan pazar ve küreselleşen dünya göz önüne alındığında, sadece çalışmalarının her aşamasında doğru işleyişi garantileyen firmaların hayatta kalmayı başarabilecekleri söylenebilir. Bu durum göz önüne alındığında, hata oranlarını azaltabilen ve yaptıkları hatalardan ders çıkartan bir yönetim anlayışına sahip firmaların, kârlılıklarını ve verimliliklerini devam ettirebilecekleri görülmektedir. Yapılan hatalar incelendiğinde ise, bunların sonuçlarının doğurduğu kayıpların zaman zaman firmaların karlarından çok daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Mesela herhangi bir işin %99 başarı ile yapıldığı varsayılsa bile geriye kalan %1'lik hata payı sonucunda oluşacak olumsuz sonuçlar için, tüm dünyada günde ortalama 15 dakika sağlıksız su içilmesi, haftada 5000 hatalı ameliyat yapılması, ayda 7 saat elektrik sağlanamaması gibi sonuçlar doğabilir (Pande ve ark. 2000).

Yapılan araştırmalar neticesinde hataları önlemek için ayrılan bütçenin, hatalı ürünü düzeltmek için ayrılandan çok daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan işlerin kaliteyi ön planda tutan bir sistem çerçevesinde yapılması, tekrarları daha başından önleyeceğinden, hatalı üretim ve hizmet sonucu ortaya çıkacak yeniden yapma, hurdaya atma, müşteri şikâyetleri gibi maliyetleri artırıcı unsurlar kalite sistemi sayesinde en az seviyeye indirilebilecektir.

Buradan da anlaşılacağı gibi, yapılan hataları düzeltmek ve yeniden doğru olarak yapmak için gereğinden fazla zaman ve para harcanmaktadır. Oysa günümüz piyasa ve rekabet şartlarında firmaların para ve zaman kaybetmeye tahammülleri yoktur. Bu nedenle firmalar etkin kalite sistemleri geliştirmek zorundadırlar.

Altı Sigma, şirket süreçlerini ve ürünlerini iyileştirmek için Motorola, Texas Instruments, Allied Signal, General Electric, Boeing, Sony gibi firmaların kullandığı bir kalite ve proje yönetim metodudur. 1980'lerin ortalarında Motorola tarafından, Japon kalite düşüncesi ve sistemlerinin süreçlerde uygulanması amacıyla geliştirilmiştir.

Altı Sigma yaklaşımını seçen şirketlerin sağladıkları olağanüstü başarılar nedeniyle bu metod, pek çok yazar ve yönetim bilimcinin ilgi odağı haline gelmiştir; ancak konunun yeni olması ve hakkında henüz yeterli araştırma yapılmamış olması nedeniyle genel geçer bir Altı Sigma tanımı yapılamamıştır. Dolayısıyla Altı Sigma'nın ne olduğu konusunda farklı bakış açıları vardır.

Altı Sigma, genellikle “süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için mühendis ve istatistikçilerin kullandığı ileri derecede teknik bir yöntem” olarak tanımlanır; çünkü ölçümler ve istatistikler, Altı Sigma iyileştirmesinin kilit unsurlarıdır.

Altı Sigma, işte başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için tasarlanmış, kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı Sigma; müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine kavrayıp, gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanarak, iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir.

Altı Sigma, organizasyonun temel süreçlerini, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, değerlendirmek ve iyileştirmek için, şimdi ve gelecekte, tüm çalışanların bilgilerinin ve kantitatif metotların etkin olarak kullanılmasıdır.

Tüm tanımları içeren bir tanım yapılacak olursa; Altı Sigma stratejik süreç iyileştirilmesini, yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesini istatistik metotlara ve bilimsel yöntemlere dayandırarak müşteri tarafından tanımlanan hata oranlarında büyük bir indirim sağlamaya yönelik bütünlük ve sistematik bir yoldur.

Altı Sigma'nın amacı, mevcut problemleri çözmek, deneyimlere dayalı karar vermeden, verilere dayalı karar verme sürecine yönelmek; adım adım iyileştirmeden sıçramalı iyileştirmeye yönelmek, altı sigma kalitesinde yeni ürün ve süreçler tasarlamaktır. Ayrıca, sıfır hataya ulaşmada yeni bir adım oluşturmak, ürün ve hizmetlerde %99.5'ten %99.9 mükemmelliğe ulaşmaktır. Sadece %99'luk bir kalite, yıllık bazda ya da milyon ürün bazında kalitesiz ürün ve servislerin mevcudiyeti demektir. Bu durum, bir müşteri bazında düşünüldüğünde %100'lük bir hata anlamına gelmektedir (Tylutki 2002).

3.2. Altı Sigmanın Temaları

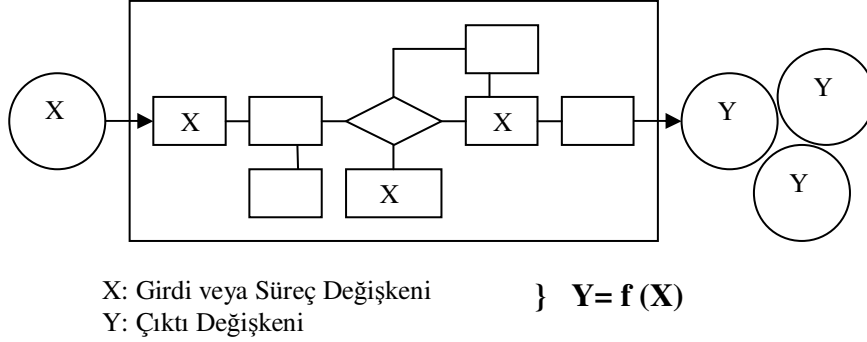
Altı sigma, müşteriye odaklanarak, süreç yönetimi ve iyileştirmesine önem vererek, gerçekleri ve verileri akıllıca kullanarak başarıya ulaşmayı ve bunu sürekli kılmayı sağlayan bir çalışma sistemidir.

Toplam kalite yönetiminde olduğu gibi, altı sigma ile de varılmak istenen temel hedef, müşteri isteklerinin koşulsuz olarak yerine getirilerek müşteri mutluluğunu ve pazar payını olabildiğince yükseltmektir. Bunun başarılabilmesi için kalite beklentilerinin karşılanması, istenen kalitenin uygun fiyatla ve tam zamanında sunulabilmesi gerekmektedir. Bunların sağlanabilmesi öncelikle kalitesizlik maliyetlerinin ve kapasite kayıplarının azaltılmasıyla bağlantılıdır. Başka bir deyişle ilk seferde doğru yapmaya, planlı ve hızlı çalışabilmeye, süreçlerde en kısa yolu oluşturacak iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle altı sigma yaklaşımında hedeflenen iyileştirme çabaları;

- ✓ Değişkenliği olabildiğince küçültebilmek,
- ✓ İşlem sürelerini olabildiğince kısaltmak,
- ✓ Maliyetlerde olabildiğince küçülme sağlayabilme olarak belirginleşmektedir.

Altı sigmada en büyük önem, müşteriye odaklanmaya verilmektedir. Bütün iyileştirmeler, müşteri memnuniyeti ve değeri üzerinde yaptığı etkiye göre tanımlanmaktadır. Altı sigma yaklaşımı, iş performansını değerlendirme açısından hangi ölçümlerin kilit konumda olduğunu netleştirmekte ve kilit değişkenleri tanımlayarak sonuçları optimize edecek analizleri uygulamaktadır. Yönetim, proaktif olarak çalışmakta, sorun çözmek yerine sorunların ortaya çıkmasını engellemektedir. Altı sigma, departmanlar arasındaki iletişimsizliği sınırsız işbirliğine çevirmekte, böylece kişilerin rollerini kavramaları ve sürecin bütün aşamalarını görmeleri sağlanmaktadır (Gürsakal ve Oğuzlar 2003).

Altı sigma sisteminin düzenlenmesi için cebirde kullanılan bazı kavramlardan yararlanılmaktadır. Şekil 3.1’ de bir şirketin süreç akışı verilmektedir. Girdi ve süreç akışında görülen X’ ler, sistemin başlangıç bölümlerindeki değişimin ya da performansın göstergeleridir. Sağ taraftaki Y’ ler ise iş performansının ölçümünü temsil etmektedir.



Şekil 3.1. Tipik süreç akışı
KAYNAK: The Six Sigma Way, Klan Yayınları, İstanbul s. 496.

$Y=f(X)$ fonksiyonu, sistemin girdileri ve süreçlerindeki değişkenlerin nasıl bir sonuçla karşılaşılacağına belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Y’ ler, stratejik hedefler, müşteri gereksinimleri, kazançlar, müşteri memnuniyeti, toplam iş verimliliği gibi çıktılar anlamına gelirken X’ ler ise stratejik hedeflere ulaşılması için gereken eylemler, yapılan işin kalitesi, girdilerin kalitesi, müşteri memnuniyetini belirleyen ana etkenler, personel, kullanılan teknoloji gibi süreç değişkenleridir.

3.2.1. Gerçek müşteri odağı

1990’lı yıllardaki kalite hareketi ile birlikte çok sayıda şirket kalite politikalarını, “müşteri beklenti ve şartlarını karşılamak ve aşmak” gibi ifadeler ile oluşturmuşlardır. Bununla birlikte çok az sayıda şirket, müşteri ihtiyaç ve beklentilerini anlamak ve bu bilgiyi arttırmak için yoğun çaba göstermiştir. Hatta bu çabayı gösteren şirketler dahi müşteri ihtiyaçlarının dinamik doğasını göz ardı ettiklerinden dolayı elde edilen verilerden sağlanan faydalardan tam olarak yararlanamamışlardır. 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 (Blakeslee 1999).

3.2.2. Verilere dayalı yönetim

Son yıllarda ölçüme, bilginin yönetimine, bilişim teknolojilerine vb. kavramlara verilen öneme rağmen iş dünyasında çok sayıda kararın hala fikir ve varsayımlara dayalı olarak alındığı görülmektedir.

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 kullanılmaktadır. Daha açık bir ifade ile Altı Sigma verilere dayalı karar ve çözümleri desteklemek için yöneticilerin iki temel soruyu cevaplamalarına yardımcı olmaktadır. Bunlar, hangi veri / bilgilere gerçekten ihtiyaç var ve bu veri / bilgileri en fazla yarar sağlayacak şekilde nasıl kullanabilirizdir.

3.2.3 Proses / süreç odaklılık

Altı Sigma'da proses ya da süreç, faaliyetin olduğu yerdir. İster şirket yönetimi isterse ürün ve hizmet tasarımı, performans ölçümü, etkinliğin artırılması ya da müşteri tatmininin iyileştirilmesi olsun tüm alanlarda başarının anahtarı proseslerdir. Altı Sigma uygulamalarında bugüne kadar sağlanan büyük kazançlar, proseslerin müşteriye değer sağlamak için kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.4 Proaktif yönetim

“Proaktif” kavramı çoğunlukla “reaktif” kavramının tersi olarak düşünülür ve olaylardan önce harekete geçme anlamını taşımaktadır. Proaktif yönetim ise başarı için kritik iş alışkanlıkları, örneğin iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek, problemlerin önlenmesine odaklanmak ile ilgilidir. Proaktif yönetim, sıkıcı ve aşırı analitik olmanın ötesinde değişim ve yaratıcılık için bir başlangıç noktasıdır. Reaktif yönetim sonucu, birçok işletme krizden aşırı etkilenmektedir ve krizi atlama işletmeyi oldukça meşgul eder. Bu durum, yönetime işlerin üzerinde olduğu gibi yanlış bir imaj vermektedir; ancak gerçekte 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 (Forrest 1999).

3.2.5. Sınırsız işbirliği

Tedarikçiler, müşteriler ve şirket çalışanlarının birbirleriyle kuracakları işbirliğinin getireceği fırsatlar büyüktür. Müşteriye değer yaratmak için ortak çalışması gereken gruplar arasındaki rekabet ve iletişimsizliklerden dolayı maliyetler artmaktadır. Altı Sigma, insanların, büyük resimdeki yerlerini görmelerini ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlamalarını sağlayarak iş birliği fırsatlarını arttırır. Altı Sigma'daki sınırsız işbirliği karşılıksız fedakarlık anlamında değildir. Bununla birlikte son kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarının ve prosesler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını gerekli kılar.

3.2.6. Başarısızlığa tolerans

Kusursuzu isterken başarısızlığa tolerans gösterilmelidir. Bir takım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın bir şeyler elde etmek ve bir yerlere ulaşmak mümkün değildir. Eğer işletmeler, alacakları kararların ya da yapacakları uygulamaların sonuçlarından çekinirlerse daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, ileri kalite gibi kavramlara ulaşmayı denemezler. Bu gibi durumlarda ise sonuç genellikle durgunluktur. 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 kusursuzluk için çaba harcayacak, fakat ara sıra olan başarısızlıkları kabul edecektir (Kasa 2003).

3.3. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi

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

1970'li yıllarda Japonların kalite devrimi meyvelerini vermeye başlamış ve Japonlar, müşteri beklentilerini karşılayan ucuz ürünleriyle Amerika pazarında egemen olmuşlardır. Birçok Amerikan şirketi gibi, Motorola da Japonlarla rekabet etme yeteneğinden mahrum bir vaziyette her geçen gün pazar kaybetmekte ve küçülmekteydi. Öyle ki, 1970'li yıllarda, Amerika'da televizyon üretimi yapan Quasar şirketi yüksek kalitesizlik maliyetleri nedeni ile Japonların ünlü bir şirketi olan Matsushita'ya satıldı. Televizyon üretiminde %150'lere varan hata oranlarının meydana getirdiği verimsizlik ve maliyetler (her 100 televizyonda toplam 150 tane komponentin hatalı olması ve bu komponentlerin onarılması ya da hurdaya atılıp yenilerinin takılmasının meydana getirdiği kalitesizlik maliyeti) artık dayanılacak boyutların çok ötesindeydi. Aslında Motorola Şirketi'nin yöneticileri de diğerlerinden pek farklı değildi. Onlar da yaşadıkları problemlerin çözümünü diğer pek çok şirketin yöneticisi gibi şirket dışında arıyorlardı. Fabrika yönetimi Japonlara geçtikten sonra hata oranının bir anda on kat azalması, Motorola yöneticilerinin ilk kez kendi yönetim şekillerini sorgulamalarına yol açtı. Artık bazı şeyleri hatalı yaptıklarını kabul etmeliydiler. Her şeyden önce kalite ciddiyetle ele alınmalıydı.

1980'lerin ortalarında Motorola tarafından, Japon kalite fikirleri ve sistemlerinin süreçlerde uygulanması amacıyla geliştirilmiş olan altı sigma kısa süre sonra şirket süreçlerini ve ürünlerini iyileştirmek için Texas Instruments, Allied Signal, General Electric, Boeing, Sony gibi firmaların kullandığı bir kalite ve proje yönetim sistemi haline geldi. Çok geçmeden diğer firmalar da hem hizmet hem de üretim sektöründe karlılıklarının arttırılmasında Altı Sigma'yı kullanmaya başlamışlardır. Amerika'da Motorola ve General Electric başta olmak üzere; Johnson& Johnson, American Express, Citibank, Sun Microsystems v.b.; Avrupa'da Nokia, Siemens, ABB, Bosh, Ericsson v.b.; Uzakdoğuda Kodak, LG, Hyundai, Honda v.b. firmalar üretim ve hizmet süreçlerinde Altı Sigma'yı kullanan dünya çapında firmalardır (Linderman 2009).

Türkiye'de Altı Sigma uygulamasına başlayan ilk firma 1999 yılında Arçelik olmuştur. Ardından 2000 yılında General Electric' in tedarikçisi olan Tusas Uçak Motoru Fabrikası Altı Sigmayı benimsemiştir. Günümüzde ise Tofaş, Aselsan, Borusan, Ford Otosan, Vitra, Çimtaş, gibi firmalar Altı Sigmayı uygulamaktadır.

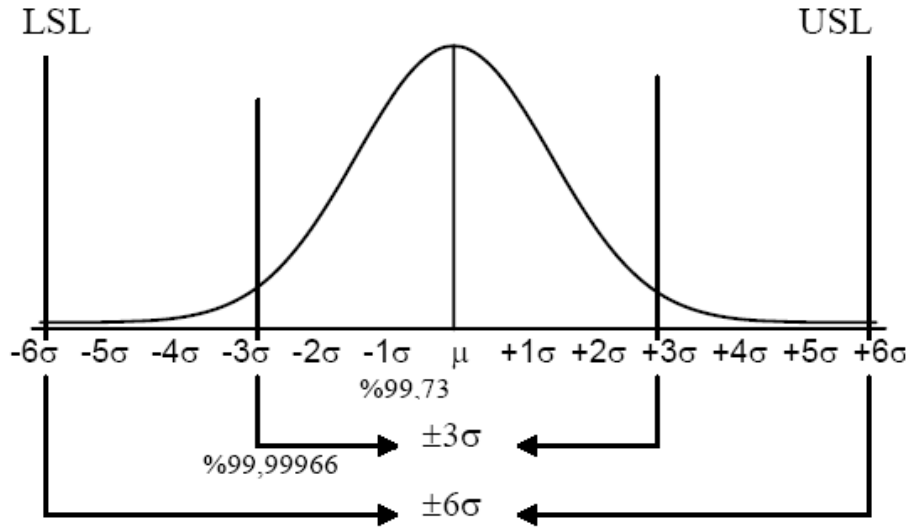
3.4. Değişkenlik ve Altı Sigma

Süreçlerde bazı hataların oluşmasının nedeni, süreçlerin parametrelerindeki değişkenliktir. Bir işin ya da ölçeğin her seferinde aynı şekilde oluşmaması “değişkenlik” olarak adlandırılır. Değişkenlik her süreçte vardır. Önemli olan değişkenliğin büyüklüğüdür.

Ürünlerdeki değişkenliğin nedeni, yetersiz tasarım, yetersiz süreç kontrolü ya da malzeme eksikliği olabilir. Değişkenlik başta yok edilebilir ise, doğru iş doğru zamanda yapılarak hata düzeltmek gibi ikinci bir sürece girilmemiş olur. Altı Sigma yaklaşımı, mükemmelle ulaşma, sıfır hatayı yakalama, süreç iyileştirme ve müşteri tatmini sağlama gibi hedeflerine değişkenliği kaldırarak ulaşmaktadır. 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. 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 civarında olduğudur. Halbuki 45 ve 15 yaşındaki 20’şer çalışanın bulunduğu bir şirketin yaş ortalaması da 30 olacaktır. Dolayısıyla bir süreci yalnızca ortalamayla ifade etmek yanlış olacaktır.

Altı Sigma için değişkenlik en büyük düşmandır. Altı Sigma’nın en önemli amaçları arasında değişkenliğin, hataların, yanlışların ve kusurların azaltılması gelir. Bu amaç için de değişkenliğin ölçülmesi gerekir. İstatistiksel düşüncenin temel elemanları süreç, değişkenlik ve veridir. Süreçler çözülecek problemin içinde bulunduğu bağlamı sağlar. Bütün süreçler değişkenlikten etkilenir. Değişkenlik birçok problemin kaynağıdır ve çözümler için yol gösterir. Veri ise, değişkenliği nicelleştirmemize ve etkin süreç iyileştirme yaklaşımları geliştirmemize yarar (Roland 2001).



Şekil 3.2. Altı Sigma süreç değişkenliği

KAYNAK: <http://www.itil-itsm-world.com/sigma.htm>, 2008.

Herhangi bir sürecin değişkenliği, sürecin ortalamaya yani dağılımın merkezine olan uzaklığı standart sapmalar (sigmalar) ile ölçülerek bulunur. Bir sürecin normal dağılımı ± 3 sigma uzaklığında olmalıdır. Bu durum $\%99.7$ ölçeğidir. Yani üretilen ürün ya da hizmetten milyonda 997300 tanesi, bu ± 3 sigma sınırlarının içinde kalmaktadır, geri kalan 2700 tanesi hatalı olmaktadır. Oysa süreç iyileştirilerek, sürecin normal değişkenliğinin iki katını kabul eden bir tasarım (± 6 sigma), her ürün ya da hizmet için milyonda 2700 yerine milyonda 3.4 hata verecektir.

Bir üretim sürecindeki değişkenlik; şans faktörleri nedeniyle ortaya çıkan değişkenlik ve nedenleri belirlenebilir değişkenlik olarak iki gruba ayrılır. Değişkenliğin bu iki nedeni bazı yazarlar tarafından genel nedenler ve özel nedenler olarak da adlandırılmaktadır. Özel nedenler belirlenebilir nedenlerdir, buna karşılık genel nedenleri belirlemek mümkün değildir (Argüden 2002).

Şekil 3.3' de eski anlayışı göre 4σ performansı başarı olarak görülmekte ve ileri kaliteye ulaşmak için maliyetlerin artması gerektiği kabullenilmiştir. Yeni anlayışa göre ise tüm prosesler sürekli iyileştirilerek gizli fabrikadaki kalitesizlikler gün ışığına çıkarılmakta ve maliyetler arttırılmadan ileri kaliteye ulaşılmaktadır.

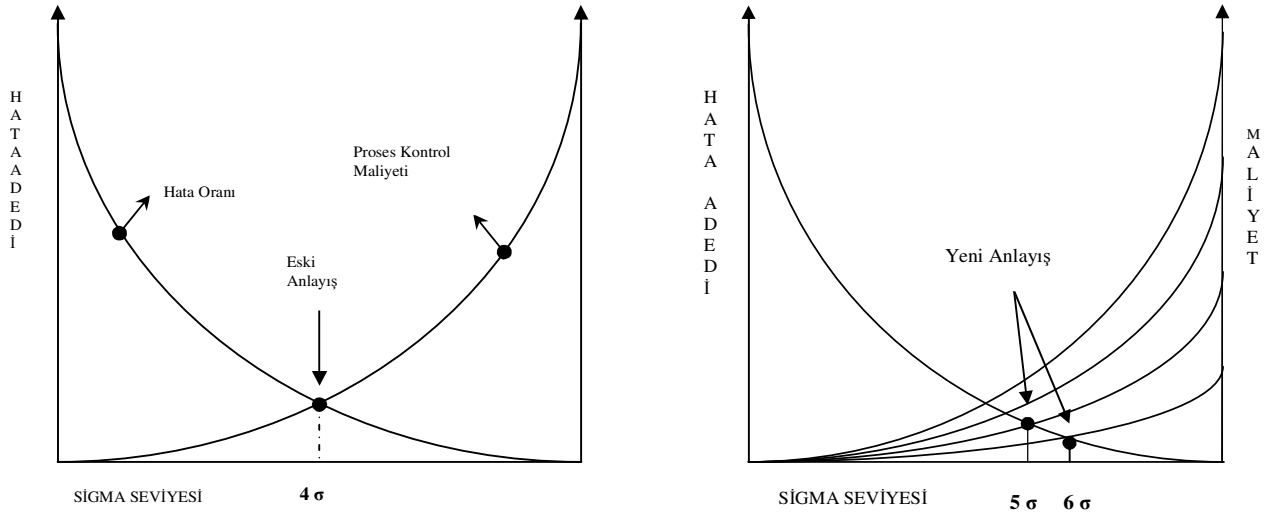
3.5. Kalite ve Maliyet İlişkisi

Daha önceleri kalite, mamule yapılan bir katkı olarak değerlendirildiği için kalitenin maliyetlerin artışına sebep olduğu ifade edilmekteydi. Yani klasik anlamda kalite ve maliyet birbirleriyle çelişen bir durum gibi görünüp, kalite artınca maliyetlerin de arttığı kabul edilmekteydi. Günümüzde ise bunun böyle olmadığı yani kaliteye yapılan bir birimlik harcamanın, maliyeti aynı oranda artırmadığı, hatta belli bir zaman sonra maliyetlerde bir düşmeye sebep olduğu görülmüştür.

Bugün artık düşük kalitenin üretici firmalar için daha maliyetli olduğu kabul edilmektedir. Birçok üretici firmanın 'kalite maliyeti yüksektir' düşüncesi ile kaliteyi düşük tuttuğu ve pazar payını kaybettiği bir gerçektir. Geçmişte uygulanan geleneksel maliyet muhasebesi teknikleri, sadece çıktıların miktarına önem verilmesine, kaliteli mamul üretimine gereken önemin verilmemesine ve dışarıdan hammadde/malzeme tedarikinde sadece satın alma fiyatının dikkate alınmasına sebep olmuştur (Pande ve ark.2000). Altı Sigma etkin bir şekilde uygulandığında;

- Yüksek kalitede bir ürünü ilk seferde üretememek, yeniden işleme, hurdaya ayrılan ürünlerin maliyeti, fazla mesai gibi zaman ve maliyet kaybının minimum seviyeye düşürülmesi,
- Üretim ve ürün kalitesinin artması,
- Müşteri beklentilerinin daha iyi belirlenerek, sürekli müşteri memnuniyetinin sağlanması,
- Pazar payının arttırılması,
- Dağıtım ve kalite performansının arttırılması,
- Daha uygun tasarımlar yapılarak üretilebilirliğin arttırılması,
- Tüm proseslerde kayıpların en aza indirilmesi sağlanmaktadır.

Altı sigma yaklaşımı milyonda 3.4 kusur ya da hatayı hedefleyerek bu olumsuzlukları ortadan kaldırmayı amaçlar. Şekil 3.3' de hata oranı düşerken, bu hataların kontrol altına alınması için oluşan maliyetin artması altı altı sigma yaklaşımı ile ileri kaliteye ulaştıkça düşeceği gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Eski ve yeni anlayışa göre sigma - hata oranı - maliyet ilişkisi

KAYNAK: Boğaziçi Üniversitesi Mezunlar Derneği, Yöneticiler İçin Six Sigma Semineri, 12-13 Kasım 2003, İstanbul.

3.6. Üç Sigma' dan Altı Sigma' ya Yaşanan Değişim

Altı sigma yaklaşımında bir sürecin ya da ürünün kalitesini ölçmek için araç olarak milyon olasılıkta hata sayısı kullanılmaktadır. Bu hata sayısı, firma için maliyet ve zaman arasındaki bağlantıyı kurarken, sigma değeri de hatanın hangi sıklıkta meydana geldiğini belirtmektedir. Sigma seviyesinin artması, maliyet ve çevrim zamanının azalmasını, aynı zamanda müşteri memnuniyetinin artmasını sağlamaktadır. Sigma seviyesi 3 ile 4 arasında değişen bir işletmede milyonda hata sayısı Çizelge 3.1' e göre 6210 ile 66800 arasında değişiklik göstermektedir. Bu hata miktarı, firma için toplam gelirlerin %25' e kadar olan oranlarının kusurlar nedeniyle kaybedilmesi demektir. Altı sigma yaklaşımı milyonda 3.4 hatayı hedefleyerek bu olumsuzlukları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır (Gürsakal ve Oğuzlar 2003).

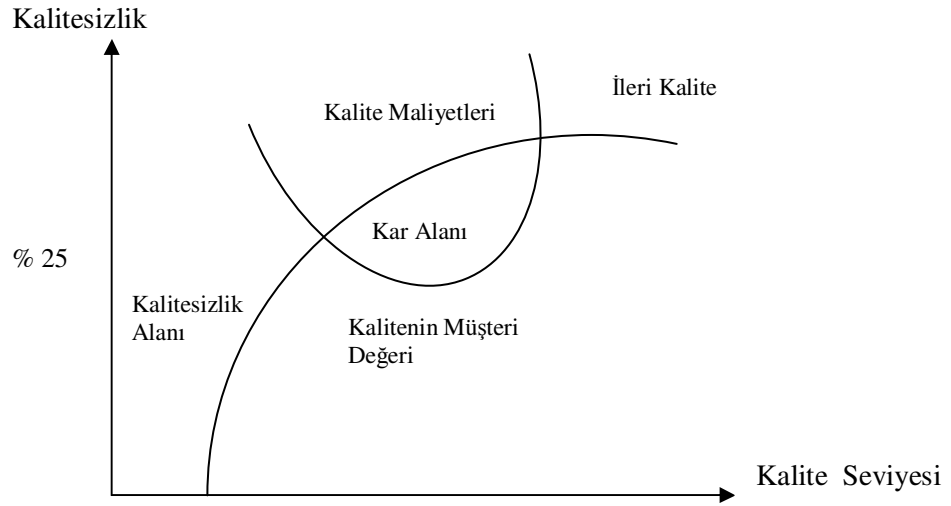
Çizelge 3.1. Kalitesizlik maliyeti ve sigma seviyesi arasındaki ilişki

Kalitesizlik Maliyeti	Milyon Olasılıkta Hata Sayısı	Sigma Seviyesi
Satışların > % 40	697.700	1
Satışların % 25-40	308537	2
Satışların % 15-25	66807 (Eski Standart)	3
Satışların % 8-15	6210 (Mevcut Standart)	4
Satışların % 3-8	233	5
Satışların % 1-3	3.4 (Yeni Standart)	6

KAYNAK: Boğaziçi Üniversitesi Mezunlar Derneği, Yöneticiler İçin Six Sigma Semineri, 12-13 Kasım 2003, İstanbul.

Geleneksel 3 sigma şirketi, düşük kalite nedeniyle sürekli müşteri kaybeder ve rakiplerinden fiyat yönlü rekabette de geride kalmaktadır. Kalite problemleri test ve muayenelerde çözülmeye çalışılır. Sonuç olarak 3 sigma seviyesindeki şirket, hatalarda bir düşüş yaratsa da bu sürecin doğal sonucu maliyetler artar ve müşteriler, uygulamak zorunda olunan yüksek fiyatları ödeyemezler. Tipik bir 3 sigma işletmesi için düşük kalitenin maliyeti, satışların % 25' idir. Bu durumda karlılık en alt seviyede olmakta ve maliyet düzeyinde elde edilen kar çok düşük olmaktadır.

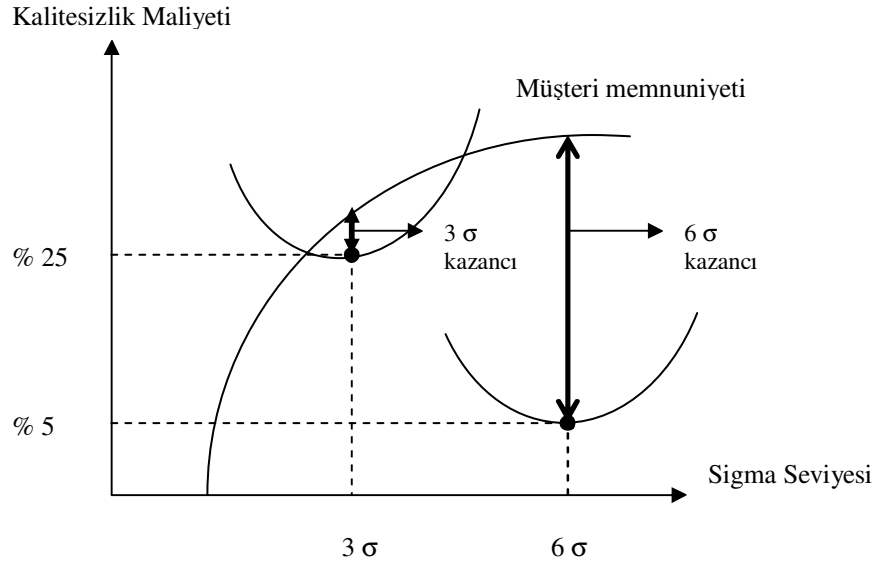
Şekil 3.4.' de kalite maliyetlerindeki eski anlayış yansıtılmaktadır. Çıktılardaki kalite iyileştikçe, kalitesizlik maliyeti de düşmeye devam etmektedir; fakat bunun optimum bir noktası vardır. Bu nokta, Şekil 3.4.' deki kar alanının en yüksek olduğu noktadır. Optimum noktadan ileri kaliteye doğru gidildikçe karlılık düşmektedir. Buradaki optimum noktanın kalite seviyesi yaklaşık olarak 3 ya da 4 sigmadır.



Şekil 3.4. Kalitenin değeri ve maliyeti

KAYNAK: Pyzdek, T., The Value of Six Sigma, <http://www.6-sigma.cjb.net>, 2007.

Şekil 3.5' de izlenebileceği gibi 3 sigma kalite düzeyinde olan bir işletme, satışlardan elde ettiği gelirin % 25' ini düşük kalite için harcarken, 6 sigma kalite düzeyindeki bir işletme için bu oran % 1 ile % 5 arasında değişmektedir.

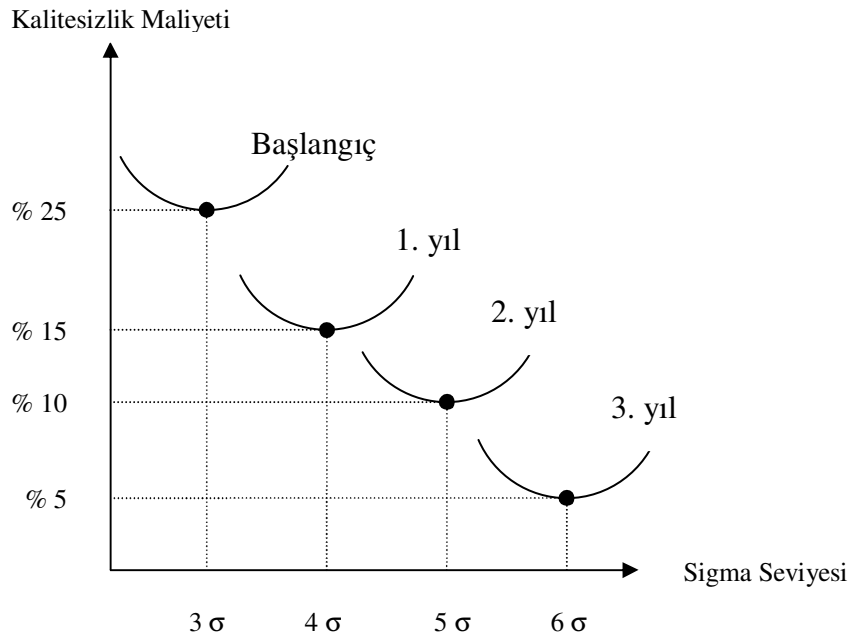


Şekil 3.5. Üç Sigma ile altı sigma arasındaki kazanç farkı

KAYNAK: Pyzdek, T., The Value of Six Sigma, <http://www.6-sigma.cjb.net>, 2007.

3 sigma düzeyindeki işletmeler, varolan sisteminin dışında düşük maliyetle daha iyi bir kalite seviyesini yakalamak için altı sigma yönetim sistemini uygulayabilirler. Hiçbir

işletme 3 sigmadan 6 sigmaya büyük bir sıçramayla geçemez. Bunun yerine genel performans, 3 sigmadan 4 sigmaya, daha sonra 5 sigmaya ve bunun gibi artan şekilde, personelin eğitimi ve sistemlerin yeniden tasarlanmasıyla geliştirilir. Şekil 3.6' da Altı sigmaya doğru yaşanan gelişim bu kapsamda gösterilmiştir. Şekil 3.6, işletmelerde kalitesizlik maliyetlerinin, altı sigma sisteminin uygulanmaya devam edildikçe giderek düşeceğini ve sigma seviyesinin artacağını göstermektedir. Kalitesizlik maliyetlerini azaltmak için proje geliştirilmekte ve bu projelerden işletmelerin gizli maliyetleri bulmaları hedeflenmektedir.

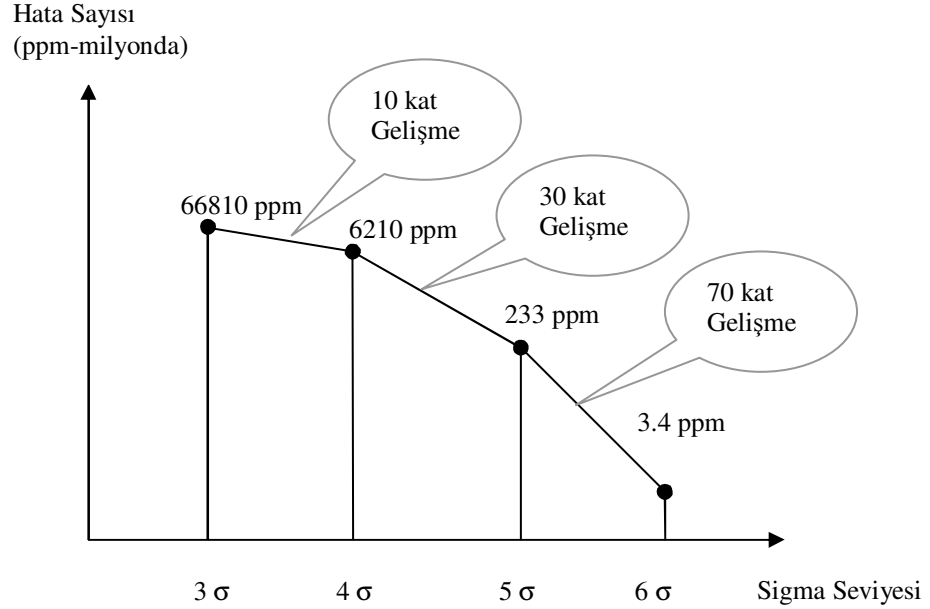


Şekil 3.6. Altı sigmaya doğru beklenen gelişim
KAYNAK: Pyzdek, T., The Value of Six Sigma, <http://www.6-sigma.cjb.net>, 2007.

Altı Sigma Yöntemi, müşterilere, yatırımcılara ve çalışanlara daha iyi değerler sağlamayı amaçlamaktadır. 3 sigmadan 6 sigma kalite düzeyine doğru milyonda hata sayıları doğrusal olarak azalmamaktadır. Şekil 3.7' de görüldüğü gibi gelişme 3 sigmadan 4 sigmaya 10 kat, 4 sigmadan 5 sigmaya 30 kat, 5 sigmadan 6 sigmaya 70 kat olmaktadır. Bu da 6 sigma kalite seviyesine ulaşmanın işletme yararları açısından önemini kanıtlamaktadır.

Altı Sigma felsefesini diğerlerinden ayıran özellik; sistemin, tek bir projenin tamamlanması ile sınırlı kalmamasıdır. Bir organizasyon veya bir süreç lastik banda

benzetilebilir. Lastik bant yeni uzunluğunu uygulanan germe kuvveti sonucunda elde eder. Ancak lastik bandın ucu bırakıldığında yeniden eski halini alması kaçınılmazdır.



Şekil 3.7. Üç sigmadan altı sigmaya hata sayısındaki değişim
KAYNAK: Pyzdek, T., The Value of Six Sigma, <http://www.6-sigma.cjb.net>, 2007.

3.7. Altı Sigma Yaklaşımını Uygulayan Bazı Şirketler ve Kazançları

Dünyada birçok şirket, Altı Sigma yöntemlerini uygulayarak çok kısa sürelerde inanılmaz sonuçlar elde etmişlerdir. Örneğin Altı sigmayı 1980'li yıllardan beri uygulayan Motorola'nın 19 yılda elde ettiği getiri 11 milyar dolar civarındadır. Motorola dünya çapında verimliliğini 3 katına çıkarmıştır. 1991 yılında Altı sigma yaklaşımını kullanmaya başlayan 14 milyar dolar ciroya sahip Allied Signal Inc.'nin 8 yılda elde ettiği getiri 800 milyon doları aşmıştır. Bu miktar toplam cironun %6'sı civarındadır.

Altı Sigma çalışmalarında sağlanan önemli başarılarından sonra birçok büyük firmada Altı Sigma uygulamalarının patladığı görülmektedir. Genellikle 1990'lı yılların ikinci yarısında bu çalışmalara başlayan bazı şirketler şunlardır: Kodak, Siemens, Polaroid, Sony, Nokia, Toshiba, Dupont, Johnson&Johnson, Ford, Siebe, BMW, Samsung, John Dere, Asea Brown Boweri (ABB), Texas Instrument, American Express, Citibank, Dow Chemical, Federal Express.

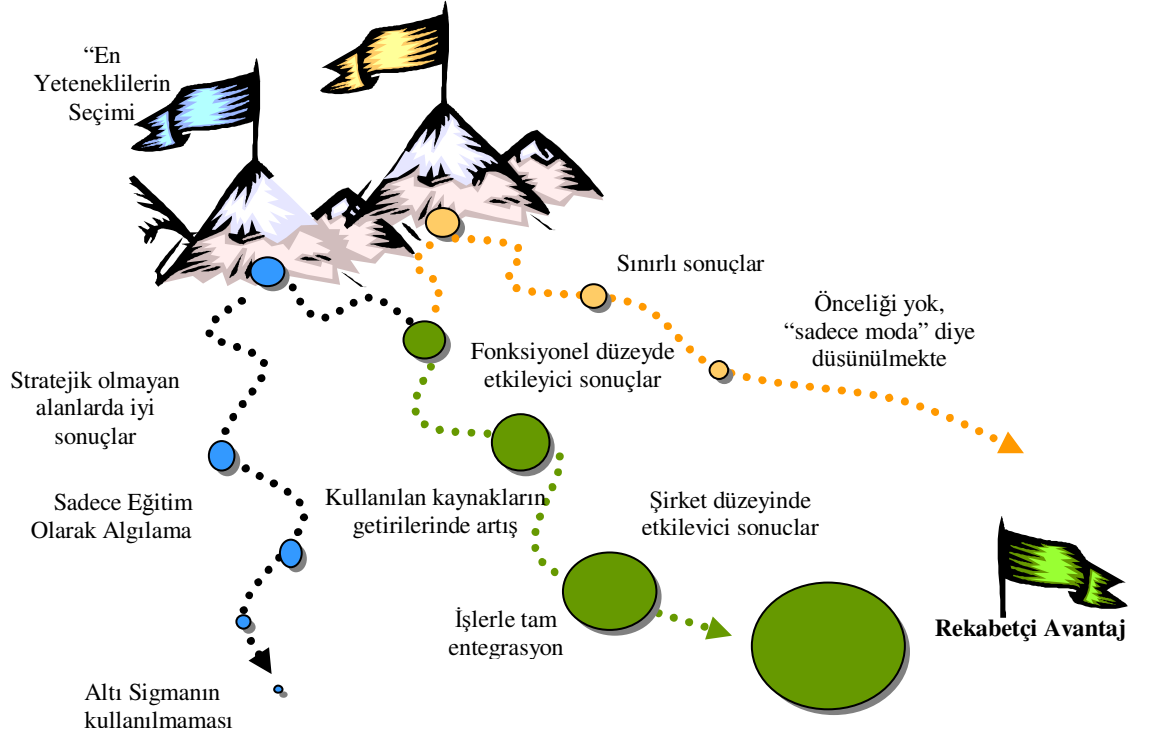
Etkin bir şekilde Altı Sigma yaklaşımını kullanarak büyük kazançlar sağlayan bazı firmaların sonuçları Çizelge 3.2.' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Altı sigma ile kazanan şirketler

FİRMALAR	KAZANÇ	SÜRE
General Electric (GE)	1.5 Milyar \$	3 Yıl
Motorola	2.2 Milyar \$	2.6 Yıl
Allied Signal	1.2 Milyar \$	2 Yıl
ABB	900 Milyon \$	1 Yıl
Texas Instruments	600 Milyon \$	1.8 Yıl
Nokia	300 Milyon \$	2 Yıl
Siebe PLC	100 Milyon \$	9 Ay

KAYNAK: Esbaş Teknoloji Merkezi, Altı Sigma Konferansı, İzmir 2005.

Firmaların elde ettiği bu başarı, altı sigma ilkelerini uygulayarak kalitesizlik maliyetlerini minimize ederek ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda konuyu ele alırsak, eski anlayışa göre yüksek kaliteye ulaşmak için firma, yüksek maliyete katlanmak durumundaydı; ancak altı sigma anlayışında yüksek kaliteye ulaşıldıkça yani sigma seviyesi arttıkça maliyet düşmektedir. Altı Sigma yönetiminin başarılı olması için bu bakış açısının geliştirilmesi gerekmektedir. Şekil 3.8.' de görüldüğü gibi işletmelerin Altı Sigma sistemi ile karlılığı yakalaması ve başarılı olması için altı sigmanın moda bir kavram ya da bir eğitim olarak algılanmaması ve bir kartopu etkisinin yaratılması gerekmektedir (Hahn ve ark. 1999).



Şekil 3.8. Altı sigma sisteminin kartopu etkisi

KAYNAK: Boğaziçi Üniversitesi Mezunlar Derneği, Yöneticiler İçin Six Sigma Semineri, 12-13 Kasım 2003, İstanbul.

3.7.1. Altı Sigma Yaklaşımının Motorola'da Uygulanışı

Bugünün elektronik liderlerinden biri olan Motorola firması 1980'lerin sonunda pek çok Amerikalı ve Avrupalı kuruluş gibi ekmeğini Japon rakiplerine kaptırmış durumdaydı. O dönemdeki pek çok şirket gibi Motorola da, yalnızca bir tek değil, birden fazla kalite programı yürütüyordu. Ancak 1987'de George Fisher yönetimindeki Motorola iletişim grubu yeni bir düşünce olan altı sigma yaklaşımını ortaya koydu. Motorola'nın varlığının ve başarısının temel nedeni, altı sigma yaklaşımına olan bağlılığıdır. Bu kapsamlı yönetim sistemini oluşturacak kavramları icat eden bu şirkettir.

Motorola kaliteyi zor yoldan –büyük zararlar, rekabetçi konumun kaybı, iflasın eşiğine gelme vb.– öğrenen pek çok şirketten sadece biridir. Ancak Motorola'nın bu öğrenme sonrası, verimlilik, üretkenlik, karlılık, müşteri tatmini gibi konularda sağladığı olağanüstü başarılar onu diğerlerinden ayırmaktadır. Şirketin 1988 yılındaki Genel Müdürü Bob Galvin' in, Beyaz Sarayda Malcolm Baldrige Kalite Ödülü'nü

alırken, bu başarıyı Altı Sigma olarak adlandırdıkları bir yaklaşıma borçlu olduklarını söylemesi, Altı Sigma'yı çok sayıda şirketin ilgi odağı haline getirmiştir.

İşe kalite güvence bölümünden başlandı. Diğer pek çok şirket gibi Motorola'da da ürün kalitesinden birinci derecede bu bölüm sorumluydu. Bu sorumluluk müşteri ihtiyaçlarının karşılanması ve kalite sistemlerinden planlanan sonuçların alınması gibi çok ciddi görevleri içeriyordu, ancak uygulamada bir takım problemler söz konusu idi. Birincisi, ürün kalitesi

ile ilgili doğrudan sorumluluk taşımayan icracı personel –üretim hattı çalışanları, hizmet sağlayıcıları vb.– kaliteyi iş yapmanın ve başarının önündeki bir engel olarak görüyordu. Ayrıca tüm ödüllerin, üretim miktarı gibi nicel ölçütlere bağlı olması, kaliteyi yüksek kazancı frenleyen bir maliyet merkezi konumuna sokmuştu. Kalite güvence bölümü ise bir türlü kontrol sağlayamadığı bu konuda çaresiz kalmaktaydı. Bu kısır döngüyü fark eden Motorola'nın üst yönetimi çıkışı, yöneticileri kendi bölümlerinin kalitesinden sorumlu tutmakta buldular. Böylece kalite güvence bölümünün görevi de, bölüm yöneticilerine kaliteyi başarmalarında yardımcı olmak, onlara kalite danışmanlığı ve eğitimi sağlamak olarak değiştirildi.

Ayrıca muhasebe ve pazarlama bölümlerindeki 'kalite' ile üretim katındaki 'kalite'nin birbirinden çok farklı olması işleri güçleştiriyordu. Benzer durum karmaşık bir ürünün kalitesinin sağlanması ile basit bir ürünün kalitesinin sağlanması için de söz konusuydu. Bu nedenle şirketteki tüm birimler ve tüm ürünler için uygun bir yaklaşım gerekmektedir. Ayrıca bu yaklaşım objektif olmalı, veri ve ölçümlere dayanmalıydı. Bunun için hata oranlarını ölçen bir yaklaşım belirlediler. Fikir basitti: "Tüm ürünler imalât sırasında uygun ya da uygun olmayan basamaklardan geçerler. Benzer durum her türlü hizmetin sağlanması için de geçerlidir. Dolayısıyla her bir süreç basamağı bir hata olasılığıdır ve bu olasılık standart bir ölçüm birimi olarak kullanılabilir. Basit ürünler daha az hata, karmaşık ürünler daha fazla hata olasılığına sahip olacaktır."

Motorola bu kalite ölçümünü somutlaştırmak için MHO: Milyonda Hata Olasılığı – bir milyon işlem basamağında hata yapma olasılığı– kavramını geliştirdi ve 1985 yılından itibaren bu ölçütü uygulamaya koydu. 1987 yılında üst yönetimin kalite iyileştirme konusundaki iddialı gayretlerinin etkisi ile Altı Sigma hedefi, yani bir milyon basamakta 3.4 hata hedefi belirlendi. Bu aynı zamanda müşteri ihtiyaçlarını

kusursuza yakın karşılama hedefiydi. Ancak hedef, yalnız başına bir anlam ifade etmiyordu. Bunun için öncelikle hedefi gerçekleştirmek için gerekli yöntem ve araçlar geliştirildi. Basit grafiksel gösterimlerden ileri istatistik tekniklere kadar uzanan bu yöntem ve araçlar, iyileştirme için gerekli altyapıyı oluşturdu. Fakat asıl fayda bunların şirketin tüm kademelerinde etkin olarak kullanılması ile sağlandı. Altı Sigma yaklaşımına şirket bazındaki bu bağlılık ise beraberinde bir kültür değişimini getirdi.

Motorola Altı Sigma'yı uygulamaya koymasından iki yıl sonra, Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü'ne layık görülmüştür. Şirketin 1980'lerde 71000 olan çalışan sayısı, Altı Sigmayı uyguladıktan birkaç yıl sonra 130000'in üzerine çıkmıştır. Ayrıca Altı Sigma'nın başlatıldığı 1987 ile 1997 arasındaki on yıllık dönemde elde edilen başarılar arasında şunlar bulunuyordu;

- Satışlarda sağlanan beş kat artış ile birlikte, karlılığın yılda yaklaşık %20 artması.
- Altı Sigma çalışmalarıyla sağlanan toplam 14 milyar dolarlık tasarruf.
- Motorola'nın borsadaki hisselerinden elde edilen kazancın yıllık %21.3 artması (Pande ve ark. 2000).

3.7.2. Altı Sigma Yaklaşımının Allied Signal/Honeywell'da Uygulanışı

Allied Signal,1999'da gerçekleşen birleşmeden sonraki adı ile Honeywel, Motorola ve GE ile bağlantılı bir başka başarı öyküsüdür. Altı Sigma'nın denenmeye değer bir yaklaşım olduğu konusunda Jack Welch'i ikna eden, -uzun süre GE'de üst düzey yöneticilik yapan ve 1991'de Allied Signal'ın başına geçen- CEO Larry Bossidy'dir. Allied Signal kendi kalite iyileştirme etkinliklerini 1990'ların başında uygulamaya soktu ve 1999'a gelindiğinde, Altı Sigma konusunda geniş kapsamlı personel eğitimi ve Altı Sigma ilkelerinin uygulanması sayesinde, yılda 600 milyon dolardan daha fazla tasarruf sağlıyordu. Allied Signal'ın Altı Sigma ekipleri, yalnızca mükerrer işlerden kaynaklanan maliyetleri azaltmakla kalmayıp, aynı ilkeleri uçak motorları gibi yeni ürünler için de uygulayarak, tasarımdan tescile kadar geçen 42 aylık süreyi de 33 aya indiriyordu. Şirket Altı Sigma sayesinde, 1998'de %6 verim artışına ve bir rekor olan %13'lük bir kar payına ulaştığını bildiriyordu.

Alt Sigma girişimlerinin başlamasından 1998 mali yılına kadar, şirketin Pazar değeri yılda %27' lik bir artış gösterdi. Allied Signal liderleri Altı Sigma'yı yalnızca bir sayı

olmaktan daha farklı algılıyordu. Onlara göre Altı Sigma, ellerinin altındaki her türlü aracı kullanarak ve kullandıkları yöntemleri yeni baştan düzenlemekten asla çekinmeden mükemmel standarda ulaşma hedefiydi.

Allied Signal'in Altı Sigma ile yönetilmesi, çalışma alanı çeşitliliği açısından dünyanın en iyi şirketi ve en beğenilen uluslararası havacılık şirketi unvanlarını kazandırdı.

3.7.3. Altı Sigma Yaklaşımının General Electric'de Uygulanışı

Sektöründe dünya devi olan General Electric (GE), 1995 yılında altı sigma hareketini başlatan bir diğer şirkettir. GE, Altı sigmayı "nasıl ayakta kalabiliriz" endişesi içerisindeki Motorola'dan farklı olarak daha güçlü bir şirket haline gelmek amacı ile kullandı. Bu çalışmalar şirket içerisinde o kadar büyük titizlikle gerçekleştirildi ki, kavramı ortaya atan Motorola'dan çok GE ile beraber anılır duruma geldi. GE'deki bu büyük hareketin öncüsü Genel Müdür Jack Welch olmuştur.

GE'de altı sigma uygulaması 1995 yılında Jack Welch tarafından şirketin strateji ve hedeflerine dahil 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. GE'de 1998 yılından itibaren çalışanların performans değerlendirmesi de altı sigma uygulamalarına bağlanmıştır. Altı sigma eğitimi almamış bir çalışan, kıdemi veya yeterlilikleri ne olursa olsun kıdemi artırılmamakta veya yönetim kademesine yükseltilmemektedir. Bunun yanında yöneticilere verilen yıllık primlerin %40'ı altı sigma konusundaki başarılarına bağlanmıştır.

Altı Sigma girişimi şirkete hiçbir mali yararının olmadığı 1996 yılındaki başlangıcından itibaren gelişerek 1999 yılında 2 milyar dolardan fazla yarar sağladı. Altı Sigma'nın başlangıç aşamalarında hedeflenen 100 binden fazla kişiyi Altı Sigma bilim ve metodolojisi konusunda eğitmekten ve binlerce "proje"yi verimliliği artırıp sanayi tesislerinden finansal hizmetlere kadar tüm şirket içi faaliyetlerdeki farklılıkları azaltmaya odaklanmaktan ibaretti. O günlerden beri GE, girişimi "Altı Sigma'lı" ürünler hazırlamaya yönlendirdi ve hızla finansal hizmetler sektörünün müşteri işlemleri

süreçlerine götürdü. Her GE ürün işletmesi ve finansal hizmet faaliyeti, ürün tasarım ve gerçekleştirme sürecinde Altı Sigma'yı kullanıyor.

GE'de Altı Sigma Sistemi, kaliteyi geliştirmek ve GE'yi dünyanın en rekabetçi şirketi haline getirecek strateji hamlesi olarak planlandı. Rekabetin yoğunlaştığı ve çok iyi firmaların da ortaya çıktığı dönemde en önemli kriter kalite olmuştur. Bu doğrultuda kalite kavramının GE'de yönetim için can alıcı bir odak haline getirilmesi amaçlanarak, Motorola'nın öncülük ettiği Altı Sigma modeline geçilmeye karar verildi. Sistemin başlangıcında, şirket müdürleri konu uzmanları ile birlikte Altı Sigma yaklaşımının yararları hakkında görüşmeler gerçekleştirdiler. Altı Sigma, 1 milyon ayrı faaliyette hata ölçümü yapmakta olan ve kaliteyi istatistiksel olarak gösteren bir modeldir. Hata sayısı ne denli düşükse, kalite o denli yüksektir. Bir sigmada ürünlerin %68'i kabul edilebilir; 3 sigmada %99.7'si kabul edilebilir. Altı Sigma ise son hedeftir ve mamullerin %100'e yakınının kabul edilmesi anlamına gelir.

1997 yılında GE plastik sektöründe altı sigma turnuvası düzenledi. Bu turnuvada Asya Pasifik ülkelerinden 10 GE plastik ekibi, en iyi kalite projesi için birbirleriyle rekabet ettiler. Kalite ölçümüne Haziran 1996 yılında başlamış ve projesini "Paranın Rengi" diye adlandıran Singapur ekibi, plastik ürünleri arasındaki renk farklılıklarını en düşük düzeye indirmesinden dolayı yarışmayı kazanmıştır. Kaliteyi 2 sigmadan 4.9 sigmaya yükselten paranın rengi projesi 4 ay sürmüş ve General Electric'e 400.000 \$ tasarruf sağlamıştır.

GE'in gerçekleştirdiği iyileştirmelerden biri; GE'in Lighting birimindeki altı sigma ekibi, faturalama hatalarını %98 oranında azaltarak, ödemeleri hızlandırarak ve her şirket içinde daha verimli bir çalışma ortamı oluşturarak, şirketin en önemli müşterilerinden birinin fatura hazırlamada yaşadığı sorunları çözmüştür (Argüden 2002).

3.8. Altı Sigma Yaklaşımının Toplam Kalite Yönetimden Farklılıkları

Gelişimin ve değişimin doğal bir sonucu olarak günün gereklerine uygun olmayan, yetersiz kalan yöntem ve yaklaşımlar terk edilmektedir. Bu bağlamda altı sigmanın toplam kalite yönetiminin bir alternatifi olup olmadığı tartışması yaşanmaktadır. Ancak toplam kalite yönetiminin sürekli gelişme ve iyileşmeye yönelik özelliği nedeniyle

ayrıcalığı bulunmaktadır. Bu nedenle, bir yöntemin ya da yaklaşımın toplam kalite yönetiminin yerini almasını savunmak, hiç de kolay değildir. Genel düşünce, altı sigma yaklaşımının toplam kalite yönetiminin bir aracı olarak benimsenmesi yönündedir (Yalçın 2000).

Dünya’ da ve yeni yeni Türkiye’ de altı sigmayı uygulayan firmalar incelendiğinde, bu kuruluşların toplam kalite yönetimi üzerine 15-20 yıldır çalıştıkları ve bu çalışmaların doğal bir uzantısı olarak altı sigma yaklaşımını uygulamaya geçirdikleri görülmektedir. Bu büyük firmalar, toplam kalite yönetiminde eksiklik gördükleri için altı sigma destekli bir kalite yönetim sistemi oluşturmak durumunda kalmışlardır (Pande ve ark 2000). Çizelge 3.3’ de Toplam Kalite Yönetiminin eksikliği ve Altı Sigma yaklaşımının çözümleri gösterilmiştir.

Altı Sigma çalışmaları, mevcut kalite çabalarını ret eden bir yaklaşım değildir. Tıpkı iş mükemmelliği modelleri, Toplam Kalite Yönetimi, ISO 9000:2008 serisi standartları ve diğer sistemler gibi süreç yaklaşımını esas almaktadır, iyileştirme odaklıdır, gerçekçi verilere dayalı istatistiksel analizleri içerir. Ancak geçmişte uygulanan ve başarısız sonuçlara uğramış kalite çabalarının düştüğü hataları tekrarlamayacak bir yapı gerektirmektedir. Örneğin, Altı Sigma, Toplam Kalite Yönetiminde olduğu gibi süreçlerin sürekli olarak iyileştirilmesini talep eder, faydalı ancak ömrünü tamamlayan süreçlerin de yeniden tasarlanması gerektiğini ortaya koyar.

Eğer şartlar oluşmuş ise adım adım iyileştirmeden sıçramaya geçilir. Altı Sigma yaklaşımı, neler yapılması gerektiğinden çok nasıl yapılacağıın yöntemlerini sunmaktadır. Dolayısıyla TKY ve diğerlerine alternatif değil, onu bütünleyen, destekleyen ve birlikte yürütülecek bir yöntemdir. TKY, kaliteye yönelmiş bir yaklaşımken, Altı Sigma iş sonuçlarına yönelmiştir. Altı Sigma, kendisinden önceki pek çok yaklaşımının başarılı yönlerini bünyesinde toplaması ve sahip olduğu çok güçlü araçlarla diğer yaklaşımları vaat ettiklerini gerçeğe dönüştürebilmesiyle de TKY ve diğerlerinden ayrılmaktadır. TKY, işletmede çalışan herkes tarafından benimsenmesi ve uygulanması gereken bir yöntemdir. Altı Sigma ise öncelikle Altı Sigma yöneticilerinin eğitime alınmasıyla başlamaktadır.

Çizelge 3.3. Toplam kalite yönetiminde yaşanan sorunlar ve altı sigma çözümleri

Toplam Kalite Yönetiminde Yaşanan Sorunlar	Altı Sigmanın Çözümleri
Bütünleşme Eksikliği: Kalite, şirket stratejisinin ve performansından farklı bir yan etki gibi görülmesi	İşlerin, Şirketlerin ve Çalışanların Gelirlerine Bağlantı Kurmak: Performans primi gibi Teşvik uygulamaları sonucu altı sigmanın işin bir parçası olduğu mesajının verilmesi
İgisiz Liderler: Üst yönetimin isteksizliği ya da şirketten ayrılmalar sonucu kalitenin geçici olarak hissedilmesi	Ön Saflardaki Liderler: Sürekli başarı için değişimin kaçınılmaz olduğunu kavrayan yöneticilerin bulunması
Kavram Bulanıklığı: Kalite Güvence ya da Kalite Kontrol gibi departmanlar “kalite polisi” denebilecek bir kavram yaratarak süreci iyileştirmekten çok, süreci istikrarlı hale getirmiştir. ISO 9000, HACCP gibi belgelendirmeler firma için bir zorunluluk olarak görülmeye başlanmış ve kalite hedefi belirsizleşmiştir.	Anlamlı ve Net Bir Hedef: Sıfır hata gibi inandırıcı olmayan hedefler yerine süreç yeterlilik indeksini artırarak hatayı milyonda 3.4 seviyesine indirme ve firmanın karlılığını arttırma.
Departman Düzeyinde Kalan Çalışmalar: Toplam kalite yönetiminde her departman, bir önceki departmanı tedarikçi, bir sonraki departmanı da müşteri olarak görmektedir. Bu nedenle kurumsallaşan firmalardaki iyileştirme projeleri, genellikle departman düzeyinde kalmakta ve toplam kalite yönetiminin ilerlemesiyle birlikte departmanlar arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır.	Departmanlar arası Süreç Yönetimine Verilen Öncelik: Departmanlar arası iletişime öncelik verilerek projelerin, departman bazında değil süreç bazında kara kuşaklar ve uzman kara kuşaklar liderliğinde yapılması.
Etkisiz Eğitim: Toplam kalite yönetiminde eğitimler her zaman verimsiz olduğu söylenemez ancak kalite eğitimlerinin başarısı, eğitilen insan sayısı ya da oluşturulan ekipler gibi sayılarla değerlendirilmeye başlanınca eğitimin, amacından uzaklaşmıştır.	Yeşil Kuşaklar, Kara Kuşaklar, Uzman Kara Kuşaklar: Altı sigma kuruluşları eğitim konusunda çok yüksek standartlar getirerek tüm yöneticilerin ve proje yürütücülerinin yeşil ve kara kuşak eğitiminden geçirilmesini sağlama
Ürün Kalitesine Verilen Önem: Kalite iyileştirme çalışmalarının çoğu üretim üzerinedir, hizmet, lojistik, satın alma, pazarlama gibi alanlara gereken önem verilememiştir.	Bütün İş Süreçlerine Verilen Önem: Üretim ve diğer tüm süreçlerin iyileştirilmesi ve yeniden tasarlanması

KAYNAK: Pande P., Neuman P.N. and Roland R.C., The Six Sigma Way, 2000. p. 74-80

4. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU VE İYİLEŞTİRME SÜRECİ

Bu bölümde Altı Sigma organizasyonunda rol alan oyuncuların görev ve sorumlulukları, Altı Sigma iyileştirme modeli ve aşamaları üzerinde durulacaktır.

4.1. Altı Sigma'da Roller ve Sorumlulukları

Her konuda olduğu gibi, fırsat, kaynak, yetki, izin verecek olanların istemediği, destek vermediği konularda başarı şansı yoktur. Kuşkusuz bu gerçek altı sigma için de geçerlidir. İşin başında eğitim ve donanım açısından ciddi yatırımlar gerekebilir. Her ne kadar sonuçta kârlı olursa da, önce yatırım yapmak gerekiyor. Dolayısıyla en tepedekilerin bilgilenmesi, ilgilenmesi, istemesi, desteklemesi, ortam oluşturması ve sıkı bir şekilde takipçi olarak yılmadan arkasında durması gerekir ki başarılı olunabilsin.

Altı Sigma hareketinin başarıya ulaşabilmesi için, ölçme ve iyileştirme süreçlerinde çalışacak yeterli nitelikte kadrolara sahip olunmalıdır. Yeşil kuşak, kara kuşak, uzman kara kuşak, hatta bazı işletmelerde sarı kuşak ve beyaz kuşak gibi tanımlamalarla bu kadroların nitelik ve işlevleri belirtilmiş olmaktadır (Kasa 2003).

Altı Sigma eğitim odaklıdır; ancak, sadece ilgili kişilere ilgili eğitimlerin verilmesi gerektiğini savunur. Dolayısı ile doğru kişinin doğru işe kanalize edilebilmesi için süreçler içerisinde kaynak olarak kullanılan kişilerin yetkinliklerinin doğru tanımlanması, doğru işi yapabilmek ve eğitim ihtiyaçlarının tespiti ve değerlendirilmesi için elzemdir. Tüm başarılı sistemlerde üst yönetimlerin katılımcı desteklerinin olduğu görülmektedir. Altı Sigma bizzat üst yönetimler tarafından ortaya konmuş ve uygulanmış bir sistemdir.¹

Altı Sigma çalışmasında çeşitli oyunculara isimler verilmiştir. Projeleri saptayan yöneticiler, rehberlik eden ve öğreten gruplar, öncülük eden gruplar, ölçüm araçlarını iyi kullanan gruplar gibi çeşitli gruplara çeşitli isimler verilmiştir. Altı Sigma organizasyonunda, çeşitli isimlerin ya da ünvanların oluşturulmasının altında yatan asıl neden, Toplam Kalite Yönetimi ile ortaya çıkan aşırı kurumsallığın önüne geçilmesidir.

1. İ. İlker Gür; Altı Sigma Trendi Yükselişte, http://www.sistemim.com.tr/article_tr_6sigma.htm

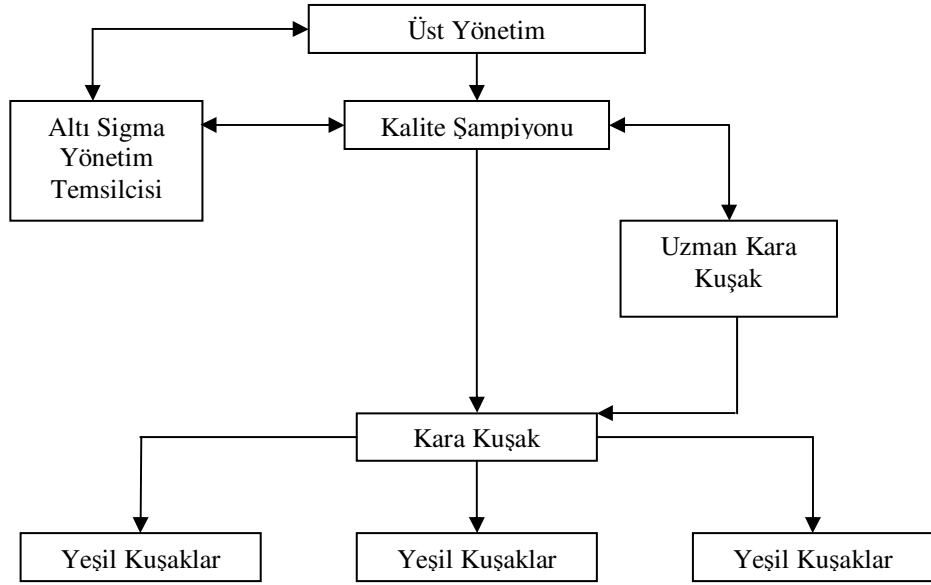
Altı Sigma'nın başarısı, herkesin oynayacağı rolü çok iyi bilmesine bağlıdır. Bu, denklemin insan gücü tarafıdır. Örneğin bir futbol takımında görev yapan çocuğundan, takım kaptanına kadar herkesin açıkça tanımlanmış bir görevi vardır. Ayrıca bu görev tanımları içerisinde iyi bir iş çıkaramamanın sonuçları ve başarının sağlayacağı ödüller de 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 (Anonim 2003).

4.1.1. Altı Sigma yürütme kurulu

Üst yönetim tarafından oluşturulan kurulun temel görevi; şirket bazında yürütülen Altı Sigma projelerinin etkinliğini sağlamaktır. Bu amaçla aylık dönemlerle toplanan kurulun, sistemin bütünü ve bütünü oluşturan Altı Sigma projelerini tartışması, uygulamalardaki hataları ve sapmaları belirleyerek düzeltmesi beklenmektedir. Kurul içinde süreç lideri olan şampiyonlar, Altı Sigma koordinatörü ve finans bölümünde yöneticilerin bulunması yararlıdır.¹

Altı Sigma çalışmalarındaki oyuncular arasındaki ilişki Şekil 3-1'de gösterilmiştir. Altı Sigma'da projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Eğer üst yönetim, bu projelere 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. Bu konseyin başlıca görevleri şu şekilde açıklanabilir;

1. Türker Baş; Altı Sigma, <http://www.kaliteofisi.com/download/e-kitap.asp>



Şekil 4.1. Altı Sigma çalışmalarında oyuncular arasındaki ilişki grafiği
KAYNAK: Hiatt Cathy; Six Sigma, Boise State University Publications, 2001.

- 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 sağlamaktır.

4.1.2. Sponsor (Şampiyon)

Sponsor, iyileştirme projesini “izleyen” üst düzey yöneticidir. Bu, hassas denge gerektiren önemli bir sorumluluktur. Ekipler, karar verme konusunda serbest bırakılmalıdır. Bununla birlikte, çalışmalarını yönlendirme konusunda iş liderlerini rehberliğine ihtiyaç duyarlar. Sponsorun görevleri arasında şunlar bulunur;

- Yönetimleri altındaki iyileştirme projelerinin genel hedeflerini saptamak korumak ve bu hedeflerin iş öncelikleriyle uyumlu olduğundan emin olmak
- Gerektiği takdirde, bir projenin yönü ya da kapsamı konusunda yol göstermek, yapılacak değişiklikleri onaylamak
- Projeler için kaynak bulmak ve görüşmeler yapmak
- Ekibi, Liderlik Ekibi önünde temsil etmek ve ekibin savunuculuğunu yapmak
- Ekipler arasında ya da ekiplerle ekip-dışı kişiler arasında oluşan sorunların ve mükerrer çalışmaların ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak
- Bir iyileştirme projesinin bitiminde, projenin sorunsuz bir biçimde devredilmesini sağlamak için süreç sahipleri ile çalışmak
- Süreç iyileştirmesi konusunda kazandıkları deneyimi, kendi yönetim süreçlerinde uygulamak

Sonuç itibariyle şampiyonlar, projeleri belirleyen kıdemli yöneticilerdir. Bunlar, Altı Sigma çalışmalarının başarısından sorumlu kişilerdir. Projelere kaynak sağlar onaylar ve varsa aksaklıkları giderir. Şampiyonların kalite programında tam zamanlı çalışmaları gerekmemektedir. Şampiyonlar bir hafta eğitimden geçerler (Slatter 2000).

4.1.3. Uzman kara kuşaklılar

Uzman kara kuşaklılar Altı Sigman'ın felsefesini, amaçlarını ve uygulamasını derinliğine kavramış kişilerdir. Tam zamanlı olarak çalışırlar. Ekipleri ve ekip liderlerini veya kara kuşakları desteklerler. Ekibe teknik uzmanlık sağlarlar. Ekibin başarısını engelleyen faktörleri devre dışı bırakmada yardımcı olurlar. Ekibin üyelerini ve amaçlarını belirlerler. Üst yönetime gelişim raporlarını sağlayan ve projeleri biçimsel şekle dönüştürenler de onlardır. Uzman kara kuşaklılar hem istatistiği iyi

kullanabilmelidirler hem de grup çalışmalarına uygunluk ve iletişim yeteneğine sahip olmalıdırlar. Altı Sigma araçlarının yayılmasından ve kullanımından sorumludurlar ve projeleri başarıya yönlendirerek yönetirler. Ayrıca uzman kara kuşaklılar şu görevleri üstlenirler;

- Altı Sigma'nın uzun dönem teknik vizyonundan sorumludur.
- Kara kuşaklıların eğitilmesinden sorumludurlar.
- Teknik beceri, güçlü ve güvenilir liderlik özelliklerine sahiptir.
- Proje sponsoruna rapor verir.

Uzman kara kuşaklılar, kara kuşaklılara rehberlik edip, denetlerler. Öğretim ve rehberlik edebilme yetenekleri gelişmiş kişilerdir. Bunlar, öğretebilmek ve rehberlik yapabilmeleri için en az iki hafta eğitime tabi tutulmalıdırlar. Bir uzman kara kuşaklıının toplam dört hafta boyunca eğitim görmesi gerekir. Her hafta alması gereken eğitim konuları Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Bir uzman kara kuşaklıının dört hafta boyunca öğrenmesi gereken konular

1. Hafta	2. Hafta
Altı Sigma'nın özü ve TÖAİK yol haritası Süreç haritaları Hata türü ve etkileri analizi (FMEA) İstatistiksel paket programlarını kullanabilme Kalite fonksiyonunun yayılımı (QFD) Süreç yeterliliği analizi Ölçme sistemi analizi (GAGE)	Birinci haftanın bir özeti İstatistiksel düşünme yeteneği Hipotez testleri ve güven aralıkları Çok değişkenli analiz ve regresyon Korelasyon Ekip değerlendirme
3. Hafta	4. Hafta
Varyans analizi (ANOVA) Çoklu regresyon Deney tasarımı (DOE) Faktöryel deneyler Kesirli faktöryeller Dengeli blok tasarımları Tepki düzeyi tasarımı	Hata doğrulama Kontrol planları Ekip geliştirme Paralel özel kesikli ve sürekli süreçler Son alıştırmalar

KAYNAK: Hahn J Gerald, Hill J. William, Hoerl W. Roger, Zinkgraf A Stephen, "The Impact of Six Sigma Improvement – A. Glimpse Into the Future of Statistics", The American Statistician, Vol. 53, Number 3, 1999, s.208-215

4.1.4. Kara kuşaklılar

Kara kuşaklılar kilit süreçler üzerinde odaklanan, sampiyonlara sonuçları raporlayıp sunan ve ekip elemanlarına öncülük eden tam zamanlı kalite uygulayıcılarıdır. Bunlar, müşteri isteklerini dikkate alıp aynı zamanda verimliliği arttıran kilit süreçleri tanımlama, ölçme, analiz etme, iyileştirme ve kontrol etme ile sorumludur.

Altı Sigma'da görev alacak Kara Kuşaklıların bilmesi gereken 101 nokta vardır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Genelde bir Altı Sigma kara kuşaklısı nicel düşünmeye yönelik olmalıdır.
- Amaçlara yönelik gelişimi, müşterilere ve liderlere anlamlı gelen ölçülerle ölçmelidir.
- Altı Sigma ile elde edilen kazançları devam ettirebilmek için kontrol sistemlerinin nasıl kurulacağını bilmelidir.
- İlk hedefleri yakaladıktan sonra bile sürekli gelişimin mantığını anlamalıdır.
- Farklı sigma düzeyleri arasındaki ilişkileri bilmelidir.
- Farklı sigma düzeyleri ile kötü kalite maliyeti arasındaki ilişkiyi bilmelidir.
- Altı Sigma'da rol alacak kişilerin görevlerini bilmelidir.
- Farklı tarama sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.
- Bir projenin başa baş noktasını hesaplayabilmelidir.
- Kötü kalite maliyetleri tablosu zaman serisi şeklinde verildiğinde, trend analizi yapabilmelidir.
- Bir veri kümesi verildiğinde yanlılık, tekrarlanabilirlik, yeniden üretilebilirlik, kararlılık, doğrusallık gibi sistematik analizleri yapabilmelidir.
- Bir veri kümesi verildiğinde verilere ait merkezi eğilim, değişkenlik, frekans dağılımı belirleyebilmeli ve histogram grafikleri oluşturabilmelidir.
- Hangi durumlarda parametrik olmayan yöntemleri uygulayacağını bilmelidir.

- Poisson, binom, hipergeometrik, normal, üstel, Ki-kare, t ve F gibi sık kullanılan dağılımları bilmelidir.
- Varyans analizine ilişkin varsayımları bilmeli, verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir.
- Deneysel tasarımlarının ilkelerini bilip deneysel tasarımı yapabilmelidir.
- Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiğini seçmeli ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığına karar verebilmelidir.
- Kontenjans tablolarına Ki-kare analizi uygulayabilmelidir.
- Doğrusal, eğrisel ve çoklu regresyon analizleri yapabilmelidir.
- Hata türü ve etkileri analizi (FMEA-HTEA) yapabilmeli ve sonuçlarını anlayabilmelidir.
- Deneysel için veriler verildiğinde, hangi temel etkilerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli ve bu faktörlerin etkilerini ifade edebilmelidir.
- Bir deneyin sonuçlarını değerlendirebilmelidir.
- Benchmarking'in kısıtlamalarına ve ilkelerine uymalıdır.
- Altı Sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır (Pzydek 2001).

4.1.5. Yeşil kuşaklılar

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.

Yeşil kuşaklıların eğitimleri iki haftadır. Bu eğitimler, TÖAİK modelinin uygulamalarına, proje planlamasına, proses analizi ve istatistiksel analize dayanır. Bir yeşil kuşaklının görevleri kısaca şöyle sıralanabilir;

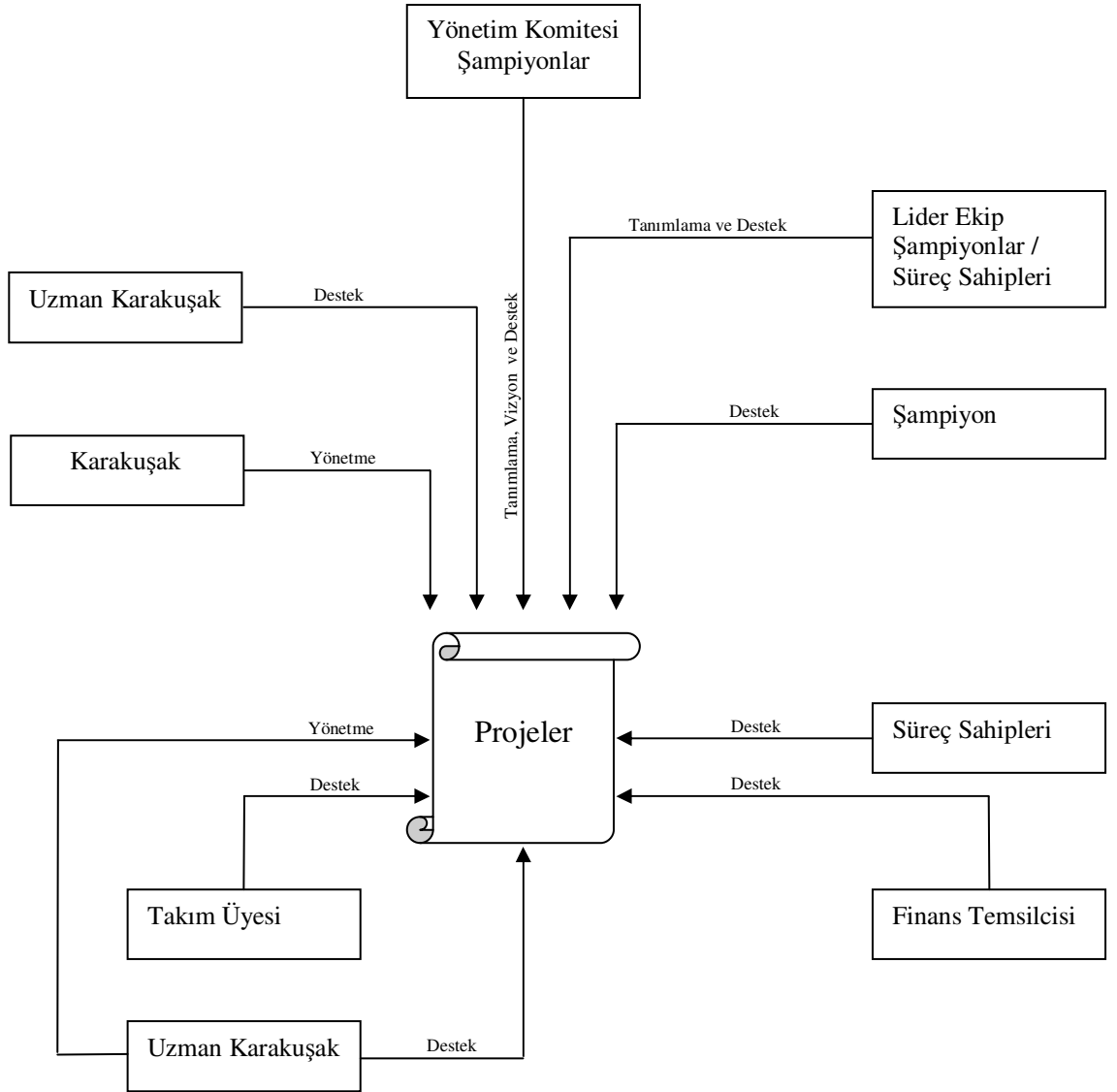
- Altı Sigma projelerinde siyah kuşaklıların hedeflerine ulaşmasını sağlamak için belirgin alanlarda kısmi zamanlı çalışırlar.

- Altı Sigma yaklaşımını günlük işleriyle birleştirirler.
- Mini projeleri özellikle üstlenirler.

Yeşil kuşaklılar Altı Sigma'nın temel araçlarını, özellikle ölçme aşamasında kullanılan araçları iyi bilen ve kara kuşak projelerinde ekip elemanı olarak çalışan kişilerdir. Projeler üzerinde tam zamanlı olarak çalışmazlar. Sadece şirketteki diğer işlerini yaparlarken Altı Sigma projeleri üzerinde çalışırlar.

Şekil 4.2.' de bir altı sigma projesindeki görev dağılımı ve biri birleri ile olan görev ilişkileri gösterilmektedir. Bu projelerde, ilgili projenin oluşturulacağı birimde çalışan süreç sahiplerinin yanı sıra, şampiyon, uzman kara kuşak, kara kuşak ve yeşil kuşaklılar da projenin içerisinde doğrudan yer almaktadırlar. Toplam Kalite Yönetiminde oluşturulan projelerde ise genellikle süreç sahipleri dışında, farklı süreçlerden katılım sınırlı olmaktadır. Bu durum, süreçler arası ilişkileri olumsuz etkilemekte ve uzun vadede süreçlerin biri birlerini tamamlayıcı değil de rakip olarak görmelerini sağlamaktadır. Bu nedenle süreçler arasındaki ilişkilerde yaşanan aşırı kurumsallığın ve rekabetin kırılarak, olması gerektiği gibi karlılığa odaklanmak, altı sigma organizasyonu ile mümkün olabilmektedir.

Altı sigma yaklaşımını uygulayacak kuruluşun, dokümante edilmiş kalite yönetim sistemi, faaliyetlerini ve bunlar arasındaki etkileşimi yansıtıyorsa, sistemin "sil baştan" dokümante edilmesi yerine, mevcut kalite yönetim sisteminin, yeni şartları ve görev ilişkilerini karşılayabilecek şekilde geliştirilmesi yeterli olabilmektedir.



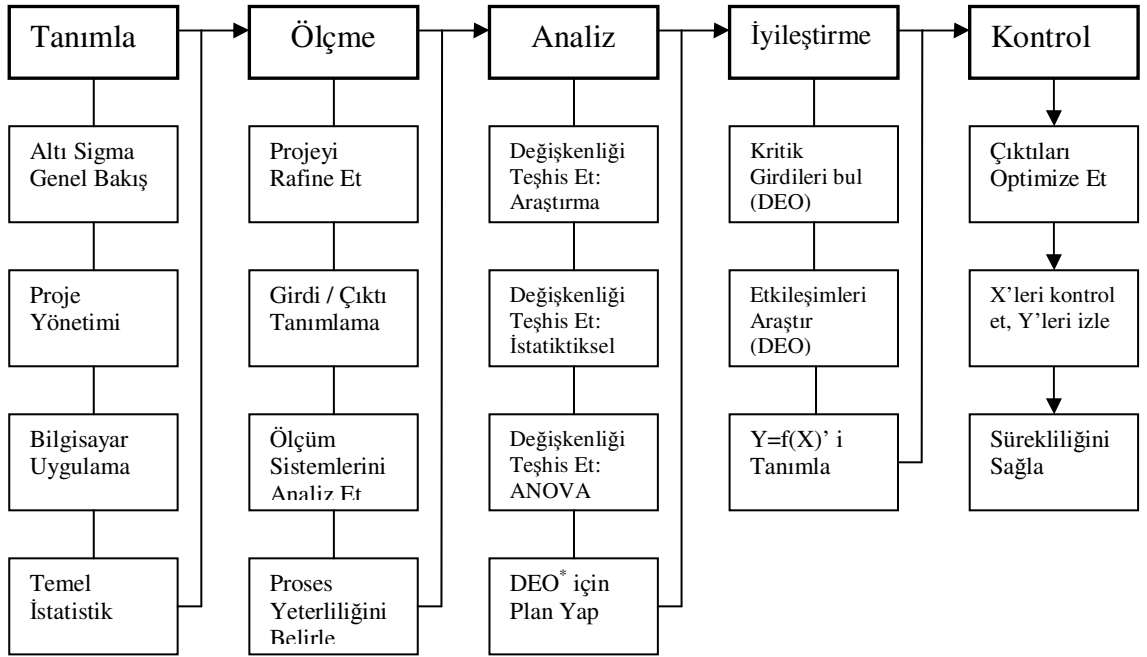
Şekil 4.2. Bir altı sigma proje - görev ilişkileri

KAYNAK: Boğaziçi Üniversitesi Mezunlar Derneği, Yöneticiler İçin Six Sigma Semineri, 12-13 Kasım 2003, İstanbul.

4.2. Altı Sigma İyileştirme Süreci

Altı Sigma'nın amacı müşteri tatminini ve şirket performansını arttırmaktır. Bunun için sistem ve süreçlerde müşteri tatminini ve şirket performansını olumlu yönde etkileyecek değişiklikler yapılmalıdır. Ancak bu değişikliklerin uygun bir "planlama" olmaksızın gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Planlama ise iyi tahmin yeteneği gerektirir. Hatta W.E. Deming, yönetimin aslında tahmin olduğunu savunmaktadır.

Ayrıca tahmin, konu hakkında bilgiye dayanmalıdır. Bilgi ise iç güdülere dayalı olarak geliştirilemez. Bu nedenle, bilginin geliştirilmesinde bilimsel metot kullanılarak toplanan verilerden yararlanılmalıdır. Bilimsel metodun işletme faaliyetlerine uygulanmasında kullanılan çok sayıda iyileştirme modeli bulunmaktadır. Fakat bu modellerin hemen hemen hepsinin W.Edwards Deming'in PUKÖ – Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al döngüsüne dayandığı söylenebilir. Altı Sigma Organizasyonlarında ise yaygın olarak kullanılan TÖAIK – Tanımla, Ölç, Analiz, İyileştir ve Kontrol döngüsü kullanılmaktadır. Temel olarak PUKÖ modelinden büyük bir farklılık göstermeyen TÖAIK modelinde sadece ölçme ve iyileştirme süreçleri özel olarak vurgulanmış ve bu süreçler ayrı birer aşama olarak ifade edilmiştir.



*Deney Tasarımı

Şekil 4.3. TÖAIK modeli yol haritası

KAYNAK: Boğaziçi Üniversitesi Mezunlar Derneği, Yöneticiler İçin Six Sigma Semineri, 12-13 Kasım 2003, İstanbul.

Şekil 4.3.' de TÖAIK modeli, ana başlıkları ile gösterilmiş olup bu ana başlıkların altında bir yol haritası oluşturulmuştur. TÖAIK modelinin ana başlıkları ve altı sigma sisteminde kullanılması gereken istatistiksel araçlar, aşağıda özetlenmiştir.

4.2.1. Temel Süreçlerin ve Kilit Müşterilerin Belirlenmesi

Küreselleşme ile birlikte firmaların giderek yayılması, müşteri kitlelerin daralması, ürün ve hizmetlerin daha çok çeşitlendirilmesi gibi etkenler, işletmelerin işin nasıl yapılması gerektiği konusundaki büyük resmi görmesini giderek zorlaştırmaktadır. Temel süreçlerin ve müşterilerin belirlenmesi, müşteriler hakkında bilgi toplama çalışmalarının yürütüleceği ikinci adıma zemin oluşturmaktadır. Bu kapsamlı envanter çalışmasının daha yararlı bir çıktısı ise kuruluş hakkında bir bütün olarak yeni ve daha belirgin bir resim ortaya koymaktadır.

Birinci adımın hedefi, kuruluştaki en kritik departmanlar arasındaki çalışmaların ve bunların dış müşterilere nasıl yansıdığına görülmesi için büyük resmin ortaya konulmasını sağlamaktır. Birinci adımın çıktısı ise yaşamsal olan ya da değer üreten süreçlerin, müşterilere sunulan ürün ya da hizmetlerin neler olabileceği ve süreçlerin akışının nasıl olabileceği üzerinedir.

4.2.2. Müşteri Gereksinimlerinin Tanımlanması

Altı sigma yaklaşımının en zorlu aşamalarından biri müşteri gereksinimlerinin tanımlanmasıdır. Müşterilerin ne istediğini tam olarak anlamak için çok kapsamlı bir çalışma gerekmektedir. İkinci adım olan Tanımlamanın hedefi, süreç yeterliliğinin hassas olarak ölçülebileceği ve müşteri memnuniyetinin önceden garantileneceği gerçek bir müşteri değerlendirmesi yapmaktır. Böylece “Müşterinin Sesi” adlı sürekli uygulanan veri toplama programı oluşturulmaktadır. Bu aşamada yaygın olarak kullanılan araçlar;

- Proje uyum planı,
- Paydaş analizi
- Tedarikçiler, Girdiler, Prosesler, Çıktılar, Müşteriler
- Ürün analizi
- Müşterinin sesi
- Yakınlık (affinity) diyagramı
- Kano modeli
- Kritik kalite faktörleri ağacı

Bu aşamanın amacı projenin amaç ve kapsamının tanımlanmasıdır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken noktalar;

- Seçilen projenin imkan ve kabiliyetlerinize uygun olması,
- Daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığı
- Problemlerin net ve mümkün olduğunca sayısal olarak tanımlanması

şeklinde özetlenebilir. Dolayısıyla ilk olarak tespit edilen problemin imkan ve kaynaklarla çözülebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Ayrıca seçilen problemin şirket için önemli bir sıkıntı kaynağı olduğundan ve düzeltilmesi halinde büyük yarar sağlanacağından emin olmak da önemlidir. Bunun için özellikle şirket, mali külfet getiren ve müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyen alanlara odaklanmak gerekmektedir. Bu nedenle yapılacak tanımın açık ve mümkün olduğunca sayısal olmasına özen gösterilmelidir. Örneğin, “müşteriler light dondurmalarından hoşlanmıyor” ifadeleri açık değildir. Bu tür ifadelerden hareketle, kalite nasıl daha tutarlı hale getirilebilir ya da light dondurmalar ile ilgili şikayetleri nasıl azaltılabilir gibi sorunlar ne kadar ayrıntılandırılabilirse hedef ve başarı şansı o kadar kesin ve yüksek olur (Bass 2007).

Problemlerin yazıya dökülmesi, şirket sorunlarının, düzeltilebilecek açık ve özel maddelere dönüşmesini sağlar. Problemlerin parçalara ayrıldığını, listelendiğini ve müdahale edildiğini görmek aynı zamanda tüm çalışanlara güven vereceğinden dolayı önemli bir motivasyon kaynağıdır.

Tanımlama sürecinde sorulacak sorular ve kullanılacak teknikler, fırsatların belirlenmesi ve proje alanına göre sınıflandırılarak Çizelge 4.2.’ de bir örneği gösterildiği gibi oluşturulabilmektedir.

Çizelge 4.2. Tanımla süreci takip çizelgesi örneği

Adımlar	Sorulacak Soru	Kullanılacak Teknik
Fırsatların belirlenmesi	Neden buradayız?	Problemin belirlenmesi
	Amacımız nedir?	Amaç ağacı
	Organizasyonun veya takımın değerleri ile ortak bir çalışma yaptığımızdan nasıl emin olabiliriz?	Proje / takım tutanağı
	Ne kadar zamanımız var?	Proje alanı
Proje alanı	Müşterilerimiz kimler ve ne istiyorlar?	Müşteri istekleri
	Tedarikçilerden neler istiyoruz?	Tedarikçi istekleri
	Sistemimiz nasıl çalışıyor?	Değer akış şeması
	Sorun nerede ve ne zaman oluştu?	Sorun belirleme çalışması
	Sorun hangi sıklıkla meydana geliyor?	Pareto analizi

KAYNAK: [http:// www.honeywell.com](http://www.honeywell.com).

Bu aşmanın çıktısı ise müşterinin işine yarayacak nihai ürün ya da hizmetle doğrudan bağlantılı kalite gurularının kullanıma uygunluk olarak isimlendirdiği gereksinimler ve kuruluşun müşterisi ile ilgili ilişkilerini nasıl yürütmesi gerektiğini tanımlayan hizmet gereksinimleridir (Pande ve ark. 2000).

4.2.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi

Müşteriye odaklanan performans ölçümleri, daha etkili ölçüm sistemlerinin kurulabilmesi için ön koşuldur. Ölçüm sistemlerinin (ürün başına maliyet, enerji ya da malzeme kullanımı vb.), süreçlerin verimliliği üzerine etkisi ile ilgili bilgi toplanması gerekmektedir. Tanımlanabilir müşteri gereksinimlerini dikkate alarak her bir sürecin performansını doğru olarak değerlendirmek, kilit çıktıları ve hizmet özelliklerini ölçmek için bir sistem kurmak üçüncü adımın hedefini oluşturmaktadır. Bu adımda kullanılan araçlar;

- Veri toplama planı
- Veri toplama formları
- Kontrol kartları
- Frekans dağılımları
- Tahmin T&T (tekrarlanabilirlik, tekrar üretilebilirlik)
- Pareto analizi
- Önceliklendirme matrisi,
- FMEA
- Süreç Yeterliliği (Cp)

- Sigma seviyesi
- Örnekleme
- Zaman serisi analizi

Bu aşamada mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler toplanır. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek mümkün değildir. Bu aşamadaki en kritik faktör ise neyin ya da nelerin ölçüleceğinin doğru belirlenmesidir. Aksi takdirde harcanan emek ve kaynakların karşılığı alınamamaktadır. İyileştirme fırsatlarını belirlemek için yapılacak analizler öncesinde, problem sahaları doğru olarak belirlenmeli ve kullanılacak yöntemler bu bilgilerin ışığında seçilmelidir.

Altı Sigma adımları içerisinde, verilen önem ve değer, harcanan para ve zaman açısından en fazla göz ardı edilen aşamanın ölçüm olduğu söylenebilir. Ölçüm sırasında somut bir sonuç elde edilmediğinden dolayı bu adımın bir an önce geçilme eğilimi vardır; fakat bu doğru değildir: çünkü kantitatif veriler Altı Sigmanın temelini oluşturur.

Ölçme sürecinde sorulacak sorular ve kullanılacak teknikler, mevcut durumunun analizine ve istenilen sonucun belirlenmesine göre sınıflandırılarak Çizelge 4.3.' de bir örneği gösterildiği gibi oluşturulabilmektedir.

Bu aşamanın çıktısı ise referans ölçüleri, mevcut süreç, performansın sayısal olarak değerlendirilmesi ve mevcut süreç yeterliliğinin değerlendirilmesidir. Bu işlem birbirinden farklı süreçlerin sigma seviyesinin belirlenmesini de kapsamaktadır. Performans ölçümünün bir diğer çıktısı da müşteri odaklı performans standartlarını değerlendirmeye yönelik mevcut ölçüm programları için yeni ya da zenginleştirilmiş yöntem ve kaynaklardır.

Çizelge 4.3. Tanımla süreci takip çizelgesi örneği

Adımlar	Sorulacak Soru	Kullanılacak Teknik
Mevcut durumun analizi	Hangi girdiler performansı etkiliyor?	Müşteri-Süreç matrisi
	Hangi girdiler çıktıları etkiliyor?	Detaylı akış şeması
	Süreç ne kadar?	Ürün akış şeması
	Mevcut sürecin maliyeti ne kadar?	Süreç maliyet tekniği
	Hangi işler ofis içinde dolaşılıyor?	Fiziksel dizilim
	Hangi işler bölümler arası dolaşılıyor?	Fonksiyonel süreç haritası
	Kaç farklı değişken var?	Histogram veya nokta taslağı
İstenilen sonucu belirleme	Çevrim zamanını nasıl azaltabiliriz?	Akış şeması
	Çeşitliliği azaltmak için ulaşılabilecek hedef nedir?	Kontrol tablosu

KAYNAK: [http:// www.honeywell.com](http://www.honeywell.com).

4.2.4. İyileştirmelerin Öncelik Sırasına Konulması, Analiz Edilmesi ve Uygulanması

Problem sahaları doğru olarak belirlendikten ve problemlerin büyüklüğü sayısal olarak ortaya konduktan sonra analiz aşamasına geçilir. Elde edilen veriler, öncelikle her bir problemin işletme karına, müşteri memnuniyetine, performansa ve üretkenliğe etkilerine göre yorumlanmalıdır. Ayrıca rakiplerin aynı alanlarda yaşadıkları problemlerdeki kıyaslamalar, değerli bilgiler sağlamaktadır.

Çok sayıda şirket performanslarını sayıya dökmeden önce, kendilerinin alanlarında kalite, etkinlik ve müşteri tatmini konusunda en iyi olduklarını düşünmektedir; fakat şirketler çevreye baktıktan ve kendilerini rakipleri ile kıyasladıktan sonra genellikle düşündükleri kadar istisnai olmadıklarının farkına varabilirler. Eğer mevcut durum ile ideal durum arasındaki fark yeterince büyük değilse ya da kapatılması halinde size önemli bir avantaj sağlamayacaksa bir sonraki probleme geçilmesi gerekmektedir. Diğer yandan problemin, genel performansı ve rekabet gücünü önemli derecede etkilediği sonucuna varılırsa bu noktada çalışmaya başlanmalıdır. Burada yanıtlanması gereken bir diğer önemli soru da hataların niçin yapıldığı ve bunların nasıl onarılacağı üzerine olmalıdır. Deney, doğru kurulur ise elde edeceğiniz rakamlar size yanıtları verecektir. Eğer ihtiyaç duyulan rakamlara sahip olunamazsa analize geçilmemeli yeni bir deneye başlanmalıdır.

Eğer hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna yanıt verilebiliyor ise, ihtiyaç duyulan bilgiye firma sahip demektir; fakat yalnız belirtilere odaklanmak da doğru değildir, kök nedenlerin bulunması gerekmektedir.

Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı adımdır. Bu aşamaya geçilmeden önce ilk üç adımın tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu gözden geçirme aşağıdaki noktaları içermelidir;

- Problemin herkes tarafından anlaşılabilir derecede net ve ayrıntılı olarak tanımlanması
- Mevcut imkan ve kaynaklarla çözülebilecek nitelikte olması
- Giderilmesi halinde şirkete büyük yarar sağlaması,
- Çözümüne yardımcı olacak doğru verilere sahip olunması
- Problemin temel nedenlerinin ve bunların nasıl giderileceğinin doğru olarak belirlenmesi

İyileştirme çalışmalarının önemi, hataları ortadan kaldırmak ve süreç yeterliliğini arttırmak için en iyi tekniklerin kullanılmasıdır. Altı sigma tekniği ve araçları hem karmaşık sorunların çözümünde hem de basit süreç iyileştirme fırsatlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu nedenle dördüncü adım, iyileştirmelerin analiz edilmesidir ve bu adımın hedefi, iyileşme potansiyeli yüksek olan alanları belirlemek, gerçek analizler ve yaratıcı düşüncenin yardımıyla süreç esaslı çözümler geliştirmektir. Bununla birlikte, yeni çözüm ve süreçleri etkin bir biçimde uygulayarak ölçülebilir ve sürdürülebilir kazançlar elde etmektir. Dördüncü aşamada kullanılan araçlar;

- Beyin fırtınası
- Sebep-sonuç diyagramı
- Kontrol kartları
- Veri toplama formları
- Veri toplama planı
- Deney tasarımı
- Akış diyagramları
- Frekans dağılımları

- Hipotez testleri
- Pareto analizi
- Regresyon analizi
- Tepki alanı metodolojisi
- Örnekleme
- Dağılım diyagramları
- Tabakalandırılmış frekans dağılımları

Talepleri karşılamak, yeni teknolojileri benimsemek, çalışma hızında ve maliyet performansında artış sağlamak üzere oluşturulan çalışmaları ve iş akışlarını kapsayan süreç iyileştirmeleri ya da yeniden tasarlanmış süreçler, bu aşamanın çıktısını oluşturmaktadır.

4.2.5. Altı Sigma Sistemin Kontrolü, Yayılması ve Bütünleşmesi

Günümüz işletmelerinde temel sorun nasıl başarılı olunacağından ziyade nasıl başarılı kalınacağıdır. Çok sayıda şirketin küçülmesi, büyümesi kadar doğal karşılanmaktadır; ancak bu durum doğal da tesadüf de değildir. Bir şirketin düşüşe geçmesinin faturası oldukça büyüktür.. İşte bu nedenle “kontrol”, Altı Sigma’nın en önemli aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamada;

- İlk dört aşama sonunda sağlanan kazançlar değerlendirilir,
- Bu kazançların sürdürülmesi ve artırılması için neler yapılabileceği karlaştırılır
- Altı Sigmanın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır.

Altı sigma kuruluşunun uzun vadedeki vizyonu belirleyen bu aşama beşinci adımı oluşturmaktadır. Bu adımın en önemli özelliği sistemin uygulanmama olasılığının değerlendirilmesidir. Performans artışını sağlayan ürünlerin, hizmetlerin, süreçlerin ve prosedürlerin düzenli ölçülmesini, irdelenmesini ve yenilenmesini olanaklı kılan kalıcı çalışma uygulamalarını ortaya çıkarmak beşinci adımın hedefidir. Bu adımda kullanılan araçlar;

- Beyin fırtınası

- Konsensüs
- Yaratıcılık teknikleri
- Veri toplama
- Deney tasarımı
- Akış diyagramları
- FMEA
- Hipotez testleri

Bu hedefin çıktıları ise süreç kontrolleri, süreç yönetimi, çeşitli eylem planları ve altı sigma kültürünün yayılmasıdır. Süreç kontrolleri, performans artışını sürekli hale getiren ölçme ve izlemelerdir. Süreç yönetimi, müşterinin sesi, pazarın sesi, çalışanların sesi ve süre ölçüm sistemlerinde edilen veriler yardımıyla destek süreçlerinin departmanlar arası düzeyde izlenmesi anlamına gelmektedir. Eylem planları, altı sigma stratejilerini, ürünleri, hizmetleri ve süreçleri kuruluşa uyarlamak için kilit bilgilere dayanarak kurulan planlardır. Altı sigma kültürü ise altı sigma temaları ve araçları ile donatılmış sürekli yenilenmeye yönelen bir kuruluşu ifade etmektedir.

4.3. Altı Sigma'nın Uygulandığı Organizasyonlar

Günümüz işletmelerinde rekabet artarak devam ettikçe üretim ve hizmet organizasyonlarının daha verimli ve etkili hale gelmeleri gerekmektedir. Üretim organizasyonlarında verimlilik ve kalite artarken maliyet azalmalıdır. Hizmet organizasyonlarında ise, müşteri tatmini artırılmalı ve çevrim süresi kısaltılmalıdır. İşletmeler devamlılıklarını sağlayabilmek için bu şartları yerine getirmelidir. Son yıllarda Altı Sigma kavramı işletmelerin hayatlarını devam ettirebilmeleri için ulaşılması gereken bir hedef olarak benimsenmiştir (Forrest 1999). Sigma seviyeleri üretim ve hizmet sektörlerinde farklı farklı oluşmaktadır. Bu durum Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Süreç aşamaları, süreç iyileştirme ve süreç tasarlama arasındaki ilişki

Süreç Sigması	Milyonda Hata	Başarı (%)	Hizmet	Üretim
0	933000	6.7		
1	691000	30.9	Zayıf	
2	309000	69.1	Orta	Zayıf
3	66800	93.32	İyi	Orta
4	6210	99.379	Çok iyi	İyi
5	233	99.9767	Dünya çapında	Çok iyi
6	3.4	99.99966		Dünya çapında

KAYNAK: Mulbury Consulting, Six Sigma Calculator,
http://www.eurosixsigma.com/sixsigma/sigma_calc.htm

Çizelge 4.5. Süreç aşamaları, süreç iyileştirme ve süreç tasarlama arasındaki ilişki

Aşamalar	Proses İyileştirme	Proses Tasarlama
Tanımlama	<ul style="list-style-type: none"> Sorunu belirleme İstekleri tanımlama Amaçları ortaya koyma 	<ul style="list-style-type: none"> Özel sorunları tanımlama Amaçları tanımlama Müşteri istekleri
Ölçme	<ul style="list-style-type: none"> Sorunu / Süreci Onaylama Sorunu / amacı inceleme Anahtar adımları ölçme 	<ul style="list-style-type: none"> Gerçekleşen istekleri ölçme Süreç verimlilik verilerini Toplama
Analiz	<ul style="list-style-type: none"> Hipotezler geliştirme Sebepleri ortaya koyma Hipotezleri geçerli kılma 	<ul style="list-style-type: none"> Doğru yöntemleri tanımlama Süreci değerlendirme İstekleri inceleme
İyileştirme	<ul style="list-style-type: none"> Sebepleri ortadan kaldıracak çözümler üretme Test sonuçları Sonuçları ölçme 	<ul style="list-style-type: none"> Yeni süreci tasarlamak Yeni süreci uygulamak
Kontrol	<ul style="list-style-type: none"> Sağlanan başarıyı ölçme Sorunları düzeltme 	<ul style="list-style-type: none"> Sağlanan başarıyı ölçme Sorunları düzeltme

KAYNAK: Neuman P. Robert-Pande S. Peter- Cavanagh R. Roland; Six Sigma Yolu: GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri, Çev: Nafiz Güder, Dharma Yayınları, İstanbul, 2004.

Altı Sigma yönteminde kullanılan TÖAİK modeli hem süreç iyileştirme hem de süreç tasarlama aşamalarında kullanılır. Her bir aşama ile süreç iyileştirme ve süreç tasarlama arasındaki ilişki Çizelge 4.5.' de gösterilmiştir. Altı Sigma yöntemi hem üretim hem de hizmet sektöründe uygulanabildiği gibi ayrıca ürün geliştirme ve tasarımında da uygulanabilmektedir. Fakat üretim, hizmet, ürün geliştirme ve tasarımı Altı Sigma çalışmalarında birbirlerinden farklılıklar göstermektedir. Aşağıda bu üç değişik süreç hakkında kısa bilgiler verilmektedir (Fred 1993).

4.3.1. Üretim süreçlerinde Altı Sigma

Son yıllarda çeşitli imalat ve denetim sertifikalarına (ISO 9000 gibi) duyulan ilgi, pek çok şirketin iyileşme çabalarını baltalamıştır. Bununla birlikte, bir süreç bir kez “sertifikalı” olduktan sonra kanunmuş gibi kabullenilir. Sertifikalı bir ortamda en sık rastlanılan durum ise, bir süreç bir kez yazıya dökülüp onayladıktan sonra, artık onu iyileştirmenin bir cehennem azabı olmasıdır.

Ürünlerdeki değişkenlik göz önüne alındığında, karmaşık elektronik ya da mekanik parçalardaki akımda, ölçülerde ya da ağırlıkta parçadan parçaya ortaya çıkan değişkenlikler, bazen bütün parçayı işe yaramaz hale getirecek kadar üst üste birikebilir. Bu durumu dikkate alan büyük firmalar Altı Sigma yaklaşımını ilk önce üretim süreçlerine uygulamışlardır. Bazı büyük firmaların üretim sektöründe Altı Sigma yöntemini süreçlerine nasıl uyguladıkları şu şekilde sıralanabilir;

- IBM firması, ürün işlem zamanları üzerinde bazı çalışmalar yaparak azalan veya artan işlem zamanlarının ürünün güvenilirliğini nasıl etkilediğini ortaya çıkarmayı başarmıştır. Ayrıca bu firma, baskılı devre kartlarında oluşan hataların azaltılması amacıyla deney tasarımını kullanmıştır. Bunun sonucu olarak da, kalitesiz lehimleme ve köprü sayısının azaltılması ile üretim sürecini iyileştirmiştir.

- Rolm firması, kritik plastik parçaların imalatının geliştirilmesi amacıyla deney tasarımını kullanmıştır. Bunun sonucu olarak da yüzey düzgünlüğü ile ilgili süreç yeteneğinin geliştirilmesini sağlayan önemli faktörlerin belirlendiği kendine özgü bir yaklaşım geliştirmiştir.

- Abbot Laboratories firması, deney tasarımından yararlanarak dolum süreci için teçhizat ile ilgili problemi tespit ederek, sonraki teçhizat tedariklerinde, yükleme öncesi deney tasarımı tekniğinin uygulanmasını bir strateji olarak dikkate almıştır.

- Coca-Cola firması, müşterilerden gelen şikayetleri değerlendirerek ilgili sürecin iyileştirilmesi amacıyla bir strateji geliştirmiştir. Bunun neticesi olarak oluşturulan bir ekip, kilit prosesleri incelemekte ve iyileştirme fırsatlarını belirlemektedir.¹

1. Micheal J. Fisher; Six Sigma and the Service Culture, Six Sigma Forum Magazin, 2001, www.sixsigmaforum.com/articles/exec/execssservice.html

- GE'nin Güç Sistemleri Grubu, elektrik şirketinin müşterilerinden birisinin büyük bir memnuniyetsizliğini çözerek müşteri ihtiyaçlarını daha iyi anlayacak bir yaklaşım oluşturmuştur. Bu durum şirketi denetime daha etkin biçimde cevap verebilir duruma getirmiştir.¹

4.3.2. Hizmet süreçlerinde Altı Sigma

Üretim sektöründe hatalar, hataların nedenleri, verimlilik, teknik özellikler, değişiklik gibi özellikler ölçülürken, hizmet sektöründe ise hizmetin hızı, cevap verme süresi, finansal sonuçlar, müşteri memnuniyeti gibi özellikler ölçülmektedir. Her iki sektör süreç iyileştirmelerde kullandıkları teknikler bakımından da farklılıklar göstermektedir. Hizmet süreçlerinin çoğunda “işin ürünü” çıplak gözle görmek çok daha zordur.

Bilgilendirme, talepler, siparişler, teklifler, sunuşlar, toplantılar, imzalar, faturalar, tasarımlar, fikirler vb. hizmet süreçlerinin, bilgisayarlar ve ağlarda işlenen bilgiler üzerine kurulmasıyla, işin ürünü, ekrandan ekrana ya da işlemciden işlemciye aktarılan bir elektron gibi, daha da sanal bir niteliğe bürünmektedir. Hatta e-posta, web ve diğer ağlar sayesinde hizmet esaslı süreçler, dünyanın bir yerinden başka bir yerine bir anda ulaştırılabilmektedir. Bu durum, küreselleşen ekonomide önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ancak bir işin nasıl yapıldığının anlaşılmasını daha da zorlaştırdığı kesindir. Bazı büyük firmaların hizmet sektöründe Altı Sigma yöntemini süreçlerine nasıl uyguladıkları şu şekilde sıralanabilir;

- City of Austin, elemanların işe gelmeme sürelerinin değerlendirilmesi maksadıyla bir strateji geliştirmiştir. Problemin büyüklüğünün ölçümü için kontrol grafiği tekniğini, iyileştirme fırsatlarının belirlenmesi için de Pareto diyagramını kullanmıştır.

- Seton Medical Center, çalışan elemanlarına yönelik özgün bir geri bildirim incelemesi yapmıştır. Bunun sonucunda üst düzey yöneticiler, geçmiş on iki aylık dönem içerisinde meydana gelen olumlu ve olumsuz değişimleri değerlendirebilecekleri veriler elde etmiştir.

- City of Austin, hava alanındaki inme-binme noktalarındaki tıkanıklığın gözlenmesi ve azaltılması amacıyla bir strateji geliştirmiştir. Bunun sonucunda trafiğin yoğun olduğu zaman dilimlerine ilişkin bir İPK uygulaması ile iyileştirme fırsatları belirlenmiştir.

1. Micheal J. Fisher; Six Sigma and the Service Culture, Six Sigma Forum Magazin, 2001, www.sixsigmaforum.com/articles/exec/execssservice.html

- Johnston High School, öğrenci devamsızlıkları ile ilgili olarak kontrol grafiği destekli bir izleme sistemi ve deney tasarımına dayalı bir iyileştirme stratejisi geliştirmiştir.

- GE Capital Mortgage, performansı en yüksek olan birimlerden birisinin süreçlerini inceleyerek bu birimlerdeki en iyi uygulamaları diğer 42 birimde de hayata geçirerek, telefonla arayan bir müşterinin bir GE çalışanına bizzat ulaşma oranını %76'dan %99'a yükseltmiştir. Bu iyileşme müşteriler üzerinde arttırılan güven memnuniyetinin yanı sıra, iyileştirilen sürecin bu iş koluna sağladığı kazanç milyonlarca dolar olmuştur.¹

4.3.3. Ürün geliştirme ve tasarımında Altı Sigma

Kuruluşların başarısı, ürettikleri ürün ve hizmetlerin, zamanında, en düşük maliyetle ve fonksiyonunu yerine getirme yeterliliği ile doğrudan bağlantılıdır. Ürün maliyetinin %75'i tasarım aşamasında belirlenmektedir. Dolayısıyla tasarımda yapılacak iyileştirmeler rakiplere karşı önemli üstünlükler sağlayacaktır. Altı Sigma metodunu başarı ile uygulayan firmaların en önemli kazançları Tasarım Süreçlerinde Altı Sigma uygulamalarından elde edilmektedir.

Bir süreci iyileştirmenin iki yolu vardır. Bunlardan birincisi, süreçteki değişkenliği azaltarak hata oranlarını indirmek; diğeri ise, müşteriye ya da tasarım aşamasına gidip müşteri spesifikasyon limitlerinin doğruluğunu sorgulamak ve mümkünse Şekil 3-3'de olduğu gibi doğru limitleri belirleyerek hata paylarını yeniden oluşturmaktır. Kalite kavramını yeterince anlayamamış kişiler bu düzenlemeyi kalitesizliğe dönüş olarak algılayabilirler. Oysa gerçek kalite, tasarım toleranslarının ve değişkenliğinin, müşteri beklentileri doğrultusunda belirlenmesindedir.

Deneyimler, bir ürünün maliyetinin %70 ile %80'inin tasarım aşamasında belirlendiğini göstermektedir. Üretim aşamasında ise ürün maliyetinin yalnızca %20 ile %30'u ile ilgili iyileştirmeler yapılabilmektedir. Motorola, General Electric gibi yüksek sigma seviyelerine ulaşmış firmalar, bu başarılarını, yalnızca var olan problem çözümleriyle değil, Altı Sigma'yı ürün ve sistem tasarımlarında uygulamalarıyla sağlamışlardır.

1. http://www.adamssixsigma.com/sample_project/six_sigma_projects.htm

5. ALTI SİGMA VE İSTATİSTİKSEL ARAÇLAR

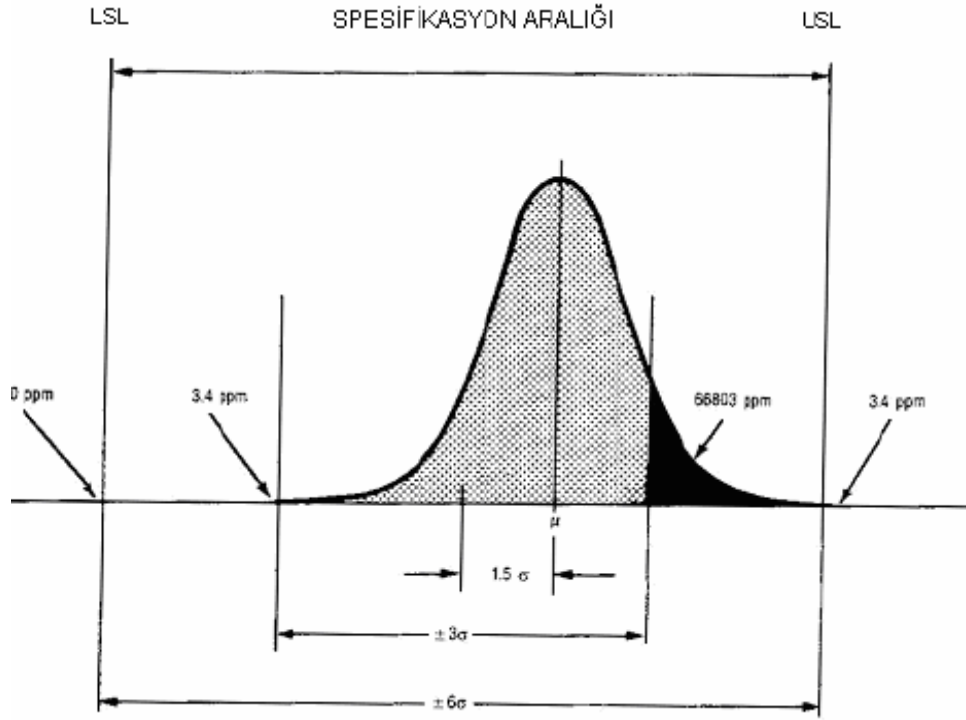
5.1. İstatistiksel Ölçüm Olarak Sigma

Eski bir Yunan harfi olan sigma (σ), istatistikte bir değişkenlik ölçüsü olan standart sapmayı gösterir. Sigma, ana kütleyle ilişkin olarak normal dağılımın standart sapmasını gösteren bir parametredir. Sigma ölçüğü ise, süreç yeterliliğini yansıtan istatistiksel bir birimdir. Dağılımın merkezinden iki yana doğru oluşan standart sapmalar, sigmalardır. Sigma ölçüğü, aynı zamanda ürün başına hata, milyon ürün başına hatalı ürün, hata olasılığı gibi tanımlarla yakından ilişkilidir.

Üç sigma, çıktıların müşteri spesifikasyon limitleri arasındaki normal dağılımını ifade eder. Üç sigma değerinde çıktıların %99.73'ü spesifikasyonları içinde, %0.27'si ise spesifikasyon limitleri dışındadır. Bu alanın dışında her iki kuyrukta sadece 0.00135'lik birer oran kalır. İlk bakışta her iki kuyruğun toplamı olan %0.27'lik bir oran çok küçük görünse de bir milyon ürün üretildiğinde, bu oran ürünlerden 2700 tanesinin hatalı olması anlamına gelir. Elde edilen bu sayı ise küçümsenecek bir sayı değildir. Altı sigma değerinde (süreç ortalaması merkezde) ise çıktıların yalnızca milyonda 0.002'si yani milyarda 2'si limitler dışındadır.

Altı Sigma tekniğindeki amaç, prosesteki değişkenliğin azaltılıp standart sapmanın küçültülerek ASL ve USL arasına iki yönde 6 standart sapmayı ($\pm 6\sigma$) sığdırmak ve bir milyon işlemdeki hatalı ürün sayısını 3.4 (süreç ortalamasının 1.5σ kayması varsayımı) seviyesine indirmektir. Prosesteki ortalama ve standart sapma değerleri kullanılarak elde edilen Z değeri prosesin sigma seviyesini gösterir.

Altı Sigma çalışmalarında, elde edilen bilgiler sayısal değerler ile ifade edilerek ortaya çıkan sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilir. Bulunacak olan sigma değeri, hatanın ne miktarda olduğunu ifade etmektedir. Sigma değerinin 6'ya doğru yaklaşması, hataların azalması demektir. Burada hedef, milyonda 3.4 hata oranını yakalamaktır. Bu durum günümüzde az sayıda firmanın ulaşabileceği bir hedef olarak kabul edilmektedir. Ortalama spesifikasyon limitlerinin merkezinde olduğunda 3 sigma ve 6 sigma için her iki kuyrukta oluşan hata oranları Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Üç sigma ve altı sigma'nın istatistiksel gösterimi

KAYNAK: Desphande, P.B.-Makker, S.L.-Goldstein; M. Boost Competitiveness via Six Sigma, Chemical Engineering Progress, September, 1999, ss.65-70.

5.1.2. Hata oranının normal dağılımı

Değişkenliğin neden olduğu belirsizlikle baş edebilmek için verilerin en küçüğü ile en büyüğü arasında nasıl bir dağılımın gerçekleştiğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda karşılaşılan en temel kavram olasılık dağılımı ve buna ilişkin en önemli model normal dağılımdır. Bu dağılım, çan eğrisi gibi bir dağılım şekli göstermektedir. Böylece bir süreç ya da sistemin davranışlarında bozucu nedenlerin etkili olup olmadığı kısa yoldan algılanabilmektedir. Süreçlerin ürettikleri dağılımlar normal dağılım özelliklerinden ciddi olarak uzaklaşıyorsa, burada bir bozucu etkenin rol oynamış olabileceği akla gelmekte ve bu ilk izlenim ayrıntılı olarak araştırılarak kanıtlanmaya çalışılmaktadır. Kuramsal olarak sonsuz sayıda normal dağılım vardır ve bütün normal dağılımlar iki parametrelidir. Bu parametreler ortalama ve standart sapma olup normal dağılımlar bu ortalamaların ya da standart sapmaların değerine göre farklılaşmaktadır. Normal dağılımlar, eksi sonsuzdan artı sonsuza kadar $(-\infty, +\infty)$ olan bir aralıkta dağılırlar (Bener 2002).

Bir ürünün ilgilenilen kalite özelliği, X için gerçekleşen değer x , Tolerans alt sınırı T_a ve üst sınırı da T_u olmak üzere,

- İki yanlı tolerans sınırlaması halinde, $T_a \leq x \leq T_u$ ise hatasız, değilse hatalı (standart dışı) demektir.
- Bir yanlı tolerans sınırlaması durumunda T_a ya da T_u verilmesine göre, $x < T_a$ ya da $x > T_u$ ise hatalı anlamına gelmektedir.

Hata oranı, ilgili ürün kitlesi içindeki hata sayısının o ürün kitlesi içindeki toplam ürün sayısına oranıdır. Bu oranın kuramsal olarak incelenmesinde normal dağılım, model alınmaktadır. Teknik tolerans sınırlarına göre uç değerlerin (standart dışı) bulunduğu bölgenin alanı hata oranı anlamına gelmekte ve bu alan standart sapmaya göre değişmektedir. Çizelge 2.3' de normal dağılımın eğri altında kalan alanının standart sapmaya bağlı farklılaşması, tolerans sınırları ve hatalı / hatasız oranları ilişkisi verilmiştir (Merton 1996).

Çizelge 5.1. Normal dağılımın sınırları ve hata oranları

Sınırlar	Hata Oranı %	
	Tek Yönde (T_a ya da T_u)	İki Yönde (T_a - T_u)
$\mu \pm 1.00 \sigma$	15.87	31.73
$\mu \pm 1.96 \sigma$	2.50	5.00
$\mu \pm 2.00 \sigma$	2.275	4.55
$\mu \pm 2.50 \sigma$	0.621	1.242
$\mu \pm 2.58 \sigma$	0.500	1.00
$\mu \pm 3.00 \sigma$	0.135	0.27
$\mu \pm 3.29 \sigma$	0.05	0.1
$\mu \pm 3.50 \sigma$	0.02326	0.04653
$\mu \pm 4.00 \sigma$	0.003167	0.006334
$\mu \pm 4.50 \sigma$	0.0003398	0.0006795
$\mu \pm 5.00 \sigma$	0.00002867	0.00005733
$\mu \pm 6.00 \sigma$	0.00000009866	0.0000001973
$\mu \pm 7.00 \sigma$	0.000000000128	0.000000000256

KAYNAK: Pyzdek, T., 1,5 Sigma Shift, <http://www.qualitydigest.com>

Bu çizelgede teknik toleransların bir yönde ya da iki yönde sınırlama şeklinde verilmiş olması durumlarına göre, bir yönde ve iki yönde hata oranlarının, tolerans aralığı genişliğinin (T_u - T_a) sigma ölçeğindeki değerine bağlı olarak ulaşabileceği değerler yansıtılmaktadır. ($\mu \pm 4.50 \sigma$) durumunda, bir yönde oluşabilecek hata oranı

yaklaşık milyonda 3.4 (3.398) ve bu değer altı sigma yönetim sisteminin, kalitede ulaşılmasını istediği hedeftir (Bass 2007).

5.1.3. Ortalamanın 1.5σ kayması ve sonuçları

Üzerinde durulması gereken önemli noktalardan biri de prosesin performansı ile prosesin yeteneği arasındaki farktır. Prosesin performansı, o prosesin bütün zaman boyunca ortaya koyduğu performansla ilgili iken; proses yeteneği, prosesin zaman boyunca en iyi yeteneği sergilediği zaman aralığındaki durumudur. Buradaki amaç, değişkenliği ve prosesteki hatalı ürün oranını en aza indirmek için prosesin en iyi yeteneği sergilediği zaman dilimindeki davranışını tüm proses süresine yaymaktır. Literatürde prosesin performansı “uzun dönem”, yeteneği ise “kısa dönem” olarak tanımlanan parametreler ile açıklanmaktadır. Bu iki parametre arasındaki fark, prosesin kontrolündeki eksikliğin bir belirtisidir. Araştırmalar, prosesin “kısa dönem” yeteneğinin “uzun dönem” performansına uyarlanmasında, proses yeteneğinde ortalama 1.5σ 'lık bir kayma olduğunu göstermiştir.

Sigma kalite düzeyi ile milyonda hatalı parça sayısı (DPM) veya aynı anlama gelen (PPM) arasındaki ilişkiyi iki farklı durumda incelemek gerekir. Birinci durum sürecin merkezileştirildiğini, sürecin ortalamasının belirli bir hedef değere ayarlandığını varsaymaktır. Diğeri ise normal dağılımın ortalamasının 1.5σ kayması varsayımı ile Altı Sigma limitlerini göstermektedir.

Altı Sigma yaklaşımında amaç, süreç değişim miktarının, alt ve üst spesifikasyon limitleri arasındaki değerini $\pm 6\sigma$ olacak şekilde azaltmaktır. Bir sürecin 3σ kalite düzeyinde olması, bir milyon ürün veya hizmette yaklaşık 67000 hatalı ürün veya hizmetin üretilmesi anlamını taşımaktadır. Bu seviye, istatistiksel proses kontrolünün (İPK) dayandığı 3σ kalite düzeyidir. Bir sürecin 6σ kalite düzeyinde olması ise, bir milyon ürün veya hizmette yaklaşık 3.4 hatalı ürün veya hizmetin üretilmesi anlamını taşımaktadır. Yani süreç, %99.99966 hatasız ürün veya hizmet üretme yeteneğine sahiptir. Bu da onu sınıfının en iyisi yapar (Bass 2007).

Altı sigma yaklaşımından önce bütün kalite hesapları, 3σ ve % 99.73' lük kusursuzluk payına göre yapılmaktayken, altı sigmayla birlikte geleneksel normal dağılım modeli $\pm 1.5\sigma$ kaydırılarak kalite hesapları yapılmaya başlanmıştır. Bu durumda kuramsal normal dağılımla 1.5σ sapmalı normal dağılımın olası hata oranları

değişmektedir. Bu değerler karşılaştırmalı olarak bir Çizelge 5.2.' de verilmiştir. Şekil 5.2' de ise normal dağılımın 1,5 sigma kaydırılması gösterilmiştir.

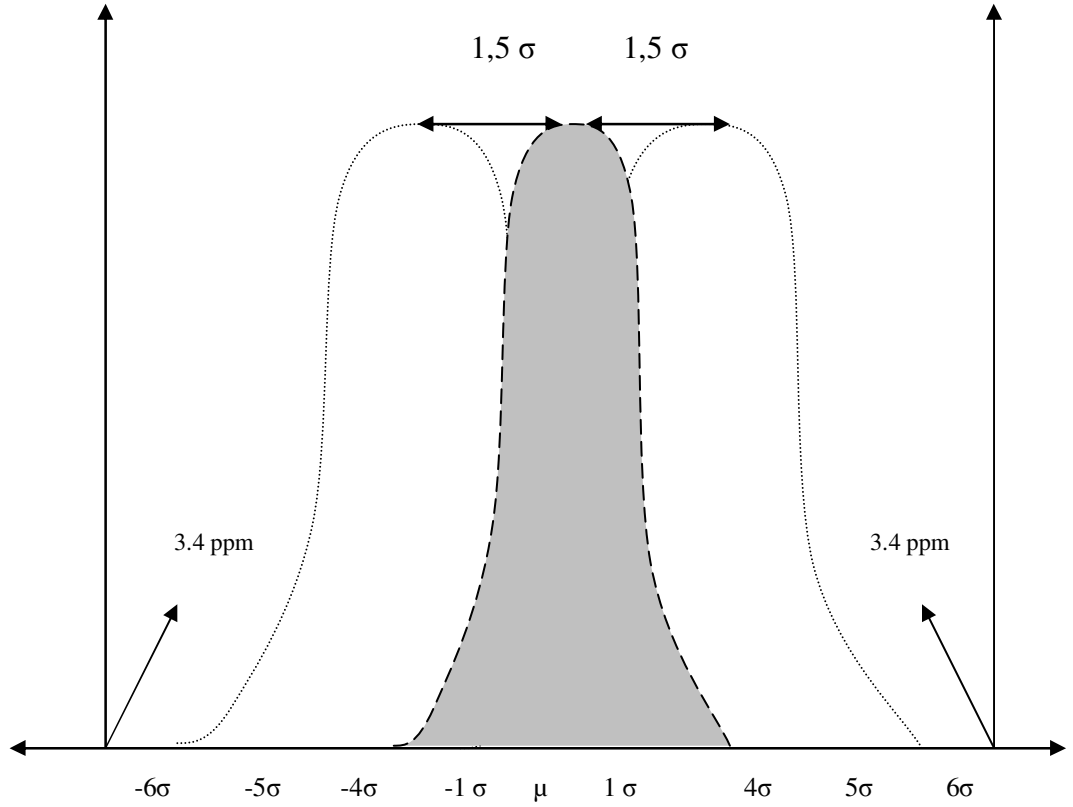
Çizelge 5.2. Kuramsal ve 1.5 sigma sapmalı hata oranı arasındaki fark

Sigma Seviyesi	Tolerans Aralık Genişliği (Tü-Ta)	Kuramsal Hata oranı (ppm*)	1.5 sigma sapmalı hata oranı (ppm*)
1σ	2σ	317311	697672
1.5σ	3σ	133614	501350
2σ	4σ	45500	308771
2.5σ	5σ	12420	158727
3σ	6σ	2700	66810
3.5σ	7σ	465,3	22750
4σ	8σ	63,3	6210
4.5σ	9σ	6,8	1350
5σ	10σ	0,6	233
6σ	12σ	2 / Milyar	3,4

Ppm: Milyonda bir

KAYNAK: Pyzdek, T., 1,5 Sigma Shift, <http://www.qualitydigest.com>

Yapılan ankete göre ortalamanın 1.5σ kayması durumu için müşteriler telefonda bekletilme süreleri 15 dakikadan fazla olduğunda mutsuzluk duysunlar. Bekleme zamanları mükemmel olarak normal dağılmış olsun. Ortalama bekleme süresi 12 dakika ve standart sapma 1 dakika olsun. 15 dakika ortalamanın üzerinde 3 standart sapmadır. Normal dağılım alanına baktığımızda ± 3 standart sapmanın ötesinde, müşteri bekleme zamanlarının özellikleri (specifications) %0.135 aşacağını tahmin edebiliriz. Altı sigma, özelliğin dışındaki yüzdeyi hesaplarken yukarıda sözü edilen prosedürü, hesaplanan ortalama 12 dakikalık değer yerine hesaplamalarımızı altı sigmaya göre, artık ortalama 13.5 dakika üzerinden yapmalıyız. Bu bizim özelliği %6.68 aşan bir tahminle yapmamızı sağlayacaktır.



Şekil 5.2. 1,5 Sigma sapmalı normal dağılım

KAYNAK: Six Sigma Statistics with Excel and Minitab, The McGraw-Hill Companies, 2007, p.19-20

Modellerin bire bir gerçek sisteme uyum göstermeleri çok zordur. Modeller doğru olmalarından ziyade kullanışlıdır. Bir üretim örneği düşünüldüğünde, aşırı genellemeler, kısa dönem değişkenliğine dayanılarak tahmin edilen sigma değerini içerir. Aslında durum böyle değildir. Ürünün sunulacağı çevreyi düşünmekte başarı sağlanamaz ve müşteri ihtiyaçları tam anlaşılabilir. İşte bu durumda 1.5 sigmalık fark modelde hesaba katılmayan faktörlerin düzeltilmesine yardımcı olur.

5.1.4. Sürecin ortalamasının merkezileştirilmesi ve önemi

Altı Sigma yaklaşımında, bir süreçteki hataları azaltmak ve toplam süreç verimliliğini artırmak için, hem sürecin ortalamasını hedef değere çekmek hem de değişkenliğini azaltmak gerekmektedir. Bazı süreçlerde, değişkenlik az olmasına karşın, ortalama değerler, istenen sınırların dışında olabilmektedir. Bazı süreçlerde ise ortalama hedef değerde olmasına karşın, değişkenliği fazla olabilmektedir. Hangi sürecin daha iyi

olduğu sorulduğunda, kimileri birinci süreci, kimileri de ikinci süreci söyleyecektir. Aslında her iki yanıt da doğrudur. Birinci sürecin iyi olduğu yanıtını verenler, sistemin sınırlar dışında oluştuğunu, ancak tutarlı olduğunu söyleyecek ve böylelikle iyileştirmenin daha kolay olduğunu belirteceklerdir. İkinci sürecin iyi olduğu yanıtını verenler ise, sürecin birinci sürece göre çok daha az hatalı parça ürettiğini savunacaklardır. Her iki açıklamanın da doğru yanları bulunmaktadır. Eğer süreç iyileştirmek istenirse, birinci süreç daha iyi bir süreç olacaktır; çünkü deneyimler bu tür süreçlerin bir parametre değişikliği ile düzeltilebildiğini göstermektedir. Ancak sürece hiç dokunulmayacaksa, ikinci süreç daha iyi bir süreç olacaktır; çünkü sonuçta daha az hatalı ürün ortaya çıkacaktır.

Bir ürünün kalitesi, o ürünün tasarımının gerektirdiği spesifikasyonlara ne derece uyduğu ile ölçülür. Üretim sürecinin ortalamasının belirli bir hedefe ayarlanmasının önemi bir örnek yardımıyla daha iyi anlaşılabilir:

Örnek: Varsayalım ki üretilen bir parçanın yarıçapı 6.37 mm ortalama ve 0.02 mm standart sapma ile normal dağılıma sahiptir. Bu parçanın spesifikasyonları 6.350 ± 0.0381 mm olsun. Böyle bir durumda üretilen parçaların yüzde kaçını bu spesifikasyonlara uyar? Bu sorunun yanıtının verilebilmesi için, 6.350 değerine 0.0381 değerinin eklenip çıkarılmasıyla bulunan iki sınır değeri için aşağıdaki olasılığın hesaplanması gerekir:

$$P(6.3119 \leq x \leq 6.3881)$$

İlgilenilen değişken, normal dağılıma sahip olduğu için, bu olasılığın hesaplanması;

$$z_1 = \frac{6.3119 - 6.37}{0.02} = -2.905$$

$$z_2 = \frac{6.3881 - 6.37}{0.02} = 0.905$$

$$P(6.3119 \leq x \leq 6.3881) = 0.4981 + 0.3159 = 0.8140$$

Demek ki bu şartlarda üretilen parçaların %81.40'ı, verilen bu spesifikasyonlara uymaktadır. Küçüklük nedeniyle spesifikasyonlara uygun olmayan parçalar olduğu gibi, yarıçapları büyük olduğu için bu spesifikasyonlara uymayan parçalar da vardır ve bu parçaların oranı:

$$0.5000 - 0.3159 = 0.1841$$

olmaktadır. Yani yarıçapları büyük olduğu için bu spesifikasyonlara uymayan parçaların oranı %18'den fazladır. Şimdi ise sürecin ortalamasının 6.37 mm'den 6.35 mm değerine çekildiği düşünülürse ve yine $P(6.3119 \leq x \leq 6.3881)$ olasılığı hesaplanabilir.

$$P(6.3119 \leq x \leq 6.3881) = 0.4713 + 0.4713 = 0.9426$$

Demek ki bu şartlarda üretilen parçaların %94.26'sı verilen bu spesifikasyonlara uymaktadır. Sonuçta üretim sürecinin ortalamasının belirli bir hedefe ayarlanması ile bir başka deyişle merkezileştirmek ile spesifikasyona uyan ürünün yüzdesinde, yaklaşık %13'lük bir artış sağlanmış olmaktadır (Gürsakal 2002).

5.2. Altı Sigma Hesaplama Yöntemleri

Veri toplama tekniklerinin farklı olması, firmaların sigma seviyelerini tespitinde değişik sigma hesaplama yöntemlerine başvurmasını doğurmuştur. Firmaların süreçlerinde kullandıkları değişik Altı Sigma hesaplama yöntemleri vardır.

5.2.1. Milyon olasılıkta hatalı parça sayısı yöntemi

Hata, bir müşterinin gereksinimi, performans standardını karşılayamamaktır. Sızıntı yapan motor karteri, ev kredisinin verilmesinin ertelenmesi, yanlış rezervasyon, anlaşmada bir yanlışlık vb. birer hata örneğidir. Bazı işletmelerde üretilen ürün adetlerinin çok fazla olması nedeniyle ölçümler milyon bazında yapılmaktadır. Çizelge 5.3.' de parça başına hata yöntemi ve örnekler verilmiştir.

Çizelge 5.3. Parça başına hata yöntemi formülü ve örnekleri

<i>Hata Sayısı</i>	
Formül =	_____
<i>Parça Sayısı</i>	
Hizmet Örnekleri:	
• 250 kredi başvurusundan 52'sinde hata var ve 4 hata fırsatı	
Formül =	$\frac{52}{250} = 0,208$
• 36470 reklam sözleşmesi, 186 hata	
Formül =	$\frac{186}{36470} = 0,0051$
Üretim Örnekleri:	
• 99 hata, 1750 mikroçip	
Formül =	$\frac{99}{1750} = 0,056$
• 319 hata, 1150 çelik kiriş	
Formül =	$\frac{319}{1150} = 0,28$

KAYNAK: Neuman P. Robert-Pande, S. Peter- Cavanagh R. Roland; Six Sigma Yolu: GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri, Çev: Nafiz Güder, Dharma Yay., İstanbul, 2004, s.266.

Çizelge 5.3.' deki sonuçların başarı oranı, Milyonda Hata Oranı ve Sigma seviyeleri Ek 1'den şu şekilde bulunmaktadır;

Hizmet sektörü örnekleri için;

• Başarı Oranı = %100 - %20.8 = %79.2

Milyonda Hata Oranı = 190000

Sigma Seviyesi = 2.30

- Başarı Oranı = %100 - %0.51 = %99.49

Milyonda Hata Oranı = 6300

Sigma Seviyesi = 4.10

Üretim sektörü örnekleri için;

- Başarı Oranı = %100 - %5.6 = %94.4

Milyonda Hata Oranı = 60000

Sigma Seviyesi = 3.07

- Başarı Oranı = %100 - %2.8 = %97.2

Milyonda Hata Oranı = 25000

Sigma Seviyesi = 3.40

Sigma seviyesi Excel ile de bulunabilir. Excel ile sigma seviyesini bulmak için boş bir Excel hücreesine,

$$=NORMSTERS(1-(Hata Sayısı/Parça Sayısı))+1.5$$

formülü girilir (Bass 2007).

Örnek: 1750 mikroçipten 99'unda hata olduğuna göre sigma seviyesi için Excel hücreesine,

$$=NORMSTERS(1-(99/1750))+1.5$$

formülü yazılıp enter tuşuna basıldığında sigma seviyesinin 3.08 olduğu görülür.

5.2.2. Hata oranlarının (DPMO) sigma kalite düzeyi birimine dönüştürme yöntemi

Çoğu defa Altı Sigma seviyesi için milyon parçada hata (DPM) veya milyon fırsatta (DPMO) hata oranı hesaplanarak bu değer 1.5σ kaydırılmış Altı Sigma birimine dönüştürülür. Genellikle hata oranı (ppm) ile Altı Sigma seviyesi arasındaki ilişki tablo halinde verilir; fakat aynı işlem doğrudan Schmidt ve Launsby (1997) tarafından bulunan ve 1.5σ kaydırılmış Altı Sigma hesap tablosundaki aynı değeri veren

$$\text{Sigma Kalite Düzeyi} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(ppm)}$$

formülü ile hesaplanabilir.

Örnek: 1750 mikroçipten 99 tanesinde hata olduğunu kabul ederek sigma kalite seviyesi Schmidt ve Launsby (1997) tarafından bulunan formül yardımıyla, Sigma kalite düzeyi;

$$\begin{aligned}
&= 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(ppm)} \\
&= 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(60000)} \\
&= 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * 11.002099} \\
&= 0.8406 + \sqrt{4.934338} \\
&= 0.8406 + 2.221337 \\
&= 3.0619
\end{aligned}$$

şeklinde hesaplanır.

5.2.3. Fırsatlar ve hatalar yöntemi

Fırsatlar ve hatalara göre yapılan hesap yöntemi en çok kullanılan hesaplama yöntemidir. Milyonda parça sayısı ile milyon fırsatta hata sayısı birçok firma tarafından karıştırılmaktadır. Bu ikisi kesinlikle eş anlamlı değildir. Milyon fırsatta oluşan hatanın doğrudan sigmaya çevrilmesi ile sigma seviyesi bulunmuş olur. Bu yöntem için,

$$DPMO = \frac{\text{Hataların Sayısı}}{(\text{Birim Başına Hata Fırsatları Sayısı}) * (\text{Birim Sayısı})} * 1000000$$

formülü kullanılır (Pande ve ark. 2000).

Örnek: Hata fırsatlarına dayalı üretim ve hizmet sektörüne ait bazı örnekler Çizelge 5.4' de gösterilmiştir. Tablodaki sonuçların Milyon Fırsatta Hata Sayısı ve Sigma seviyeleri Ek Tablo 1'den şu şekilde bulunur:

Hizmet örnekleri için;

Milyon Fırsatta Hata Sayısı = $0.052 * 10^6 = 52000$, Sigma Seviyesi = 3.1

Milyon Fırsatta Hata Sayısı = $0.216 * 10^6 = 216000$, Sigma Seviyesi = 2.3

Üretim örnekleri için;

Milyon Fırsatta Hata Sayısı = $0.00088 * 10^6 = 880$, Sigma Seviyesi = 4.6

Milyon Fırsatta Hata Sayısı = $0.018 * 10^6 = 18000$, Sigma Seviyesi = 3.6

Sigma seviyesi Excel ile de bulunabilir. Excel ile sigma seviyesini bulmak için boş bir Excel hücre sine,

$$=NORMSTERS(1-(\text{Hata Sayısı}/(\text{Parça Sayısı} * \text{Hata Fırsatı}))) + 1.5,$$

formülü girilir (Bass 2007).

Örnek: 750 mikroçipten 99'u hatalı ve hata fırsatı 150 olduğuna göre sigma seviyesini bulmak için Excel hücre sine,

$$=NORMSTERS(1-(99/(750*150)))+1.5$$

formülü girilir. Enter tuşuna basıldığında sigma seviyesinin 4.62 olduğu görülür.

Çizelge 5.4. Fırsatta hata sayısı yöntemi formül ve örnekleri

$DPMO = \frac{\text{Hata Sayısı}}{\text{Parça Sayısı} \times \text{Hata Fırsatı}}$	
Hizmet Örnekleri:	
• 250 kredi başvurusundan 52'sinde hata var ve 4 hata fırsatı	
$DPMO = \frac{52}{250 \times 4} = 0,052$	
• 321 hata, 186 hata, 8 hata fırsatı	
$DPMO = \frac{186}{321 \times 8} = 0,216$	
Üretim Örnekleri:	
• 99 hata, 750 mikroçip, 150 hata fırsatı	
$DPMO = \frac{99}{750 \times 150} = 0,00088$	
• 319 hata, 1150 çelik kiriş, 15 hata fırsatı	
$DPMO = \frac{319}{1150 \times 15} = 0,018$	

KAYNAK: Neuman P. Robert-Pande, S. Peter- Cavanagh R. Roland; Six Sigma Yolu: GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri, Çev: Nafiz Güder, Dharma Yayınları, İstanbul, 2004, s.271.

5.2.4. İlk kontrol sonrası hesaplama yöntemi

İlk kontrol sonrası ortaya çıkan hatalardan toplam hata miktarı ve buradan da sigma seviyesi bulunabilmektedir.

$$\text{Milyon fırsattaki hata oranı} = \frac{1 - FPY}{\text{Operasyon Sayısı}} * 1000000$$

Burada bahsedilen operasyon sayısı, ürün üretim hattından çıktıktan sonraki kontrol sayısını vermektedir. FPY ise, ilk testte sağlam olan parçalar için kullanılmıştır.

5.2.5. Basit kazanç (hasıla) ilişkisi ölçümü

Kazanç, özellik limitleri arasında ihtimal yoğunluk eğrisi altında kalan alan olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle, süreçteki hata sayısının sıfır olması ihtimali kazançtır.

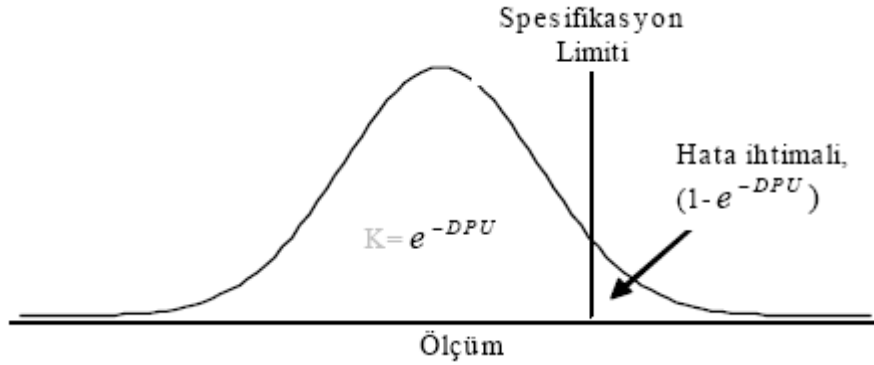
Süreç dağılımının ortalaması λ ve hata sayısı x olmak üzere kazanç,

$$K = P(x = 0) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

poisson dağılımına sahiptir. Bu dağılımda $x = 0$ yazılırsa,

$$K = P(x = 0) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^0}{0!} = \frac{e^{-\lambda} \cdot 1}{1} = e^{-\lambda} = e^{-D/U} = e^{-DPU}$$

biçiminde yazılır.



Şekil 5.3. Kazanç gösterimi grafiği

KAYNAK: Forrest W. Breyfogle; Implementing Six Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods, 1999, s.139.

Kazanç (başarı) ilişkisini gösteren ilişki Şekil 5.3’de gösterilmiştir. Poisson dağılımı, Z değişkeninin tahmininde kullanılabilir. Bu iş, DPU için Z değerinin normal dağılım tablosundan bulunması ile yapılır. Bu Z değeri $Z_{eşdeğer}$ olarak tanımlanır. Zaman zaman Z “uzun dönem”, zaman zaman Z “kısa dönem” değişkenliğini tanımlamada kullanılır. Z “kısa dönem” değeri, sorunlu bir sürecin neden olduğu zararları engellemek için gereken önlemlerin hızla alınması için hesaplanır. Z “uzun dönem” değeri ise, kademeli iyileştirmeler ile önlenen sorunların tekrarlanmaması ve sorunlara kalıcı çözümler getirebilmesi için hesaplanır.

Z “uzun dönem”, $Z_{UD} = Z_{eşdeğer}$ olarak hesaplanır. Z “kısa dönem”, Z “uzun dönem” ile 1,5 standart sapma kaydırılması ile ilişkilidir. Ve Z “kısa dönem”,

$$Z_{KD} = Z_{UD} + 1.5_{kayma}$$

eşitliği ile hesaplanır. Z_{KD} değeri DPMO değerine dönüştürmekle hata oranı bulunmuş olur.

Örnek: Üretilen 467 birimde 5 hata gözleniyorsa, birim başına hata sayısı,

$$DPU = \frac{D(\text{hata sayısı})}{U(\text{birim sayısı})} = \frac{5}{467} = 0.01071$$

olarak bulunur. Sıfır hatalı birimleri elde etme ihtimali olan kazanç(hasıla) ise,

$$K = P(x = 0) = e^{-D/U} = e^{-DPU} = e^{-0.01071} = 0.98935$$

olarak hesaplanır.

Z değişkeninin tahmini ise normal dağılım tablosundan $Z_{eşdeğer} = 2.30$ olarak

bulunur. $Z_{UD} = Z_{eşdeğer}$ olduğundan Z_{ST} değeri,

$$Z_{KD} = Z_{UD} + 1.5_{kayma}$$

eşitliği kullanılarak,

$$Z_{KD} = Z_{UD} + 1.5_{kayma} = 2.30 + 1.5_{kayma} = 3.8$$

olarak hesaplanır. Bu değer sürecin 3.8 sigma kalite düzeyinde olduğunu göstermektedir. Bu sigma değeri ekler tablosunda 1.5 ortalama kayması ile DPMO karşılığı 10724.14 olarak bulunur (Breyfogle 1999).

5.2.6. Bileşik kazanç (hasıla) ilişkisi ölçümü

Bir ürünü seri süreçler ile üretir veya birleştirirken sıfır hata olması ihtimalidir. m işlem adımlarının sayısını göstermek üzere toplam kazanç,

$$K_{toplam} = \prod_{i=1}^m K_i$$

eşitliği ile hesaplanır.

Bileşik kazanç ölçülürken Tablo 2-11'un kullanılması kolaylık olması açısından Breyfogle (1999) tarafından önerilmiştir.

Çizelge 5.5. Bileşik kazanç hesaplama çizelgesi

Operasyon	Hatalar	Birimler	DPU	Operasyon Kazancı
Adım No				
1				
2				
3				
4				
Toplamlar	Hataların Toplamı	Birimlerin Toplamı	DPU'ların Toplamı	$K_{toplam} = \prod_{i=1}^m K_i$
Ortalamalar				BBTH= ln(K _{toplam})

KAYNAK: Forrest W Breyfogle; Implementing Sig Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods, John Wiley and Sons, New York, 1999, s.144.

Örnek: 10 adımdan oluşan bir süreç için hata ve birim sayıları verilmiştir. Bu sayılar kullanılarak birim başına hata, her bir işlem kazancı, toplam kazanç ve birim başına toplam hataların nasıl elde edildiği gösterilmiştir.

Adım 1 için, DPU = D/U = 5/523 = 0.00956

Operasyon Kazancı = $e^{-DPU} = e^{-0.00956} = 0.99049$. Toplam Kazanç ise,

$$K_{toplam} = \prod_{i=1}^m K_i = 0.99049 * 0.91564 * 0.94753 * \dots * 0.92929 = 0.47774$$

Çizelge 5.6. Bileşik hasıla örneği

Operasyon	Hatalar	Birimler	DPU	Operasyon Kazancı
1	5	523	0.00956	0.99049
2	75	851	0.08813	0.91564
3	18	334	0.05389	0.94753
4	72	1202	0.05990	0.94186
5	6	252	0.02381	0.97647
6	28	243	0.11523	0.89116
7	82	943	0.08696	0.91672
8	70	894	0.07830	0.92469
9	35	234	0.14957	0.86108
10	88	1200	0.07333	0.92929
Toplamlar	479	6676	0.73868	0.47774
Ortalamalar	47.9	667.6	0.07387	0.73868

KAYNAK: Forrest W Breyfogle; Implementing Sig Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods, John Wiley and Sons, New York, 1999, 144 p.

olarak hesaplanır. Birim başına toplam hata ise,

$BBTH = -\ln(K_{\text{toplama}}) = -\ln(0.47774) = 0.73868$
olarak elde edilir.

5.3. Süreç Yetenek ve Performans Endeksleri

İstatistiksel teknikler, geliştirme faaliyetleri ve imalat dahil ürün çevriminin, bütün aşamalarında süreç değişkenliğinin sayısallaştırılmasında, değişkenliğin ürün gereklilikleri ya da spesifikasyonlarına göre analiz edilmesinde ve değişkenliğin ortadan kaldırılmasında ya da en az düzeyde tutulmasında imalat ve geliştirme bölümlerinde çalışanlara önemli yararlar sağlar. Bu genel faaliyete süreç yeterliliği denir.⁷¹ 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. İşletmelerin rekabette başarılı olabilmesi için, tüketici spesifikasyonları içerisinde üretim yapmaları gerekmektedir. Yakın gelecekte işletmeler rekabet üstünlüğü sağlayabilmek için, hedef değerinde üretim yapma durumunda kalacaktır.

İşletmelerin istenilen kalite düzeyini sağlayabilmesi için ürünler, tüketici beklentilerini ifade eden spesifikasyonların içerisinde oluşturulmalıdır. Buna göre, üretim sürecinin spesifikasyonları karşılayan ürün oluşturabilme yeteneği sürekli olarak incelenmelidir. Bu inceleme, süreç yeterlilik endeksleri ile yapılabilir. Yeterlilik endekslerinin periyodik olarak hesaplanması ile süreç sürekli olarak kontrol altında tutulabilir. Süreçler için belirli bir andaki anlık değişkenlik ve zaman içindeki değişkenlik gibi iki tür değişkenlik söz konusudur. Bir sürecin değişkenliği anlık ve zaman içindeki değişkenlik gibi iki şekilde değerlendirildiği için, süreç yeterliliğini de kısa ve uzun dönem olmak üzere iki bakış açısına göre değerlendirmek gerekir. Genel nedenlerle ortaya çıkan değişkenlik, bir sürecin uzun ve kısa dönem yeterliliğini etkilerken özel nedenlerle ortaya çıkan değişkenlik ise, bir sürecin sadece uzun dönem yeterliliğini etkiler (Söndürmez ve Özveri 2001).

5.3.1. Histogram ile süreç yeterliliği analizi

Histogram, süreç yeterliliğinin tahmininde kullanılan yararlı bir yöntemdir. Anlamlı bir süreç yeterliliği sonucuna ulaşabilmek için en azından 100 ya da daha fazla gözlem yapılması gerekmektedir. Veri toplama öncesinde aşağıdakiler yapılabilir;

- Öncelikle kullanılacak tezgâh ya da tezgâhlar seçilmelidir. Seçilen tezgâhlarda yapılacak uygulama daha büyük bir tezgâh grubuna genişletilecekse seçilen tezgâhlar bu anakütleyi temsil etmelidir.
- İkinci aşamada süreç çalışma şartları (kesme hızları, besleme oranları, sıcaklıklar, vb.) tanımlanmalı ve seçilmelidir. Bu faktörlerdeki değişikliklerin süreç yeterliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi önemli olabilir.
- Temsilci bir operatör seçilmelidir. Bazı analizlerde operatör değişkenliğinin tahmin edilmesi önemli olabilir. Böyle durumlarda operatörler, operatör anakütlesinden tesadüfi olarak seçilmelidir.
- Veri toplama süreci dikkatli bir şekilde izlenmeli ve her birimin üretim zamanı kaydedilmelidir.

Örnek: Çizelge 5.7.' de 100 adet bir litrelik içecek şişesinin çatlamaya karşı dayanıklılığı sonuçları verilmiştir. Çizelge 5.8.' de ise verilerin frekans dağılımı yer almaktadır.

Çizelge 5.7. Şişelerin çatlamaya karşı dayanım sonuçları

265	205	263	307	220	268	260	234	299	215
197	286	274	243	231	267	281	265	214	318
346	317	242	258	276	300	208	187	264	271
280	242	260	321	228	250	299	258	267	293
265	254	281	294	223	260	308	235	283	277
200	235	246	328	296	276	264	269	235	290
221	176	248	263	231	334	280	265	272	283
265	262	271	245	301	280	274	253	287	258
261	248	260	274	337	250	278	254	274	275
278	250	265	270	298	257	210	280	269	251

KAYNAK: Douglas C. Montgomery; Introduction to Statistical Quality Control, 4th Edition, John Wiley and Sons. Inc., 2001, s.352.

Çizelge 5.8. Örnek için frekans dağılımı

Sınıf Aralığı	Frekans	Nispi Frekans	Kümülatif Nispi Frekans
$170 \leq x < 190$	2	0.02	0.02
$190 \leq x < 210$	4	0.04	0.06
$210 \leq x < 230$	7	0.07	0.13
$230 \leq x < 250$	13	0.13	0.26
$250 \leq x < 270$	32	0.32	0.58
$270 \leq x < 290$	24	0.24	0.82
$290 \leq x < 310$	11	0.11	0.93
$310 \leq x < 330$	4	0.04	0.97
$330 \leq x < 350$	3	0.03	1.00
Toplam	100	1.00	

Verilerin analizi ile; $\bar{x} = 264.06$ ve $S = 32.02$ olarak hesaplanır. Bu nedenle süreç yeterliği;

$\bar{x} \pm 3S$ ifadesi ile,

$$264.06 \pm 3(32.02) = 264 \pm 96$$

olarak tahmin edilebilir. Histogram, mukavemet dağılımının normale yakın olduğunu göstermektedir. Bu durumda ürünlerin %99.73'ünün dayanımlarının 168 ile 360 arasında olabileceği tahmin edilebilir.

5.3.2. Süreç potansiyel endeksi (C_p)

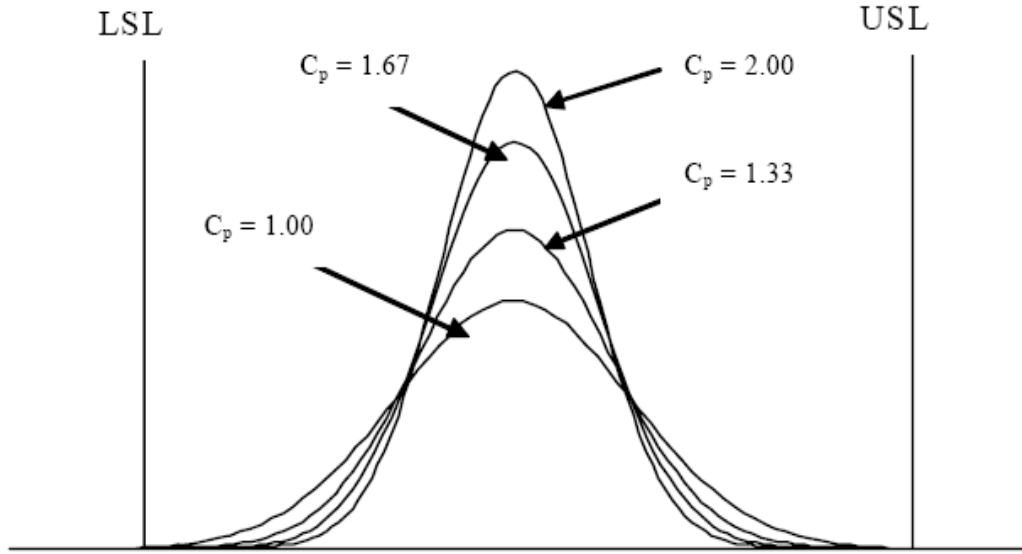
Süreç potansiyel endeksi, süreç standart sapmasının, spesifikasyon sınırları ile ilişkilendirilmesiyle oluşturulur ve verilerin yayılımını inceler. Ölçülen bir (x) karakteristiği için, alt ve üst spesifikasyon sınırları ASL, USL olarak ve standart sapması da σ olarak ifade edilirse, süreç potansiyel endeksi,

$$C_p = \frac{USL - ASL}{6\sigma}$$

biçiminde formüle edilir.

Formülden de görüldüğü gibi, C_p indeksi yalnızca süreç yayılımını analiz eder.

Şekil 5.4.' den de görüldüğü gibi, C_p değerinin 1'den büyük olması istenen bir durumdur. Buna karşın, uygulamalarda $C_p > 1.33$ durumu önerilir. Ayrıca güvenilir sonuçlar elde edebilmek için de, örnek sayısının en az 50 olması uygun olur.



Şekil 5.4. Sabit spesifikasyon limitleri koşullarında C_p değerleri
 KAYNAK: Six Sigma Statistics with Excel and Minitab, The McGraw-Hill Companies, 2007, p. 183.

Şekil 5.4.'de spesifikasyon limitleri sabit kalmak şartı ile farklı C_p değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir. $C_p = 1.00$ olması demek, üretilen parçaların %0.27'sinin spesifikasyon limitleri dışında kalması demektir. Bu da milyonda yaklaşık 2700 hata anlamına gelir. $C_p = 1.33$ olması demek, üretilen parçaların %0.0064'ünün spesifikasyon limitleri dışında kalması demektir. Bu da milyonda yaklaşık 64 hata anlamına gelir. Bu durum 4σ ($1.33 \cdot 3\sigma = \pm 4\sigma$) hedefine karşılık gelmektedir. $C_p = 1.67$ olması demek, üretilen parçaların %0.000057'sinin spesifikasyon limitleri dışında kalması demektir. Bu durum 5σ ($1.67 \cdot 3\sigma = \pm 5\sigma$) hedefine karşılık gelmektedir. $C_p = 2$ değerini yakalaması ise altı sigma hedefi demektir.

Süreç yeterlilik oranı olan C_p , sürecin spesifikasyonları karşılayan ürün imal etme yeteneğinin bir ölçüsü olduğundan, C_p endeksi ile kusurlu ürün imal etme sayıları birbiriyle yakından ilişkilidir. Çizelge 5.9.' da değişik C_p değeri için bir milyon parçada hatalı parça sayıları gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. Cp ile milyonda hata sayısı arasındaki ilişki

Cp	Milyonda Hata Sayıları (ppm)	
	Tek yönlü spesifikasyon	Çift yönlü spesifikasyon
0.25	226.628	453.255
0.50	66.807	133.614
0.60	35.931	71.861
0.70	17.865	35.729
0.80	8.198	16.395
0.90	3.467	6.934
1.00	1.350	2.700
1.10	484	967
1.20	159	318
1.30	48	96
1.40	14	27
1.50	4	7
1.60	1	2
1.70	0.17	0.34
1.80	0.03	0.06
2.00	0.0009	0.0018

KAYNAK: Douglas C. Montgomery; Introduction to Statistical Quality Control, 4th Edition, Wiley, 2001. p. 360.

Bazı durumlarda ürün spesifikasyonları tek taraflı olarak belirlenir. Örneğin bir kimyasal süreç sonucunda elde edilen ürünün saflığının en az %98 (LSL = %98) olması istenebilir. Başka bir durumda ise, %3'ten fazla ezilmiş buğday içeren ürünün (USL = %3) satın alınmaması istenebilir. Bu durumda süreç yeterlilik kavramı aşağıdaki iki ölçü ile tanımlanır:

- Sadece LSL ile ilgili süreçler için,

$$C_{PL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

- Sadece USL ile ilgili süreçler için,

$$C_{PU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$C_p < 1$ olduğunda çok yüksek bir hurda oranı mevcuttur. Bu durum, Amerika sanayinin 1970'li yıllardaki genel durumudur. $C_p = 1$ (3σ) olması Amerika sanayinin 1980'li yıllardaki genel durumudur. $C_p = 1.33$ (4σ) olması Japon sanayinin 1980'li yıllardaki genel durumudur. $C_p = 2$ (6σ) olması, Altı Sigma sistemini uygulayan birçok Japon ve Amerikan firmalarının günümüzdeki genel durumunu göstermektedir (Gürsakal 2002).

5.3.3. Fiili yeterlilik endeksi (C_{pk})

Bir ürünün kalitesinin belirlenmesinde, ürünün gösterdiği yayılımın incelenmesi kadar, ortalama değerinin hedef değere ne ölçüde yakın olduğunun bilinmesi de önemlidir. C_p endeksi ile süreç yayılımının hangi düzeyde olduğu incelenebilir. Ancak sürecin hedef değerinde oluşma derecesi ile ilgili bilgi sağlanamaz. Bu nedenle ortalama değer yerleşimini değerlendiren C_{pk} endeksi geliştirilmiştir. Bu endeks,

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{\mu - ASL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma} \right\}$$

biçiminde formüle edilir.⁸⁵ C_p ve C_{pk} arasındaki ilişki, C_{pk} = C_p (1-k) eşitliği ile ifade edilir. Burada k, prosesin merkezden ne kadar uzakta olduğunu ölçen bir faktör olmak üzere,

$$k = \frac{|m - \mu|}{(USL - ASL)/2}, \quad 0 < k < 1$$

eşitliği ile hesaplanır, m ise,

$$m = \frac{USL + ASL}{2}$$

olup spesifikasyon limitlerinin orta noktasını

verir.

Süreç ve ürün değişkenleri fiziksel olarak ölçülebilen, gerilim, boyut, gürültü seviyesi, duyarlılık ve sıcaklık gibi şeylerdir. Altı sigma hedefine ulaşmak için değişkenlerin C_p = 2 ve C_{pk} = 1.5 olacak şekilde ürün veya sürecin tasarlanması gerekmektedir. Bu şartlar sağlanırsa, hata sayısı milyonda 3.4 olacaktır. Prosesin kalitesini değişkenler için iki şekilde tanımlanabilir; standart sapma s ve ortalamadan kayma (m-T). Bu iki gösterge için C_p ve C_{pk} indeksleri kullanılır.

C_p indeksinin yüksek olması proses yeteneğini gösterir ama ürünün istenilen karakteristiğinin her defasında sağlanıp sağlanmayacağını göstermez. C_p ve C_{pk} indekslerinin yüksek olması ise gerçekten prosesin istenilen karakteristiği limitler içinde sağlayıp sağlamayacağını garantiler.

Juran'a göre C_{pk}'nın 1.33(4σ) olması süreç için yeterli iken, Motorola da uygulanan Altı Sigma programına göre sürecin yeterliliği için C_{pk} = 1.5 olması önerilmiştir.⁸⁸ Altı Sigma tasarımı için C_{pk} değerinin 2 yerine 1.5 olması gerektiğinin nedeni ortalamanın 1.5σ kaymasıdır. O halde ortalamanın 1.5σ kayması sonucu,

$$C_{pk} = \frac{6\sigma - 1.5\sigma}{3\sigma} = \frac{4.5\sigma}{3\sigma} = 1.5$$

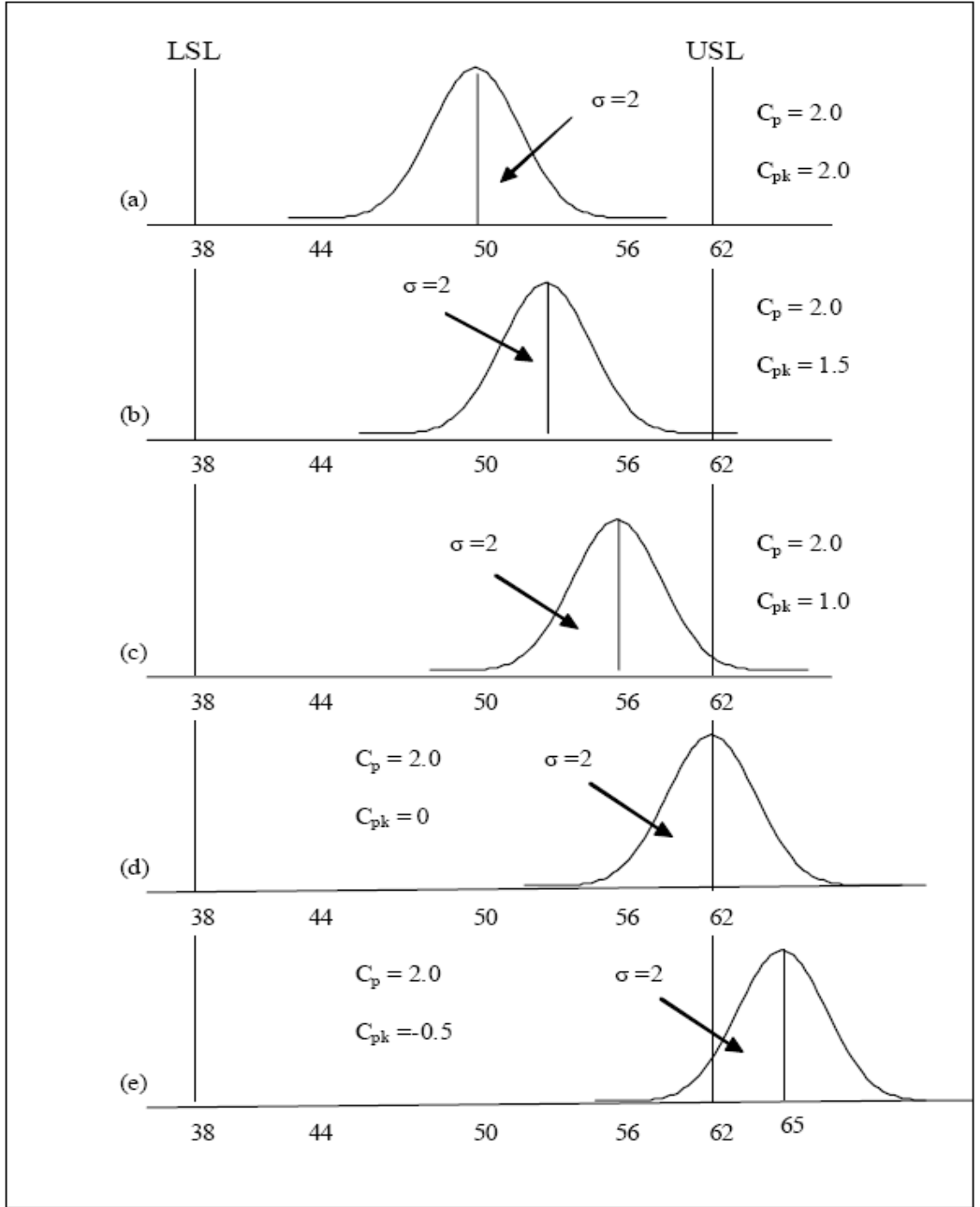
olarak bulunur. Dolayısıyla Altı Sigma uygulamalarında $C_p = 2$ ve $C_{pk} = 1.5$ olmalıdır.

Şekil 5.5' de LSL değeri 38 ve USL değeri 62 olan C_p ve C_{pk} arasındaki ilişkiyi gösteren bir durum mevcuttur.

Burada örneğin (b) durumu için C_{pk} değeri,

$$\begin{aligned} C_{pk} &= \min(C_{pu}, C_{pl}) \\ &= \min\left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right) \\ &= \min\left(\frac{62 - 53}{3(2)}, \frac{53 - 38}{3(2)}\right) \\ &= \min(1.5, 2.5) \\ &= 1.5 \end{aligned}$$

$C_{pk} = C_p$ olması, süreç ortalamasının alt ve üst spesifikasyon limitlerinin tam ortasında bulunduğunu gösterir. $C_{pk} < C_p$ olması ise sürecin ortalamasının alt ve üst spesifikasyon limitlerinin ortasında bulunmadığını gösterir. Bazı özel durumlarda C_{pk} değeri şu şekilde hesaplanabilir;



Şekil 5.5. C_p ve C_{pk} endeks ilişkisi örneği

KAYNAK: Douglas C. Montgomery; Introduction to Statistical Quality Control, 4th Edition, John Wiley and Sons. Inc., 2001, s.362.

Durum 1: Üst, alt limitler ve nominal (hedef) değer verilmiştir fakat nominal değer alt spesifikasyon limitine daha yakındır. Proses ortalaması nominal spesifikasyona eşit olduğu zaman C_{pk} maksimum değerdedir. Proses ortalaması alt ve üst spesifikasyon limitleri içindeyse C_{pk} değeri pozitifdir. Ortalama üst veya alt spesifikasyon limitleri

üstündeyse C_{pk} değeri sıfırdır. Nominal değer üst veya alt spesifikasyon limitleri içinde fakat merkezde değil ise, $C_{pk} = 1.33$ değerinin sağlanması için daha yüksek C_p değeri gerekmektedir.

$$C_{P_k} = \text{Min} \left[\frac{USL - \mu}{3\sigma} \left(\frac{Nom - LSL}{USL - Nom} \right), \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right]$$

Durum 2: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal (hedef) değer verilmiştir, fakat nominal değer üst spesifikasyon limitine daha yakındır. Proses ortalaması nominal spesifikasyona eşit olduğu zaman C_{pk} maksimum değerdedir. Proses ortalaması alt ve üst spesifikasyon limitleri içindeyse C_{pk} değeri pozitifdir. Ortalama üst veya alt spesifikasyon limitleri üstündeyse C_{pk} değeri sıfırdır. Nominal değer üst veya alt spesifikasyon limitleri içinde fakat merkezde değil ise, $C_{pk} = 1.33$ değerinin sağlanması için daha yüksek C_p değeri gerekmektedir.

$$C_{P_k} = \text{Min} \left[\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \left(\frac{Nom - LSL}{USL - Nom} \right) \right]$$

Durum 3: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal (hedef) değer verilmiştir; fakat nominal alt spesifikasyon limitine eşittir.

$$C_{P_k} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

Durum 4: Üst, alt spesifikasyon limitleri ve nominal (hedef) değer verilmiştir fakat nominal üst spesifikasyon limitine eşittir.

$$C_{P_k} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

Durum 3 ve 4 de büyük C_{pk} istenmemektedir. En uygun C_{pk} değeri 1.33 ve C_{pk} yerine C_p değerini yükseğe çıkarılmalıdır (Montgomery 2001).

5.3.4. C_{pm} endeksi

İşletmeler, tüketici spesifikasyonları içerisinde ve hedef değere en yakın ortalamaya sahip ürünleri üretmeye çalışırlar. Sürecin sahip olduğu yayılım C_p endeksi ile incelenirken, süreç ortalamasının yerleşimi de C_{pk} endeksi ile incelenebilir. Sürecin yayılımı ile ilgili bilgiyi C_p indeksinin başarılı olarak sunabilmesine karşın, ortalamanın

yerleşimi ile ilgili bilgiyi veremez. Süreç ortalamasının yerleşimi C_{pk} ile incelenmesine karşın, bazı durumlarda sağlıklı sonuçlar elde edilemez. C_{pm} indeksi ise, hedef değer ile, süreç ortalaması arasındaki farkı temel aldığından, süreç ortalamasının yerleşimi hakkında daha sağlıklı bilgi sağlayabilir (Gürsakal ve Oğuzlar 2003).

Taguchi'ye göre bir ürünün kaliteli olması için, sevkiyattan sonra, o ürünün toplumda neden olduğu kaybın minimum düzeyde olması gerekir. Hedef noktada kayıp minimum iken, hedeften sapmalar arttıkça kayıp artmaktadır. Hedef değer H 'den sapan değerlerin ekonomik etkisini Taguchi,

$$f(x) = k(x - H)^2$$

biçiminde ifade etmiştir⁹³ Burada k , üretilen parça başına maliyeti ifade eder. C_p ve C_{pk} endekslerinin sürecin merkezileştirilmesi konusunu uygun olarak çözemedikleri noktasından hareket eden Taguchi, C_{pm} endeksini geliştirmiştir. C_{pm} indeksi, spesifikasyon limitlerine daha az, hedef değer olan T 'ye daha büyük önem verir;

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}$$

Formüldeki değişkenlik, sürecin değişkenliği ile ortalamanın hedeften sapmasının değişkenliği olarak iki bileşen halinde ifade edilmiştir.

Örnek: Bir süreç için $\sigma = 0.8$, $USL = 24$, $LSL = 18$, $\mu = 22$ ve $T = 21$ olarak belirlenmiştir. Bu durumda ilgili formül kullanılarak C_{pm} indeksi,

$$C_{pm} = \frac{24 - 18}{6\sqrt{(0.8)^2 + (22 - 21)^2}} = 1.281$$

olarak bulunur.

5.3.5. P_p ve P_{pk} endeksleri

Bu endekslerden P_p sürecin merkezileştirilmesini göz önüne alır. P_{pk} ise sürecin merkezileştirilmesini göz önüne almaz. Ayrıca bu endekslerin her ikisinde de standart sapma (σ) tahmininde, tüm gözlem değerlerinden oluşan dizinin standart sapması kullanılır.

$$P_p = \frac{USL - ASL}{6\sigma}$$

ve

$$P_{pk} = \min \left\{ \frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - ASL}{3\sigma} \right\}$$

eşitlikleri kullanılarak bulunur. Bu endeksler, C_p ve C_{pk} endeksleri ile karşılaştırılarak zaman içinde süreçte bir iyileşmenin olup olmadığını anlamak için hesaplanmaktadır.

5.4. Altı Sigma Çalışmalarında Kullanılan İstatistik 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.

5.4.1. 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. 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 oluşmaktadır (Ertuğrul 2004).

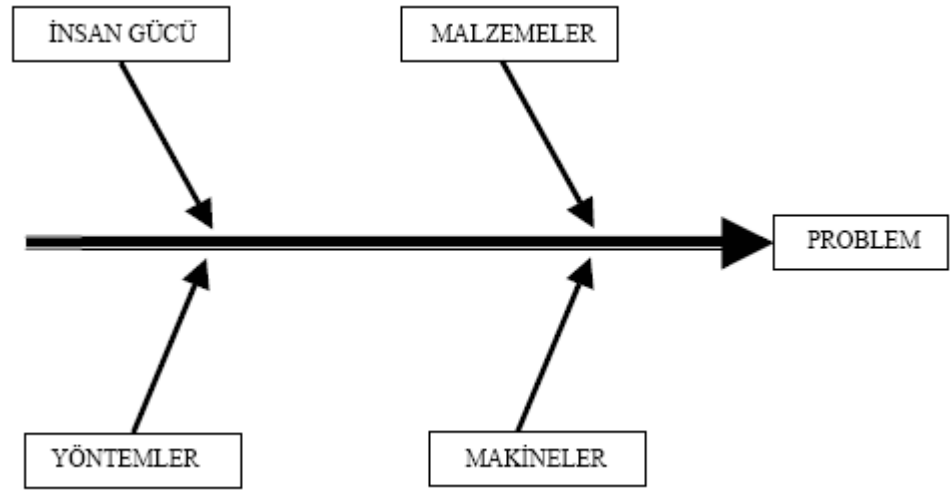
- Çok sayıda düşünce, bu düşüncenin kalitesine bakılmaksızın araştırılır.
- Daha sonra düşüncelerin kalitesi konusunda ayırım yapılır.

Beyin fırtınası, bazı konularda çember üyelerinin problemi analizlerinde kolaylık sağlar. Bunlar şöyle sıralanabilir;

- 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 (Şimşek 2004).

5.4.2. Neden-sonuç diyagramı

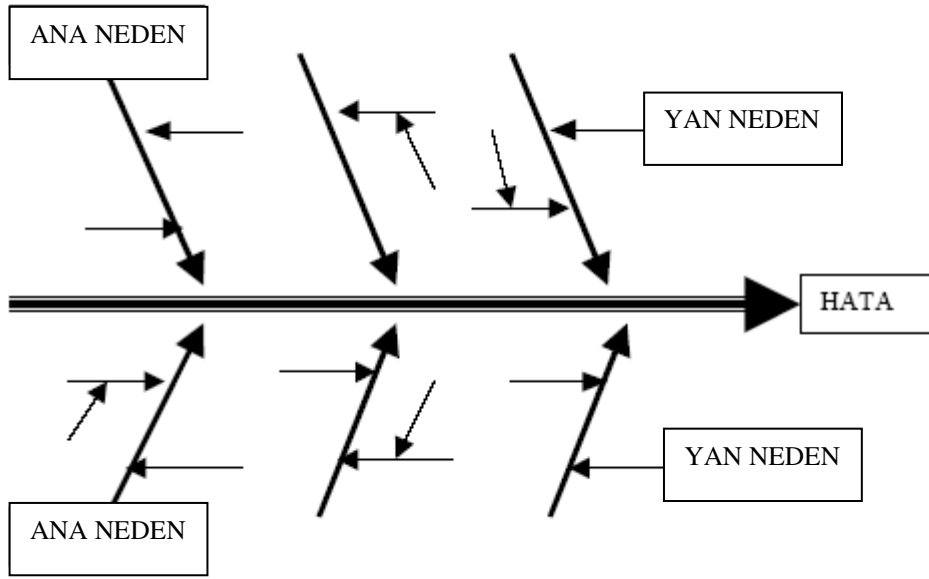
Neden-sonuç diyagramı, proseste ortaya çıkan bir hatanın muhtemel tüm sebeplerini gösteren bir diyagramdır. Hata belirlendikten sonra, ilgili tüm şahıslar bir araya toplanarak beyin fırtınası uygulaması yaparlar ve böylece söz konusu hatanın muhtemel sebepleri tespit edilir. Tespit edilen ana sebepler ve ana sebepleri etkileyen yan sebepler bir balık kılıcı şeklinde gösterilir. Bundan dolayı sebep-sonuç diyagramına “balık kılıcı” diyagramı da denir. Kalite iyileştirmede bir hayli başarılı bir araç olarak kullanılan sebep-sonuç diyagramının oluşturulması için ilk önce ana nedenler belirlenir. Neden-sonuç diyagramını oluşturan ana nedenler 4M olarak adlandırılan Makine (Machinery), İnsan gücü (Manpower), Yöntem (Methods) ve Malzeme (Materials) faktörlerinden oluşur. Bu durum Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Neden-sonuç diyagramı ana nedenler

KAYNAK: Mahmut Kartal, İstatistiksel Kalite Kontrol, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999, s.40.

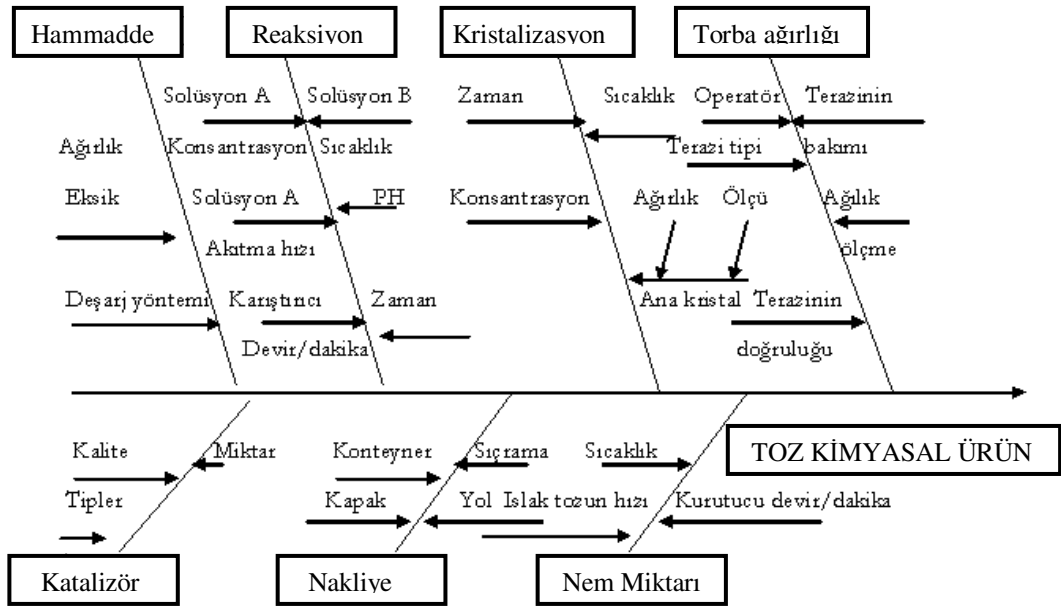
1940’ın ortalarında Dr. Kaoru Ishikawa tarafından bulunan neden-sonuç diyagramında takım tarafından beyin fırtınası yöntemi kullanılarak önce bir sorun belirlenip, bu soruna neden olabilecek en önemli ana nedenler ortaya konur. Ardından her ana nedeni etkileyen en önemli alt nedenler işaretlenir. Örnek bir neden-sonuç diyagramı Şekil 5.7.’deki gibidir.



Şekil 5.7. Neden-sonuç diyagramı grafiği

KAYNAK: Mahmut Kartal, İstatistiksel Kalite Kontrol, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999, s.40.

Neden-sonuç diyagramı; nedenleri sayma, dağılım analizi ve proses analizi şeklinde olabilir. Bunlar aynı ilkeye dayanmakla beraber aralarında ufak farklar vardır. En çok kullanılan nedenleri sayma diyagram çeşidi örneklerinden biri Şekil 5.8.'de gösterilmiştir. Şekil 5.8.' de bir kimyasal üretim sürecinin neden-sonuç diyagramı görülmektedir. Bir kalite sorununun analiz edilmesi için hazırlanan bu diyagram tipik bir örnek olarak sorunun temel nedenlerini ve alt nedenleri şematik olarak belirtmektedir.



Şekil 5.8. Neden-sonuç diyagramı örneği

KAYNAK: Naci Uğur, Kalite Gelişimde İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.14.

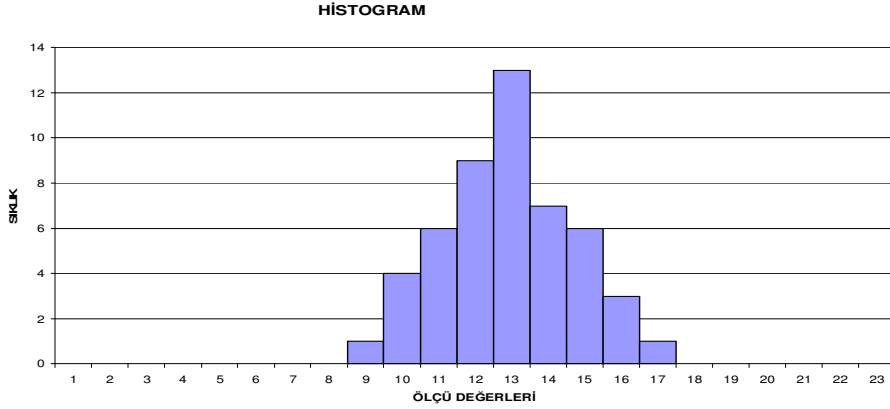
5.4.3. Çetele, histogram ve dağılım eğrisi

Tüm süreçler için alınan ürünlerin izlenen bir karakteristiğinin ölçüleri, tip olarak 50 den fazla ise süreç hakkında istatistiksel bir bilgi vermeye yeterli olarak kabul edilir. Örneğin, bir üretim devam ederken belli aralıklarla 5 numune alınarak ölçülüp kaydedilse ya da bitmiş bir ürün yığından rastgele alınan 50 örneğin yine rastgele beşerli guruplara ayrıldıktan sonra ölçülüp kaydedilse Çizelge 5.10' da olduğu gibi bir çetele oluşturulabilir. Görüldüğü gibi alınan ölçüler dikey bir eksenle en büyükten, en küçüğe kadar sıralanmış ve her ölçü değerinin kaç defa rastlandı ise çetelede bir çizik ile temsil edilmiştir. Daha sonra bu çiziklerin sayıları ve yüzde miktarları son iki sütuna kaydedilmiştir (Şimşek 2004).

Çizelge 5.10. Verilerin Bir Çetele Şeklinde Düzenlenmesi

Değer	Çetele	Adet	Yüzde (%)
17	/	1	2
16	///	3	6
15	////	6	12
14	/////	7	14
13	////////	13	26
12	////////	9	18
11	////	6	12
10	///	4	8
9	/	1	2
Toplam		50	100

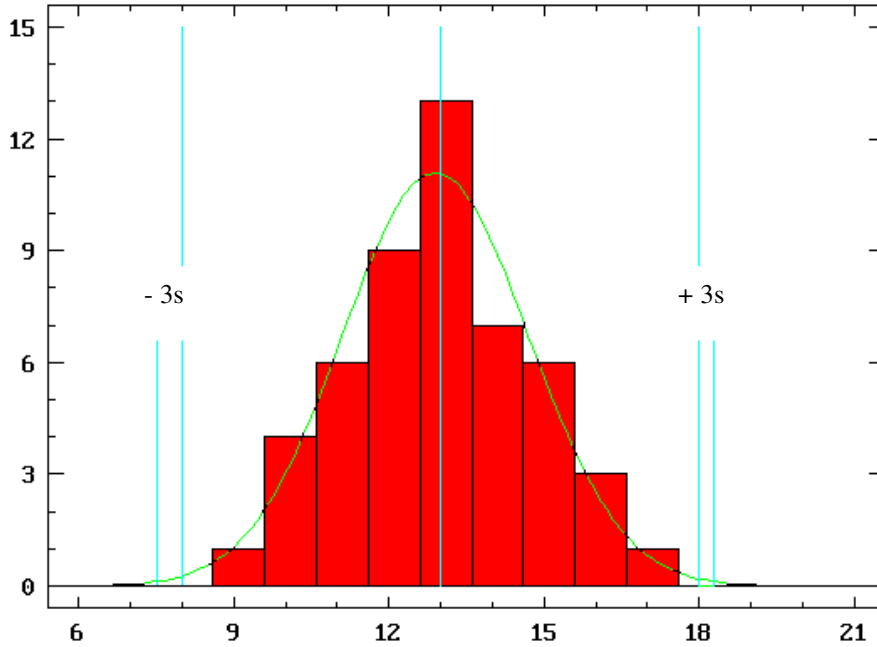
Şekil.5.9' da görülen şekil ise bir histogramdır. Histogramın çeteleden farkı verilerin bir çubuk diyagram ile temsil edilmesidir. Çubukların uzunlukları o gruba giren ölçü sayısı ile orantılıdır. Histogramın analizi, süreç hakkında önemli ip uçları verir. Örneğin şekildeki sürecin 13 ölçüsüne merkezlendiği ve ölçülerin 17 ile 19 arasında değiştiği kolayca görülebilir. Bu değerler ürün şartnamesinde verilen hedef değer ile karşılaştırılarak sürecin doğru mu yoksa hatalı mı merkezlendiği ve toleransları karşılama bakımından yeterli mi yoksa yetersiz mi olduğu konusunda bazı analizler yapılmasını sağlamaktadır.



Şekil 5.9. Histogram grafiği

KAYNAK: Naci Uğur, Kalite Gelişmede İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.19.

Şekil 5.9, çeteledeki verilerin bir histogram şeklinde düzenlenmesini daha anlamlı bazı değerlendirmelere olanak sağlar. Buradaki histogram çubuklarının orta noktaları birleştirilirse bir eğri elde edilir. Süreçten alınan örnek sayısı çok fazla olursa ve ölçme hassasiyeti artırılır ise bu eğri Şekil 5.10' da görüldüğü gibi daha düzenli bir şekil alır.



Şekil 5.10. Statgraphic bilgisayar programı ile histogram ve dağılım eğrisi

KAYNAK: Naci Uğur, Kalite Gelişmede İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.21.

Şekil 5.10' da görülen histogram, söz konusu dağılım eğrisinin temel verilerini sağlamaktadır. Bilgisayar söz konusu temel bilgilere dayanarak bir eğri çizmiştir. Bu eğriye normal dağılım eğrisi, şeklinin bir çana benzemesinden dolayı çan eğrisi veya bu eğrinin matematik denklemini ilk defa veren matematikçinin adı ile Gauss Eğrisi denilmektedir. Dağılım eğrisi, değişkenliği göstermenin bir başka yoludur. Eğrinin matematik denkleminde ve eğrinin analiz edilmesinden önemli bazı orta sonuçlar çıkarmak mümkündür. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Eğrinin ekseni sürecin ayarlandığı veya merkezlendiği ölçü değeridir. Şekil 5.10' da nominal olarak belirtilen bu değer teknik resim veya şartnamedeki hedef değerle (μ) çakışması gerekir. Ancak uygulamada tam bir çakışma genellikle sağlanamaz. Bu konu sürecin ayarı ile ilgilidir.
- 2) Dağılım eğrisi, farklı şekiller alabilir. Bazen orta eksen yer değiştirir yani süreç ayarı veya merkezlenmesi değişir. Bazen merkez aynı kalır, ancak eğri daha basık bir hal alır. Bu durumda değişkenlik artmıştır. Bazen ise her iki bozulma da aynı anda olur, sürecin hem merkezlenmesi bozulur, hem de değişkenlik artarak bozulur. Bütün bu durumlar dağılım eğrisinin incelenmesinden analiz edilebilir.
- 3) Dağılım eğrisi Şekil.1.6 dan görülebileceği gibi artı, eksi üç (s) sınırları içinde değişir. Yani dağılım eğrisinin genişliği yaklaşık 6 s değerindedir. Küçük s harfi ile gösterilen bu değer standart sapma olarak isimlendirilir. Standart sapmayı, histogramı oluşturan verilerden hesaplamak mümkündür Bu konuda geniş bilgi aşağıda verilmiştir. Standart sapma küçük bir örnek grubundan hesaplanmıyor, tüm popülasyonu temsil edecek şekilde hesaplanıyorsa (σ -sigma) harfi ile gösterilir. Yani s değeri, (σ)' nın bir tahmincisidir. Dağılım eğrisinin ekseninden itibaren birer σ veya bir standart sapma mesafede ürünlerin %34' ü yani toplam olarak %68' i bulunur. Bir (σ) ile iki (σ) arasındaki birer (σ)' lık bölümde ise simetrik olarak %14' ü ve toplam olarak %28' i bulunur. Bu duruma göre tüm dağılım eğrisini oluşturan ürünlerin toplam %96' sı iki standart sapmalık bir bölüm içine dağılmıştır. Geri kalan iki bölümde ise ürünleri %1,9' u yani toplamda %3,8 miktarı bulunmaktadır. Sonuç olarak ürünlerin %99,8 miktarı artı, eksi üç (σ) lik veya standart sapmalık bölüm içinde bulunmaktadır.

- 4) İstatistik süreç kontrol (İSK) yukarıdaki bilgilere dayanarak $\pm 3\sigma$ yani 6 σ 'lık bölümün tespitine ve bu sınırlar dışında ürün bulunması olasılığının her iki tarafta binde bir olması kabulüne dayanır. Bu amaçla kullanılan çizelgelere **kontrol çizelgesi** adı verilir. **Kontrol çizelgesinde** bir üretim süreci ürünlerin altı standart sapma sınırları içinde kalması bu sürecin doğal değişkenlik sınırları içinde kaldığının ve sadece normal nedenlerden etkilendiğinin açıklamasıdır. Böyle bir süreç durağan olarak isimlendirilir. Söz konusu sınırlar dışında ürün bulunması olasılığı her iki tarafta sadece binde bir olduğu için bu şekildeki, ürünlerin olması sürecin özel nedenlerden etkilendiğini gösterir.
- 5) Dağılım eğrisi yatay eksenle sonsuzda birleşir. Bu bakımdan 6 standart sapma genişliği dışında ürün olasılığı binde 2 olduğu gibi, örneğin 12 standart sapma dışında bile ürün olması olasılığı vardır, ancak bu olasılık milyonda birler mertebesindedir.
- 6) Şekil 5.10' da 3 s sınırlarından daha içerde olan, LSL (Alt Spesifikasyon Limiti) ve USL (Üst Spesifikasyon Limiti) ile gösterilmiş iki sınır daha vardır. Bunlar şartname limitleri veya toleranslardır. Toleranslar, histogram ve dağılım eğrisinde oluşan değerlerdir. Söz konusu toleranslar 3 s sınırları dışında verilse idi süreç, kalite bakımından yeterli olarak isimlendirilirdi. Bu durumda süreç çok az miktarda yetersizdir. Yani toleranslar dışı üretim olasılığı vardır. Bunun yüzde miktarını hesaplamak mümkündür (Akin 1996).

5.4.4. Kontrol Çizelgesi

Kontrol çizelgesi, üretimden alınan verilere dayanarak üretimin eğilimini veya ölçüm değerlerinin dağılımını görmede bir başlama noktasıdır. Üretim esnasında ortaya çıkan olayların hangi sıklıkta olduğunu kolayca görebilmede kullanılan, kullanımı ve anlaşılması kolay bir formdur. Kontrol çizelgeleri yardımıyla proseste meydana gelen zaman içindeki değişimleri mukayeseli olarak görmek mümkün olabilir. Böylece en çok karşılaşılan hata çeşidi de tespit edilmiş olur. Kontrol çizelgesinde en çok dikkat edilecek unsur, verinin doğru ve dikkatli bir biçimde temin edilmesidir. (Kartal 1999).

Kontrol çizelgesi 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. 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. Ayrıca alınan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin başarı ve devamını izlemek de mümkün olabilmektedir.

5.4.5. Pareto Şeması (Analizi)

Kalite çemberleri faaliyetlerinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Pareto grafiği, kategoriyle düzenlenen özellik verilerinin basit bir sıklık dağılımıdır. 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. 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.

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;

Verilerin toplanması, rakamsal veriler ve bilgiler tablolar aracılığı ile elde edilir. Veriler, en büyük değerden en küçüğe doğru sınıflandırılır. Grafiğin çizilmesi ise elde edilen rakamların bir diyagram üzerinde yerleştirilmesi ile gerçekleşir. Yatay eksen hata kaynakları, dikey eksen hata yüzdeleri ve hata sayıları gösterilerek pareto grafiği tamamlanır (Frank 1986).

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.

Örneğin bir gıda ürünü ile ilgili etiketleme hatasının olduğu ve etiketleme hatalarının azaltılmasının amaçlandığı düşünülür ise hata tipleri ile ilgili bilgiler Çizelge 5.11’ de verilmiştir. Konu ile ilgili pareto analizi aşağıdaki aşamalarda yapılabilir.

Çizelge 5.11. Hata Tipleri ile İlgili Bilgiler

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

KAYNAK:Naci Uğur, Kalite Gelişmede İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.38

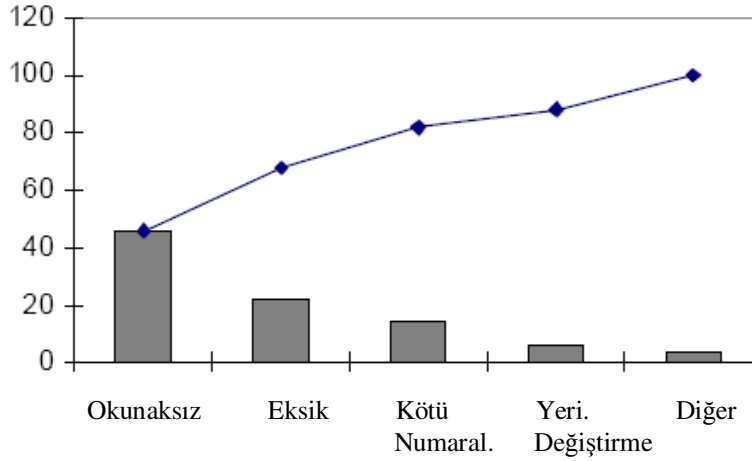
Pareto grafiği için veri çizelgesi hazırlanır. Bu aşamada elde edilen veriler en büyük değerden en küçük değere doğru sınıflandırılarak Çizelge 5.12’ de olduğu gibi veri çizelgesi haline dönüştürülür.

Çizelge 5.12. Pareto grafiği 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
Yerini Değiştirme	6	47	12	94
Diğer Durumlar	3	50	6	100

KAYNAK:Naci Uğur, Kalite Gelişmede İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.38.

Oluşturulan veri çizelgesi, Şekil 5.11’ de gösterildiği gibi pareto diyagramı ya da pareto grafiği ortaya konmaktadır.



Şekil 5.11. Pareto grafiği örneği

KAYNAK:Naci Uğur, Kalite Gelişmede İstatistik Yöntemler, İTÜ Yayınları, 1992, s.41.

5.4.6. Gruplandırma

Gruplandırma kalite kontrolü ile ilgili hataların nedenlerinin araştırılmasında kullanılan bir metottur. Sanayi işletmelerinde değişik bölümlerde farklı makine ve tezgahlardan 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.

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.

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 (Akın 1996).

5.4.7. 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 yönetimde önceliklerin belirlenmesi gibi işletme faaliyetlerinin çeşitli aşamalarında uygulanabilir.

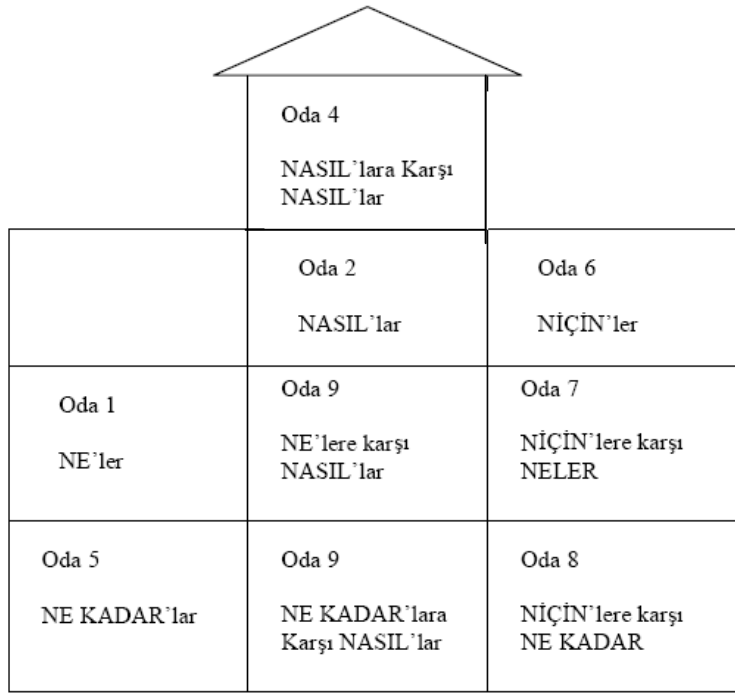
Kalite Fonksiyonu yayılımı ilk defa 1966 yılında Yoji Akoa tarafından Japonya'da ortaya atılmış ve ilk olarak 1972 yılında Mitsubishi'nin Kobe'deki gemi tersanelerinde uygulanmıştır. Batı dünyasının QFD'ye olan ilgisi, Toyota Şirketi'nin 1977 ile 1984 yılları arasındaki QFD uygulamaları ile ulaştığı 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.

QFD'nin temel yapısı, QFD takımı tarafından oluşturulan Kalite Evidir. 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 (Ertuğrul 2004).

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. Kalite evindeki temel görüş, yönetim ve öğrenme deneyimlerini planlayıp uygulayanların; müşteri ihtiyaçlarını temel alarak, her şeyi istekli olarak anlamaya çalışmaları olarak ifade edilmektedir. Şekil 5.12' de 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 5.12. Kalite evi grafiği

KAYNAK: Muhittin Şimşek; Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2004, s.283.

Kalite evinin genel yapısını oluşturan parçalar şunlardır;

- 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.

5.4.8. 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.

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

uygulamasını ise Ford firması tarafından yapılmıştır. Analiz Fransız şirketlerince kısaca AMDEC olarak adlandırılmaktadır. 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. Gıda sektöründe ise HACCP çalışmasının tehlike analizi çalışmasının temeli HTEA’ya dayanmaktadır.

HTEA, her hata türü için bir risk önceliği değeri (Risk Priority Number-RPN) oluşturur. RPN 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. 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 (Gürsakar ve Oğuzlar 2003, Revelle 2004).

Çizelge 5.13. Hata olasılığının değerlendirilmesi

Hata Olasılığı	Hata Oranları	Cpk	Derece
Hemen hemen kesin	$\geq 1/2$	$<0,33$	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 imkansız	$\leq 1/1500000$	$\geq 1,67$	1

KAYNAK: Necmi Gürsakar - Ayşe Oğuzlar; Altı Sigma, Vipaş A.Ş., Bursa, 2003, s.157.

Risk öncelik değeri olan RPN hesaplandıktan sonra büyük RPN 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 Nitwit.com'daki yöneticiler ve mühendisler, on-line katalogun 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 (Neuman ve ark. 2002). Dört çeşit HTEA vardır. Bunlar aşağıda şu şekilde açıklanmıştır;

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.

Tasarım HTEA: HTEA ürünün tasarımı aşamalarında görülebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini belirleyen, gereken takip ve düzeltme faaliyetlerine imkan sağlayan bir metottur.

Süreç HTEA: Süreç HTEA, süreç işleyişi sırasında meydana gelebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini tanımlayan ve sürece yönelik gereken takip ve düzeltme faaliyetlerine imkan sağlayan bir metottur (Akın 1996).

HTEA değerlendirmesi yapılırken kullanılacak iki tablo, Çizelge 5.14'de hata türü ve etkileri analizi formu ve Çizelge 5.15'de şiddet değerlendirme kriterleri tablosu olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.14, 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. Çizelge 5.14’de bulunan terimler kısaca şu şekilde açıklanabilir;

Çizelge 5.14. Hata Türü ve Etkileri analizi formu

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

KAYNAK: Besim Akın, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1998, s.45.

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. Çizelge 5.14’de gösterildiği gibi 1’den 10’a kadar sıralanan kategoride 10 en kötü durumu belirtir.

Sebepler: Her hata türü için olası sebepler listelenir. Hatanın nasıl önlenilebileceğini ve düzeltilebileceğini gösterdiği için HTEA’nın bu adımı önemlidir.

Olasılık: Hatanın ortaya çıkma olasılığıdır. Çizelge 5.15’de 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 (Akın 1998)

Çizelge 5.15. 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.

KAYNAK: Besim Akın, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1998, s.47.

5.4.9. Varyans Analizi (ANOVA)

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 imkan 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 itibariyle 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. Bir başka deyişle, her bir faktörün ve hatanın ortalama değerden sapmalarının kareler toplamı aracılığıyla, ölçülen verilerin toplam değişkenliğini tespit edip ayırmaktır (Gürtan 1982).

5.4.9.1. Tek yönlü varyans analizi

Bu tip varyans analizlerinde tek bir etkisi incelenen değişkenler söz konusudur. Örneğin, gıda sanayiinde kullanılan üç değişik yumurta tipinin pandispanya üretiminde kabarma miktarının ortalamalarının araştırılması gibi. Aynı varyansa sahip olduğu varsayılan k-tane normal dağılmış anakütlenin ortalaması karşılaştırılmak istensin. Bu durumda hipotezler şöyledir;

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

H_0 : Anakütle ortalamalarının en az ikisi eşit değildir.

Tek yönlü varyans analizi tablosu Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Tek Yönlü Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Test İstatistiği
Gruplar Arası	GAKT	k-1	$S_1^2 = \frac{GAKT}{k-1}$	$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$
Gruplar İçi (Hata)	GİKT	k(n-1)	$S_2^2 = \frac{GİKT}{k(n-1)}$	
Toplam (Genel)	GKT	n.k-1		

KAYNAK: Mahmut Kartal; Bilimsel Araştırmalarda Hipotez Testleri: Parametrik ve Nonparametrik Teknikler, Şafak Yayınevi, 2.Baskı, Erzurum, 1998, s.71.

Çizelge 5.16' da belirtilen GAKT (Gruplar arası kareler toplamı), GİKT (Gruplar içi kareler toplamı) ve GKT (Grup kareler toplamı) değerleri,

$$GAKT = n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2$$

$$GİKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

$$GKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{\bar{X}})^2$$

Formülleri ile hesaplanır (Aytaç 1999).

F testinde kritik değer, payın ve paydanın serbestlik derecesine göre F tablosundan tespit edilir. Payın serbestlik derecesi $v_1 = k-1$, paydanın serbestlik derecesi $v_2 = k(n-1)$ olmak üzere tablodan bulunan $F_{\alpha; v_1; v_2}$ değeri ile hesaplanan F değeri karşılaştırılır. Hesaplanan F değerinin büyük olması halinde H_0 hipotezi reddedilerek ortalamaların farklı olduğuna karar verilir.

rnek: Normal yumurta, likit yumurta ve toz yumurta kullanılarak elde edilen pandispanyaların kabarma oranları izelge 5.17’ de verilmiştir. Kabarma oranlarının arasında bir fark olup olmadığı %1 önem seviyesinde test edilsin.

Çizelge 5.17.  yumurta tipinin pandispanya kabarma oranı değerleri

Normal Yumurta	Likit Yumurta	Toz Yumurta
22.2	24.6	22.7
19.9	23.1	21.9
20.3	22.0	23.3
21.4	23.5	24.1
21.2	23.6	22.1
21.0	22.1	23.4
20.3	23.5	
146.3 (Toplam)	162.4 (Toplam)	137.4 (Toplam)

İlk adım, k tane gözlem öbeğinin örneklem ortalamasının hesaplanmasıdır. Bu rneklem ortalamaları $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3$ ile gösterilsin. Bu durumda,

Normal yumurtanın örneklem ortalaması ; $\bar{x}_1 = 146.3/7 = 20.9$

Likit yumurtanın örneklem ortalaması ; $\bar{x}_2 = 162.4/7 = 23.2$

Toz yumurtanın örneklem ortalaması ; $\bar{x}_3 = 137.4/6 = 22.9$

Genel ortalama ise;

$$\bar{X} = \frac{n_1 \bar{x}_1 + n_2 \bar{x}_2 + n_3 \bar{x}_3}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{146,3 + 162,4 + 137,4}{7 + 7 + 6} = \frac{446,1}{20} = 22,305$$

olarak bulunur.

$$\begin{aligned}
 GAKT &= n_j \sum (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 7(20,9 - 22,305)^2 + 7(23,2 - 22,305)^2 + 6(22,9 - 22,305)^2 \\
 &= 13,818 + 5,607 + 2,124 \\
 &= 21,549
 \end{aligned}$$

$$GIKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = (X_{i1} - \bar{X}_1)^2 + (X_{i2} - \bar{X}_2)^2 + (X_{i3} - \bar{X}_3)^2$$

Çizelge 5.18. GİKT değerini bulmak için yapılan hesaplamalar

$(X_{i1} - \bar{X}_1)^2$	$(X_{i2} - \bar{X}_2)^2$	$(X_{i3} - \bar{X}_3)^2$
$(22.2-20.9)2 = 1.69$	$(24.6-23.2)2 = 1.96$	$(22.7-22.9)2 = 0.04$
$(19.9-20.9)2 = 1$	$(23.1-23.2)2 = 0.01$	$(21.9-22.9)2 = 1$
$(20.3-20.9)2 = 0.36$	$(22.0-23.2)2 = 1.44$	$(23.3-22.9)2 = 0.16$
$(21.4-20.9)2 = 0.25$	$(23.5-23.2)2 = 0.09$	$(24.1-22.9)2 = 1.44$
$(21.2-20.9)2 = 0.09$	$(23.6-23.2)2 = 0.16$	$(22.1-22.9)2 = 0.64$
$(21.0-20.9)2 = 0.01$	$(22.1-23.2)2 = 1.21$	$(23.4-22.9)2 = 0.25$
$(20.3-20.9)2 = 0.36$	$(23.5-23.2)2 = 0.09$	
Toplam = 3.76	Toplam = 4.96	Toplam = 3.53

Çizelge 5.18' deki bulunan değerler formülde yerine yazılırsa,

$$GIKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = 3.76 + 4.96 + 3.53 = 12.25$$

olarak bulunur. Bulunan değerler 2 ve 17 serbestlik dereceleri ile birlikte varyans analizi tablosunda yerlerine yazılırsa Çizelge 5.19 elde edilir.

$v_1 = 2$, $v_2 = 17$ serbestlik dereceleri ve %1 anlamlılık düzeyinde kritik F değeri Ekler tablosundan $F_{2,17,0.01} = 6.11$ olarak bulunur. Hesaplanan F test istatistiği değeri, kritik F tablo değerinden büyük olduğundan dolayı, üç yumurta tipinin pandispanya üretimindeki kabarma oranına etkisi aynıdır hipotezi, %1 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir.

Çizelge 5.19. Pandispanya kabarma oranı için tek yönlü varyans analizi sonucu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Test İstatistiği
Gruplar Arası	21.549	2	$S_1^2 = 10,7745$	$F=14.9523$
Gruplar İçi (Hata)	12.25	17	$S_2^2 = 720588$	
Toplam (Genel)	33.796	19		

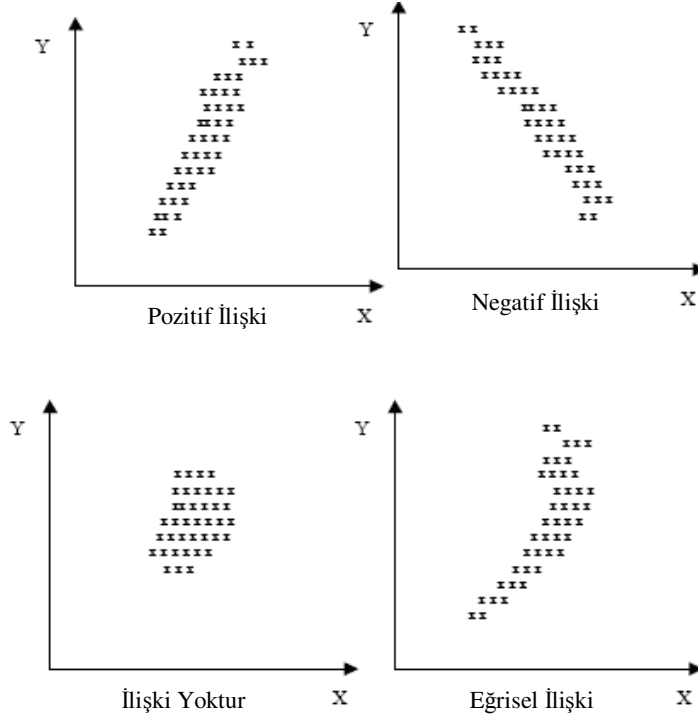
5.4.9.2. İki yönlü varyans analizi

İkiden fazla anakütle ortalaması karşılaştırılırken, iki niteliğe göre etki farklılığının olup olmadığı tespit edilecekse, yani veriler iki kritere göre sınıflandırıldığında iki yönlü varyans analizi kullanılır. Normal yumurta, likit yumurta ve toz yumurta kullanılarak elde edilen pandispanyaların kabarma oranları Tablo 4-13’de verilmişti. Eğer yumurta tiplerine göre ayrı ayrı üretilmiş pandispanyaların kabarma oranları arasında bir farklılık araştırılacaksa tek yönlü varyans analizi söz konusudur; fakat her bir ustabaşının diğer malzemeleri kullanım şekli de birbirinden farklılık arz edebileceğinden dolayı, ustabaşları arasında bir farklılık olup olmadığı da araştırılmak istenirse iki yönlü varyans analizi yapılmış olur (Newbold 2000).

5.4.10. Serpilme Diyagramı

Serpilme diyagram ile üretilen ürünün kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişkinin var olup olmadığı araştırılır. Bu diyagram ile sadece iki değişken arasındaki ilişkinin durumu incelenir. Aralarındaki ilişkinin yönü ve şiddeti belirlenebiliyorsa, bunlarla yapılan çeşitli kombinasyonlarla kalite üzerinde etkili olmak mümkün olabilmektedir. Uygun bir dağılım diyagramı çizmek için aralarında anlamlı bir ilişki bulunan ve birbirini etkilemekte olan iki adet değişkenle ilgili olarak, belirlenen bir zaman süresinde 50-100 adet arasında örnek alınmalı ve hesaplamalar bunlara göre yapılmalıdır. İmalat ortamlarında optimum kalite düzeyine ulaşabilmek ve süreç üzerinde kontrolü sağlayabilmek için iki karşılıklı değişken arasındaki ilişkinin incelenmesi gerekir. Örneğin, bir tornanın hızının değiştirilmesi bir makine parçasının boyutunda ne gibi bir değişikliğe yol açacaktır? Bu ve bunun gibi durumlarda “serpilme diyagramı” kullanılır (Bozkurt 2001).

Serpilme diyagramı, neden-sonuç ilişkisini önceden belirleyemez. Sadece iki değişken arasındaki ilişkinin lineer, parabolik veya başka matematiksel bir ilişki olup olmadığını belirtir. Değişik durumlar için serpilme diyagramları Şekil 5.13’ de gösterilmiştir.

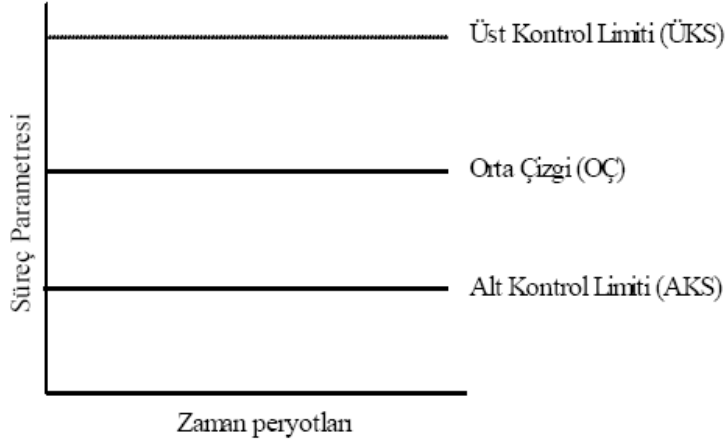


Şekil 5.13. Değişik durumlar için serpilme diyagramları
KAYNAK: Six Sigma Statistics with Excel and Minitab, The McGraw-Hill Companies, 2007, p. 234-235.

5.4.11. Kontrol Grafikleri

1920’li yılların ikinci yarısında, Bell Telefon Şirketinde, Walter Shewhart istatistiksel kalite kontrol teorisini geliştirdi. Bütün üretim süreçlerinin iki tür değişkenlik içerdiği sonucuna vardı. Birinci bileşen “tesadüfi değişkenlik”, ikinci tür değişkenlik ise özel nedenlere dayanan bir değişkenlikti. Özel nedenler etkin programlarla ekonomik olarak belirlenebilir ve ortadan kaldırılabildi. Shewhart, bu iki tür değişkenliği birbirinden ayıracak 3σ limitlerine dayanan standart kontrol grafiklerini oluşturdu. 1940’lı yıllarda kontrol grafikleri yaygın olarak kullanıldı. Daha sonra 50’li yıllarda Western Electric bu testlere dizi sayıları testlerini kattı. İstatistiksel kontrol grafikleri, standartların karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan istatistiksel tekniklerdir.

Bir kontrol grafiği temel olarak üç çizgi içerir. Bu çizgiler; üst kontrol limiti (ÜKS), orta çizgi (OÇ) ve alt kontrol limiti (AKS)'dir. Şekil 5.14' de örnek bir Shewhart kontrol grafiği gösterilmiştir (Breyfogle 1999).



Şekil 5.14. Shewhart kontrol kartı formatı

KAYNAK: Forrest W. Breyfogle; Implementing Six Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods, John Wiley and Sons, New York, 1999, s.160.

İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK), bir süreç içindeki değişkenliğin ölçümü ve değerlendirmesi ile bu tür bir değerşkenliği sınırlamak ve kontrol etmek için harcanan çabaları içerir. Çoğu ortak uygulamada, İPK bir kuruluşun ya da süreç sahibinin olası sorunları veya alışılmadık olayları tanımlamasına yardım eder.

Kontrol tablolarının Altı Sigma sisteminde üç belirgin kullanımı vardır;

- TÖAİK projesinin ilk "ölçüm" faaliyetlerinde, takımların, sorunların ya da "kontrol dışında kalan" durumların tiplerini ve sıklıklarını belirlemelerine yardımcı olur. Hatta hangi türde araştırma veya düzeltme faaliyetinin en etkili olabileceğini de söyleyebilir.
- Bir süreç çözümü ya da değerşkenliğinin (iyileştirme ya da kontrol aşamalarında) denenmesi ya da uygulanmasında, değerşkenliğin ve performansın nasıl etkilendiğini göstererek hatta başka çalışma veya araştırma alanları da önererek sonuçların izlenmesine yardımcı olur.
- Kontrol tabloları sürekli olan bir alarm sistemi gibi hareket eder ve inceleyen kişiyi süreçteki alışılmadık faaliyetler hakkında uyarır.

İPK'ya bir sürecin denetim altında olup olmadığını anlamının bir aracı olarak Shewhart kontrol grafikleri görülebilir. Bu kapsamda kontrol grafikleri, temel olarak süreci denetim altında tutmaya yarayan bir aygıt, ürün kalitesindeki değişkenliği azaltıcı bir düzenek olarak da tanımlanabilir (Neuman ve ark. 2004).

5.4.12. Deney Tasarımı

İstatistiksel proses kontrol (İPK), temelde pasif bir istatistiksel yöntemdir. İstatistiksel proses kontrolünde pasif olarak sürecin kontrol altında olup olmadığı kontrol edilir. Eğer proses kontrol altında ise, bize daha fazla bir bilgi üretmez. Buna karşılık deney tasarımları aktif istatistiksel yöntemlerdendir. Deneyler aktif olarak oluşturularak, bir dizi gözlem yapılarak prosesin iyileştirilmesi için deneyler yorumlanabilir.

Deney tasarım teknikleri, deneyden elde edilen bilgilerin minimum maliyetle maksimize edilmesi ile ilgilidir. Proses iyileştirme ve geliştirmede yaygın kullanılmaya başlayan deney tasarım tekniklerinin kullanılması şu sonuçları doğurur;

- Azalan değişkenlik ve hedef ihtiyaçlara çok yakın uygunluk,
- Geliştirilmiş süreç randımanları,
- Geliştirme süresinin azalması,
- Azalan maliyetler.

Deney tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyansın azaltılması için ilk uygulayan kişi Taguchi olmuştur. Taguchi deney tasarımının kullanımının şu noktalarda önemli olduğunu belirtmiştir (Montgomery 1991).

Altı Sigma metodolojisinin en önemli araçlarından biri olan deney tasarımı sayesinde, proses çıktıları ile girdiler arasındaki ilişkiler araştırılır ve prosesin çıktısını etkileyen önemli az girdiler bulunur. Deneyler sayesinde, girdilerin değişik durumları, çıktı üzerindeki etkileri incelenerek; önemli az girdiler ve bunların çıktı üzerinde yaptığı etkiler sayısallaştırılır. Süreç çıktısını en iyi hale getirmek için üç farklı yöntem kullanılabilir. Bunlardan birincisi deneme-yanılma, ikincisi her seferinde bir faktör yaklaşımı, üçüncüsü de tasarlanmış deneylerdir (Gürsakal ve Oğuzlar 2003).

5.4.12.1. Tam faktöryel deneyler

Faktöryel deneyler faktörler arasındaki etkileşimin tahminini mümkün kılar. İki veya daha fazla faktörün varlığında etkileşimin etkilerini bilmek, deneyi yapan araştırmacı için çok önemlidir. İki faktör arasındaki etkileşim anlamlı olduğunda, bir faktörün düzeylerindeki değişime karşılık tepki değişkeninde meydana gelen farklılık diğer faktörlerin tüm düzeylerinde aynı olmayacaktır. Tepki değişkeni üzerinde her iki faktörün etkileri belirlenebiliyorsa, etkileşim etkileri göz ardı edilemeyecektir. Etkileşim etkileri mevcut ve anlamlı ise, bu durum faktörlerin ana etkilerini maskeleyeceğinden, ana etkileri test etmek uygun olmayacaktır. Yalnızca faktörler bağımsız ve etkileşim yok ise ilgilenilen faktörlerin ana etkileri test edilebilir (Gürsakal ve Oğuzlar 2003).

5.4.12.2. Kesirli faktöryel deneyler

Faktör sayısı arttıkça yapılması gereken deney sayısı artar. Her biri iki seviyeli üç faktör analiz edilmek istendiğinde, 8 deney yapılması gerekmektedir. Çalışmada maliyet yüksekliği, zaman yetersizliği gibi nedenlerle çok sayıda deney yapamama sınırlayıcısı varsa $\frac{1}{2}$ kesirli faktöryel tasarımı uygulanabilir. Örneğin her birinin 2 düzeyi olan 12 tane faktörün olduğu durumda tam faktöryel deney yapmak için en az 4096 kombinasyon gerekmektedir. Bu da çoğu süreç için imkânsız gözükmektedir. Böyle durumlarda kesirli faktöryel deneylerden yararlanılmaktadır.

Deneylerin sanayi sektöründe yoğun olarak uygulanmamasının bir nedeni, tam eşlendirmeli (tam faktöryel) deneylerin yüksek maliyetidir. Kesirli deneyler, maliyet engelinin aşılmasına büyük ölçüde yardımcı olur (Şirvancı 1993).

6. GIDA SANAYİNDE ALTI SİGMANIN UYGULANABİLİRLİĞİ

6.1. Gıda Kalite Kontrolünde Altı Sigma Araçları

Gıda sanayiinde de yeni bir üretim fonksiyonu gerçekleştirilecek ise bunun temel faktörü bilgi olmaktadır. Diğer yandan kaliteye önem veren tüm firmalar müşteri gereksinimlerine ve gıda güvenliğine odaklanmaktadır. Bu gereksinimlerin yerine getirilmesi için gıda işletmelerinin bir teknoloji geleneğine sahip olması gerekmektedir. Altı Sigma yaklaşımının bu geleneğin sağlanmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan gıda güvenliği alanında yaşanan gelişmeler ve uluslararası gıda ticaretinde Dünya Ticaret Örgütü' nün anlaşmalarına göre şekillenen standartların birer teknik engelle dönüşmesi gıda işletmelerinde ürün ve süreç iyileştirmelerine verilen önemi arttırmaktadır. Bu nedenle gıda sanayi dünyada istatistiksel araçları kullanan en ileri ve deneyimli sektörlerin başında gelmektedir. Özellikle büyük gıda firmalarında, istatistiksel yöntemlerin yoğun olarak kullanıldığı Altı Sigma sisteminin, Toplam Kalite Yönetimi çatısı altında uygulanması yaygınlaşmaktadır. Dünya' da yeni yeni uygulamaları görülen Altı Sigma disiplini gıda sektöründe ilk uygulayan firma Dupont olmuştur. Şirketin 2001 yılı raporuna göre 1998 yılında başlanan Altı Sigma çalışmaları sonucunda 1100 çalışanı Kara Kuşak eğitimi almış ve 3400 iyileştirme projesi bitirilmiştir. Projelerden elde edilen kazanç, 700 Milyon Dolar olarak açıklanmıştır (Acar ve Çetin 2004).

Çizelge 6.1' de Gıda kalite kontrol alanında kullanılan istatistiksel teknikler gösterilmiştir. Bu istatistiksel teknikler, Altı Sigma yaklaşımıyla karşılaştırıldığında iki önemli farklılık ortaya çıkmaktadır. Bunlar, milyonda hata olasılığının kullanılması ve süreç yeterliliği indeksinin artırılmış olmasıdır. Süreç yeterliliği, bir sürecin sağlayabildiği en az kalite değişkenliği olarak tanımlanmaktadır. Süreç yeterliliği, insan, çevre, makine, materyal ve yöntem faktörlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Süreç yeterliliğini ölçmeden önce sürecin ve spesifikasyonların tanımlanması gerekmektedir. Spesifikasyonlar ve standartlar belirlenirken dikkat edilmesi gereken nokta, müşteri isteğinin ya da uluslararası standartların üzerinde sınırlılıkların konulmasıdır. Süreç yeterliliği analizinin amaçları sürecin ortalaması ve standart sapmasına göre sürecin toleranslara uygunluğunu gözlemek, örnek alma sıklıklarını

belirlemek, tedarikçiler arasında seçim yapmak için bir kriter sağlamak, alınacak önlemlerle üretim sürecinde değişkenliği azaltmak olarak sayılabilir (Gould 1992).

Çizelge 6.1. Gıda Kalite Kontrol Alanında Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Kullanım	İstatistiksel Teknikler
Ürün Tasarımı ✓ Ürün, Gıda Katkıları, Ambalajlama ✓ Duyusal Değerlendirme ✓ Raf Ömrü	A
Süreç Tasarımı ✓ Süreç Spesifikasyonu ✓ Süreç Yeterliliği	A, B
Tedarikçi ✓ Seçme ✓ Sınırlama ✓ Kontrol	B, C
Girdi Kalitesi ✓ Hammadde ✓ Yardımcı Malzeme	B, C
Süreç Spesifikasyon Uyumu ✓ Sınıflandırma, açıklama, yıkama, ısıl işlem, filtreleme, soğutma, şekil verme vb. ✓ Ambalaj güvenilirliği, doldurma, kodlama, görünüm ✓ Mikrobiyoloji	B, C, E, F
Ürün Spesifikasyon Uyumu ✓ Duyusal: renk, tat, koku ✓ İçerik, işlev	B, C
Depolama ve Dağıtım	B, C
Tüketici Şikayetleri	B, D
Ürün Denetimi ✓ Laboratuvar kontrolü ✓ Süreç, ürün, iş performansı	A, B, C
Ürün ve Süreç İyileştirme	A, D, F

- A. Deney Tasarımı : Faktöryel, ANOVA, Regresyon, EVOP, Taguchi
 B. Kontrol Grafikleri : \bar{X} -bar, R , n , np , c
 C. Onaylı Örnekleme : Gıda Kodeksi Standartlarına Göre Yapılan Örnekleme
 D. Diyagramlar : Pareto, Sebep - Sonuç
 E. Özel Örnekleme : Skiplot, Cusum, Serpilme Diyagramı, Akış Grafiği, Histogram, Çetele
 F. Özel Tablolar : Trend Analizi, Müşteri Şikayetleri

KAYNAK: Merton R. Hubbard, Statistical quality control for the food industry, New York : Chapman & Hall, 1996, p. 45.

6.1.1. Süreç yeterliliği analizi

Süreç yeterliliği, olası süreç yayılımının, gerçekleşen süreç yayılımına bölünmesiyle bulunmaktadır. Bir başka deyişle spesifikasyon limitlerinin süreç kontrol limitlerine oranı olarak da söylenebilir. Bu limitler ÜSL (Üst Spesifikasyon Limiti), ASL (Alt

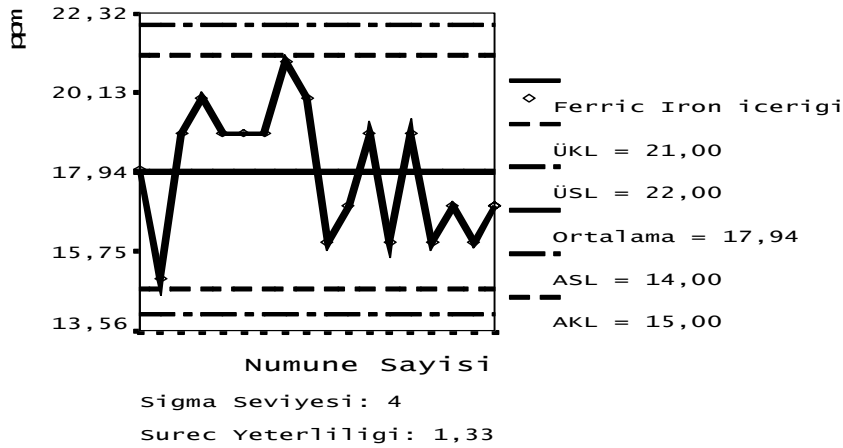
Spesifikasyon Limiti), ÜKL (Üst kontrol Limiti) ve AKL (Alt Kontrol Limiti) olarak aşağıda, formüle edilmiştir.

$$\text{Süreç Yeterlilik İndeksi} = C_p = \frac{\dot{U}SL - ASL}{\dot{U}KL - AKL} \Rightarrow \frac{\text{Tolerans}}{3\sigma} \Rightarrow \frac{4\sigma}{3\sigma} = 1,33$$

Günümüz gıda sanayiinde süreç iyileştirmelerinde, süreç yeterlilik indeksinin 1 ile 1.33 arasında olması kabul edilmekte ve 1.33' ün üstü ise başarılı sayılmaktadır. 1.33 değeri, işletmenin belirlediği 4 σ ' lık tolerans aralığının 3 σ ' ya bölünmesiyle bulunmaktadır. Altı sigma yaklaşımında ise süreç yeterlilik indeksinin 2 olması istenmektedir. Bir gıda işletmesinin bunu başarabilmesi için tolerans aralığını 4 σ ' dan 6 σ ' ya çıkartabilmesi gerekmektedir. Örneğin gıda kodeksine göre gıda ürünlerinde Ferric Iron bileşiminin ürün başına spesifikasyon limitleri 14-22 ppm olarak verilmiştir. Şekil 6.1' de bir işletmede 18 numune üzerinde yapılan analiz sonuçlarının kontrol grafiği gösterilmiştir. Buna göre;

$$C_p = \frac{\dot{U}SL - ASL}{\dot{U}KL - AKL} \Rightarrow \frac{22 - 14}{21 - 15} \Rightarrow \frac{8}{6} = 1,33 \quad \text{olarak bulunmaktadır. Kontrol}$$

limitlerinin 16-20' ye düşürülmesi süreç yeterliliğini 2' ye çıkartmaktadır.



Şekil 6.1. Süreç Yeterliliği Kontrol Grafiği

Süreç yeterliliği analizi bir gıda işletmesinde üretimin istenilen spesifikasyonlarda yapılıp yapılmadığını ya da süreçlerin iyi çalışıp çalışmadığını rakamsal olarak ortaya koymaktadır. Bu nedenle Altı Sigma Yaklaşımında süreç yeterliliği önemli bir kıyaslama aracıdır (Merton 1996).

6.1.2. Milyon olasılıkta hata sayısı

Altı Sigma yönteminin bir diğer farklılığı da milyonda hata olasılığının kullanılmasıdır. Bir süreç veya ürünün kalite niteliğinin standartlarına göre iyi / kötü ya da kabul / red olarak değerlendirilmesi birim başına hata (DPU-defect per unit) olarak ifade edilmektedir. Sürece duyarlı, yüksek karmaşıklık ve çeşitlilikte ürünlerin üretildiği üretim ortamlarında ise DPU ile beraber milyon olasılıkta hata sayısı (MOHS-Defect per million opportunities) kullanılmaktadır (Bener 2002). Milyon olasılıkta hata sayısı da süreç yeterliliğinde olduğu gibi firmanın sigma seviyesini ölçmektedir.

Her süreç için gerçekçi bir hata fırsatı belirlenmektedir. Bunun için üç adım kullanılmaktadır.

- Hata türleri hakkında bir ön liste hazırlamak
- Müşteri için önemli hataların hangileri olduğunu belirlemek
- Diğer standartlara karşılık önerilen hata fırsatı sayısını kontrol etmek

Bu kriterlere göre tek bir süreçte ortaya çıkabilecek bütün hatalar listelenmekte, süreç sonunda veriler toplanmakta, hata sayısı, kontrol edilen parça sayısı ve hata fırsatları belirlenmektedir. Buna göre milyon olasılıkta hata sayısı aşağıda verilen formülle bulunmaktadır.

$$\text{MOHS} = \frac{\text{Hata Sayısı}}{\text{Parça Sayısı} \times \text{Hata Fırsatı}} \times 10^6$$

Milyon olasılıkta hata sayısı, sürecin sigma seviyesini göstermektedir. Bunun için Motorola tarafından sigma dönüştürme tablosu geliştirilmiştir (Çizelge 6.2). Çizelge 6.2, milyon olasılıkta hata sayısını, sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi ile ilişkilendirmektedir.

Çizelge 6.2. Sigma dönüştürme çizelgesi

Başarı Oranı (%)	MOHS*	SIGMA	Başarı Oranı (%)	MOHS*	SIGMA
6,68	933200	0	93,32	66800	3
8,455	915450	0,125	94,79	52100	3,125
10,56	894400	0,25	95,99	40100	3,25
13,03	869700	0,375	96,96	30400	3,375
15,87	841300	0,5	97,73	22700	3,5
19,08	809200	0,625	98,32	16800	3,625
22,66	773400	0,75	98,78	12200	3,75
26,595	734050	0,875	99,12	8800	3,875
30,85	691500	1	99,38	6200	4
35,435	645650	1,125	99,565	4350	4,125
40,13	598700	1,25	99,7	3000	4,25
45,025	549750	1,375	99,795	2050	4,375
50	500000	1,5	99,87	1300	4,5
54,975	450250	1,625	99,91	900	4,625
59,87	401300	1,75	99,94	600	4,75
64,565	354350	1,875	99,96	400	4,875
69,15	308500	2	99,977	233	5
73,405	265950	2,125	99,982	180	5,125
77,34	226600	2,25	99,987	130	5,25
80,92	190800	2,375	99,992	80	5,375
84,13	158700	2,5	99,997	30	5,5
86,97	130300	2,625	99,99767	23,35	5,625
89,44	105600	2,75	99,99833	16,7	5,75
91,545	84550	2,875	99,999	10,05	5,875
			99,99966	3,4	6

* Milyon Olasılıktaki Hata Sayısı

KAYNAK: PANDE, P.S., NEUMAN, R.P. and R.R. CAVANAGH.. The Six Sigma Way, Klan Yayınları, İstanbul, 2000.

6.2. HACCP Sisteminde Sigma Seviyesi ve MOHS

Gıda işletmelerinde MOHS' nin hesaplanması yani hata fırsatlarının bulunması için o işletmenin HACCP (Kritik Kontrol Noktalarında Risk Analizi) gıda güvenliği yönetim sistemini uyguluyor olması oldukça kolaylık sağlamaktadır. Çizelge 6.4' de bir dondurulmuş gıda firmasında sebze üretim sürecinin HACCP planı verilmiştir. Buna göre belirlenmiş kontrol noktaları, Altı Sigma yaklaşımındaki hata fırsatlarını göstermektedir. Örneğin HACCP sistemini uygulayan bir gıda işletmesinin dondurulmuş sebze üretim sürecinde 4' ü kritik olmak üzere 16 kontrol noktası bulunmuştur. Bunların birer hata fırsatı olduğunu ve 3676 adet ürün kontrolünde 364 adet hatalı ürün çıktığını varsayarsak milyon olasılıkta hata sayısı 6200 olarak bulunur. Bu değer, 4σ ya denk gelmektedir. Sürecin sigma seviyesini arttırmak, kontrol noktalarına ve hatalı ürün sayısının azaltılmasına bağlıdır. Eğer süreç iyileştirmeleri

sonucu hata fırsatı sayısı 4 kritik kontrol noktasına indirildiğini ve 73529 adet üründe 1 hatalı ürün çıktığını varsayarsak milyon olasılıkta hata sayısı 3,4 olur.

$$\text{MOHS} = \frac{248}{2500 \times 16} \times 10^6 = 6200 \implies = 4 \sigma$$

$$\text{MOHS} = \frac{9}{2500 \times 16} \times 10^6 = 233 \implies = 5 \sigma$$

$$\text{MOHS} = \frac{1}{73529 \times 4} \times 10^6 = 3,4 \implies = 6 \sigma$$

Diğer sektörlerde olduğu gibi gıda sanayiinde de süreç yeterliliği, sigma seviyesi, milyon olasılıkta hata sayısı ve kalitesizlik maliyeti arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Buradaki ilişkiler, Çizelge 6.3' de gösterilmiştir. Küreselleşme ile birlikte yaşanan yoğun rekabet, gıda firmalarının 1 ya da 2 sigma seviyesi ile ayakta kalmalarını engellemektedir. Özellikle uluslararası gıda ticareti yapan firmaların kalite ve maliyette rekabet edebilmeleri için en az 4 sigma seviyesinde olması, rekabette üstünlük sağlama için ise 6 sigma seviyesine ulaşılması için projeler geliştirilmesi ve proje sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. Öte yandan Türkiye' de HACCP sisteminin 2012 yılına kadar tüm gıda işletmelerinde zorunlu olarak uygulanmaya başlayacağı ve kalitede bir kültür değişiminin yaşanacağı düşünülürse Altı Sigma yaklaşımının da gelecekte kalite çalışmalarının bir parçası olacağı söylenebilir.

Çizelge 6.3. Kalitesizlik Maliyeti, Süreç Yeterliliği ve Sigma Seviyesi Arasındaki İlişki

Kalitesizlik Maliyeti	MOHS*	Rekabet Gücü	Süreç Yeterlilik İndeksi (Cp)	Sigma Seviyesi (σ)
Satışların > % 40	697700	Rekabet Edici Değil	0,33	1
Satışların % 25-40	308537	Rekabet Edici Değil	0,67	2
Satışların % 15-25	66807	Eski Standart	1,0	3
Satışların % 8-15	6200	Mevcut Standart	1,33	4
Satışların % 3-8	233	Rekabet Edebilir	1,67	5
Satışların % 1-3	3,4	Yeni Standart	2,0	6

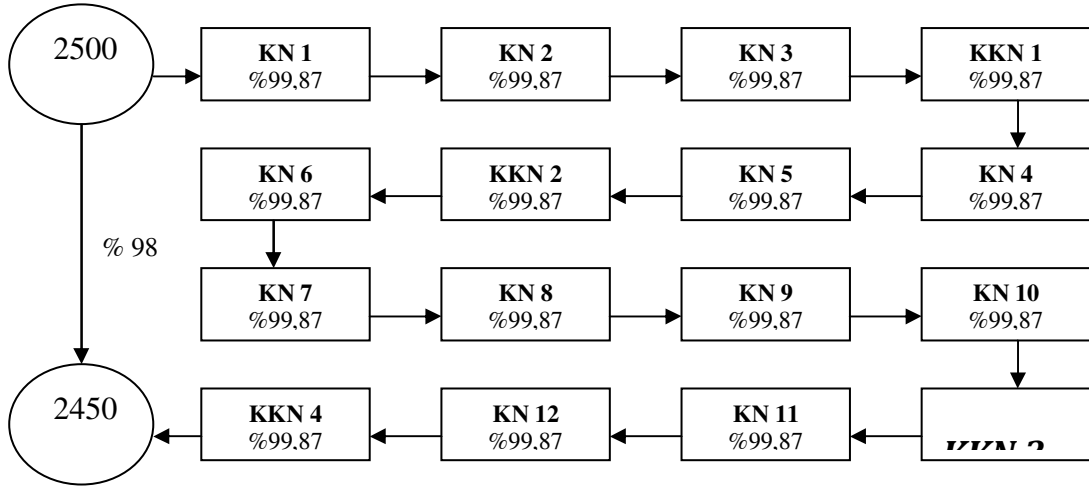
* Milyon Olasılıkta Hata Sayısı

KAYNAK: PANDE, P.S., NEUMAN, R.P. and R.R. CAVANAGH. The Six Sigma Way, Klan Yayınları, İstanbul, 2000.

Aşağıdaki Şekil 6.2 ve Şekil 6.3 ile Çizelge 6.4' deki HACCP planından yola çıkılarak bir sebze üretim sürecinin iyileştirilmesinde Altı Sigma yaklaşımının nasıl bir etki yapacağı ve sürecin sigma seviyesinin nasıl bulunacağı gösterilmeye çalışılmıştır. Şekil 6.2' de işletmenin % 98' lik hatasızlığa ulaşması için her bir kontrol noktasının ortalama başarı oranı % 99,87 olması gerekmektedir. Türkiye' de HACCP Gıda Güvenliği Yönetim Sistemini uygulamayan gıda işletmeleri genellikle kalite kontrolde son ürün testi yaptıklarından % 99,87' lik bir başarı oranıyla çalıştığı yanılgısına düşmektedirler. Gerçekte süreç, % 98'lik bir hatasızlık üretmektedir ve aradaki fark düşük kalitenin maliyeti olarak işletmeye yansımaktadır. Düşük kalitenin maliyeti gıda sanayinde henüz yeterince önemsenen bir konu olmamakla birlikte katma değerli ve yoğun işlem görmüş fonksiyonel gıdaların piyasada yer almaya başlaması ile değişmiştir. Bu durum, kritik kontrol noktalarının sadece gıda güvenliği için değil aynı zaman da işletmenin karlılık sağlaması için de kullanılmaya başlanacağını da göstermektedir. Çizelge 6.4' de 16 kontrol noktasının tamamı gıda güvenliği ile ilgilidir, ancak düşük kalitenin maliyeti arttıkça gıda sanayinde altı sigma çalışmalarının hız kazanacağı düşünülebilir.

Şekil 6.3' de dördü kritik olan tüm kontrol noktalarında Altı Sigma süreç iyileştirme projeleri uygulanarak Altı Sigma performansındaki bir üretim süreci gösterilmektedir. Buna göre haşlama, soğutma, metal dedektör ve yükleme ile ilgili kritik kontrol noktalarında Altı Sigma projeleri uygulanarak bu dört noktadaki hatasızlığın yani başarı oranının eşit bir şekilde % 99,999915' e çıkartıldığı ve diğer

kontrol noktalarında ise bu oranın % 100 olduğu varsayılarak milyonda 3,4 hata ile çalışan bir üretim süreci oluşturulmuştur.



KN = Kontrol Noktası

KKN = Kritik Kontrol Noktası

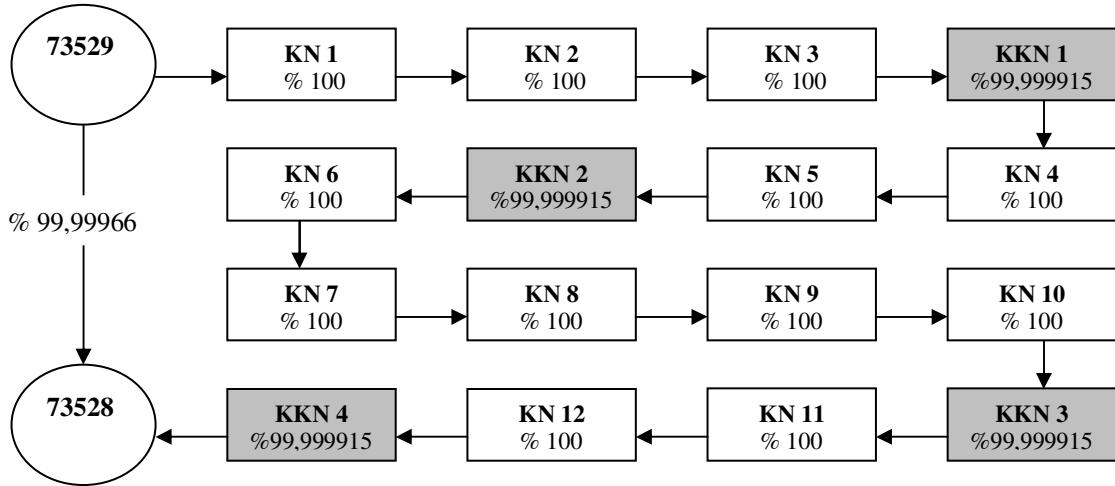
■ Ürün Başına Hata (übh) = $50 / 2500 = 0.02$

■ Kontrol Noktası Başına Hata = $0.02 / 16 = 0.00125$

■ Süreç Başarı Oranı = $e^{-0.00125} = \% 99.87$

Sigma seviyesi = $4,5 \sigma$

Şekil 6.2. Sürecin Ortalama Başarı Oranı



KKN 1 = Haşlama

KKN 2 = Soğutma

KKN 3 = Metal Dedektör

KKN 4 = Yükleme

übh = $1 / 73529 = 13.6 \times 10^{-6} / 4 = 3.4 \times 10^{-6}$ $e^{-0.0000034} = 0.9999966$

Sigma Seviyesi = 6σ

Şekil 6.3. Altı Sigma Performansındaki Üretim Süreci

Çizelge 6.4. Dondurulmuş sebze üretiminde kritik kontrol noktalarını içeren HACCP planı

No	Proses / Materyal	Olası Uygunsuzluk	Önem ve Kontrol	KN / KKN	Kritik Limit	Düzeltilici Eylem
1	Hammadde	Kimyasal Madde Kontaminasyonu	Hammadde Girdi Kontrolü	KN-1	Tanımlanmayan kimyasal madde tat, koku olmamalı	Hammadde Reddedilir
2	Hammadde	Pestisit Kontaminasyonu	Ürüne Özel İşlemler: Yıkama, Ayıklama, Haşlama	KN-2	Türk Gıda Kodeksi	Pestisit Bulunan Yöreden Hammadde Alınmaması
3	Ambalaj	Yabancı Madde Kontaminasyonu	Satınalma Teknik Spesifikasyonları Metal Dedektör	KN-3	Teknik Spesifikasyon	Yardımcı Malzeme Reddedilir
4	Haşlama	Yetersiz Isı Nedeniyle Patojen Mikroorganizmaların Ölmemesi	Kalibrasyon Prosedürü Blaşör Sıcaklık Kontrolü	KKN-1	En Düşük 75 °C	Ürün Tekrar Blaşörden Geçirilir
5	Soğutma	Soğutma Suyundan Mikr. Bulaşma	Suyun Klorlanması	KKN-2	En Düşük 3 ppm	Klor Pompası Ayarlanır
6	Ayıklama	Ekipman, Personel ve Havadan Mikrobiyolojik Bulaşma	GMP	KN-4	Coliform : Ø TB 100 adet / gram	Uygun Olmayan Ürün Kontrolü Prosedürü
7	Blok-Dolum Tartım	Bloklardan Mikrobiyolojik Bulaşma	Blokların Klorlu Su ile Dezenfekte Edilmesi	KN-5	En Düşük 20 ppm	Klor Pompası Ayarlanır
8	IQF Dondurma	Yetersiz Soğutma Nedeniyle Mikrobiyolojik Bozulma	IQF Kullanma Talimatı	KN-6	En Düşük -35 °C	Besleme Azaltılır ve Tekrar ICF' e Verilir
9	Tartım Paketleme	Sıcaklığın Yükselmesi Nedeniyle Mikrobiyolojik Bozulma	Ürün Sıcaklık Kontrolü	KN-7	En Yüksek +5 °C	Sıcaklık Düşürülür ve Tekrar ICF' e Verilir
10	Mamul Kontrolü	Üründe Patojen Mikroorganizma Bulunması		KN-8	Salmonella : Ø / 25 gr Listeria : Ø / 25 gr	Uygun Olmayan Ürün Kontrolü Prosedürü
11	Mamul Kontrolü	Fiziksel Kusurlar	Ürünü Özel İşlemler	KN-9	Mamul Tanıtım Kartı	
12	Depolama	Depo Sıcaklığının Düşmesinden Dolayı Mikrobiyolojik Bozulma		KN-10	En Yüksek +5 °C	Bakım Yapılır ve Gerekirse Depolar Boşaltılır
13	Metal Dedektör	Metal Dedektörün Ayırmaması ya da Arızalanması	Metal Dedektör Kullanma Talimatı	KKN-3	4 mm Fe 4 mm Non Fe 5 mm SS	Ürünler Tekrar Metal Dedektörden Geçirilir
14	Sevkiyat Hazırlığı	Sıcaklığın Yükselmesi Ürün Sıcaklık Kontrolü	Sevkiyat Hazırlık Çalışma Talimatı	KN-11	En Yüksek +5 °C	Ürün Depoya ya da Tünele Alınır
15	Yükleme	Yükleme Süresinin Uzamasından Dolayı Sıcaklığın Yükselmesi	Yükleme Çalışma Talimatı	KN-12	En Yüksek +5 °C	Ürün Depoya ya da Tünele Alınır
16	Yükleme	Aracın Termokinginin Arızalı Olması Sonucu Ürün Sıcaklığının Yükselmesi ve Mikrobiyolojik Bozulma	Araç Kontrolü	KKN-4	Termoking Arızasız Olması	Araç Reddedilir

KAYNAK: Kalitest Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti., Denetim Notları, 2009.

6.3. Gıda Sanayindeki Çeşitli Altı Sigma Projeleri

6.3.1. Bir gıda işletmesinde metal deteksiyon iyileştirmesi

Gıda sanayinde müşteri şikayetlerinin başında üründe metal parçacıklarının bulunması gelmektedir. Gıda ürünlerinde metal bulaşması gıda güvenliği için son derece önemli olmakta ve kontrol edilmemesi durumunda kabul edilemez sağlık riskleri ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle son üründeki metal parçacığının ortaya çıkarılması ve bununla ilgili sürecin tekrar tasarlanması ya da geliştirilmesi bir Altı Sigma TÖAİK projesi olarak ele alınabilir. HACCP Sisteminin uygulandığı birçok işletme için, üretim sürecinde metal bulaşması tehlikesini ortaya çıkaran metal detektör, bir kritik kontrol noktasıdır. Çizelge 6.4' de verilen HACCP planında da metal detektör, üçüncü kritik kontrol noktası gösterilmiştir. Proje sorumluları, işte bu kritik kontrol noktası için Altı Sigma süreç iyileştirme projesini uygulamaya karar vermişlerdir. Bu proje için Altı Sigma takımı oluşturulmuş ve amaçlar ortaya konmuştur.

TÖAİK modeli, tanımlama, ölçme, analiz etme, iyileştirme, kontrol etme adımlarından oluşmaktaydı. Tanımlama adımında, sorun ve amaç ifadelendirilerek nelerin yapılabileceği ortaya konmaktadır. Buna göre amaçlar şu şekilde sıralanmıştır;

- Ortalama olarak ayda 4 kez olan konuyla ilgili müşteri şikayetlerini düşürmek
- 4,2 σ olan sürecin sigma yeterlilik seviyesini arttırmak (3000 mohs' yi düşürmek)
- Hurdaya çıkan ürünleri azaltarak (fabrika atıklarının azaltılması) gizli fabrika maliyetlerinin düşürülmesini sağlamak.

Yapılacaklar ise hammaddeden kaynaklanan metal girişinin önlenmesi ya da azaltılması, deteksiyon sisteminin iç kontrolünün ve seçiminin geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Bu amaçların yerine getirilmesi için nelerin ölçüleceği ikinci adımda ortaya konulmaktadır. Üçüncü aşamadaysa 3 ay boyunca her hafta analiz ve çözüm hakkında toplantılar yapılmış, sonraki 2 ayda ise sonuçlar izlenmiştir. Sonuçlara göre 14 sorun belirlenmiş ve Beyin Fırtınası tekniği ile sorunlar 6 konuda kategorize edilerek öncelik sıralaması yapılmıştır. Konular ve öncelik puanlandırması aşağıda verilmiştir;

Çizelge 6.5. Beyin fırtınası tekniği sonuçları

Konu	Öncelik Puanlandırması
Hammadde / Tedarikçi	2
Ekipman Duyarlılığı	3
İç Kontrol Sistemi	1
Rutubet Nedeniyle Oluşan Bozulma	6
Deteksiyon Sisteminin Kuruluşu / Yer Değişimi	5
Dedektör Sayısı Birim / Esneklik	4

KAYNAK: Alice Jarvis, Food Quality and Six Sigma: A Path to Profit, Vorhaus & Company Inc., New York, September –October 2003, 9 p.

Son olarak Balık Kılıcı Diyagramı yardımıyla tüm konuların neden-sonuçları analiz edilmiştir. Dördüncü aşamada ise proje yönetimi, verileri kullanarak gerçekçi çözümler üretmekte, sürecin iyileştirilmesi için eylem planını hazırlamaktadır. Buna göre işletme yönetimi tarafından şu kararlar uygulamaya alınmıştır;

- İç bakım ve deteksiyon sisteminin kontrolünü yapısal olarak geliştirmek,
- Son ürünün son kontrolü için bir ekstra deteksiyon birimi oluşturmak,
- Tüm üretim hatları için detektörleri değiştirilebilir şekilde tekrar yerleştirmek,
- Açıklayıcı prosedürler geliştirmek,
- Tedarikçilerle ilişkileri arttırmak.

Modelin son ayağı ise kontrol etmedir. Sonuçlar, üç başlık altında değerlendirilmiştir;

- Üründe Metal Bulaşma ile ilgili Müşteri Şikayetleri
 - Projeden önce 3 aylık ortalama şikayet sayısı: 4
 - Projeden sonra 3 aylık ortalama şikayet sayısı: 0
 - Hatalı ürün sayısında azalma
 - Projeden önce: 4,2 Sigma ve 3000 mohs (milyon olasılıkta hata sayısı)
 - Projeden sonra: 5,2 Sigma ve < 100 mohs
- Metal ile ilgili fabrika atıkları % 80 azalmıştır (Jarvis 2003).

6.3.2. Bir süt işletmesinde yemleme sisteminin iyileştirilmesi

Amerika Birleşik Devletleri' nde bir süt üretim işletmesi Altı Sigma yaklaşımını kendi işletmesinde uygulamaya geçirmiştir. İşletme yönetimi, ilk olarak süt üretim maliyetine en büyük etkiyi yapan yemleme sistemine Altı Sigma Süreç İyileştirme modelini uyarlamıştır.

Cornell Üniversitesinde yürütülen bir araştırma süt üretim işletmelerinde satın alınan yemlerin genellikle süt verimliliğini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Bu nedenle maliyete yaklaşık % 25 etki eden yemleme sisteminin iyileştirilmesi ya da yeniden tasarlanması süt üretim işletmelerinde verimliliği arttırmakta ve maliyeti düşürmektedir.

Süreç İyileştirme modeli, Tanımlama, Ölçme, Analiz Etme, İyileştirme, Kontrol Etme adımlarından oluşmaktadır. Tanımlama adımında, sorun ve amaç ifadelendirilmektedir. İşletme yönetimi, sorunu inek başına süt çıktısında yaşanan düşüş olarak belirlemiştir. Amaç ise yemleme sisteminde değişkenliğe yol açan kaynakların belirlenip azaltılmasını sağlamaktır. Bu amacın yerine getirilmesi için nelerin ölçüleceği ikinci adımda ortaya konulur. Tedarikçilerden sağlanan katkı maddeleri ve yemlerin kullanım oranları, mısır, ot ve yonca silajının kuru madde miktarındaki standart sapmaları, kilogram süt başına yem maliyeti ölçülmektedir. Üçüncü adımda ise veriler analiz edilmekte süreç yeterliliği ve sigma seviyesi bulunmaktadır. Örneğin mısır silajının kuru madde miktarının standart sapması 178 numuneden alınan verilere göre 3,3 olarak hesaplanmıştır. İdeal bir süt üretim işletmesi ancak 0,5 standart sapmayı kontrol edebilmektedir. İşletmenin süreç yeterliliği indeksi 1' in aşağısında ve sigma seviyesi yaklaşık 2 olarak bulunmuştur. Modelin dördüncü ayağını iyileştirme oluşturmaktadır. Bu aşamada yönetim, verileri kullanarak gerçekçi çözümler üretmekte, sürecin iyileştirilmesi için eylem planını hazırlamaktadır. Buna göre işletme yönetimi şu kararları uygulamaya almıştır;

- Satın alınan katkı maddelerinin ve yemlerin istenilen kriterde olmasını sağlamak için onaylı tedarikçi listesini yeniden oluşturmak
- Örnekleme hatasını azaltmak için standart işlem prosedürü oluşturmak
- Hızlı kuru madde tayini yöntemlerini geliştirmek

- Yem formülasyonları hazırlanırken ne tür ve ne kadar yemin karışımında kullanılacağını belirlemek için bir yazılım oluşturmak

Son aşamada ise dört adım sonunda sağlanan kazançlar değerlendirilmektedir. Bu kazançların sürdürülmesi ve artırılması için neler yapılabileceği kararlaştırılır ve Altı Sigma' nın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır. İşletme Altı Sigma uygulamasından 18 ay sonra varyasyon kaynaklarını kontrol altına almayı başarmış ve kendi Altı Sigma takımını (Şampiyon, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşaklar) yetiştirmeye başlamıştır (Tylutki 2002).

6.4. Altı Sigma Proje Örneği

Operasyonel mükemmelliğe ulaşmada süreçlerin ölçümü ve geliştirilmesi kesinlikle büyük önem taşımaktadır. Bu boyutta işletmelere rehberlik edip yol gösterecek bir yöntem ve işletme felsefesi olan altı sigma, son yıllarda ulaşılmaya çalışılan bir hedef olarak benimsenmeye başlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde toplanan veriler irdelenerek, iyileştirmeye açık alanlar belirlenmekte ve uzman kadroların çalışmaları neticesinde hata sayılarının düşmesi sağlanmaktadır. Değişkenliklerin kaynağı ve hatalar yok edildiğinde maliyetler ve süreç çevrim süreleri azalmaktadır.

Gıda sanayi için yeni bir kavram olan altı sigma, Türkiye' de çok az sayıda uygulanmaktadır. Bu bölümde altı sigma proje örneği için veri toplanan firma hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra, pastacılık sektöründe önemli bir yeri olan profiterol topu üretimindeki olası hatalar belirlenip, bu hatalardan en önemli olan hata veya hataların, Altı Sigma yaklaşımı kullanılarak nasıl minimize edilebileceği gösterilmeye çalışılacaktır.

6.4.1. Firma hakkında

Pastacılık ürünleri ve unlu mamuller sektöründe yer alan Larisa Gıda, 2004 yılında faaliyetine başlamış olup deneyimli üst yönetim kadrosu ile günümüzde sektörün gıda devlerine ürün tedarik eden öncü ve lider bir kuruluş haline gelmiştir.

Larisa Gıda'nın politikası, müşteri ihtiyacı ve beklentilerinin eksiksiz ve zamanında karşılanarak müşteri memnuniyetini sağlamak, bunu sağlarken mevcut kaliteyi ve gıda güvenliğini sürekli geliştirerek korumaktır.

Pastacılık ürünleri, Turanköy/Kestel işletmesinde, Kurutulmuş ürünler ise Çalı işletmesinde toplam 1500 m² lik kapalı ve 4000 m² açık alanda üretilmektedir. Pastacılık ürünleri, ekmek kadayıfı, profiterol, kekler, hazır kek karışımları gibi ürünlerden oluşurken, kurutulmuş ürünler ise kruton (kır ekmek), galeta Unu, instant şehriye(kurdele şehriye), tarhanayı kapsamaktadır. Bu ürünlerle ülkenin lider gıda firmalarına ve catering sektörüne hizmet vermekte, bir yandan da ihracat ve perakende alanında da ürün verme hazırlıkları yapılmaktadır.

6.4.2. Adımlar ile Altı Sigma Projesi

TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) modeli çerçevesinde adım adım bir altı sigma projesinin nasıl gerçekleştirilebileceği aşağıda gösterilmeye çalışılmıştır. Tanımlama adımının alt adımları Y' nin açıklanması, süreç analizi ve Y' nin belirlenmesi, ölçme adımının alt adımları, veri toplama, hedef tespiti, sigma seviyesinin onaylanması, analiz aşamasında ise kritik girdilerin ortaya çıkartılması, iyileştirme adımının alt adımı olarak ise istatistiksel doğrulama ve kontrol adımı ile de sürecin sürekliliğini sağlanması gerekmektedir.

6.4.2.1. Y' nin açıklanması

Şirket karlılığını arttırmak için hangi girdilerin olduğu öncelikle tespit edilir. İçlerinden hangisi ya da hangilerinin altı sigma projesine değer olabileceği bulunarak ortaya konmaktadır. Unlu mamuller üretimi için profiterol topu üretimi ciddi kayıplara yol açmakta ve hem maliyet hem de müşteri memnuniyeti açısından şirket için önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Sorunun, firmanın değişen üretim şartları, yeni ürünlere bağlı olarak değişen fabrika yerleşimi ve mevcut üretim ekipmanlarının fabrika tasarımına uygun olmaması gibi uzun vadede çözülebilecek temel nedenlerinin yanında, doğrudan üretimde yapılabilecek iyileştirmeler ile kısa vade çözüme kavuşturulabilecek bölümleri olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda,

Büyük Hedef (şirket karının büyümesi) $Y = f(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$

y_1 : Hammadde masraflarının iyileştirilmesi

y_2 : Promosyonun arttırılması

y₃: Uygun olmayan (hatalı) profiterol toplarının azaltılması

...

Hatasız profiterol toplarının arttırılması ile şirket karlılığı arasında yüksek ilişki olduğu gözlenmektedir.

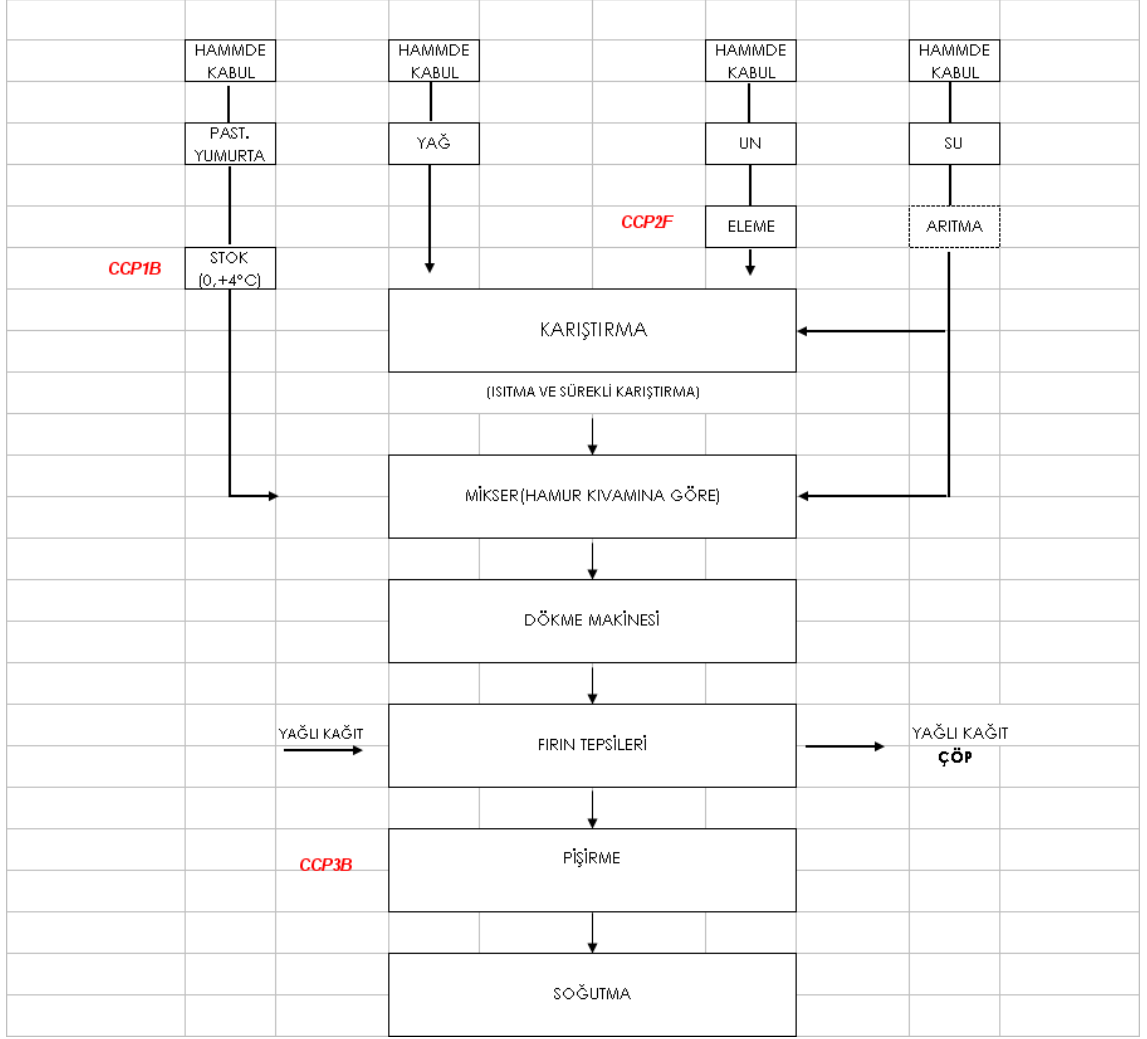
6.4.2.2. Profiterol topu üretim sürecinin analizi

Profiterol üretimi, üç aşamadan oluşmakta olup birinci aşamada profiterol topunun üretilmesi, ikinci aşamada krema hazırlanması ve üçüncü aşamada ise hazırlanan kremanın profiterol topuna doldurulması işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şekil 6.4' de birinci aşama ile ilgili olan profiterol topunun akışı gösterilmektedir.

6.4.2.3. Y' nin belirlenmesi

Şekil 6.4' de gösterilen Profiterol topu üretim sürecinin tamamı incelenmiş olup odaklanacak nokta ya da noktaların tespiti için firmaya ait, uygun olmayan ürün kontrol formu kayıtları incelenmiştir. Bu kayıtlar, uygun olmayan ürün ya da üretim oluştuğunda firmanın kalite bölümü tarafından ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemi gereği tutulmaktadır. 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı içerisindeki uygun olmayan ürün kayıtlarına göre uygunsuzluk ya da hata kaynakları aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

- Şeklinin bozuk olması ya da ezik olması
- Kabarmamış olması ya da içinin yeterince boş olmaması
- Pişmemiş olması
- Aşırı pişmiş olması
- Büyük ya da küçük miktarda olması
- Profiterol topunun kremasız olması



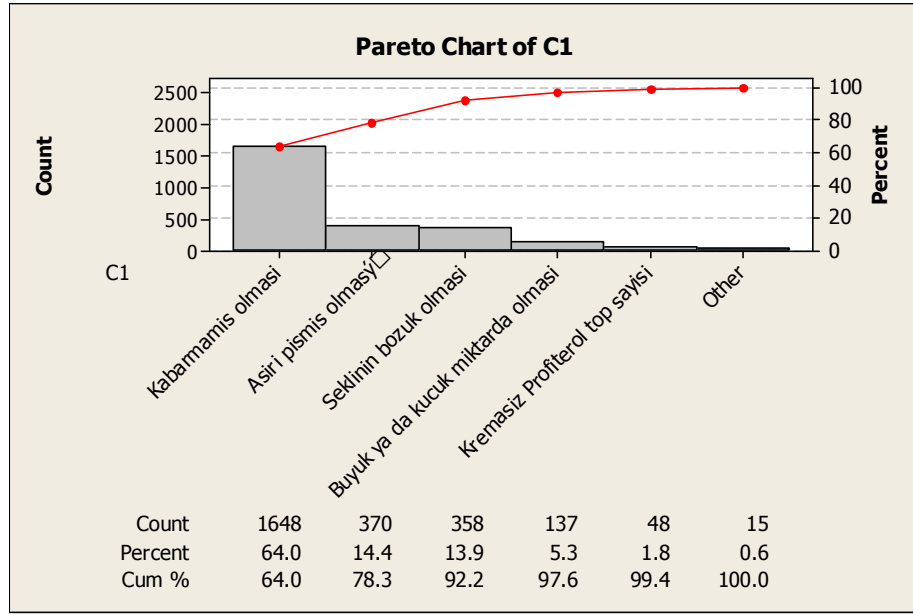
Şekil 6.4. Profiterol Topu Üretim Süreci

6.4.2.4. Veri toplama

Uygun olmayan ürün kayıtları ayrıntılı olarak incelendiğinde hatalı ürünlere ait dönemsel veriler Çizelge 6.6' da gösterilmiştir. Hata türlerinin pareto analizi ise Şekil 6.5' de verilmiştir. Toplanan veriler, 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı dönemine ait olup, toplam 62 gün süresince devam eden ve her gün, bir üretim bir parti olacak şekilde kayıt altına alınmıştır. Tezin ekler kısmında çizelge şeklinde 62 günlük üretimin hata türlerine göre hatalı üretim miktarları gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. Hata türlerine göre 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı üretimindeki hata sayıları

Hata Türleri	Hata sayıları
Şeklinin bozuk olma ya da ezik olma sayısı	22.205
Kabarmamış olma sayısı	102.172
Pişmemiş sayısı	926
Aşırı pişmiş sayısı	22.950
Büyük ya da küçük olma sayısı	8.509
Kremasız olma sayısı	2.945
Toplam Bloke ürün sayısı	159.707
Üretim miktarı (uygun profiterol adedi)	7.851.578



Şekil 6.5. Pareto analizi ile 2008 yılı Şubat-Temmuz ayı üretimindeki hata türleri sayıları

Çizelge 6.6 ve Şekil 6.5’ de gösterilen pareto analizi ile hataların nedenleri ya da faktörleri, beyin fırtınası yöntemi ile tartışılmıştır. Öncelikle kalite ve gıda güvenliği ekibi, üretim sorumluları ve üst yönetimden oluşan bir grup oluşturulmuştur. Grubun ortak amacı, profiterol üretimindeki hataların nedenlerinin tanımlanması olarak belirlenmiştir. Görüşülecek konu, açık bir şekilde belirlendikten sonra her katılımcı, bir kağıda iki veya üç öneri belirtmiş ve her önerinin üç satırdan fazla olmaması sağlanmıştır. Tüm önerilen nedenler, tüm katılımcıların görebileceği şekilde yazılı hale getirilerek ve her üye her önerilen nedene oy verebilecek şekilde oylanmıştır. En çok oy alan nedenler işaretlenmiş ve oy almayan öneriler elenmiştir. Daha sonra işaretlenmiş öneriler, aynı grup tarafından her üye yalnızca bir oy kullanabilecek şekilde ikinci tur

oylamadan geçirilmiştir. Ortaya çıkan nedenler ya da faktörler, alınan oyların öncelik puanlandırmasına göre Çizelge 6.7' de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Çizelge 6.7. Profiterol üretimindeki hataların olası faktörleri

Konu	Öncelik puanlandırması
Likit Yumurtanın Depolama Sıcaklığı	4
Çalışma Ortamı Sıcaklığı	5
Hamurun Akışkanlığı	6
Fırın Sıcaklığı	2
Fırın içi Sıcaklığın Dağılımı	1
Dökme Makinesinin Ayarı	7
Kesikli / Sürekli Üretim	8
Bitmiş Ürünün Fırında Bekletilme Süresi	3

6.4.2.5. Hedef Tespiti ve Sigma Seviyesinin Onaylanması

2008 yılı Şubat-Temmuz ayı içerisindeki toplam 62 gün boyunca üretimi gerçekleştirilen uygun olmayan ürün kayıtlarına göre firmanın başarı oranı %97-98 arasında yaşanmıştır. Bir başka sayısal ifade ile % 2-3 seviyesinde üretim süreci başarısızlık üretmiştir. Ölçülen dönem içerisinde toplam 7.851.578 adet uygun, 159.707 adet hatalı profiterol üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6.8. Sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	
Üretim Günü (parti)	11	12	9	16	12	2	
Parça Sayısı*	1.245.366	1.300.195	1.221.021	2.169.764	1.631.821	283.411	
Hata Sayısı**	25.962,0	25.675,0	21.894,0	42.099,0	37.966,0	6.111,0	
Hata Oranı	0,0208469	0,0197470	0,0179309	0,0194026	0,0232660	0,0215623	
Başarı Oranı	97,92%	98,03%	98,21%	98,06%	97,67%	97,84%	
DPPM	20.846,9	19.747,0	17.930,9	19.402,6	23.266,0	21.562,3	
C _{pk}	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66	0,67	
Süreç Sigma Seviyesi	3,5	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	
*Uygun profiterol adedi						Toplam Hata Sayısı	159.707
**Fire profiterol top adedi						Toplam Üretim Miktarı	7.851.578
						Başarı Oranı	%97,97
						Ortalama Sigma Seviyesi	3,5

Sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi ile ilgili bilgiler Çizelge 6.8' de gösterilmiştir. Çizelge 6.8, incelendiğinde üretim sürecinin başarı oranının %97,97 ve ortalama sigma seviyesin 3,5 olduğu görülmektedir.

6.4.2.6. Kritik Girdilerin Seçimi

Çizelge 6.7' de gösterilen faktörlerin hangilerinin kritik olarak hataları etkilediğini tespit etmek için 2008 yılına ait verilerden regresyon analizi ve varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Regresyon analizi sonuçları Çizelge 6.9' da, varyans analizi sonuçları Çizelge 6.10' da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9. Profiterol üretimindeki hata faktörlerinin regresyon analizi sonuçları

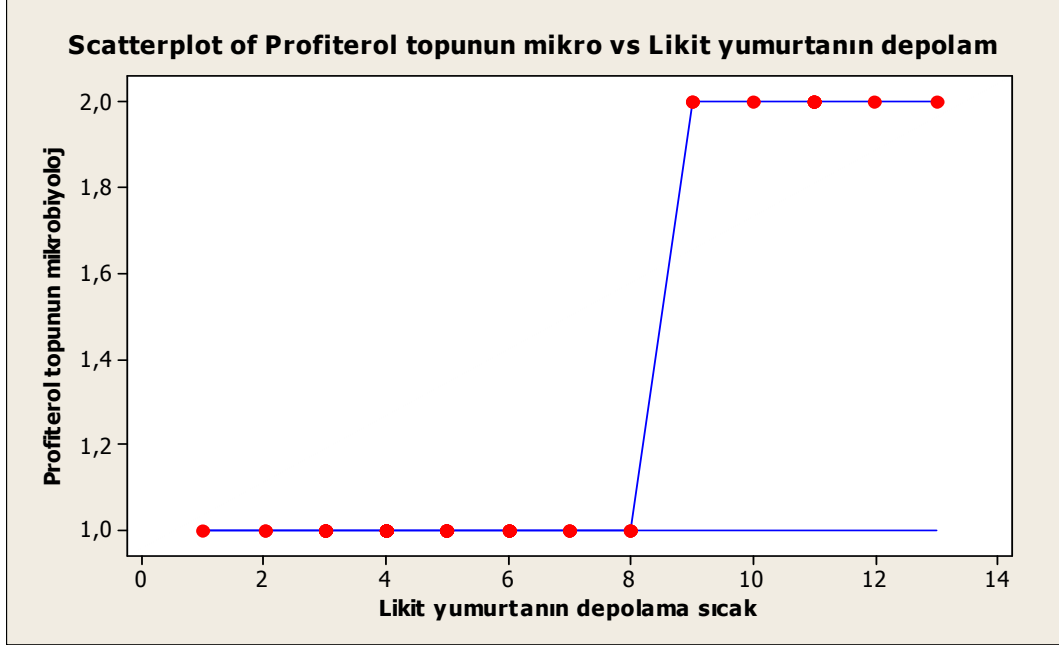
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Toplam hatalı ürün sayısı	-104304	16225	-6,43	0,000
Likit yumurtanın depolama sıcaklığı	47,14	32,59	1,45	0,154
Çalışma ortamı sıcaklığı	-3,07	33,67	-0,09	0,928
Fırın içi Sıcaklığı (üst bölge)	19,94	16,59	1,20	0,235
Fırın içi Sıcaklığı (orta bölge)	212,21	61,28	3,46	0,001
Fırın içi Sıcaklığı (alt bölge)	135,31	93,12	1,45	0,152
Bitmiş ürünün fırında bekletilme süresi	27,49	11,18	2,46	0,017

Çizelge 6.10. Profiterol üretimindeki hata faktörlerinin varyans analizi sonuçları

Kaynak	DF	SS	R-Sq	MS	F	P
Regresyon	6	37859154	60,3	6309859	13,93	0,000
Likit yumurtanın depolama sıcaklığı	1	346217	0,5			
Çalışma ortamı sıcaklığı	1	122117	0,2			
Fırın içi Sıcaklığı (üst bölge)	1	14760095	23,5			
Fırın içi Sıcaklığı (orta bölge)	1	19251763	30,7			
Fırın içi Sıcaklığı (alt bölge)	1	641528	1			
Bitmiş ürünün fırında bekletilme süresi	1	2737434	4,4			
Sapma Hatası	55	24904505	39,7	452809		
Toplam	61	62763659	100			

Çizelge 6.9' da gösterilen regresyon analiz sonucu incelendiğinde ilgili altı hata faktöründen P değeri 0,05' den küçük olan fırın içi sıcaklık ve bitmiş ürünün fırında bekletilme süresinin toplam hatalı ürün miktarı üzerine etkisi olduğu anlamına gelmektedir. Öte yandan Çizelge 6.9' daki regresyon denklemi katsayısına bakıldığında en yüksek + 212 değeri ile orta bölgedeki fırın içi sıcaklık değişkeninin toplam hatalı ürün miktarı üzerinde pozitif yani arttıran bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Çizelge 6.10' da gösterilen varyans analiz sonucu incelendiğinde ise

ilgili altı faktörün, toplam hatalı ürün miktarındaki değişkenliği % 60,3 oranında açıkladığı görülmektedir. Bir başka deyiş ile ilgili altı faktör dışında kalan değişkenliğin toplam hatalı ürün miktarı % 39,7 oranında açıkladığı ifade edilebilir.



1:Uygun, 2: Uygun Değil

Şekil 6.6. Likit yumurtanın depolama sıcaklığı ile mikrobiyolojik yük arasındaki ilişki

2008 yılı Şubat-Temmuz ayı içerisindeki verilerden bir başka anlamlı ilişki ise Şekil 6.6' da gösterilmiştir. Şekil 6.6' daki grafikte, profiterol topunun mikrobiyolojisinin, likit yumurtanın depolama sıcaklığı ile yüksek ilişkili olduğu görülmektedir. 8°C' ye kadar olan sıcaklıklarda mikrobiyolojinin 1, 8°C' den sonra 9°C' ye kadar kararsız ve 2' ye doğru gittiği, 10°C ve sonrası için 2 olduğu gözlenmektedir.

Yukarıdaki analiz sonuçlarına göre profiterol topu üretimindeki altı adet hata faktörünün toplam hatalı ürün miktarının düşürülmesinde etkili olabileceği, kritik değişken ya da girdi olarak ise fırının orta bölgesindeki sıcaklık değeri, bitmiş ürünün fırındaki bekletilme süresi ve likit yumurtanın depolama sıcaklık değeri söylenebilir.

6.4.2.7. İyileştirme Uygulaması ve İstatistiksel Doğrulama

Larisa Gıda, bir önceki adımda ortaya konulan üç kritik girdinin iyileştirilmesi için düzeltici ve önleyici faaliyet çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Aşağıda ilgili düzeltici ve önleyici faaliyetler için alınan kararlar gösterilmiştir;

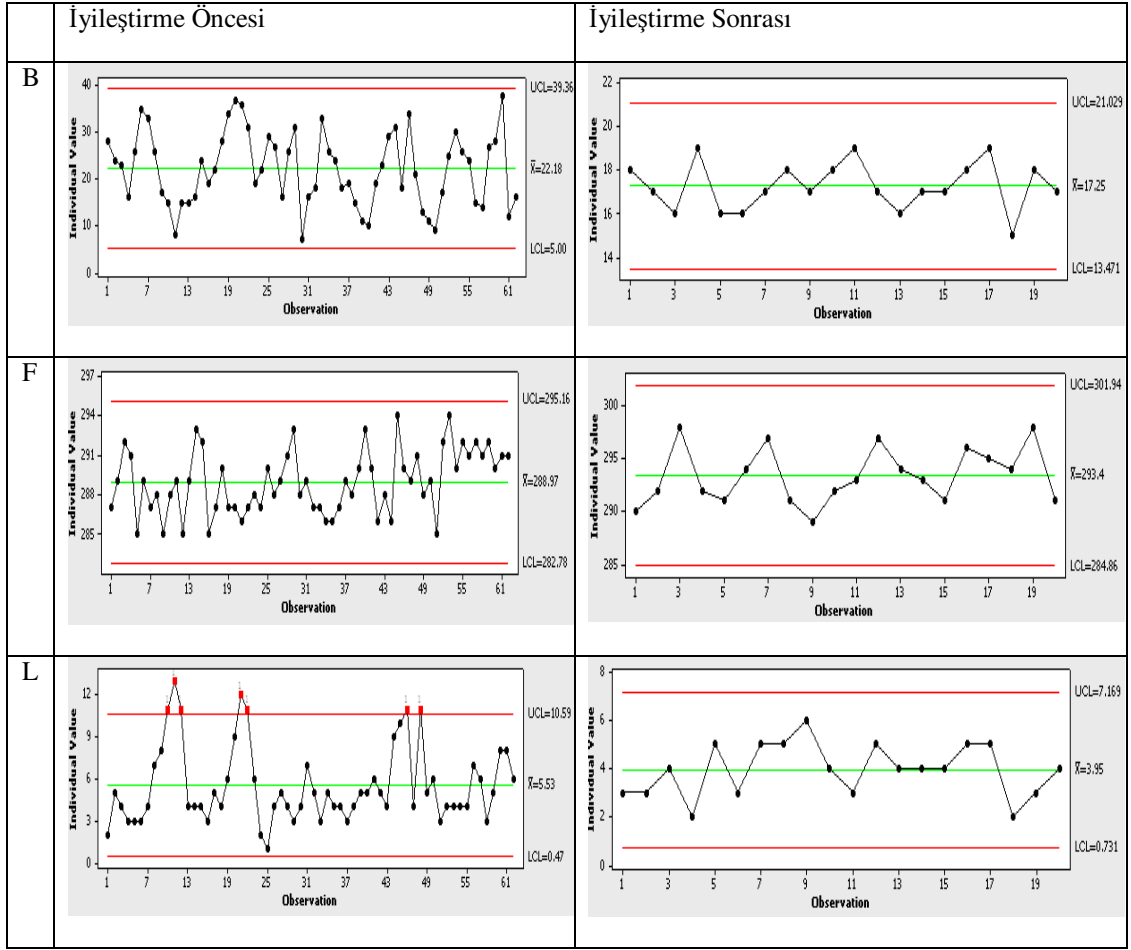
- ✓ Depo sıcaklık göstergelerinin kalibre edilmesi
- ✓ Sıcaklık göstergelerinin kalibre edilmiş termometreler ile her hafta doğrulanması
- ✓ Likit yumurtaların işletmeye kabulünde kullanılmak üzere bir saplama termometre satın alınması
- ✓ Saplama termometrenin kalibre edilmesi
- ✓ Likit yumurtanın işletmeye kabulünde gerçekleştirilecek kontrolün, reddetme limitlerinin belirlenmesi
- ✓ Likit yumurtanın depolanmasında kullanılan soğutucuların gözden geçirilmesi ve bir bakım planının oluşturulması
- ✓ Fırın sıcaklığındaki değişkenliğin azaltılması için fırın içerisindeki havalandırma kanallarının gözden geçirilmesi
- ✓ Fırın içerisindeki havalandırma kanallarının güçlendirilmesi ve bir bakım planının oluşturulması
- ✓ Fırın içerisine ısıya dayanıklı casus termometre satın alınması
- ✓ Casus termometrenin kalibre edilmesi
- ✓ Casus termometre verilerinin bir bilgisayar programı yardımı ile internet ortamında ulaşılabilirliğinin sağlanması
- ✓ Hem depo sıcaklık ölçümünde kullanılacak kalibre edilmiş termometreler hem de fırın için satın alınacak ısı kaydedici cihazın bir alarm sistemi ile desteklenmesi
- ✓ Fırın tepsilerine yerleştirilen yağlı kağıdın fırın içi havalandırmayı etkilememesi için personele uygulamalı eğitim verilmesi
- ✓ Bitmiş ürünün fırında bekletilme süresinin tanımlı hale getirilmesi ve konu ile ilgili personele uygulamalı eğitim verilmesi.
- ✓ Likit yumurta depolama sıcaklığı, fırın içi sıcaklık ve ürünün fırında bekletilme süresi için alt ve üst spesifikasyon limitlerinin gözden geçirilmesi

Alınan düzeltici ve önleyici faaliyetler tamamlandıktan sonra 20 üretim günü için veriler tekrar toplanmış ve iyileştirmeler uygulamaya alınarak üç kritik girdideki değişimin alınan 20 günlük üretim sonuçlarına göre etkisi, başarı oranı ve sigma seviyesi ile ilgili bilgiler olarak Çizelge 6.11' de gösterilmiştir. Çizelge 6.11' de alt spesifikasyon limitleri (ASL) ve üst spesifikasyon limitleri (ÜSL) her bir kritik girdi için belirlenmiştir.

Çizelge 6.11. İyileştirilen sürecin başarı oranı ve sigma seviyesi

Parti No	Fırın içi sıcaklık (°C)	Bekletme süresi (dk)	Likit Yumurta Depo Sıcaklığı (°C)	Hatalı Ürün Miktarı	Üretim Miktarı
1	290	18	3	137	5.236
2	292	17	3	65	4.855
3	298	16	4	162	4.905
4	292	19	2	75	5.472
5	291	16	5	99	5.027
6	294	16	3	124	5.174
7	297	17	5	132	5.259
8	291	18	5	105	5.389
9	289	17	6	225	5.411
10	292	18	4	89	5.199
11	293	19	3	85	4.937
12	297	17	5	255	4.832
13	294	16	4	225	4.997
14	293	17	4	81	4.790
15	291	17	4	115	5.349
16	296	18	5	107	5.836
17	295	19	5	114	5.093
18	294	15	2	179	5.428
19	298	18	3	206	5.129
20	291	17	4	193	4.883
<i>Ortalama</i>	<i>293,4</i>	<i>17,25</i>	<i>3,95</i>		
<i>St. Sapma</i>	<i>2,702825</i>	<i>1,118034</i>	<i>1,099043</i>	Toplam Hata:	2.773
<i>ASL</i>	<i>285</i>	<i>14</i>	<i>0</i>	Toplam	
<i>ÜSL</i>	<i>300</i>	<i>22</i>	<i>8</i>	Üretim:	1.005.733
<i>Başarı Oranı (%)</i>	<i>99,27</i>	<i>99,82</i>	<i>99,98</i>	99,72	
<i>C_p</i>	<i>0,81</i>	<i>1,19</i>	<i>1,21</i>		
<i>C_{pk}</i>	<i>0,92</i>	<i>0,97</i>	<i>1,19</i>		
<i>Süreç Sigma Seviyesi</i>	<i>3,9</i>	<i>4,4</i>	<i>5,1</i>	4,3	

Çizelge 6.11, incelendiğinde fırın içi sıcaklık değerleri 289°C ile 298 °C arasında değiştiği ve sürecin yarattığı başarı oranının % 99,27 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Fırın içi bekletme süresine bakıldığında ise değerlerin 15 ile 19 dakika arasında ve başarı oranının %99,82 olduğu görülmüştür. Üçüncü kritik girdi olan likit yumurtanın depolama sıcaklık kayıtları ise 2°C ile 6°C arasındaki değerleri diğer değişkenlere göre daha iyi bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.



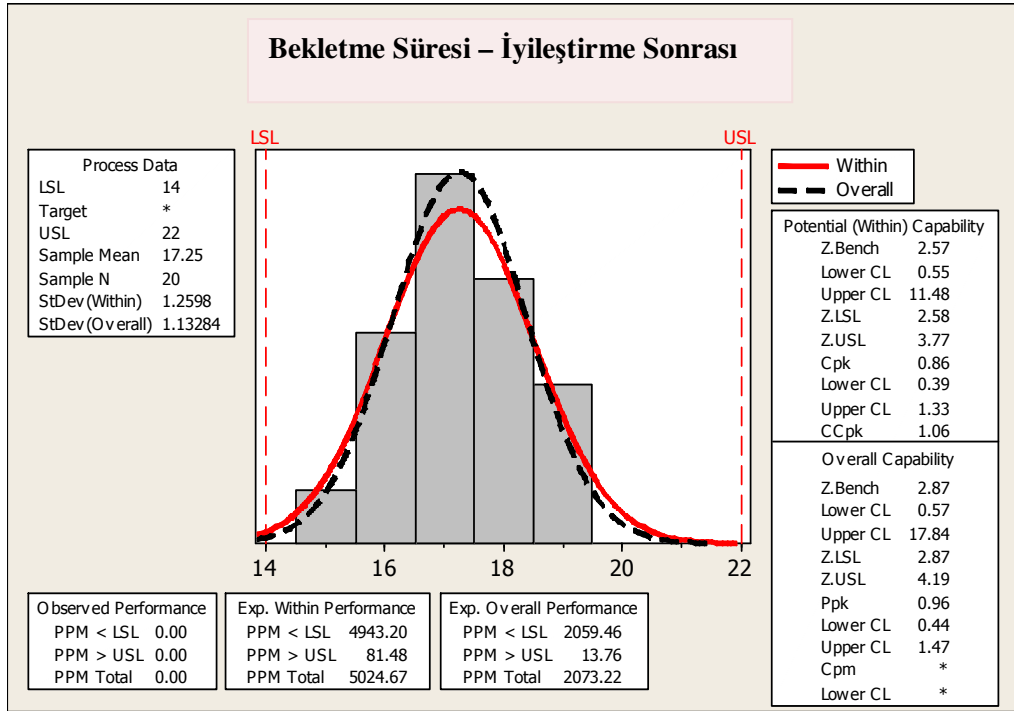
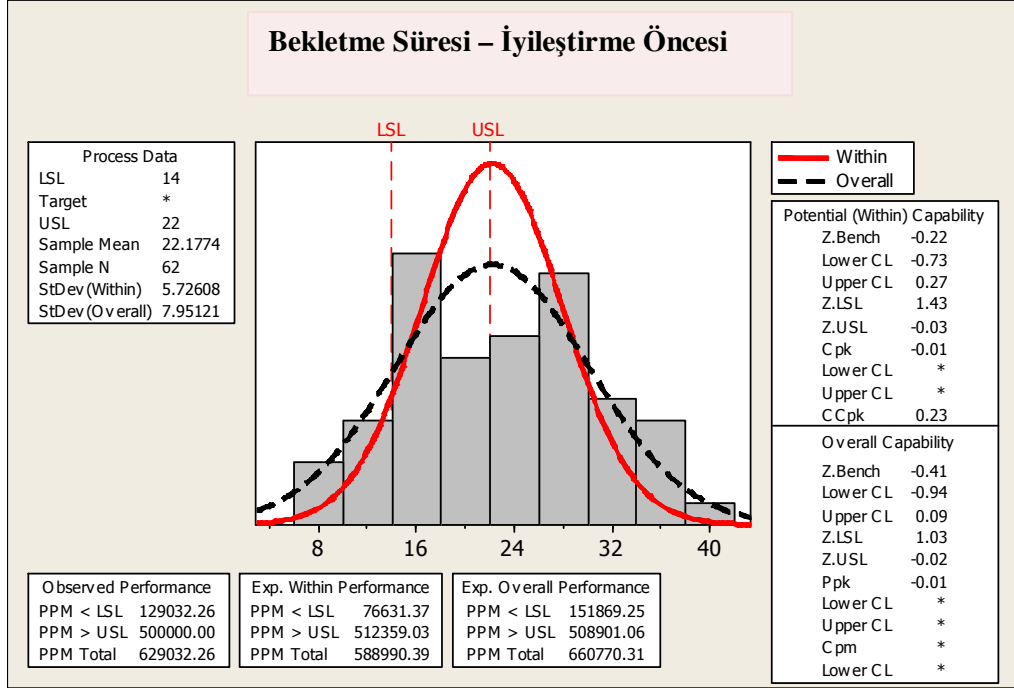
B: Bekletme Süresi

F: Fırın İçi Sıcaklık Değeri

L: Likit Yumurta Depolama Sıcaklık Değeri

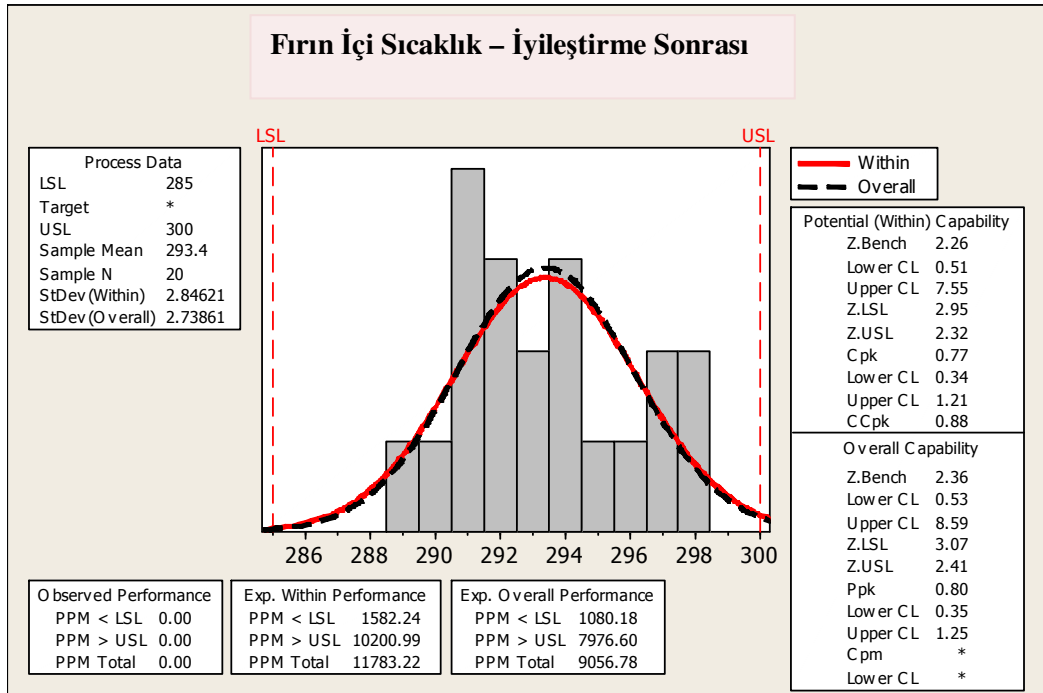
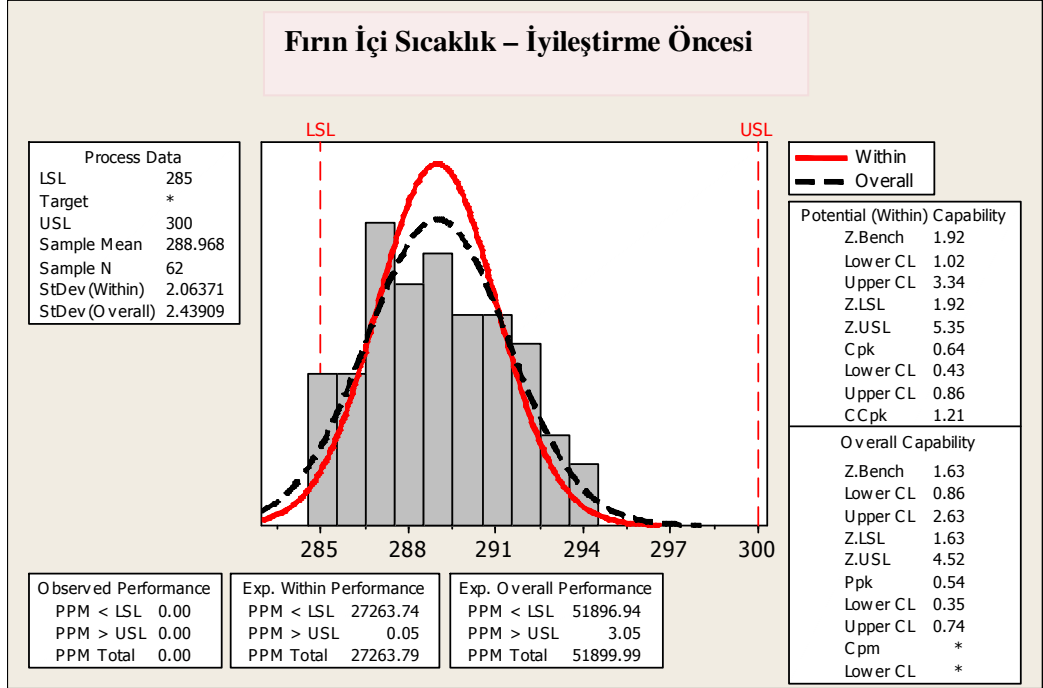
Şekil 6.7. İyileştirme öncesi ve sonrası kritik girdilere ait kontrol grafikleri

Her üç kritik girdide de iyileştirme sonrası değişkenliklerin Şekil 6.7.' de azaldığı görülebilmektedir. İyileştirme öncesi 62 partiden alınan veriler ile iyileştirme sonrası 20 partiden alınan veriler Şekil 6.7' de görüldüğü gibi kıyaslanmıştır. Buna göre en iyi iyileşme performansının, likit yumurtanın depolama sıcaklık değerlerinde yaşandığı görülmektedir. Diğer iki kritik girdi de ise belirgin olarak değişkenliğin azaldığı söylenebilir ise de fırın içi sıcaklığa ait her iki durumdaki kontrol grafiklerine bakıldığında, buradaki değişkenliğin, yetersiz azalma gösterdiği görülmektedir. Bu durumda fırın içi sıcaklık için geliştirilen düzeltici ve önleyici faaliyetlerin etkin olmadığını, buna karşın likit yumurtanın depolama sıcaklığı ile ilgili gerçekleştirilen düzeltici ve önleyici faaliyetlerin etkin olduğu düşünülebilir.



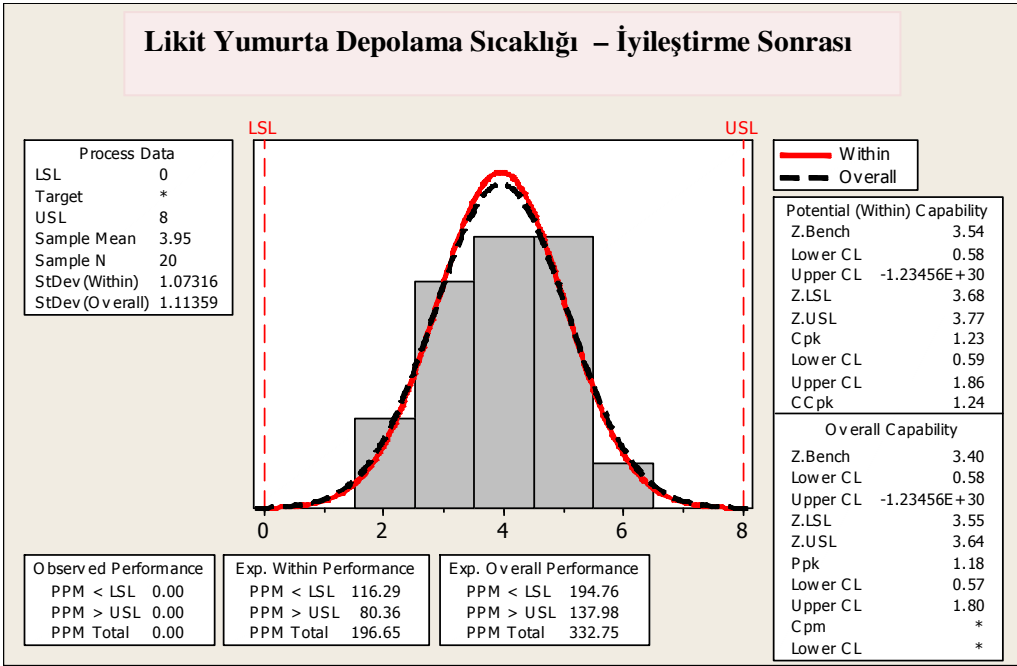
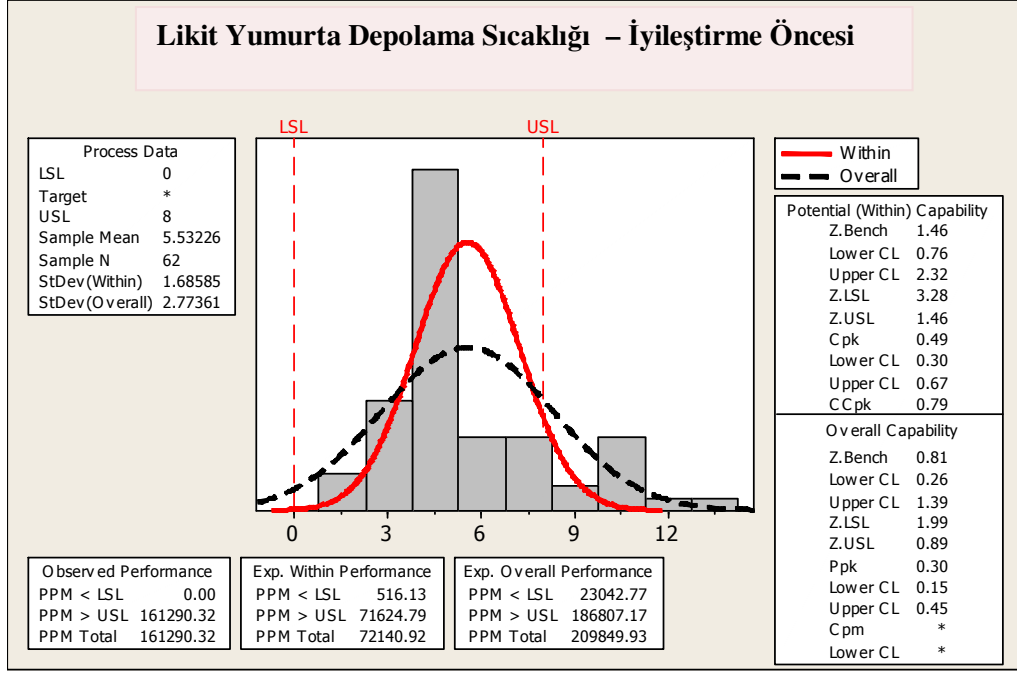
Şekil 6.8. İyileştirme öncesi ve sonrası bekleme süresi değişkeni süreç yeterliliği

Şekil 6.8 incelendiğinde iyileştirme öncesi değişkenliğin spesifikasyon limitlerinin oldukça dışında seyrettiği, iyileştirme sonrası ise yapılan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin sonuç verdiği ve değişkenliğin, düşme eğiliminde olduğu ancak yine de spesifikasyonların dışına çıkmadığı ve yeni altı sigma projeleri ile sürecin daha fazla iyileştirilebileceği düşünülebilir.



Sekil 6.9. İyileştirme öncesi ve sonrası fırın içi sıcaklık değişkeni süreç yeterliliği

Şekil 6.9 incelendiğinde iyileştirme öncesi değişkenliğin spesifikasyon limitlerinin genellikle içinde seyrettiği, iyileştirme sonrası ise yapılan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin çok büyük bir değişime yol açmamakla birlikte olumlu anlamda sonuç verdiği ve değişkenliğin düşme eğilimine devam ettiği söylenebilir.



Şekil 6.10. İyileştirme öncesi ve sonrası likit yumurta depolama sıcaklığı değişkeni süreç yeterliliği

Şekil 6.10 incelendiğinde iyileştirme öncesi değişkenliğin spesifikasyon limitlerinin oldukça dışında seyrettiği, iyileştirme sonrası ise yapılan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin çok iyi sonuç verdiği ve değişkenliğin, düşme eğiliminde büyük bir fark yaşandığı görülmektedir. Üç kritik girdi içinde düzeltici ve önleyici faaliyetlerin en olumlu sonuçları likit yumurtanın depolama sıcaklığında değişkenliğin azaltılmasında yaşandığı söylenebilir.

Şekil 6.8, Şekil 6.9 ve Şekil 6.10' da üç kritik girdinin süreç performans yeterliliği, MİNİTAB programı yardımı ile grafik şeklinde gösterilmiştir. Burada süreç yeterliliğinin henüz istenilen oranda gerçekleşmediği, örneğin fırın içi sıcaklık sürecinin 1' in aşağısında olması sürecin yetersizliğini bir başka deyişle spesifikasyon limitlerine çok yakın seyrettiğini göstermektedir. Diğer iki değişkenin eğrilerine bakıldığında ise iyileşmenin, süreç performansını etkilediği daha net görülebilmektedir.

Profiterol topu üretim sürecinin iyileştirilmesi sonucu 3,5 sigma seviyesi olan üretim süreci, 4,3 sigma seviyesine ulaşmıştır. Çizelge 6.12' de iyileştirme öncesi ve sonrası fark, gösterilmiştir. Eğer 1.005.733 adet profiterol topu, 3,5 sigma seviyesinde üretilmiş olsaydı, 20.298 adet hatalı üretim gerçekleşmiş olacaktı; ancak gerçekte 4,3 sigma seviyesinde oluşan üretim, 2.773 adet hatalı profiterol topu üretmiştir. İyileştirme öncesi ile sonrası arasındaki fark, 1.005.733 adet profiterol topunda 17.525 adet olarak gerçekleşmiştir. Eğer 1.005.733 adet üretimde gerçekleşen 2.773 adet hatalı profiterol topu yerine, 4 adet profiterol topu üretilmiş olsaydı 6 sigma seviyesinde üretim gerçekleştirilmiş olacaktı.

Çizelge 6.12. İyileştirme öncesi ve sonrası sigma seviyesindeki fark

	İyileştirme Öncesi		İyileştirme Sonrası	Altı Sigma seviyesi
	159.707	20.298		
Toplam Hata Sayısı	159.707	20.298	2.773	4
Toplam Üretim Miktarı	7.851.578	1.005.733	1.005.733	1.005.733
Başarı Oranı (%)	97,97	97,97	99,72	99,99966
Ortalama Sigma Seviyesi	3,5	3,5	4,3	6

Çizelge 6.12' de görülen sigma seviyesindeki artış, alınan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle iyileştirmenin sürekliliğini sağlamak için kritik girdilere ait kontrol noktalarında bir izleme sisteminin oluşturulması ve sonuçlarının sürekli paylaşılması gerekmektedir. İyileştirme sonrası kalite maliyetlerinde düşüş ise 3,5 sigma seviyesinden 4,3 sigma seviyesine yükseliş kadar gerçekleşeceğinden oldukça anlamlı olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Günümüzde küresel boyutta yaşanan ekonomik durgunluk, düşük kaliteden kaynaklanan maliyet artışlarının fiyatlara yansıtılmasını engellemekte ve bu durum, firmaların kapanması ya da karlılıklarının azalması ile sonuçlanmaktadır. İşte bu noktada Altı Sigma, işletmelere, nereye gidilmesi gerektiğini ve başarmak için ne yapmak gerektiğini istatistiksel anlamda söyleyen bir yaklaşım olarak rekabet üstünlüğü kazandırmaktadır.

Altı Sigma Yönetim Sistemi kalite alanındaki arayış ve anlayışların sonucu olarak, zoru başarmak ya da zirveye tırmanabilmek için atılması gereken adımlardan oluşmaktadır. Bu açıdan kalite kavramı her zaman varlığını sürdürse de her işletme için başarıya ulaşabilmek, mevcut bilgi ve teknolojisini olabildiğince geliştirmek ile ilişkilidir. Bu gelişmelerin altında yatan temel etmenler, insana, bilgiye ve teknolojiye yatırım yapmanın yanında her iyinin daha iyisi olabileceği gerçeği ile yaşamak olarak özetlenebilir.

Vurgulanması gereken en önemli nokta günümüzde lider kuruluşların Toplam Kalite Yönetimini, mevcut yönetim sistemlerine Altı Sigma yaklaşımını ilave etmeleri olarak algıladıkları gerçeğidir. Altı Sigma ya da Toplam Kalite Yönetimi gibi ayrımlar yerine, bunların gereklerini doğru olarak yerine getirmeye çalışmak daha önemlidir. Bir diğer önemli nokta ise istatistiğin gerek işletmenin günlük işleyişinde performansın ölçülmesi, gerekse iyileştirme / geliştirme için vazgeçilmez olmasıdır. Bu gerçek altı sigma ile iyice anlaşılmalı olursa, büyük bir kazanım sağlanmış olacaktır.

İşletme başarısı için önemli olan, iyileşmeyi / gelişmeyi sürekli hale getirebilmektir. Bu amaca hizmet edecek yeni araçlara Toplam Kalite Yönetimi açıktır. Bu bağlamda, Altı Sigma yaklaşımı da bir Toplam Kalite Yönetimi aracı olarak benimsenmelidir. Toplam Kalite Yönetimi ile koşulları uygun hale getirilmiş işletmelerde Altı Sigma uygulaması önümüzdeki dönemde kaçınılmaz şekilde gündeme gelecektir.

Bu çalışmanın teori bölümünde Altı sigma yaklaşımı, ilişkili olduğu konularla birlikte yerli ve yabancı kaynaklarla desteklenerek, gıda sanayi gözüyle detaylı olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın uygulama bölümünde ise pastacılık ürünleri ve unlu mamuller sektöründe öncü ve lider bir kuruluşun, profiterol topu üretim prosesi ele alınmış ve Altı Sigma çalışmalarında kullanılan TÖAİK iyileştirme modelinden faydalanılarak proses için iyileştirme çalışması gerçekleştirilmiştir.

İyileştirme modelinde Altı Sigma araçlarından bazı örnek teknikler kullanılmış olup iyileştirme modelinin sonuçları şu şekilde açıklanabilir. 62 günlük üretime ait uygun olmayan kayıtlar incelenmiştir. Uygun olmayan ürünlerin hata türleri ve sayıları belirlendikten sonra, Beyin Fırtınası yönetimi ile ortaya çıkan hataların nedenleri tespit edilmiştir. Belirlenen kalite karakteristiklerinin öncelik puanlandırılması yapılmıştır. 62 günlük üretim verilerine göre profiterol topunun mikrobiyolojik yüküne etki eden likit yumurta depolama sıcaklığı ile fırın içi sıcaklık ve fırında ürünün bekletilme süresi olarak üç adet kritik değişken tespit edilmiştir. Üç kritik girdiye ait düzeltici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirilmiştir. İyileştirme öncesi %97,97 başarı oranı ile 3,5 sigma seviyesinde olan işletme, üç kritik girdide yaşanan iyileştirmeler sonrası, 20 günlük üretim verilerine göre %99,72 başarı oranı ile 4,3 sigma seviyesine ulaşabilmiştir.

Gerek gıda sanayinde gerekse diğer endüstri alanlarında kalitenin sürdürülebilirliği, kalitenin oluşturulmasından çok daha zor bir süreç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, özellikle gıda sanayinde kalite ve gıda güvenliğinin ölçülebilir olması hedeflenmektedir. Son yıllarda gıda güvenliği alanında özellikle uluslararası gıda devlerinin hazırladığı BRC, IFS gibi gıda güvenliği standartları, gıda güvenliğini ölçülebilir hale getirmiş ve bu boşluk böylece doldurulmuştur. Ancak gıda sanayinde kalitesizlik maliyetleri, müşteri memnuniyeti gibi alanlarda, kalitenin ölçülebilirliği ISO 9000 vb. kalite belgeleri ile sınırlı kalmaktadır. Günümüzde Altı Sigma projeleri kalitenin ölçülebilirliğini geliştirmekte bir araç olarak kullanılmakta ve dünyada onlarca örneği olduğu gibi Türkiye’de de gıda sanayinde, özellikle ürün tasarımı ve geliştirme arttıkça kullanılacaktır. Altı Sigma projelerinin gıda sektöründe yaratacağı etki, sadece karlılık anlamında değil aynı zamanda gıda zincirinin her aşamasında yaşanması gereken kültür değişimine de katkısı olacağı düşünülmektedir. “Tarladan sofraya gıda güvenliği” kavramının yanına “tarladan sofraya inovasyon”, “tarladan sofraya ileri kalite” gibi kavramların da geliştirmesi demek, dünyada rekabet edilebilir bir üretimin gerçekleştirilebilmesi demektir.

KAYNAKLAR

- ACAR, B. ve B. ÇETİN. 2004. Altı Sigma Sisteminin Kalite Çalışmalarında Uygulanabilirliği, Türkiye 8. Gıda Kongresi, Bursa.
- AGUAYA, R. 1994. Dr.Deming: Japonlara Kaliteyi Öğreten Adam, Çeviren: Kaan Tunçbilek, Form Yayınları, İstanbul, 1994, 198 s.
- Akın, Besim. İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1996.
- AKOVA, Y. 1997. Gıda Sanayiinde Kalite Kontrol Uygulamaları. İGEME, Ankara. 83 s.
- ALMEMAN, A. 2002. Gıda Sektöründe HACCP ve ISO 9001:2000'in Uyumu İçin Yeni Bir Standart; ISO15161. Dünya Yayıncılık Gıda Dergisi, 1 (7) : 38-39.
- ALPAY, S., İSMET, Y., TÜRKER, D. 2001. Avrupa Birliği Kalite ve Sağlık Standartlarının Türk Gıda Sanayii Sektörü Rekabet Gücü Üzerine Etkisi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara. s. 9-24.
- ANONİM 1996, 1. TSE, TES ISO 9000 Kalite Broşürü, Ankara, 1996, s.3.
- ANONİM. 2001 a. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Küreselleşme Özel İhtisas Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Ankara. s. 14-102.
- ANONİM. 2001 b. Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Ankara. 84 s.
- ANONİM 2003, S.P.A.C. Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?, S.P.A.C. Danışmanlık Şirketi Yayınları, Ankara, 63 s.
- ANONİM 2004. Yöndes danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti., ISO 9001:2000 Eğitim Notları, 65 s.
- ANONİM 2006. TSE, Gıda Güvenliği Yönetim sistemi-ISO 22000 Uygulama Klavuzu, Nisan 2006
- ANONİM 2007. Sigmacenter Danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti., Altı Sigma Eğitim Notları, 155 s.

ANONİM 2008, danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti., Süreç Yönetimi Eğitim Notları, 74 s.

ANONİM 2009 a. Kalite Belgelendirme ve Eğitim Hizmetleri Ltd. Şti., ISO 9001:2008 CMC. Başdenetçi Eğitim Notları, 296 s.

ANONİM 2009 b, Ulusal Belgeleme Hizmetleri Ltd. Şti., ISO 22000:2005 Baş Denetçi Eğitim Notları, 153 s.

ANONİM 2009 c, CMI Certification an NSF International Company, BRC / IFS 5. Versiyon Eğitim Notları, 198 p.

ARGÜDEN, Yılmaz. Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, İş,Güç Bakış - İş Yaşamı Dergisi, Sayı:6, Aralık 2002, s 23-29.

ARIKBAY, C. 2003. Gıda Sektöründe Kalite Yönetim Sistemleri ve HACCP, Milli Prodüktivite Yayınları, No: 660, Ankara 156 s.

ARSLAN, A. 2000. Sanayici Gözüyle Gıdada Daha Fazla Değer Yaratmak. İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Vakıf Dergisi, 82 (7) : 43-52.

BAŞ, T. 2002. ISO 9000:2000 Kalite Yönetim Sistemi. Sistem Yayıncılık, Ankara, 314 s.

BLAKESLEE, J.A. 1999. Implementing the Six Sigma Solution, Quality Progress, July 1999, p.77-86.

BOZKURT, R., A.ODAMAN. 1997. ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri, Ankara, s. 6-10.

Bozkurt, Rıdvan. Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri: İstatistiksel Teknikler, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No:630, Ankara, 2001.

BREYFOGLE, F. W. 1999. Implementing Six Sigma: Smarter Solution Using Statistical Methods, John Wiley and Sons, New York, , 39 p.

CAULCUTT, R. Why is Six Sigma so Successful?, Journal of Applied Statistics, Vol: 28, No: 3, 2001.

ÇETİN, B. 1999. Gıda Sanayi Ekonomisi ve İşletmeciliği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın no 136, ISBN 975-564-76-2, Bursa, 186 s.

- ÇETİN, B. 2001. Su Ürünleri İşleme Sanayiinde Kalite Uygulamalarının İşletme Faaliyetlerine Yansımaları: Güney Marmara Bölgesi Firmaları Örneği, 10. Ulusal Kalite Kongresi, 13-15 Kasım, İstanbul.
- ÇETİN, B., Ş., TURHAN 2005. Türk Gıda Sanayinin Rekabet Gücü Yönünden Değerlendirilmesi, Kalder Forum Dergisi, sayı:24, İstanbul s 72-82.
- EFİL, İ. 1999. Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi. Alfa Kitabevi Yayınları, Bursa. s. 42-199.
- FEINGEMBAUM, A.V. 1986. Total Quality Control, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1986. 78 p.
- GARVIN, D.A. 1987. What Does Product Quality really Mean?, MITSloan Management Review, Vol.26, No.1, Fall, p. 25-43.
- GITLOW, H. 1984. Definition of Quality, Proceedings-Case Study Seminar-Dr. Deming's Management Methods:How They Are Being Implemented in the U.S. and Abroad, Andover, Mass: G.O.A.L., November, 1984, p.4-18.
- GÖZLÜ, S. 1990. Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, s.5.
- GRAPHENTEEN 2003, A Study in the Application of Six Sigma Process Improvement Methodology to a Transactional Process, UMI Number: 1415386, South Dakota State University, 153 p.
- GÜRSAKAL, N., A. OĞUZLAR. 2003. Altı Sigma, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayını, Bursa, 272 s.
- Gürtan, Kenan. İstatistik ve Araştırma Metotları, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1982.
- HAHN J G, J. HİLL WILLİAM, W.H. ROGER, Z. A. STEPHEN. 1999. The Impact of Six Sigma Improvement - A Glimpse Into the Future of Statistics, The American Statistician, Vol. 53, Number 3. p.45-54.
- ISHIKAWA, K. 1984. Quality Control Circles At Work, Asian Productivity Pres Organization, Tokyo, 1984, 92 p.

- JOSLING, T. 1999. Globalization of the Food Industry and its Impact on Agricultural Trade Policy. University of California at the Berkeley. 17 p.
- KASA, H. 2003. Altı Sigma Gerçeği, Kalite Forum Dergisi, 2003, s. 20-33.
- KAVRAKOĞLU, İ. 1994. Toplam Kalite Yönetimi, KalDer Yayınları, Yayın No:2, İstanbul, 53 s.
- KOBU, B. 1987. Endüstriyel Kalite Kontrol, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 35 s.
- LANG, T. ve C. HINES. 2000. Geleceği Serbest Ticarete Karşı Koruma. Çeviren: Teoman Törün, Kaynak Kitapevi Yayınları, No: 304, İstanbul. 270 s.
- LINDERMAN, K, R.G. SCHROEDER, S. ZAHEER, A.S. CHOO, Six Sigma: a goal-theoretic perspective, Journal of Operations Management, 2003, p.193-203.
- MARTİN, W.B. 1997. Müşteri Hizmetlerinde Kalite, Çev: Ahmet Ünver, Rota yayınları, İstanbul, 1997, 55 s.
- MCFADDEN F. R. 1993. Six Sigma Quality Programs, Quality Progress, June 1993, 37 p.
- MONTGOMERY, D.C. 1991, Design and analysis of Experiements, John Wiley & Sons Inc., New York, 16 p.
- NEWBOLD, P. 2000. İşletme ve İktisat için İstatistik, Çev: Ümit Şenesen, Literatür Yayınları, Yayın No:44, İstanbul, 724 s.
- Neuman, P. Robert-Pande, S. Peter- Cavanagh, R. Roland. Six Sigma Yolu: GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri, Çev: Nafiz Güder, Dharma Yayınları, İstanbul, 2004.
- ÖZCAN, S. 1998. ISO 9000 Standartlarının Uygulanmasında Ortaya Çıkan Kalite Maliyetleri Analizi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, s.4-16.
- PANDE, P.S., NEUMAN, R.P. and R.R. CAVANAGH. 2000. The Six Sigma Way, Klan Yayınları, İstanbul 496 p.

PEKER, Ö. 1996. Toplam Kalite Yönetimi ve Kamu Hizmetinde Kalite, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, Ankara, 1996, s. 45-48.

PROKOPENKO, J. 1992, Verimlilik Yönetimi, Çev.: Olcay Baykal, Nevda Atalay, Erdemir Fidan, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 233 s.

PZYDEK, T. 2001, Six Sigma Handbook, McGraw Hill Inc., New York, 2001, 78 p.

REHBER, E. 1997. Gıda Sanayiinde Üretici - Sanayi İlişkisi ve Sözleşmeli Tarım, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler. No 17, Bursa. s. 22-24.

REHBER, E., Ş. ULUSOY. 1998. HACCP System and Its Feasibility in Developing Countries: A Cost-Benefit Analysis Approach. Proceedings of the 61 th. EAAE Seminar, Foreign Trade and Foreign Investment in Agri-Food Sectors; Competitiveness and Policy Implications, October 22-24, Warsaw. p. 198-211.

REHBER, E. 2000. Vertical Coordination in the Agri-Food Industry and Contract Farming: A Comparative Study of Turkey and USA. Food Marketing Policy Center, Research Report Series, no 52, Connecticut. 39 p.

SLATTER, R. 2000. Jack Welch ve General Electric'in Yolu, Çev: Türkan Arıkan ve Saadet Özkal, Literatür Yayınları, İstanbul, 119 s.

SOYDAL, F. 2000 a. Uluslararası Gıda Ticareti. İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Vakıf Dergisi, 82 (7) : 49-53.

SOYDAL, F. 2000 b. Avrupa Birliği' nin Gıda Güvenliği Politikası. Dünya Gıda Dergisi, 9 (5) : 94-98.

ŞİMŞEK, M. 2000. Kalite Kavramının Tanımı ve Tarihsel Gelişimi, Standard Dergisi, Sayı:465, Eylül 2000, p.35-37.

ŞİMŞEK, M. 2004. Toplam Kalite Yönetimi, Alfa Yayınları, İstanbul, 2004, s.37-45.

ŞİRVANCI, M. 1993, Toplam Kalite Yönetiminin Temel Öğeleri, Önce Kalite Dergisi, Cilt:2, Sayı:5, 12 s.

TAN, S., N. PEŞKİRCÜOĞL. 1991. Kalitesizliğin Maliyeti, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın No:316, Ankara, 1991, s.9-23.

TEKİN, M. 2004. Toplam Kalite Yönetimi, 3.Baskı, Ankara, 2004, s.7.

TOPAL, Ş. 1996. Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri. TUBİTAK Yayınları, Gebze, Kocaeli. 201 s.

TOPAL, Ş. 1997. Endüstriyel Gıda Güvenliğinde Hijyen-Sanitasyon Uygulamaları ve Toplam Kaliteyi Sağlamadaki Önemi. Gıda Teknolojisi Dergisi. 9 (2) : 35-46.

TOPAL, Ş. 2001 Gıda Endüstrisinde Risk Yönetim Sistemi : HACCP ve Uygulamaları, Taç Ofset Matbaacılık, ISBN:9759497514, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 172 s.

TYLUTKI, T.P., D.G. FOX. 2002. Moving Toward Six Sigma, Quality Progress, Milwaukee. 35 (2) : 34-41

ULUSOY, Ş. 2001. Gıda Sektöründe Kalite Güvence Sistemleri ve Fayda-Masraf Analizleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Bursa. 246 s.

WALTON, M. 1990. Deming Management at Work, GP Putnams's Sons, New York, 1990, 222 p.

YALÇIN, İ. 2000. KOBİ' lerde Toplam Kalite Yönetiminin Uygulanabilirliği, Standart Dergisi, Nisan ayı, İstanbul s. 45-63.

EKLER**Ek - 1: Milyon Parça ve Sigma Arasındaki Dönüşüm Çizelgesi**

Sigma Düzeyi	Hata Oranı	Başarı Yüzdesi	Hata Oranı (1.5 Sigma Kaydırılmış)	Başarı Yüzdesi
1	317310.520	68.2689480	697672.15	30.232785
1.1	271332.203	72.8667797	660082.92	33.991708
1.2	230139.463	76.9860537	621378.38	37.862162
1.3	193601.099	80.6398901	581814.88	41.818512
1.4	161513.423	83.8486577	541693.78	45.830622
1.5	133614.458	86.6385542	501349.97	49.865003
1.6	109598.579	89.0401421	461139.78	53.886022
1.7	89130.864	91.0869136	421427.51	57.857249
1.8	71860.531	92.8139469	382572.13	61.742787
1.9	57432.986	94.2567014	344915.28	65.508472
2	45500.124	95.4499876	308770.21	69.122979
2.1	35728.715	96.4271285	274412.21	72.558779
2.2	27806.798	97.2193202	242071.41	75.792859
2.3	21448.162	97.8551838	211927.71	78.807229
2.4	16395.058	98.3604942	184108.21	81.589179
2.5	12419.360	98.7580640	158686.95	84.131305
2.6	9322.444	99.0677556	135686.77	86.431323
2.7	6934.046	99.3065954	115083.09	88.491691
2.8	5110.381	99.4889619	96809.10	90.319090
2.9	3731.760	99.6268240	80762.13	91.923787
3	2699.934	99.7300066	66810.63	93.318937
3.1	1935.342	99.8064658	54801.40	94.519860
3.2	1374.404	99.8625596	44566.73	95.543327
3.3	966.965	99.9033035	35931.06	96.406894
3.4	673.962	99.9326038	28716.97	97.128303
3.5	465.347	99.9534653	22750.35	97.724965
3.6	318.291	99.9681709	17864.53	98.213547
3.7	215.660	99.9784340	13903.50	98.609650
3.8	144.745	99.9855255	10724.14	98.927586
3.9	96.231	99.9903769	8197.56	99.180244
4	63.372	99.9936628	6209.70	99.379030
4.1	41.337	99.9958663	4661.23	99.533877
4.2	26.708	99.9973292	3467.03	99.653297
4.3	17.092	99.9982908	2555.19	99.744481
4.4	10.834	99.9989166	1865.88	99.813412
4.5	6.802	99.9993198	1349.97	99.865003
4.6	4.229	99.9995771	967.67	99.903233
4.7	2.605	99.9997395	687.20	99.931280
4.8	1.589	99.9998411	483.48	99.951652
4.9	0.960	99.9999040	336.98	99.966302
5	0.574	99.9999426	232.67	99.976733
5.1	0.340	99.9999660	159.15	99.984085
5.2	0.200	99.9999800	107.83	99.989217
5.3	0.116	99.9999884	72.37	99.992763
5.4	0.067	99.9999933	48.12	99.995188
5.5	0.038	99.9999962	31.69	99.996831
5.6	0.21	99.9999979	20.67	99.997933
5.7	0.012	99.9999988	13.35	99.998665
5.8	0.007	99.9999993	8.55	99.999145
5.9	0.004	99.9999996	5.42	99.999458
6	0.002	99.9999998	3.4	99.999660

Ek - 2: Standart Normal Eğri Altındaki Alanla

Z_{α}	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0.0	0.5000	0.4960	0.9220	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2146
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480
2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272	0.00264
2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
3	0.00135	0.0.988	0.0.987	0.0.983	0.0.983	0.0.983	0.0.983	0.0.983	0.0.983	0.0.983
4	0.0.317	0.0.207	0.0.133	0.0.854	0.0.541	0.0.340	0.0.211	0.0.130	0.0.793	0.0.481
5	0.0.287	0.0.170	0.0.996	0.0.579	0.0.333	0.0.190	0.0.107	0.0.599	0.0.332	0.0.182
6	0.0.987	0.0.530	0.0.282	0.0.149	0.0.0777	0.0.402	0.0.206	0.0.104	0.0.523	0.0.260

Ek - 3: 62 günlük profiterol üretimi veri çizelgesi

DEĞİŞKENLER (Parti no)	1	2	3	4	5	6
Profiterol topunun mikrobiyolojik yükü (uygun:1, uygun değil:2)	1	1	1	1	1	1
Likit yumurtanın depolama sıcaklık derecesi	2	5	4	3	3	3
Çalışma Ortamı Sıcaklık değerleri	14	21	14	15	16	17
Fırın içi Sıcaklığı (üst) data logger	295	299	305	307	291	289
Fırın içi Sıcaklığı (orta) data logger	287	289	292	291	285	289
Fırın içi Sıcaklığı (alt) data logger	285	287	289	288	285	284
1. Kesikli üretim, 2. sürekli üretim	1	2	1	1	1	1
Hamurun viskozitesi (1.çok düşük, 2.düşük, 3.orta, 4.yüksek, 5.çok yüksek)	3	4	1	2	2	2
Tepsi altı pişirme kağıdının konumu (1.tepsinin içinde-uygun, 2.Bir kısmı tepsinin dışında-uygun değil, 3.Çoğu tepsinin dışında)	1	2	3	3	1	1
Bitmiş ürünün fırında bekletilme süresi (dk.)	28	24	23	16	26	35
Her üretim başlangıcında dökme makinesinin ayarlanması (1.yapıldı, 2.yapılmadı) x1	2	2	2	2	1	1
Yumurta kullanımı (likit yumurta:1, toz yumurta:2)	1	1	1	2	1	1
HATA ADETLERİ (Parti no)	1	2	3	4	5	6
Şeklinin bozuk olması ya da ezik olması sayısı	410	428	530	640	143	155
Kabarmamış olması (içinin boşalmamış olması) (havalandırma) sayısı	235	2146	2578	2632	256	234
Pişmemiş olması (yumuşak olması) sayısı	0	4	4	34	2	0
Aşırı pişmiş olması (yanık, kabuk oluşumu) sayısı	880	518	397	45	389	1360
Büyük ya da küçük miktarda olması	154	198	187	204	16	8
Kremasız Profiterol top sayısı	75	15	87	99	78	86
Toplam Bloke ürün sayısı	1754	3309	3783	3654	884	1843
Üretim miktarı (uygun profiterol adedi)	90936	125369	142761	113984	61045	86973

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1
4	7	8	11	13	11	4	4	4	3	5	4	6	9	12	11	6	2
18	18	18	15	16	17	21	22	17	16	13	15	15	13	17	18	17	16
290	291	291	299	300	290	299	308	307	291	298	305	292	291	290	289	291	288
287	288	285	288	289	285	289	293	292	285	287	290	287	287	286	287	288	287
286	285	285	287	287	285	286	289	288	284	286	289	285	285	284	286	285	285
2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
2	2	2	1	1	2	3	4	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2
1	1	1	2	2	1	2	3	3	1	2	3	1	1	1	1	1	1
33	26	17	15	8	15	15	16	24	19	22	28	34	37	36	31	19	22
2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
398	514	523	513	441	178	531	496	133	124	135	132	519	524	617	245	156	735
238	246	242	1965	1968	332	2479	2553	2675	322	2147	2456	338	225	327	237	245	246
0	0	8	14	96	6	13	11	2	0	1	0	0	0	0	0	6	1
1357	798	46	43	0	32	28	56	225	12	34	228	908	1564	1578	1236	0	0
124	196	235	221	267	34	176	198	43	32	11	0	123	156	196	34	18	156

4	102	17	83	76	13	21	16	8	56	74	90	75	89	15	17	114	92
2121	1856	1071	2839	2848	595	3248	3330	3086	546	2402	2906	1963	2558	2733	1769	539	1230
113269	124638	106385	145378	134628	89472	146953	134836	126328	61683	101364	109473	98362	119573	132357	98046	81748	113269
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	4	5	4	3	4	7	5	3	5	4	4	3	4	5	5	6	5
18	19	15	17	19	20	20	26	17	13	19	21	25	20	19	18	17	19
299	300	301	309	307	302	300	290	289	291	293	292	294	295	310	309	311	299
290	288	289	291	293	288	289	287	287	286	286	287	289	288	290	293	290	286
287	287	286	287	288	286	287	285	285	284	286	285	287	287	289	288	288	286
2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2
2	3	1	2	3	3	3	5	2	1	3	4	5	3	3	2	2	3
2	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2
29	27	16	26	31	7	16	18	33	26	24	18	19	15	11	10	19	23
2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2
1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
404	143	312	214	687	119	132	125	485	607	553	460	598	136	134	596	139	497
2134	2178	2207	2689	2457	2153	2126	256	242	213	267	274	2186	2203	2467	2256	2165	2145
0	0	9	0	0	105	3	4	0	0	4	13	11	35	67	75	0	0
209	265	0	286	657	0	0	0	889	768	423	0	0	0	0	0	0	304
174	6	186	22	149	12	4	0	132	211	228	268	321	39	26	151	22	162
6	8	78	89	15	11	16	14	16	93	21	18	13	8	12	67	73	11

2927	2600	2792	3300	3965	2400	2281	399	1764	1892	1496	1033	3129	2421	2706	3145	2399	3119
136248	146884	135285	167046	157035	137329	129573	98352	132427	135829	146389	118327	152375	111639	127352	142629	135727	139759

43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	9	10	11	4	11	5	6	3	4	4	4	4	7	6	3	5	8	8	6
18	18	19	20	17	13	15	18	18	19	17	19	21	14	16	17	19	19	18	18
302	294	305	306	293	292	291	289	297	299	295	296	296	291	292	292	297	296	294	290
288	286	294	290	289	291	288	289	285	292	294	290	292	291	292	291	292	290	291	291
285	285	290	288	288	289	288	283	285	288	289	287	288	288	289	287	288	289	289	287
2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1
2	2	3	3	2	1	1	2	2	3	2	3	3	1	2	2	3	3	2	2
2	1	3	2	2	3	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
29	31	18	34	21	13	11	9	17	25	30	26	24	15	14	27	28	38	12	16
1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2
1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
149	397	417	535	497	518	645	492	142	130	110	95	397	110	519	117	436	458	95	385
2137	228	2437	2175	2128	2678	2197	2159	265	2702	2809	2456	2145	2224	2228	2789	2642	2556	2497	2780
0	0	14	0	0	53	66	148	11	0	0	0	0	21	17	0	0	0	46	22
673	879	0	1278	25	0	0	0	57	348	522	457	386	0	0	414	497	1879	0	0
14	193	244	286	317	387	406	482	56	28	12	2	167	11	146	25	201	228	28	176
9	93	25	18	102	89	70	91	21	15	91	17	6	74	67	79	17	8	7	75
2982	1790	3137	4292	3069	3725	3384	3372	552	3223	3544	3027	3101	2440	2977	3424	3793	5129	2673	3438
142648	112847	136836	147947	139638	147395	142538	132569	137290	146930	89053	114379	146274	146279	134730	138452	146947	156380	136773	146638

ÖZGEÇMİŞ

11 Ocak 1978 tarihinde İstanbul' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bursa' da tamamladıktan sonra 1995 yılında girmiş olduğu Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden 2000 yılında mezun oldu. Aynı yıl, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2003 yılında Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimini tamamladıktan sonra, 2003 yılında doktora programına başladı. 2004 yılında kalite ve gıda güvenliği belgelendirmesi alanında danışmanlık ve eğitim hizmetlerinde görev yaptı. 2008 yılından itibaren kalite, çevre ve gıda güvenliği belgelendirme denetimlerinde baş denetçi olarak görev yapmaktadır.