

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE
ALTI SİGMA UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS

Endüstri Müh. Ertuğrul ŞİMŞİR

Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği

Danışman:Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI

Kocaeli, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE
ALTI SİGMA UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS

Endüstri Müh. Ertuğrul ŞİMŞİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 8 Ekim 2007

Tezin Savunulduğu Tarih: 6 Kasım 2007

Tez Danışmanı

Üye

Üye

Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI

Prof. Dr. Coşkun Özkan

Yrd. Doç. Dr. Semra Boran

Alpaslan

Coşkun

Boran

Kocaeli, 2007

ÖNSÖZ

Günümüzde hızla gelişen teknolojiyle değişen piyasa koşullarında rakip firmalarla rekabet edebilmek için kalite ve müşteri isteklerinin karşılanabilirliği bir firmanın sürekliliğini sağlayabilmesi için başarması gereken en kritik iki nokta olmuştur. Her geçen gün sektörün önde gelen firmalarının uygulayarak kullanımı daha da yaygınlaşan altı sigma yönetim felsefesinin mükemmellik gibi bir amacı bulunmaktadır.

Altı sigma işletmenin üretimden insan kaynaklarına kadar her türlü sürecine uygulanabilen ve bu süreçlerin verimliliğini arttırarak firmanın karlılığını yükselten bir yönetim felsefesidir.

Altı sigmanın kalite kavramından başlayarak günümüze kadar nasıl geliştiğini, toplam kalite yönetiminden farklarını, altı sigma organizasyonundaki rolleri ve beyaz eşya sektöründe üretim problemlerinin çözümünde altı sigma metodolojisinin kullanılmasını çalışmamda açıklamaya çalıştım.

Bu çalışmamı hazırlarken bana yardımcı olan Konveyör Beyaz Eşya Yan San. Firması işletme müdürü Sn. Ersin Özgüler'e ve tez danışmanım Endüstri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sn. Prof. Dr. Alpaslan Fığlalı'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
SİMGELER.....	vi
ÖZET.....	vii
İNGİLİZCE ÖZET.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KALİTE VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ (TKY).....	2
2.1. Kalite	2
2.2. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)	5
2.2.1. TKY'nin temel elemanları.....	8
2.2.2. TKY'nin yönetim yaklaşımına getirdiği yenilikler.....	10
3. ALTI SİGMA ve TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ	13
4. ALTI SİGMA'YA GİRİŞ.....	16
4.1. Altı Sigma'nın Tanımı.....	17
4.2. Altı Sigma'nın Tarihçesi ve Gelişimi.....	19
4.3. 3 Sigma 6 Sigma Karşılaştırması	20
4.4. Altı Sigmanın İlkeleri	23
4.4.1. Gerçek müşteri odağı 23	
4.4.2. Verilere dayalı yönetim	23
4.4.3. Proses odağı	23
4.4.4. Proaktif yönetim.....	24
4.4.5. Sınırsız işbirliği	24
4.5. Altı Sigmanın Aşamaları	25
4.5.1. Sürecin tanımlanması	26
4.5.2. Sürecin ölçülmesi	26
4.5.3. Sürecin analizi:.....	27
4.5.4. Sürecin iyileştirilmesi:.....	28
4.5.5. Sürecin kontrolü:.....	29
4.6. Altı Sigma Kullanma Nedenleri.....	30
5. ALTI SİGMA ORGANİZASYONUNDA ROLLER	33
5.1. Üst Kalite Konseyi	33

5.2. Yönetim Temsilcisi	34
5.3. Kalite Şampiyonu.....	35
5.4. Yerel Şampiyonlar	36
5.5. Uzman Kara Kuşak	36
5.6. Kara Kuşak	37
5.7. Yeşil Kuşak.....	44
6. ALTI SİGMA’NİN İSTATİSTİKSEL BOYUTU	45
6.1. Değişkenlik, Varyans, Normal Dağılım Ve Altı Sigma.....	46
6.2. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları	48
6.3. Değişkenlik ve Kusurlu Oranı İlişkisi.....	50
6.3.1. Dağılım ve normal dağılım.....	50
6.3.2. Normal dağılımın özellikleri.....	51
6.4. Kusur, Kusurlu ve Kusurlu Oranı	52
6.5. Kusurlu Oranı ve Standart Sapma İlişkisi	54
7. ALTI SİGMA UYGULAMASI.....	57
7.1. İşletmenin Tanıtımı	57
7.2. Altı Sigma Yaklaşımıyla Problem Çözümü	61
8. SONUÇ	79
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kalite kavramının tarihsel gelişimi.....	8
Şekil 4.1. Düşük kalite maliyetinin kalite maliyetine oranı..	21
Şekil 4.2. Sigma İle 6 Sigma Karları	21
Şekil 4.3. İç ve Dış Maliyetleri Açısından Kalite Anlayışlarındaki Farklar ..	21
Şekil 4.4. 3 Sigmadan 6 Sigmaya ppm Değerlerinde Meydana Gelen Değişimi.....	21
Şekil 4.5. TÖAİK(DMAIC) yöntemi.....	25
Şekil 4.6. Proje oluşturmada kullanılan en yaygın kaynaklar	26
Şekil 4.7. Geleneksel yönetim.....	30
Şekil 4.8 Bir kuruluştaki problemler ve bunların zorluk dereceleri.....	31
Şekil 4.9 Hata Oranlarının Gerçek Hayata yansımaları	32
Şekil 5.1. Altı Sigma Organizasyonunda Roller.....	34
Şekil 6.1. Normal Dağılımda Altı Sigma sürecinin gösterimi	50
Şekil 6.2. Normal Dağılımların Parametrelerine Göre Farklılıkları.....	51
Şekil 6.3. İki Yandan Sınırlı Tolerans Aralığı Durumunda Kurumsal.....	53
Şekil 6.4. Altı Sigma Uygulamasında Kurumsal En Az Kusurlu Oranı.....	55
Şekil 7.1. Genel Süreç Akış Şeması.....	61
Şekil 7.2. İç ünite montaj şeması	63
Şekil 7.3. Veri giriş sayfasının hazırlanması.....	67
Şekil 7.4. Ölçüm ve tekrar sayılarının belirlenmesi.....	68
Şekil 7.5 Gage R%R analizinin yapılması.....	68
Şekil 7.6. Sıvama aparatı sıvama boyu fotoğrafı.....	71
Şekil 7.7. Sıvama aparatı sıvama çapı fotoğrafı	71

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. Performansa Klasik Yaklaşım	18
Tablo 4.2. Hedef Olarak 6 Sigma	18
Tablo 4.3. Sigma Seviyelerini Karşılaştırma Örneklemeleri.....	19
Tablo 6.1.Normal Dağılımlarda Eğri Altındaki Alanın Standart Sapmaya Bağlı Bölünüşü	54
Tablo 6.2.Tolerans aralığı genişliği ve standart sapma ilişkisinin kusurlu Oranına yansımaları.....	55
Tablo 7.1: Konveyör A.Ş.'nin 2000–2005 İhracat Değerleri	58
Tablo 7.2. Konveyör firması 2006 yılı hata dağılımı.....	62
Tablo 7.3. Tıkanma problemi için yapılan beyin fırtınası sonuçları.....	64
Tablo 7.4. Tıkanma problemi sonuçlarının histogram grafiği.....	65
Tablo 7.5. Süreç değişkenliğinin alt nedenleri	65
Tablo 7.6. Sıvama çapı için Gage R&R analizi.....	69
Tablo 7.7. Sıvama boyu için Gage R&R analizi.....	70
Tablo 7.8. Sıvama boyu için proses yeterliliği analizi.....	71
Tablo 7.9. Sıvama çapı için proses yeterliliği analizi.....	71
Tablo 7.10.Kalıp destek için yapılan Varyans analizi.....	72
Tablo 7.11.Dayama pozisyonu için yapılan Varyans analizi.....	73
Tablo 7.12.Dayama noktasına göre sıvama çapı ölçüm sonuçları.....	73
Tablo 7.13.Sac levha sayına göre sıvama çapı ölçüm sonuçları.....	74
Tablo 7.14.Tıkanıklık probleminin çözümünde hava ile kontrol sonuçları.....	75
Tablo 7.15.Tıkanıklık probleminin çözümünde ışık ile kontrol sonuçları.....	75
Tablo 7.16.İyileştirme sonrası sıvama çapı için proses yeterliliği.....	76
Tablo 7.17.İyileştirme sonrası sıvama boyu için proses yeterliliği.....	76
Tablo 7.18 Elde edilen Gage R&R analiz tablosu.....	77
Tablo 7.19 İyileştirme sonrası sıvama çapı için ölçüm sonuçları.....	77
Tablo 7.20.İyileştirme sonrası sıvama boyu için ölçüm sonuçları.....	78

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ANOVA	Analyse of Variance
ASQC	American Society for Quality Control
CTQ	Critical to Quality
DoE	Design of Experiments
DMAIC	Design, Measure, Improve, Control
EOQC	European Organisation for Quality Control
FMEA	Failure Modes and Effects Analyse
GE	General Electrics
HTEA	(Olası) Hata Türleri Ve Etkileri Analizi
ISO	International Organisation for Standardization
JIS	Japanese Standards of Industrial
JIT	Just In Time
KFY	Kalite Fonksiyonu Yayılımı
KKF	Kritik Kalite Faktörleri
KOBİ	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler
DPM/PPM	Milyonda hatalı miktarı
PUDÖ	Planla, Uygula, Denetle, Önlem al
PUKÖ	Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al
QFD	Quality Function Deployment
TKK	Toplam Kalite Kontrolü
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TÖAİK	Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE

ALTI SİGMA UYGULAMASI

Ertuğrul ŞİMŞİR

Anahtar Kelimeler : Altı sigma, TKY, Proses Yeterliliği

Özet: Oluşan yeni rekabet anlayıŐında bir ürünün satış fiyatını belirleyen en önemli parametre üretim maliyetidir. Bunun da en büyük kısmı üretim prosesi boyunca meydana gelen kalitesizlik maliyetidir. Günümüzün koşullarında bir Şirketin varlığını sürdürebilmesi ancak kalitesizlik maliyetini minimize etmesiyle mümkündür. Yarım asırdan fazla süredir bu yönde birçok çalışma yapılmıştır. En son yaklaşım tüm bu çalıŐmaların bir sentezi olan altı sigma yaklaşımıdır.

Altı sigma yaklaşımı kullanılan tüm istatistiksel yöntemlerin kişi ve kurumlara göre değişen kısımlarını standartlaştırmıştır. Bu sayede iyileştirme çalışmaları daha efektif hale gelmiŐ, elde edilen sonuçlar daha ölçülebilir ve daha başarılı olmuştur

Klima iç ünite montajında meydana gelen tıkanıklık problemini çözmek için altı sigma yaklaşımı kullanılmıŐtır. Alt parçaların kaynakla birleŐtirilmesi sırasında oluşan problemler çözümlünde istatistiksel metotlardan faydalanılmıŐtır. Böylece bu sürecin yeterliliği altı sigma seviyesine getirilmiŐtir.

SIX SIGMA PRACTICE

IN WHITE GOODS SECTOR

Ertuğrul ŞİMŞİR

Keywords: Six sigma, TQM, Process Proficiency

Summary: According to new competition approach, the most important parameter that determine sale price of a good is production costs. The biggest part of production costs is lack of quality which are occur during the production. In current condition permanency of a company is only possible to minimize lack of quality cost. Lots of studies have been done more than half of a century. The latest approach is six sigma which is the synthesis of all these studies.

Six sigma approach standardize statistical methods that could be change according to people or corporation. Consequently improvement studies become more effective and the results are more measurable and successful.

Six sigma approach has been used to solve blockage problem that occur assembling of an airconditioner indoor unit. Statistical methods were utilized to solve the problem when occur during welding of the sub-parts. Thereby proficiency of this process has achieved to six sigma level.

1. GİRİŞ

Kalite kavramının günümüzde önemi daha çok artmaktadır. Kalite kontrolle başlayan kalite yolculuğu Toplam Kalite Yönetiminden sonra Altı Sigma ile ilerlemesini sürdürmüştür. Altı sigma ile işletmenin bütün süreçlerinde maliyetlerinin minimizasyonu sağlanabilmekte ve müşteri memnuniyeti sürekli gelişimin sonucunda her geçen gün daha fazla karşılanabilmektedir..

Altı Sigma problemlerin çözümünde birçok istatistiksel yöntemlerden faydalanmaktadır. Böylece süreçlerdeki gelişmeler daha iyi izlenebilmekte ve sonuçlar daha kolay anlaşılabilir. Altı sigma projeleri Tanımla, Ölç, Analiz, İyileştir ve Kontrol adımlarından oluşmaktadır.

Altı Sigma uygulamalarında bir organizasyonel yapı da oluşturulmaktadır. Üst Kalite Konseyi, Yönetim Temsilcisi, Kalite Şampiyonu, Yerel Şampiyonlar, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak, Yeşil Kuşak olmak üzere değişik görev sorumluluklarına sahip proje katılımcıları söz konusudur.

Tezimin birinci ve ikinci bölümünde kalite kavramı, toplam kalite yönetimini üçüncü bölümde ise altı sigma tanımı, ilkeleri, uygulama aşamalarını inceledim. Dördüncü bölümde Altı sigma organizasyonundaki rolleri ve görevlerini, beşinci bölümde Altı sigma yaklaşımında kullanılan istatistiksel yöntemler ve dağılımlar hakkında bilgi verdim. Altıncı bölümde uygulama yaptığım firma bilgilerine ve Altı sigma projesi olarak seçilen klima iç ünite bağlantı borularındaki tıkanıklık probleminin çözüm basamaklarına değindim.

2. KALİTE VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ (TKY)

2.1. Kalite

Kalite bir üründen beklenen ihtiyaçları karşılayabilme yeteneğidir. Kalite; verilen şartlara her zaman, zamanında ve ilk defasında uygunluğu temin etmektir. Kalite genel olarak günlük konuşmalarda üstünlüğü ve iyiliği, başka bir ifadeyle kaliteye konu olan ürün ve hizmetin iyi niteliklerinin olduğunu belirtir. Bu bakımdan da kalite subjektif değerleri içermektedir. Ancak ürünün ölçülebilen, belirlenebilen ve çoğu kez kalite standartları veya mevzuatlarla belirlenen kalitesi ise objektif kalitedir. Esas olarak kalite sorusuna cevap verebilmek için ürünün veya hizmetin sahip oldukları aşağıda anlatılan özelliklerini bilmek gerekir.

Fonksiyonel Özellikler: Ürünün veya hizmetin belirli bir amacı yerine getirebilmek için sahip olması gereken özellikler,

Kalite Özellikleri: Ürünün veya hizmetin daha iyi veya her zaman aynı şekilde yapılabilmesi için sahip olunması gereken özellikler.

Fonksiyonel özelliklere örnek olarak bir vidanın boyutu, bir levhanın sertlik derecesi, bir ayakkabı tabanının esnekliği verilebilir. Kalite özelliklerine ise bir vidanın boyunun belirli ölçüye uygunluğu ve bir ayakkabı derisinin uygunluk derecesi verilebilir. Bir ürünün kaliteli olduğundan o ürünün bazı üstün özelliklere sahip olduğu anlaşılır. Kaliteli bir ürünü tanımlayacak olursak “Kaliteli bir ürün, fonksiyonel özellikleri en dar değişim sınırları içinde istenilen değerlerde olan standart bir üretim maddesidir”(Şimşek, 1998)

Kalite, genelde planlanabilir ve organize edilebilir olup, talimatlarla seviyesinin yükseltilmesi, gözlem ve kontrollerle de güvence altına alınması gerekir. Kaliteyi ölçmeye çalışırken, kalite tarifine iki boyutta bakılabilir. Bunlardan birincisi müşteri tatmini, diğeri ise üretimde hatasızlıktır. Kalite seviyesinin yükseltilmesi ilk bakışta maliyetleri yükseltici bir faaliyet olarak görülse de üretimdeki hatasızlık doğru ürün verebilme yeteneğini yükseltip, hurda ve yeniden işleme maliyetlerini azaltacağından, toplam maliyetlerde düşüşü sağlayacaktır. İstatistiksel süreç kontrol yöntemleri, her türlü testin maliyetini azaltmakta, kapasite kullanımını ve verimliliğini artırmaktadır.

Kalite kavramının netleşmesi açısından kalite boyutsalının da verilmesi önemlidir(Muluk, Burcu, ve Danacıoğlu, 2000):

- 1) Performans Boyutu: Ürün ya da hizmette bulunması gereken birincil özelliklerdir.
- 2) Uygunluk boyutu: Spesifikasyonlara, standartlara uygunluktur.
- 3) Güvenilirlik boyutu: Ürünün kullanım ömrü içindeki performans özelliklerinin sürekliliğidir.
- 4) Dayanıklılık boyutu: Ürünün kullanılabilirlik özelliğidir.
- 5) Hizmet görürlük boyutu: Ürüne ilişkin sorun ve şikayetlerin kolayca çözülebilirliğidir.
- 6) Estetik boyutu: Ürünün albenisi ve duylara seslenebilme yeteneğidir.
- 7) İtibar boyutu: Ürünün ya da diğere üretim konularının geçmiş performansıdır.
- 8) Diğere unsurlar: Ürünün çekiciliğini sağlayan ikincil karakterlerdir.

Bir ürünün kalitesinden söz edilebilmesi için kullanım amacı ve fiyatının göz önüne alınması gerekir. Ancak bir ürünün kalite düzeyinin önce tasarlanması ve sonra da üretimle beraber gerçekleşmesi söz konusu olduğuna göre, tüm faktörleri iki temel

unsur üzerinde toplamak mümkündür. Bunlar tasarım kalitesi ve uygunluk kalitesidir. Bunlara Kalite Bileşenleri adı verilir.

Bir ürünün veya hizmetin istenilen özellikleri sahip olması tasarım kalitesi ile ilgilidir. Örneğin bir otomobilin otomatik ya da düz vitesli olması bir tasarım meselesidir. Aynı otonun döşemesinin deri ya da plastik olması yine bir tasarım konusudur. Uygunluk kalitesi ise, müşteriye sunulan ürünün belirlenmiş olan tasarıma ne kadar uyduğu ile ilgilidir. Yukarıda sözünü ettiğimiz otomobilin diyelim ki 30, 60, 90, 120 km/h düzeyinde hızlarda vites değiştirmesi tasarlanmış olsun. Eğer üretilen tüm otomobiller bu hızlarda vites değiştirebiliyorsa uygunluk kalitesi “mükemmel”dir(Şimşek, 1999)

Kalitenin çeşitli yazar ve organizasyonlara göre tanımlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

Dr J. Juran’a göre kalite; “kusursuzluk arayışına sistemli bir yaklaşımdır. Kalite, kullanıma uygundur.” P. Crosby’ye göre; “kalite şartlara uygundur ve kaliteyi geliştirmek için azim, eğitim ve uygulama gibi üç temel aşamaya sadık kalmak gerekmektedir”(Efil, 1993). Dr. K. Ishikawa’ya göre kalite; “en ekonomik, en kullanışlı ve her zaman tüketiciyi tatmin eden ürünün üretilmesidir” (Ishikawa, 1995)

ISO 9000 Standardı aynı şekilde “Kalite bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır” demektedir. Ayrıca verilen notlarda kısaca, ürün veya hizmet kalitesi tasarım, üretim, servis ve bakım gibi birbiri ilişkili faaliyetlerin her aşamasından etkilendiği belirtilmektedir. Standartta “Bazı kaynaklarda kalite kullanıma uygunluk, amaca uygunluk veya müşterinin memnuniyeti ya da isteklere uygunluk olarak ifade edildiği belirtilmekte ve bunlar kalitenin belirli ölçütlerini ifade etmekle birlikte, genellikle istenilen ve yukarıda yer alan daha kapsamlı açıklamalar da gerekir” denmektedir. TSE kaliteyi, “bir ürün ya da hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerinin toplamı” olarak tanımlamaktadır(TS-ISO 9005) (TSE, 1994). JIS (Japanese Standards of Industrial-

Japon Sanayi Standartları)'a göre, "kalite, ürün ya da hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketici isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir"(TSE, 1994). EOQC'ye (European Organisations for Quality Control-Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu) göre, "kalite, bir ürün ya da hizmetin tüketicinin isteklerine uygunluk derecesidir"(Muluk, Burcu, ve Danacıoğlu, 2000).

Tüm tanımlar göz önüne alındığında kalitenin özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir(TSE, 1997):

- 1) Kalite bir önemdir. Sorunlar ortaya çıkmadan önce çözümlerini oluşturur. Ürün ve hizmetlerin yapısına tasarım yoluyla üstünlük arayışını katar.
- 2) Kalite, müşterinin tatminidir. Ürün ve hizmetin ne kadar iyi olduğu konusunda son kararın verdiği memnunluktur.
- 3) Kalite verimliliklidir. İşlerini yapabilmek için gerekli eğitimden geçen, ihtiyaç duyduğu araç-gereç ve talimatlarla desteklenen personelden elde edilir.
- 4) Kalite esnekliktir. Talepleri karşılamak için değişmeyi göze almaktır.
- 5) Kalite etkili olmaktır. İşleri çabuk ve doğru olarak yapmaktır.
- 6) Kalite bir süreçtir, süregelen bir gelişmeyi kapsar.
- 7) Kalite bir yatırımdır. Uzun dönemde bir işi ilk defada doğru yapmak, hatayı sonradan düzeltmekten daha ucuzdur.

2.2. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

Toplam Kalite Yönetimi, işletmenin üst yönetiminden en alt kademe çalışanına kadar her seviyeden tüm çalışanlarının tamamının katılımını ve işletme hedeflerinin ve müşteri beklentilerinin karşılanması amacı doğrultusunda birlikte hareket etmelerini, kaliteye öncelik verilmesini, kalite eğitimini, süreçlerin sürekli geliştirilmesini, çalışanların kendilerini yaptıkları işle ve çalıştıkları işletmeyle özdeşleştirmelerini öngören çağdaş ve müşteriye odaklı bir yönetim yaklaşımı olarak kabul edilebilir.

İletişim teknolojisindeki gelişmeler, küreselleşme olarak tanımlanan coğrafi ve ekonomik sınırların önemini kaybetmesi, bilgi işleme teknolojisindeki ilerlemeler, rekabetin artması, teknolojik gelişmeler müşteri memnuniyeti sağlamayı başarılı olmanın temel faktörü haline getirmiştir. Müşteri odaklı olmak, koşulsuz müşteri memnuniyeti, değer yaratma, zaman bakımından rekabet gibi kavramlar işletmeleri kendi iç işlerine dönük birer birim olmaktan çıkarmış, dışarıya, müşteriye dönük hale getirmiştir. Dolayısıyla, tüm işletme faaliyet ve süreçleri ancak müşteri için bir değer yaratıldığı ölçüde anlamlı olacaktır.

Müşteriye daha ucuz, daha kaliteli ve daha çabuk mal ve hizmet sunmak tüm işletmelerin temel hedefi haline gelmiştir. Bunun için işletmelerin kendi iç işleyişlerini yeniden düzenlemeleri, kendilerine rekabet avantajı sağlayan temel yetenek-(core competence) dışındaki tüm işleri outsourcinge (dış kaynaklara başvurma) tabi tutmaları, şebeke organizasyonları geliştirmeleri, stratejik birlikler oluşturmak gibi uygulamalar yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Bütün bu gelişmeler Toplam Kalite Yönetimi adı altında özetlenmiştir (Koçel, 1998). Üzerinde durulması gereken önemli bir nokta, bütün bu anlayışların birbirinden bağımsız değil, birbirini içeren anlayışlar olduğudur. Bu anlayışların ortak çıkış noktaları ve prensipleri vardır.

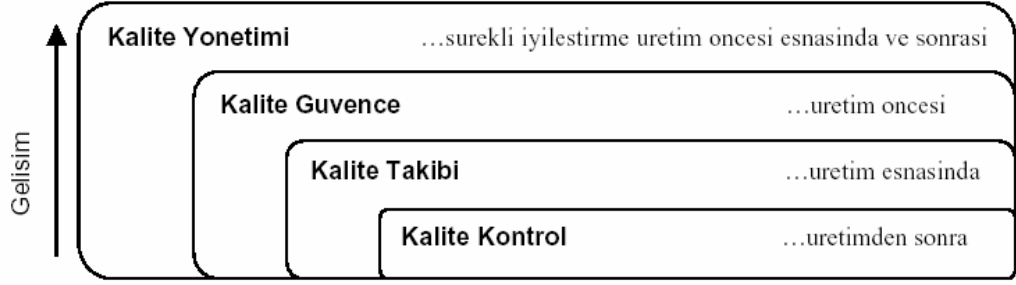
TKY'nin ilkeleri şu şekilde özetlenebilir (Bumin ve Erkutlu, 2001):

- Kalitede öncelik ve önderlik üst yönetimin sorumluluğundadır.
- İşletmelerin başarısı büyük ölçüde müşteri gereksinimlerinin anlaşılmasına ve tatmin edilmesine bağlıdır.
- Sorunların çözümü ve sürekli iyileştirmelerin sağlanması, gerçek verilerin kullanılarak istatistikî yorum yapılmasına bağlıdır.
- İşletme hedeflerine erişmek amacıyla, her düzeydeki işlevlerin sürekli iyileştirilmesi düşüncesi egemen olmalıdır.
- Sorunların çözümü ve süreç iyileştirmenin en etkin yolu, çok işlevli ekip çalışmalarını başarısına bağlıdır.

Toplam Kalite Yönetimi “devamlı iyileştirme”yi esas alır. Tüm süreçlerinizi yeniden gözden geçirip nasıl daha iyi olabilir diye sorgulamak ve devamlı iyileştirme yapmak gerekir. Bunun için ekip çalışmalarına, çalışanların önerilerine gereksinim vardır. Toplam Kalite Yönetiminde iç ve dış müşteriler belirlenmeli, onların beklentileri karşılanmalıdır. Müşterilerin seçenek olanakları ve teknolojik beklentileri artmakta, hatalara karşı hoşgörüsü giderek azalmaktadır. Müşteriler artık standartlara uygun, beklentilerini aşan ürün ve hizmetleri; topluma, çevreye saygılı, müşteri için en iyiyi yapmaya hazır, kendisi ile satış sonrasında rahat bir diyalog kurabileceği ve kendi personelini tatmin etmiş, güler yüzlü kuruluşlardan temin etmektedir. Müşterilerin bu davranış biçimi, ister istemez Toplam Kalite Yönetimi felsefesini getirmektedir ve getirmeye devam edecektir. Toplam Kalite Yönetimi, tüm sosyal paydaşların dengeli bir şekilde mutlu kılınmasıdır. Toplam Kalite Yönetimi’nin ne olduğuna değinecek olursak

- Toplam Kalite Yönetimi, salt iş dünyasında veya sanayi şirketlerinde kullanılabilecek, onlara özgü bir şey değildir. Bir yönetimin söz konusu olduğu her yerde kullanılabilir.
- Toplam Kalite Yönetimi, ISO 9000 veya ISO 14000 değildir. Bunlar, TKY’nin minimum gerekleridir. Bunlar olmadan TKY olmaz; ama sadece bunlarla da TKY olmaz.
- Toplam Kalite Yönetimi, Genel Müdür tarafından alt kademelere delege edilebilecek bir olgu değildir.
- Toplam Kalite Yönetimi, ayrı bir mali bütçe ile özel bir bölüm tarafından yönetilen bir şey değildir.
- Toplam Kalite Yönetimi, “Kalite Çemberleri” değildir. Bunlar, TKY’nin bir önceki aşaması olan TKK (Toplam Kalite Kontrolü)’nin unsurlarıdır ve çalışanların katılımı kavramının oluşmasında öncülük yapmışlardır.

Toplam kalite anlayışının yerleşmesine kadar geçen süreç ve aşamaları şekil 1.1’de görmek mümkündür.



Şekil 2.1. Kalite kavramının tarihsel gelişimi (Yılmaz, 2004)

TKY, müşteri memnuniyetini kardan önce gören bir sistemdir. Müşteri memnuniyeti uzun vadede karlar getirir, fakat sadece kısa vadede kar öncelik vermek ancak kısa vadede kazandırır. TKY; işin hedeflerine memnun müşteriler ve mutlu çalışanlar oluşturarak ulaşmak için kullanılan felsefe, takım ve süreçlerin bütünleşmiş bir setini kapsayan bir sistemdir.

2.2.1. TKY'nin temel elemanları

TKY'nin kuruluşunu oluşturan dört ana eleman vardır: İnsan, Sürekli Gelişim, Süreç ve Müşteri(Şimşek, 1999).

- İnsan

Hedef, insanlara yetki vererek ekip çalışmasından optimum sonuçların elde edilmesini sağlamaktır. Bu hedefin yolu, iletişim hünerleri, karşılıklı etkileşim yeteneği ve etkili toplantı yapma marifetleri üzerinde yoğunlaşan eğitim ile başlar. Bu gibi bir eğitim, insanların grup aktiviteleri içerisinde etkin rol alarak ürün ve süreçlerin sürekli gelişimine katkıda bulunmalarını sağlar. Daha ileri eğitim ise çalışanları yetkilendirmek için temel oluşturan ileri düzeydeki ekip çalışmasına götürür(Şimşek, 1999)

- Sürekli Gelişim

Problemlerin ana sebeplerini bulmak için “Niçin?” sorusunun beş defa sorulmasıyla uygun kararlar verilebilmesine yardımcı olacak bilgilerin toplanması çalışanlara öğretilir. Sürekli gelişimin kalitenin temel prensibini oluşturmaktadır; Planla, Uygula, Denetle, Önlem al. Bu çevrimin tekrarlanması, mükemmelliğin hiç bitmeyen arayışıdır. Standardizasyon, başarılı uygulamaların dokümantasyon ve eğitimin kullanımıyla standart operasyon modu olarak belirlenmesi sürecidir.(Şimşek, 1999)

Sürekli olarak kaliteli ürün ve hizmet üretmek için iki ayrı, ancak birbirleriyle yakın ilişkili süreç yönetim faaliyeti vardır. Süreç kontrol ve süreç geliştirme(Uğur, 1999)

- Süreç

Toplam Kalite Yönetimi süreç odaklı bir yaklaşımdır. Süreçler sayesinde herkesin anlayabildiği ortak bir dil oluşturulmuş olur. Problemlerin analizi ve çözümü de süreçler üzerinden gerçekleştirilir.

- Müşteri

TKY'deki birinci odak noktası müşteri ve müşteri memnuniyetidir. Dr. Noriaki Kano; müşteri memnuniyeti açısından kalitenin beş temel ögesini önermektedir. Bu beş tanenin üç tanesi özel bir öneme sahiptir: Beklenen kalite, tatmin eden kalite ve memnun eden kalite. Diğer ikisi önemsenmeyen kalite ve ters kalitedir.

Beklenen kalite, müşterinin beklediği ve dolayısıyla ayrıca talep etmeye gerek duymadığı özellik veya karakteristikleri belirtir. Bu özellikler bulunduğunda, müşteri memnuniyetsizlik göstermez, fakat bu özellikler olmadığında müşteri memnun olmaz. Tatmin eden kalite, müşterinin özel olarak talep ettiği özellik veya karakteristikleri belirler. Bu özellikler bulunmadığında müşteri tatmin olmaz. Tatmin eden kalite müşteri beklentilerini karşılar, ancak aşmaz. Memnun eden kalite, müşterinin istemediği çünkü varlığından haberdar olmadığı özellik veya karakteristikleri belirtir. Bu özellikler bulunduğunda müşteri çok memnun olur; bu özellikler bulunmadığında, müşteri memnuniyetsizlik göstermez. Memnun eden

kalite müşteri beklentilerini karşılar ve onu memnun eder. Beklenen kalite müşteri memnuniyetsizliğini önleyebilmelidir. Tatmin eden kalite müşterinin beklentilerini karşılayarak onları tatmin edecek şekilde olmalıdır. Memnun eden kalite müşteri beklentilerini aşarak onları memnun etmelidir. Müşteri memnuniyeti ürün ve hizmet farkının anahtarıdır. (Şimşek, 1999)

2.2.2. TKY'nin yönetim yaklaşımına getirdiği yenilikler

Her kuruluş kendi TKY uygulama şeklini kendisi bulmalı ve bunu yönetim stratejisi ile bütünleştirmelidir. Ancak bununla birlikte, bir kuruluşta TKY stratejisi ve uygulamalarından söz edebilmek için dört kavram ve uygulamanın yerleşmiş olması ve süreklilik kazanması gerekmektedir. Bu kavram ve uygulamalar yönetim anlayışındaki dört yenilik olarak da isimlendirilmekte olup, müşteri odaklılık sürekli iyileştirme, toplam katılımcılık ve toplumsal sorumluluktur.

2.2.2.1. Müşteri odaklılık

İletişim teknolojisindeki gelişmeler, küreselleşme, bilgi işleme teknolojisindeki ilerlemeler, rekabetin artması, teknolojik gelişmeler müşterinin mal veya hizmet alımında giderek daha bilinçli bir biçimde davranışı vb. nedenler müşteri memnuniyeti sağlamayı başarılı olmanın temel faktörü haline getirmiştir. Müşteri odaklı olmak, koşulsuz müşteri memnuniyeti, değer yaratma, zaman bakımından rekabet gibi kavramlar işletmeleri kendi iç işlerine dönük birer birim olmaktan çıkarmış, dışarıya, müşteriye dönük hale getirmiştir.

Yapılan çalışmalarla müşteri isteklerinin tam ve doğru olarak belirlenmesi ve eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesi müşteri memnuniyetini doğuracak bu da işletmenin satışlarının artmasına, pazar payının genişlemesine ve kârlarının artmasına sebep olabilecektir. Toplam Kalite Yönetiminde, işletmeler kalitenin müşteri tarafından belirlendiği bir örgüt kültürü yaratmaya çalışmaktadırlar. Bunun en büyük

sebeplerinden birisi, işletmelerin artık yaptıklarını satan birimler değil satabileceğini (müşteri isteklerine göre belirlenen) yapan birimler haline gelmeleridir.

Toplam Kalite Yönetiminin müşteri odaklı bir yönetim felsefesi olması, etkin bir biçimde uygulanması zor olmakla beraber uzun dönemde işletmeye en çok getiri sağlayacaktır. Toplam Kalite Yönetimine göre müşteri sözcüğü işletme çalışanlarını da kapsamaktadır. Müşteri memnuniyeti sağlamanın yolu ise çalışanları hoşnut etmekten geçer. Çalışanlarının memnuniyetini sağlayabilmiş bir işletmenin Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarında da başarılı olacağı söylenebilir.

2.2.2.2. Sürekli gelişme

Toplam Kalite Yönetimi felsefesinde hiçbir standart son olarak kabul edilmediğinden müşteri tatmininde, rekabetçi avantaj elde edilmesinde, verimlilikte, sistemlerin ve insan kaynaklarının iyileştirilmesinde sürekli gelişme, işletme açısından temel bir amaçtır.

Sürekli gelişmenin varlığından söz edebilmek için ölçüm ve istatistik ile grup çalışmasının işletme içerisinde var olması gereklidir. Ölçümleme yapılmadan, etkin bir işletme geliştirme, iyileştirme yapılamaz. Toplam Kalite Yönetimi ve sürekli gelişmenin ayrılmaz bir parçası olan ölçümleme, işletmenin öncelikleri değerlendirmesini sağlar. Ancak ölçümleme yapıldıktan sonra sürekli gelişme gerçekleştirilebilir.

Sürekli gelişme fikri Deming Çevrimi'ne dayanmaktadır. İnsanların, iyileştirmeyi, belli başlangıç ve bitiş noktaları olan bir proje olarak değil, devam eden adımlar dizisi olarak görmelerini sağlamak amacıyla planla-yap-denetle-harekete geç döngüsü genellikle bir çevrim olarak gösterilmektedir ve Toplam Kalite Yönetimi'nin her faaliyetinin ayrılmaz bir parçasıdır.

2.2.2.3. Toplam katılımcılık

Modern işletmelerde insanların düşünce, davranış ve çalışmalarının, takım çalışması ve işbirliği ile ortak hedefler üzerinde odaklaştıklarında çok önemli, etkili sonuçlar doğurduğu anlaşılmaya başlanmış bulunmaktadır (Bozkurt, 1995).

Katılımcı bir yönetim felsefesi olan Toplam Kalite Yönetimi, tüm çalışanların işletmenin faaliyetlerine azami ölçüde katılmalarını öngörür. Her bölümün ve her çalışanın kendi işlevleri itibarıyla kalite teminine katılması ve kalite işlevinin diğer işletme işlevlerine bütünüyle entegre olması amaçlanmaktadır (Ishikawa, 1993).

2.2.2.4. Toplumsal sorumluluk

TKY uygulayan firmalar, bilinenlerin tekrar araştırılarak vakit kaybını önlemek, kalite kültürünü değiştirmek ve kalite sağlama uygulamalarına hız kazandırmak amacı ile öğrenilenleri diğer firmalarla paylaşırlar. Bu tür çalışmalar sanayi düzeyinde, bölgesel veya ulusan düzeydeki çalışmalar olup genellikle bireysel kuruluşlar tarafından yürütülen kalite kültür ve bilincinin geliştirilmesi amacı ile yapılan TKY uygulamalarıdır.

3. ALTI SİGMA ve TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ

Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi arasındaki ilişki için uzmanların bir kısmı Altı Sigma'yı Toplam Kalite Yönetimi içinde bir metodoloji olarak konumlandırırken, diğer kısmı Altı Sigma'yı Toplam Kalite Yönetiminin ötesine geçmiş ve farklı nitelikler kazanmış yeni bir yönetim anlayışı olarak görmektedir.

Altı Sigma'nın TKY içinde metodoloji olarak gören uzmanlar, Altı Sigma'nın kalite iyileştirme açısından yenilik getirmediğini, Altı Sigma'nın TKY'nin geleneksel iyileştirme araçlarını kullanmakta olduğunu savunurlar. TÖAİK (DMAIC) döngüsü ise TKY'deki PUKO temel süreç iyileştirme döngüsünün revize edilmiş şeklidir.

Diğer gruptaki uzmanlar ise Altı Sigma'nın TKY'nin çok daha ötesinde sonuçlar veren ve kalitede mükemmeliyeti hedefleyen bir yöntem olarak ele alırlar. Hata oranını binde birlerden milyonda dört mertebesine düşürmenin, basit bir ölçek değişikliğinin ötesinde sonuçlar doğurduğuna dikkati çekmektedirler. Sözü edilen niceliksel değişikliğin boyutları öylesine büyüktür ki çalışma alanının niteliği değişmiş, farklı dinamikleri olan yeni bir "bilim" haline gelmiştir. Bu bakımdan eski yaklaşımla olan görünürdeki benzerlikler aldatıcıdır, çünkü istatistiksel araçlar etkinlikleri açısından kasap bıçağı noktasından cerrahın neşteri noktasına terfi etmişlerdir. Altı Sigma'nın getirdiği metodoloji ve organizasyon yapısı ise, firmalara genel yorumlar yaptırmak yerine kalite gelişimini sağlamak için kullanması gereken istatistiksel yöntemleri belirleyip, bunların nasıl yorumlanması gerektiğini standartlaştırmıştır.

İkinci gruptan sayabileceğimiz bir Altı Sigma gurusu olan Pyzdek "Neden Altı sigma TKY değildir" isimli (Why Six Sigma is not TQM) makalesinde şöyle demektedir:

“Arkadaşlarım bana sürekli Altı Sigma ile Toplam Kalite Yönetimi arasında belirgin bir fark olmadığını, söylüyor. “Altı Sigma’nın getirdiği yeni bir şey göster” diyorlar. Altı Sigma da TKY’nin kullandığı denenmiş araçları ve teknikleri kullanıyor. Her ikisi de liderliğin ve en üstten en alt seviyeye kadar desteğin önemini vurguluyor. Her iki yaklaşım da uzun de önemli iş başarısı için kaliteyi sürekli geliştirmek gerektiğini açıklıyor. TKY’deki PDSA çevrimi de Altı Sigma’nın TÖAİK çevriminden farklı değil. Ancak farklılıklar var, kritik farklılıklar. Ve bu farklılıklar neden Altı Sigma’nın popülaritesi artarken TKY’nin popülaritesinin neden azaldığını da açıklamaktadır.” (Pyzdek, 2003)

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

Altı Sigma uygulayan firmaların elde ettikleri sonuçlar son derece somuttur. Altı Sigma’nın gücü biraz da buradan kaynaklanmaktadır. Geçmişte yaşanan çok sayıda TKY başarısızlığının ardından Altı Sigma sayısız firmaya Dünya kalitesinde çıktı üreten bir yapı kazandırmış ve rüştünü bu firmaların kasasına giren milyarlarca dolarla ispat etmiştir.

- ❖ Günde yaklaşık 1000 uçağın indiği büyük bir hava alanında her yıl bir uçağın inişte kazaya uğraması kabul edilebilir bir risk midir? Ya, her gün beş uçağın inişte kazaya uğraması?

- ❖ Günde 50 ameliyatın yapıldığı bir hastane de 16 yılda yalnızca bir kez ameliyatta hastanın içinde yabancı madde unutulması kabul edilebilir mi? Ya, her üç günde bir aynı hatanın yapılması?

Bu iki örnekte ortak nokta, ilk belirtilen alternatifin altı sigma, ikinci alternatifin ise dört sigma seviyesindeki kalite düzeyini ifade etmesidir. Toplam kalite yönetimi mükemmelliği, yani "sıfır hata" düzeyinde bir ideali hedefleyen bir yönetim felsefesidir. Bu hedefin ulaşılamazlığı, toplam kalite yönetiminin sürekli gelişmeyi sağlayan sonsuz bir yolculuk olmasının nedenidir.

Altı sigma ise, toplam kalite yönetiminin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde, kullanılabilen bir yöntem, bir metodolojidir. Hedefi hata oranlarının milyonda 3.4 seviyesine düşürmektir.

Altı Sigma düzeyindeki firmalar sınıflarının en iyisi olarak kabul edilmektedir. Bugün firmaların çoğu üç veya dört sigma düzeyindedir. Bu süreçlerdeki hata oranlarının milyonda altı bin 210 ile 66 bin 800 arasında olduğunu gösterir. Bu firmalarda hurda ve tamirlerden kaynaklanan başarısızlık maliyetleri satışların yüzde 10-15'i düzeyindedir. Altı Sigma şirketlerinde bu oran sifıra yakındır. Şirketlerin ortalama yüzde 10 karlılıkla çalıştığını düşünürsek, 3-4 sigma düzeyindeki şirketlerin altı sigma şirketleri karşısında ayakta kalma şansı oldukça azdır. (Kasa,2003)

Altı Sigma araçları, toplam kalite yönetiminin temel kavramları olan süreç yönetimine, sürekli iyileştirmeye, takım çalışmasına metodolojik bir yaklaşım, bir çözüm önerisi getirmektedir. Altı Sigma'nın getirdiği metodolojik yaklaşım toplam kalite yönetimindeki önemli kriterlerden stratejik hedefler belirlemede, kilit süreçlerin belirlenmesinde, süreç iyileştirmelerde kullanılabilir, ayrıca Altı Sigma'nın getirdiği hiyerarşik yapı, çalışanların katılımı, performansın somut kriterlere göre değerlendirilmesi konularında etkin bir yaklaşım sunmaktadır.

4. ALTI SİGMA'YA GİRİŞ

Kalite yolculuğu Kalite Kontrol ile başlayıp mükemmel ürüne ulaşmak için sürekli iyileştirme yaklaşımıyla devam etmektedir. Bu yolculuğun günümüzdeki yorumu ise Altı Sigma yaklaşımıdır. Altı Sigma yaklaşımı ile müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin karşılanabilmesinin önemi bir kat daha artmıştır. Şirketler müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamadan ayakta kalamazlar. (Pande, Neuman ve Cavangh, 2003)

Kalite gelişim tarihinin en son döneminde, kalite geliştirme programı olan Altı Sigma başarılı olmuştur. Motorola, düşük kalitenin ve müşteri şikayetlerinin şirketin rekabet gücünü zayıflatması neticesinde Altı Sigma'yı geliştirdi. (Barney, 2003). Motorola'nın 1988 yılında Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü'nü¹ kazanmasıyla Altı Sigma'ya olan ilgi de artmıştır. Motorola'nın 1987 yılında Altı Sigma'yı başlatmasından ve özellikle 1995 yılından sonra sayıları gittikçe artan birçok dünya çapında şirket kendi Altı Sigma programlarını geliştirerek bu kervana katıldılar. Altı Sigma bugün bilhassa gelişmiş ülkelerde, otomotiv, havacılık, kimya, elektronik ve metal sanayilerinde iyi yapılanmıştır(Yılmazer, 2004).

Global şirketler son yıllarda Altı Sigma'yı süreçlerinde kullanarak faaliyet gelirlerinde önemli kazançlar elde etmektedir. Altı Sigma'yı uygulayan şirketler milyonlarca dolar tasarruf sağlamı, üretkenlik, verimlilik, etkinlik, kalite ve müşteri tatmininde artışlar yaşamışlardır. Ayrıca Altı Sigma yalnız büyük şirketlerde değil küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde de büyük başarılar sağlamaktadır. Süreç mükemmelliğini hedefleyen Altı Sigma Metodolojisi, uygulayan kuruluşlara karlılık, verimlilik artışı sağlarken, sınıfının en iyisi olma fırsatını sunmaktadır.

¹ MBNQ, Amerika'da yılda bir verilen bir kalite ödülüdür. 1987 yılında, dönemin ABD Başkanı Donald Reagan döneminde ABD Ticaret eski Sekreteri Malcolm Baldrige adını taşır.

Altı Sigma şirketlerin, karlılıklarını önemli ölçüde iyileştirmelerini sağlayan bir yönetim sistemidir. Bu sistemde, fire ve kaynak kullanımı minimize edilirken müşteri memnuniyeti ve sadakatının artırılması için iş süreçlerinin gözden geçirilip, iyileştirilmesi esastır. Altı Sigma, üretimin odağına müşteriye yerleştirmeyi, tüm kararları somut verilere dayandırmayı, süreçleri iyileştirmeyi, başarıyı ve sonuçların kalıcılığını sistemli bir yaklaşımla elde etmeyi öngören bir çalışma metodolojisidir. Altı Sigma, şirket içersinde yapılan her şeyde -üretimden sipariş almaya kadar- daha az hata yapılması yönünde rehberlik yapar.

4.1. Altı Sigma'nın Tanımı

Günümüzde iş dünyası Altı Sigma'yı genellikle "mühendis ve istatistikçiler tarafından ürün ve proseslerin ince ayarını yapmak için kullanılan ileri derecede teknik bir yöntem" olarak tanımlamaktadır. Ölçüm ve istatistik Altı Sigma'nın anahtar bileşenleridir.

"Müşteri ihtiyaçlarını kusursuza yakın karşılama hedefi" Altı Sigma'nın bir diğer yaygın kullanılan tanımıdır. Altı Sigma, hataların her milyon faaliyette 3.4'e kadar indirilmesini hedefler. Bu çok az proseste başarıldığı iddia edilebilecek bir hedefdir.

Altı Sigma'nın kapsamlı bir başka tanımı ise ;

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

Bütün işleri sürekli yeniliklere ve gelişimlere zorlamak için birçok değişik faktör bulunmaktadır:

- Müşteri Beklentileri
- Teknolojik Değişimler
- Global Rekabet
- Pazar Fragmanı
- İşgücü Değişiklikleri (Hoisington, Naumann, 2001)

Tablo 4.1: Performansa Klasik Yaklaşım (Pande, Neuman ve Cavangh, 2000)

Uzun Dönem Çıktısı		
Eski Standart.....	%93.32.....	3 σ yeteneği
Mevcut Standart.....	%99.38.....	4 σ yeteneği
Yeni Standart.....	%99.99966.....	6 σ yeteneği

Tablo 4.2: Hedef Olarak 6 Sigma (Pande, Neuman ve Cavangh, 2000)

<u>(Süreç Yeteneği)</u>	<u>PPM (Bir milyondaki kusur sayısı)</u>
2	308537
3	66807
4	6210
5	233
6	3.4

Altı Sigma kavramında performansın ölçülmesi ve gözlenmesi istatistiksel uygulamaların değişkenliği ile ilgilidir. Bütün bu istatistiksel analizlerin amacı, değişkenliği yönetmek ve değişkenliği azaltmaktır. Ayrıca üretim proseslerinde meydana gelen gereksiz işlemleri ortadan kaldırmaktır. Altı Sigma performans seviyesi sadece milyonda 3,4 ve daha az hata anlamına gelmektedir.

Tablo 4.3: Sigma Seviyelerini Karşılaştırma Örneklemeleri

PPM	SIGMA	ALAN	AÇIKLAMA
0,000003	7 σ	Dikiş iğnesi ucu	Çeşitli büyük kütüphanelerden bütün kitaplar içinden bir hatalı kelime
0,002	6 σ	Tipik bir elmas boyutu	Küçük bir kütüphanedeki bütün kitaplar içinden 1 hatalı kelime
0,57	5 σ	Telefon tuşu boyutu	Ansiklopedi seti içinden 1 hatalı kelime
63	4 σ	Tipik oturma odası tab. alanı	Bir kitapta 30 sayfadaki 1 hatalı kelime
2700	3 σ	Nalbur dükkânı	Bir kitapta sayfadaki 1.5 hatalı kelime
45600	2 σ	Süpermarket	Bir kitapta sayfadaki 25 hatalı kelime
317400	1 σ	Sıradan bir fabrika tab. alanı	Bir kitapta sayfadaki 170 hatalı kelime

4.2. Altı Sigma'nın Tarihi ve Gelişimi

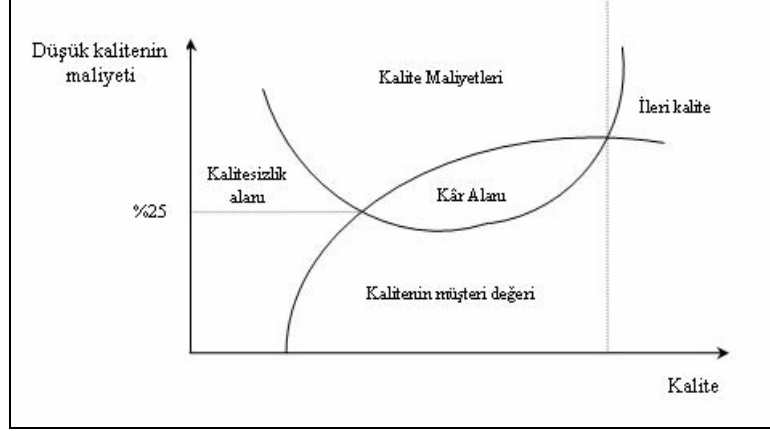
Bir ölçüm standardı olarak Altı Sigma'nın temeli, normal eğri kavramını bilime kazandıran Carl Frederick Gauss'a dayanmaktadır. Üretilen ürünün veya hizmetin belli özelliklerindeki değişkenliğin bir ölçüm standardı olarak Altı Sigma'nın temeli ise 1920'lerde Walter Shewart'ın bir prosesin ortalamadan 3 sigma seviyesindeki sapması durumunda düzeltilmeye ihtiyaç gösterdiğini açıklamasına dayanmaktadır. Altı Sigma kavramının ilk defa ortaya atılması Motorola mühendisi Bill Smith tarafından gerçekleşmiştir.

80'li yılların ortalarında Bob Galvin liderliğinde Motorola mühendisleri “binde olasılıkla hata” olarak uygulanan alışagelmış kalite seviyesinin müşteri beklentilerinin karşılanmasında yeterli olmadığına karar verip, “milyonda olasılıkla hata” şeklinde ölçmek istemişlerdir. Motorola bu yeni standardı geliştirmiş, metodolojini yaratmış ve bu aşamalardan geçerken bu konuda kültürel bir değişime de ihtiyaç duymuştur. Altı Sigma uygulaması, Motorola firmasında alt kademelerinde etkili sonuçlar alınmasını sağlamıştır.

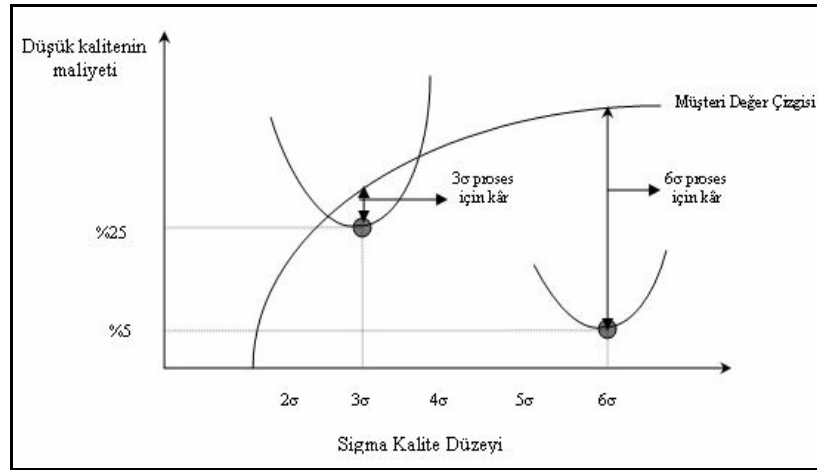
Altı sigma ABD de başlayan yolculuğuna Avrupa ve Asya'da sürdürmektedir. Bugün artık İngiltere, Almanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İspanya, Türkiye' de (başta Arçelik, Aselsan, TEI,...) olduğu gibi Japonya, Çin, Güney Kore altı sigmanın hızla yayılma olanağı bulduğu ülkelerden önemlileridir.(Kasa, 2003)

4.3. 3 Sigma 6 Sigma Karşılaştırması

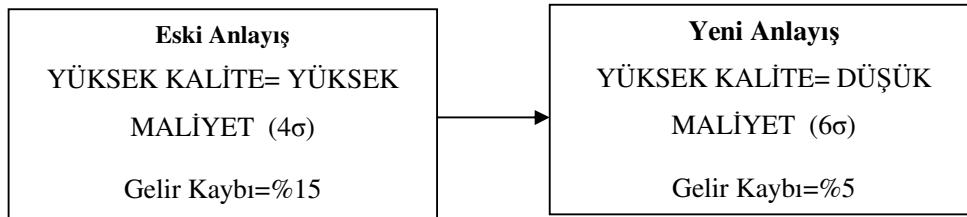
Geleneksel 3 sigma şirketi gibi işleyen bir işletme düşük kalite yüzünden sürekli müşteri kaybeder ve rakipleri işletmeyi fiyat yönlü rekabette sürekli geride bırakırlar. Kalite problemleri muayeneleri artırarak çözülmeye çalışılır. Sonuçta kusurlarda bir düşüş gözlenebilir fakat bu sürecin maliyeti artar. Kalitede müşteri yerleri kesin bir değere sahiptir ve kalite düşük olduğunda müşteriler ürünü almaz, kalite iyileştirildiğinde maliyetler artar ve müşteriler uygulamak zorunda olunan yüksek fiyatları ödeyemezler. Tipik bir 3 sigma işletmesi için düşük kalitenin toplam maliyetinin satışların %25 i olduğu durumda karlılık maksimum olur, fakat bu maliyette elde edilen kar çok düşüktür. 6 Sigma kalite düzeyinde işleyen işletme için bu oran %5'tir.



Şekil 4.1. Düşük kalite maliyetinin kalite maliyetine oranı
(Pyzdek, Thomas, "The Six Sigma Revolution", 2000)

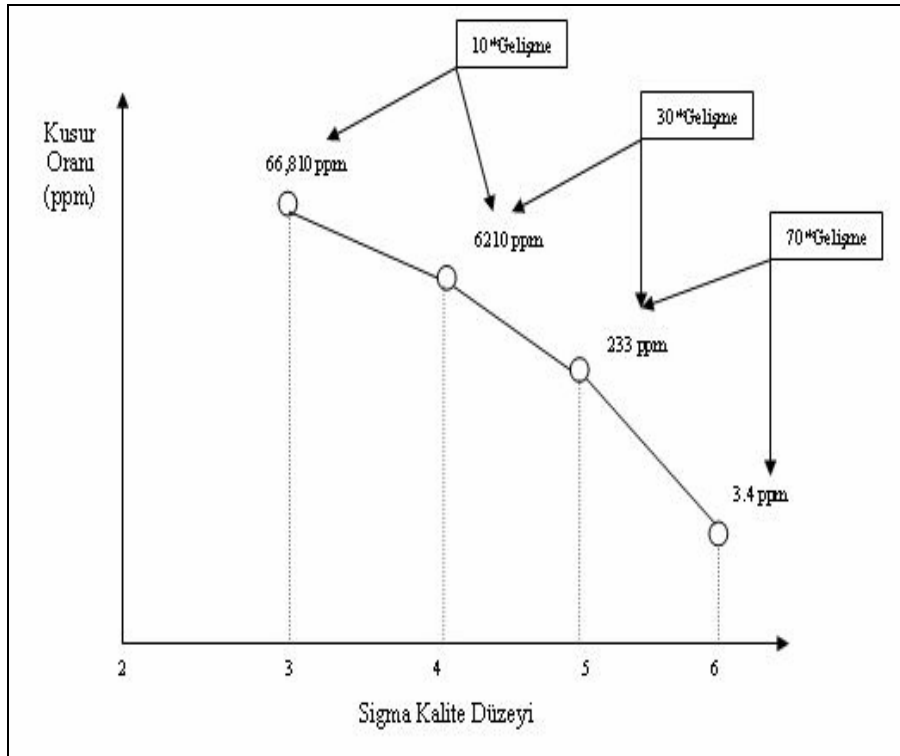


Şekil 4.2. Sigma ile 6 Sigma Karları



Şekil 4.3. İç ve Dış Maliyetleri Açısından Kalite Anlayışlarındaki Farklar
(Pyzdek, Thomas, "The Six Sigma Revolution", 2000)

3 Sigma kalite düzeyini işletebilecek düzeyde olan bir işletme, var olan sisteminin dışında daha iyi kalite düzeyine ulaşmayı denerse bu, o işletme için maliyet artışına sebep olur. Aynı zamanda hem daha iyi kalite hem de düşük maliyetlere ulaşabilecek yeni sistemler geliştirilmelidir. Bu aşamada altı sigma sistemine ihtiyaç duyulur. Altı sigma bir varış yeri ya da son nokta değildir, altı sigma sürekli gelişim için bir yolculuktur (Breyfogle, 2000). 3 Sigmadan 6 Sigma kalite düzeyine doğru milyonda kusur sayıları doğrusal olarak azalmazlar. 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 düzeyine ulaşmanın işletme yararları açısından önemini kanıtlamaktadır (Breyfogle, 2000).



Şekil 4.4. 3 Sigmadan 6 Sigmaya ppm Değerlerinde Meydana Gelen Değişimi

(Breyfogle, Forrest W., "Implementing Six Sigma", 2000)

4.4. Altı Sigmanın İlkeleri

4.4.1. Gerçek müşteri odağı

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

4.4.2. Verilere dayalı yönetim

Son yıllarda ölçüme, bilginin yönetimine, bilişim teknolojilerine vb. verilen öneme rağmen iş dünyasında çok sayıda kararın hala fikir ve varsayımlara dayalı olarak alındığını duymak sizi şaşırtmayacaktır. Altı Sigma uygulamalarının ilk basamağı iş performansını tahmin etmek için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır.

4.4.3. Proses odağı

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

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

4.4.4. Proaktif yönetim

Proaktif yönetim başarı için kritik iş alışkanlıkları ile ilgilidir; iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek, problemlerin önlenmesine odaklanmak, kör bir şekilde işleri nasıl yaptığımızı savunmak yerine, işleri niçin böyle yaptığımızı sorgulamaktır.

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

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

4.4.5. Sınırsız işbirliği

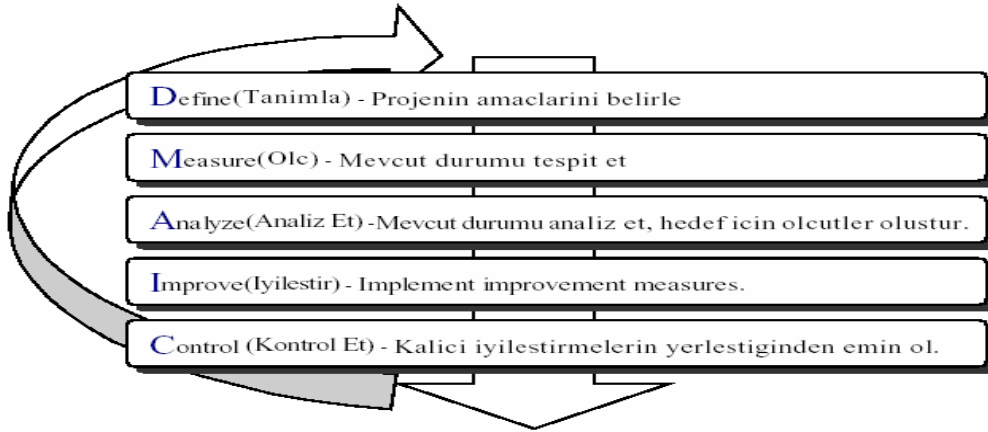
Sınırsızlık iş başarısı için Jack Welch'in deyişlerinden birisidir. Şirketin tedarikçileri, müşterileriyle ve şirket çalışanlarının da birbirleriyle kuracakları işbirliğinin getireceği fırsatlar büyüktür. Müşteriye değer yaratmak için ortak çalışması gereken gruplar arasındaki rekabet ve irtibatsızlıklardan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

Altı Sigma insanların büyük resimdeki yerlerini görmelerini ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlamalarını sağlayarak iş birliği fırsatlarını artırır. Altı Sigma'daki sınırsız işbirliği karşılıksız fedakarlık anlamında değildir. Bununla birlikte son kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarının ve prosesler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını gerekli kılar. Kusursuzu isterken başarısızlığa nasıl tolerans gösterilebilir? Fakat bir takım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın bir şeyler elde etmek ve bir yerlere ulaşmak mümkün değildir. Eğer insanlar alacakları karaların ya da yapacakları uygulamaların sonuçlarından korkarlarsa daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite vb.lerine ulaşmayı denemezler.

4.5. Altı Sigmanın Aşamaları

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.

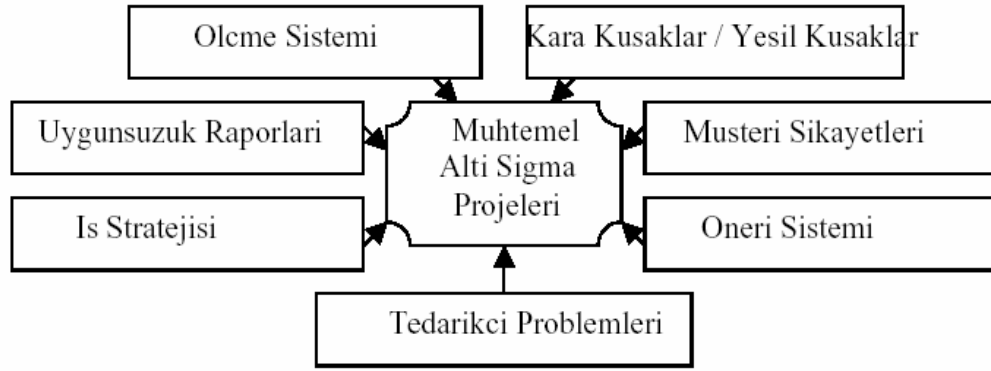
Aşağıda Altı Sigma Organizasyonlarında yaygın olarak kullanılan TÖAİK – Tanımla, Ölç, Analiz, İyileştir ve Kontrol döngüsü verilmiştir. Temel olarak PUKÖ modelinden büyük bir farklılık göstermeyen TÖAİK modelinde sadece ölçme ve iyileştirme süreçleri özel olarak vurgulanmış ve bu süreçler ayrı birer aşama olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.5. TÖAİK(DMAIC) yöntemi(Pyzdek, 2003)

Altı Sigma çalışması tüm organizasyonun, Altı Sigma'da sıkça kullanılan kalite araçları konusunda eğitilmesini gerektirir. Birçok zaman bu araçlar bilinmekte ve yıllardan bu yana kullanıla gelmektedir.(Pyzdek, 2003)

Altı Sigma'da TÖAİK çevriminin her kademesinde kullanılan araçlar, çalışmanın bu bölümünde safha safha listelenecek ve bunlardan belli başlı olanlar Altı Sigma Araçları adlı bölümde incelenecektir. En yaygın biçimde kullanılan proje oluşturma kaynakları Şekil 4.6'da görülmektedir



Şekil 4.6. Proje oluşturmada kullanılan en yaygın kaynaklar (Magnusson , 2003)

4.5.1. Sürecin tanımlanması

Bu aşamanın amacı projenin amaç ve kapsamı tanımlanmasıdır. Bu aşamada dikkat etmeniz gereken hususlar;

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

4.5.2. Sürecin ölçülmesi

6 Sigma uygulamasının ikinci adımı olan Sürecin ölçülmesi adımı, var olan süreç incelenir ve problemin ne olduğu belirlenmeye çalışır.

Bu aşamada:

- Süreç Haritası oluşturulması,
- Sebep – Etki Matrisi oluşturulması,
- Ölçüm Sistemi Testleri yapılması,

- Sistemin var olan durumu hakkında İstatistiksel Süreç Kontrol Grafikleri çizilmesi,
- Süreç Yetenek Testleri ile sürecin var olan durumu tam olarak belirlenir.

Ayrıca seçtiğiniz problemin şirketiniz için önemli bir sıkıntı kaynağı olduğundan ve düzeltilmesi halinde büyük yarar sağlayacağından emin olun. Bunun için özellikle şirketinize mali külfet getiren ve müşteri tatmini olumsuz etkileyen alanlara, Altı Sigma terimiyle Kritik Kalite Faktörlerine (KKF) odaklanın İlk iki kriteri karşıladıktan sonra yapmanız gereken şey problemin daha ayrıntılı ve herkes tarafından anlaşılacak şekilde tanımlanmasıdır. Bunun için yapacağınız tanımın açık ve mümkün olduğunca sayısal olmasına özen gösterin. “Kalitemiz tutarlı değil”, “Müşteriler Maraş usulü dondurmalarından hoşlanmıyorlar” ifadeleri size ne anlatıyor? Bu tür ifadelerden hareketle, kaliteyi nasıl daha tutarlı yaparsınız ya da Maraş usulü dondurmalar ile ilgili şikayetleri nasıl azaltırsınız? Problemi ne kadar ayrıntılı tanımlarsanız, hedefiniz o kadar kesin olur ve başarı şansınız artar.

4.5.3. Sürecin analizi:

Bu aşamada:

- Gerekli ise Hata Türü Ve Analizleri Yapılmalı
- Proje Planı oluşturulmalıdır.

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 harcayacağınız emek ve kaynakların karşılığı, hiçbir kullanım alanı olmayan sayfalarca veri olacaktır.

Bir süreçteki hataları –iyileştirme fırsatlarını– belirlemek için yapılacak analizler öncesinde, problem sahaları doğru olarak belirlenmeli ve kullanılacak yöntemler bu bilgilerin ışığında seçilmelidir.

Altı Sigma basamakları 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 bu parlayan bir basamak değildir. Bu nedenle bu basamak bir an önce geçme eğilimi yaygındır. Fakat bu doğru değildir. Çünkü kantitatif veriler Altı Sigma'nın temelini oluşturur. İyi veri olmaksızın iyi kararlar alamazsınız.

4.5.4. Sürecin iyileştirilmesi:

Süreç İyileştirme aşamasında,

- Çoklu Varyans Analizi,
- Deney Tasarımı
- Regresyon Analizi ile süreç iyileştirilmeye çalışılmalıdır.

Her bir problemin işletme karına, müşteri tatminine, performansa ve üretkenliğe etkilerini belirlemelisiniz. Ayrıca rakiplerinizin aynı alanlarda yaşadıkları problemlerle yapacağınız kıyaslamalar (benchmarking) bu bakımdan çok önemlidir. Çok sayıda şirket performanslarını sayıya dökmeden önce, kendilerinin alanlarında kalite, etkinlik ve müşteri tatmini konusunda en iyi olduklarını düşünürler. Eğer mevcut durum ile ideal durum arasındaki fark yeterince büyük değilse ya da kapatılması halinde size önemli bir avantaj sağlamayacaksa bir sonraki probleme geçmeniz mantıklı olacaktır. Diğer yandan problemin, genel performansınızı ve rekabet gücünüzü önemli derecede etkilediği sonucuna vardıysanız bu kıymetli maden üzerinde çalışmaya başlayabilirsiniz.

Hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna cevap verebiliyorsanız, ihtiyaç duyduğunuz bilgiye sahipsinizdir. Fakat yalnız belirtilere odaklanmayın. Altta yatan kök nedenleri bulun. Eğer problemi aramayı yarı yolda bırakırsanız yarım

bir çözüm elde edersiniz. Bu nedenle Kara Kuşaklara verileri mümkün olan en etkin yollarla toplamaları ve değerlendirebilmeleri için diğer konuların yanında istatistik düşünme yeteneği kazandırılır.

Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı andır. Ancak zihninizdeki çözümleri hemen uygulamaya koymadan, bundan önceki üç basamaktan elde ettikleriniz gözden geçirmenizi tavsiye edilir. Bu gözden geçirme sonucunda problemin;

- ✓ Herkes tarafından anlaşılabilir derecede net ve ayrıntılı olarak tanımlandığını,
 - ✓ Mevcut imkan ve kaynaklarınızla çözülebilecek nitelikte olduğunu,
 - ✓ Giderilmesi halinde şirketinize büyük yarar sağlayacağını,
 - ✓ Çözümüne yardımcı olacak doğru verilere sahip olduğunuzu ve
 - ✓ Temel nedenlerinin ve bunların nasıl giderileceğinin doğru olarak belirlendiğini,
- düşünüldüğünde elinizdeki çözümleri denemeye başlanabilir.

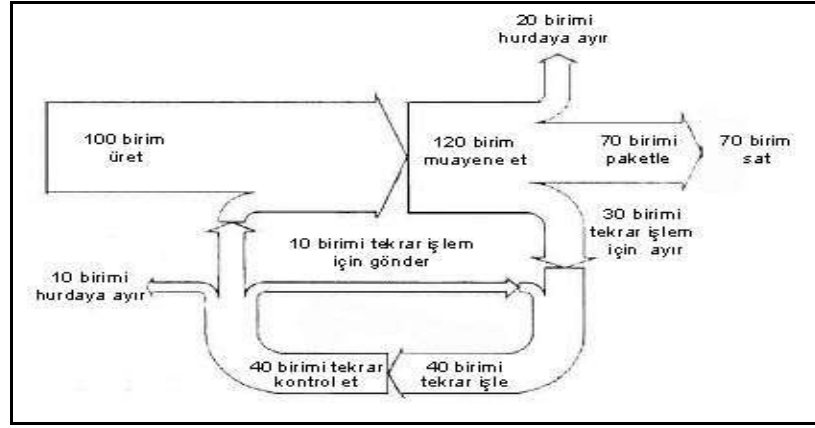
4.5.5. Sürecin kontrolü:

İşletmelerde temel problem nasıl başarılı olunacağından ziyade nasıl başarılı kalınacağıdır. Çünkü başarının sürdürülememesi, tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesine yol açar. Kontrol, Altı Sigma'nın en önemli aşamasıdır. Bu aşamada ;

- ✓ İlk dört aşama sonunda sağlanan kazançlar değerlendirilir,
- ✓ Bu kazançların sürdürülmesi için neler yapılabileceği kararlaştırılır,
- ✓ Altı sigma'nın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır.

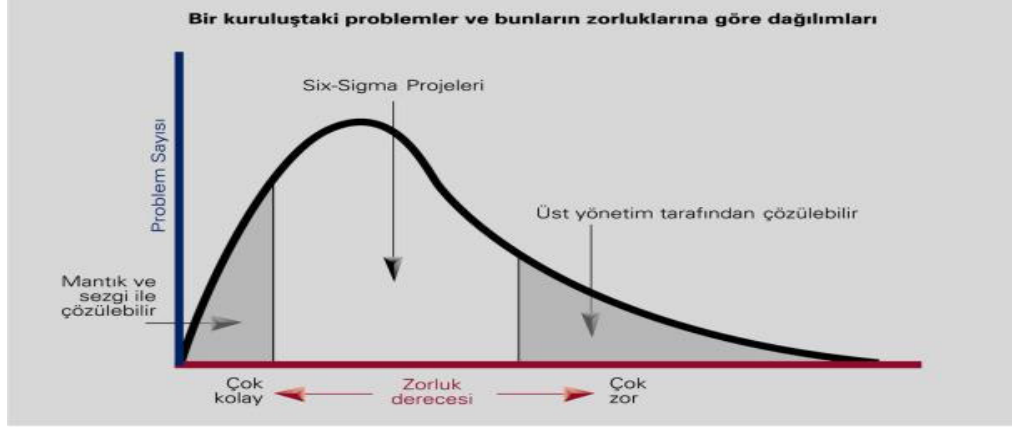
4.6. Altı Sigma Kullanma Nedenleri

Son ürüne odaklanan kalite anlayışına sahip yöneticiler zamanının büyük bir kısmını iyi ve kötü ürünün tanımını yapmak ve kötü ürünün müşteriye ulaşmasının nasıl önleneceğini düşünmekle geçirir. Bunun sonucunda üretim müşteri ihtiyaçlarını iyi ürünleri kötülerden ayırarak karşılama gayretine dönüşür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Geleneksel yönetim

Ancak bu yaklaşımları başarıyla uygulayan işletmeler dahi en fazla üç ila dört sigma seviyesine ulaşabilirler. Bu da en az %1'lik hata oranı anlamına gelir. Sadece son ürüne odaklanmak yerine, istenmeyen çıktılarının nedenlerini araştırmaya çalışmak iyi bir başlangıç olabilir. Örneğin otomobil yedek parçası üreten bir fabrikada klasik yaklaşımlar size kusurlu parçaları ayırmanızı ve hata oranı yüksek makineleri sürekli ayarlamanızı söylerken, Altı Sigma, tüm makineleri bir bütün olarak ele almanızı, sistem ve üründeki değişkenliğin sebeplerini bularak sorunu ortadan kaldırmanızı öngörür. Eğer mevcut problemleri doğru belirler ve çözebilerseniz müşterileriniz mutlu olur sizde para kazanırsınız. Bu amaçla müşteriden alınacak geri besleme yararlı olacaktır. Çünkü sizin problem olarak değerlendirdiğiniz bir husus müşteri için önem taşımayabilir.



Şekil 4.8 Bir kuruluştaki problemler ve bunların zorluk dereceleri

Altı Sigma'yı diğer müşteri odaklı yaklaşımlardan ayıran nokta ise kendisinden önceki pek çok yaklaşımın en başarılı yönlerini bünyesinde toplaması ve sahip olduğu güçlü araçlarla bu yaklaşımların vaat ettiklerini gerçeğe dönüştürebilmesidir.

Bir firmanın performansı süreçlerindeki Sigma düzeyi ile ölçülür. Geleneksel firmalar 3 ila 4 sigma düzeyini yeterli olarak almaktadırlar. Fakat aşağıdaki tablolar incelendiğinde gerçek hayatta bu düzeylerin nelere mal olacağı görülmektedir.

ÖRNEK	% 99 İyi (3.8 Sigma)	%99.999966 (6 Sigma)
10.000 çalışanda kayıp işçilik saati	100 adam-gün	49 dakika
Bir günde kirli su içme zamanı	14.4 dakika	0.3 saniye
Aylık elektrik kesintisi	7.2 saat	8.8 saniye
6 saatlik uçuşta ciddi hava boşluğu tehlikesi	3.6 dakika	0.1 saniye
1,000,000 \$ Yatırımdaki kayıp	10,000 \$	3.4 \$

Şekil 4.9 Hata Oranlarının Gerçek Hayata yansımaları

Kelime anlamı olarak sigma, müşteri beklentilerini karşılayacak mükemmellikten sürecimizin ne kadar uzakta olduğunu gösteren istatistiksel bir terimdir. Bu doğrultuda Altı Sigma bir milyon ürün üretiminde, geri planda sadece milyonda 3,4 adet toplam hata olasılığını ifade etmektedir. Altı Sigma Operasyonel Mükemmellik Modeli, müşteri beklentileri doğrultusunda, kalite ve maliyet kriterlerini birleştirerek, iyileştirme faaliyetlerinin önceliklendirilmesini sağlar.

Sigma seviyelerini yükseltmek için çok ciddi sıçramalı iyileştirmeler gerekmektedir. Sigma seviyesini 2'den 3'e çıkarmak belki daha basit araçlarla mümkünken, daha yüksek sigma seviyelerine ulaşmak için daha ciddi araçların belirli bir sistematik dahilinde kullanılması gerekmektedir.

5. ALTI SİGMA ORGANİZASYONUNDA ROLLER

Altı Sigma'nın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Ayrıca görev tanımları içerisinde iyi bir iş çıkaramamanın sonuçları ve başarının sağlayacağı ödüllerde yer alır. Takımın başarısında bu tanımların rolü büyüktür.

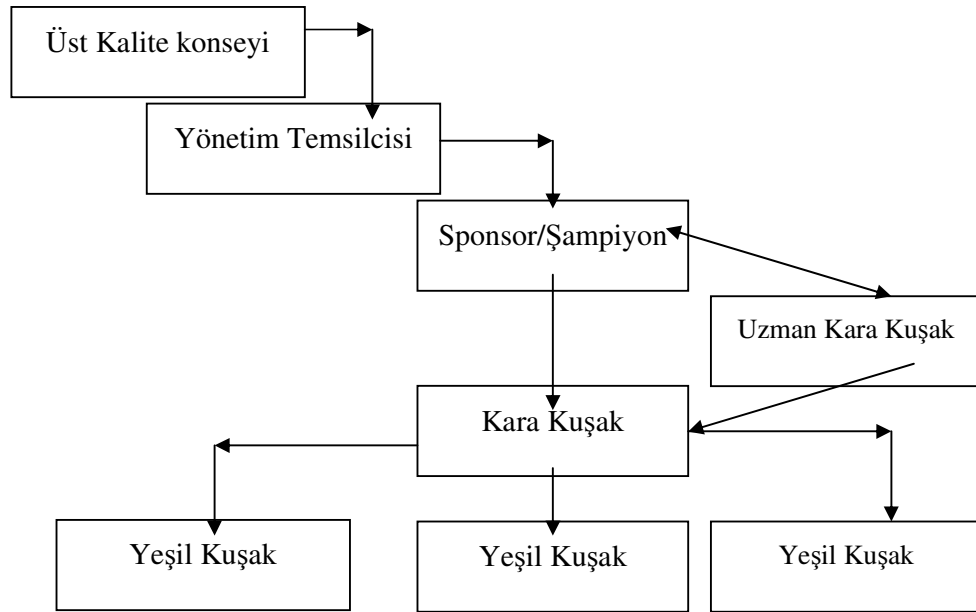
Bu nedenle Altı Sigma organizasyonlarında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir.

Altı Sigma uygulamalarına geçmeden önce şirketiniz için uygun yapıyı belirlenmesi gerekir. Aşağıda Motorola, GE ya da Arçelik gibi büyük çaplı şirketlerde görülebilecek ayrıntılı bir yapı verilmiştir. Şirketinizin büyüklüğü ve uygulamanızın kapsamına göre bu görevleri birleştirebilir ya da ek görevler oluşturulabilir. Ayrıca bu yapının sabit olmadığı değişen ihtiyaçlara göre yenilenebileceği unutulmamalıdır.

5.1. Üst Kalite Konseyi

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

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak, şeklinde özetlenebilir.



Şekil 5.1. . Altı Sigma Organizasyonunda Roller
(Pande, Neuman ve Cavangh, 2000.,“Six Sigma Yolu”)

5.2. Yönetim Temsilcisi

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

Yönetim Temsilcisinin başlıca görevleri;

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

5.3. Kalite Şampiyonu

Kalite Şampiyonu, iyileştirme projelerini Üst Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişilerdir. Altı Sigma Takımlarını, Toplam Kalite Yönetiminin Çemberlerinden ayıran temel fark da buradadır. Kalite Çemberlerinde iyileştirme konularının seçimi ve projelerin yürütülmesi tamamen çember üyelerinin sorumluluğundayken, Altı Sigma'da bir miktar yönlendirme söz konusudur. Ancak bu yönlendirme takımların inisiyatiflerini ve yaratıcılıklarına zarar vermemeli, fakat işletme amaçlarına doğrudan katkı sağlamayan projelerle zaman harcamalarını önlemelidir. Kalite Şampiyonun başlıca görevleri;

- İyileştirme projelerinin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak,
- İyileştirme takımlarının kaynak ihtiyaçlarını yönetim temsilcisine bildirmek,
- İyileştirme takımları arasında koordineyi sağlamak,
- İyileştirme projelerinin konu değişikliklerini onaylamak şeklinde özetlenebilir.

Bu rol için bir kişi yeterli olacaktır. Full-time çalışma gerektirmemekle beraber, bu rolü üstlenecek kişinin üst düzey ve vizyoner bir kişi olup, 12-15 yıllık iş tecrübesinin yanı sıra şirket'te en az 4-5 yıl çalışmış olması ve şirketin kritik süreçleri ile başarı faktörlerini çok iyi tanıyor olması beklenmektedir. Bu kişi Altı Sigma Görevlendirme Planından ve uygulama stratejisinden sorumlu olup, proje fikirlerinin tespit edilip, önceliklendirilmesine liderlik edecek, Kara Kuşakların gelişimine destek olacak ve sürdürülebilir kazançlar elde edilmesini sağlayacaktır.

5.4. Yerel Şampiyonlar

Bu rolleri, şirket içersinde en etkin konumdaki Genel Müdür Yardımcısı veya Bölüm Müdürünün üstlenmesi en doğrusudur. Yerel Şampiyonların sorumlulukları arasında kendi bölümleri için bir Altı Sigma Görevlendirme Planı hazırlamak, proje tanımı ve sıralaması yapmak, Kara Kuşakların tespiti, geliştirilmesi ve desteklenmesi ile sürdürülebilir sonuçlar alınması sağlamak sayılabilir.

5.5. Uzman Kara Kuşak

Altı Sigma ile ilgili her konuda en üst düzey teknik bilgiye sahip uzmandır. Bu görev, Altı Sigma çalışmalarının başlangıcında dış kuruluşlardan kiralanan bir danışman tarafından yürütülebilir. Uzman Kara Kuşağın başlıca görevleri;

- İyileştirme takımlarına başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,
- Kalite şampiyonlarına proje sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak,
- İyileştirme projelerinden elde edilen sonuçları yönetim temsilcisi için bir araya getirmek ve özetlemek,
- Altı Sigma konusunda eğitim vermek şeklinde özetlenebilir.

5.6. Kara Kuşak

İyileştirme Takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara Kuşak görevini yürüten kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Kara Kuşaklar, Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar.. Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,
- İyileştirme projelerinin konu değişikliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- Takım üyelerinin belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- İyileştirme projesini yönetmek ve projenin miadında tamamlanmasını sağlamak,
- Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmektir.

Büyük ölçüde istatistiğe dayanan ve Motorola, General Electric, Allied Signal gibi küresel ölçekli büyük firmalar tarafından uygulanan Altı Sigma Metodolojisi, Kara kuşaklı uzmanlar aracılığıyla yürütülür. Thomas Pyzdek, “Kara Kuşakların Bilmesi Gereken 101 Nokta” yı şöyle sıralamıştır(Gürsakal ve Oğuzlar, 2003).

1. Altı Sigma Kara kuşakları nicel düşünmeye yönelik olmalıdır.
2. Bir Altı Sigma Kara kuşağı, minimum yardım ile genellemeleri eyleme uygun amaçlara dönüştürmede verileri kullanabilmelidir.
3. Bu amaçlara ulaşmak için örnek olaylar oluşturabilmelidir.
4. Amaçlarına ulaşabilmek için ayrıntılı planlar yapabilmelidir.
5. Amaçlara yönelik gelişimi, müşterilere ve liderlere anlamlı gelen ölçülerle ölçmelidir.
6. Altı Sigma yolu ile elde edilen kazançları sürdürebilmek için kontrol sistemlerinin nasıl kurulacağını bilmelidir.

7. İlk hedeflere ulaşıldıktan sonra bile sürekli gelişimin mantığını anlamalı ve iletişimini sağlayabilmelidir.
8. Firmaların Altı Sigma' dan elde ettikleri faydaları nicelleştirecek araştırmalara yakın olmalıdır.
9. Farklı sigma düzeyleri ile farklı PPM oranları arasındaki ilişkileri bulabilmelidir.
10. Çeşitli sigma düzeyleri için kötü kalitenin yaklaşık görel maliyetini bilmelidir.
11. İşgören ve müşteri taramalarından elde edilen verileri nicel olarak nasıl analiz edebileceğini bilmelidir. Buna güvenilirlik ve geçerlilik taramaları ile taramalar arasındaki farklar da dahildir.
12. Değişimle ilgili çeşitli kişilerin rollerini anlamalıdır
13. Müşteri taramaları için testleri tasarlayabilmeli ve analiz edebilmelidir.
14. İki veya daha fazla tarama sonuçları kümesi verildiğinde, onların arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.
15. Müşterinin bekleme süresinin değerini niceleştirebilmelidir.
16. Kısmen tamamlanmış bir kalite fonksiyon yayılımı matrisi (QFD) verildiğinde onu tamamlayabilmelidir.
17. Belirli bir süre için tutulan veya yatırılan paranın değerini hesaplayabilmelidir. Buna belirli bir miktarın şimdiki değeri ile gelecekteki değeri de dahildir.
18. Çeşitli dönemler için şimdiki değeri veya gelecekteki değeri hesaplayabilmelidir.
19. Bir projenin başa başnoktasını hesaplayabilmelidir.
20. Nakit akımlarının net şimdiki değerini hesaplayabilmeli ve bu sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.
21. Nakit akımların iç getiri oranlarını hesaplayabilmeli ve sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.
22. Altı Sigma için kötü kalitenin maliyeti mantığını bilmeli diğer bir deyişle, eğer kötü kalitenin maliyeti analizi belirli bir süreç için optimumun altı sigmadan az olduğunu ortaya koyarsa, ne yapılacağını açıklayabilmelidir.

23. Kötü kalitenin maliyetine ilişkin temel kategorileri bilmeli ve maliyetleri doğru kategorilere sınıflandırabilmelidir.
24. Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, istatistiksel trend analizi yapabilmelidir.
25. Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, maliyetlerin çeşitli kategorilere dağılımı konusunda istatistiksel testler yapabilmelidir.
26. Bir proje ile ilgili işler verildiğinde, bitirme zamanları ve ilişkileri verildiğinde projenin en erken tamamlanma zamanları ile en geç tamamlanma zamanlarını ve boş zamanları hesaplayabilmelidir. Aynı zamanda hangi görevlerin kritik patikada olduğunu belirleyebilmelidir.
27. Bir proje görevleri için maliyet ve zaman verileri verildiğinde, minimum toplam maliyet eğrisini hesaplayabilmelidir.
28. Kıyaslanmanın temel ilkelerine yakın olmalıdır.
29. Kıyaslanmanın kısıtlamalarına yakın olmalıdır.
30. Bir örgüt yapısı ve ekip elemanları, süreç sahipleri ve sponsorlar verildiğinde; düşük başarı olasılıklı projeleri belirleyebilmelidir.
31. Çeşitli ölçülerin sınıflayıcı, sıralayıcı, eşit aralıklı gibi çeşitli ölçek düzeylerini belirleyebilmelidir.
32. Belirli bir ölçekte bir ölçü verildiğinde, belirli bir istatistiksel yöntemin analizi için kullanılıp kullanılmayacağını belirleyebilmelidir.
33. Uygun olarak toplanmış bir veri kümesi verildiğinde yanlılığın, tekrarlanabilirliğin, yeniden üretilebilirliğin, kararlılığın, doğrusallığın hesaplanması gibi tam bir ölçme sistemi analizi yapabilmelidir.
34. Ölçme sistemi matrisi verildiğinde, belirli bir ölçme sisteminin sürecin belirli bir parçasında kullanılıp kullanılmayacağını bilmelidir.
35. Üretim dizisi bilinen bir veri kümesi ile üretim dizisi bilinmeyen bir veri kümesi için sigmaların nasıl farklı hesaplanacağını bilmelidir.

36. Alet tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik incelemesi sonuçları verildiğinde, ölçme sistemlerine ilişkin çeşitli soruları cevaplayabilmelidir.
37. “Bulunduğu durumu” ve “olması istenilen durumu” sözel betimlemeleri verildiğinde, süreç haritalarını hazırlayabilmelidir.
38. Bir ham veriler tablosu verildiğinde, verilerin frekans dağılımını hazırlayabilmeli ve bunu bir histogram oluşturmak için kullanabilmelidir.
39. Bir gruplanmış frekans dağılımından yararlanarak, dağılımın ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabilmelidir.
40. Bir dizi problem verildiğinde, bunların frekansları için Pareto diyagramı çizebilmelidir.
41. Bölümlere göre problemleri belirleyen bir liste verildiğinde, bir çapraz tablo oluşturabilmeli ve bu bilgileri bir Ki-Kare analizinde kullanabilmelidir.
42. Bir tabloda x ve y veri çiftleri verildiğinde, ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirleyebilmelidir.
43. Ürünleri ve süreçleri daha dirençli yapabilmek için doğrusal olmama durumlarını nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
44. Bir zaman dizisi şeklinde veriler verildiğinde, bir diziler rafığı oluşturarak nasıl yorumlayabileceğini bilmelidir. Buna dizi uzunluğunu hesaplamak, dizi sayısını hesaplamak ile nicel trend değerlendirmesi de dahildir.
45. Verilerin üstel veya Erlang Dağılımından geldiği söylendiğinde, dizi grafiğinin standart x ortalama grafiğine tercih edilmesi gerektiğini bilmelidir.
46. Bir ham veri kümesi verildiğinde, merkezi eğilim, değişkenlik ve biçime ilişkin ölçüleri hesaplayıp yorumlayabilmelidir.
47. Bir ham veri kümesi verildiğinde, bir histogram hazırlayabilmelidir.
48. Bir kök-yaprak diyagramı verildiğinde, yeniden bir örneklem üreterek diyagramın doğruluğunu belirleyebilmelidir.
49. Bir kutu-bıyık diyagramı verildiğinde, birinci ve üçüncü kartiller ile medyayı belirleyebilmelidir.

50. Parametrik olmayan yöntemleri ne zaman uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.
51. Ne zaman analitik istatistiksel yöntemleri uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.
52. Ayrık olaylar gibi, bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramlarını bilmelidir.
53. Faktöriyel, permütasyon ve kombinasyon kavramlarını ve bunları olasılık dağılımlarında nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
54. Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için beklenen değerlerin nasıl hesaplanacağını bilmelidir.
55. Örneklemelerden elde edilen tek değişkenli istatistikleri hesaplayabilmelidir.
56. Güven aralıklarını hesaplayabilmelidir.
57. Birikimli bir frekans grafiğinden değerleri okuyabilmelidir.
58. Binomial, hipergeometrik, Poisson, normal, üstel Kİ-Kare, t, F gibi sık kullanılan olasılık dağılımlarına aşina olmalıdır.
59. Bir veri kümesi verildiğinde doğru biçimde hangi dağılımın kullanılması gerektiğini bilmelidir.
60. Örneklemden hesaplanan belirli bir istatistik ile varsayılan bir parametrenin analizi için farklı tekniklerin gerektiğini bilmelidir. Verilere ilişkin yeterli bilgi verildiğinde, bunlara uygun doğru tekniğin seçimi yapabilmelidir.
61. Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiğini seçmeli, hazırlamalı ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığına karar vermelidir.
62. Bu yeterlilik sık kullanılan kontrol grafiklerinin tümü için geçerli olmalıdır.
63. Varyans analizine (ANOVA) ilişkin varsayımları bilmeli ve verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir.
64. Bir olası nedenler listesinden hangi nedenin en büyük olasılıkla rassal olmayan bir regresyon hataları örüntüsünü açıklayabileceğini belirleyebilmelidir.

65. Kontrol grafikleri gösterildiğinde bunları yorumlayabilmelidir.
66. Ön kontrolün mekaniklerini anlayabilmelidir.
67. Verilerde otokorelasyon olduğunda beklenen ağırlıklı hareketli ortalama grafiği (EWMA) kullanmalıdır.
68. Alt gruplara ayrılmış ve kontrol altında veriler verildiğinde, süreç yeterlilik analizi yapabilmelidir. Buna yeterlilik endekslerinin hesaplanması, hata yüzdelerinin tahmin edilmesi ve kontrol limitlerinin hesaplanması dahildir.
69. Süreç yeterlilik endeksleri için gerekli varsayımları bilmelidir.
70. Tekrarlı 2 Tam faktoryel deney verildiğinde bütün ANOVA tablosunu hesaplayabilmelidir.
71. Deney tasarımlarının ilkelerini bilmeli ve deney tasarımı yapabilmelidir.
72. Bir deney tasarımı verildiğinde, arzulanan güce ulaşmak için deneyin doğru tekrar sayısını bulabilmelidir.
73. Çeşitli türden deneysel modeller arasındaki farkları bilmelidir. (Sabit etkiler, rassal etkiler ve karma modeller gibi)
74. Rassallaştırma ve bloklama kavramlarını anlamalıdır.
75. Bir veri kümesi verildiğinde, latin kare analizi yaparak sonuçları yorumlamalıdır.
76. Tek yönlü ANOVA ve iki yönlü ANOVA' nın tekrarlı ve tekrarsız biçimlerini tam ve kesirli faktoryal tasarımlar ile tepki düzeyini bilmelidir.
77. Uygun deneysel sonuçlar verildiğinde, en dik çıkışın yönünü hesaplayabilmelidir.
78. Bir değişkenler kümesi ve bunların iki düzeyi verildiğinde, doymuş bir tasarım kullanarak perdeleme deneyi için doğru deneysel tasarımı belirleyebilmelidir.
79. Böyle bir deney için veriler verildiğinde, hangi temel etkilerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli ve bu faktörlerin etkilerini ifade edebilmelidir.
80. İki veya daha fazla kategorik değişkenlerden oluşan veri kümesi elimizde olduğunda , Ki-Kare testi uygulayarak örneklemeler arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

81. Altı Sigma Kara kuşağı, karışma kavramını bilmeli ve anlamlı temel etkilerle hangi iki faktörün etkileşimlerinin karıştığını belirleyebilmelidir.
82. Deneysel verilerden en dik yükselişin yönünü ifade edebilmelidir.
83. Katlamalı tasarımları anlamlı ve belirli bir karışmayı temizleyen katlamalı tasarımı belirleyebilmelidir.
84. Bir bileşik veya merkezi bileşik tasarım oluşturmak için faktoryal tasarımı nasıl arttırabileceğini bilmelidir.
85. Bir deneyin koyduğu teşhisi değerlendirebilmelidir.
86. Y değişkeni için gerekli dönüşümü belirleyebilmeli ve doğru dönüşümü uygulayabilmelidir.
87. İkinci dereceden bir tepki düzeyi denklemini verildiğinde, durağan noktayı hesaplayabilmelidir.
88. Veriler verildiğinde, durağan noktanın maksimum mu, minimum mu yoksa eğer noktası mı olduğunu belirleyebilmelidir.
89. İkinci dereceden bir kayıp fonksiyonunu kullanarak belirli bir sürecin maliyetini hesaplayabilmelidir.
90. Basit ve çoklu doğrusal regresyon analizi uygulayabilmelidir.
91. Regresyonların artıklarındaki örüntülerden kullanılan regresyon modelinin doğru olup olmadığını belirleyerek, gerektiğinde doğru regresyon modelini uygulayabilmelidir.
92. Regresyon ve korelasyon analizleri arasındaki farkı bilmelidir.
93. Kontenjans tablolarına Ki-Kare analizi uygulayabilmelidir.
94. Temel güvenilirlik analizi istatistiklerini hesaplayabilmelidir.
95. Alt sistemler için hata oranları verildiğinde, Altı Sigma Kara kuşağı, hatalar arası ortalama zaman hedeflerini oluşturmak için güvenilirlik dağılımını yapabilmelidir.
96. Çeşitli sistem konfigürasyonları için sistem güvenilirliğini hesaplayabilmelidir.

97. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) sonuçlarını anlayabilmelidir.
98. Hata ağacı sonuçlarını anlayabilmelidir.
99. Dayanıklılık ve stres dağılımları verildiğinde, hata olasılıklarını hesaplayabilmelidir.
100. İstatistiksel tolerans uygulaması yaparak basit montajlar için tolerans ayarlaması yapabilmelidir. İstatistiksel toleransları en kötü durum toleransları ile nasıl karşılaştıracağını bilmelidir.
101. Altı Sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır.

5.7. Yeşil Kuşak

İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil Kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir. (Magnusson ve diğ., 2003).

6. ALTI SİGMA'NIN İSTATİSTİKSEL BOYUTU

Altı Sigma uygulamalarında istatistik bilgilerinin yaygın bir şekilde ve sistematik olarak kullanılması bu yaklaşımın sadece istatistiksel teknikler olarak görülmesine sebep olmaktadır. İstatistiksel yöntemlerin yalnız başına Altı Sigma'yı oluşturmadıkları ve Altı Sigma içinde bir araç oldukları unutulmamalıdır. Öte yandan, Altı Sigma'nın tanımlanması esnasında da istatistiksel açıklamalardan kaçınmamakta fayda vardır

Sigma, Yunan alfabesindeki bir harfin adıdır. Büyük harf sigma genellikle toplam simgesi olarak (Σ) ünlüdür. Küçük harf olarak da (σ) özellikle istatistikte ve istatistiksel süreç kontrolünde çok önemli bir ölçüt olan, standart sapmanın simgesidir. Standart sapmanın karesi, varyans (σ^2) olarak adlandırılır. Varyans, değişkenliğin temel ölçütüdür.

Standart sapma, varyansın(+işaretili) karekökü olduğu ve dolayısıyla birimi de ilgili değişkenle aynı olduğu için dağılma (yayılma, sapma, farklılaşma, heterojenlik) ölçütü olarak uygulamacı açısından daha kolay anlaşılabilir ve dolayısıyla yeğlenen bir ölçüttür. Belirli koşullarda oluşan değerler arasındaki farklılaşma ne kadar büyükse, standart sapması da o denli büyük bir değer olarak hesaplanmış olur. Tersine benzeşiklik (homojenlik) düzeyi arttıkça, yani farklılıklar azaldıkça, bunların ölçüsü olan standart sapmanın sayısal değeri de küçülür. Çok ileri ve iddialı bir hedef, sıfır sapmalı (sapmasız) sistemlere, süreçlere sahip olabilmektir. Bu özlemin kalite dünyasındaki karşılığı "sıfır kusur" ve "sıfır tolerans" kavramlarıdır.

Altı sigma aslında, sıfır kusur stratejisinin ulaşılabilir bir hedef olarak yaşama geçirilebilmesinde yararlanılan bir istatistiksel yönetim(kontrol) düzeneğidir.

Bu bağlamda;

➤ Teknik tolerans sınırları= $\left[\frac{T_a + T_{\ddot{u}}}{2} \pm 6\sigma \right]$, yani (6.1)

➤ $(T_{\ddot{u}} - T_a) = 12 \text{ Sigma}$, dolayısıyla

➤ Tolerans üst sınırı $T_{\ddot{u}} = \frac{T_{\ddot{u}} + T_a}{2} + 6\text{Sigma}$ (6.2)

➤ Tolerans alt sınırı $T_a = \frac{T_{\ddot{u}} + T_a}{2} - 6\text{Sigma}$ (6.3)

➤ Süreç yeteneği(yeterliliği) endeksi $C_p : 2.0$,

olması anlamına geliyor. Bu düzeyde bir süreç yeteneğine ulaşmış olmak, günümüz koşullarında kusurlu oranını yaklaşık milyonda 3(3.398) düzeyine indirebilmeyi, tersine kusursuz oranını yaklaşık milyonda 999997 düzeyine yükseltebilmeyi güvenceye alabilmektedir. Bu da kuşkusuz sıfır kusur düzeyine oldukça iyi bir yaklaşım demektir.

6.1. Değişkenlik, Varyans, Normal Dağılım Ve Altı Sigma

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

Değişkenlik iki bileşenli bir büyüklüktür. Bu bileşenler,

1. Kaynağı Belirlenebilen Değişkenlik (KBD)
2. Rassal (rasgele) Değişkenlik (RD) dir.

Kaynağı belirlenebilen değişkenlik, sistemler için

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

řeklinde verilebilen temel etmenler(faktörler) ile ilgili, bunlardan bir ya da daha çođunun belirli bir yönde deđiřmiř olması sonucu ortaya çıkan bir farklılařma olarak dūřünölür. Bu deđiřkenlik,

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

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

- Çok küçük ve rassal olarak artı ya da eksi yönde oluşabilen farklılaşmalardır,
- Bir olasılık dağılımı modeli ile (olasılık ölçeğinde) ölçülebilir,
- Bize göre değişmemiş sayılan koşullarda oluşur, dolayısıyla sistem ve çıktısı değişmemiştir.
- Araştırma-Geliştirme ile küçültülebilir: Bunun için ;

- Üst yönetimin istek ve desteği gerekir,
- Bilgi, motivasyon, teknoloji destekleri gerekir,
- Ar-Ge kültürü gerekir. Bu sayede insan, makine, malzeme, metot ve ortam açısından iyileştirmeler başarılabilsin.

Kusurlu oranının sıfır olmasını yada sıfır toleransı güvenceye alacak bir sistem oluşturmayı hedeflemekteyiz, ancak bu hedef ne kadar gerçekleştirilebilir olduğunu bulmak için şu soruları yanıtlamamız gerekiyor:

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

6.2. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları

Değişkenlik, ancak olasılık ölçeğinde ölçülüp değerlendirilebilen bir kavramdır..

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

Değişkenliğin nelere ne kadar bağlı olduğunu saptayabilirsek, onu yönetmek yada küçültmek olanağımız da olur. Bu bağlamda gerekli olan araçlar Varyans-kovaryans ve regresyon analizi yöntemleridir. Bu yöntemler için geçerli model, genel doğrusal model olarak bilinir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (6.4)$$

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

X_1, X_2, \dots, X_k : Bağımsız / açıklayan değişkenler,

ϵ : Hata (rassal değişken)

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

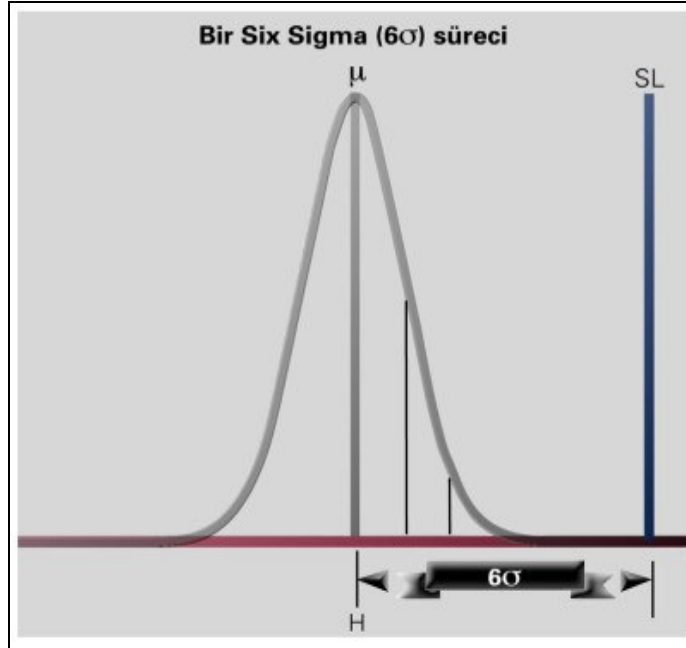
Bu yöntemlerle değişkenlik, bağımsız değişkenlere(etmenler / faktörler) göre bileşenlerine ayrılır. Bunların büyüklüklerine göre önem dereceleri belirlenir. Sonuçta hangi faktör ya da bağımsız değişkenin ilgilendiğimiz Y 'nin değişkenliğini ne ölçüde etkilediği saptanabilir. Dolayısıyla Y 'nin varyansını küçültmek için hangi faktör ya da değişkenlere yönelik iyileştirme yapmamız gerektiğini belirleme olanağına sahip oluruz. Buradaki sorun bağımsız değişkenlerin (faktörlerin) ve bunların alabileceğin değerlerin saptanmasındadır. Burada o işi iyi bilen, deneyimli kişiler son derece önemlidir. Bu tür çalışmalarda istatistiksel deney planlaması(Design of Experiments) gerekli yöntemsel araçları sunmaktadır. Bu yüzdendir ki, Kara Kuşak eğitimlerinde DoE önemli bir ağırlığa sahiptir.

6.3. Değişkenlik ve Kusurlu Oranı İlişkisi

6.3.1. Dağılım ve normal dağılım

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

Bu bağlamda karşımıza çıkan en temel kavram olasılık dağılımı ve buna ilişkin de en ünlü model normal dağılımdır. Bu dağılım, şekli çan görünümünde olduğu için çan eğrisi olarak da anılır. Sistemlerin normal sayılan koşullarda ürettikleri değerlerin gerçekten çan eğrisi gibi bir dağılım şekli verdiği görülüyor.. (Kartal,1999)

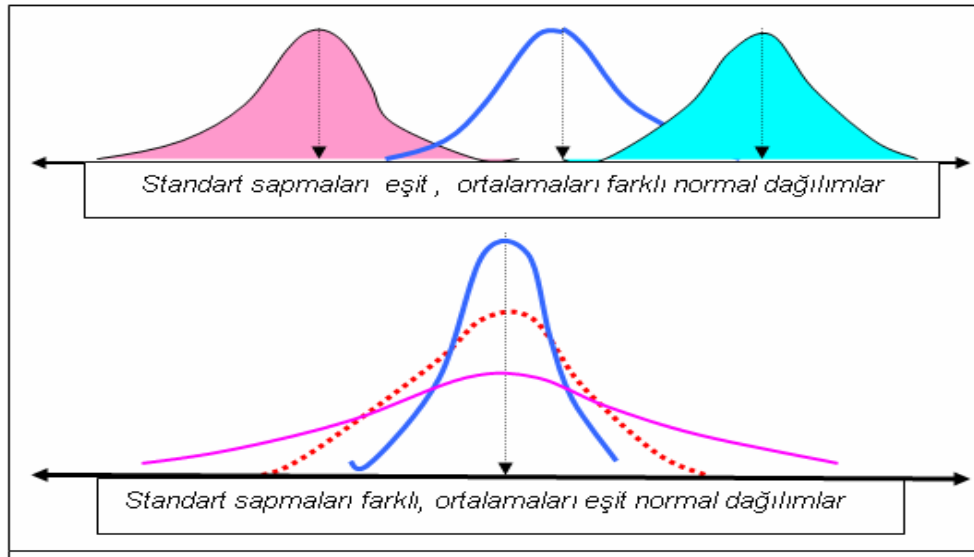


Şekil 6.1. Normal Dağılımda Altı Sigma sürecinin gösterimi

6.3.2. Normal dağılımın özellikleri

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

- Çan şeklinde bir grafiğe sahiptir (çan eğrisi),
- İki parametrelidir. Bu parametreler ortalama ve standart sapmadır. Normal dağılımlar ortalamaları ve/veya standart sapmalarının değerine göre farklılaşırlar; ya merkezleri(ortası) aynı ekseninde farklı yerdedir ya da yayılışları farklıdır. (Şekil 6.2)



Şekil 6.2. Normal Dağılımların Parametrelerine Göre Farklılıkları

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

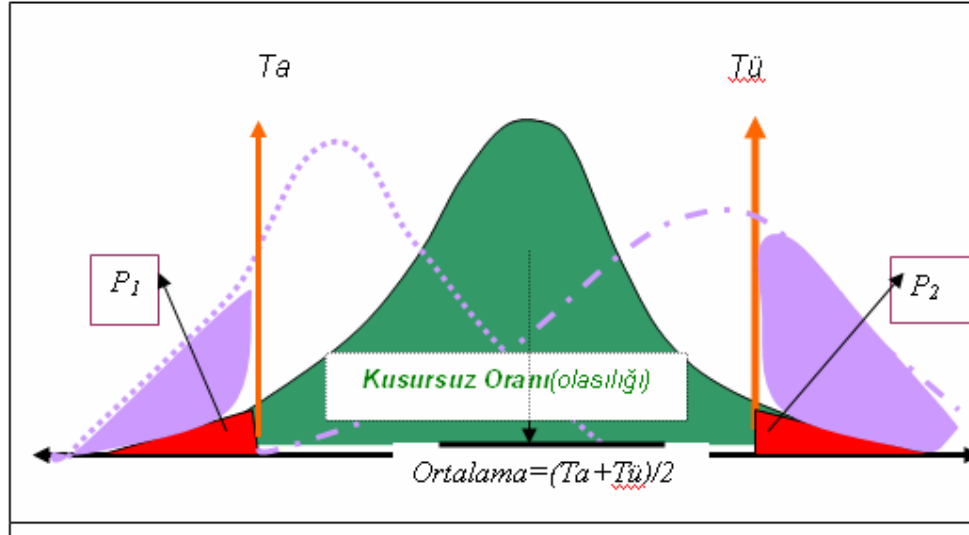
- Değerlerin %99.73 'ü $(\mu \mp 3\sigma)$ aralığında bulunur. Yani herhangi bir normal dağılımda olanaklı değerlerin ancak on binde 27'si (0.0027) bu aralığın dışında bulunabilecektir. Bunun da yarısı, on binde 13.5 bir uçta, diğer yarısı da diğer uçta bulunacak demektir.

6.4. Kusur, Kusurlu ve Kusurlu Oranı

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

- İki yanlı tolerans sınırlaması halinde, $T_a < X < T_u$ ise kusursuz, değilse kusurlu(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 kusurlu anlamına gelecektir.

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



Şekil 6.3. İki Yandan Sınırlı Tolerans Aralığı Durumunda Kurumsal

$$\text{Kusurlu Oranı (Olasılığı)} \quad P = P_1 + P_2 \quad (6.5)$$

$$\text{Kusursuz Oranı (Olasılığı)} \quad q = 1 - P \quad (6.6)$$

Şekil 6.3'de görüldüğü gibi, gerçekleşen süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasına eşit olması halinde tolerans sınırları dışında kalan uç bölgeler alanı p_1 ve p_2 dir. Normal dağılım ortalamaya göre simetrik olduğu için de $p_1 = p_2$ dir. Dolayısıyla olası kusurlu oranı $p = p_1 + p_2 = 2p_1 = 2p_2$ olacaktır. Bu sonuç olası kusurlu oranının yarısının tolerans alt sınırının geçmiş olması, diğer yarısının da tolerans üst sınırının geçmiş olması suretiyle ortaya çıkacağı anlamına gelir. Yani $p_1 = p_2 = p/2$ olacak demektir. Ancak süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasından uzaklaşmasına, T_a yada $T_ü$ ' ye yakın olmasına göre, kusurlu oranı da ilgili tolerans sınırının dışındaki alanın büyüklüğü ölçüsünde büyük bir değer olarak karşımıza çıkabilecektir. Bu durum şeklimizde de yansıtılmış bulunmaktadır.

6.5. Kusurlu Oranı ve Standart Sapma İlişkisi

Ürünlerin ilgili X özeliği açısından gerçekleşen değerleri, ortalaması μ (mü) ve standart sapması σ (sigma) olan bir normal dağılım olarak modellendiğinde, bu dağılımın T_a ve T_u ile sınırlanan uç bölgelerinin alanının kusurlu oranı anlamına geldiği yukarıda açıklanmıştır. Normal dağılımlarda eğri altında kalan alanın standart sapmaya bağlı olarak bölünüşü Tablo6.1’de gösterilmiştir.

Tablo 6.1. Normal Dağılımlarda Eğri Altındaki Alanın Standart Sapmaya Bağlı Bölünüşü – Tolerans Sınırları ve Kusurlu / Kusursuz Oranları İlişkisi

Sınırlar T_a ve T_u	Kusurlu Oranı %		Kusursuz Oranı %	
	Bir Yönde(T_a/T_u)	İki Yönde(T_a,T_u)	Bir Yönde(T_a/T_u)	İki Yönde(T_a,T_u)
$\mu \pm 1.00\sigma$	15.87	31.73	84.1345	68.2689
$\mu \pm 1.96\sigma$	2.50	5.00	97.50	95.00
$\mu \pm 2.00\sigma$	2.275	4.55	97.725	95.45
$\mu \pm 2.50\sigma$	0.621	1.242	99.379	98.76
$\mu \pm 2.58\sigma$	0.500	1.00	99.50	99.00
$\mu \pm 3.00\sigma$	0.135	0.27	99.73135	99.73
$\mu \pm 3.29\sigma$	0.05	0.1	99.95	99.90
$\mu \pm 3.50\sigma$	0.02326	0.04653	99.97674	99.95347
$\mu \pm 4.00\sigma$	0.003167	0.006334	99.996843	99.993666
$\mu \pm 4.50\sigma$	0.0003398	0.0006795	99.99966	99.99932
$\mu \pm 5.00\sigma$	0.00002867	0.00005733	99.9999716	99.99994267
$\mu \pm 6.00\sigma$	0.0000009866	0.000001973	99.9999999	99.9999980
$\mu \pm 7.00\sigma$	0.00000000128	0.00000000256	99.9999999987	99.9999999974

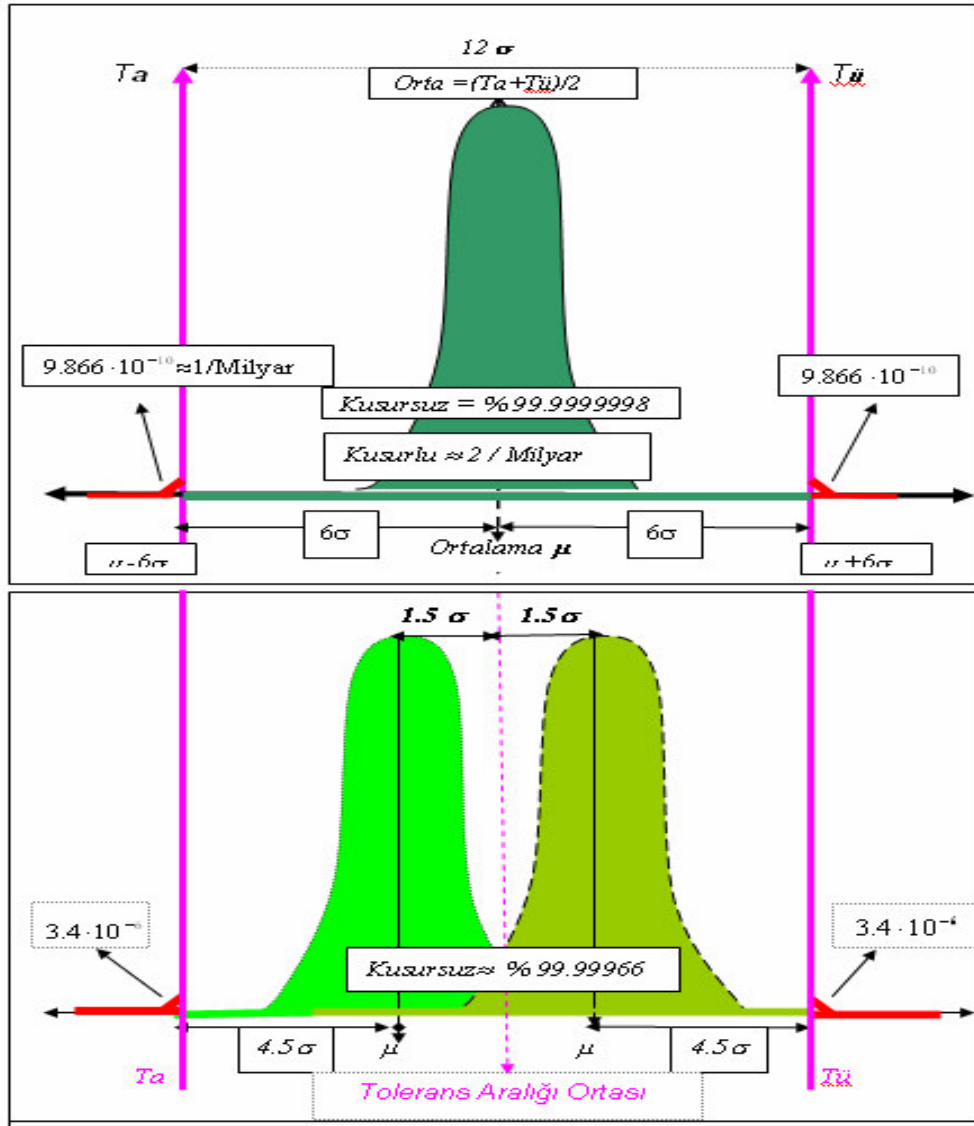
Bu çizelgede teknik toleransların bir yönde ya da iki yönde sınırlama şeklinde verilmiş olması durumlarına göre, bir yönde ve iki yönde kusurlu oranları ile kusursuz oranlarının, tolerans aralığı genişliği ($T_u - T_a$)’nın sigma ölçeğindeki değerine bağlı olarak ulaşabileceği değerler yansıtılmaktadır.

Deneyimler göstermiştir ki, süreç ortalaması teknik tolerans aralığı ortasından $\mp 1.5\sigma$ sapabilmektedir. Bu durumda olası kusurlu ya da kusursuz oranları değişecektir. Bu değerler aşağıda karşılaştırmalı olarak bir çizelgede verilmişlerdir.(Kasa, 2003)

Tablo 6.2’de tolerans aralığı genişliği ve standart sapma ilişkisinin kusurlu oranına yansımaları ve süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasında gerçekleşmesi ile orta noktadan $\bar{x} \pm 1.5\sigma$ sapması durumlarında bu sayı ve oranlarının değişimi görülmektedir. (Kasa, 2003) Bu oranların normal dağılım modeli uyarınca hesaplanması $(Tü-Ta)=12\sigma$ durumu (altı sigma) aşağıda bir şekilde de yansıtılmıştır. (Şekil 6.4)

Tablo 6.2. Tolerans aralığı genişliği ve standart sapma ilişkisinin kusurlu oranına yansımaları

Adı	Tol. Aral. Gen. $Tü-Ta$	M i l y o n d a					
		K u s u r l u (Toplam)		K u s u r s u z (Toplam)			
		Süreç Ortalaması		Süreç Ortalaması			
		Ortada	$\pm 1.5\sigma$ Sap.	Ortada		$\pm 1.5\sigma$ Sapmalı	
		Sayısı	Sayısı	Sayısı	%	Sayısı	%
1σ	2σ	317,311	697,672	682,689	68.27	302,328	30.23
1.5σ	3σ	133,614	501,350	866,386	86.63	498,650	49.87
2σ	4σ	45,500	308,771	954,500	95.45	691,229	69.12
2.5σ	5σ	12,420	158,727	987,581	98.76	841,273	84.13
3σ	6σ	2,700	66,810	997,300	99.73	933,190	93.32
3.5σ	7σ	465.3	22,750	999,535	99.53	977,250	97.73
4σ	8σ	63.3	6,210	999,937	99.99	993,790	99.38
4.5σ	9σ	6.8	1,350	999,993	99.999	998,650	99.87
5σ	10σ	0.6	233	999,999	99.9999	999,767	99.98
6σ	12σ	2/Milyar	3.4	999,999,998	99.999999	999,997	99.9997



Şekil 6.4. Altı Sigma Uygulamasında Kuramsal En Az Kusurlu Oranı: Milyarda 2 ve Gerçekleşen Kusurlu Oranı: Milyonda 3.4

7. ALTI SİGMA UYGULAMASI

7.1. İŞLETMENİN TANITIMI

KONVEYOR A.Ş. Beyaz Eşya ve Otomotiv Yan Sanayi sektörü içinde yıldan yıla büyüyen bir kuruluştur. Yurt içinde isim yapmış firmalarla çalışmakta, yurt dışında da önemli bir pazara sahiptir.

İşletme 1979 yılında metal taşıma sistemlerinin bir üreticisi olarak kurulmuştur. 1981 yılında Türk makine imalatçılarının talebini karşılamak amacıyla gaz ocaklar için eritilmiş alüminyumdan ocak başlıkları yapılmaya başlanmıştır. 1980'lerde Türk makine endüstrisi gelişmiştir buna paralel olarak işletme taşeronluktan makine endüstrisinin temin edicisi durumuna gelmiştir.

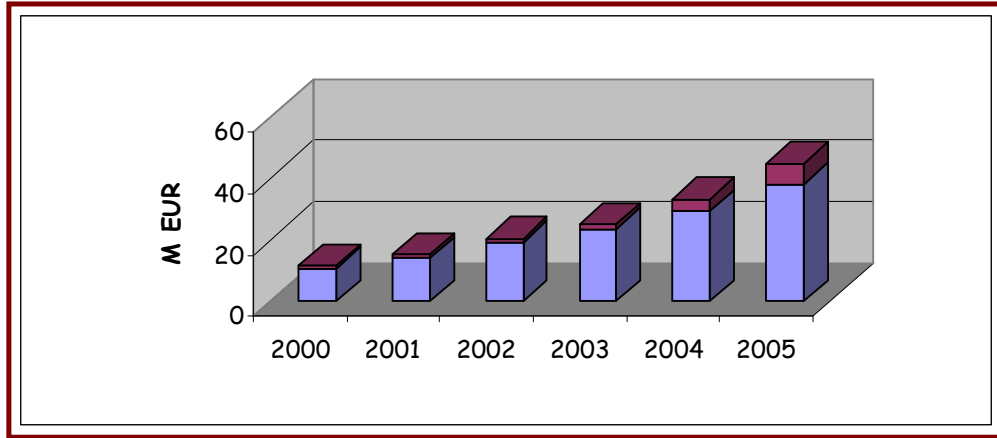
1992 yılında işleme Eskişehir'de bir tesis kurmuştur ve bu tesis Türkiye'deki JIT temellerine bağlı buzdolabı eşanjör montajlarını sağlamaktadır. 1996 yılında Eskişehir'de bulunan tesis Eskişehir'in 3000 m²'lik bir alana taşınmıştır. İşletmede dönüş borusu grubu, no-frost evaporatör grubu, wire on tube (dondurucu raf) evaporatör grubu, çinko kaplama tesisi, lak kaplama tesisi ve servis boruları üretim hatları bulunmaktadır

1998 yılının sonlarına doğru işletme Almanya'nın RTUV kuruluşundan DIN ISO 9002 sertifikasını almaya hak kazanmıştır. 1999 yılında Tuzla tesisi 6000 m²'lik alana yayılmış ve WOT buharlaştırıcıları üretimi için yatırımlar başlamıştır. Aynı yıl Tuzla tesislerinde klima bakır tüpleri ve montajı üretimi başlamıştır. 2000'de WOT yatırımları başarıyla tamamlanmıştır. 2002 yılı içerisinde kazanılan başarılar ve müşterilerinin zorlamalarıyla WOT kapasitesi 2 katına çıkarılmıştır. Bu süre zarfında Eskişehir tesisleri 11000 m²'lik üretim alanına ulaşmıştır.

2001 yılında Tuzla tesisleri yakınında 1600 m²'lik ayrı bir alanda işletmeye bağlı makine konusunda işletmeye destek sağlamak amacıyla KON-MAK üretimine başlamıştır. 2002 yılında işletmeye bağlı, Manisa'da 3000 m²'lik bir alana Türkiye'nin makine üretim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla MA-KON kurulmuştur. Artan ihracat talebini karşılamak üzere 2006 yılı içerisinde Tuzla Serbest Bölgesi'nde işletmeye bağlı bir tesis daha kurulmuştur.

Tüm üretim işletmelerinde de laboratuvar, özel kontrol ve test düzenekleri, kalıntı test düzenekleri, kuru hava üretim hattı, jeneratör ve arıtma tesisi bulunmaktadır. İşletme bugün 5 üretim tesisi ile yıllık 25 milyon Euro'luk bir sermayeye ulaşmış ve gerek Türkiye gerekse yurt dışındaki çeşitli ülkelere malzeme üreten dünya çapında bir firma olmuştur.

Tablo 7.1: Konveyör A.Ş.'nin 2000–2005 İhracat Değerleri (milyon Euro)



İşletme Konveyör İstanbul'da 350, toplamda 948 kişiye istihdam sağlamaktadır.

İşletmenin yoğun olarak üretimini gerçekleştirdiği ürünler şunlardır:

Buzdolabı ve Klima Parçaları

Eşanjör

Evaporatör

Klima Bakır Boru Grubu

Bek

Kombi İç Boruları

İşletme yurt içinde Arçelik, Arçelik –LG, Vestel, BSH Profilo gibi isim yapmış firmalarla; yurt dışında ise BSH Almanya, Nibe İsviçre, Wolf Almanya, Elektrolux İtalya-İspanya, Fagor İspanya, Carrier gibi dünya çapında tanınmış firmalarla çalışmaktadır.

İşletme 1998 Almanya RTÜV'den, 2003 TSE'den ISO 9001–2000 belgelerine sahiptir. ISO 9001:2000 standardınının 7.3 Tasarım ve Geliştirme maddesi hariç tüm maddeleri yukarıda belirtilen tüm üretim bölümleri ile teknik bölümlerinde uygulanmaktadır. Konveyör bu belgelerle hem yurt içindeki hem de yurt dışındaki müşterilerine güven vermektedir.

Konveyör İstanbul İşletmesi, müşteri memnuniyetini artırılması için müşteri beklentilerini tam ve eksiksiz olarak belirlemekte ve gözden geçirmektedir. Bu beklentiler Konveyör İstanbul İşletmesinin diğer departmanlarına eksiksiz olarak aktarılmakta ve ilgili memnuniyet, şikayet, öneri, anket, müşteri ziyaretleri vb. gibi yöntemlerle geri beslemesi sağlanmaktadır

Konveyör İstanbul İşletmesi kalite yönetim sisteminin uygunluğu ve etkinliğini ortaya koymak, sürekli iyileştirmelerin nerelerde yapılabileceğini belirtmek, işletmenin geleceğini iyi planlamak için ilgili departmanlar tarafından toplanan veriler analiz edilir ve belirlenen departmanlar tarafından sonuçları değerlendirir.

Müşteri memnuniyeti, şikayetleri ve önerileri konusunda kalite güvence, satış ve planlama ve dış ticaret departmanları,

İç ve dış, düzeltici ve önleyici faaliyetler konusunda kalite güvence,

Proses ve ürün ile ilgili ölçüm sonuçları üretim departmanları,

Tedarikçilerin performansları ile ilgili satınalma departmanları.

Kalite hedefleri, yönetim kalite temsilcisi,

Çalışanların performansı üretim ve insan kaynakları departmanları,

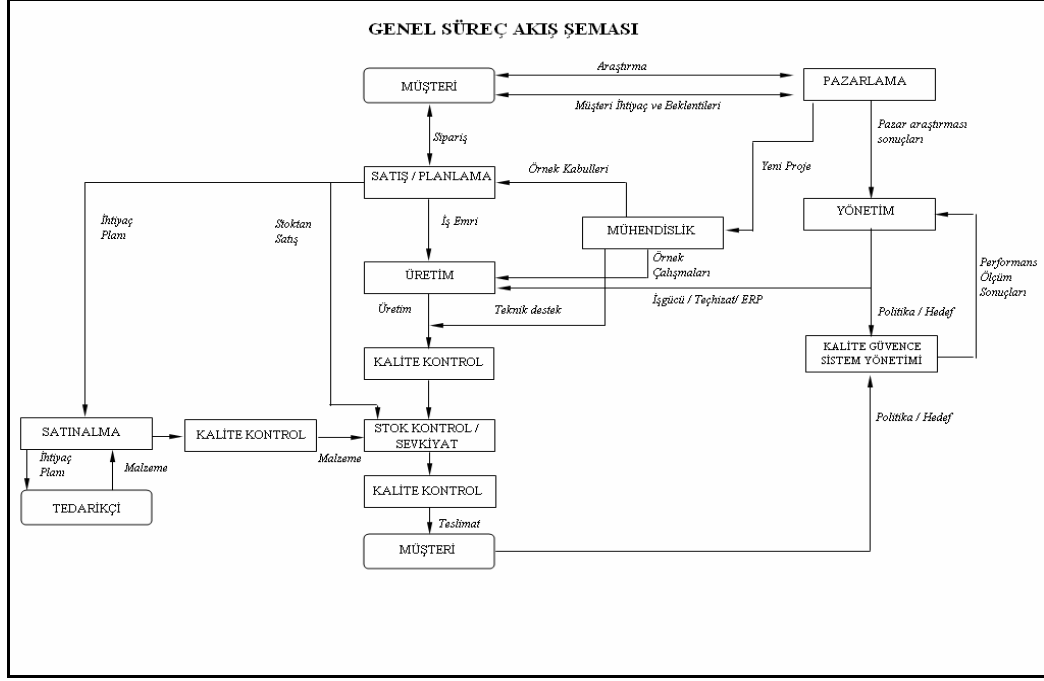
Hurda, fire gibi veriler üretim departmanları,

Müşteri hedefleri, kalite güvence ve üst yönetim,

Kuruluş içi kalite tetkikleri/sonuçları, müşteri ve bağımsız kuruluş tetkikleri, yönetimin kalite temsilcisi tarafından bilgi olarak toplanır ve istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilir Yapılan bu analizler sonucunda üst yönetim gelecek ile ilgili iyileştirmeler ve planlamalar yapar.

Kalite politikası, kalite hedefleri, denetim sonuçları, veri analizi, düzeltici ve önleyici faaliyetler ve yönetimin gözden geçirmeleri kullanılarak kalite yönetim sisteminin etkinliği sürekli iyileştirilmektedir. Sürekli iyileştirme faaliyetleri sistematik şekilde sürekli iyileştirme planı çerçevesinde izlenir

Düzeltilici Faaliyet muayene ve deney noktalarından ve alıcılardan gelen gerek son ürün gerekse prosesle ilgili geri besleme verilerini kullanarak uygunsuzlukların tekrar edilmesini önlemek amacıyla yönelik faaliyetleri kapsar. Mevcut uygunsuzlukların tekrarlanmaması için yapılan düzeltici faaliyetler ilgili departmanların uygulama sorumluluğundadır.



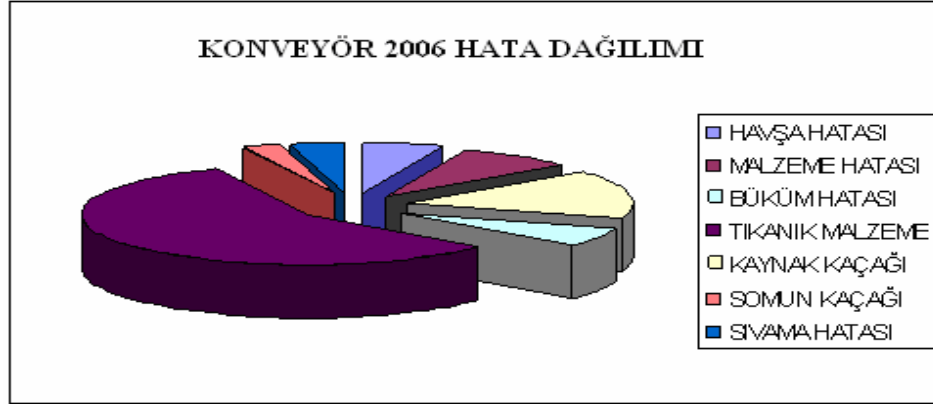
Şekil 7.1. Genel Süreç Akış Şeması

7.2. Altı Sigma Yaklaşımıyla Problem Çözümü

Firmanın Tuzla'daki yerleşkesinde klima ve kombi bakır boruları, fırın ve ocaklar için gaz nakil boruları ve bekler, eşanjörler ve evaporatörler üretilmektedir. Evaporatörler klimada, soğutucu akışkanın sıvı olarak girip buharlaştıktan sonra gaz olarak çıktığı eşanjördür. Split klimada, iç ünite de bulunur.

Klima üretimi için alt parçalar hazırlanmakta ve ana gruplar oluşturulmaktadır. Bu birleştirilmeler genellikle iki veya daha çok parçanın birbirine kaynaklanmasıyla oluşmaktadır. Hazırlanmış olduğum tezimde firmamızın alt parçaların kaynak yapılmasında meydana gelen hataları inceleyip, bu hataları yapmamak için ne gibi önlemler alınması gerektiğinin tespitine çalıştım. Firmamızda klima üretim bölümünde oluşan üretim problemleri; havşa hatası, malzeme hatası, büküm hatası, tıkanık malzeme hatası, kaynak kaçağı, somun kaçağı, sıvama hatasıdır. Bunların oluşma sıklıklarına göre yüzdelik oranları aşağıdaki gibidir.

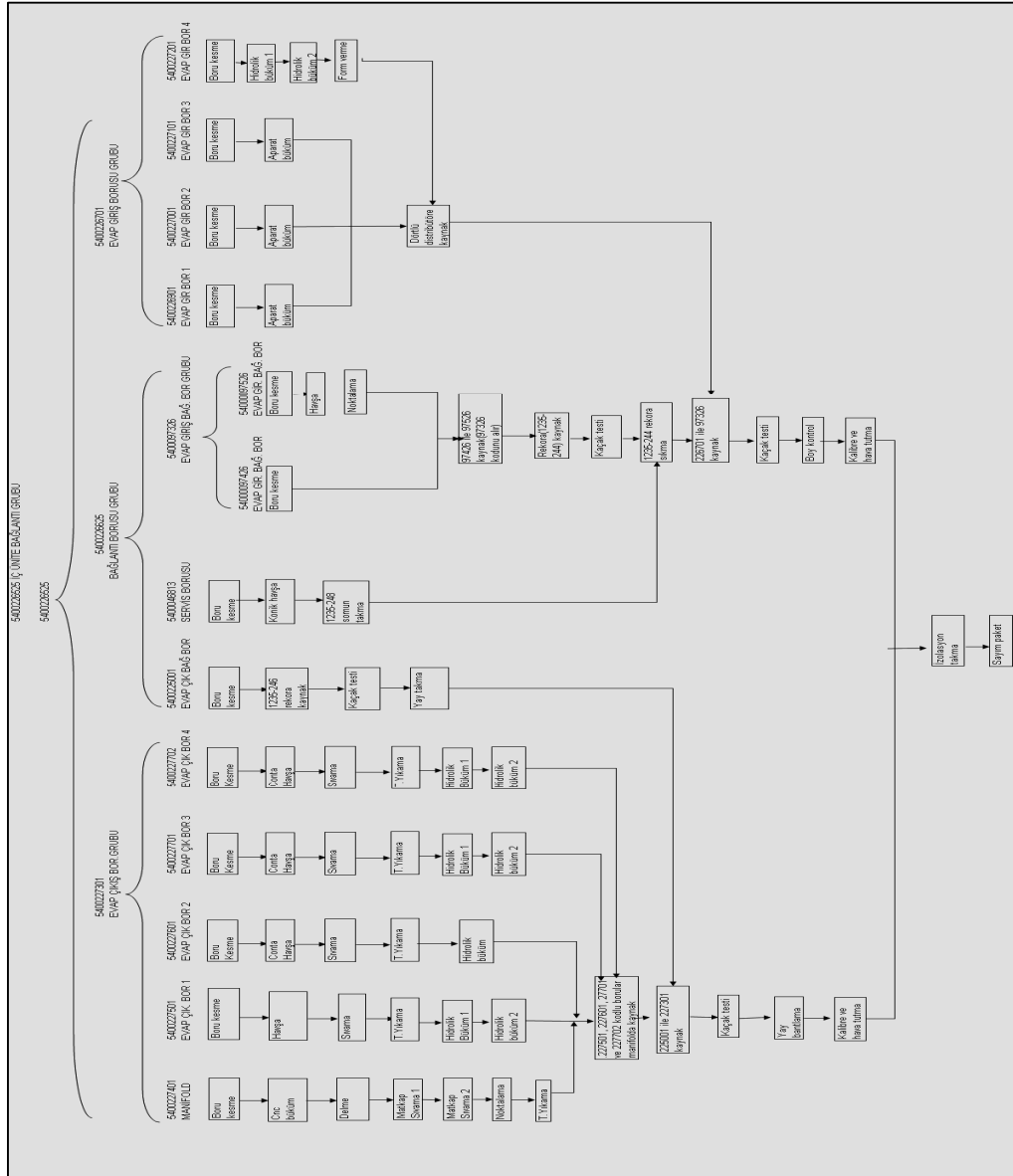
Tablo 7.2 Konveyör firması 2006 yılı hata dağılımı



Konveyör A.Ş. klima iç ünite bağlantı borularında meydana gelen tıkanıklık problemleri hem üretimin verimliliğini düşürmekte, hem de hurda miktarını çoğaltarak maliyetleri arttırmaktadır. Diğer yandan müşteri şikâyetleri fazlaşmakta ve firmanın kalite düzeyini düşürmektedir. Firmamızda bu sorunu ortadan kaldırmak için altı sigma projesi oluşturulmakta ve klima iç ünite bağlantı borularında tıkanıklık sorununa çözüm aranmaktadır.

Bir klima iç ünitesi genel olarak evap çıkış boru grubu, evap giriş boru grubu, dört yollu vana grubu, bağlantı boru grubundan oluşur. Bu ana gruplar birbirlerine kaynakla birleştirilerek ana ünite oluşturulur. Aşağıdaki şekilde bir iç ünitenin alt parçalarını ve montaj basamaklarını gösterilmektedir. Şekil 7.2.'de de gösterildiği gibi distribütöre kaynak operasyonu birden fazla alt kapileri borunun (kılcal bakır boru) birleştirilmesini kapsamaktadır ve bir klimanın iç ünite bağlantı ünitesinde en fazla problem çıkan süreçtir. Bu yüzden kalite sorunlarını azaltmak için yapılan altı sigma projesi için öncelik bu sürece verilmiştir. Yapılacak olan altı sigma projesiyle tıkanıklığa sebep olan faktörleri belirlenmesi ve belirlenen faktörlere göre gerekli önlemlerin alınması sağlanacaktır. 2006 yılı ilk altı aylık hata oranını milyonda 1545'ten bundan sonraki dönemler için milyonda 3.4 yani altı sigma seviyesine ulaşmaya çalışılacaktır. Böylece işletmemizin hurda miktarını azaltıp, üretim verimliliğini arttırabileceğiz. Bunu yanında müşteriden gelen iade ve şikâyet oranını azaltıp, problemlere karşı firmamızın gösterdiği önemin altını çizip, tedarikçi

olduğumuz firmalar için çözüm ortağı olduğumuzu gösterebileceğiz. Firmamızda bu sene sekiz farklı klima modeli üretmekte ve bu problem çözümü bu sekiz klima için de kullanılabilir. Bu süreci istediğimiz düzeye ulaştırdığımızda yıllık 9600\$ lık (8 model x 1200\$) bir kazanç sağlayacağız.



Şekil 7.2. İÇ ünite montaj şeması

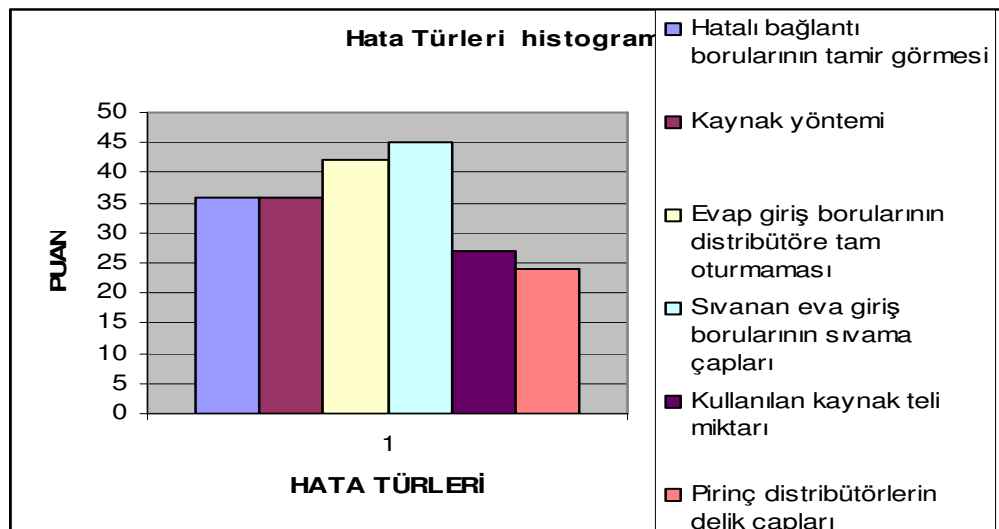
Distribütöre kaynak operasyonu sırasında oluşabilecek hataları belirlemek için yapılan beyin fırtınasında hatalı bağlantı borularının tamir görmesi, kaynak yöntemi, evap giriş borularının distribütöre tam oturmaması, sıvanan evap giriş borularının

sıvama çapları ve sıvama boyları, kullanılan kaynak teli miktarı, pirinç distribütörlerin delik çapları gibi değişik nedenler olabileceği yönünde fikir birliği sağlandı. Bu nedenler arasında yapılan oylama sonucunda Evap giriş borularının distribütöre tam oturmaması ve sıvanan evap giriş borularının sıvama çapları en fazla oyu alarak tıkanma problemini gidermek için özölmesi gereken ana sorunlar olarak belirlendi.(Tablo 7.3)

Tablo 7.3. Tıkanma problemi için yapılan beyin fırtınası sonuçları

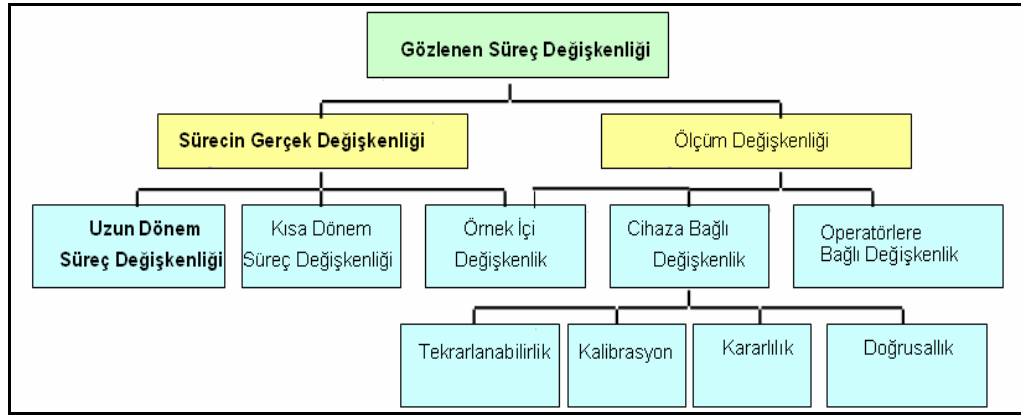
Sebepler	1.Kişi	2.Kişi	3.Kişi	4.Kişi	5.Kişi	Toplam
1. Hatalı bağlantı borularının tamir görmesi	9	9	3	9	3	36
2. Kaynak yöntemi	3	9	9	9	6	36
3. Evap giriş borularının distribütöre tam oturmaması	6	9	9	9	9	42
5. Sıvanan evap giriş borularının sıvama çapları	9	9	9	9	9	45
4. Kullanılan kaynak teli miktarı	6	9	6	3	3	27
6. Pirinç distribütörlerin delik çapları	3	6	6	3	6	24

Tablo 7.4. Tıkanma problemi sonuçlarının histogram grafiği



Gerçek süreç değişkenliğini ortaya çıkarmak için ölçüm sisteminden kaynaklanan değişkenlik öncelikle tanımlanmalı ve sürecinkinden ayrıştırılmalıdır. Ölçüm sisteminin yeterliliği incelenirken operatöre bağlı değişkenlik ve tekrarlanabilirlik önemle incelenmesi gerekmektedir. Ölçüm hatasının başlıca nedenleri olan “tekrarlanabilirlik” (repeatability) ve “yeniden üretilebilirlik” (reproducibility) kavramlarıdır.

Tablo 7.5 Süreç değişkenliğinin alt nedenleri



Tekrar Edilebilirlik (Repeatability): Aynı parçanın aynı karakteristiğinin bir ölçüm cihazı kullanılarak bir çok kere bir kontrol elemanı tarafından ölçüldüğünde ortaya çıkan değişkenliktir.

Yeniden Üretilirlik (Reproducibility) : Aynı parça üzerinde aynı karakteristiğin bir çok kere farklı kontrol elemanlarınca aynı ölçüm cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerin ortalamasındaki değişkenliktir.

Ölçüm sisteminin kontrolü sırasında aşağıdaki sıralamaya uyulur;

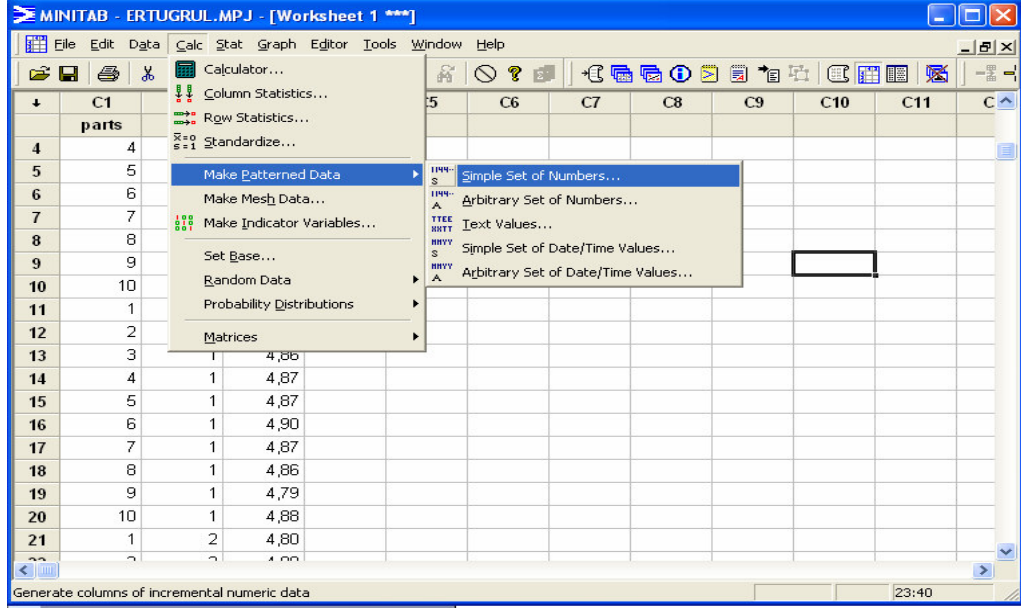
- 1: Cihaz kalibre edilir
- 2: Birinci operatörün bütün örnekleri rassal bir sırada ölçmesini sağlar
- 3: İkinci operatörün bütün örnekleri rassal bir sırada ölçmesini sağlar
- 4: Bütün operatörler için aynı işlemleri tekrar edilir (birinci deneme)
- 5: 2-4 adımlarını gereken sayı kadar tekrarlanır
- 6: R&R çalışmasının sonuçları izlenir

Ölçüm yeterliliği için yapılan analizden sonra proses yeterliliğini ölçmek için analiz yapılmıştır. Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesi için Cp ve Cpk olarak isimlendirilen proses yetenek indeksleri kullanılır. Bunlardan Cp indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, Cpk indeksi ise prosesin hem yayılımını, hemde ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. Cp ve Cpk indeksleri, proses yeteneğinin uygunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesidir. Proses yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu indekslerin değerleri

- $Cpk > 1.33$ ise proses yeterlidir.
- $1.33 > Cpk > 1.00$ ise proses kabul edilir.
- $1.00 > Cpk$ ise proses yetersizdir.

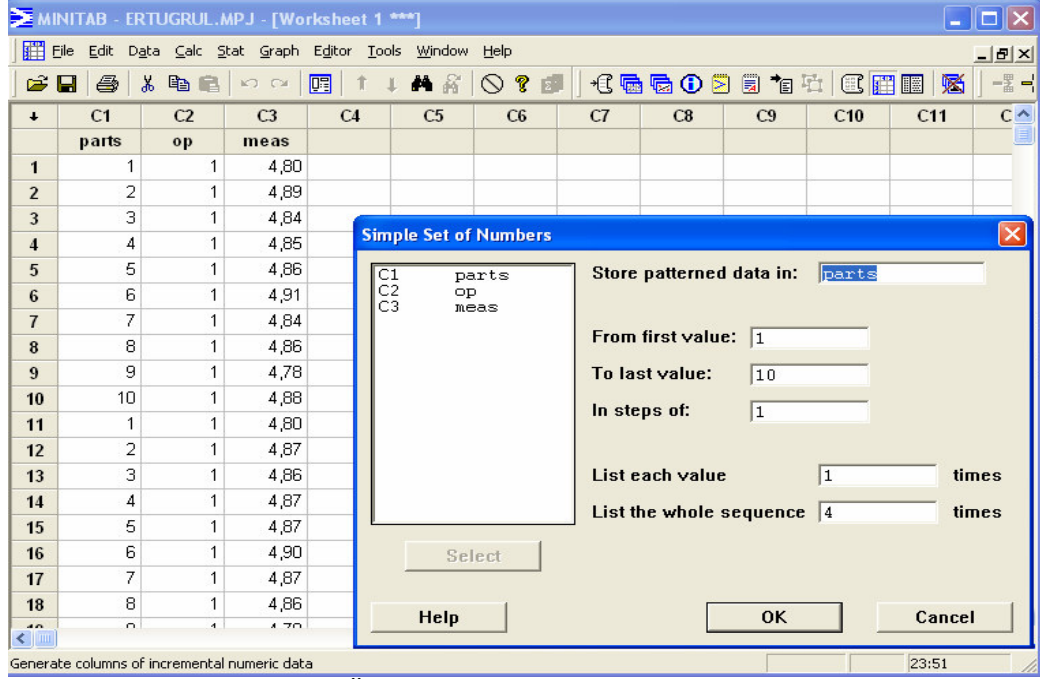
Dünyada proseslerin iyi çalışıp çalışmadıkları, istenilen spesifikasyonlarda üretip üretmedikleri sadece bu değerlerin söylenmesi ile kişiler o proses hakkında karar verebilmektedir.. Sıvama çapı ve sıvama boyu için yapılan proses yeterliliği çalışmasında sıvama çapı proses yeterliliği -0.30, sıvama boyu için proses yeterliliği 0.07 gibi değerler bulunmuştur ki bu değerler 1.33'den küçük olduğu için bu prosesler yeterli değildir.

Problemin çözümünde Minitab 14 programından faydalanacağım. İki operatörden onar tane ölçüm sonucunu Minitab programına veri sayfasına girmek için boş bir sayfa açıyoruz. C1 sütunu ölçüm sırasını, C2 sütunu operatörün numarasını, C3 sütünü ise yapılan ölçümün sonucunu göstermektedir. Yapılan ölçümlerin yeterliliğini ölçmek için Gage R&R çalışması yapılır. Bunun için Calc >Make Patterned Data>Simple Set of Number seçeneği seçilir.(Şekil 7.3)



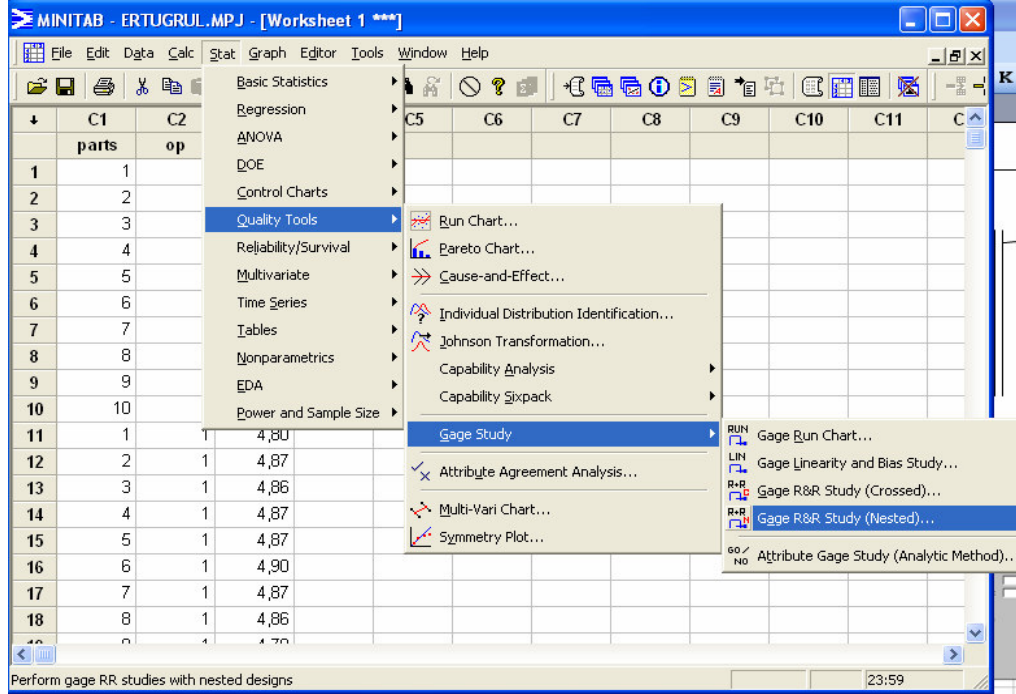
Şekil 7.3. Veri giriş sayfasının hazırlanması

Açılan pencerede Store Patterned Data in kısmına part (parça) yazılır. From first value kısmına ilk parça nosu, to last value kısmına son parça numarası yazılır. In steps of kısmına parçaları kaçar kaçar atlayarak yazacağımızı gireriz. Bu deneyde iki operatör on adet parçayı ikişer defa ölçecektir. List each value kısmında her numarayı ardarda kaç kere yazmasını istediğimizi soruyor. List the whole sequence kısmına ise bu sıralamayı kaç kere tekrarlatmak istediğimizi yazarız.



Şekil 7.4. Ölçüm ve tekrar sayılarının belirlenmesi

Yapılan ölçüm sonuçları tabloya girildikten sonra Gage R%R çalışması yapabiliriz. Stat>Quality Tools>Gage Study yolu izlenerek Gage R&R'a başlayabiliriz.



Şekil 7.5 Gage R%R analizinin yapılması

Sıvama çapı ve sıvama boyu için yapılan ölçüm yeterliliği için yapılan Gage R&R analizinde sıvama çapı için %26.5 , sıvama boyu için %16.25 sonuçlarına varılmıştır. Bu iki sonuç sıvama boyu ve sıvama çapı için ölçüm sisteminin yeterli olduğunu göstermektedir.(Tablo 7.6 ve Tablo 7.7)

Tablo 7.6. Sıvama çapı için Gage R&R analizi

Gage R&R		
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0,0000944	7,02
Repeatability	0,0000862	6,41
Reproducibility	0,0000082	0,61
op	0,0000082	0,61
Part-To-Part	0,0012496	92,98
Total Variation	0,0013440	100,00

Source	StdDev (SD)	Study Var (2,33 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0097158	0,0226378	26,50	22,64
Repeatability	0,0092848	0,0216335	25,33	21,63
Reproducibility	0,0028618	0,0066679	7,81	6,67
op	0,0028618	0,0066679	7,81	6,67
Part-To-Part	0,0353491	0,0823634	96,42	82,36
Total Variation	0,0366600	0,0854178	100,00	85,42

Number of Distinct Categories = 5

Tablo 7.7. Sıvama boyu için Gage R&R analizi

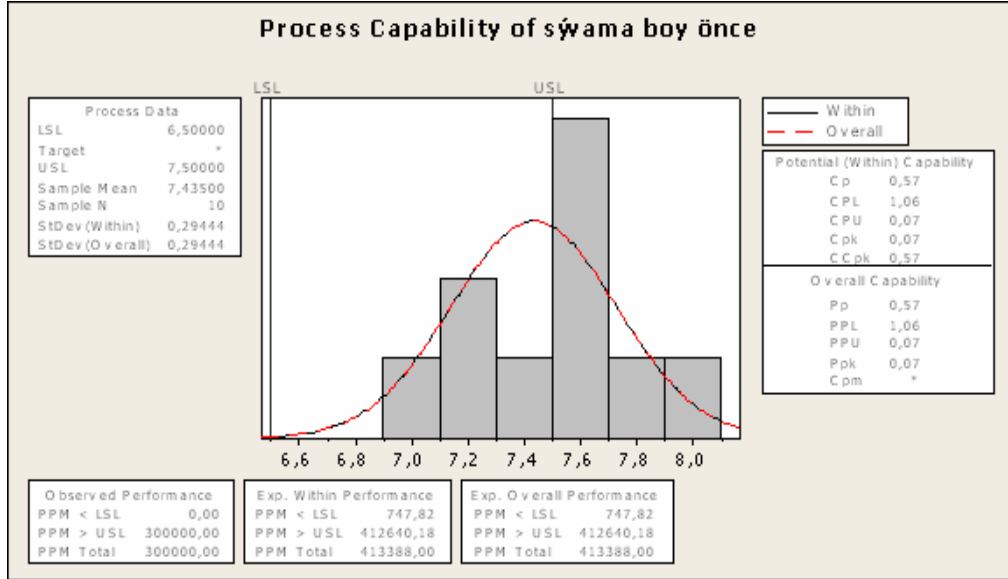
Gage R&R			
Source	VarComp	StdDev	5.15*Sigma
Total Gage R&R	0.001462	0.038242	0.19694
Repeatability	0.001462	0.038242	0.19694
Reproducibility	0.000000	0.000000	0.00000
Operator	0.000000	0.000000	0.00000
Part-To-Part	0.053903	0.232170	1.19567
Total Variation	0.055365	0.235298	1.21178

Source	%Contribution	%Study Var
Total Gage R&R	2.64	16.25
Repeatability	2.64	16.25
Reproducibility	0.00	0.00
Operator	0.00	0.00
Part-To-Part	97.36	98.67
Total Variation	100.00	100.00

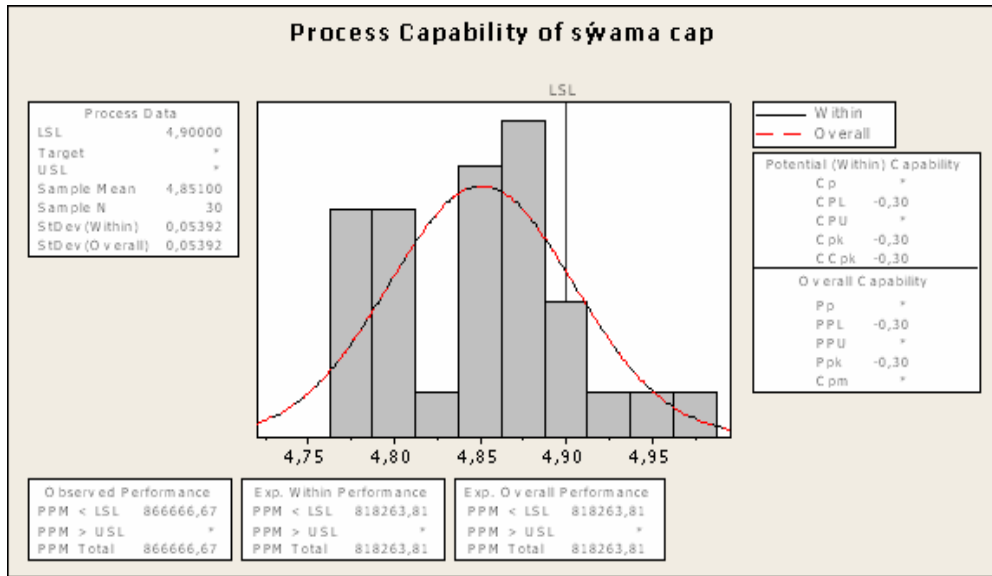
Number of Distinct Categories = 9

Sıvama çapı ve sıvama boyu için ölçüm yeterliliği analiz edildikten sonra sıvama boyu ve sıvama çapı için proses yeterliliği analizi yapılır.

Tablo 7.8. Sıvama boyu için proses yeterliliği analizi



Tablo 7.9. Sıvama çapı için proses yeterliliği analizi

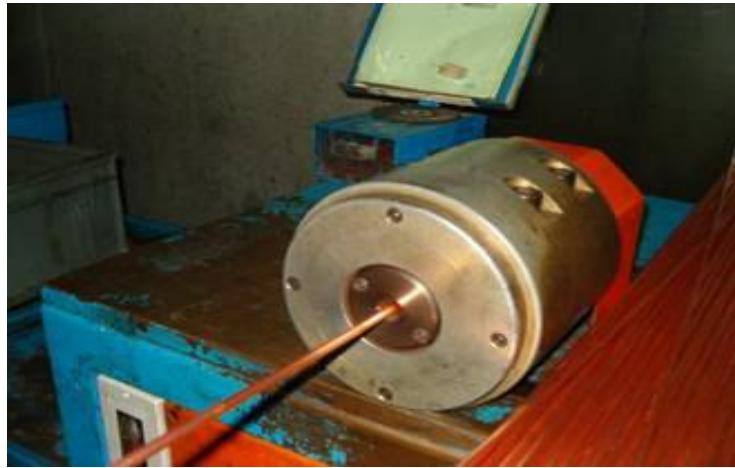


Sıvama boyu için yapılan proses yeterliliği analizinde Cpk değeri 0.07 olarak bulunmuştur. Bu değer 1'den küçük olduğu için sıvama boyu için prosesimiz yeterli değildir. Aynı şekilde sıvama çapı için yapılan proses yeterliliği analizinde Cpk değeri -0.03 bulunduğundan sıvama çapı için de prosesimiz yeterli değildir.

Şekil 7.6 sıvama aparatının önden ve Şekil 7.7 de yandan fotoğrafı görülmektedir. Sıvama aparatının arkasında dayama tablası bulunmaktadır. Bu tabla sayesinde sıvama boyu ayarlanabilmektedir



Şekil 7.6. Sıvama aparatı sıvama boyu fotoğrafı



Şekil 7.7. Sıvama aparatı sıvama çapı fotoğrafı

Sıvama boyu ve sıvama çapı proseslerinin iyileştirme çalışmaları olarak kalıp destek levhalarının analizi yapıldı. Kalıp destek levhaları sıvama çapını belirleyebilmektedir. Bu levhalar kullanılarak istenilen çaplarda sıvama yapılması sağlanabilmektedir. Eğer P %5'den küçükse, enaz bir grup ortalaması farklıdır. Bu durumda, bütün grupların ortalamalarının eşit olduğu hipotezini reddederiz. Yapılan analiz sonucunda destek levha miktarı etken bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır.(Tablo 7.10'daki p değeri 0.05'in altında olduğundan)

Tablo 7.10. Kalıp destek için yapılan Varyans analizi

One-way ANOVA: CAP versus KALIP DESTEK					
Source	DF	SS	MS	F	P
KALIP DESTEK	2	0,083287	0,041643	126,90	0,000
Error	27	0,008860	0,000328		
Total	29	0,092147			
S = 0,01811 R-Sq = 90,38% R-Sq(adj) = 89,67%					
Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev					
Level	N	Mean	StDev	-+-----+-----+-----+-----	
KD 1,2-1,2	10	4,9770	0,0134	(---*---)	
KD 1,2-1,3	10	4,9090	0,0277	(---*---)	
KD 1,3-1,2	10	4,8480	0,0063	(---*---)	
				-+-----+-----+-----+-----	
				4,840	4,880 4,920 4,960
Pooled StDev = 0,0181					

Dayama pozisyonu için yapılan analizin sonucunda dayama pozisyonu sıvama boyu için önemli bir etkidir. (Tablo 7.11'deki p değerinin değeri $0.027 < 0.05$) Bu iki analizin sonuçlarını Tablo 7.12. ve Tablo 7.13.de gösterilmektedir.

Sıvama boyu ve sıvama çapı için yapılan analizler sonucunda optimum noktalar belirlenmiştir.

Tablo 7.11. Dayama pozisyonu için yapılan Varyans analizi

One-way ANOVA: CAP versus DAYAMA POZISYONU

Source	DF	SS	MS	F	P
DAYAMA POZISYONU	2	0,001487	0,000743	4,13	0,027
Error	27	0,004860	0,000180		
Total	29	0,006347			

S = 0,01342 R-Sq = 23,42% R-Sq(adj) = 17,75%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
backward	10	4,9830	0,0125
current	10	4,9770	0,0134
forward	10	4,9660	0,0143

Pooled StDev = 0,0134

Tablo 7.12. Dayama noktasına göre sıvama çapı ölçüm sonuçları

	DAYAMA NOKTASINA GÖRE SIVAMA ÇAPI (mm)		
	MEVCUT DURUM	DAYAMA	DAYAMA
	Dayama noktası ortada	NOKTASI	NOKTASI
	sac levha bir tarafta 1,2mm diğer tarafta 1,2mm	GERİDE	İLERDE
1	4,97	4,98	4,99
2	4,98	4,98	4,96
3	4,97	4,96	4,95
4	4,96	5	4,96
5	4,99	4,99	4,96
6	4,97	4,97	4,99
7	4,98	4,99	4,95
8	4,96	5	4,96
9	4,99	4,98	4,97
10	5	4,98	4,97
Ort.	4,977	4,983	4,966

Tablo 7.13. Sac levha sayına göre sıvama çapı ölçüm sonuçları

	SAC LEVHA SAYISINA GÖRE SIVAMA ÇAPI (mm)		
	MEVCUT DURUM	Sac levha	Sac levhaların
	sac levha bir tarafta 1,2mm diğer tarafta 1,2mm	bir tarafta 1,2mm diğer tarafta 1,3mm	yerleri değiştirildiğinde 1,3mm - 1,2mm
1	4,97	4,91	4,85
2	4,98	4,9	4,84
3	4,97	4,91	4,85
4	4,96	4,98	4,85
5	4,99	4,91	4,84
6	4,97	4,87	4,85
7	4,98	4,9	4,84
8	4,96	4,9	4,85
9	4,99	4,91	4,86
10	5	4,9	4,85
Ort.	4,977	4,909	4,848

Bu çalışmadan sonra dayama noktasının geride olmasının evap giriş borusunun çapının optimum değerinin dayama noktası ileri pozisyonunda olduğu zaman elde edilebileceğine karar verildi. Aynı zamanda sac levha sayısı için yapılan analiz sonucunda iki tarafta da eşit miktarda (1.2 mm) olduğu zaman sıvama çapının optimum değerler üretebildiğini elde ettik.

Firmada görülen tıkanıklık problemlerinin önüne geçebilmek için sıvama çapı ve sıvama boyu için analizler yapıldıktan sonra tıkanıklık problemi olan parçalarda bu problemin tespit edilmesi için kullanılan yöntemin incelenmesine geçildi. İç ünite bağlantı borularında tıkanıklık olup olmadığı iki farklı yolla incelenebilmektedir. Üretim prosesinde tercih edilen yol hava ile ölçümüydü. Bağlantı borunun bir ucundan belli bir basınçta hava verilir, diğer uçtan basınçlı havanın çıkıp çıkmadığı gözleniyordu. Işık ile ölçüm tercih edilmiyordu. Tıkanıklık probleminin çok olması ve tıkanıklığın hava ile ölçüm yapılarak tam olarak doğru teşhis edilememesi nedeniyle ışık ile ölçüm yapılarak bu prosesin sonuçları incelendi.Tablo 7.14’de hava ile ölçüm yeterliliği çalışmasının sonuçları, Tablo 7.15’de ışık ile ölçüm yeterliliği çalışmasının sonucu gösterilmektedir.

Tablo 7.14. Tıkanıklık probleminin çözümünde hava ile kontrol sonuçları

Known Population		Operator #1		Operator #2	
Sample #	Attribute	Try #1	Try #2	Try #1	Try #2
1	tıkalı	açık	açık	açık	açık
2	açık	açık	açık	açık	açık
3	açık	açık	açık	açık	açık
4	açık	açık	açık	açık	açık
5	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
6	tıkalı	açık	açık	açık	açık
7	tıkalı	açık	açık	açık	açık
8	açık	açık	açık	açık	açık
9	açık	açık	açık	açık	açık
10	açık	açık	açık	açık	açık
11	açık	açık	açık	açık	açık
12	açık	açık	açık	açık	açık
13	tıkalı	açık	açık	açık	açık
14	tıkalı	açık	açık	açık	tıkalı
15	açık	açık	açık	açık	açık
% APPRAISER SCORE(1) ->			100,00%	93,33%	
% SCORE VS. ATTRIBUTE(2) ->			66,67%	66,67%	
SCREEN % EFFECTIVE SCORE(3) ->			93,33%		
SCREEN % EFFECTIVE SCORE vs. ATTRIBUTE (4) ->			66,67%		

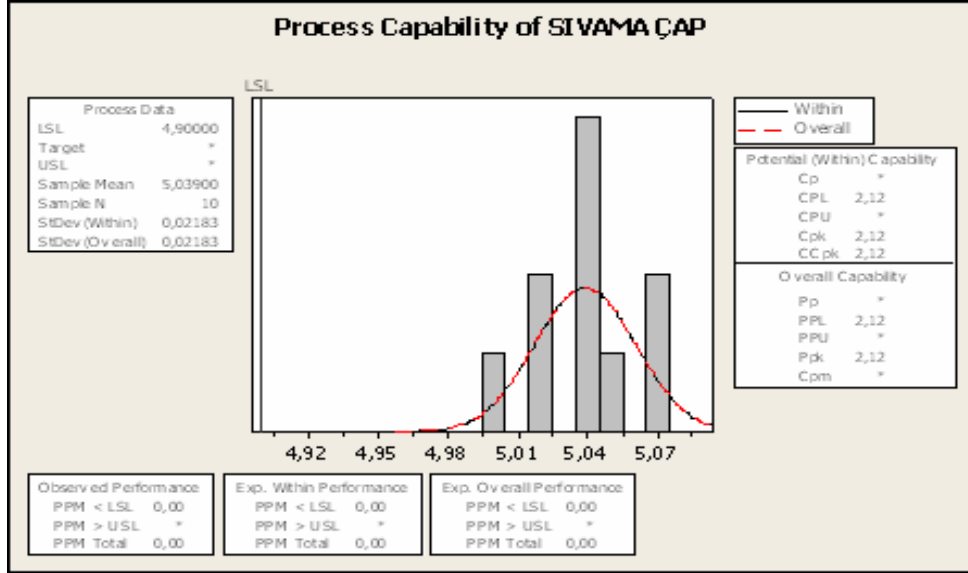
Tablo 7.15. Tıkanıklık probleminin çözümünde ışık ile kontrol sonuçları

Known Population		Operator #1		Operator #2	
Sample #	Attribute	Try #1	Try #2	Try #1	Try #2
1	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
2	açık	açık	açık	açık	açık
3	açık	açık	açık	açık	açık
4	açık	açık	açık	açık	açık
5	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
6	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
7	tıkalı	açık	tıkalı	tıkalı	tıkalı
8	açık	açık	açık	açık	açık
9	açık	açık	açık	açık	açık
10	açık	açık	açık	açık	açık
11	açık	açık	açık	açık	açık
12	açık	açık	açık	açık	açık
13	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
14	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı	tıkalı
15	açık	açık	açık	açık	açık
% APPRAISER SCORE(1) ->			93,33%	100,00%	
% SCORE VS. ATTRIBUTE(2) ->			93,33%	100,00%	
SCREEN % EFFECTIVE SCORE(3) ->			93,33%		
SCREEN % EFFECTIVE SCORE vs. ATTRIBUTE (4) ->			93,33%		

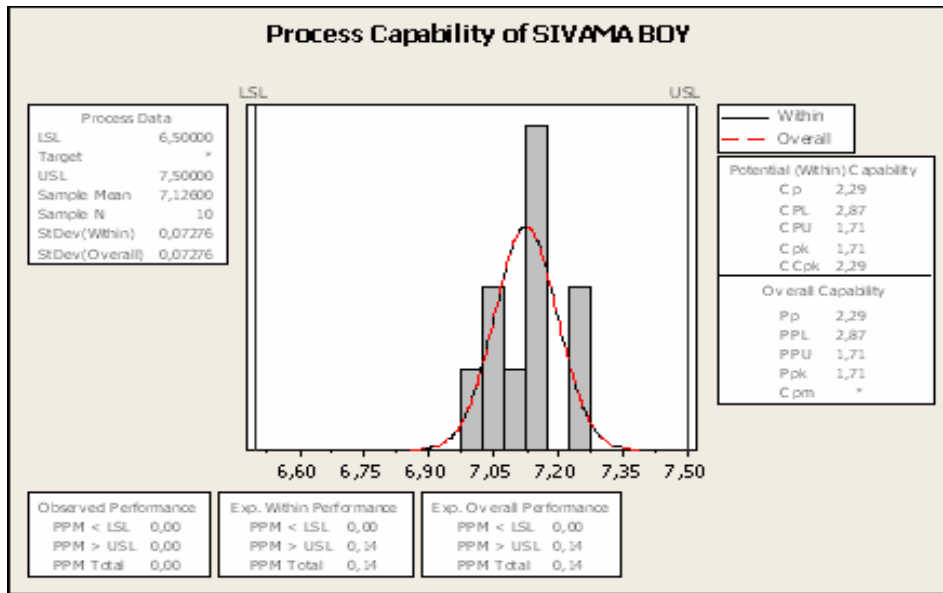
Yapılan iyileştirmeler sonucunda proses yeterlilikleri tekrardan incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Sıvama çapı proses yeterliliği Cpk=-0.30

değerinden $C_{pk}=2.12$ değerine yükselmiştir. Sıvama boyu proses yeterliliği ise $C_{pk}=0.07$ değerinden $C_{pk}=1.71$ değerine ulaşmıştır.

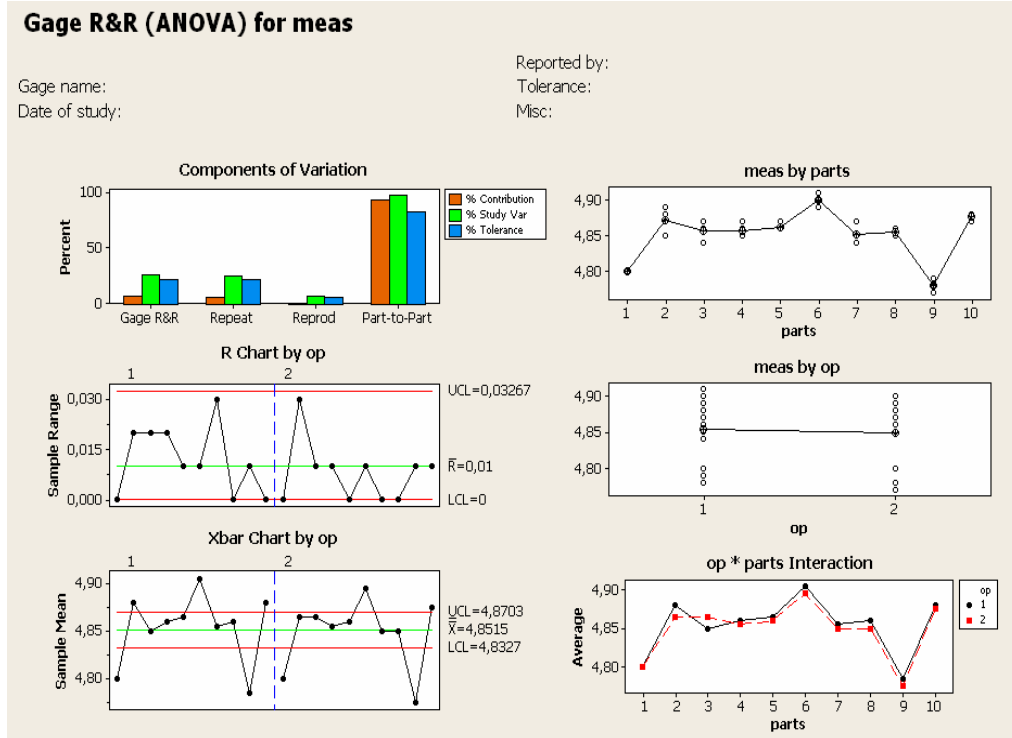
Tablo 7.16. İyileştirme sonrası sıvama çapı için proses yeterliliği



Tablo 7.17. İyileştirme sonrası sıvama boyu için proses yeterliliği



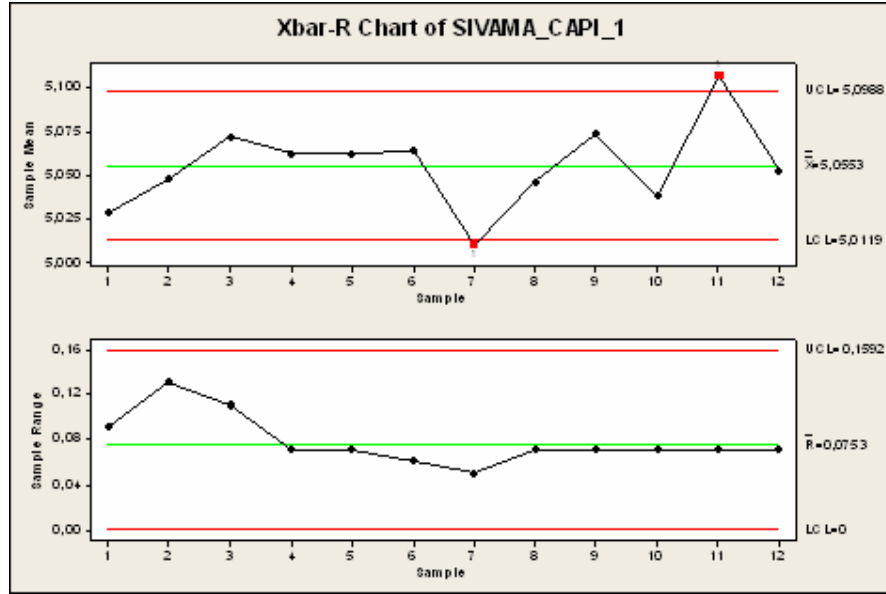
Tablo 7.18 Elde edilen Gage R&R analiz tablosu



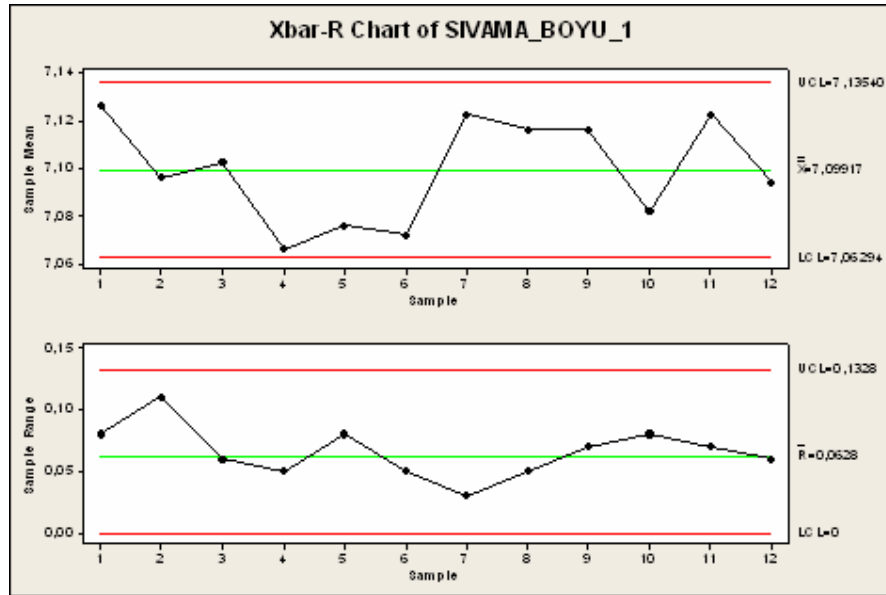
Components of Variations kısmında parçalar arası farklılığın fazla olduğunu gösterir. Gage R&R toplam değişkenliği, Repeat kısmı tekrarlanabilirliği, Reprod kısmı ise yeniden üretilebilirliği göstermektedir. X bar chart operatörlerin yaptığı ölçümlerin ortalamalarını gösterir. Yöntem farklılığı veya eğitim eksiklikleri farkı oluşturan unsurlardır. R bar chart ise operatörlerin ölçümleri arasındaki farkı gösterir. Alt çizgi olan 0'a yakın olması beklenir. Değerler yukarıdaki gibi aynı tepelerden oluşuyor ise cihaz bu ölçüm için yeterli değildir.

İyileştirme sonrası aylık hata miktarları incelenmiştir. Bulunan değerler Tablo 7.19 ve Tablo 7.20'de X bar- R chart tablosunda gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlar, yapılan iyileştirmelerin olumlu sonuçlar verdiğinin göstergesidir.

Tablo 7.19. İyileştirme sonrası sıvama çapı için ölçüm sonuçları



Tablo 7.20. İyileştirme sonrası sıvama boyu için ölçüm sonuçları



8. SONUÇ

Altı sigma yaklaşımı müşteri memnuniyetini ve proses performansının arttırmak için günümüzde kullanılan en etkili yoldur. Günümüzün rekabetçi piyasasında satış fiyatını belirleyen en önemli parametre üretim maliyetleri olup, bu maliyetlerin minimizasyonu ile işletmenin karlılığı artırılabilir. Altı sigma yaklaşımının en önemli kısmı sürekli iyileştirme üzerine kurulmuş olmasıdır. Ayrıca istatistiksel metodlardan da olabildiğince faydalanarak proseslerdeki gelişmeleri daha iyi izlenebilirliğini sağlamış ve işletmeden işletmeye değişen proses ve ölçüm yeterliliği için kullanılan yöntemleri standartlaştırarak iyileştirme çalışmalarını daha başarılı ve efektif olmalarını sağlamıştır.

Altı sigma uygulamaya başlayan firmaların bu yolculuğun uzun soluklu bir yolculuk olduğunu unutmaması gerekmektedir. Altı sigma kültürünün işletmede oluşturulması ve proje sorumlularının belirlenebilmesi için şirket içi genel eğitimler düzenlenmeli ve çalışanlar altı sigma hakkında bilgilendirilmelidir.

Altı sigma proje sorumluları genel eğitimlerden sonra istatistik bilgilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Projelerde kullanılacak araçlar dikkatlice seçilmeli, problemin çözümüne yardımcı olacak araçlar kullanılmalıdır.

İstatistiğin de desteğini alarak her geçen gün kullanımı daha da artan altı sigma yaklaşımı işletmenin sürekli gelişimini sağlayarak müşteri isteklerini karşılayabilmesini ve işletmenin karlılığını arttırabilmesini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- AKIN B., “İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol İPK Teknikleri”,16-18,(1996)
- AKIN B.,2003 “Altı Sigma Deneyim Paylaşım Sempozyumu” Notları, <http://www.arcelik.com> , (Ziyaret Tarihi: 21 Mayıs 2006)
- ASLAN, D., “Kalite Kontrol Proses Kontrol ve Toplam Kalite”, *DEÜ Basım Ünitesi, Mühendislik Fakültesi*, İzmir, (2001)
- BOZKURT R., ODAMAN A., “ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri”, Ankara,19-35,(1995)
- Breyfogle F. W., Cupello, J. M., Meadows, B., “Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assesing, and Implmenting the Strategy that Yields Bottom-line Success, *Wiley, New York*,18-23,(2000)
- Breyfogle, Forrest W., “Implementing Six Sigma”, *John Wiley&Sons Inc., Texas*,9, (2000)
- Bumin, B., Erkutlu, H., “Toplam Kalite Yönetimi Kıyaslama(Bechmarking) İlişkileri, Ankara,(2001)
- EFİL İ., “Yönetimde Kalite Kontrol Çemberleri ve Uygulamadan Örnekler”, *Bursa Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:79* , 4-5, (1993)
- Gözlü, S., “Üretimde Verimlilik Ve Toplam Kalite Yönetimi”, Toplam Kalite Yönetiminde Türkiye Perspektifi, *Üniform Matbaacılık*, İstanbul, 55(1994)
- Gürsakal, N., Oğuzlar A., “Altı Sigma”, *Vipaş*, Bursa, 68-75, (2003)
- HOISINGTON S., NAUMANN E., Customer Centered Six Sigma, (2001)
- Ishikawa, K., “Toplam Kalite Kontrol”(Haz. S. Orbaş ve N. Yayla), *Kalder Yayınları No. 7*, İstanbul, 93-94, (1995)

KARTAL M. ,”İstatistiksel Kalite Kontrolü”, *Şafak Yayınevi*, Sivas,(1999)

Kasa, H., “Altı Sigma Gerçeği”, (Kalder bildiri-www.altisigma.com),(2003)

KASA, H., Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma Buluşması, *KalDer Forum*, *Yıl:2, Sayı:6*, 6-7 (2002)

Muluk Z. F., Burcu E. ve Danacıoğlu N., “Türkiye’de Kalite Olgusunun Gelişimini”, *Kalder Yayınları No. 30*, Ankara,6-7, (2000)

Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Cavanagh, Roland R., Six Sigma Yolu. Çev. Nafiz Güder ve Güneş Tokcan, *Klan Yayınları*, İstanbul ,158 , (2003)

Pyzdek, T., “The Six Sigma Revolution”, *Quality Digest*,2,(2000)

Pyzdek, T., “The Six Sigma Project DMAIC Cycle”, *Quality Digest*,4-237, (2003)

Şimşek M., “Kalite Yönetimi”, *Alfa Yayınları*, İstanbul,5-94(1998)

Yılmaz M.,“DMAIC projesi içeren muhtemel bir Altı Sigma uygulamasının değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi* ,İstanbul, 5-22, (2004)

www.altisigma.com (Ziyaret Tarihi: 18 Mart 2007).

www.geocities.com/alti_sigma (Ziyaret Tarihi: 22 Mart 2007).

www.isixsigma.com (Ziyaret Tarihi: 24 Kasım 2006).

www.kalder.org (Ziyaret Tarihi: 26 Mart 2007).

www.kaliteofisi.com (Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2006).

www.kavrakoglu.com (Ziyaret Tarihi: 25 Mart 2007).

www.qualitydigest.com (Ziyaret Tarihi: 2 Aralık 2007).

www.sciencedirect.com (Ziyaret Tarihi: 5 Nisan 2007).

www.spac.com (Ziyaret Tarihi: 24 Mart 2007).

www.uytes.com (Ziyaret Tarihi: 18 Kası 2007).

www.yalinenstitu.org.tr (Ziyaret Tarihi: 24 Mart 2007).

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İzmit'te doğdu. İlk orta ve lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 1999 yılında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Malzeme Metalurji Mühendisliği Bölüm'ünden yatay geçişle Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne geçti. 2004 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2007 yılından beri otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada lojistik& planlama mühendisi olarak görev almaktadır.