

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ PROGRAMI
TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROJESİ

**MEKANİK ÜRETİM SÜRECİNDE ALTI SİGMA
METODOLOJİSİ İLE KALİTE VERİLERİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA**

Hakan YÜKSEL

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Ethem DUYGULU

2007

Yemin Metni

Tezsiz Yüksek Lisans projesi olarak sunduğum “**Mekanik Üretim Sürecinde Altı Sigma Metodolojisi İle Kalite Verilerinin İyileştirilmesine Yönelik Bir Uygulama**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

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

Hakan YÜKSEL

İmza

TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROJE SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Hakan YÜKSEL
Anabilim Dalı : İşletme
Programı : Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği
Proje Konusu : Mekanik Üretim Sürecinde Altı Sigma Metodolojisi
İle Kalite Verilerinin İyileştirilmesine Yönelik Bir
Uygulama

Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 18.maddesi gereğince yüksek lisans proje sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan projesini dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek proje konusu gerekse projenin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI OLDUĞUNA	☐	OY BİRLİĞİ	☐
DÜZELTİLMESİNE	☐	OY ÇOKLUĞU	☐
REDDİNE	☐		

ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. ☐
Öğrenci sınava gelmemiştir. ☐

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.

** Bu halde adayın kaydı silinir.

*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

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

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

.....	☐ Başarılı	☐ Düzeltme	☐ Red	
.....	☐ Başarılı	☐ Düzeltme	☐ Red	
.....	☐ Başarılı	☐ Düzeltme	☐ Red	

ÖZET

Tezsiz Yüksek Lisans Projesi
Mekanik Üretim Sürecinde Altı Sigma Metodolojisi İle Kalite Verilerinin
İyileştirilmesine Yönelik Bir Uygulama
Hakan YÜKSEL

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı

Altı Sigma, prosesin mükemmel ürün ve servis kalitesine ulaşılması için odaklanmasına yardım eden disiplindir. Altı Sigma istatistiksel bir kavram olup prosesin mükemmellikten ne kadar uzaklaştığını göstermektedir.

Altı sigma yaklaşımında ilk olarak proses analiz edilmeli ve ne kadar iyi işlediği ortaya çıkartılmalıdır. Proses performansının ölçüm yöntemi ise milyon üretimdeki hata miktarı ile belirlenmektedir. Altı Sigma performansının hedefi milyondaki hata oranını 1'in altına indirmeyi başarmaktır. Bu sayede proses değişkenleri, ürünün istenilen spesifikasyon toleranslarının içinde kalmış ve fonksiyonlarını yerine getirmiş olacaktır. Bu durumda %99 olan performans daha mükemmel olan 99.9997% olacaktır.

Bu çalışmada Schneider Electric firmasında yapılan Altı Sigma Projeleri açıklanmaktadır. Firmada yapılan Altı Sigma projelerinde çeşitli değişkenler içeren proseslere karşı farklı projeler bulunmaktadır. Bu projede DMAIC süreci takip edilerek firmanın Enjeksiyon ve Yansanayi uygunsuzlukları belirlenmiştir. Proses iyileştirmelerinden sonra hata oranındaki iyileştirmeler ortaya çıkarılmıştır. Bu yöntemle prosesteki kusurların giderilmesi için kapsam belirlenip iyileştirmeler yapılmıştır. Problem önceliklerinin açıkça belirlenmesi için çeşitli özel analiz yöntemleri ile üretilen ürünlerdeki uygunsuzluk oranları azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, İstatistiksel Süreç Kontrolü, Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol

ABSTRACT
Non-thesis Master Project
Quality Indicators Improvement with Six sigma Methodology and Application
In The Mechanical Production Process
Hakan YÜKSEL

Dokuz Eylül University
Institute of Social Sciences
Department of Management

Sigma is a highly disciplined process that helps us focus on developing and delivering near-perfect products and services. The word is a statistical term that measures how far a given process deviates from perfection.

Six Sigma takes the approach that you should first analyze your processes to determine how well they work. The measure of process performance is the number of defects per million products or million opportunities. The goal of Six Sigma performance is to achieve a very low number of Defects Per Million, less than 1 DPM, which is achieved when 6 sigmas of process variation fit within the tolerance specification or quality requirement for the product. This is better than 99% performance it's 99.9997% perfection.

This study introduce the concept of Six Sigma for the Electric Industry. Various tools can be applied under Six Sigma concept for measuring and analysis of variations in a process. DMAIC is practiced in the injection department and supplier process also problem is identified. After implementation of six sigma process, it is found that, the process improved to defect rate. It clearly shows the way and scope for the further improvement of the same process indicating the flaw in the process. For pointing out the priority of the problems, some specific tools were used.

Key Words: Six Sigma, Statistical Process Control, Define, Measurement, Analyse, Improvement, Control.

**MEKANİK ÜRETİM SÜRECİNDE ALTI SİGMA METODOLOJİSİ İLE KALİTE
VERİLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA**

YEMİN METNİ	II
TEZSİZ YÜKSEK LİSANS PROJE SINAV TUTANAĞI	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
KISALTMALAR	XI
ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ	XII
GİRİŞ	XV

**BİRİNCİ BÖLÜM
ALTI SİGMA**

1.1. ALTI SİGMANIN GENEL TANIMI	1
1.2. ALTI SİGMA TARİHÇESİ	3
1.2.1. Toplam Kalite Kontrol ve Altı Sigma	6
1.2.2. Altı Sigma Altı Teması	7
1.2.2.1. Müşteri Odaklılık (Gerçekten)	7
1.2.2.2. Verilere Dayalı Yönetim	7
1.2.2.3. Süreç Odaklılık, Yönetim ve İyileştirme	8
1.2.2.4. Proaktif Yönetim	8
1.2.2.5. Sınırsız İşbirliği	9
1.2.2.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü	9
1.2.3. Altı Sigma' nın Yararları	9
1.2.4. Altı Sigma Projesinde Yer Alan şirket Çalışanlarının Görevleri	12
1.2.4.1. Üst düzey yöneticilerin Görevleri	13
1.2.4.2. Sponsor ya da Şampiyon	14
1.2.4.3. Uygulama lideri (Yeşil Kuşaklar)	15

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA PROJE ADIMLARI

2.1. GENEL	16
2.2. TANIMLAMA AŞAMASI	17
2.2.1. Proje Tanım Formu	19
2.2.2. TGSÇM (SIPOC) Diyagramı	20
2.2.3. Paydaş Analizi	20
2.3. ÖLÇME AŞAMASI	20
2.3.1. Ürün Kalitesi Süreç Kalitesi	26
2.3.2. Ölçüm Araçları	28
2.3.2.1. Süreç Akış Diyagramları	28
2.3.2.2. Pareto Diyagramı	29
2.3.2.3. Beyin Fırtınası	30
2.3.2.4. Tekrarlanabilirlik ve Üretilbilirlik ölçümü	31

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ANALİZ AŞAMASI

3.1. GENEL	33
3.2. SEBEP – SONUÇ DİYAGRAMI	34
3.3. ÇOKLU DEĞİŞKEN ANALİZLERİ	35
3.4. AKIŞ DİYAGRAMI	37
3.5. KORELASYON	38
3.6. HİPOTEZ TESTLERİ	39
3.7. GÜVEN ARALIKLARI	41
3.8. T TESTİ	41
3.9. ANOVA ARACI	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İYİLEŞTİRME AŞAMASI

4.1. GENEL	43
4.2. GÖRÜNTÜLEME TASARIMI	45
4.3. KARAKTERİZASYON TASARIMI	45
4.4. OPTİMİZASYON TASARIMI	45
4.5. MODELLEME TASARIMLARI	45

BEŞİNCİ BÖLÜM

KONTROL AŞAMASI

5.1. GENEL	47
5.2. STANDARTLAŞTIRMA	49
5.3. SÜRECİN KONTROLÜ	51
5.3.1. (İPK) İstatistiksel Proses Kontrol	51
5.3.1.1. X-R Diyagramları	51
5.3.1.2. X-S Diyagramları	52
5.3.1.3. Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması	53
5.3.2. Değişkenlik	54
5.3.2.1. Genel Nedenler (Gürültü)	55
5.3.2.2. Özel Nedenler (Sinyaller)	55
5.4. LOJİSTİK REGRESYON	56

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

6.1.GİRİŞ	57
6.2. TANIMLAMA AŞAMASI	57
6.2.1. Problem Tanımı	57
6.2.2. Amaç	58
6.2.3. Proje Charter	60
6.2.4. Projenin Hedefleri	59
6.2.5. Projenin Yapılmasındaki İhtiyaç ve Elde Edilmek İstenen Sonuçlar	59
6.3. ÖLÇÜM AŞAMASI	60
6.3.1. Geçmiş Aylardaki Verilerin İncelenmesi	60
6.3.2. Plastik Parçanın SIPOC Süreçlerinin Belirlenmesi	61
6.3.3. Enjeksiyon bölümündeki SIPOC süreçleri	62
6.3.3.1. Yansanayi	62
6.3.3.2. Girdiler	63
6.3.3.3. Süreç	63
6.3.3.4. Çıktılar	63
6.3.3.5. Müşteri	63
6.3.4. Yansanayide Montajı Yapılan Parçaların SIPOC Süreçlerinin Belirlenmesi	64
6.3.4.1. Yansanayi	64
6.3.4.2. Girdiler	64
6.3.4.3. Süreç	65
6.3.4.4. Çıktılar	65
6.3.4.5. Müşteri	65
6.4. ANALİZ AŞAMASI	65
6.4.1. Enjeksiyon Sürecinin Analiz Edilmesi	66
6.4.1.1. Enjeksiyon İçin Detaylı Süreç Şemalarının Hazırlanması	66
6.4.1.2. Parçalarının Renk Değerlerinin Belirlenmesi	67
6.4.1.3. Renk ile ilgili Strafikasyon Faktörleri	67
6.4.1.4. Önceliklendirme Matrisi	68
6.4.1.5. Veri Toplama Planı	69
6.4.1.6. GAGE R&R Testi	70

6.4.1.7. Kendinden Boyalı Olmayan Hammadeye Ait Grafiksel Analizler	71
6.5. GELİŞTİRME AŞAMASI	80
6.5.1. Yansanayi Sürecinde Yapılacak İyileştirmeler	81
6.5.2. Enjeksiyon Sürecinde Yapılacak İyileştirmeler	81
6.6. KONTROL AŞAMASI	81
6.6.1. Enjeksiyon Prosesi	81
6.6.2. Yansanayi Prosesi	83
SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	87

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANOVA	Varyans Analizi
CEO	Fabrika Müdürü
CPK	Kısa Dönem Proses Yeterliliği
CTQ	Ağaç Diyagramı
DMAIC	Tanımla-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol
FMEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
ENCR	Yansanayi Uygunsuzluk Oranı
GE	General Electric
IPK	İstatistiksel Proses Kontrol
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu
MÇ	Merkez Çizgisi
PPM	Milyonda Hata Sayısı
PPK	Uzun Dönem Proses Yeterliliği
SIPOC	Süreç Analizi
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TKK	Toplam Kalite Kontrol
TSV	Toplam Süreç Verimliliği

ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1 : Kalitenin Değeri Ve Maliyeti	11
Şekil 2 : 6σ ' Ya Doğru Beklenen Gelişim	11
Şekil 3 : 3σ ' Dan 6σ ' Ya Ppm Değerlerindeki Değişim	12
Şekil 4 : Altı Sigma Çalışmasında Yer Alan Oyuncuların İlişkileri	13
Şekil 5 : Tanımlama Aşaması Alt Adımları	17
Şekil 6 : Ölçme Aşaması Alt Adımları	21
Şekil 7 : Değişkenlik Grafikleri	23
Şekil 8 : Sigma Seviyeleri Ve Ppm Değerleri İlişkisi	24
Şekil 9 : Sigma Seviyelerinin İyileştirme Sonucunda Değişimi	27
Şekil 10 : Analiz Aşamasının Süreçleri	33
Şekil 11 : Balık Kılçığı Diyagramı	35
Şekil 12 : Korelasyon Çeşitleri	39
Şekil 13 : İyileştirme Aşamasının Süreçleri	43
Şekil 14 : Deney Tasarımı	44
Şekil 15 : Kontrol Aşamasının Süreçleri	47
Şekil 16 : Önce Sonra Analizi	48
Şekil 17 : Standartlaştırma Aşamasında İzlenecek Adımlar	50
Şekil 18 : Süreçte Var Olan Değişkenlik Kaynakları	50
Şekil 19 : Geçmiş Aylardaki Yansanayi Hata Trendi	60
Şekil 20 : Enjeksiyon Bölümündeki Parçaların “de” Değerleri	60
Şekil 21 : Enjeksiyon Bölümünün SIPOC Süreçleri	61
Şekil 22 : Yansanayinin SIPOC Süreçleri	62
Şekil 23 : Renk Tonlarının Stratifikasyon Faktörleri	67
Şekil 24 : Gage R&R Testi Sonuçları	71
Şekil 25 : Hammadde Değişikliği Sonucunda Boya Tonunun Önce Sonra Analizi	71
Şekil 26 : Aksiyon Sonucunda Normal Dağılım Grafiğindeki Değişim	72
Şekil 27 : Renk Değerlerinin İstatistiksel Kontrol Grafiği	74
Şekil 28 : Enjeksiyon Bölümü Proses Kapasitesi Ölçüm Grafiği	75
Şekil 29 : Anahtar Yansanayi Hata Kaynakları	76
Şekil 30 : Priz İçin Yansanayi Hata Kaynakları	76
Şekil 31 : Yansanayide Yaşanan Hata Türleri	77

Şekil 32: Hata Türlerinin Detaylandırılması	77
Şekil 33: Görsel Hata Tipleri	78
Şekil 34: Alınan Aksiyonlar Sonucunda Hata Miktarının Önce Sonra Analizi	82
Şekil 35: Cpk Değerlerinin Değişimi	82
Şekil 36: Aksiyonlar Sonucunda Değişen Süreç Yeterliliğinin Kontrolü	83
Şekil 37: Yansanayinin Uygunsuzluk Oranlarının Önce - Sonra Analizi	84

TABLÖLAR

Tablo 1: Çıktı Ve Girdi Cinsine Göre Analiz Yöntemleri	37
Tablo 2: Project Charter	58
Tablo 3: Proje Hedefleri	59
Tablo 4: Proje Ağaç Diyagramı	59
Tablo 5: Enjeksiyon Bölümünün Önceliklendirme Matrisi	68
Tablo 6: Enjeksiyon Bölümünden Alınan Ölçümlere Ait Bilgiler	69
Tablo 7: “Ölçümü Yapan- Ölçüm Sonucu” ‘nın İncelenmesi	69
Tablo 8: Enjeksiyon Hızı-Enjeksiyon Basınç Parametreleri	70
Tablo 9: Yansanayi Prosesi İçin FMEA Analizi	79
Tablo 10: FMEA Analizi Sonrasında Alınan Aksiyonlar	80

GİRİŞ

Küreselleşmenin her geçen gün daha da arttığı dünya ekonomisinde, verimlilik ve müşteri odaklılık karşımıza en çok çıkan kavramlardan biridir.

Verimlilik, daha çok çıktıyı daha az girdi kullanarak ve hatasız olarak bir seferde üretebilmektir. Bu da işletmeler için daha fazla kazanç, gelecek nesiller için de kullanabilecekleri daha fazla kaynak anlamına gelmektedir. Ancak, verimlilik tek başına yeterli olmamaktadır. İşletmelerin büyüyebilmesi için pazar paylarını arttırmaları şarttır. Bu da müşteri odaklı üretim ile mümkündür.

İşletmelerin hızlı bir biçimde operasyonel verimliliklerini gözden geçirmeleri, karlılıklarını arttıracak yöntemler uygulamaları kaçınılmaz bir zorunluluk olmuştur. Dünyada ve Türkiye’de bu alanda uygulanan pek çok yöntem mevcuttur. Son yıllarda, özellikle Amerika’dan başlayarak hızla yayılan bu yöntemlerden biri de “Altı Sigma”dır.

Altı Sigma ile üretimden personel yönetimine, finanstan pazarlamaya kadar tüm süreçlerdeki hatalar istatistiksel yöntemler kullanılarak tespit edilip, azaltılma yoluna gidilmektedir. Altı Sigma metodolojisinin en temel hedefi, işletme bünyesinde yapılan iyileştirme projeleri ile değişkenliğin azaltılmasını sağlamak ve süreç iyileştirmeye odaklanan ölçüm esaslı bir strateji oluşturmaktır.

Bu projede, Altı Sigma metodolojisi tanıtılarak, elektrik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilen uygulamadan yararlanılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA

1.1. ALTI SİGMANIN GENEL TANIMI

Altı Sigma çoğunlukla “süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için mühendis ve istatistikçilerin kullandığı ileri derecede teknik bir yöntem” olarak tanımlanır. Bu tanım kısmen doğrudur. Ölçüm ve istatistikler Altı Sigma iyileştirmesinin kilit unsurlarıdır ancak işin hepsi bu ikiliyle bitmemektedir.

Altı Sigma “müşteri taleplerini karşılama konusunda mükemmele yakın bir hedef ” tir. Bu tanımlama başka bir açıdan doğrudur. Altı Sigma teriminin kendisi de, her bir milyon etkinlik ya da olasılıkta 3,4 hata ile çalışmayı hedefleyen istatistiki olarak türetilmiş bir performansı ifade etmektedir (Eckes, 2001; 5).

Altı Sigma üretimde karşılaşılan kalite verimlilik konusundaki sürekli baskılar sonucunda ortaya bir yaklaşım olmakla birlikte, işlemsel ve hizmet ortamında da yaygın olarak uygulanmaktadır. Yaklaşımın en temel hedefi müşteri isteklerini tam ve koşulsuz olarak sağlayarak müşteri memnuniyetini Pazar payını olduğunca yükseltmektir (Eckes, 2001; 7).

Altı Sigma’ yı işleten benzersiz mekanizma, müşteri ihtiyaçlarını derinleme anlama; gerçekleri verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanma; iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir (Pande, 2003; 13)

Bununla birlikte, Altı Sigma’ nın bir diğer tanımı da, bir şirketi müşteri memnuniyeti, karlılık ve rekabet gücü açılarından daha ileri bir konuma taşıyacak “kültür değişimi” ni amaçlayan kapsamlı bir çaba oluşudur. General Electric, Motorola gibi kuruluşlarda, Altı Sigma’ ya kuruluş ölçeğinde duyulan inanç göz önüne alındığında, “kültür değişimi” hiç kuşkusuz, Altı Sigma’ yı tanımlamanın isabetli bir yoludur. Ancak, mevcut şirket kültürüne zarar vermeden de Altı Sigma “yapmak” olanaklıdır.

Pande' ye göre (2003:13) Altı Sigma' nın şirkete getireceği faydalar:

- Maliyet düşürme
- Verimin artırılması
- Pazar payının büyümesi
- Müşteri sürekliliği
- Çevrim zamanının kısalması
- Hata oranının azalması
- Kültür değişimi
- Ürün/hizmet geliştirme

Honeywell CEO' su Dave Cote' a göre ise "Altı Sigma, içerisinde kuvvetli araçların bulunduğu bir teknik program gibi görünse de aslında bütününde yönetsel ve kültürel bir değişim programıdır" (Cömert, 2005; 13).

Farklı çalışma alanlarında Altı Sigma için çeşitli tanımla yapılmıştır:

- Altı Sigma, ürün ve süreçlerin optimal olmasına yönelik istatistiksel ve mühendislik yönü baskı olan bir yöntemdir.
- İşletmenin müşteri memnuniyetini yükseltme, karlılık ve yararlılığı güvenceye almayı amaçlayan bir kültür dönüşümüdür.
- Altı Sigma, işletme başarısını sağlamaya, sürdürmeye ve yükseltmeye yönelik kapsamlı ve esnek bir sistemdir.
- Altı Sigma, oldukça sıkı bir çalışma ve olağanüstü dikkat/özen gerektiren uzun soluklu stratejik bir inisiyatifdir.
- Altı Sigma, öncelikle değişkenlik, işlem süreleri ve yararlılık derecesi faktörlerine yönelik iyileştirmelere uygun, projeye dayanan, son derece sonuç odaklı, sistemli (sistematik) bir metodolojidir.
- Altı Sigma, her ürün, her süreç ve her dönüştürme eyleminin nerdeyse hatasız olarak yapılabilmesine uygun bir programdır.
- Altı Sigma, bir işletmenin bütünsel olarak iyileştirilmesi ve yenilenmesi programının adıdır. (Pande, 2003; 13)

Günümüzde Altı Sigma başlığı altında yalın bir Altı Sigma düzeneği değil, kontrol dışı değişkenliğin küçültülmesi, hataların önlenmesi yolunda verilen sistemli

bir savaş anlamına gelmektedir. Altı Sigma günümüze değin kalite yönetimi, toplam kalite yönetimi, mükemmellik arayışı, başarılı kurum oluşturma adına verilen emeğin, kazanılan birikimlerin, deneyimlerin istatistiksel yöntemlerin bilinçli ve istekli kullanımı eşliğinde, başarı yolunda kullanılması çabasıdır (Dean, 1994; 398).

Altı Sigma prosesi üç ana alan üzerine odaklanır. Bunlar;

- Çevrim zamanının azaltılması
- Kusurların/Hataların azaltılması
- Müşteri memnuniyetidir (Dean, 1994; 398).

Altı Sigma metodolojisi organizasyonun tüm iş proseslerinin ölçümü ve analizini yapar. Bununla birlikte Altı Sigma sadece bir kalite girişimi değil aynı zamanda bir iş girişimidir. Altı Sigma programı var olan ISO/QS 9000 ve/veya toplam kalite yönetimi sistemi üzerine kurulmalıdır. Bireysel olarak, bu yönetim sistemlerinin her birinin önemli kalite temelleri vardır, Altı Sigma var olan kalite programlarının değerlerine zarar vermez fakat tam bir kalite stratejisi için evrimsel bir safhadır (Fred, 1999; 35).

Altı Sigma amacını başarmak için küçük, artan gelişmelerden daha fazlası gerekmektedir. Bu amaç için operasyonun her alanında önemli ve ileri düzeyde gelişmeler olmalıdır (Fred, 1999; 35).

1.2. ALTI SİGMA TARİHÇESİ

Dünyada ilk kalite çalışmaları insanoğlunun bir nesneyi çoğaltma isteği ile başlamıştır. İlk uygulamalar bir çekicin, bir bıçağın veya mızrağın ucundaki sivri taşın kötü bir kopyasını yapabilmek amacı ile gerçekleştirilirken, bu uygulamalarda daha çok kullanım kolaylığı ve boyutsal yakınlık hedefleniyordu. Belirli bir boyuta yakın olarak kopyalanan, çoğaltılan bıçaklar, mızraklar kendilerinden beklenen fonksiyonları daha iyi yerine getirebiliyordu. Bu bağlamda, insanoğlunun değişkenliklere ve kalitesizliğe karşı savaşının kendi tarihi kadar eski olduğunu söylenmektedir (Gürsakal ve Oğuzlar, 2003; 22).

Tarihte bir sürecin istatistik kullanılarak iyileştirilmesi konusundaki ilk örneklerden biri, 1854-1856 yılları arasında Türkiye, İngiltere, Fransa ve Rusya arasında çıkan Kırım Savaşı'nda, Florence Nightingale'in 38 hemşire ile birlikte

Üsküdar'da bir hastanede görevlendirilmesine rastlar. Nightingale, yetersiz koşullar içinde hastanede ve savaşta ölen İngiliz askerleri ile ilgili histogramlar hazırlamış ve bu grafikler ile birlikte o dönemin İngiliz basının da desteği ve koşullarla ilgili ağır eleştirileri, hastane koşullarının düzeltilmesine ve ölüm oranlarının azalmasına olanak sağlamıştır (Gürsakar ve Oğuzlar , 2003; 22).

Japonya'da 1970' li yıllarda bir Amerikan firması olan Motorola' nın Amerika' da üretim yapan Quasar adlı bir televizyon şirketi bulunmaktaydı. Quasar' daki %150' lilere varan hata oranının yarattığı verimsizliğe (Her 100 televizyonda toplam 150 tane komponentin hatalı olması ve bu komponentlerin tamir edilmesi ya da hurdaya atılıp yenilerinin takılmasının yarattığı kalitesizlik maliyetine) dayanamayan Motorola bu şirketi Japonların holdingi Matsushita' ya satmıştır. Matsushita Quasar' ı aldıktan sonra buradaki %150 hata oranını %3' lere düşürmüş ve başarısını 1978' de Amerikan Kalite Derneği (American Society of Quality)' ne raporlamıştır. 1980' li yılların başında ise ucuz Japon ürünlerinin pazara büyük bir hızla yayılmasıyla, çoğu Amerikan şirketi gibi Motorola da çok ciddi sorunlar yaşamaya başlamıştır. İlk önlem olarak Motorola uzmanları Japon ürünleriyle kendi ürünlerini karşılaştırmış ve Japonların bu kadar ucuza üretmelerinin sebebinin Japonya' daki ucuz işçilik ve malzemeden kaynaklandığını düşünerek, bu ürünlerin uzun vadede müşterilere çok sorunlar yaşatacağını öne sürmüşlerdir (Eckes, 2001; 15).

Motorola uzmanları her ne kadar kendi ürünlerini daha kaliteli olduğunu düşünse de, müşteri üzerinde ürünlerinin aynı etkiyi yaratmadığını, ürünlerinin çok pahalı olduğunu bir araştırma sonucunda görmüş ve Japonların nasıl bir yol izleyerek bu kadar ucuza ürün satabildiklerini incelemeye başlamışlardır. Yapılan araştırmalar ve Amerikan Kalite Derneği'nden sağlanan danışmanlıklar, aradıkları cevaba ulaşmalarını sağlamıştır. Amerikan Kalite Derneği "Japonların Japonya' daki ucuz işçilik ve ucuz malzemeden dolayı ürünleri ucuza satmadığını, Amerika' da üretim yapan şirketlerinde aynı ucuz üretimi sağladığını" Quasar örneğini göstererek Motorola' ya açıklamıştır. Daha önceden kendi şirketleri olan Quasar' daki maliyetlerin düşmesinin sağladığı başarıyı inceleyen Motorola' lı uzmanlar, burada Japonların ürün kalitesinden çok ürünün üretildiği sürecin kalitesinin sorguladıklarını ve bunu iyileştirmek için de müşteri beklentilerini çok iyi belirleyerek daha sonradan Altı Sigma Problem Çözme Modeli olarak adlandıracak araçlar bütününün temelini oluşturan araçları kullandıklarını görmüşlerdir (Eckes, 2001; 15).

Bu mesajı iyi değerlendiren Motorola Başkanı kuruluşunda köklü bir değişime gitmiş, Altı Sigma adını doğurmuş ve Motorola, şirketlerinin verimliliğini Sigma seviyesi denen bir endekse takip etmeye ve bunu iyileştirmek için de odaklanmış projeler belirliyerek, Altı Sigma' nın MAIC (Measure-Analyse-Improve-Control) adı verilen, kendilerinin derlediği bir problem çözme modelini kullanmaya başlamışlardır (Polat, 2005; 18).

Tablo 1: Sigma Seviyeleri

Sigma Seviyeleri	Milyondaki Hata Oranı
6 Sigma	3,4
5 Sigma	233
4 Sigma	6210
3 Sigma	66807
2 Sigma	308537
1 Sigma	690000

Kaynak: Chua, 2001; 38

Altı Sigma metodolojisinin doğum yeri olan Motorola'da şunlar uygulanmıştır:

- 1981: Süreçlerde on kat iyileşme hedef olarak seçilmektedir. 3500 çalışan eğitiliyor. Joseph M. Juran, kronik kalite sorunlarının tanımlanması ve Dorian Shain'in, istatistiksel deney planlaması ve istatistiksel süreç kontrolü ve yönetimi gibi istatistiksel yöntemler konularında eğitimler verilmektedir. Beş yıllık plan sonunda 220.000 \$ yatırıma karşı 6,4 milyon \$ maliyet iyileşmesi sağlanmıştır. Ancak müşteri memnuniyeti, istatistiksel yöntemlerin uygulanma başarısı ve çalışanların motivasyonu konularındaki başarılar bu denli belirgin olmamıştır. Bu dönemdeki bir Japonya gezisi sonunda yönetim kurulu başkanı Robert W. Galvin, Japonya'da süreç verimliliğinin Motorola'dakinden 1000 kat daha iyi olduğu saptamasında bulunmuştur.

- 1985: İletişimde iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.
- 1987 : Altı Sigma uygulaması başlamıştır. Yeni hedefler belirlenmiştir.
- Ürün ve servis kalitesinde 1989'a kadar 10 kat, 1991'e kadar 100 kat iyileşme sağlanmıştır.
- 1992 : Altı Sigma başarılmıştır. Yeni hedefler konmuştur.
- 1993 : Yönetim kurulu başkanı George MC. Fisher üretimin o sene beş sigma düzeyinde gerçekleştiğini ve hata oranının her 2 yılda bir 10 kat azaltılmasını amaçladıklarını beyan etmiştir.
- 1998 : Altı Sigma zirveye çıkma stratejisinin bir parçası olmuştur.
- Diğer firmalar : Motorola'da doğmuş olan Altı Sigma özellikle de 1995'ten sonra bütün dünyada önemli büyük işletmelerin ilgisini çekmiş ve uygulayanların sayısı üstel bir artış göstermiştir. 1999 yılı Fortune-500 listesi içindeki işletmelerin 40 tanesi ve bu 500 içinde ilk 100'e girenler içinde de 14 tanesi Altı Sigma uygulayıcısıdır. Bu ilgiye Bombardier, Citibank, Freztech, Invensys, Maxwell, Medrotonics, Pilkington, Shimano, Wipro gibi firmalar da katılmaktadır (Altı Sigma Metolojisinin Arçelik A.Ş. Yayılımı ve Uygulanması. KalDer 10.Ulusal Kalite Kongresi, İstanbul, 20-21).

Altı sigma tarihinde diğer büyük olay 1991'de Jack Welch' in General Electric'in CEO'su olmasıyla gerçekleşti. Welch, Altı Sigmayı "GE'nin bugüne dek önüne koyduğu en çetin ve abartılı hedef " olarak nitelemişti. 1995'te GE altı sigmayı uygulamaya başladı. Şirket 96-99 yılları arasında 2.2 milyar dolar kâr elde etti (Fred, 1999; 17).

Altı Sigma, ABD de başlayan yolculuğuna Avrupa ve Asya' da sürdürmektedir. Bugün artık İngiltere, Almanya, İsviçre, Almanya ve Türkiye' de olduğu gibi Japonya, Çin, Güney Kore Altı Sigma' nın hızla yayılma olanağı sağladığı ülkelerden en önemlileridir (Kasa, 2002; 5).

1.2.1. Toplam Kalite Kontrol ve Altı Sigma

Toplam Kalite Kontrol (TKK), klasik kalite kontrolden farklı olarak, sonuç odaklı değil süreç odaklıdır. Bu kavram içinde yer alan "toplam" sözcüğü kalitenin, tüm süreçlerde ve herkesin katılımıyla sağlanabilir olmasına işaret etmektedir. Klasik kalite kontrol hataları bulmayı amaçladığı halde, TKK hata kaynaklarını bulmayı ve hata nedenlerini bulup gidermeyi amaçlar.

TKK hataları olmadan önce önlemeyi yani sıfır hatayı amaçlar. Altı Sigma'nın amacı da sıfır hatadır. TKK bu yönüyle proaktif yönetimi esas alır. Keza Altı Sigma da proaktif yönetimi öngörür. TKK sürekli iyileştirmeyi hedefler. Altı Sigma'nın süreç odaklı olması da bu anlama gelir. Dolayısıyla Altı Sigma ilkeleri TKK ilkeleri ile bütünüyle örtüşmektedir. Bu nedenle Altı Sigma metodunu Toplam Kalite Kontrolde bir yaklaşım biçimi olarak değerlendirmek yanlış olmaz (Burnak, 1997; 20).

1.2.2. Altı Sigma Altı Teması

1.2.2.1. Müşteri Odaklılık (Gerçekten)

Mal veya hizmet üreten işletmeler müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını hatta beklentilerini doğru olarak bilmek durumundadır. Müşteri istek, ihtiyaç ve beklentilerini doğru olarak anlamayan işletmelerin başarılı olmaları söz konusu değildir.

Altı Sigma' da en büyük önem müşteriye odaklanmaya verilir. Altı Sigma' da performans ölçümü müşteri ile başlar. Altı Sigma iyileştirmeleri müşteri tatmini ve değeri üzerindeki etkileri ile tanımlanmaktadır (Breyfogle, 2000; 35).

1.2.2.2. Verilere Dayalı Yönetim

Birçok işletmede birçok kararlar varsayım ve tahmine dayalı olarak alınır. Tahmin ve varsayımların gerçeğe yakınlığı ölçüsünde alınan kararlar doğru ve isabetli olur. Oysa tahmin ve varsayımların her zaman gerçeği yansıtmadığı bilinir. Bu nedenle son yıllarda ölçme işlemine, bilginin yönetimine büyük önem verilmektedir. Çünkü bilgiler derlenmiş verilerden elde edilir. Güvenilir veriler gerçeği yansıtır. O nedenle verilere dayalı kararlar çoğu zaman doğru ve isabetli olmaktadır (Breyfogle, 2000; 36).

Altı Sigma, “verilere dayalı yönetim” kavramını yeni ve daha güçlü bir konuma taşımaktadır. Altı Sigma uygulamalarının ilk basamağı iş performansını tahmin etmek için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır. Daha elle tutulur bir düzeyde ise Altı Sigma, yöneticilerin gerçeğe dayalı karar ve çözümleri destekleyecek iki temel soruyu yanıtlamalarına yardımcı olur:

- Gerçekten gereksinim duyduğum veri/bilgiler nelerdir?
- Bu veri/bilgilerden maksimum faydayı nasıl sağlayabiliriz?(Breyfogle, 2000; 36).

1.2.2.3. Süreç Odaklılık, Yönetim ve İyileştirme

Klasik kalite kontrol sonuç odaklı idi. Hataları olduktan sonra tespit ediyordu. Toplam kalite kontrol ise süreç odaklıdır. Zira hataları değil hata kaynaklarının nedenlerini tespit edip ona göre önlemler alındığından hatalar meydana gelmeden önlenmiş olmaktadır. Böylece Altı Sigma’ nın hedefi olan sıfır hata – mükemmele yakın yüksek kalite gerçekleştiği gibi maliyetlerde de önemli azalmalar mümkün olmaktadır. Çünkü hatalı ürünleri bulup yeniden işlemek veya ıskartaya ayırmak gereksiz maliyet artışlarına neden olmaktadır (Breyfogle, 2000; 36).

1.2.2.4. Proaktif Yönetim

“Proaktif” sözcüğü “reaktif” sözcüğünün zıttı olup, olumsuzluk/hata olmadan önce önlem alma, harekete geçme anlamına gelmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi Altı Sigma felsefesi proaktif yönetimi esas almaktadır. Çeşitli faaliyetlerde olabilecek olumsuzlukları önceden doğru olarak tespit ederek, bunları olmadan önce önlemeyi amaçlamaktadır.

Altı Sigma, eski tepkisel alışkanlıkların yerine, dinamik, duyarlı ve proaktif yönetme biçimini yerleştirmek için gerekli araç ve uygulamalardan yararlanır. Günümüzün iyice daralan hata marjı göz önüne alındığında, hazırlıklı olmak gerekir. Altı Sigma mevcut konfor alanlarının sürekli sorgulanmasını gelecekteki başarı için değişimin şart olduğunu ortaya koymaktadır (Breyfogle, 2000; 37).

1.2.2.5. Sınırsız İşbirliği

Altı Sigma' nın doğuşundan yıllar önce, GE başkanı engelleri ortadan kaldırmak ve üst, alt ve kurumlar arası düzeylerdeki ekip çalışmasını iyileştirmek için çabalıyordu. Şirketlerin, satıcıları ve müşterilerinin arasındaki işbirliğinin iyileştirilmesi ile elde edilecek fırsatlar büyük boyuttadır. Aslında tek bir amaç için, müşteriye bir değer sunmak için birlikte çalışması gereken gruplar arasındaki iletişimsizlik ve bariz çekişme yüzünden, masanın üstünde her gün milyarlarca dolar bırakılmaktadır (Breyfogle, 2000; 38).

Altı Sigma için sınırsız işbirliğinin anlamı, kendini bilinçsizce feda etmek değildir, hem son kullanıcıların gerçek taleplerini, hem de bir süreç ve üretim sürecindeki iş akışını iyice anlamayı gerektirmektedir (Pande, 2003; 48).

1.2.2.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü

Altı Sigma hedefleyen her şirket müşterinin mükemmellik tanımını sürekli değişmesi nedeniyle, kendini sürekli olarak daha mükemmel olmaya zorlamalı, çünkü müşterinin mükemmel tanımı daima değişecektir. Arada sırada karşılaşılabilecek başarısızlıkları kabullenmeye ve onlarla başetmeye hazırlıklı olmalıdır.

1.2.3. Altı Sigma' nın Yararları

Altı Sigma, Spac' ın (2006:15-17) değerlendirmesiyle, firmalara aşağıda yer alan yararları sağlamaktadır:

1. Kalıcı Başarıya götürür: Son on yılın en hızlı büyüyen biri ve network cihazları devi olan Cisco sistemin CEO' su John Chambers, pek çok şirketin başarı öyküsü ardında yatan küçük endişeye yakın geçmişte değinmektedir: "3 yıl içinde piyasadan silinme riskimiz var." İki haneli büyüme hızını sürdürmenin ve değişen pazarlardaki payı korumanın tek yolu, sürekli olarak yenilikler getirmek ve yapılanmaktır. Altı Sigma, sürekli gelişmeyi sağlayan beceri ve kültürü oluşturur.
2. Herkes için bir performans hedefi belirler: Her bir departman, çalışma birimi ve bireyin farklı beklenti ve hedefleri vardır. Ama herkes için ortak olan şey,

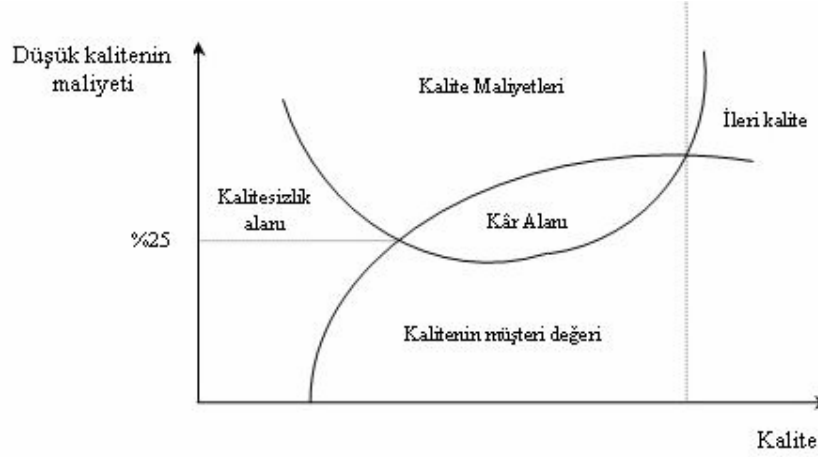
ürünlerin, hizmetlerin yada bilgilerin müşteriye sunulmasıdır. Altı Sigma kalıcı bir hedef oluşturmak için bu ortak çalışma yapısından yararlanır.

3. Müşteriye sunulan değeri artırır: GE, Altı Sigma çalışmalarına başladığında yöneticiler şirketin ürün kalitesinin olması gerektiğinden düşük olduğunu kabul ediyordu. Her ne kadar ürünlerin kalitesi muhtemelen rakiplerin ürünlerinden daha yüksek olsa da GE Yöneticisi Jack Welch, “Kalitemizi öyle özel, müşterimiz için öyle değerli, onların başarısı açısından öyle yaşamsal bir yere getirmek istiyoruz ki, ürünlerimiz onlar için tek seçenek haline gelsin” diyordu. Her sanayi kolunda giderek güçleşen rekabet koşulları yüzünden, yalnızca “iyi” ya da “hatasız” ürün ya da hizmet sunmak başarı için yeterli olmayacaktır. Altı Sigma’nın özünde müşteriye odaklanmanın anlamı, değerın müşteriler için ne anlama geldiğini öğrenmek ve bu değerin onlara karlı bir biçimde nasıl sunulacağını planlamak demektir.
4. İyileştirme oranını artırır: Motorola’ nın “dört yılda 100X büyüme” hedefi, heyecanlı ve istekli kuruluşlara örnek olabilecek bir hedeftir. Performans/Maliyet oranını her 18 ayda bir iki katına çıkararak yarışın hızını belirleyen bilişim teknolojisi nedeniyle, müşterinin iyileşme beklentisi her zamankinden daha yüksek olmaktadır. En hızlı iyileşmeyi gerçekleştiren taraf muhtemelen rakipleri arasında bu yarışı kazanan taraf olacaktır. Altı Sigma, pek çok disiplinden bünyesine kattığı araç ve düşünceler sayesinde, bir şirketin yalnızca performansını iyileştirmesini değil, aynı zamanda iyileştirmeyi de iyileştirmesini sağlar.
5. Öğrenmeyi ve bilginin yayılımını destekler
6. Stratejik değişimi gerçekleştirir.

Geleneksel 3σ şirketi gibi işleyen bir işletme düşük kalite yüzünden sürekli müşteri kaybeder ve rakipleri işletmeyi fiyat yönlü rekabette sürekli geride bırakırlar. Kalite problemleri test ve muayeneleri arttırarak çözülmeye çalışılır. Sonuçta kusurlarda bir düşüş gözlenebilir fakat bu sürecin doğal sonucu maliyetler artar. Kalitede müşteri yerleri kesin bir değere sahiptir, kalite düşük olduğunda müşteriler ürünleri almaz, kalite iyileştirildiğinde maliyetler artar dolayısı ile müşteriler uygulamak zorunda olunan yüksek fiyatları ödeyemezler. Tipik bir 3σ işletmesi için düşük kalitenin toplam maliyetinin satışların %25’ i olduğu durumda kârlılık

maksimum olur, fakat bu maliyet düzeyinde elde edilen kâr çok düşüktür (Pyzdek, 1999; 24)

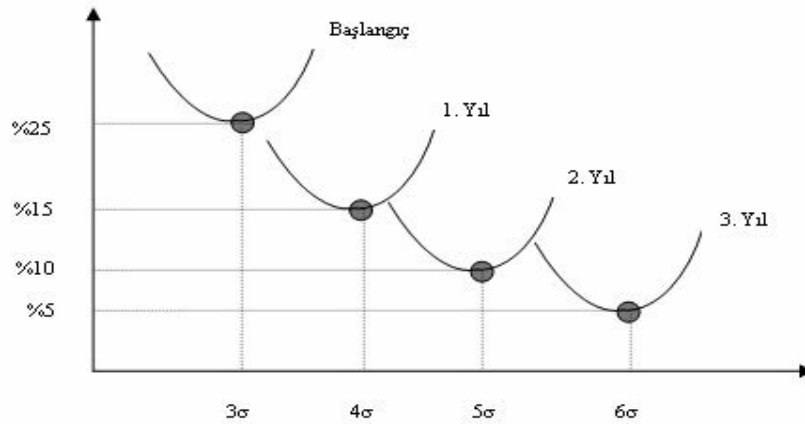
Şekil 1 : Kalitenin Değeri Ve Maliyeti



Kaynak: "The Value Of Altı Sigma", Quality Digest (1999).

Tabii ki hiçbir işletme 3σ ' dan 6σ ' ya büyük bir atlama ile geçemez. Bunun yerine, genel performans önce 3σ ' dan 4σ ' ya, daha sonra 5σ ' ya ve bunun gibi artan şekilde, insanların eğitimi ve sistemlerin yeniden tasarımı ve geliştirilmesi ile gelişecektir. Şekil 2, 6σ ' ya doğru beklenen gelişimi göstermektedir.

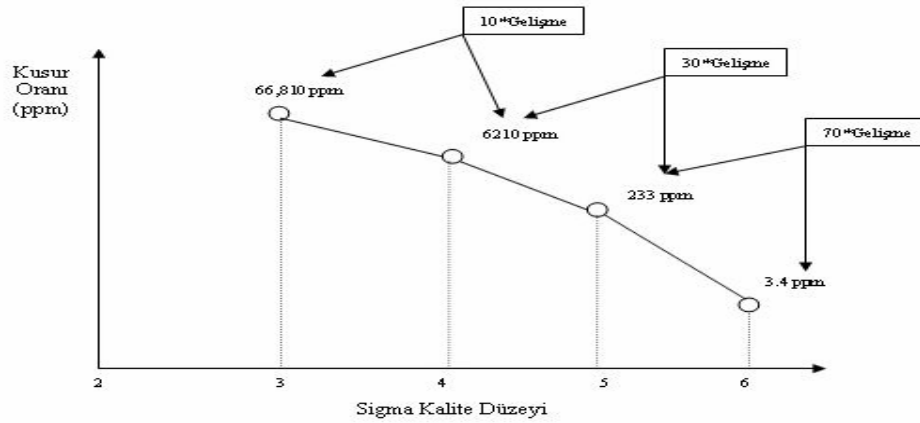
Şekil 2 : 6σ ' Ya Doğru Beklenen Gelişim



Kaynak: "The Value of Altı Sigma", Quality Digest (1999).

Altı sigma kalitenin hatırına yapılan bir kalite programı değildir; müşterilere, yatırımcılara ve çalışanlara daha iyi değerler sağlamayı amaçlar. 3 σ ' dan 6 σ kalite düzeyine doğru milyonda kusur sayıları doğrusal olarak azalmazlar. Gelişme 3 σ ' dan 4 σ ' ya 10 kat, 4 σ ' dan 5 σ ' ya 30 kat, 5 σ ' dan 6 σ ' ya 70 kat olmaktadır (Şekil 3). Bu da 6 σ kalite düzeyine ulaşmanın işletme yararları açısından önemini kanıtlamaktadır (Pyzdek, 1999; 25).

Şekil 3 : 3 σ ' Dan 6 σ ' Ya Ppm Değerlerindeki Değişim

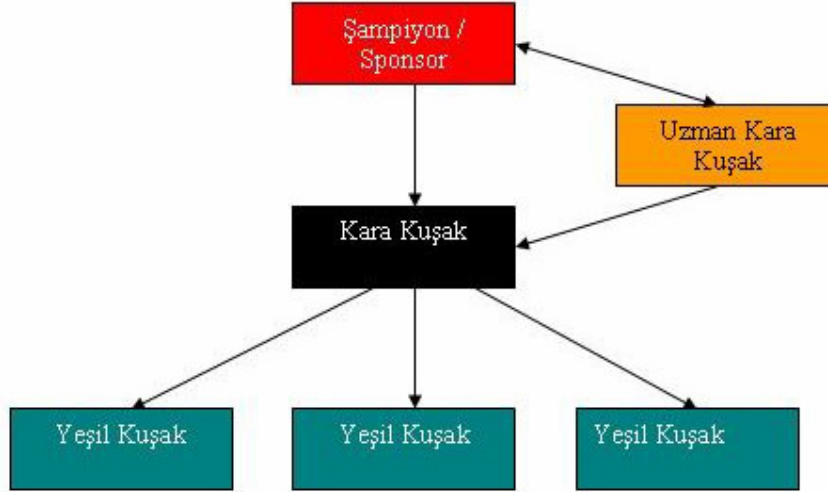


Kaynak: Forrest W. , 2000; 10.

1.2.4. Altı Sigma Projesinde Yer Alan Şirket Çalışanlarının Görevleri

Altı Sigma' nın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu denklemin insan gücü tarafıdır. Görev tanımları içerisinde iyi bir iş çıkaramamanın sonuçları ve başarının sağlayacağı ödüllerde yer alır. Takımın başarısında bu tanımların rolü büyüktür (Baş, 2003; 28).

Şekil 4 : Altı Sigma Çalışmasında Yer Alan Oyuncuların İlişkileri



Kaynak: Cathy, 2001; 10

1.2.4.1. Üst Düzey Yöneticilerin Görevleri

Altı Sigma projelerinin neler olduğunun belirlenip, projenin istenilen şekilde ilerlemesi üst düzey yöneticiler tarafından sağlanmaktadır. Yöneticilerin diğer görevleri arasında;

- Altı Sigma bünyesindeki rolleri saptamak ve bunun altyapısını oluşturmak.
- Projeleri seçmek ve bunlara kaynak oluşturmak.
- Çeşitli projelerde sağlanan ilerlemeyi düzenli olarak değerlendirmek, fikir ve destek vermek.
- Altı Sigma projelerine (bireysel olarak) “sponsor” olarak destek vermek.
- Altı Sigma çabalarının, şirketin net karını nasıl etkilediğinin niceliksel olarak saptanmasına katkıda bulunmak.

- İlerlemeleri değerlendirmek, çalışma bünyesindeki kuvvetli ve zayıf noktaları tanımlamak
- En iyi uygulama örneklerini kuruluş çalışanlarıyla ve gerektiği durumlarda, önemli tedarikçilerle ve müşterilerle paylaşmak.
- Ekipler, çalışmalarının önündeki engelleri bildirdiğinde tıkanıklığı gidermek.
- Alınan dersleri, şirkete özgü yönetim tarzına uyarlamak (Slater, 2000; 218).

1.2.4.2. Sponsor ya da Şampiyon

Bunlar projeleri saptayan kıdemli yöneticilerdir. Bu kıdemli yönetim liderleri Altı Sigma çalışmalarının başarısından sorumludur. Projeleri onaylarlar, onlara kaynak sağlar ve aksaklıkları çözümlerler. Bazı işletme liderleri şampiyondur. Şampiyonların çoğu doğrudan işletme liderlerine rapor verirler. Şampiyonlar kalite programında tam zamanlı çalışmak zorunda değiller, ama programın başarısını garantilemek için gerektiği kadar zaman vermeleri beklenir. Şampiyonlar bir hafta eğitim görürler. (Slater, 2000; 219).

Sponsor bir iyileştirme projesini “izleyen” üst düzey yöneticidir. Hassas denge gerektiren önemli bir sorumluluktur. Ekipler, karar verme konusunda serbest bırakılmalıdır, bununla birlikte çalışmalarını yönlendirme konusunda iş liderlerinin rehberliğine gereksinim duyarlar. Sponsorun işlevleri arasında şunlar bulunur:

- Yönetimleri altındaki iyileştirme projelerinin genel hedeflerini saptamak ve korumak ve bu hedeflerin iş öncelikleriyle uyumlu olduğundan emin olmak.
- Gerektiği takdirde, projenin yönü ya da kapsamı konusunda yol göstermek, yapılacak değişiklikleri onaylamak.
- Proje için kaynak bulmak ve görüşmeler yapmak.
- Ekibi, liderlik ekibi önünde temsil etmek ve ekibin savunuculuğunu yapmak.
- Ekipler arasında ya da ekiplerle ekip dışı kişiler arasında oluşan sorunların ortadan kaldırılmasını sağlamak.
- Süreç iyileştirmesi konusunda kazandıkları deneyimi, kendi yönetim sürecinde uygulamak (Slater, 2000; 220).

1.2.4.3. Uygulama Lideri (Yeşil Kuşaklar)

Yeşil kuşaklılar, Altı Sigma araçlarının, daha çok ölçüm araçlarını iyi bilen, diğer araçlar konusunda temel bilgilere sahip, Kara Kuşak projelerinde takım elemanı olarak çalışan kişilerdir. Projeler üzerinde tam zamanlı çalışmazlar; Altı Sigma projeleri üzerinde şirketteki diğer işlerini yaparken çalışırlar. Kara kuşak projesi biter bitmez, ekip üyelerinden düzenli işlerinin bir parçası olarak Altı Sigma araçlarını kullanmayı sürdürmeleri beklenmektedir (Slater, 2000; 220).

Yeşil kuşakların sorumlulukları arasında;

- Liderlik grubunun çalışmalarına, iletişim, proje seçimi ve proje değerlendirilmesini de kapsayacak biçimde, kilit rolleri üstlenecek bireyleri/grupları belirlemek/tavsiye etmek.
- Müfredat seçimi, zamanlama ve lojistiği de kapsayacak eğitim planlarını hazırlamak ve hayata geçirmektedir.
- Sponsorlara, ekiplere destek olmak, onları savunma ve “yardım etme” gibi görevleri yerine getirmelerinde yardımcı olmaktadır.
- Kaydedilen bütün ilerlemeyi, ortaya çıkan ve çözülmesi gereken konuları belgelemektedir.
- Bu girişimi benimsetmek için, kurum içi “pazarlama planını” hayata geçirmektedir (Slater, 2000; 220).

Bu “idari” rolün gerektirdiği beceri ve enerji oldukça fazladır. Her ne kadar Yeşil Kuşak Altı Sigma uzmanı olmayıp, alışıldık bir rol üstleniyor olsa da, uygulamanın genel başarı üzerinde büyük bir etkisi olabilir (Pande, 2003; 152).

Bu tanımların yanı sıra, her Altı Sigma projesinde uygulanan proje adımları, her bir adım bir bölüm başlığı altında anlatılmak suretiyle ileriki sayfalarda belirtilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA PROJE ADIMLARI

2.1. GENEL

Altı Sigma projesi Yönetim Komitesi'nin Karakuşak veya Yeşilkuşak projesini ve bu projeyi yönetecek lideri belirlemesi ile başlar.

Yönetim Komitesi'nin ilk çalışması kabaca;

- Projenin Adı,
- Projenin İş Hedefleri,
- Projenin Parasal Kazancı,
- Proje Bitiş Süresi,
- Proje Lideri,
- Proje Şampiyonu gibi konuları içerir.

Bu noktadan sonra projenin asıl sahibi olarak görev yapacak Proje Şampiyonunun Proje Lideri ile bir araya gelerek proje konusunda açık noktaları belirlemesi ve detay bazlı planlamaları yaparak "Proje Beyanı" adı verilen proje senedini düzenlemeleri gereklidir.

Bu planlamalar kapsamında;

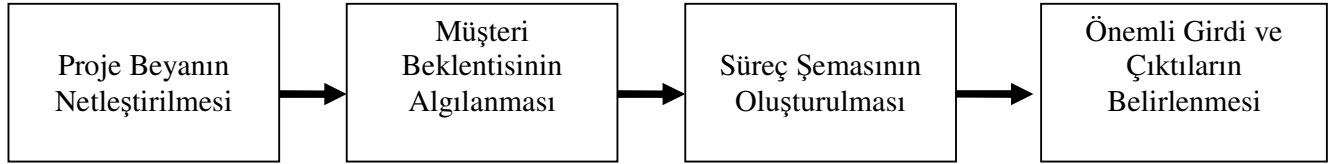
- Eğitim Planları,
- Uygulama ve Proje Gözden Geçirme Tarihleri,
- Projede Yer Alacak Ekip Üyelerinin Belirlenmesi,
- Proje ile İlgili Mevcut Durum ve Veriler,
- Proje İş Hedefi ve Hedeflerin Ölçüm Sistematiği,
- Proje Liderinin İş Gücü Planlaması,
- Performans Sistemine ve Kariyer Planlarına Etki,
- Proje Takip ve Yönetim Sistematiği,
- Rapor Formatları ve Proje Performans Göstergeleri gibi konular ele alınmalıdır.

İlk seans Şampiyon ve Lider görüşmelerinin ardından, Proje Liderinin eğitimlerin, tanımlama ile ilgili araçlarının eğitimini alması ve proje beyanını kesinleştirerek Şampiyon ile bu beyanı karşılıklı imzalaması beklenmektedir.

2.2. TANIMLAMA AŞAMASI

Bu aşamada amaç proje hedef ve sınırlarının herkes tarafından anlaşılır şekilde tanımlanması, müşteriye olan etkilerin belirlenmesidir.

Şekil 5: Tanımlama Aşaması Alt Adımları



Kaynak: Spac, 2006; 80

Metodolojinin ilk geliştiği yıllarda Tanımlamada kullanılacak araçlar etkisi daha az olmakla birlikte Ölçme adımı içinde yer alıyordu. Zaman içindeki uygulamalar, bir işi tanımlamanın işe başlamak için bir şart olduğunu ve hafife alınmaması gerektiğini ortaya koymuştur. Müşteri beklentilerinin süreçlere aktarılması, proje hedef ve sınırlarının müşteriye olan etkisinin ortaya konulması önemlidir. Yapılan çalıştaylar, en tepe yönetimlerin dahi, verileri bilgiye dönüştürürken farklı davrandıklarını ortaya koymuştur. Bir firmada yapılan çalıştayda, sevkiyattan sorumlu bölüm yöneticisi sipariş karşılama süresini ortalama 5 gün olarak açıklarken, karşı masada oturan satış yöneticisi bu süreyi 20-25 gün olarak raporladığını, bu sürenin 5 gün olması halinde satışların ciddi oranda artacağını belirtmektedir. Yine başka bir projede, %1 olarak süregelen paslanmaz sac fireleri, aslında %8-9 dolaylarında olduğu halde, mamul ağaçlarında yapılmayan güncellemeler sonucunda hurda oranlarının gerçek değerinin çok altında olduğu düşünülmektedir (Cömert, 2005; 38).

Tanımlama aşamasında proje hedefleri belirlendikten sonra müşteriye olan etkilerin ortaya konulması gereklidir. Özellikle hizmet süreci projelerinde bu aşamanın çok kapsamlı ve detaylı olarak yapılması gereklidir. Sürecin varlığının nedeni ve müşteri için hangi değeri ürettiği bu aşamada proje ekibi tarafından sorgulanmaktadır.

Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki bilgilere ulaşabilmek hedeflenmektedir. Böylelikle, projenin kalite öncelik parametreleri çok daha kolaylıkla belirlenecek ve ardından süreç haritalarının oluşturulması sağlanacaktır.

Sürecin detaylı haritalarının en doğru şekilde belirlenmesi için birbirini takip eden sekiz farklı adım proje ekibi tarafından uygulanmaktadır:

1.Adım: Sürece genel bakış SIPOC adı verilen en üst seviye Tedarikçi-Girdiler-Proses-Çıktılar-Müşteriler diyagramları oluşturulması

2.Adım: Süreç adımlarının çizilmesi

3.Adım: Katma değeri olmayan adımların belirlenmesi

4.Adım: Temel süreç çıktılarının belirlenmesi

5.Adım: Süreç girdilerinin belirlenmesi

6.Adım: Girdi tiplerinin belirlenmesidir.

Girdi tipleri:

Gürültü Girdileri: Çıktılar üzerinde etkisi olan fakat kontrolü güç olan veya Mümkün olmayan girdi değişkenleridir. Örnek: Nem, sıcaklık gibi çevresel değişkenler.

Süreç Parametreleri: Çıktılar üzerinde etkisi olduğu düşünülen girdilerdir. Bu değişkenlere bazen “Anahtar Değişkenler” denilmektedir.

Standart Operasyon Prosedürleri: Sürecin işleyişine yönelik standart prosedürlerdir.

7. Adım: Kontrol edilebilir girdilerin belirlenmesi

8.Adım: Sebep sonuç matrisi gibi tekniklerin kullanılarak kritik proses parametrelerinin proje ekibi ile belirlenmesi (Cömert, 2005; 40).

Tanımlama aşaması genellikle iki günlük teorik eğitimi takiben, her bir kuşak adayının Uzman Karakuşak eğitmen ile bir seans proje gözden geçirmesi ve yaklaşık 2-3 haftalık proje uygulama süresinin sonunda tamamlanır. Her bir adımın tamamlanmasını müteakip, proje grubunun önemli bulgularını özetleyen sunumlar hazırlamaları ve bunları Altı Sigma Yönetim Komitesi ile birlikte tartışmaları önerilir. Bu tartışmalarda önemli olan husus adaylara doğrudan teknik çözümler sunmamak, farklı bir bakış açısının başlamadan yok olmasına izin vermemektir.

Özetle “Tanımlama” aşaması sonunda;

- Müşterilerin beklentilerinin algılanması
- Müşteri beklentilerinin bizim tarafımızdan nasıl algılanacağını belirtmesi
- Tedarikçi Müşteri zincirinin ortaya konulması
- Problemlerin sınırlarının çizilmesi ve projeye yön verecek süreç adımlarının oluşturulması
- Süreç girdilerinin tanımlanması
- Örnek Süreç Akış Şeması Şemalarının oluşturulması
- Bir Süreç Akış Şeması olusturulması
- Önceliklendirme için Sebep&Sonuç Matrisinin kullanımı
- Süreç Akış Şeması ile algılamanın netleştirilmesi hedeflenir (Cömert, 2005; 44).

2.2.1. Proje Tanım Formu

Proje tanım formu problemin tanımı, kapsamı, varsayımlar, kaynaklar ve takvim gibi proje ile ilişkili anahtar bilgileri içerir. Genelde projeleri seçen kişiler tarafından hazırlanmaktadır (Cömert, 2005; 45).

2.2.2. TGSÇM (SIPOC) Diyagramı

Uzun teslimat süresi, hizmet süresindeki değişkenlik, düşük kalite, yüksek maliyet gibi hatalardan herhangi birisi müşteriye mutsuz eder. Bu sorunların ortaya çıkarılmasında, ilk adım şirketin müşteri ihtiyaçlarını ne şekilde sağladığına süreçler ile bakılmasıdır. Çünkü çalışanlar sadece kendi çalıştıkları süreçler hakkında detaylı bilgiye sahiptirler. TGSÇM (Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı, Müşteri) diyagramı ile tedarikçi, girdi, süreç, çıktı ve müşteri süreçleri ortaya konur.

TGSÇM diyagramı genelde tanımlama aşamasında yer alsa da, etkileri gelişim projesinin diğer aşamalarında kendisini hissettirir. Ölçüm aşamasında, müşteri ihtiyaçlarını karşılamayan kalite açısından kritik değerlerin ölçümleri yapılır, analiz aşamasında her kritik faktörün süreç parametreleri ile ilişkisi ortaya çıkarılır. Kritik çıktılar üretmek için iyileştirme aşamasında girdiler ve süreç adımları değiştirilir. Kontrol aşamasında da hedeflenen değerlere ulaşıp ulaşılmadığından emin olunur (George, 1999; 64).

TGSÇM diyagramı sürecin girdilerini sağlayanların, girdiler üzerindeki spesifikasyonların, sürecin gerçek müşterilerinin ve bu müşterilerin beklentilerinin tam olarak belirgin olmadığı durumlarda faydalıdır (<http://www.isixsigma.Com/library/content/c010429a.as> , Erişim: 27.06.2007).

2.2.3. Paydaş Analizi

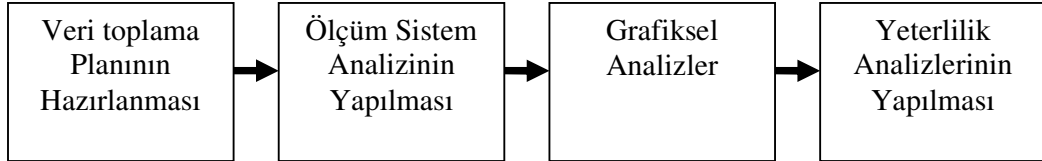
Paydaş analizi paydaşların ve paydaşlardan elde edilen kazanımlar tanımlanmasında kullanılır. Paydaş desteğinin görsel olarak ifade edilmesini sağlar. Böylece projeler için faaliyet planının geliştirilmesi gerçekleştirilebilir.

2.3. ÖLÇME AŞAMASI

Bu aşamada temel amaç, projenin girdi ve çıktılarının doğru olduğundan emin olmak ve mevcut durumu değişik görsel analizler yardımı ile ortaya koymaktır. Süreç performans göstergelerinin ne kadar doğru ölçülebildiği, hakikaten doğru

parametrelerin, doğru bir plan dahilinde ölçölüp ölçölmediğinin belirlenmesi çalışmaları bu aşamada yürütölür.

Şekil 6: Ölçme Aşaması Alt Adımları



Kaynak: Spac, 2006; 100-110

Veriler bir operasyonun yönetimi için gereklidir. Ölçölmemeyen noktalarda hatalar veya yanlışlar görölmez. Ölçme sonucunda elde edilen veriler:

- Gerçekte olanla düşünölün arasındaki farkları gösterir.
- Daha önceden var olan tecrübeleri doğrulamayı sağlar.
- Başlangıç performansını gösterir.
- Problemin geçmiş zamandaki durumunu gösterir.
- Süreçte yapılan değışikliklerin işe yarayıp yaramadığını gösterir.
- Değişkenliği oluşturan ilişkileri yakalayabilmemizi sağlar.
- Süreci kontrol etmemizi sağlar.
- Gerçek problemi çözmeyecek yaklaşımlardan uzak durmayı sağlar (Cömert, 2005; 48).

Bu açıdan sürecin ölçölmesi; bir nevi algılamayı sağlayarak, kuruluşun süreçteki aksamaları görmesini sağlar. Fakat ölçmek önemli bir maliyettir ve sürece doğrudan katma değeri yoktur. Dolayısıyla süreçte dengeli ve doğru bir ölçöl planı oluşturmak gereklidir.

Altı Sigma projesinin “Tanımlama” aşaması neticesinde elde edilen Süreç Şeması ve Sebep&Sonuç matrisi ile yapılan çalışmanın sonucunda öncelikli olarak hangi çıktıları ve girdileri ölçmek gerektiği anlaşılabilir.

Geçmiş verilerle yapılacak Pareto analizleri de aynı şekilde nereye öncelikli olarak odaklanılacağı konusunda yardımcı olabilir.

Dolayısıyla prosesler de sahip olunan verilere minimum zaman ve kaynak israfı ile ulaşabilmek oldukça önemlidir. Bu doğrultuda veri toplama işi bir tasarım gerektirir (Breyfogle, 2000; 70).

“Alt Gruplama” veriyi gruplara bölme anlamına gelir. Dolayısıyla, ölçüm planlarını yaparken, değişkenliğin analizi konusunda bizlere yardımcı olacak diğer verileri de plan kapsamına almak gerekmektedir. Alt gruplama nitel girdiler bazında yapılır.

Tipik Alt Gruplar:

- Operatörler, vardiya, departman vs.
- Makine, hat, göz vs.
- Hatanın bulunduğu yer
- Zaman Ay, hafta, gün, saat vs.

Veri toplama planları hazırlandıktan sonra yapılacak ölçümler için sistemin yeterliliğinin ölçülmesi gereklidir (Chua, 2001; 85).

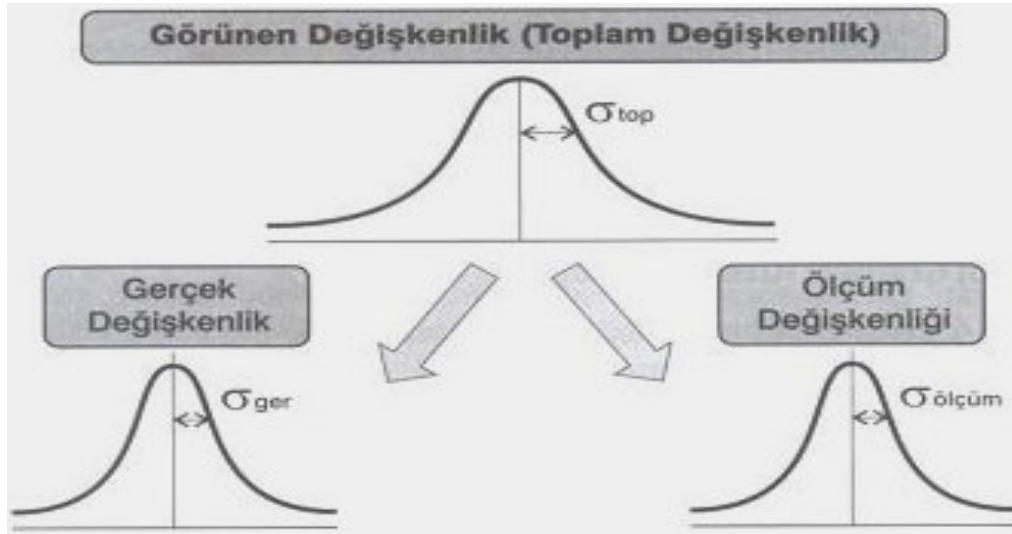
Genellikle, çoğu işletmede, ölçümlerin doğruluğundan emin olmak için yalnızca kalibrasyon çalışması yapılır. Bu doğrultuda, ölçüm aletleri belirli zaman aralıkları içinde, belirli parçalar üzerinde test edilir.

Kalibrasyon operasyonu, tek başına şirketteki ölçümlerin güvenilir olmasını sağlayan bir yöntem midir?,bu sorunun cevabını verebilmek için, kalibrasyon sürecini incelemek gerekir. Genelde şirketlerde kalibrasyondan sorumlu kişiler bulunur. Bu kişilerde, şirketteki tüm ölçüm cihazlarını içeren kalibrasyon takip listeleri bulunmaktadır ve bu kişiler bu listeye göre ölçüm aletlerini kalibre

etmektedir. Örneğin, şirkette herhangi bir iş için kullanılan bir kumpasın kalibrasyon zamanının geldiğini düşünelim. Kalibrasyondan sorumlu kişi, kumpasın kullanıldığı üretim birimine gidip, bu kumpası oradan alacak, daha sonra kalibrasyon için hazırlanmış özel odasında, gerçek ölçüm değeri bilinen doğrulama mastarı gibi mükemmel işlenmiş parçalar yardımıyla, kumpasın kalibrasyonunu yapacaktır. İdeal şartların sağlandığı kalibrasyon odasında, doğrulama masterlarını 10 kere ölçerek, ölçümlerinin ortalamasını alacak ve olması gereken değerle ölçüm sonuçları arasındaki farka bakarak ayarlamalar yapacaktır.

Kalibrasyon aşaması, parçalar, operatörlerin farklı kullanımı ve zaman baskısından oluşabilecek değişkenliği içermekte midir? Ne yazık ki bu sorunun yanıtı “Hayır” dır. Dolayısıyla, bir ölçüm sistemi çalışması için gerekli bir çalışma olmasına karşın, kalibrasyon tek başına hiçbir zaman yeterli değildir. Kalibrasyonla birlikte, parça, zaman ve operatör kaynaklı değişkenlikleri de içeren Gage R&R çalışması yapılması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde değişkenliği oluşturan etkileri gösterilmiştir (Burnak,1997; 74-75).

Şekil 7: Değişkenlik Grafikleri



Kaynak: Spac, 2006; 60

Ölçüm Sisteminden kaynaklanan değişkenlikler iki parçaya ayrılabilir. Reproducibility (Yeniden Üretebilirlik) ve Repeatability (Yinelenebilirlik) Gage R&R endeksinin “R” lerini oluşturan iki parçadır (Burnak,1997; 74-75).

Doğru verileri toplayabilmek demek, sürecin performansı hakkında doğru bilgiyi üretmek anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda Altı Sigma uygulayan şirketler, süreçlerin verimliliğini “Sigma Seviyesi” adı verilen bir endeksle takip etmektedirler.

Sigma Seviyesinin ürün başına hata, kalitesizlik maliyeti, çevrim zamanı, verimlilik gibi karakteristiklerle çok güçlü bir ilişkisi bulunmaktadır.

İş dünyasının bize sunduğu meyveleri (kazançları) toplamak için daha yukarılara uzanmak ve buraya uzanacak araçları kullanmak gerekmektedir. Mantık, sezgiler gibi geleneksel araçlar belki bizim 2 Sigma’ dan 3 Sigma’ ya çıkmamızı sağlayabilir ama daha yukarılara çıkabilmek için süreç karakteristiklerini tanımalı, optimize etmeli ve daha sonra da üretebilirliği tasarlanmalıdır.

İşte bu çevrede bunları yapabilmek için Altı Sigma’ nın şirketlere sunduğu daha sonra çalışmada yer verilecek olan sistematığı ve problem çözme modelini en iyi şekilde kullanmak gereklidir.

Şekil 8: Sigma Seviyeleri Ve Ppm Değerleri İlişkisi

PPM	Sigma
308,537	2
66,807	3
6,210	4
233	5
3,4	6

Kaynak: Chua, 2001; 38

Sigma Seviyesinin Kalitesizlik Maliyetiyle olan ilişkisi Şekil 8'de görülmektedir. Bu değerler " Altı Sigma Academy " nin Amerika Birleşik Devletleri' nde faaliyet gösteren firmalarda yaptığı araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır (Cömert, 2005; 58).

Eğer bir firma 2 Sigma Seviyesinde çalışıyorsa, bu tabloya göre satışların %30-40'ı Kalitesizlik Maliyetine girmektedir. 6 Sigma Seviyesindeki bir kuruluştaki ise bu oran %10'ların aşağısına inmektedir.

Şu anda Amerika Birleşik Devletleri'ndeki firmaların ortalama Sigma Seviyesi 3 ile 4 arasında değişmektedir. 2 Sigma seviyesindeki kuruluşların rekabet edici olmadıkları ve eğer durumlarını değiştirmezlerse kötü durumlara düşecekleri belirtilmektedir(<http://www.altisigma.com/modules.php?name=News&file=article&sid=65>, Erişim:10.05.2007).

3-4 Sigma Amerika Birleşik Devletleri'ndeki firmaların ortalama Sigma Seviyesidir. Bu tür firmalar kendilerini başarılı bulmakta ve klasik davranışlar sergilemektedirler. Bu tür klasik davranışlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

-Ulaşmış oldukları başarı seviyesiyle yetinirler. Kendi Seviyelerini rakipleriyle karşılaştırırlar ve rakiplerinden iyi durumda iseler, bu onlara yeterli gelir ve bu durumu korumaya çalışırlar. Halbuki rakipleri sürekli gayret edip onları geçmeye çalışacaktır.

-Muayene ve yeniden işletmeye dayalı bir süreçleri vardır. Muayene etmeyi sürecin vazgeçilmez adımı olarak düşünürler ve hatayı müşteriye göndermeden yakalayıp elimine etmekle maliyetleri azalttıklarını düşünürler. Ama burada muayene ve tamir için harcadıkları paraları hiçbir zaman düşünmezler. Esasında muayeneye garanti altına aldıkları sadece ürün kalitesi olup, o ürünün üretildiği sürecin kalitesine hiçbir katkıda bulunmazlar.

- Deneme -Yanılma ile problemleri çözmeye çalışırlar. Bir problemi çözmek için etkin sistematiikleri yoktur.

- Veri toplamak ve verilerin analizi için sistematiikleri yoktur. Veri toplarlar ve verileri grafiklere aktarırlar ama bu verilerden düzgün çıkarımlar yapmazlar. Genellikle topladıkları veriler çıktıyla ilgili olduğundan bunların girdilerle ilişkisini bulamazlar.

Verinin bilimi olan ve verilerden maksimum bulguyu çıkarmamızı sağlayan istatistiği etkin şekilde kullanmazlar.

- Yangın söndürme davranışlarını ödüllendirirler. Bir sorun çıkar ve o sorunla ilgili insanlar gece gündüz çalışarak o sorunu çözerler ve özverili çalışmalarından dolayı kutlanırlar. Çözüldüğü düşünülen sorun, esasında, sadece o zaman diliminde önlenmiştir çünkü aynı sorun belirli bir süre geçtikten sonra yeniden ortaya çıkacaktır. Yine aynı kişiler, yine yoğun bir şekilde çalışarak, yine aynı soruları sorarak bir daha sorunu çözdüklerini sanacaklardır. Eğer sorun gerçekten çözülmüş olsaydı, bir daha çıkmaması gerekirdi. İşte bu yüzden yangın söndürme yöntemiyle sorun çözmeye çalışan şirketlerde yıllardır devam eden ve belirli bir süre içinde kendini tekrar eden sorunların olması kaçınılmazdır.

- Kalitesizlik Maliyetlerini ölçmezler. Muayene, yeniden işletme ve hurda kaynaklı işlerini sürecin bir parçası olarak görürler. Halbuki işlerini bir seferinde düzgün yapamadıklarından ya da yaptıklarından emin olamadıklarından dolayı oluşan bu maliyetler için harcadıkları paraları ölçmezler (Cömert, 2005; 60)

2.3.1. Ürün Kalitesi - Süreç Kalitesi

Sigma Seviyelerinin bulunmasında kullanılan hata oranlarını hesaplayabilmek için süreç kalitesi ile ürün kalitesi arasındaki farkı anlamak gereklidir. Ürün kalitesi son testlerde belirlenen, bitmiş ürünün özelliklerinin kontrol edilmesiyle elde edilen bir endekstir. Örneğin son halini almış bir televizyonun tüketiciye gitmeden önce tüm özelliklerinin test edilmesi o televizyonun ürün kalitesini vermektedir.

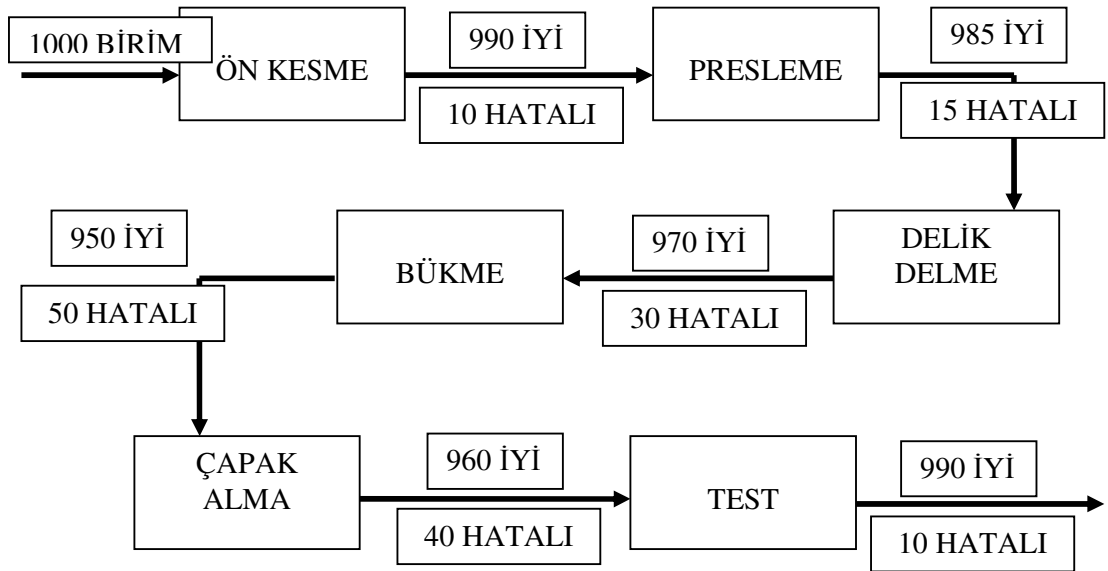
Ne yazık ki, kuruluşlarda ürün kalitesinin karlılıkla büyük ilgisi olduğu düşünülmektedir, fakat ürün kalitesinin belirlendiği son testler bize ara adımlarda yaptığımız kontroller, tamirler ve hurdaya attığımız parçalar hakkında hiçbir bilgi vermemektedir. Esasında bir ürünün maliyetini yaratan önemli öğelerden birisi de bu ara adımlarda yaptığımız verimsizliğe yol açan işlerdir (Spac, 2006; 70-80).

Bu çerçeveden bakıldığında, şekil 9' da görüldüğü gibi bir işletmedeki katma değerli ve katma değersiz işler olarak ikiye ayrılabilir. Katma değerli işler ürün

üzerinde direkt etkisi olan olmazsa olmaz adımlardır. Katma değersiz işler ise, bir seferinde yaptığımız işten emin olamamamızdan ya da yaptığımız işi ilk seferinde doğru yapamadığımızdan dolayı oluşan ve verimsizlikten dolayı bize maliyet olarak dönen adımlardır. Ürünün nihai halinin test edildiği son testler bize ürün kalitesi hakkında bilgi verirken, asıl maliyetlerimizin oluştuğu süreç kalitesi hakkında bilgi verirken, asıl maliyetlerimizin oluştuğu süreç kalitesi hakkında hiçbir bilgi vermemektedir (Spac, 2006; 70-80).

Dolayısıyla süreç kalitesini hesaplamak için bambaşka bir endekse ihtiyaç vardır. Buna da “Toplam Süreç Verimliliği” kısaca TSV denilmektedir.

Şekil 9: Sigma Seviyelerinin İyileştirme Sonucunda Değişimi



Kaynak : Spac, 2006; 76

Süreç mükemmelliğini hedefleyen yönetim yaklaşımları, her bir hatanın maliyetini ve müşteriye olan etkisini incelemede firmalara yön gösterecektir. Böylelikle kültürel değişimin en önemli mihenk taşlarından biri olan Yerine Koyma Maliyetleri alt yapısının oluşturulma ihtiyacı ortaya çıkmaya başlayacaktır (<http://www.kalder.org/page.asp?PageID=195>, Erişim: 21.05.2007).

Süreç verileri değişik grafiksel analizlerle incelenerek, gündelik hayatta fark edemediğimiz bilgileri görmemizde, değişkenlik kaynaklarını belirlememizde bizlere yardımcı olur. Hataların temel nedeninin değişkenlik olduğu unutulmamalıdır. Bir işin ya da ölçeğin her seferinde aynı şekilde oluşmamasına değişkenlik denmektedir. Değişkenlik her süreçte vardır. Örneğin bir hedefe birkaç kez atış yaptığımızda her atışın tamamen aynı yere düşmesi imkansızdır. Mikron sayesinde de olsa mutlaka atışlarımızda sapmalar olacaktır. Dolayısıyla değişkenlik yadsınamaz bir olgudur, mühim olan ise değişkenliğin büyüklüğüdür. Değişkenlik ne kadar azalırsa tutarlık, dolayısıyla kalite artacaktır (http://www.geocities.com/alti_sigma/olcme8.htm, Erişim: 06.06.2007).

Sonuçta bir süreçteki hataları azaltmak ve “Toplam Süreç Verimliliği” ni artırmak için sürecin ortalamasını hedef değere çekmek, değişkenliğini de azaltmak gerekmektedir. Öyleyse süreçlerimizin mevcut durumlarını ifade ederken sayısal kalite terimleri kullanmaya özen göstermelidir. Sürecin Sigma Seviyesi, sürecin yeterlilikleri, proses yeterlilikleri, hata oranları gibi veriler işimizi daha iyi yönetmemizi sağlayacaktır (Spac, 2006; 70-80).

2.3.2. Ölçüm Araçları

Projenin hedeflenen amaçlara ulaşması için düşünce modelinin faaliyete dönüşmesinde ölçüm aşaması önem taşır. Veriler sayesinde faaliyete geçilebilir. Veriler farklı şekil ve büyüklüklerde gelirler. Beş farklı ölçüm aracı ortaya konabilir (George, 2003; 71).

2.3.2.1. Süreç Akış Diyagramları

Süreç İyileştirme Planının ölçüm aşamasında, sürecin temel girdi ve çıktı değişkenleri ile birlikte tam olarak algılanması önemlidir. Süreç akış şeması zaman içerisinde süreçte meydana gelen değişikliklerden kaynaklanan değişkenliğin azaltılması ve kontrolün sağlanması amacıyla sürecin yazdı hale getirilmesini sağlar. Sürecin resmi olmaksızın süreçle ilgili çalışmak oldukça zordur (George, 2003, 80).

Süreç akış şeması sebep-sonuç matrisi, HTEA ve Süreç Yeterlilik Analizi için girdi olarak kullanılabilir. Ayrıca kontrol planının özetlenmesinde, ekip faaliyetlerinin izlenmesinde ve ekip tartışmalarının yön bulmasında yardımcı olur (Ronald, 1997; 23).

2.3.2.2. Pareto Diyagramı

Pareto diyagramı adı İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto' nun adına izafeten, onun araştırmasını kullanan Joseph Juran tarafından, Pareto Prensibi olarak formülleştirilmesi sırasında konulmuştur. Bu prensibe göre oldukça az sayıdaki faktör (%20 gibi) herhangi bir sistem veya süreçteki problemlerin büyük çoğunluğunun (%80 gibi) sebebidir. Eldeki bilgiler dikkatli bir şekilde incelendiğinde kontrol altına alınması gereken en çok etkili faktörler belirlenir. Pareto diyagramı bir sistem veya süreçteki faktörleri etki derecesine, önem sırasına veya tekrar sayısına bağlı olarak azalan sırayla sunan bir sütun grafiğidir (Özkan, 2001; 54).

Parato diyagramı,

1. Diyagramda gösterilecek problemleri seçmek
2. Ölçüm yapılacak standart karşılaştırma birimi seçmek
3. Seçilen problemleri, bunlara ait verilerden de yararlanarak önem sırasına sokun ve diyagramın en solundan başlayarak yerleştirmek
4. Yatay (X) eksenine problem tiplerini, düşey (Y) eksenine bunların meydana gelme sıklığını gösteren diyagramı çizmek. (Y) eksenini tekrarların kümülatif (yığımlı) yüzdesini göstermek için kullanılır

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır.

- En sık karşılaşılan problemler ile maliyetler en yüksek olan problemlerin aynı olması gerekmediğini unutulmamalıdır. Örneğin ölümle sonuçlanan iki trafik kazası, yararlanma ile sonuçlanan 100 trafik kazasından daha çok dikkat çekmelidir.
- Verilerin toplandığı zaman periyodu açıkça belirtilmelidir.

Eğer mümkünse veriler normalize edilmelidir. Böylece verileri gelecekteki pareto diyagramlarında da kullanarak değişimleri gösterebilir duruma getirmek gerekmektedir. (MESS Eğitim Vakfı Eğitim Notları, 2000 Problem Çözme Teknikleri).

2.3.2.3. Beyin Fırtınası

Belli bir konuda çok sayıda yaratıcı ve verimli fikirleri ortaya çıkarmak için kullanılan en bilinen yöntemdir. Beyin fırtınası, kişilerin bütün dikkatini problemin gerçekten önemli boyutlarına çekmeyi sağlar. Bunun yanında problemi veya çözümü tüm boyutlarıyla geniş biçimde düşünmek önemlidir. Beyin fırtınası belli bir konu/amaç ile ilgili olarak, katılım ve yaratıcılığı kolaylaştırıcı bir atmosfer yaratarak, birçok fikrin ortaya çıkmasını hedefleyen bir ekip/takım çalışmasıdır. Beyin fırtınasının amaçları sorun saptama aşamasında; olası nedenleri, karar alma aşamasında; düzeltici etkinlikleri, planlama aşamasında; gelecekte karşılaşılabilecek olası sorun ve nedenlerini saptamaktır.

Beyin fırtınası gruptaki her kişi kendi sırası geldiğinde fikrini söylemesi veya grup üyeleri akıllarına geldiğinde fikirlerini söylemeleri şeklinde kullanılabilir. Beyin fırtınası yapılacak konu hakkında herkes hemfikir olmalıdır. Konu görünür bir yere yazılmalı, fikirler asla eleştirmemeli, yazılanları yorumlamadan söyleyenin kelimeleriyle yazılmalı, fikir çıkıncaya kadar birkaç tur devam edilip turlar bitince fikirlerin anlaşılması için tartışılmalıdır (<http://www.danismend.com>, Erişim 27.06.2007).

Düzenli Beyin Fırtınasının Adımları:

1. Beyin fırtınasının konusu, tüm üyelere açık bir dille anlatılır.
2. Herkese düşünmek için bir iki dakika süre verilir.
3. Herkese sıra ile düşüncesi sorulur. Kimse ve hiçbir düşünce atlanmaz. Açıklama esnasında tartışma ya da kritik yapılmaz. (Düzensiz beyin fırtınasında takım üyeleri sıra ile değil diledikleri zaman fikir verirler.)
4. Bir kişi açıklanan tüm fikirleri herkesin görebileceği bir yere yazar (Köksal, 2001; 4).

2.3.2.4. Tekrarlanabilirlik ve Üretilebilirlik ölçümü

Tekrarlanabilirlik ve üretilebilirlik ölçümü (Gage R&R analysis), ölçüm işleminin kendisi tarafından üretim ölçümleri sistemine varyasyon miktarını belirleyen bir çalışmadır (Rath&Strong Management Consultants, 2001; 42-43).

Bu varyasyon kaynağını belirlemek ve anlamak önemlidir. Ölçüm procesteki varyasyona katkıda bulunan en önemli elemanlardan birisidir. Ölçüm (Gage) varyasyon çalışması, ölçüm yeniden üretilebilirlik (reproducibility) ve tekrarlanabilirlik (repeatability) analizlerini gerektirir. Yeniden üretilebilirlik, ölçümleri alan farklı operatörlerden kaynaklanan varyanstır. Tekrarlanabilirlik ise, ölçüm cihazının kendisinden kaynaklanan varyanstır (Rath&Strong Management Consultants, 2001; 42-43).

Ölçüm varyasyonu, yeniden üretilebilirlik ve tekrarlanabilirlik değerlerinin kombinasyonudur. Sıklıkla ölçümlerin doğru olduğunu kabul edilir. Fakat ölçüm işlerinin birçok yönü (ölçüm cihazı, operatör, metot) varyasyona tabidir. Birçok durumda, ölçüm prosesinin ölçülen parçalardan daha çok varyasyona sebep olabilir (Rath&Strong Management Consultants, 2001; 42-43).

Çalışma sonuçlarındaki varyasyon analiz edilir ve bu varyasyonun ne kadarının operatördeki değişimlerden ne kadarının teknikler veya parçaların kendilerinden kaynaklandığına karar verilmelidir (Rath&Strong Management Consultants, 2001; 42-43).

Sürekli değişkenler için istenen karakteristikler:

Doğruluk: Bir ölçümün doğruluğu,yapılan bir dizi ölçüm değerlerinin ölçülen kalite karakteristiğine gösterdikleri uyumdur.Bir başka ifadeyle doğruluk,ölçüm değerlerinin ortalaması ile ölçülen kalite karakteristiğinin gerçek değeri arasındaki farktır.Doğruluk genellikle tekrarlanan ölçümlerin ortalamasının,bilinen standart bir değer ile karşılaştırılması sonucu test edilir.

Tekrar Edebilirlik: Aynı insanın aynı parçayı ölçerken aynı sonuçları elde edebilmesidir.

Yeniden Üretilirlik: Aynı kalite karakteristiği iki farklı kişi tarafından aynı cihaz kullanılarak ölçüldüğünde, aynı değerlerin bulunmasıdır.

Durağanlık: Tek bir kişi tarafından aynı şekilde alınan ölçümlerin zaman karşısında az veya hiç değişim göstermemesidir (Burnak, 1997; 74-75).

Toplam varyasyon = ölçüm varyasyonu + ürün varyasyonu

Ölçüm cihazından ve ölçüm cihazının kullanımından doğan varyasyonu bulmak, mühendislik toleransı ile ölçüm varyasyonunun miktarını karşılaştırmak, değişik ölçüm cihazların arasında ölçüm varyasyonunun miktarını karşılaştırmak, ölçüm cihazı alımı ve kararlarını kolaylaştırmak ve ölçüm varyasyonunun önemli bir problem olup olmadığına karar verip böylece uygun hareketlerin yapılmasını sağlamak amacıyla TT analizi yapılır. Ölçüm prosesini iyileştirilerek toplam varyans azaltılır, Cpk geliştirilir. Böylece tüm ilgi üretim ve proses varyansının azaltılmasına verilebilir (Özkan, 2000; 71).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

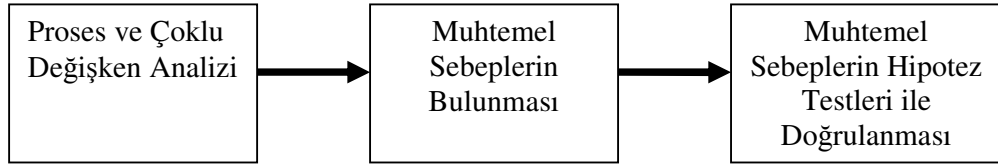
ANALİZ AŞAMASI

3.1. GENEL

Bu aşamada temel amaç, süreçte var olan değişkenliği yaratan parametrelerin belirlenmesi ve seviyelerinin incelenmesidir.

Bir süreçte çalışanların problem çözme yetenekleri için tecrübe önemli bir parametre olmasına rağmen, tecrübenin bilimsel araçlarla yönlendirilmesi gereklidir.

Şekil 10: Analiz Aşamasının Süreçleri



Kaynak: Spac, 2006; 100-110

Bu aşamada kullanılan bilimsel araçlar, proses çıktıları ile girdiler arasında var olan modelin oluşturulmasında kullanılacak önemli az girdi parametrelerinin belirlenmesini sağlayacaktır.

Her proses çıktısı yüzlerce girdiden etkilenmesine rağmen, sürecin çıktısını bu girdilerin sadece %15-20 kadarı yönetmektedir. Bu aşama sonrasında elde etmek istediğimiz çıktılar, süreci yöneten önemli az girdileri doğru belirleyebilmektir (Spac, 2006; 100-110).

3.2. SEBEP – SONUÇ DİYAGRAMI

Bir olayın ortaya çıkmasına neden olan durumlar (sebepler) ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimi sebepler - sonuç (cause-effect) diyagramı olarak adlandırılır. Görünümleri nedeniyle Balık Kılçığı ya da bu diyagramları geliştiren Dr. K. Ishikawa'nın adıyla da anılır. İlgilenilen olayın nedenlerinin araştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirmektedirler. Belirlenen sonuç kalınca çizilen yatay bir okun ucuna yazılır ve onu yaratacağı düşünülen temel nedenler de ince oklarla buna birleştirilerek Sebep- Sonuç Diyagramı oluşturulur (Spac, 2006; 100-110).

Sonuç olarak belirlenen olay olumlu / olumsuz olabilir. Olumlu olması durumunda arkasındaki nedenler açığa çıkarılabilecek, olumsuz ise düzeltici eylemlerin başlatılması gereği ortaya çıkacaktır. Her sonuca ilişkin birçok nedenden söz edilebilir. Başlıca çalışma yöntemleri (metot), malzeme işgücü, ölçüm, donanım ve çevre ana başlıklarında toplanan nedenlerin her biri bir alt dizi alt nedene de ayrıştırılabilir (Spac, 2006; 100-110).

Nasıl Kullanılır?

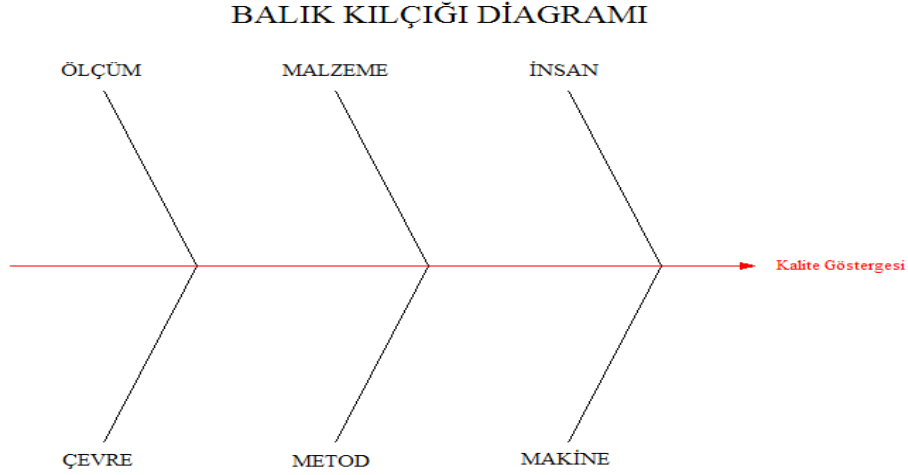
1. Nedenleri araştırılacak problemleri belirlenmelidir.
2. Kağıdın sol tarafına bir kutu içinde problemi yazın, bu kutuya yönelen bir ok çizilmelidir.
3. Başlıca olası nedenleri beyin fırtınası yönteminden de yararlanarak belirleyin. Bu nedenleri de kutular içine alarak ana ok ile birleştirin. Ana nedenleri gösteren dalların sayısının ideal olarak iki ile altı arasında olmasına dikkat edilmelidir.
4. Herhangi bir neden için bunun nedeni nedir? Sorusunu sorun. Verilen cevapları birer yan dal olarak diyagrama ekleyin. Bu işlemi temel nedeni bulana kadar yinelenmelidir.

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Problemin tanımı üzerinde herkesin hem fikir olmasının sağlanması gerekmektedir.
- Gurubun deneyimi veya kontrolü dışında kalan problemlerin çözümü için uğraşılmasıdır.

Farklı nedenlerin sıklığını belirlemek için veri toplanmalıdır (Burnak, 1997, 46-49).

Şekil 11: Balık Kılçığı Diyagramı



Kaynak: Burnak, 1997; 46-49

3.3. ÇOKLU DEĞİŞKEN ANALİZLERİ

Analiz aşamasında kullanılan bu teknik sayesinde, ürünün üretildiği sürecin monitörize edilmesi sağlanır. Mevcut operasyonlarda var olan veriler, anlamlı bilgiler haline dönüştürülmeye, bir ya da daha çok bağımsız değişken ile bağımlı değişkenler arasındaki ilişki ortaya konulmaya başlanır.

Hataların oluştuğu süreçte zamana bağlı değişkenlikler, doğal değişkenlik kaynakları, ürün üzerindeki ve ürünün üretildiği süreç üzerindeki değişkenlikler hakkında bilgiler elde edilir (Spac, 2006; 100-110).

Süreçte yer alan girdi ve çıktı tiplerine göre değişkenleri üç grupta incelemek mümkündür:

- Pozisyonel - bir üretim hattındaki benzer süreçlerdeki değişkenlik farkları:

- Banttın banda farklar
- Hattan hata farklar
- Vagondan vagona farklar
- Robottan robota farklar
- Operatörden operatöre farklar

- >>Zamansal – Zaman içinde süreçteki değişkenlik farkları:

- Vardiyadan vardiyaya farklar
- Günden güne farklar
- Haftadan haftaya farklar

- Sırasal-Ardarda gelen süreçlerdeki değişkenlik farkları:

- Eğer çıktı değişkeni bir dizi farklı süreçler tarafından etkileniyorsa, süreçten sürece değişkenlik test edilmelidir.

Tablo1: Çıktı Ve Girdi Cinsine Göre Analiz Yöntemleri

ÇIKTILAR			
GİRDİLER		NİCEL	NİTEL
	NİCEL	KORELASYON REGRESYON İLİŞKİ GRAFİĞİ	İKİLİ LOJİSTİK REGRESYON ORDİNAL LOJİSTİK REGRESYON NOMİNAL LOJİSTİK REGRESYON İLİŞKİ GRAFİĞİ
	NİTEL	KUTU GRAFİĞİ ANA ETKİ VE ETKİLEŞİM GRAFİĞİ ANOVA F- TESTİ T-TESTİ	Kİ-KARE TESTİ İKİLİ ORAN TESTİ İKİLİ LOJİSTİK REGRESYON ORDİNAL LOJİSTİK REGRESYON NOMİNAL LOJİSTİK REGRESYON

Kaynak: Spac, 2006; 100-110

Sonuç olarak bu aşamada yapılan çalışmalar ile girdi ve çıktılar arasındaki ilişkiler ortaya konulacaktır. Yukarıdaki tabloda bu çalışmadaki girdi ve çıktı verilerinizin tipine göre kullanılabilecek analiz araçlarını bulabilirsiniz (Spac, 2006; 100-110).

3.4. AKIŞ DİYAGRAMI

Bir ürün veya hizmetin izleyeceği gerçek ve ideal yolu belirlemek amacı ile kullanılır. Sürece ait başlıca adımları, dalları ve sonuçları gösterir.

Bir akış diyagramında sürece ait başlangıç ve bitiş noktalarını, faaliyet adımlarını, karar basamaklarını, iş akışım ve çevrimlerini göstermek için sembollerden yararlanılır.

Nasıl Kullanılır?

1. İncelenecek sürecin çeşitli kısımlarını temsil eden kişilerden bir takım kurulur.
2. Sürecin nerede başlayıp nerede biteceğine karar verilir.
3. Süreçteki başlıca faaliyetleri ve karar noktalarını belirlemek için beyin fırtınası yönteminden yararlanılır.
4. Bu faaliyetler, akışın yönünü gösterecek oklardan yararlanarak sıralanır.
5. Karmaşık faaliyetler ayrı ayrı gösterilir. Burada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

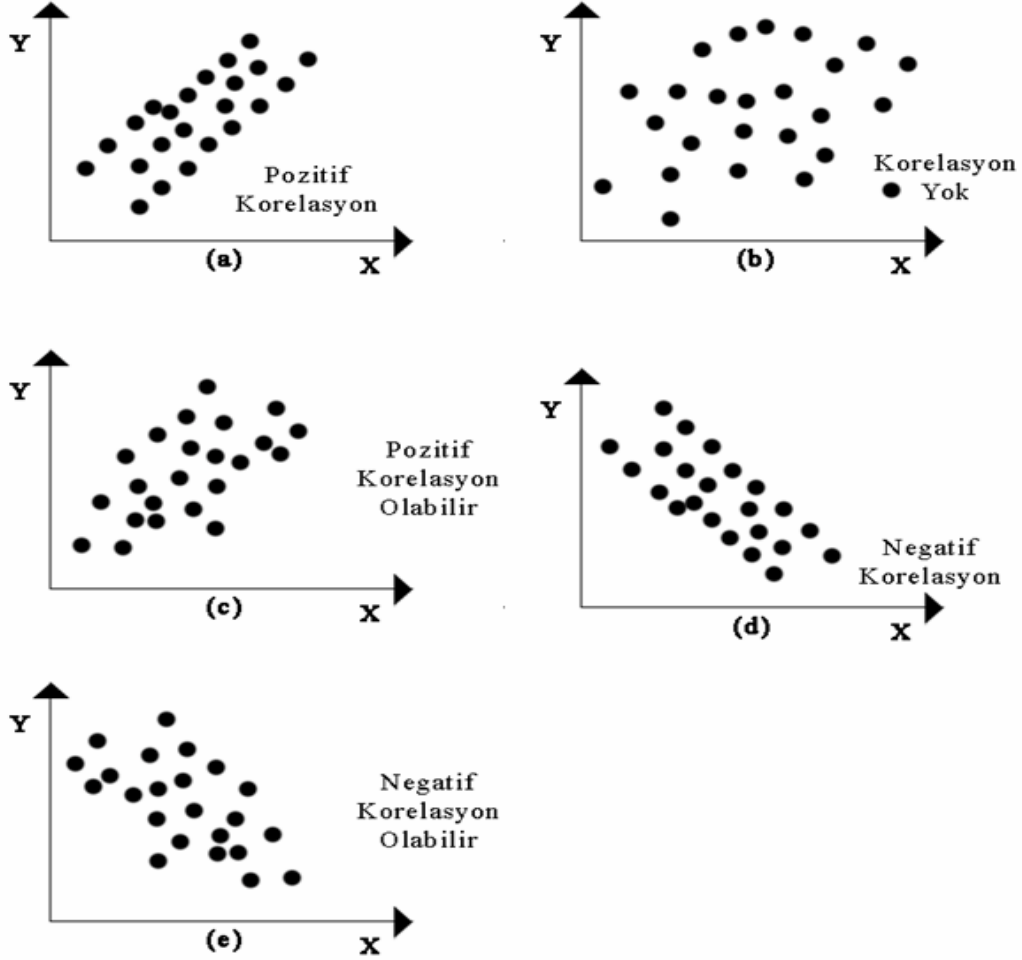
- İncelenecek sürecin içeriğinin ve sınırlarının tam olarak belirlenmesi şarttır.
- Akış diyagramında kullanılacak detay seviyesi önceden belirlenmelidir.
- Her geri besleme çevriminin bir çıkış noktasının olduğunun unutulmaması şarttır

(<http://www.altisigma.com/index.php?name=News&file=article&sid=19&theme=Printer>, Erişim: 12.07.2007).

3.5. KORELASYON

Analiz aşamasında kullanılan bir diğer teknik korelasyondur. Korelasyon, girdi ve çıktılar arasında lineer bir ilişki olması durumunda kullanılabilecek araçlardan biridir ve sebep sonuç ilişkisi olmaksızın iki nicel veri arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. İki nicel veri arasında var olan lineer ilişki korelasyon katsayısı ile değerlendirilir. Korelasyon katsayısının düşük olması iki nicel veri arasında lineer bir ilişki olma ihtimalinin azaldığını gösterir (Arıcı, 1981, 143-153).

Şekil 12: Korelasyon Çeşitleri



Kaynak: Arıcı, 1981, 143-153

3.6. HİPOTEZ TESTLERİ

İstatistiksel analizlerin ve karşılaştırmaların temelini oluşturan hipotez testleri Analiz aşamasında sıkça kullanılan araçlardan biridir. İstatiksel olarak bir yargıya ulaşabilmek için bir hipotez ortaya koymak ve eldeki verilerin bu hipotezi ne kadar doğruladığını incelemek gereklidir. Altı Sigma projelerinde ve endüstriyel

uygulamalarda genellikle almak istenilen risk seviyesi %5 veya daha altında olmaktadır (Spac, 2006; 100-110).

Örneğin, bir metal paranın yazı veya tura gelme ihtimali için denemeler yapmak istenmekte olduğu düşünülürse;

Doğal olarak denemeler sonucunda paranın %50 tura veya yazı gelmesini beklenebilir.

Buradaki hipotez:

Ho=Para hilesiz mi?

Hipotezimizin yanlış olduğu durum için ise,

Ha=Para hileli mi?

Parayı 10 kez fırlatıp 10 kez tura görülürse paranın hileli olduğu düşünülebilir. Ancak hilesiz olan bir paranın da yaklaşık %0,1 olasılıkla 10 kez üst üste tura gelme şansı vardır

(<http://www.altisigma.com/index.php?name=News&file=article&sid=19&theme=Printer>, Erişim:12.07.2007).

Dağılımlar ile ilgili varyansların gerçeklere uygunluğunu belli olasılıklar çerçevesinde araştırma, test etme, hipotez testlerinin konusudur. Örneğin, bir kitlenin aritmetik ortalaması hakkında bir hipotezimiz olabilir. Bu kitleden şans yoluyla alacağımız bir örneğe dayanarak, belli olasılıklar çerçevesinde söz konusu hipotezin kabul ya da reddine karar verilebilir (Spac, 2006; 100-110).

Hipotez testleri ile ilgili önemli konular şunlardır.

- Hipotez ve alternatifin belirlenmesi
- Testin önemlilik derecesinin ve buna göre de hipotezin kabul ya da ret edileceği bölgelerin saptanması

- Örnek neticelerin ışığı altında hipotezin kabul ya da ret edilmesi (Bozkurt, 1998; 95).

3.7. GÜVEN ARALIKLARI

Altı Sigma metodolijisini kullanmaya başlayan firmaların Kültür Değişimi yaşadıklarını ve buna bağlı olarak günlük konuşma dillerinin de değiştiğini görülebilir. Yargılar kesin yargılardan çıkarak, belli bir risk oranları dahilinde ifade edilme; ölçüm sonuçları sonucu aktarılan bilginin güvenilirliği; Ölçüm Sisteminin ne kadar güvenilir olduğu gibi kavramlar telafuz edilmeye başlanır. Örneğin, bir popülasyondan alınan örneklerin sonuçlarına bakarak, o popülasyonu istatistiksel olarak tanımlamaya çalışılır. Tahminleri doğru yapabilmek için biz bu istatistiki değerleri güven aralıklarıyla açıklanır. Güven aralıklarının tahmininde risk seviyesi, numune sayısı ve hangi ölçütün güven aralığının hesaplanacağı soruları önemlidir. Örneğin, bir naylon ambalaj malzemesinin kalınlığını ifade etmek için;

“Naylon kalınlıkları popülasyonunun gerçek ortalaması %95 ihtimalle 244.34 ile 258.84 mikron arasında değişecektir” denilmelidir (Spac, 2006; 100-110).

3.8. T TESTİ

Altı Sigma projelerinde kullanılan istatistiksel analiz araçlarının neler olduğunu gösteren tabloyu aşağıda bulabilirsiniz. Bu testler, var olan hipotezlerimizin sınanmasına ve bu analiz sonuçları sonucunda önemli az girdi parametrelerinin belirlenmesinde Karakuşaklara yardımcı olacaktır

(http://www.enf.mu.edu.tr/ders_notlar/enf140/7-Ders6.doc, Erişim: 12.07.2007).

T Testi kısaca;

- Bir ortalamanın hedef değerle karşılaştırılması
- İki bağımsız grup ortalamalarının karşılaştırılması
- Bağımlı grup ortalamalarının karşılaştırılması

-Bir ortalama için güven aralığı
konularında yardımcı olmaktadır.

Popülasyondan alınan örnek numuneden ölçüm sonuçları sonucunun popülasyonun ortalamasının hedef değerde olup olmadığı kararı T Testi ile verilebilir. İki farklı popülasyondan alınan örneklere bakarak bu iki popülasyonun ortalamalarının birbirleri ile aynı olup olmadığı kararını verebilmek için “İki rneklemli T testi” kullanılabilir (http://www.enf.mu.edu.tr/ders_notlar/enf140/7-Ders6.doc, Erişim: 12.07.2007).

3.9. ANOVA ARACI

Altı Sigma metodolojisinde analiz bölümüne ait bir araç olan ANOVA testi çalışmasıyla, bir bütünden aldığımız örneklemelerin verdiği sonuçlarla girdilerle çıktılar arasındaki ilişki incelenir. ANOVA testinde karşılaştırılan istatistiksel ölçüt ortalamalardır (Spac, 2006; 100-110).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

İYİLEŞTİRME AŞAMASI

4.1. GENEL

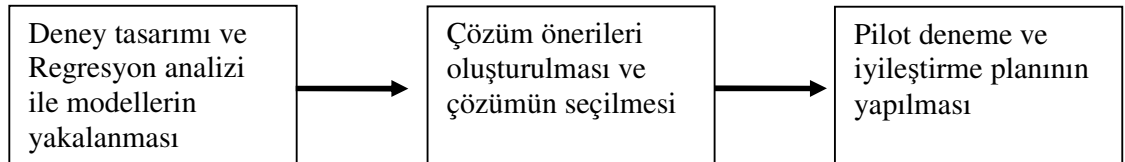
Bu aşamada amaç sürecin değişkenliğini yaratan önemli girdilerin hangi düzeyde ayarlanacağını belirlenmesi ve test edilmesidir.

Bu aşamada kullanılabilecek yöntemler:

- Çoklu regresyon
- Deney tasarımı
- Tam faktöriyel deneyler
- 2k faktöriyel deneyleri
- Kesirli Faktöriyel Deneyler
- Cevap yüzeyi metodu
- ANCOVA
- Çözüm önerileri – Riskler
- Pilot çalışma – Planlama

Altı Sigma metodolojisinin en önemli aşamalarından bu aşamada önemli süreç girdileri ve çıktıları arasındaki matematiksel modellerin oluşturulmasıdır. Bu modeller yüzde yüz matematiksel modeller olmamasına karşın, işimizi doğru yapabilmek için kullanabileceğimiz faydalı modeller olacaklardır. (<http://www.alti-sigma.com/Kid/Altı-Sigma-nin-Temel-Asamaları>, Erişim: 17.06.2007)

Şekil 13: İyileştirme Aşamasının Süreçleri



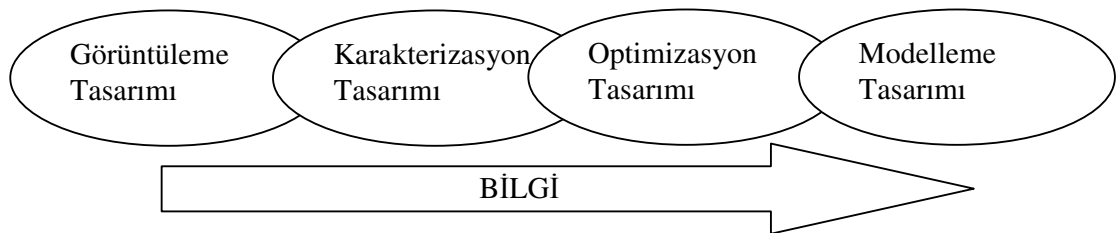
Kaynak: Spac, 2006; 125

Tipik bir öğrenme sürecinde, pasif iyileştirme uygulanır. Herhangi bir konuda sorun olduğunu bilmeniz için bir olay olması gereklidir. Arızalar, artan hurda oranları, müşteri şikayetleri bir sorun olduğunda elimizde veri olmasını sağlar. Bu verilere ulaşmak için birtakım göstergeleri izliyor olmamız gerekmektedir. Kalite göstergeleri, servis arıza oranları gibi bu verileri elde etmemizi sağlayacaktır. Bundan sonraki adım ise hataya ve sorunu gidermeye çalışmaktır. Bu tarz iyileştirme sürecinde iyileştirme yapmak için önce hataya neden olan durumun ortaya çıkması daha sonra bu sorunun kaynağının belirlenerek düzeltilmesi yani pasif iyileştirme uygulanır. Deney tasarımı tekniğinde ise aktif bir iyileştirme süreci uygulanır. Olay veya istenmeyen durum olmaksızın, bu durumun oluşabileceği özel tasarımlar yapılır. Daha sonrasında bu hatanın oluşması için parametrelerin optimizasyonu yapılır (<http://www.kalder.org/page.asp?pageid=373#ç1%20-%20altı%20sigma%20-%20deney%20tasarımı%20çalıştayı>, Erişim: 12.07.2007).

Deney Tasarımı Neden Önemlidir:

- Süreç çıktılarını en fazla etkileyen önemli az süreç girdilerini bulmak ve bunları optimize etmek,
- Girdilerin çıktılar üzerindeki etkilerini sayısallaştırmak,
- Tecrübe sayesinde oluşan sayısal girdilerin gerçekten önemli olup olmadığına karar vermek,
- Gereksiz girdileri ayıklamak,
- En az kaynakla en çok bilgiyi elde etmek (Spac, 2006; 120-130).

Şekil 14: Deney Tasarımı



Kaynak: Spac, 2006; 126

4.2. GÖRÜNTÜLEME TASARIMI

Önemsiz girdiler ile önemli girdileri birbirinden ayıklamak için yapılan tasarımıdır. Genelde ana etkiler hakkında bilgi verir (Cömert, 2005; 115).

4.3. KARAKTERİZASYON TASARIMI

Görüntüleme tasarımlarına göre daha az sayıdaki faktörün ana etkilerini ve ikili etkileşimleri gösteren tasarımıdır (Cömert, 2005; 115).

4.4. OPTİMİZASYON TASARIMI

Karakterizasyon tasarımında bulunan faktörlerin değişik düzeylerinde yapıp gerekli etkileşimlerin sonucu faktörlerin optimum duruma getirilmesi için yapılan tasarımıdır (Cömert, 2005; 115).

4.5. MODELLEME TASARIMLARI

Önemli az faktörlerle sistemi en iyi ifade edecek denklemin bulunması (Cömert, 2005; 115).

Deney tasarımı ile ilgili tanımlar:

Faktör: Deneyde tanımlı çıktı üzerinde etkisi olabilecek kontrol edilebilen girdilerdir. Her bir sürecin çıktısı yüzlerce girdiden etkilenir, fakat sürecin çıktısını bu girdilerin %15-20'si kadar bir azınlık yönetir.

Düzy: Her bir faktörün deneyde tanımlı değerleri girdi parametrelerinin değişik değerleri için deneyler yapılarak, girdinin hangi düzey veya düzeylerinde çıktının en iyi olduğu bulunur.

Ana Etki: Her bir faktörün çıktı üzerindeki, diğer faktörlerden bağımsız etkisi belirlenir. Bu ana etkiler deney tasarımlarında çıktıya etkileri oranında sayısallaştırılabilirler.

Etkileşim: Faktörlerin birbirleriyle beraber çıktı üzerinde yaptığı etki. Bu tür durumlarda iki veya daha fazla girdinin birbirleri ile olan etkileşimleri çıktı üzerinde hissedilir bir etki yaratabilir. Yıllardır bilinen fakat çözölemeyen problemlerin ardında girdilerin etkileşimleri vardır.

Güröltü: Deneyde faktör olarak tanımlanmayan fakat çıktı üzerinde etkisi olabilecek diğör X' ler. Sürecinizde güröltü faktörlerin fazla olması kalitesizlik ve verimsizlik anlamına gelmektedir. İşin doğası gereğı bazı faktörleri kontrol edemezsiniz. Bunların çıktı üzerine etkisinin yüksek olduğı durumlarda kontrol edemediğiniz değışkenlikler hatalara neden olacaktır (Cömert, 2005; 115).

BEŞİNCİ BÖLÜM

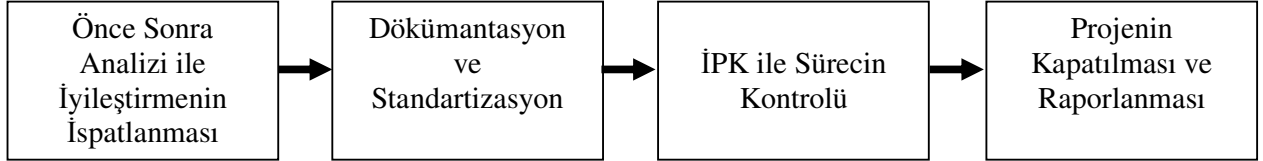
KONTROL AŞAMASI

5.1. GENEL

Bu aşamada amaç, yapılan iyileştirmenin gerçekten doğru olup olmadığı durumların ortaya konulması ve güvenilirliğinin belirlenmesidir.

Bu aşamada amaç, iyileştirilmiş bir sürecin, iyileştirilmiş bir şekilde devam etmesi için, kontrol planlarının hazırlanması ve gerçekleştirilmesidir.

Şekil 15: Kontrol Aşamasının Süreçleri

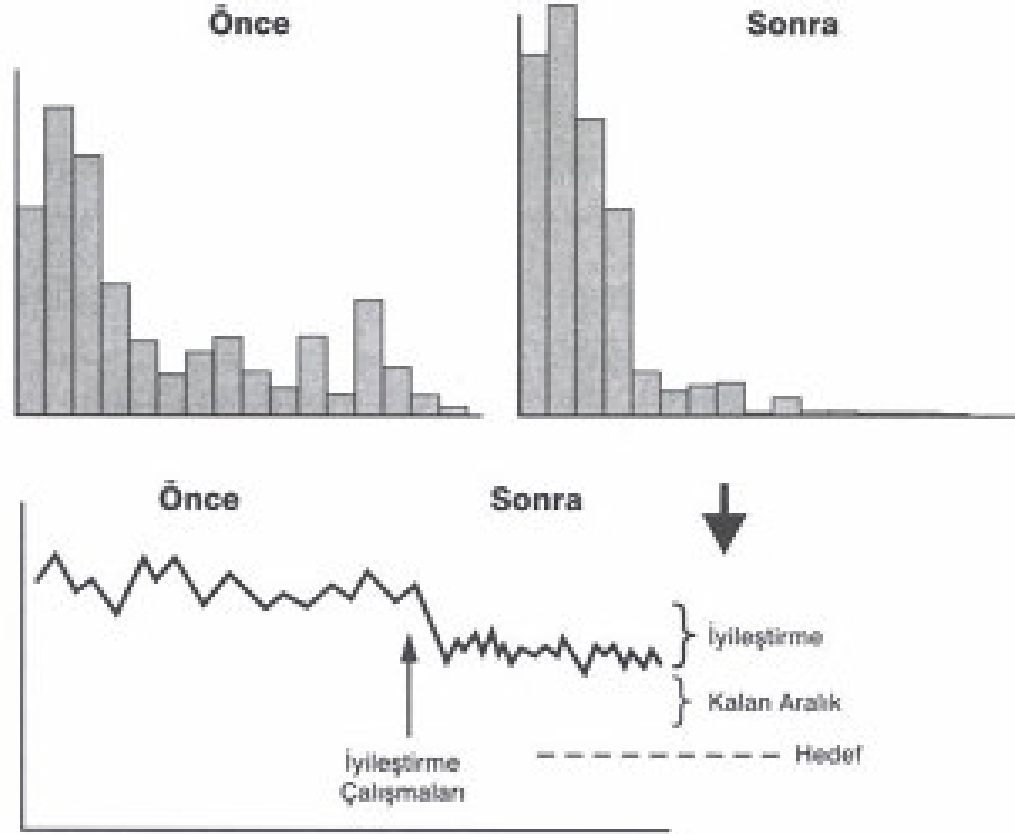


Kaynak: Spac, 2006; 135

Öncelikli olarak yapılan iyileştirmenin hakiki bir iyileştirme olup olmadığının istatistiksel olarak kanıtlanması gereklidir. Bu amaçla Önce-Sonra analizleri yapılarak, iyileştirme öncesi durum ile iyileştirme sonrası arasındaki farklar ortaya konulur. Farklılıklar, grafiksel gösterimlerle ve istatistiksel olarak ispatlandıktan sonra, iyileştirmenin iş sonuçlarına muhtemel etkilerinin belirlenmesi çalışmaları yürütülür. Bu çalışmalar genellikle mali işleri yöneten çalışanlarda Altı Sigma proje liderlerinin ortak çalışması ile şekillendirilir. Aslına bakarsanız, birçok şirkette, proses bilgisi olan kişilerin yaptığı mali hesap ve analizler, finans bilgisine sahip kişiler tarafından kabul görmez ve iş sonuçlarına etkisi sürekli olarak tartışılır. Bu çalışmalar disiplinli olarak ve ekip çalışması ile yürüten iyileştirme ekibinin, bu tarz bir çalışmayı yapabilmesi dahi kültürel bir değişim hamlesidir. Proses ve finans

alışanlarının ortak bir proje üzerinde çalışmaları, kimi zaman şaşırtıcı etkileşimlere neden olabilir (Spac, 2006; 130-140).

Şekil 16: Önce Sonra Analizi



Kaynak: Cömert, 2005; 125

Önce-Sonra analizleri, gerek proje iş hedefleri, gerekse finansal etkileri olarak iki ayrı boyutta incelenmektedir.

Önce-Sonra analizleri sonrasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- İstenilen ile gerçek arasındaki fark nasıl azaldı?
- Planlar hedeflediğiniz sebeplere yönelmede etkili midir?
- Değişiklikler yerleştikten sonra müşterilerinizin buna tepkisi nasıl?

-Yeterli ilerleme kaydedildi mi ya da geriye dönüp başka çözümlerin mi denenmesi gerekiyor?

-Planlamadan faydalar ya da negatif yan etkiler ortaya çıktı mı (Cömert, 2005; 126).

5.2. STANDARTLAŞTIRMA

Güvenli ve uzun ömürlü bir iş yapacak bir sistem kurmadıkça, hiçbir süreç güvenilir ve uzun ömürlü olmaz. Standardizasyon bu güvenli ve uzun ömürlülüğü sağlar.

- Standardizasyon ile prosesin önemli parçalarının düzgün olarak en iyi yoldan yapılması sağlanır.
- Değişiklikler sadece alternatif bir yöntemin daha iyi olduğu ispatlanırsa yapılır.
- Dokümantasyon anahtardır. Dokümantasyonun güncel ve kullanılır olması standart metotları destekler.

Bu sayede;

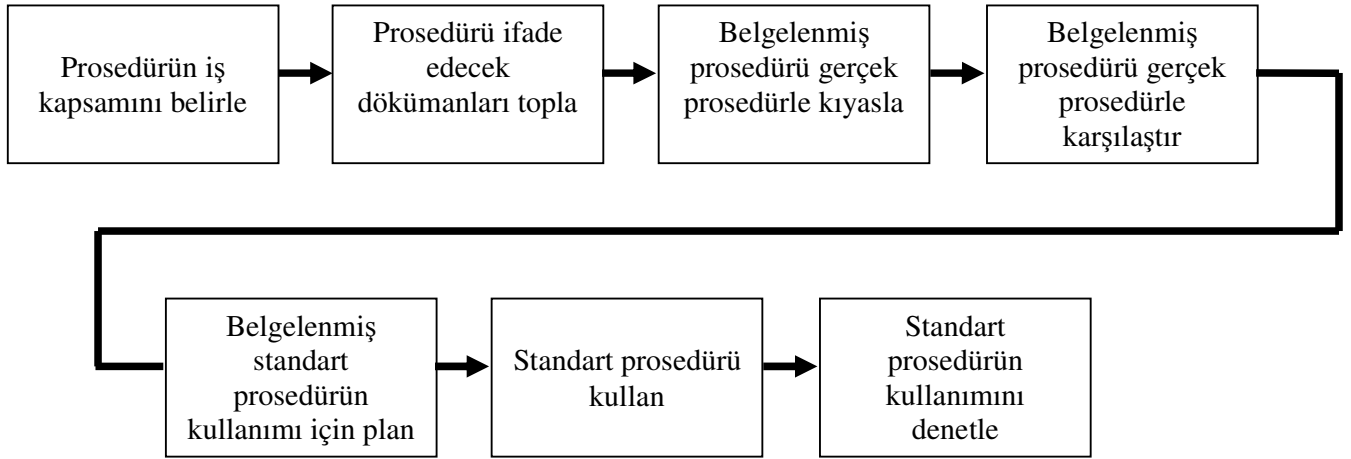
- Artırılmış güvenilirlik
- Azaltılmış maliyet
- Artırılmış çalışan performansı
- Artırılmış güvenlik
- Kontrol altında tutulan prosesler
- Sürekli iyileştirme
- Müşteri ihtiyaçlarını çabuk karşılamaya olanak sağlayan esnek uygulamalar sağlanır (<http://mert-tr.blogspot.com/2007/03/6-sigma-seminer-notlari.html>, Erişim: 25.07.2007).

Bir şirketteki standart uygulamanın anlamı, uygulanan bir metodun tüm değişkenlerinin detaylı bir şekilde belirlendiği iş yapma şeklinin tarifidir. Standartlar bir işin nasıl yapılacağına dair çalışan ile şirket arasındaki yazılı anlaşmadır.

Değişkenlik kaynaklarının belirlendiği ve iyi tanımlandığı durumlarda proses güvenilirliği sağlanırken, azalan değişkenliğe paralel kalite maliyetlerinde azalmalar olacaktır. Artık önemli olan, proseslerde istenilmeyen değişikliklere yol açan, genel ve özel sebeplerin izlenmesi ve önlem alınması safhasıdır (Cömert, 2005; 126).

Standartlaştırma aşamasında izlenecek adımları şekil 21’ de bulabilirsiniz. Burada dikkat edilmesi gereken husus, gereksiz tariflerden, gereksiz ve katma değersiz adımlardan mümkün olduğunca kaçınmaktır (Davison ve Al-Shaghana, 2007; 256).

Şekil 17: Standartlaştırma Aşamasında İzlenecek Adımlar



Kaynak: Spac, 2006; 140

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bilgilerin şirket entelektüel sermayesine dahil edilmesi gereklidir. Gerek eski prosesle, gerekse yeni prosesle ilgili elde edilen bilgilerin, ekip çalışmasının gelişimi ile iş sonuçlatana olan etkileri raporlanmalı ve şirket çalışanları tarafından anlaşılmalıdır. İyileştirmenin dökümantasyonu ve kontrolü için ilgili prosedürlerin geliştirilmesi ve gelecekteki olası durum ve iyileştirme önerilerinin belirlenmesi gereklidir.

5.3. SÜRECİN KONTROLÜ

İstatistik sayesinde, süreç değişkenliğini monitörize etmek için örnekleme yöntemiyle alınan numuneler incelenir ve prosesin zamanla oluşabilecek değişkenlik noktaları belirlenmeye çalışılır.

Yapılan kontroller, sürecin değiştiğine dair erken bir uyarı verir. Bu uyarı prosesle ilgili bazı kararların alınmasında yardımcı olur. Bu sayede muhtemel bir hatayı, nihai ürüne ulaşmadan düzeltme şansı vardır (Chen ve Ouyang, 2007; 389).

5.3.1. (İPK) İstatistiksel Proses Kontrol

Bir süreçteki değişkenliği izlemek ve analiz etmek için kullanılan istatistiksel teknikler bütünüdür. 1924 yılında Walter A. Shewhart tarafından geliştirilen bu güçlü kontrol yöntemi, veriyi istatistiksel olarak incelenebilecek hale sokar, bunun sonucunda, süreç veya ürünün zaman içindeki zaman içindeki davranışı hakkında bilgi verir.

Ürün veya süreç performansı hakkında elde edeceğiniz grafiksel bilgiler çok önemli bir uyarı aracıdır. Prosesin istenilmeyen değişikliklere doğru kayması durumunda, bu grafikler çok kuvvetli sinyaller gönderir.

İPK sayesinde hata oluşmadan, hatanın oluşabileceğine dair bilgi sahibi olabilirsiniz. Öncelikli kullanım amacı, sistemin değişkenliğini ve eğilimini etkileyen özel sebepleri bulunmaktadır. Bu sayede özel sebepler ile doğal sebepler arasındaki farkın anlaşılmasını o sağlar ve kontrol için daha az kaynak harcamanızı teğmin eder (Chen ve Ouyang, 2007; 389).

5.3.1.1. X-R Diyagramları

Ortalama $\bar{X}$ ile dağılım aralığı R' nin dikey eksenlerde yer aldığı ve yatay eksenlerde ise belirli aralıklarla alınan numune gruplarının ardı ardına yazıldığı iki

diyagramdan oluşur. R numune grubunda ölçülen değerlerden en büyük ve en küçük değer arasındaki farktır.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Ardı ardına yazılan tüm numune gruplarının ortalamalarının aritmetik ortalamasının hesaplanmasıyla orta çizgi, orta çizgiye standart sapmanın üç katının eklenmesi ve çıkarılması ile üst ve alt kontrol limitleri bulunur.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} = \frac{\sum \bar{X}}{k}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} = \frac{\sum R}{k}$$

$$\bar{U}KL_X \text{ ve } \bar{A}KL_X = \bar{\bar{X}} \pm 3s = \bar{\bar{X}} \pm A_2 + \bar{R}$$

$$UKL_R \text{ ve } AKL_R = \bar{R} \pm 3s \quad \text{ya da}$$

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

A2, D4 ve D3 sabitleri alt grupların boyutuna göre değişir ve değerleri standart tablolardan elde edilir (http://www.geocities.com/alti_sigma/kontrolgraf.htm; Erişim: 10.07.2007).

5.3.1.2. X-S Diyagramları

Bu tip diyagramlar X-R diyagramlarına benzer olarak çizilirler fakat R değeri yerine standart sapma s değerleri hesaplanarak grafiğe yerleştirilir. Alt grupların standart sapmalarının aritmetik ortalamasının hesaplanmasıyla s diyagramı için orta çizgi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_k}{k} = \frac{\sum s}{k}$$

Genel eğilim X-R diyagramlarının kullanılması yönündedir ancak sınıf hacminin büyüdüğü durumlarda standart sapma değerleri proses özelliklerini daha sağlıklı biçimde ortaya koyabilmektedir. $n \leq 5$ olması durumunda hassasiyeti yetersizdir.

Hem X-R hem de X-s diyagramlarından söz edilirken unutulmamalıdır ki daha önceden alınmış verilere göre ya da standartların verilmesi durumunda mevcut katsayılar kullanılarak ÜKL ve AKL hesaplanabilir ancak $\bar{X} \pm 3s$ formülü ile bulunan kontrol limitleri arasında %0,27' lik bir risk oranı kalır ki bu oran oldukça cazip ve sağlıklı bir güven aralığını temsil etmektedir.

(http://www.geocities.com/alti_sigma/kontrolgraf.htm; Erişim:10.07.2007).

5.3.1.3. Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması

Kontrol grafiklerinin yorumlanması için bazı ilkeler geliştirilmiştir. Temel ilkenin hiçbir değer kontrol limitleri dışına taşmaması olduğunu hatırlatarak, geliştirilen ilkeleri üç grupta toplamak mümkündür:

35 birimden 2' si ya da 100 birimden 3' ü limitler dışında ise kontrol eksikliği vardır (Bu ilke örneklemin alt gruplara ayrılmadan kontrol konusu edildiği durumlarda geçerlidir).

1. Grup

- a)** 1 birim kontrol limitlerinden çok uzaksa
- b)** Birçok birim kontrol limitine yakınsa
- c)** Birimler düzgün biçimde sıralanmışlarsa, üretim kontrol altında değildir

2. Grup

- a)** 7 birimin hepsi merkez çizgisinin bir tarafında toplanmışsa
- b)** 11 birimden 10 tanesi merkez çizginin(MÇ) bir tarafına toplanmışsa
- c)** 14 birimden 12' si MÇ' nin bir tarafına toplanmışsa
- d)** 17 birimden 14' ü MÇ' nin bir tarafına toplanmışsa
- e)** 20 birimden 16 tanesi MÇ' nin bir tarafına toplanmışsa, üretim kontrol altında değildir.

3. Grup

- a)** Kontrol limitleri dışında bir nokta varsa,
- b)** Ardı ardına gelen üç noktadan ikisi iç kontrol limitleri dışında ise,

c) Ardı ardına gelen beş noktadan dördü, merkez çizgiye göre 1σ uzaklıktaysa,

d) Ardı ardına gelen sekiz nokta merkez çizginin bir tarafına toplanmışsa, üretim kontrol altında değildir (Aslan, 2001; 71).

Öte yandan hiçbir birimin kontrol limitleri dışına çıkmaması şans değişkeninin rol oynadığı anlamına gelmez. Kontrol limitleri dışına taşma olmamasına rağmen, üstteki ilkelerde belirtildiği gibi,merkezin bir tarafına kümelenmeler kadar,grafikteki değerlerin belirli bir trend izlemesi de normal sayılmamalıdır (Aslan, 2001; 71).

5.3.2. Değişkenlik

Her süreçte değişkenlik vardır. Önemli olan değişkenliğin süreç isteklerine göre büyüklüğü, sürecin hedefte olması ve değişkenliğin niteliğidir. Değişkenlik kontrol altında olan ve kontrol altında olmayan olarak 2' ye ayrılır.

Şekil 18: Süreçte Var Olan Değişkenlik Kaynakları

Kontrol Altındaki Değişim: Kararlı süreç Bilinen Sebepler Doğal Değişkenlik Gürültü	Kontrol Altında Olmayan Değişim: Kararsız süreç Bilinmeyen Sebepler Doğal olmayan değişkenlik Sinyal
--	---

Kaynak: Cömert, 2005; 128

Süreçte var olan değişkenlik kaynaklarını iki ana başlıkta toplamak mümkündür (Cömert, 2005; 128).

5.3.2.1. Genel Nedenler (Gürültü)

Gürültü kaynaklı değişkenlikler her süreçte vardır. Bu değişkenlikler sürecin kendisi tarafından yaratılır. Giderilmeleri ve/veya azaltılmaları çok zordur ve azaltmak için süreçte çok köklü değişkenlikler yapmak gereklidir. Ortam sıcaklığı, havanın nem oranı gibi Genellikle kaynaklar bilinmesine rağmen, pratik hayatta ekonomik açıdan büyük külfet isteyen bu değişkenlikler uygun sınırlar dahilinde olmaları halinde kabul edilirler (Cömert, 2005; 129).

5.3.2.2. Özel Nedenler (Sinyaller)

Birçok süreçte var olan özel sebepler, birçok kalite iyileştirme projesinin de hedefini oluşturur. Bu tarz değişkenlikler bir veya birden fazla girdiden kaynaklanabilir. Amaç, değişkenliğe neden olan parametrelerin proses kontrolü ile izlenmesi ve yok edilmesidir.

Süreçlerde toplanan verileri iki ana sınıfa ayırabiliriz:

a) Nitel veriler: Veriler (sayılabilir) kesiklidir. Geçer-geçmez masterlarının kullanımından, görülür kusurların muayenesinden, görülür problemlerden, geçer/kalır veya evet/hayır kararlarından oluşur.

b) Nicel Veriler: Veriler (Ölçülebilir) süreklidir. Bir borunun çapı, elektrik direnci, bir aracın ağırlığı gibi karakteristikliklerin ölçümünden kaynaklanır (Cömert, 2005; 128).

Sürecte toplanılan veri tipine göre kullanılacak kontrol tabloları farklılık içermektedir:

Uygulamalarda ençok kullanılan kontrol tablosu X ort.-R grafikleridir:

- Bu grafikler ortalama-aralık grafikleri olarakta bilinir.
- Birbirinden ayrılmadan bir bütün olarakta kullanılmaları gerekir.
- Genel nedenlerle, özel nedenlerin ayrılmasında kullanılan en güçlü araçtır.
- Nicel veriler için kullanılır.

- Xort. Grafiği ortalamadaki değışimi, R grafiği ise alt gruplar arasındaki değışimi gösterir.
- Daha önceden belirlenmiş zaman aralıklarında belirlenmiş numuneden parçalar alınarak yapılır (<http://www.uytes.com.tr/verianalizi/charts.html>, Erişim:12.07.2007).

Kontrol grafikleri izlenirken, özel durumların habercisi olan bazı testler uygulanır.

1. +/- 3 sigma çizgisi dışındaki bir nokta
2. Ortalama çizgisinin üstünde veya altında arkaya gelen dokuz nokta
3. Arka arkaya yükselen ya da azalan altı nokta
4. Arka arkaya gelen ondört noktanın sürekli aşağı yukarı oynaması
5. Arka arkaya gelen üç noktadan ikisinin +/-2 Sigma çizgisi dışında kalması
6. Arka arkaya gelen beş noktadan dördünün +/- 1 Sigma çizgisi dışında kalması
7. +/- 1 Sigma çizgisi içinde birbirini izleyen onbeş nokta
8. +/- 1 Sigma çizgisi' nin dışında birbirini izleyen sekiz nokta (Spac, 2006; 140-145).

5.4. LOJİSTİK REGRESYON

İkili Lojistik Regresyon genel çıktıların nitel (Örneğin: Hata var, Hata yok ya da sızıntı var, sızıntı yok), girdilerinde nicel (Örneğin: Sıcaklık, Hız, Basınç) olduğu durumlarda kullanılan bir araçtır (<http://www.altisigma.com/index.php?name=News&file=article&sid=53>, Erişim: 12.07.2007).

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

6.1.GİRİŞ

Bu incelemenin amacı, önceki bölümlerde anlatılan bilgilerin, Türkiye’ de Altı Sigma’ yı etkin şekilde uygulayan şirketlerden biri olan Schneider Electric firmasında nasıl hayata geçirildiği, işletmeye sağladığı avantaj ve dezavantajlarının neler olduğunu ve sonuçlarını ortaya çıkarmaktır.

Schneider Electric firması dünyada 1918 yılından bu yana dünyanın 190 ülkesinde yayılarak bir endüstri devi haline gelmiştir. Firma 1980 yılından beri ülkemizde faaliyet göstermekte olup, orta gerilim ve alçak gerilim elektrik ürünleri üretmektedir. Bünyesinde yüzü aşkın mühendis ve bin’ e yakın beyaz ve mavi yakalı personel istihdam etmektedir. Firma Altı Sigma uygulamalarını merkezi Fransada olan bir ekip ile koordine etmekte olup, 2003 yılından bu yana 5 dalgada toplam 50 adet proje yapılmıştır. Bu projeler sayesinde firmada milyon euro’ luk kazançlar sağlanmıştır.

Uygulama için Schneider Electric firmasının üretimini yaptığı bir ürünün süreçleri incelenerek oluşan uygunsuzlukların hedefler dahilinde azaltılması ele alınmıştır.

6.2. TANIMLAMA AŞAMASI

İlk olarak bu aşamada uygunsuzluklarla ilgili firma hedefleri belirlenmiş, hedeflere firmanın ne kadar uzak saptanmış ve firma uygunsuzluklardan dolayı ne kadarlık maddi yük altına girdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yapılan projenin amacı da tanımlama(define) aşamasında yerini almıştır.

6.2.1. Problem Tanımı

Yansanayide montajı yapılan Alia ürünlerin altyapılarında giriş kalite kontrol işlemleri sırasında görülen uygunsuzluklar ve bu uygunsuzluklar sonucunda yapılan ikinci işçilik, nakliyat masrafları, makina verimsizlikleri, stok masrafları, yapılan ikinci kontrol firmaya ekstra maliyetler getirmektedir. Ayrıca fabrikadaki enjeksiyon prosesinde yaşanan hammaddesel ve makinasal problemler sonucu meydana gelen görsel uygunsuzlukların azaltılması amaçlanmıştır.

6.2.2. Amaç

Yansanayi ve Enjeksiyon bölümü süreçlerinin (hammadde kalitesi, giriş kalite kontrol, proses kalite kontrol, çıkış kalite kontrol, makine ayarları) incelenip düzenlenmesi, sonucunda kalitesel uygunsuzluk oranlarında hedeflerin tutturulması.

6.2.3. Proje Şeması

Tablo 2: Project Charter

6 σ		Project charter			
Project Name	Alia ürünlerin ENCR değerlerinin ve Enjeksiyon Kalite kontrol değerlerinin iyileştirilmesi			Products involved (if applicable)	Alt yapılar
Sponsor	Rıza Bayer			Company & factory location	Schneider Metesan
Master Black Belt	Tümer ARITÜRK			Phone Number	0536 7237228
Management Committee				Phone Numbers	0232 3423743
Project Leader	Hakan Yüksel			Phone Number	0232 376 71 71 / 5195
Team Members	İsrafil METE Ahmet GEBECE Yaman Baş Atilla Mengec			Financial Controller	Müge ERCAN
				Members helping team	İhsan EREN
Starting date	09.10.2006			Targeted date.	20.03.2007
Description					
1. Project description (object of the process)	2T ve Gökhan Tekniten gelen altyapıların ürün kalitesinin iyileştirilmesi				
2. Process and Project perimeter	Giriş Kalite kontrol sırasında redlenerek SAP'den düşülen hatalı lot adeti. Enjeksiyon prosesi sonucunda görsel kontrol değerlerinin iyileştirilmesi.				
3. Project goals (link measure to the project description)	Measures	Base	Current	Goal	Ideal Performance
A- Enjeksiyon Çıkış kalite sonuçları		de:0.55	de:0.47	De:0.4	de:0.47
B- ENCR		53132 ppm	5618 ppm	4000 ppm	5618 ppm
4. Results for the company	Entity saving: Real*: Potential*:		Schneider Electric saving: Real*: Potential*:		
	Business gains:		Risks reduction:		
5. Customer advantages					
6. Hypothesis and Key Success Factors	Yansanayiden gelen parçaların uygun olması, enjeksiyonda control parametrelerinin stabil ve doğru olması. Çalışanların bilgili ve becerili olması.				
7. Risks and Constraints	Adetin artması, kullanılacak yansanayi parçalarında hata çıkması, enjeksiyonda hammedde problemleri				
8. Support and needed budget	Ekip üyelerinin yardımları, SAP, fason geridönüşleri, GKK verileri, enjeksiyon ÇKK verileri				
9. Planning	D – Define : Confirm process perimeter, project object and goals, with sponsor and management committee. A high level process map SIPOC confirms the measures announced. M – Measure : Identify the key part of the process, select the key data with IPO and AMDEC. Collect and compile those key data, realise the gage R&R, calculate the process capability. A – Analyse : Realise the process and multivariable analysis, proceed the data analysis, identify the variable type, do a causes- effect study. Test the hypothesis. Realise a DoE. I – Improve : design new solutions for the process, realise DoE to develop improvement actions strategies. Build the implementation plan. C – Control : Implement the improvement actions and on-going monitoring plan on the process. Control the results. Institutionalise the improvements. Capitalise the acquired experience. Close the project.			Phase planned to be completed	Status
				13.11.2006	
				25.12.2006	
				29.01.2007	
				10.03.2007	
		10.04.2007			

*See Economical guide of Six Sigma projects

Date : 27.10.2003
Version : A

Schneider
Electric

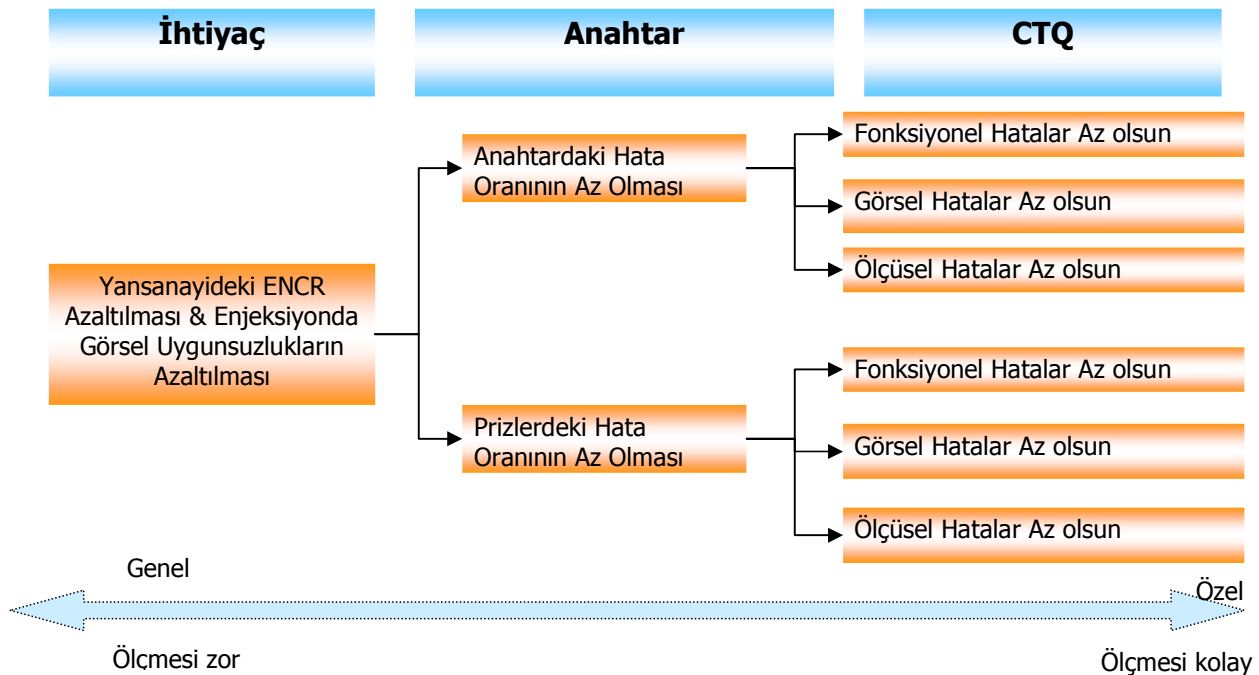
6.2.4. Projenin Hedefleri

Tablo 3: Proje Hedefleri

Business Case (What?)	Opportunity Statement (How?)																					
*Alia ürünleri üreten yansanayilerin Yansanayilerin ENCR değerlerinin düşürülmesi, * Enjeksiyon bölümündeki görsel uygunsuzlukların (de:0,4'ün altına indirilmesi) hedef değerin altına indirilmesi.	* Yansanayinin süreçleri iyileştirilerek gelen ürünlerdeki uygunsuzluk oranları düşürülecek, * Enjeksiyon departmanında süreçler ve makina parametreleri iyileştirilerek ürünlerdeki görsel uygunsuzlukların oranı düşürülecek.																					
Goal Statement (How Much?)	Project Scope (Where?)																					
* Yansanayi ENCR değerinin 10000 PPM' e düşürülmesi * Renk farklılığından dolayı yıllık 50396€ zararımızı %30 oranında azaltmak	In scope : Alia ürün grubundaki altyapılar ve alia ürün grununda kullanılan görsellik arz eden plastik parçalar.																					
Time Plan (When?)	Team (Who?)																					
<table><thead><tr><th>Activity</th><th>Start Date</th><th>End Date</th></tr></thead><tbody><tr><td>Control</td><td>10.04.2007</td><td></td></tr><tr><td>Improve</td><td>10.03.2007</td><td></td></tr><tr><td>Analyze</td><td>29.01.2007</td><td></td></tr><tr><td>Measure</td><td>25.12.2006</td><td></td></tr><tr><td>Define</td><td>13.11.2006</td><td></td></tr><tr><td>Start</td><td>10.10.2006</td><td></td></tr></tbody></table>	Activity	Start Date	End Date	Control	10.04.2007		Improve	10.03.2007		Analyze	29.01.2007		Measure	25.12.2006		Define	13.11.2006		Start	10.10.2006		Leader : Hakan YUKSEL Sponsor: Rıza BAYER Owner : İsrail METE Ahmet GEBECE Yaman BAS Atilla MENGEÇ
Activity	Start Date	End Date																				
Control	10.04.2007																					
Improve	10.03.2007																					
Analyze	29.01.2007																					
Measure	25.12.2006																					
Define	13.11.2006																					
Start	10.10.2006																					

6.2.5. Projenin Yapılmasındaki İhtiyaç ve Elde Edilmek İstenen Sonuçlar

Tablo 4: Proje Ağaç Diyagramı



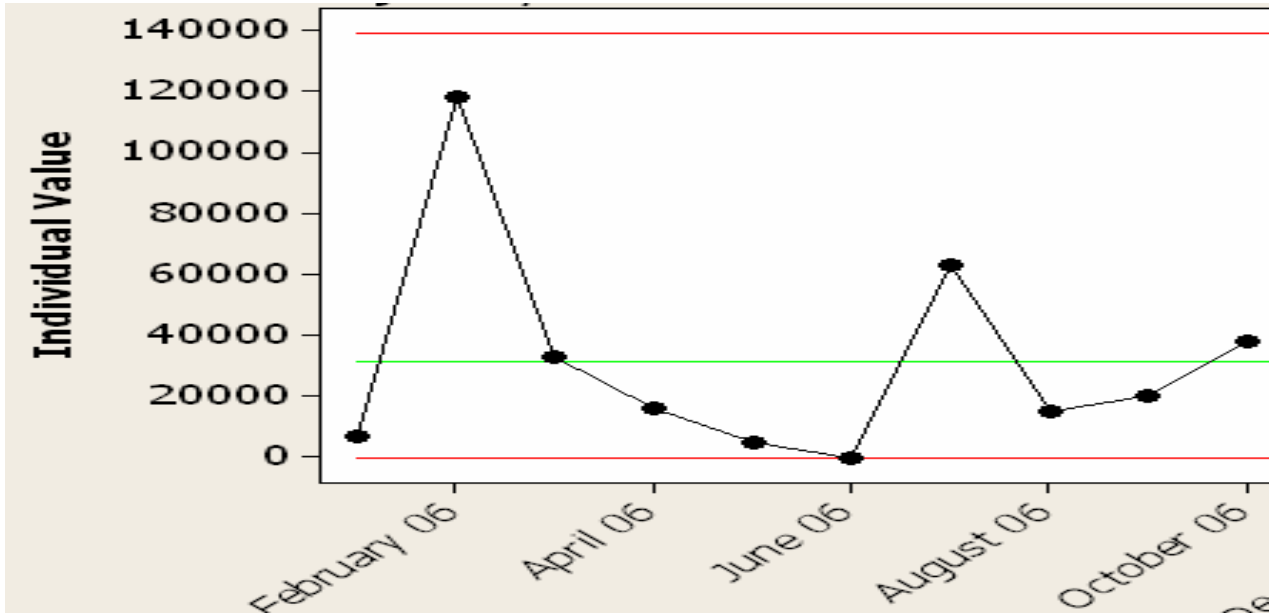
- ✓ Yansanayiden gelen parçalardaki ölçüsel farklılıklar
- ✓ Parçalardaki ölçüsel uygunsuzlukların azaltılması
- ✓ Parçalardaki fonksiyonel uygunsuzlukların azaltılması
- ✓ Parçalardaki görsel uygunsuzlukların azaltılması
- ✓ Plastik parçalardaki görsel uygunsuzlukların giderilmesi
- ✓ Ürünlerde yaşanan değişikliklerin sistemli takip edilmesi
- ✓ Soğutma suyunun uygun olmasının kontrol edilmesi

6.3. ÖLÇÜM AŞAMASI

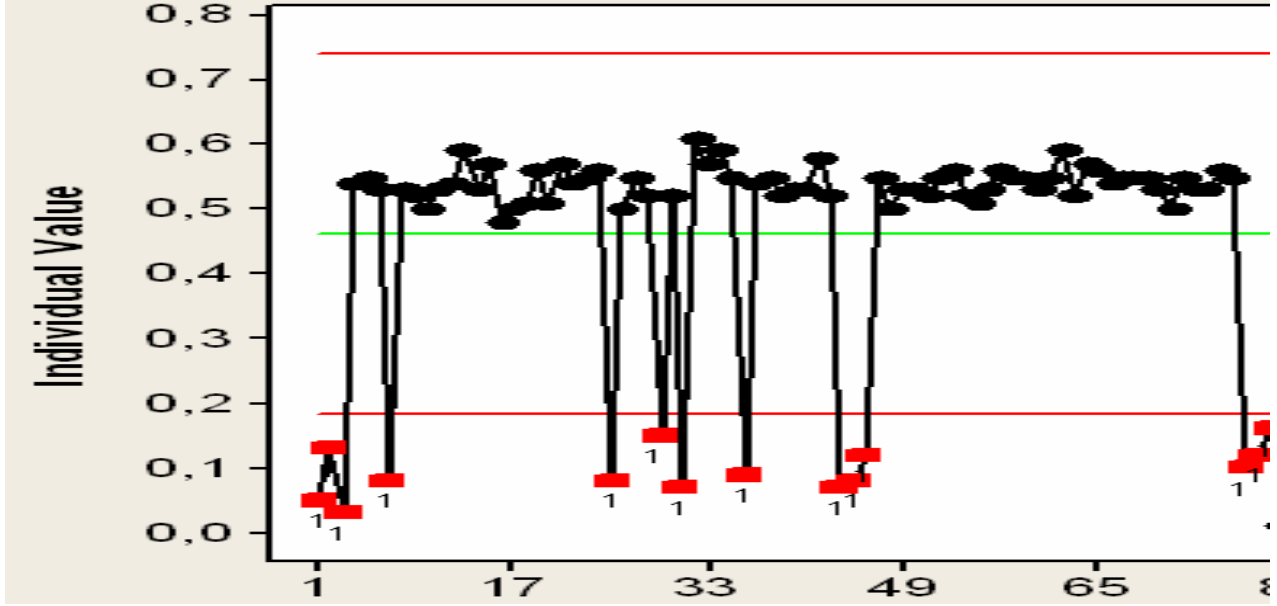
6.3.1. Geçmiş Aylardaki Verilerin İncelenmesi

Ölçüm aşamasında ilk olarak Alia modellerin altyapılarının montajlandığı yansanayinin Schneider Electric Giriş Kalite Kontrol' deki kontroller sırasında bulunan uygunsuzlukların geçmiş aylardaki trendleri ve hataların çeşitlilikleri ve aylık dağılımları kontrol edildi.

Şekil 19: Geçmiş Aylardaki Yansanayi Hata Trendi



Şekil 20: Enjeksiyon Bölümündeki Parçaların “de” Değerleri



Grafikte görüldüğü gibi enjeksiyonda üretilen plastik parçaların kolormetre cihazında ölçülmesi sonucunda alınan değerlerin genelinin $de > 0.5$ olduğu görülüyor. Yapılacak analizler sonucunda alınacak ölçüm değerlerinin tümünün $de < 0.4$ olması gerekmektedir.

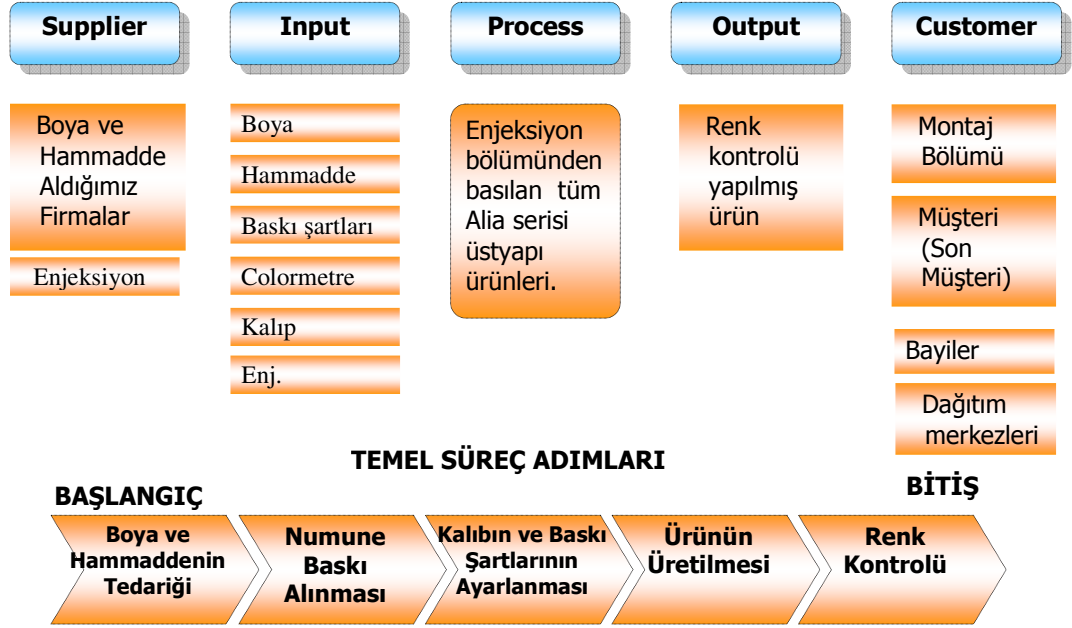
6.3.2. Plastik Parçanın SIPOC Süreçlerinin Belirlenmesi

SIPOC süreçlerinin belirlenmesindeki asıl amaç ürünün üretilmesindeki her adımın belirlenerek bu adımlardaki oluşan veya oluşabilecek uygunsuzlukların analiz aşamasında analiz edilerek ortadan kaldırılmasının sağlanmasıdır.

Proje bütününde üretilen bir ürünün kalitesel uygunsuzluklarının iyileştirilmesi ile ilgili olsada temelde 2 ayrı prosesi kapsamaktaydı. Bu yüzden 2 ayrı SIPOC adımı tanımlamanın daha iyi olacağına karar verildi.

6.3.3. Enjeksiyon Bölümündeki SIPOC Süreçleri

Şekil 21: Enjeksiyon Bölümünün SIPOC Süreçleri



6.3.3.1. Yansanayi

Hammaddelerin yansanayilerden istenirken, bizim süreçlerimize ve ürün kalitemize uygun hammaddelerin istenebilmesi için spektlerin tam olarak belirlenmiş olması gerekmektedir.

Plastik hammaddeler yansanayiden tedarik edildikten sonra giriş kalite kontrol sürecine girmeden direkt ambara alınmaktadır, nedeni ise plastik hammaddelerin kontrol edilebilmesi için alınan numunelerin enjeksiyon makinalarında basılması gerekmektedir. Makina ayarlarının tam oturtulmaması, numune miktarının makinaları çalıştırmak için yetmemesi ve numuneler denenirken makinalar meşgul olduğundan üretimdeki aksamalardan dolayı ilk kontrol yapılamamaktadır.

6.3.3.2. Girdiler

Plastik parçaların basılması için gerekli olan tüm malzeme ve ekipmanlar belirlenmeli ve bunlardan kaynaklı problemler ortaya çıkarılmalıdır. Bu parça ve ekipmanlar proje kapsamındaki görsel uygunsuzluklarda birebir etki sahibi olabilir.

6.3.3.3. Süreç

Süreç aşamasında parçaların makinalarda basımında görsel uygunsuzluklara neden olabilecek durumlar ortaya konulmaktadır.

6.3.3.4. Çıktılar

Bu süreç sonunda elimizde tek bir çıktımız bulunmaktadır, plastik parça. Bu parçanın görsel olarak uygun olması gerekmektedir. Uygunsuzlukları belirlemek için yöntemler geliştirilmelidir. Müşteriye kesinlikle uygunsuz ürün gönderilmemelidir.

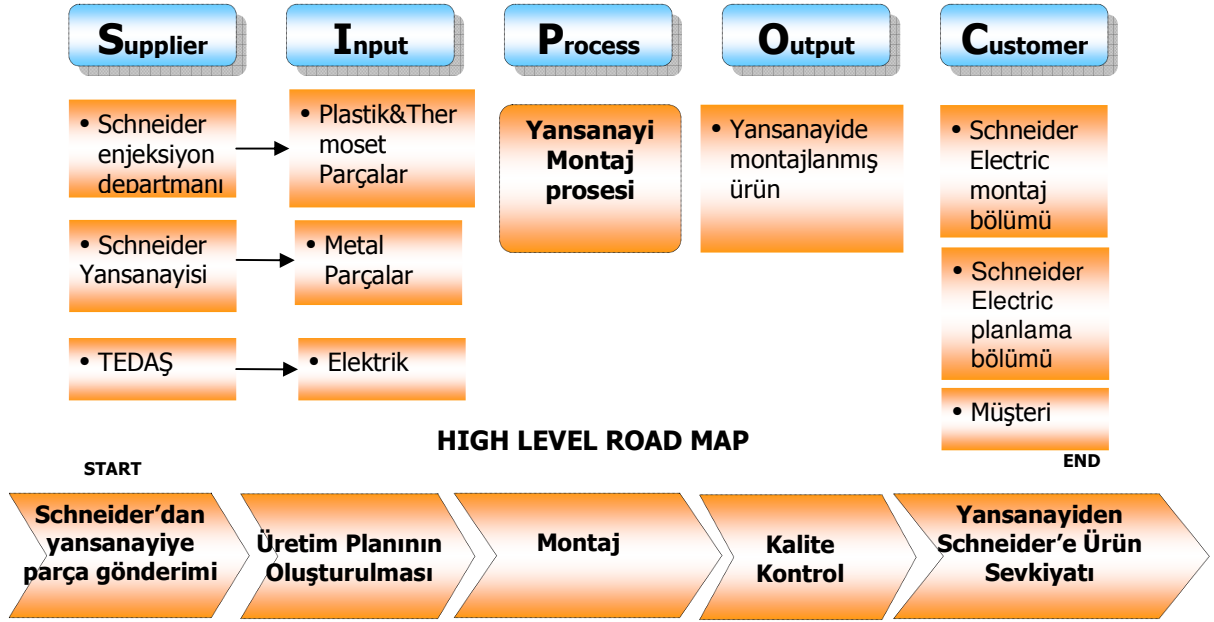
6.3.3.5. Müşteri

Müşteri olarak sadece son kullanıcıyı söylemek projenin kapsamını daraltmak anlamına gelebilir. Bu yüzden daha geniş düşünüldüğünde aslında plastik parçalar öncelikle montaj bölümüne daha sonra yurt dışındaki dağıtım merkezlerine, bayilere ve son olarak müşteriye (son kullanıcıya) gönderilmektedir. Görüldüğü gibi ara adımlarda birçok gizli müşteriler bulunmaktadır.

6.3.4. Yansanayide Montajı Yapılan Parçaların SIPOC Süreçlerinin Belirlenmesi

Problem ile ilgili olarak etkilenen tüm süreçler incelenerek SIPOC diyagramı oluşturulur.

Şekil 22: Yansanayinin Sipoc Süreçleri



6.3.4.1. Yansanayi

Schneider Electric firmasının sahip olduğu 150 adet yansanayiden ay içerisinde 25 milyon parça firmaya gelmekte ve bu parçaların tümü giriş kalite kontrol işlemlerine tabi tutulmaktadır. Daha sonra bu parçalar montajlanması için tekrar yansanayilere gönderilmekte, yansanayiden montajlanmış yarı montajlı parçalar firmaya geri gelmektedir.

Projenin kapsamı tam olarak belirlenmeli ve süreçte firmalar tam olarak analiz edilmeli ve süreçteki eksiklikler ortaya çıkarılmalıdır.

6.3.4.2. Girdiler

Proje kapsamındaki yansanayi montaj işlemini yaparken Schneider Electric yansanayisinden gelen altyapıları kullanmakta bunun yanısıra Schneider Electric

bünyesinde üretilen plastik parçaları kullanmaktadır. Bu parçaların tümünün ölçüsel, görsel ve fonksiyonel olarak uygun olması gerekmektedir ki yansanayi montajı sırasında problem yaratmasın. Ayrıca üründe fonksiyonel uygunsuzluk oluşmaması için montaj sırasında yanlışlık yapılmamalıdır.

6.3.4.3. Süreç

Firmada her süreçte hangi montaj işleminin yapılacağı, kullanılacak makina, aparat, master, ölçüm aletleri daha önceden Schneider Electric tarafından tanımlanmıştır. Montaj sırasında bu ekipmanların uygun çalışması ve oluşabilecek uygunsuzluklarda karışıklık olmaması için sistemin tekrardan gözden geçirilmesi gerekmektedir.

6.3.4.4. Çıktılar

Yansanayinin montajını yaptığı yarımamüller sistemin çıktılarıdır.

6.3.4.5. Müşteri

Müşteri olarak; yarı montajlı ürünün son montajını yapacak bölüm olduğundan Schneider Electric firmasının montaj bölümünü ve ayrıca tüm bu sürecin planlamasını yapan Schneider Electric planlama bölümünü gösterebiliriz.

6.4. ANALİZ AŞAMASI

Analiz aşamasının ilk adımında süreçlerin detaylı yol haritaları çıkarıldı. İlk olarak yansanayinin süreçleri detaylandırıldı ve daha sonrasında da fabrika bünyesindeki enjeksiyon bölümünün süreçleri detaylandırıldı.

6.4.1. Enjeksiyon Sürecinin Analiz Edilmesi

6.4.1.1. Enjeksiyon İçin Detaylı Süreç Şemalarının Hazırlanması

- Hammaddenin depodan alınıp enjeksiyondaki hammadde alanına getirilmesi
- Hammaddelerin silolara boşaltılması
- Hammaddenin sistem panosu ile makinaya gönderilmesi
- Boyanın depodan alınıp enjeksiyondaki boya raflarına getirilmesi
- Boyanın makina başına getirilmesi
- Kırmanın hazırlanması
 - Hurda ve yollukların toplanması
 - Hurda ve yollukların kırılması
 - Tartılması
 - Stoğa getirilmesi
 - Koliye konması
 - Tavlanması
 - Oransal valfe gönderilmesi
- Hammadde hazırlığının bitmesi
- Kalıbın hazırlanması
 - Kalıp ustalarının kalıp dosyasını kalıp bakımcılarına vermesi
 - Kalıp bakımcılarının ilgili kalıbı kalıp rafından alarak makinaya getirmesi
 - Kalıp ustalarının kalıbı mengene arasına yerleştirmesi
 - Kalıbın sabit kısmının pabuçlarının bağlanması
 - Mengene redüktör ayarının yapılması
 - İtici çektirmelerinin takılması
 - Kalıbın hareketli kısımlarının pabuçlarının bağlanması
 - Isıtıcıların devreye alınması

- Şartlandırıcıların kalıbın sabit kısmına takılması (Sıcak Su+Soğuk su)
- İtici ayarlarının yapılması
- Baskı şartlarının diskette makinaya girilmesi
- Baskı alınması

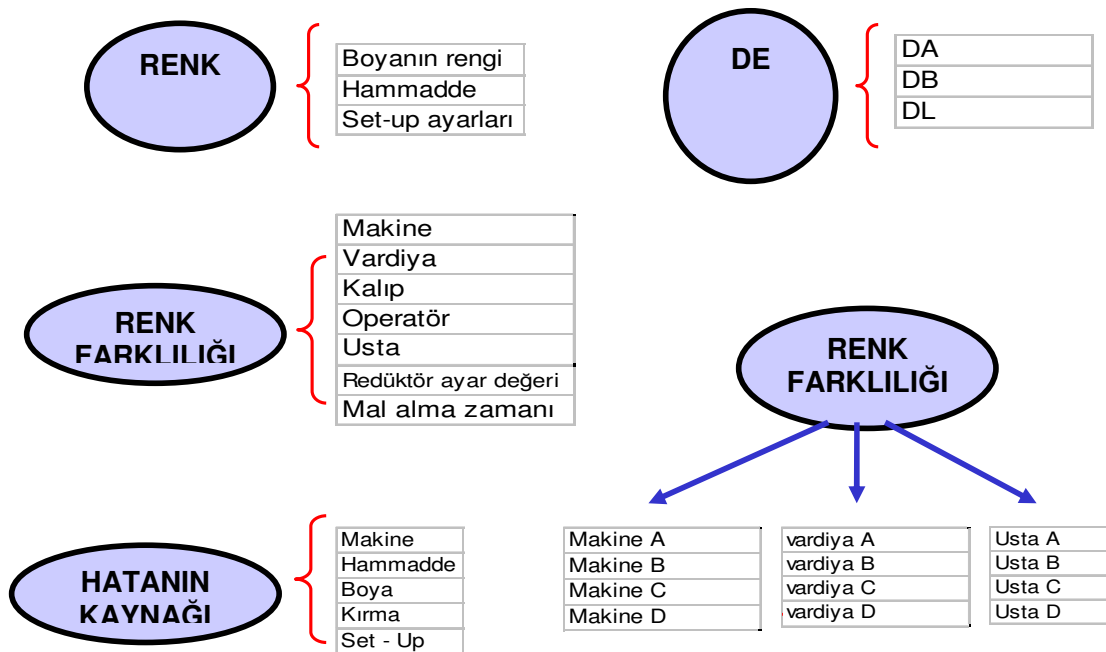
6.4.1.2. Parçalarının Renk Değerlerinin Belirlenmesi

- Parçaların görsel olarak uygunsuzluklarının giderilmesi ve üretimler arasındaki görsel uygunsuzlukların kaldırılması için parçaların görsel kontrollerinin “colormetre” adı verilen renk ölçüm cihazı ile yapılmasına başlanmıştır.
- Üretim esnasında yapılan kontroller sonucunda belirlenen referans değerler bilgisayara kaydedildi ve bundan sonraki kontroller bu referans renge göre yapılmaya başlandı.
- Yapılan kontrollerde sapma miktarı hesaplanarak red kararları buna göre verilmeye başlandı.

6.4.1.3. Renk ile ilgili Stratifikasyon Faktörleri

Parçanın rengini etkileyen tüm değişkenler parçanın stratifikasyon faktörleridir.

Şekil 23: Renk Tonlarının Stratifikasyon Faktörleri



Stratifikasyon faktörleri; hatanın kaynağının bulunması için yapılan analiz çalışmasıdır, burada yapılmak istenen hata olarak tanımlanan duruma etki eden faktörlerin belirlenmesi için kullanılır.

6.4.1.4. Önceliklendirme Matrisi

Müşteri gözüyle bakılarak hataya etki eden faktörlerin önceliklendirilmesi için “önceliklendirme matrisi” kullanılır. Bu matrisin mantığında her proses birbirinden ayrı düşünülerek çıktının müşteri için önemi göz önüne alınarak; en önemli için 9, önemsiz prosesler için puan düşürülerek en az 0 verilir.

Tablo 5: Enjeksiyon Bölümünün Önceliklendirme Matrisi

	Müşteri için önemi	9	
		1	
	Proses / Girdi Değişkenleri (Girdilerin çıktı üzerindeki etkileri nelerdir?)	RENK	Toplam
1	Redüktör Ayarı (Dozajlama)	9	81
2	Ocak ısısı	9	81
3	Mal alma ayarı (Basınç, hız, zaman)	9	81
4	Kırma oranı	9	81
5	Boyanın rengi	9	81
6	Hammaddenin renk değişikliği	5	45
7	Hammaddenin cinsi	5	45
8	Enj. Kovanının durumu	5	45
9	Enj. Ayarı (Hız, basınç, tutma)	5	45
10	Basılan malın gramajı	5	45
11	Kurutma derecesi - zamanı	1	9
12	Kalıbın durumu (Parlaklığı...)	1	9

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi yeşille boyanmış olan süreçler çıktıya en çok etki eden proseslerdir.

6.4.1.5. Veri Toplama Planı

Veri toplama sırasında üç adet öncelik belirlendi. İlk olarak ölçülen değerlerin ölçüm saatleri ve ölçüm sonucunda ortaya çıkan sonuçlar bulunmalıydı. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi günde üç defa ölçümler yapılmış ve her ölçüme ait değerler kaydedilmişti.

Tablo 6: Enjeksiyon Bölümünden Alınan Ölçümlere Ait Bilgiler

Data Name	Target No.	dE'ab(D65)	Judgement	L'(D65)	a'(D65)	b'(D65)	dL'(D65)	da'(D65)	db'(D65)
01.12.2006 07.00		0,39		93,51	-1,28	-0,34	0,39	-0,01	-0,02
01.12.2006 15.00		0,41		93,45	-1,16	-0,50	0,33	0,11	-0,21
01.12.2006 23.00		0,39		93,42	-1,24	-0,12	0,30	0,03	0,17

İkinci olarak dikkat edilmesi gereken hangi vardiyada hangi proses kontrolcünün ölçüm aldığıнын kontrol altına alınması gerekiyordu. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi ölçüm yapan proses kontrolcünün karşısına bir harf ile kod atanmış ve ölçümün yapıldığı makina ayarları kaydedilmiştir.

Tablo 7: “Ölçümü Yapan- Ölçüm Sonucu” ‘nın İncelenmesi

Ölçülen Yarımamül Adı	Ölçen	vardiya	Usta	Makine	REDÜKTÖR AYAR DEĞERİ	Mal Alma zamanı	Ocak Isısı
Çerçeve	gamze	B	Hicri	P34	445	8,14	245
Çerçeve	celal	C	Uğur	P34	445	8,2	245
Çerçeve	tarik	A	Atalay	P34	450	8,2	245

Son olarak makinaların enjeksiyon hızı ve enjeksiyon basınç parametreleri kayıt altına alınmıştır.

Tablo 8: Enjeksiyon Hızı-Enjeksiyon Basınç Parametreleri

Enjeksiyon Hızı			Enj. Basıncı
Enj. Zamanı	Art Basınç		Geri Basınç (Jonvai'de yok)
	Zaman	Basınç	
3,6	4	65	40
3,48	4	65	40
3,6	4	65	40

6.4.1.6. GAGE R&R Testi

Ölçüm yapan operatörlerden alınan ölçüm değerlerinin sağlıklı olup olmadığını belirlemek için yapılan analiz yönteminde dikkat edilen noktalar;

Repeatability

- "standart sapmayı doğru ölçüyor muyum?" sorusunun cevabını verir.
- toplam değişkenliğin doğru ölçüldüğünden emin oluruz.
- gage r & r < 0,30 olması idealdir.
- sonuçta ölçümün güvenilir olup olmadığına sapmaya göre bakılır.

Reproducibility

- "toleransı doğru ölçüyor muyum?" sorusunun cevabını verir.
- $p / t < 0,30$ olması idealdir. (p:precision, t:tolerance)
- sonuçta ölçümün güvenilir olup olmadığına toleransa göre bakılır.

Şekil 24: Gage R&R Testi Sonuçları

Source	StdDev (SD)	Study Var (5,15 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	
Total Gage R&R	0,0502763	0,258923	91,31	71,72	
Repeatability	0,0224722	0,115732	40,81	32,06	
Reproducibility	0,0449745	0,231619	81,68	64,16	
operator	0,0000000	0,000000	0,00	0,00	
operator*parca	0,0449745	0,231619	81,68	64,16	
Part-To-Part	0,0224490	0,115612	40,77	32,03	
Total Variation	0,0550606	0,283562	100,00	78,55	

İlk Ölçüm

Source	StdDev (SD)	Study Var (5,15 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	
Total Gage R&R	0,0155176	0,079915	37,80	25,70	
Repeatability	0,0152033	0,078297	37,04	25,18	
Reproducibility	0,0031073	0,016003	7,57	5,15	
Operator	0,0031073	0,016003	7,57	5,15	
Part-To-Part	0,0380041	0,195721	92,58	62,93	
Total Variation	0,0410501	0,211408	100,00	67,98	

İkinci Ölçüm

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi ilk ölçümde alınan sonuçlarda Repeatability ve Reproducibility değerlerinin her ikisi de istenilen toleransın (%30) üstünde olduğu görülmüştür.

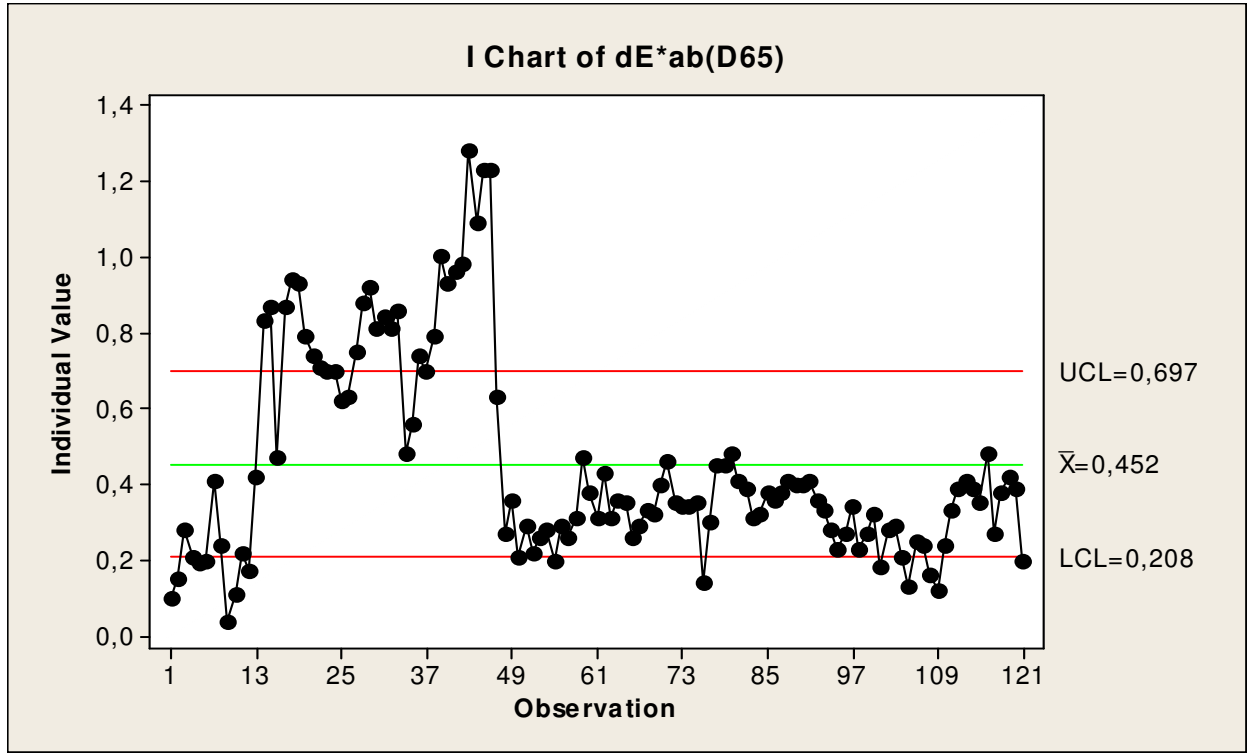
Ölçümü yapan kişilere verilen eğitimler sonucunda yapılan ikinci Gage R&R analizinde kontrolcülerin ölçüm değerlerindeki iyileşme yukarıdaki tabloda açıkça görülmektedir.

6.4.1.7. Kendinden Boyalı Olmayan Hammadeye Ait Grafiksel Analizler

Alınan veriler ile kontrol grafikleri çizilmiş bunun sonucunda

- Ortalama
- Üst kontrol limiti
- Alt Kontrol Limiti
- Spesifikasyon limitleri ile kontrol limitleri arasındaki değişim
- Hangi tarihlerde kontrol limitlerini dışına çıktığı yani süreçte bir problem olup olmadığı görülmüştür.

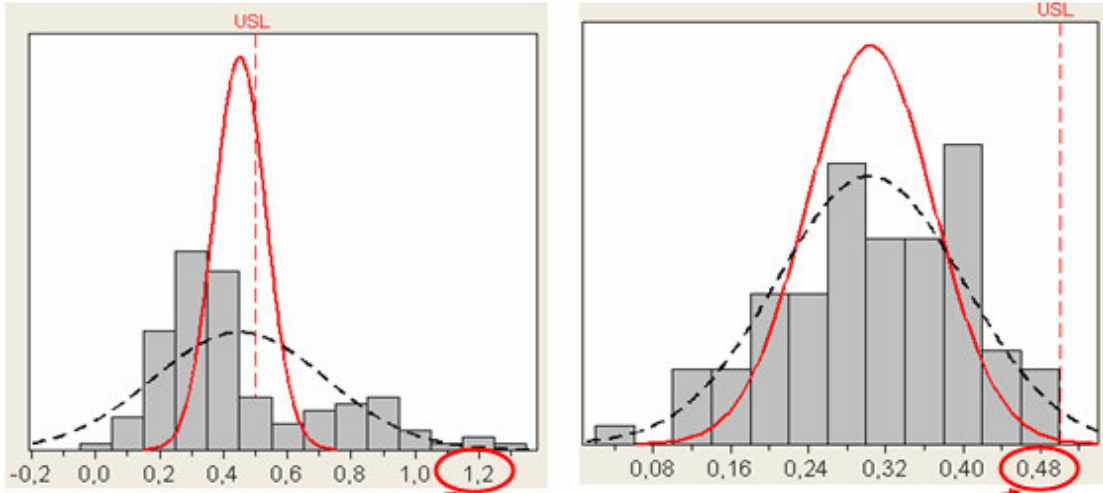
Şekil 25: Hammade Değişikliği Sonucunda Boya Tonunun Önce Sonra Analizi



Alınan veriler ile normal dağılım grafikleri çizilmiş bunun sonucunda

- Değişkenliğin toplandığı aralık
- Değişkenliği minimize etmek için kontrol altına alınması gereken noktalar görülmüştür.

Şekil 26: Aksiyon Sonucunda Normal Dağılım Grafiğindeki Değişim

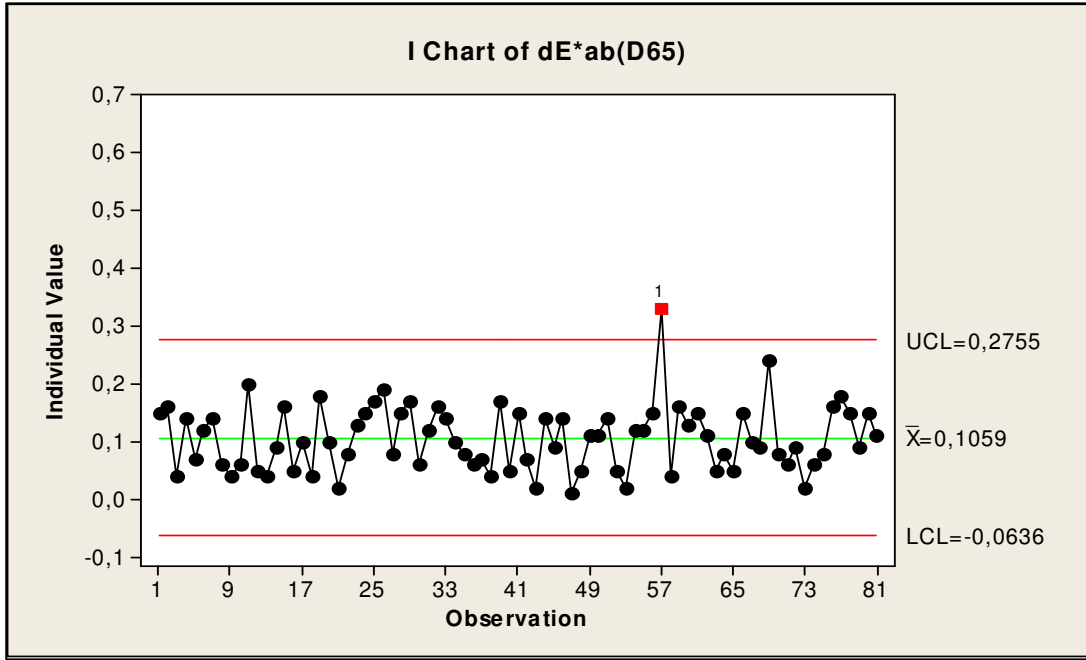


Sürecimizdeki önemli AZGİRDİLERİ kontrol altına alarak değişkenliği minimize edip ($<0,5$) renk farklılığı problemini en aza indirebiliriz.

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi az girdiler kontrol altına alınıp merkeze doğru kaydırıldığı takdirde renk farklılığı problemi de minimize edilmiş olacaktır.

Bu analizlere bağlı olarak prosesi daha farklı olan kendinden boyalı hammadde ile yeni denemeler yapım kararı alınmış olup yapılan kontrol ile ilgili grafikler aşağıda görülmektedir.

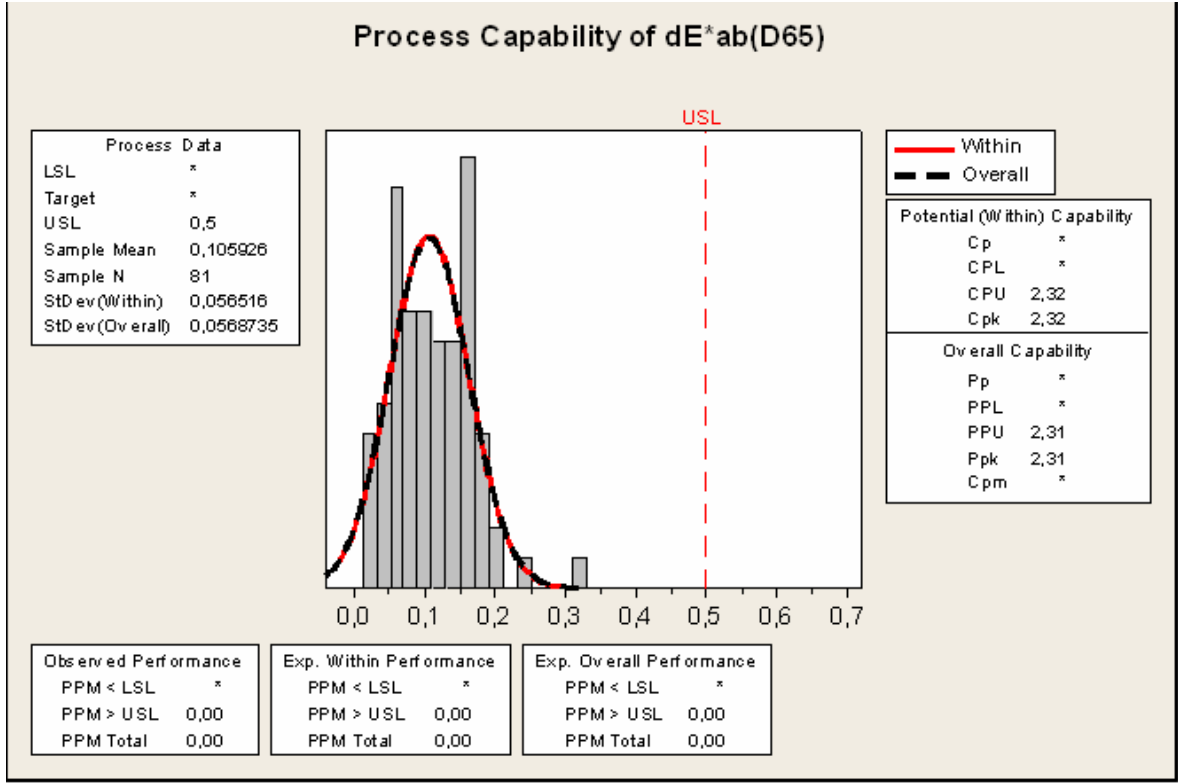
Şekil 27: Renk Değerlerinin İstatistiksel Kontrol Grafiği



Grafikte görüldüğü gibi ölçüm sonuçları daha optimize edilmiş bir ölçüm değeri dışında diğer tüm ölçümler kontrol limitleri arasında kalmıştır. Kendinden boyalı olmayan hammaddeye göre Kontrol limitleride daralmıştır. Spesifikasyon limitlerinin $\pm 0,5$ olduğunu düşünürsek, kontrol limitlerinin daha dar olduğu görülmektedir. Buna göre Makina ayarları istenen spesifikasyon limitlerinin hayli altında çalışıyor anlamına gelmektedir.

Bu analiz sonucunda proses kapasitesi (İPK) çalışması yapılmış olup prosesin kontrol altında olup olmadığı istatistiksel olarak kontrol edilmiştir. Aşağıdaki grafikte de görüldüğü gibi ölçüm değerleri normal dağılım grafiğine tam olarak uyum sağlamaktadır. Projenin başında hedeflenen az girdilerin minimuma indirgenmesi başarılmıştır, dolayısıyla CPK değeri de 2,33 olarak çıkmış, olması gerekenin (1,33) üstünde olduğu görülmüştür.

Şekil 28: Enjeksiyon Bölümü Proses Kapasitesi Ölçüm Grafiği

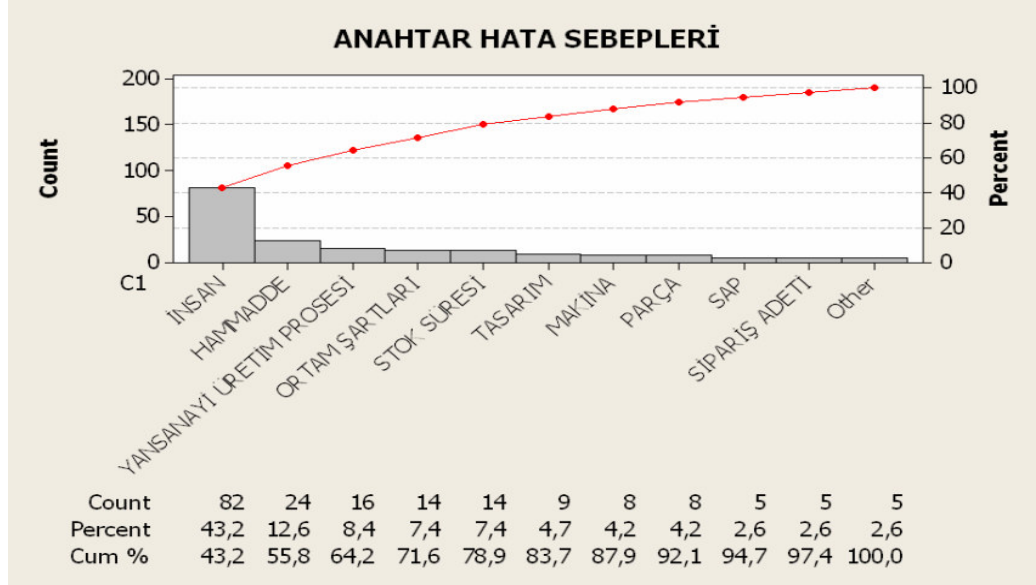


Tüm bu veriler ışığında yapılan aksiyonun olumlu sonuç verdiği görülmüştür.

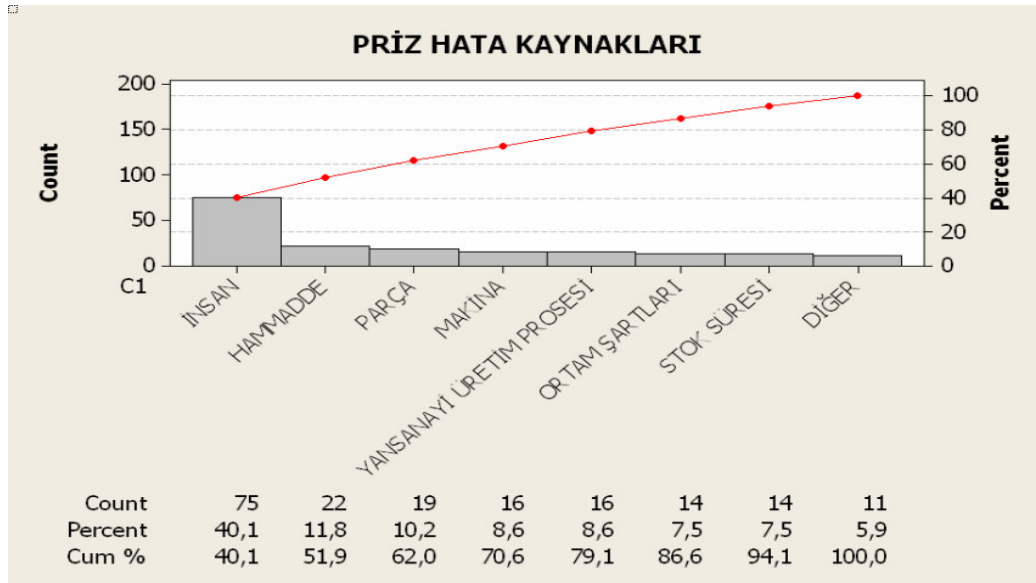
Yansanayide incelemeler yapılırken son bir sene içerisinde giriş kalite kontrolde yapılan kontroller sırasında bulunan uygunsuzluklar incelendi.

Veriler incelenmiş ve hata sebepleri pareto grafikleri aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 29: Anahtar için Yansanayi Hata Kaynakları



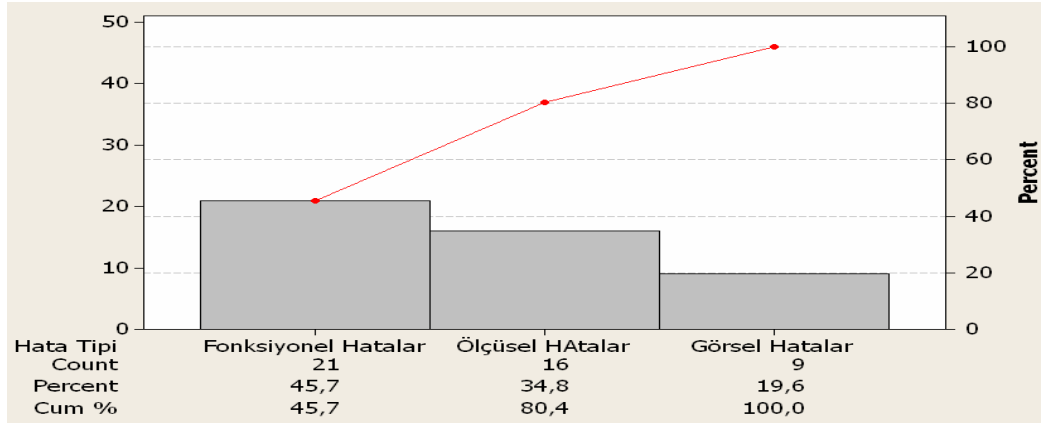
Şekil 30: Priz için Yansanayi Hata Kaynakları



Her iki grafikte de görüldüğü gibi hataların büyük çoğunluğunun insan (çalışan operatör) kaynaklı olduğu görülmüştür.

Ayrıca hataların büyük çoğunluğunun fonksiyonel hatalardan oluştuğu görülmüştür. Aşağıdaki pareto grafiğinde bu durum görülmektedir.

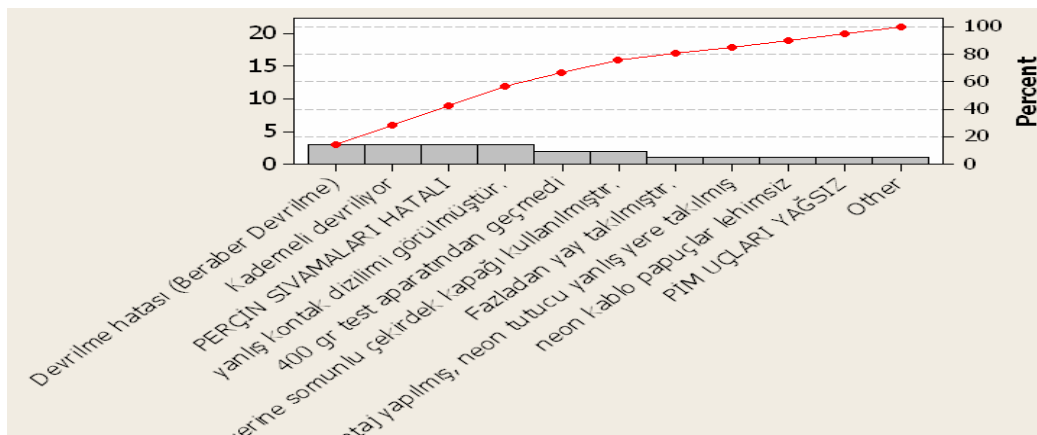
Şekil 31: Yansanayide Yaşanan Hata Türleri



Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi Fonksiyonel hataların giderilmesi durumunda hataların %45'lik bölümü yok edilmiş olacaktır. Bu durum tüm uygunsuzlukların yarıya ineceği anlamına gelmektedir.

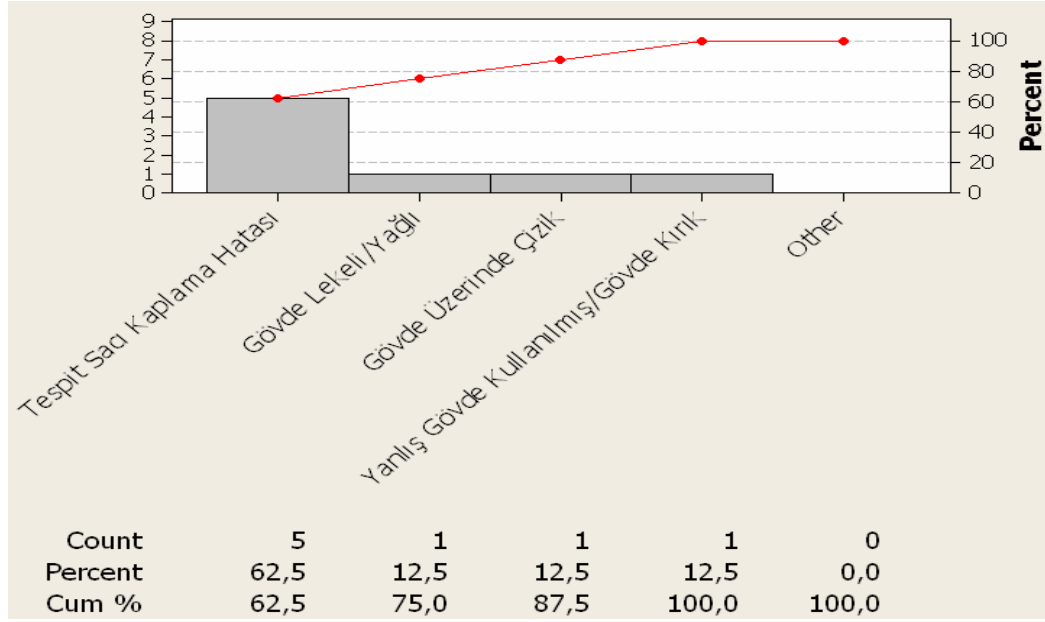
Bu analize bağlı olarak fonksiyonel hataların daha detaylı olarak inceleyerek hataların neler olduğunu ortaya çıkarmak için aşağıda belirtilen pareto grafiği oluşturuldu.

Şekil 32: Hata Türlerinin Detaylandırılması



Aynı analizler görsel hatalar içinde oluşturuldu, aşağıdaki grafikte de görüldüğü gibi görsel hataların %62,5 'i bir hata koduna ait olarak ortaya çıkmıştır.

Şekil 33: Görsel Hata Tipleri



Bu analizlerin ışığında elde edilen sonuçları değerlendirmek ve aksiyonlar almak için FMEA analizi yapılmasına karar verildi.

Tablo 9: Yansanayi Prosesi İçin FMEA Analizi

Süreç/Komponent	Potansiyel Hata Türü	Potansiyel Hata Etkisi	S	Potansiyel Sebeup/ Hata Oluşumu	O	Mevcut Kontroller	D	RPN
İncelenen süreç adımı nedir?	Hata türünün oluşmasını sağlayan işletmede görünen olaylar nelerdir?	Müşteri beklentilerindeki etkisi nedir?	Müşteri üzerinde bu etki ne derece önemli?	Kritik girdilerin beklenenin (toleransların) dışında olmasının sebepleri nelerdir? S&S matrisindeki temel girdi değişkenlerinden başlayın.	Sebeup ya da hata türü ne?	Sebebin ya da hata türünün oluşmasını engelleyecek mevcuttaki kontrol ve prosedürler nelerdir?	Sebeup ya da hata türü ne?	
Çekirdeğin tespit sacına takılması ALİA, KELEBEK, KÖŞK	TIRNAKLARIN OTURMAMASI,EKSIK YADA ÖLÇÜSÜ BOZUK	FONKSİYONEL PROBLEM	8	İNSAN	8	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ	8	512
Çekirdeğin tespit sacına takılması SEDNA	TIRNAKLARIN OTURMAMASI,EKSIK YADA ÖLÇÜSÜ BOZUK	FONKSİYONEL PROBLEM	8	PARÇA	8	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ	8	512
Kontakların çekirdeğe dizilmesi (İŞİKLİ SERİSİ)	YANLIŞ DİZİLİM,HATALI KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	9	İNSAN	7	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ ,APARAT KONTROLÜ	7	441
Anahtar ayakların tespit sacına vidalanması	UZUN AYAĞIN YAMULMASI YERİNDEN ÇIKMASI,	BANTDA ÜRETİM YAPILAMAMASI, VERİM DÜŞMESİ	8	TASARIM	9	MASTAR YOK, GKK VAR, TALİMAT VAR	6	432
Anahtar ayakların tespit sacına vidalanması	UZUN AYAĞIN YAMULMASI YERİNDEN ÇIKMASI,	BANTDA ÜRETİM YAPILAMAMASI, VERİM DÜŞMESİ	8	HAMMADDE	8	MASTAR YOK, GKK VAR, TALİMAT VAR	6	384
Kontakların çekirdeğe dizilmesi STOR,VAVİEN+VAVİEN, DEVIATÖR	YANLIŞ DİZİLİM,HATALI KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	9	İNSAN	5	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ,	7	315
çekirdeğin tespit sacına takılması ALİA, KELEBEK, KÖŞK	TIRNAKLARIN OTURMAMASI,EKSIK YADA ÖLÇÜSÜ BOZUK KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	6	PARÇA	6	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ	8	288
GÖRSEL KONTROL	Hataların görülememesi	Hatalı Malzeme fabrikaya girebilir.	9	İNSAN	5	GKK Föyü	5	225
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	İNSAN	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	MAKİNA	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	HAMMADDE	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	ORTAM ŞARTLARI	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	STOK SÜRESİ	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Fasondan Metesana Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	METESAN MONTAJINI YAPAMAZ	9	YANSANAYİ ÜRETİM PROSESİ	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Metesandan Fasona Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	FASON YANLIŞ MONTAJ YAPILABİLİR	9	İNSAN	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Metesandan Fasona Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	FASON YANLIŞ MONTAJ YAPILABİLİR	9	HAMMADDE	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Metesandan Fasona Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	FASON YANLIŞ MONTAJ YAPILABİLİR	9	ORTAM ŞARTLARI	6	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	162
Metesandan Fasona Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	FASON YANLIŞ MONTAJ YAPILABİLİR	9	STOK SÜRESİ	6	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	162
Metesandan Fasona Parça Sevkiyatı	YANLIŞ SEVKİYAT(Kalitesel Problemler açısından Yanlış Sevkiyat)	FASON YANLIŞ MONTAJ YAPILABİLİR	9	YANSANAYİ ÜRETİM PROSESİ	8	Föy sistemi, enjeksiyon çkk ve prosesçileri, fason proses kontrolü, ambar yönetim sistemi	3	216
Levye pimlerine yay takılması ANAHTAR	EKSIK YAY, YAĞLANMAMA, HATALI KOMPANENT	DEVİRLME PROBLEMİ, ÇİFT DEVİRLME,	8	İNSAN	5	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ, MONTAJ BANTLARI	5	200
çekirdeğin tespit sacına takılması SEDNA	TIRNAKLARIN OTURMAMASI,EKSIK YADA ÖLÇÜSÜ BOZUK KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	8	İNSAN	3	TALİMAT , GKK, FASON PROSES KONTROLÜ	8	192

Proses FMEA sonucunda oluşan tüm uygunsuzluklar prosesin adımları baz alınarak değerlendirilmiş, müşteriye etkisi ve uygunsuzluğun yaşanma şansı göz önüne alınarak puanlar verilmiştir. Sonuç olarak ortaya çıkan değerler, büyükten küçüğe doğru sıralanarak büyük değerden itibaren aksiyonlar belirlenmiştir. Her aksiyon için sorumlu ve aksiyonun tamamlanma tarihi atanmış ve sonuçlar takip edilmeye başlanmıştır.

6.5. GELİŞTİRME AŞAMASI

6.5.1. Yansanayi Sürecinde Yapılacak İyileştirmeler

Bu aşamada daha önce yapılan ölçüm ve analizlerin ışığı altında Yansanayi prosesinde meydana gelen hatalar ile ilgili aksiyonlar alınmıştır, aksiyonlardan bazılarını aşağıdaki tabloda görebilirsiniz:

Tablo 10: FMEA Analizi Sonrasında Alınan Aksiyonlar

				AKSİYON
Çekirdeğin tespit sacına takılması ALİA,	AYAĞIN VE TIRNAKLARIN OTURMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK
Çekirdeğin tespit sacına takılması ALİA,	AYAĞIN VE TIRNAKLARIN OTURMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	PARÇA	1-UKF'LER KONTROL EDİLECEK AR-GE İLE PAYLAŞILACAK 2- KONTROL YÖNTEMİ PARÇANIN KRİTİKLİĞİNE GÖRE ARTTIRILIP AZALTILACAK
Çekirdeğin tespit sacına takılması KELEBEK, KÖŞK,ELKO	AYAĞIN VE TIRNAKLARIN OTURMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK
Çekirdeğin tespit sacına takılması KELEBEK, KÖŞK,ELKO	AYAĞIN VE TIRNAKLARIN OTURMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	PARÇA	1-UKF'LER KONTROL EDİLECEK AR-GE İLE PAYLAŞILACAK 2- KONTROL YÖNTEMİ PARÇANIN KRİTİKLİĞİNE GÖRE ARTTIRILIP AZALTILACAK
ALİA VE SEDNA TESPİT SACLARININ KARIŞTIRILMASI	MÜŞTERİYE FARKLI SAC GÖNDERİLİR	GÖRSEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK 2- KAPASİTE DENGELERİNE GÖRE SADECE SEDNA VEYA SADECE ALİA ÜRETİLEBİLİR Mİ ÇALIŞILACAK
ÇEKİRDEK KAPAĞIN ÇEKİRDEĞE OTURMAMASI ALİA,KELEBEK, KÖŞK,ELKO	MONTAJIN UYGUN ŞEKİLDE YAPILMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK
ÇEKİRDEK KAPAK MANDALININ EKSİK BASKI OLMASI ELKO	MONTAJIN UYGUN ŞEKİLDE YAPILMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	PARÇA	1-UKF'LER KONTROL EDİLECEK AR-GE İLE PAYLAŞILACAK 2- KONTROL YÖNTEMİ PARÇANIN KRİTİKLİĞİNE GÖRE ARTTIRILIP AZALTILACAK
Çekirdeğin tespit sacına takılması ADAPTÖRÜ TIRNAKLARI KIRILIYOR SEDNA	TIRNAKLARIN OTURMAMASI	FONKSİYONEL PROBLEM	PARÇA	1-UKF'LER KONTROL EDİLECEK AR-GE İLE PAYLAŞILACAK 2- KONTROL YÖNTEMİ PARÇANIN KRİTİKLİĞİNE GÖRE ARTTIRILIP AZALTILACAK 3- ENJEKSİYON HAMMADESİ DEĞİŞTİRİLECEK
Kontakların çekirdeğe dizilmesi (IŞIKLI SERİSİ) ELKO+SEDNA	YANLIŞ DİZİLİM,HATALI KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK 2- %100 KONTROL İLE DEVAM EDECEK
IŞIKLI SERİSİNDE IŞIKLARIN YANMAMASI (YAY ATMA PROBLEMİ) (IŞIKLI SERİSİ SEDNA)	YANLIŞ DİZİLİM,HATALI KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	PARÇA	ARGE
IŞIKLI SERİSİNDE IŞIKLARIN YANMAMASI (YAY ATMA PROBLEMİ) (IŞIKLI SERİSİ SEDNA)	YANLIŞ DİZİLİM,HATALI KOMPANENT	FONKSİYONEL PROBLEM	İNSAN	1- TALİMATLAR GÜNCELLENECEK

6.5.2. Enjeksiyon Sürecinde Yapılacak İyileştirmeler

- Boyasız hammaddeden, kendinden boyalı hammaddeye geçilmelidir.
- Malzeme kimyasal özelliklerindeki değişkenlik kontrol altına alınmalıdır.
- Makina parametreleri kontrol altında tutulmalıdır.
- Ölçüm sıklıkları artırılmalıdır. Özellikle proje sonucunda çıkan kritik parçalar için ekstra kontroller konmalıdır.
- Kalıp temizlikleri düzenli olarak yapılmalıdır.
- Problemleri olarak belirlenen kalıplar revizyona alınmalıdır.
- Parçalar hakkında üretim kontrol föyleri oluşturulmalıdır.
- Ölçümleri yetkinlik sahibi (Gage R&R analiziyle kontrol edilmiş) proses kontrolcüler yapmalıdır.
- Operatörlerin ölçüm yeterlilikleri sürekli kontrol edilip geliştirilmesi için gerekli eğitimler verilmelidir.

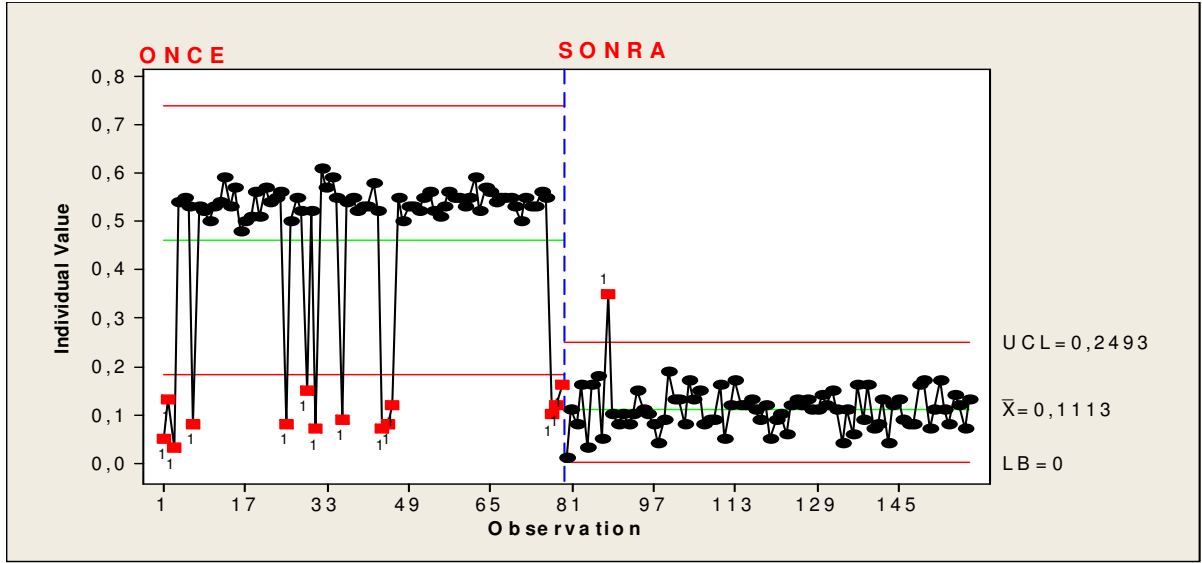
6.6. KONTROL AŞAMASI

Kontrol aşamasında proseslerin zaman içerisindeki trendleri gözlenmiş alınan aksiyonların işe yarayıp yaramadıkları kontrol edilmektedir.

6.6.1. Enjeksiyon Prosesi

Enjeksiyon prosesinde yapılan en büyük aksiyon olan kendinden boyalı hammaddeye geçiş aksiyonunun sonucu aşağıdaki Önce-Sonra analizinde de açık olarak görülmektedir.

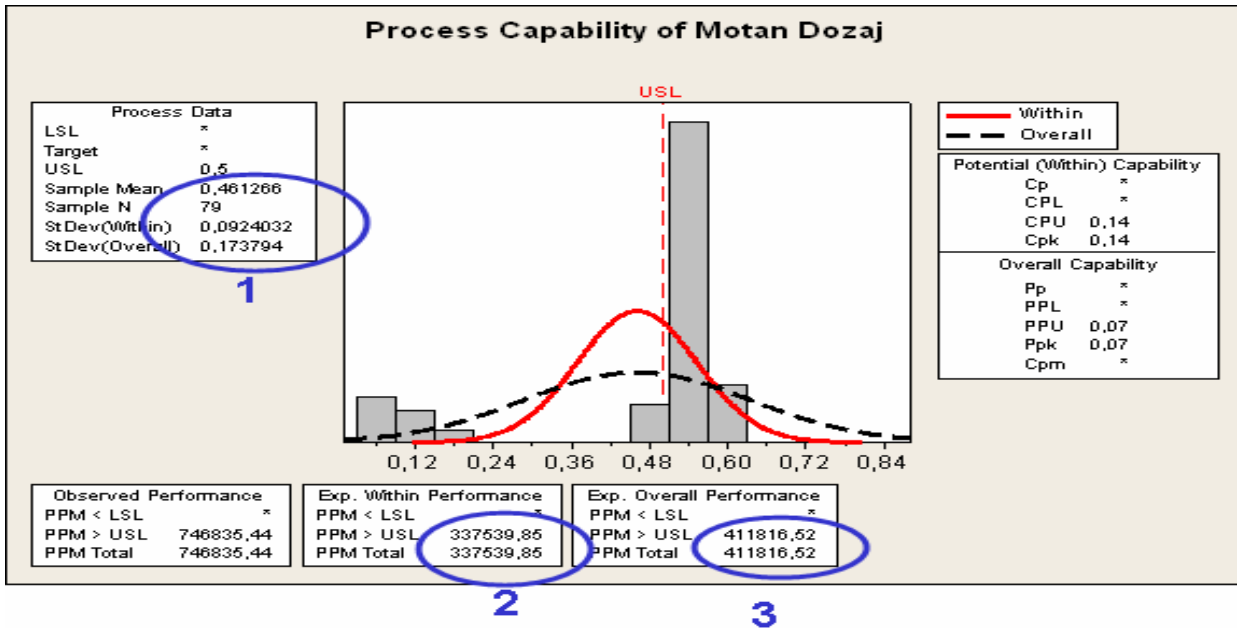
Şekil 34: Alınan Aksiyonlar Sonucunda Hata Miktarının Önce-Sonra Analizi



Önce sonra grafiğinde görüldü üzere probleme yol açan görsel uygunsuzluklar colormetre cihazı ile ölçülmeye başlanmış, spektler belirlenmiş ve bu spektlerdeki daralma matematiksel olarak analiz edilmiştir.

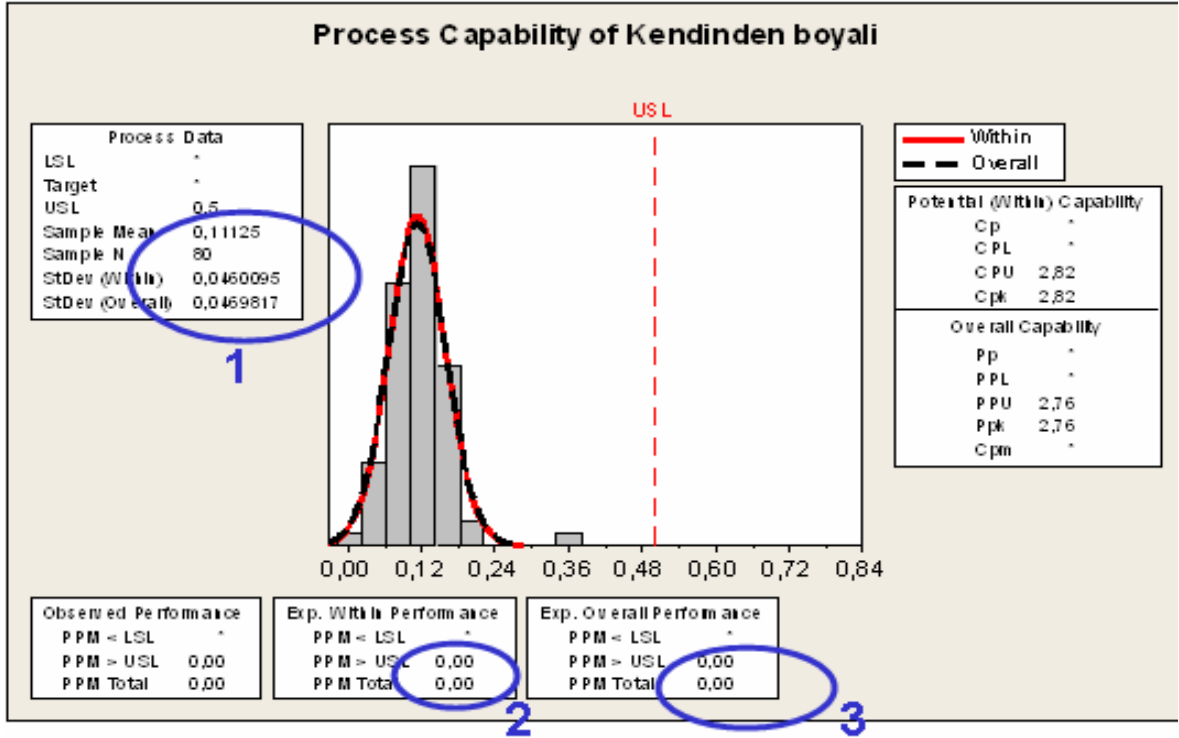
Projenin başında, aşağıdaki normal dağılım grafiğinde görüldüğü gibi CPK değeri **0,14**, ortalama **0,46**, standart sapma **0,17** seviyesindedir.

Şekil 35: Cpk Değerlerinin Değişimi



Proje sonunda, aşağıdaki normal dağılım grafiğinde gördüğünüz gibi CPK değeri **2,82**, ortalama **0,11**, standart sapma **0,04** olmuştur.

Şekil 36: Aksiyonlar Sonucunda Değişen Süreç Yeterliliğinin Kontrolü



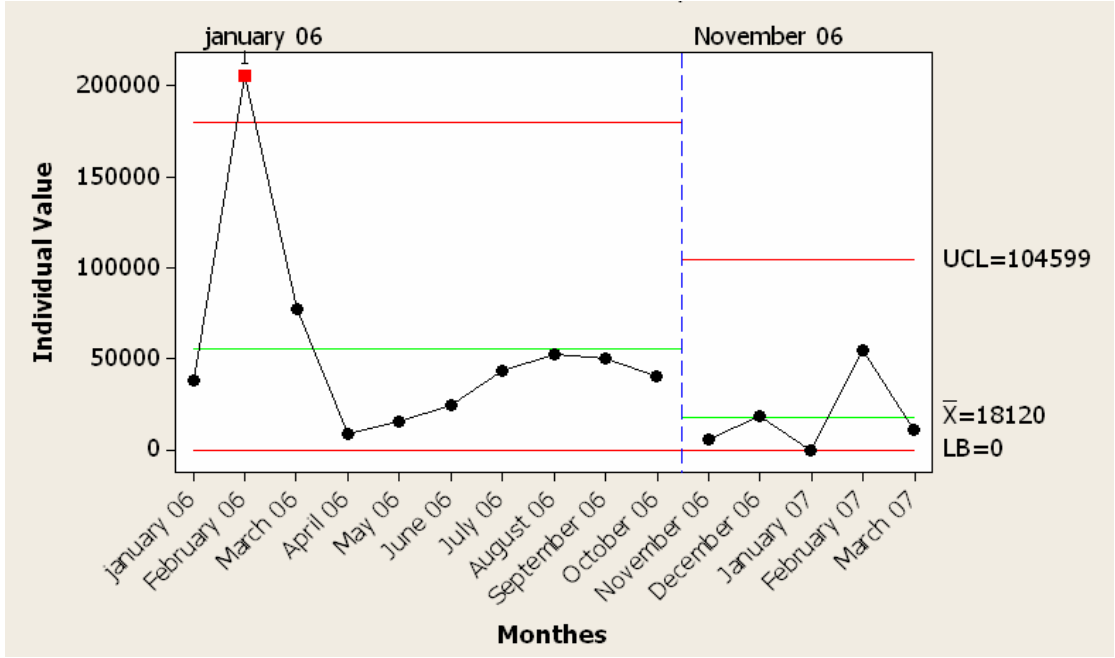
Yukarıdaki analizlerde de görüldüğü gibi enjeksiyonda yapılan aksiyonlar etkilerini olumlu olarak göstermiş, uygunsuzluk olarak gösterilen renk tonu problemi istenilen spesifikasyonların içine alınmıştır.

6.6.2. Yansanayi Prosesi

Yansanayi posesindeki görülen uygunsuzluklara karşı alınacak aksiyonlara bağlı olarak oluşan iyileştirme giriş kalite kontroldeki uygunsuzluk oranlarından takip edilmektedir.

İyileştirmenin daha net görülebilmesi için aşağıdaki önce-sonra grafiğini incelendiğinde:

Şekil 37: Yansanayinin Uygunsuzluk Oranlarının Önce - Sonra Analizi



Son 14 aylık giriş kalite kontrol redleri (ENCR) değerlerinin trendi incelendiğinde ortalama değeri 50000 ppm' lerdeyken alınan aksiyonlara bağlı olarak ortalama 18120 ppm seviyelerine inmiştir. Aksiyonların tümünün sonuçlanmadığını gözönüne aldığımızda ilerleyen aylarda hedef olarak görülen 10000 ppm değerinin altına inip inmediği kontrol edilmeye devam edecektir.

Projenin yansanayi ile ilgili bölümünde hedefler tam olarak yakalanmamış olarak gözüksede başarılı olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde iki haneli büyümeyi sürdürebilmenin ve değişen pazarlara ayak uydurabilmenin tek yolu sürekli yenilik yapmak ve organizasyonu değişen şartları karşılayacak şekilde yeniden yapılandırmaktır. Altı Sigma, organizasyonun kendini sürekli yenileyebilmesi için gerekli yetenek ve kültürü yaratır.

Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerde alınan sonuçlar son derece olumludur. Bu sayede Altı Sigma tüm dünyadaki şirketlerde uygulanan bir yöntem haline gelmiştir. Uygulandığı firmaların elde ettikleri milyonlarca dolarlık kazançlar, bu yöntemin firmalar için yararını ispat etmektedir.

Amerika' da uygulanmaya başlayan ve günümüzde hızla tüm dünyaya yayılan Altı Sigma, ülkemizin önde gelen büyük firmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde faaliyet gösteren uluslararası bir şirket olan Schneider Electric de Altı Sigma metodolojisini 2003 yılından bu yana kullanmaktadır.

Firma içerisindeki üretim süreçlerinin iyileştirilmesi ile müşteri memnuniyetinde artış sağlayan Schneider Electric, yaptığı onlarca proje ile tecrübelerini arttırmış, Altı Sigma' yı tüm süreçlerinde uygulanır hale getirmiştir.

Bu projede firmanın yansanayilerinden biri ve firmanın bünyesindeki enjeksiyon bölümünde yaşanan kalitesel uygunsuzluklar ele alınmış olup Altı Sigma yöntemi uygulanarak uygunsuzluk oranları istenilen seviyeler düşürülmüştür. Uygunsuzluklardaki azalmalara bağlı olarak firma maddi olarak 26.000 Euro kazanç sağlamıştır.

Sonuç olarak Altı Sigma metodolojisi uygulanan şirketlerin elde ettikleri kazançlar arasında;

- Herkes için bir performans hedefi belirler. Çok uluslu şirketlerde, herkesin aynı doğrultuda çalışmasını ve ortak bir hedefe yönelmesini sağlamak oldukça güçtür. Her bir departman, çalışma birimi ve bireyin farklı beklenti ve hedefleri vardır. Ama herkes için ortak olan şey, ürünlerin, hizmetlerin yada bilgilerin müşteriye sunulmasıdır.

- Müşteriye sunulan değeri artırır. Her sanayi kolunda giderek güçleşen rekabet koşulları yüzünden, yalnızca iyi yada hatasız ürün yada hizmet sunmak başarı için yeterli olmayacaktır. Altı Sigma 'nın özünde müşteriye odaklanmanın anlamı, değerin müşteriler için ne anlama geldiğini öğrenmek ve bu değerin onlara karlı biçimde nasıl sunulacağını planlamak demektir.

- İyileşme oranını artırır. En hızlı iyileşmeyi gerçekleştiren taraf, muhtemelen rakipleri arasında bu yarışı kazanan taraf olacaktır. Altı Sigma, pek çok disiplinden bünyesine kattığı araç ve düşünceler sayesinde, bir şirketin yalnızca performansını iyileştirmesini değil, aynı zamanda iyileştirmeyi de iyileştirmesini sağlar.

- Öğrenmeyi ve bilginin yayılımını destekler. Altı Sigma, gelişmeyi ve yeni düşüncelerin bütün kuruluş tarafından paylaşılmasını artırılabilen ve hızlandırabilen bir yaklaşımdır.

- Stratejik değişimi gerçekleştirir. Yeni ürünler sunmak, yeni risklere girmek, yeni pazarlara açılmak, yeni şirketler satın almak; eskiden arada sırada yapılan bu işler, artık pek çok şirketin günlük yaşamının bir parçasıdır, bu durumda 6 sigma alınacak stratejik kararlarda kararı tüm aşamaları ile değerlendirmede yardımcı olur.

KAYNAKLAR

Arıcı, Hüsnü, **İstatistik Yöntemler ve Uygulamalar**, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1981

Aritürk, Tümer, **Altı Sigma Metolojisinin Arçelik A.Ş. Yayılımı ve Uygulanması. KalDer 10.Ulusal Kalite Kongresi**, İstanbul, Kasım 2001.

Aslan, Demir, **Kalite Kontrol (Proses Kontrol ve Toplam Kalite**, DEÜ. Mühendislik Fakültesi, İzmir, 2001

Baş, Türker, **6 Sigma**, Kalite Ofisi Yayınları, 2003.

Bozkurt, Rıdvan, **Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri**, MPM Yayınları, Ankara, 1998

Breyfogle, Forrest W, **Implementing Six Sigma**, Jonh Wiley&Sons Inc, Texas, 2000

Burnak, Nimetullah, **Toplam Kalite Yönetimi-İstatistiksel Süreç Kontrolü**, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 1997

Chua, Richard, **What We Need to Know About Six Sigma**, Productivity Digest, December, 2001

Cömert, Birol, **Altı Sigma Vizyonu**, SPAC yayınları, Ankara, Nisan 2005.

Eckes, George., **The sig simge Revulation-How General Electric And Others Turned Process Into Profits**, John Wiley&Sons, Inc., USA, 2001.

George, Mike, **Yalın Altı Sigma Nedir**, SPAC yayınları, Ankara, 2005

Gürsaka, Nemci., OĞUZLAR Ayşe, **Altı Sigma**, Vipaş A.Ş, Bursa, 2003.

Hiatt Cathy, **Six Sigma**, Boise State University, 2001

K. s. Chen, C.H.Csh and L. Y. Ouyang, **Applied Product Capability Analysis Chart in Measure Step of Six Sigma**, Quality & Quantity, 2007

Kasa, Halit, **Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma Buluşması**, Kalder Forum, 2002.

Köksal Gürsel, **Problem Çözme Teknikleri**, ODTÜ, Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi Semineri, Yalova, 2001

Louise Davison & Kadim Al-Shaghana, **The Link Between Six Sigma and Quality Culture – An Empirical Study**, Total Quality Management, Vol:18, No.3, May 2007

Love, Fred, **Six Sigma: What Does It Really Mean**, Informed Outlook, Volume 3, Number 19, 1999

Mess Eğitim Vakfı Eğitim Notları, Problem Çözme Teknikleri, 2000

Michael L. George, **Lean Six Sigma Pocket Toll Book**, The McGraw Hill Companies, 1999

Özkan, Yılmaz, **Toplam Kalite**, Sakarya Kitapevi, 2001.

Pande, Peter S, NEUMAN, Robert P., CAVANAGH, Roland., **Six Sigma Yolu-GE, Motorola Ve Zirvedeli Diğer Firmaların Performanslarını Yükseltme Yöntemleri**, Çeviri Nafiz Güder ve Güneş Tokcan, Klan Yayınları, İstanbul, 2003

Pyzdek, Thomas, **The Value of Six Sigma**, Quality Digest, North River Pres, 1999

Pyzdek, Thomas, **1.5 Sigma Shift**, Quality Digest, North River Pres, 1999

Rath & Strong Management Consultants, **Six Sigma Pocket Guide**, 2nd printing, Massachusetts, 2001

Ronald G.Day, **Quality Function Deployment: Linking a company with its customers**, Milwaukee, Wisconsin:ASQC Quality Press, Çeviri Enternasyonel Tercüme Hizmetleri Ltd.Şti., 1997

Slatter, Robert, **Jack Welch ve General Electric' in Yolu**, Çeviri Türkan Arıkan&Saadet Özkal, 3.b., Literatür Yayınları, İstanbul, 2000

Spac, **Şirket içi 6 Sigma Eğitim Notları**, 2006

<http://www.isixsigma.com/library/content/c010429a.as.>, Erişim: 27.06.2007

<http://www.danismend.com>, Erişim: 25.07.2007

http://www.geocities.com/alti_sigma/kontrolgraf.htm, Erişim: 10.07.2007

http://www.geocities.com/alti_sigma/olcme8.htm, Erişim: 06.06.2007

<http://www.altisigma.com/modules.php?name=News&file=article&sid=65>,
Erişim:10.05.2007

<http://www.kalder.org/page.asp?PageID=195>, Erişim: 21.05.2007

<http://www.alti-sigma.com/Kid/Alti-Sigma-nin-Temel-Asamalari>, Erişim: 17.06.2007

<http://mert-tr.blogspot.com/2007/03/6-sigma-seminer-notlari.html>, Erişim: 25.07.2007

(<http://www.altisigma.com/index.php?name=News&file=article&sid=53>, Erişim:
12.07.2007).

<http://www.kalder.org/page.asp?PageID=373#Ç1%20-%20ALTİ%20SİGMA%20-%20DENEY%20TASARIMI%20ÇALIŞTAYI>, Erişim: 12.07.2007

http://www.enf.mu.edu.tr/ders_notlar/enf140/7-Ders6.doc, Erişim: 12.07.2007