

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI KALİTE YÖNETİMİ BİLİM DALI

**PROBLEM ÇÖZMEDE ALTI SİGMA YAKLAŞIMI
VE BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Hasan Tahsin KARABAŞ

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mina ÖZEVREN

İSTANBUL, 2007

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

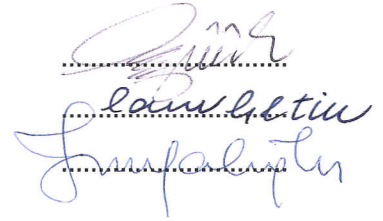
İŞLETME Anabilim Dalı ULUSLARARASI KALİTE YÖNETİMİ Bilim Dalı
Yüksek Lisans öğrencisi HASAN TAHSİN KARABAŞ' ın PROBLEM ÇÖZMEDE
ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE BİR UYGULAMA adlı tez çalışması ,Enstitümüz Yönetim
Kurulunun 14.06.2007 tarih ve 2007-7/34 sayılı kararıyla ile oluşturulan jüri tarafından
oy birliği / oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Sovadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 24 / 07 / 2007

- 1) Tez Danışmanı : PROF. DR. MİNA ÖZEVREN
2) Jüri Üyesi : PROF. DR. CANAN ÇETİN
3) Jüri Üyesi : YRD. DOÇ.DR. FATMA URFALIOĞLU



ÖZET

Altı Sigma 1990' lardan itibaren tüm dünya üzerinde pek çok kuruluşun ürün, hizmet veya süreçlerdeki değişkenliği analiz etmede kullandıkları ve istatistiksel araçların yoğun bir biçimde kullanılması ile oluşturulmuş bir yöntemler bütünüdür.

Pek çok Altı Sigma programında 3,4 DPMO seviyesinin ancak istatistiksel araçlarla ulaşılabilecek bir hedef olduğu sonucuna varılmıştır. Kuruluşların performanslarının, çıktılarının değişkenliği ile ifade edildiği bu sistem istatistiksel problem çözme mantığından hareketle oluşturulan bir modele (DMAIC) sahiptir. DMAIC değişkenliğin analizinde kuruluşlara istatistiği kullanma yolunda rehberlik eder.

Tezimize konu olan Altı Sigma metodları, hem teorik açıdan, hem de uygulama yapılarak ele alınmıştır. İlk iki bölümde çalışmanın teorik yönüne, beşinci bölümde de bir firmadaki uygulama bulgularına yer verilmiştir.

İlk iki bölüm Altı Sigma' nın teorik temelleri ve genel bakış açısı açıklanmaya çalışılmıştır. Altı Sigma metodolojisi adım adım açıklanmış, kullanılan araçlardan bahsedilmiştir. Altı Sigma modeli uygulanmış olan firmaların elde ettikleri kazançlar sıralanmıştır.

Son bölüm uygulama yapılan firmadaki Altı Sigma çalışmalarından ve elde edilen bulgulardan oluşmaktadır. Uygulama yapılan firmanın profilinin tarif edilmesinin ardından, Altı Sigma DMAIC modeli uygulanarak yapılan iyileştirmeler izah edilmiştir. Bu çalışmada bir işletmeye Altı Sigma yöntemi uygulanarak iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. DMAIC iyileştirme modeli her aşamada hangi istatistiksel tekniklerin kullanılabileceği bakımından incelenmiştir.

ABSTRACT

Six Sigma has been a combination of various statistical methods for organizations to analyze the deviation sources in their processes, products or services since 1990s.

For most of the Six Sigma programs it is clear that the target 3,4 DPMO is only achievable with the use of statistical methods. The system based on the performance measurement dealing with the deviation of the output has a development model called DMAIC a guide to analyze the dispersion.

Six Sigma methods, which are subjects of this thesis, are examined both in theoretical and practical ways. Theoretical parts are included in first two chapter, while practicals are explained in third chapter.

First two section, theoretical principles and general view of Six Sigma are included. Six Sigma methodology and main tools are covered step by step. Gain and profits, of the firms that carries out Six Sigma applications are listed in the last section.

Last chapter, Six Sigma applications in a company and results are shown. After the presentation of company profile, improvements that are performed in according to Six Sigma DMAIC model are described in third section. Also DMAIC is introduced with the know how of the steps and belonging statistical techniques.

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa No.

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
Şekil Listesi.....	viii
Tablo Listesi.....	x
Semboller ve Kısaltmalar.....	xi

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM I.....	3
--------------	---

1. ALTI SİGMA.....	3
--------------------	---

1.1. Altı Sigma' nın Tanımı Önemi.....	3
--	---

1.1.1. Altı Sigma' nın İstatistiksel Boyutu.....	6
--	---

1.1.2. 1,5 Sigma Değişimi ve Sonuçları.....	7
---	---

1.1.3. Altı Sigma' nın Değeri (3σ - 6σ Karşılaştırılması).....	11
---	----

1.2. Altı Sigma' nın Tarihsel Gelişimi.....	13
---	----

1.3. Altı Sigma' nın Temel İlkeleri.....	16
--	----

1.3.1. Müşteri Odaklılık.....	16
-------------------------------	----

1.3.2. Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim.....	16
---	----

1.3.3. Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme.....	17
--	----

1.3.4. Proaktif Yönetim.....	17
------------------------------	----

1.3.5. Sınırsız İşbirliği.....	17
--------------------------------	----

1.3.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü.....	18
--	----

1.4. Altı Sigma' nın Uygulama Adımları.....	18
---	----

1.4.1. Değişkenliğin Azaltılması.....	21
---------------------------------------	----

1.4.2. Altı Sigma Problem Çözme Modeli.....	23
---	----

1.4.3. Kapalı Çevrim Sisteminin Oluşturulması.....	25
--	----

1.4.4. Altı Sigma Uygulama Stratejileri.....	26
--	----

1.4.4.1. Temel Süreçlerin ve Kilit Müşterilerin Belirlenmesi.....	26
---	----

1.4.4.2. Müşteri Gereksinimlerinin Tanımlanması.....	26
--	----

1.4.4.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi.....	27
---	----

1.4.4.4. İyileştirmelerin Öncelik Sırasına Konulması.....	27
---	----

1.4.4.5. Altı Sigma Sisteminin Yayılması ve Entegre Edilmesi.....	27
---	----

1.4.5. Altı Sigma Hesap Yöntemleri.....	28
---	----

1.4.5.1. Fırsatlar ve Hatalar Yöntemi (DPMO).....	28
---	----

1.4.5.2. Milyonda Hatalı Parça Sayısı Yöntemi.....	29
--	----

1.4.5.3. İlk Kontrol Sonrası Sigma Değerinin Hesaplanması Yöntemi	29
1.5. Altı Sigma Uygulamalarının Olumlu ve Olumsuz Yönleri	30
1.5.1. Altı Sigma’ da Başarı	30
1.5.2. Altı Sigma’ nın Faydaları	30
1.5.3. Altı Sigma Projelerinde Karşılaşılan Olumsuzluklar	31
1.5.4. Altı Sigma Uygulamış Olan Firmaların Elde Ettikleri Bulgular	32
1.5.5. Altı Sigma Modeli İle TKY Farklılıkları	33
BÖLÜM II	36
2. ALTI SİGMA’ DA KULLANILAN ARAÇ VE METODLAR	36
2.1. Tanımlama Aşaması Araçları	36
2.1.1. Proje Bildirgesi	36
2.1.2. Süreç Haritası (Process Mapping)	37
2.1.3. Müşterinin Sesi	40
2.1.4. Kano Modeli	40
2.1.5. Kalite Evi	42
2.1.5.1. Müşteri Kısmı	42
2.1.5.2. Teknik Kısım	43
2.1.5.3. Müşteri İstekleri Kısımının Oluşturulması	43
2.1.5.4. Teknik Gereksinimlerin Belirlenmesi	43
2.1.5.5. Tüketici Gereksinimleri İle Teknik Gereksinimler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	44
2.1.5.6. Teknik Gereksinimler Arasındaki Çapraz İlişkilerin Belirlenmesi	45
2.1.5.7. Rekabet Matrislerinin Oluşturulması	46
2.1.5.8. Sonuçlara Dayalı Geliştirme Projesinin Hazırlanması	46
2.1.6. Benchmarking (Kıyaslama)	47
2.1.7. Beyin Fırtınası	47
2.1.8. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)	48
2.1.9. Hata Türleri ve Etkileri Analizi – HTEA	49
2.2. Ölçme Aşaması Araçları	49
2.2.1. Süreç Yeterliliği Analizi	50
2.2.2. Çetele Tablosu (Veri Toplamak)	51
2.2.3. Anket Hazırlanması	52
2.2.4. Normal Dağılım	53
2.2.5. Ölçüm Sistemi Analizi (ÖSA-GAGE R&R Analizi)	55
2.3. Analiz Aşaması Araçları	57

2.3.1. Hipotez Testleri.....	58
2.3.2. İstatistiksel Belirginlik Testleri.....	58
2.3.2.1. Chi-kare testi.....	59
2.3.2.2. T-Testi.....	59
2.3.2.3. ANOVA Değişkenlik Testi.....	59
2.3.2.4. MANOVA Çoklu Değişkenlik Analizi.....	59
2.3.2.5. Korelasyon.....	60
2.4. İyileştirme Aşaması Araçları.....	60
2.4.1. Deney Tasarımı (Design of Experiment).....	60
2.5. Kontrol Aşaması Araçları.....	64
2.5.1. İstatistiksel Proses Kontrol (İPK).....	64

BÖLÜM III.....65

3. ALTI SİGMA' NIN BİR FİRMAYA UYGULANMASI.....65

3.1. Altı Sigma Organizasyonunda Roller.....	65
3.1.1. Liderlik Grubu ve Konseyi	66
3.1.2. Şampiyon.....	66
3.1.3. Finans Temsilcisi.....	67
3.1.4. Uzman Kara Kuşak	67
3.1.5. Kara Kuşak	68
3.1.6. Yeşil Kuşak	69
3.1.7. Takım Üyeleri.....	69
3.1.8. Süreç Sahibi.....	64
3.2. Araştırmanın Amacı.....	70
3.3. Araştırmanın Kapsamı.....	70
3.4. Araştırmanın Yöntemi.....	70
3.5. Araştırmanın Bulguları.....	71
3.5.1. Uygulama yapılan Firmanın Tanıtılması.....	71
3.5.2. Problemin Tanımlanması (Define).....	72
3.5.3. Ölçme Aşaması (Measure).....	77
3.5.4. Analiz Aşaması (Analyze).....	80
3.5.5. İyileştirme Aşaması (Improve).....	83
3.5.6. Kontrol Aşaması (Control).....	86
SONUÇ.....	92
EKLER.....	93
KAYNAKÇA.....	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1 : Normal Dağılım Eğrisi.....	8
Şekil 2: 1,5 Sigma Değişimi.....	8
Şekil 3: İlk Verilere Göre Bulgular.....	10
Şekil 4: İyileştirme Yapıldıktan Sonra Alınan Verilerin Sonuçları.....	10
Şekil 5: Kalitenin Değeri ve Maliyeti.....	11
Şekil 6: 6 σ ' ya Doğru Beklenen Gelişim.....	12
Şekil 7: 3 σ ' dan 6 σ ' ya ppm Değerlerinde Meydana Gelen Değişim.....	13
Şekli 8 : Dünya' da ve Türkiye'de Altı Sigma Uygulayan Şirketlerden Bazıları.....	15
Şekil 9: Geleneksel Yönetim.....	18
Şekil 10: Altı Sigma Yaklaşımı.....	19
Şekil 11: Altı Sigma Problem Çözme Modeli.....	23
Şekil 12: Sürecin Temel Öğeleri.....	37
Şekil 13: Kano Modeli.....	41
Şekil 14: Kalite Evi.....	44
Şekil 15: Normal Dağılım ve Z Dönüşümü.....	55
Şekil 16: Taguchi' nin Parametre Tasarımı Deney Örneği.....	63
Şekil 17: Altı Sigma Organizasyonu.....	66
Şekil 18: Proje Bildirgesi.....	72

Şekil 19: Süreç Akışı Şeması.....	73
Şekil 20: Temel Süreçler.....	74
Şekil 21: Risk Analizi.....	77
Şekil 22: Proses Çıktı Göstergeleri.....	78
Şekil 23: Proses Yeterlilik Analizi “Yolda Geçen Süreler”.....	79
Şekil 24: Proses Yeterlilik Analizi “Teklif Gönderme Süresi”.....	80
Şekil 25: Balık Kılçığı Diyagramı.....	81
Şekil 26: Pareto Analizi.....	82
Şekil 27: Proses Yeterlilik Analizi “Acil durumda neden 2-4 saat içerisinde müşteriye ulaşılamıyor ?”.....	82
Şekil 28: Korelasyon Örneği.....	83
Şekil 29: Çözüm Önerilerinin Değerlendirilmesi.....	85
Şekil 30: SEGEVA Projesi Yol Planı.....	86

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1: Sigma Seviyeleri.....	4
Tablo 2: Hata Oranlarının Gerçek Hayata Yansıması.....	20
Tablo 3: Sigma Düzeyleri ve Kalite Maliyeti.....	21
Tablo 4: Süreç Haritası Sembolleri.....	39
Tablo 5: İlişki Sayı ve Anlamları.....	45
Tablo 6: Korelasyon Derecesi Sembol ve Anlamları.....	46
Tablo 7: C_p ve C_{pk} İndislerinin Karar Noktaları.....	51
Tablo 8: Z-Dönüşüm Örnek Verileri.....	54
Tablo 9: Rakip Firmalar İle Ücretlerin Kıyaslanması.....	79
Tablo 10: Çözüm Önerisi Matrisi.....	84
Tablo 11: İki Servis Teknisyeninin Trakya Bölgesine Yerleştirilmesi.....	87
Tablo 12: Servis personelinin Evden İşe Gitmesi.....	88
Tablo 13: Finansal Getiri Hesaplamaları.....	89
Tablo 14: Altı Sigma Projeleri Devreye Alma Durum Raporu.....	90

Semboller ve Kısaltmalar

<i>Bkz.</i>	Bakınız
<i>a.e.</i>	Aynı Eser
<i>a.g.e.</i>	Adı Geçen Eser
<i>TKY</i>	Toplam Kalite Yönetimi
<i>ÜSL</i>	Üst Spesifikasyon Limiti
<i>ASL</i>	Alt Spesifikasyon Limiti
<i>DPMO</i>	Milyonda Hata Olasılığı
<i>DPU</i>	Birim Başına Hata
<i>TDPU</i>	Ünite Başına Toplam Hata Sayısı
<i>VOC</i>	Müşterinin Sesi
<i>QFD</i>	Kalite Fonksiyonu Yayılımı
<i>HTEA</i>	Hata Türleri ve Etkileri Analizi
<i>DMAIC</i>	İngilizce tanımlama, ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol kelimelerinin baş harfleri
μ	Ortalama
σ	Sigma
<i>ÖSA</i>	Ölçüm Sistemi Analizi
<i>İPK</i>	İstatistiksel Proses Kontrol
<i>ISO</i>	Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
<i>HACCP</i>	Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları
<i>OHSAS</i>	İş Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemi
<i>CEO</i>	Chief Executive Officer
<i>SEGEVA</i>	Servis Gelirlerinin&Verimliliğinin Artırılması
<i>BRM</i>	Bussiness Risk Management
<i>CSA</i>	Koordinasyon ve Destek Eylemleri
<i>FM</i>	Fazla Mesai
<i>GE</i>	General Electrics
<i>LPG</i>	Likit Petrol Gazı
<i>USD</i>	Amerikan Doları
<i>FPY</i>	İlk Durum Verimi
<i>SMART</i>	İngilizce belirli, ölçülebilir, ulaşılabilir, gerçekçi, zamana bağlı kelimelerinin başharfleri

GİRİŞ

Rekabetin gittikçe ivmelendiği dünyada ekonomik dengeler de çok hızlı değişmekte ve iş dünyası da bunun etkisini hemen hissettiğinden tedirginlik yaşamaktadır. Müşteriye yönelik yaklaşım şirketlerin devamlılığı için hayati önem arz etmektedir. Kalite artık bir tercih olarak algılanamaz; bir olmazsa olmaz ve şirketlerin ayakta kalmaları için minimum gereklerden birisidir.

Altı Sigma inisiyatifi gün geçtikçe daha fazla yayılan ve daha fazla uygulama alanı bulan bir kalite yaklaşımıdır. Zira, bu yaklaşım müşteri memnuniyetinin ancak hatalardan kurtulmakla mümkün olabileceğini vurgulamakta ve o hataları da nasıl eleyeceğimizi sistematik bir biçimde sunmaktadır. Düşük maliyetleri ve sürekli gelişimi vaad etmektedir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde Altı Sigma' nın tanımı, metodolojisi, felsefesi, tarihçesi ve temel ilkeleri ele alınmıştır. Altı Sigma projelerinin uygulamaya adımları, projelerde karşılaşılan sorunlar, başarı elde etmenin yolları ve Altı Sigma sonuçlarından oluşmaktadır.

İkinci bölümde Altı Sigma' da kullanılan araçlar ve metodlardan bahsedilmiştir. Altı Sigma, ingilizcede tanımlama, ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol kelimelerinin baş harflerinden oluşan DMAIC modelindeki her bir aşama adım adım açıklanmış, kullanılan araçlar ayrıntıları ile incelenmiştir.

Üçüncü bölüm, Altı Sigma organizasyonunda yer alan roller, bu rolleri alan eğitimli personelin görev dağılımları, güç sistemleri sektöründe hizmet veren bir firmanın altı sigma uygulamaları ve uygulamalar sonucunda elde edilen bulgulardan oluşmaktadır. Uygulamanın gerçekleştirildiği firmanın profilinin tarif edilmesinin ardından, yapılan Altı Sigma çalışması ve iyileştirmeler sonucunda elde edilen kazanımlar izah edilmiştir.

Bu bitirme tezimizde konunun hem teorik yapısı, hem de uygulamada elde edilen bazı bulgulara yer verilmektedir. İlk iki bölümde çalışmanın teorik yönü ele

alınıp değerlendirilirken, çalışmamızın üçüncü bölümünde güç sistemleri sektöründe hizmet veren firmanın uygulama bulgularına yer verilmiştir.

Çalışmamızın konusunu oluşturan Altı Sigma yönetim metodu, müşteri ihtiyaçlarını eksiksiz karşılayan ürün/hizmet üretmek amacıyla işletmenin bu ürün/hizmeti meydan getiren süreçleri daha verimli hale getirerek karlılığı artırma ve bu sayede işletmenin büyüme amacına hizmet etmek üzere uygulanmaktadır.

BÖLÜM I

1. ALTI SİGMA

Küreselleşmenin yarattığı rekabet ortamı işletmeleri, mevcut kaynakları optimal düzeyde değerlendirerek kaliteyi artırma ve beklentileri karşılama çalışmalarına yönlendirmiştir.

Altı Sigma metodolojisi, üretim ve hizmet sektörlerinde gerçekleştirilen süreçleri iyileştirmeyi amaçlayan, elde edilen başarıları sürdürmeyi ve arttırmayı hedefleyen sistematik bir yol tanımlamaktadır. Bu sistematik yol İngilizce tanımlama, ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol kelimelerinin baş harflerinden oluşan DMAIC modeli ile verilmektedir. İşletmelerin iyileştirme sürecindeki en önemli odakları, kaynak israfını minimuma indirerek ve çevrim süresini azaltarak müşteri beklentilerini en iyi şekilde karşılamaktır. Altı Sigma yaklaşımı üretim ve servis kalitesini mükemmelliğe ulaştırmak için işletme tarafından alınmış bir karardır. Bu kararın uygulanması, işletmedeki tüm birimlerce yapılmalı, tepeden tabana doğru yayılım göstermelidir.

1.1. Altı Sigma'nın Tanımı ve Önemi

Sigma, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin yeterliliklerini ölçen ve karşılaştırma imkanı sağlayan bir ölçüm metriğidir.¹

Altı Sigma istatistiksel bir ölçümdür. Ürünlerin , hizmetlerin ve süreçlerin ne kadar iyi olduğu hakkında bize bilgi veren bir ölçüm tekniğidir. Altı Sigma metodu, organizasyondaki kusurları sürekli azaltarak organizasyon ürünlerini, hizmetlerini ve süreçleri geliştirmede kullanılan proje güdümlü bir yönetim yaklaşımıdır. İş sistemleri, müşteri ihtiyaçlarının anlaşılması, verimlilik ve finansal performansın geliştirilmesi üzerine yoğunlaşan bir stratejidir.²

¹ Arçelik A.Ş., "Altı Sigma", www.arcelikas.com.tr/kurumsal/05_kalite_6sigma.html, (16.05.2006) s.1

² Cary W. Adams, <http://adamssixsigma.com>, 13.04.2007

Altı Sigma teriminin kendisi, her bir milyon etkinlik ya da olasılıkta, yalnızca 3,4 hata ile çalışmayı hedefleyen, istatistiksel olarak türetilmiş bir performansı ifade eder. Sistem tanımı olarak Altı Sigma çoğunlukla “süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için mühendis ve istatistikçilerin kullandığı ileri derecede teknik bir yöntem” olarak tanımlanır³. Ölçüm ve istatistik Altı Sigma’ nın anahtar bileşenleridir, fakat resmin tümü değildir.

“Müşteri ihtiyaçlarını kusursuza yakın karşılama hedefi” Altı Sigma’nın bir diğer yaygın kullanılan tanımıdır.⁴ Altı Sigma, kusur/hataların her milyon faaliyette 3,4’e kadar indirilmesini hedefler, burada altı sigma mükemmelliği temsil etmektedir. Bu çok az şirket ya da süreçte başarıldığı iddia edilebilecek bir hedeftir.

Sigma seviyeleri ve bu seviyelere karşılık gelen hata oranları Tablo 1’ de, verilmiştir.⁵

Tablo 1: Sigma Seviyeleri

Sigma Seviyesi	Hata Miktarı (hata/milyon)
$\pm 1\sigma$	697.700
$\pm 2\sigma$	308.733
$\pm 3\sigma$	66.803
$\pm 4\sigma$	6.200
$\pm 5\sigma$	233
$\pm 6\sigma$	3,4

Kaynak: Koch, P.N., Wujek B., Golovidov O., and Simpson T.W., (2002) “Facilitating Probabilistic Multidisciplinary Design optimization Using Kriging Approximation Models.

Altı Sigma’ nın bir diğer tanımı ise “organizasyonun daha fazla müşteri tatmini, karlılık ve rekabetçi pozisyon için kültürel değişim gayreti” şeklindedir.⁶ General Electric (GE), Motorola gibi Altı Sigma’ nın şirket çapında uygulandığı yerlerde “kültürel değişim”, Altı Sigma’ yı tanımlamanın doğru yoludur. Fakat Altı

³ Peter Pande, R.P. Neuman, R.R Cavanagh , **Six Sigma Yolu**, İstanbul: Klan Yayınları, 2003, s. 12.

⁴ Pyzdek, T., 2001. The Six Sigma Handbook, McGraw-Hill Quality Publishing Tuscon

⁵ Koch, P.N., Wujek B., Golovidov O., and Simpson T.W., (2002) “Facilitating Probabilistic Multidisciplinary Design optimization Using Kriging Approximation Models”, 9th AIAA/ISSMO Symposium on Multidisciplinary and Optimization, 4-6 September, Atlanta, Georgia, USA.

⁶ Pydzek, 2001.

Sigma' nın bir takım araçlarının, belirli süreçlerinin iyileştirilmesi için kullanıldığı şirketler için bu tanım uygun olmayacaktır.

Altı Sigma, şirketin daha iyi, ucuz ve hızlı ürünler üretmesi için kalite geliştirmeye odaklandığını belirtir.⁷

Pande ve diğerleri “The Six Sigma Way” adlı kitaplarında Altı Sigma’ yı uygulayan şirketlere dayalı olarak kapsamlı bir tanım vermişlerdir. Buna göre Altı Sigma; “İş başarısını sağlamak, sürdürmek ve maksimize etmek için kullanılabilecek kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı Sigma, sadece müşteri ihtiyaçlarının yakından anlaşılması, olayların, verilerin ve istatistik analizlerin sistematik kullanımı ve iş süreçlerinin yönetimi, iyileştirilmesi ve tekrar yapılandırılmasına özel önem verilmesi ile sağlanabilir.”⁸

Altı Sigma işte başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı Sigma’ yı işleten mekanizma, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlamak; gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanmak; iş süreçlerini yönetmek, iyileştirmek ve yeniden keşfetmek demektir.⁹

Altı Sigma farklı kuruluşlarda farklı anlamlar ifade ediyor olabilir. Bir kuruluş için operasyonel mükemmelliği hedefleyen bir yönetim felsefesi iken, başka bir kuruluş için verimliliği arttırmayı hedefleyen iyi tasarlanmış, kapsamlı bir süreç iyileştirme metodolojisidir. Altı Sigma “operasyonel mükemmelliğe yolculuk”olarak tanımlanabilir.¹⁰

Altı Sigma’ nın amacı, mevcut problemleri çözmek, deneyimlere dayanan karar vermeden verilere dayalı karar verme sürecine yönelmek, adım adım

⁷ Lennartsson M., Vanhatalo E., (2004), “DMAIC projesi içeren muhtemel bir Altı Sigma uygulamasının değerlendirilmesi”, Lulea Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Göttenborg.

⁸ Pande, S., Neuman, R.P., ve Cavanagh R.R., (2000), “The Six Sigma Way – How GE, Motorola and ther top companies are honing their performance”, McGraw-Hill, New York,

⁹ Peter Pande, R.P.Neuman, R.R.Cavanagh, a.g.e, s.13.

¹⁰ Breyfogle,F.W., **Implementing Six Sigma**, 2nd Edition, Texas, 2003, USA

iyileştirmeden sıçramalı iyileştirmeye yönelmek, altı sigma kalitesinde ürün ve süreçler tasarlamaktır.¹¹

1.1.1. Altı Sigma' nın İstatistiksel Boyutu

Sigma, Yunan alfabesinin 18. harfidir. “Sigma” kelimesi bir sürecin bütünündeki ortalama değeri ifade eder.¹²

Büyük harf sigma genellikle toplam simgesi olarak (Σ) ünlüdür. Küçük harf olarak da (σ) özellikle istatistikte ve istatistiksel süreç kontrolunda çok önemli bir ölçüt olan, standart sapmanın simgesidir. Standart sapma, ortalama değerden ne kadar sapıldığını bulmak amacıyla hesaplanan bir ölçüdür.¹³ Standart sapmanın karesi, varyans (σ^2) olarak adlandırılır. Varyans, değişkenliğin temel ölçütüdür.

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

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

Bu bağlamda;

$$\text{Teknik tolerans sınırları} = \left[\frac{T_a + T_{\bar{u}}}{2} \pm 6\sigma \right], \text{ yani}$$

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

¹¹ Altı Sigma Nedir?, <http://www.spac.com.tr/turkcegirisi.html>, 30.04.2007

¹² Harry, Mikel J (1994). *The Vision of Six Sigma: Tools and Methods for Breakthrough*, Sigma Publishing Company, s:2.2

¹³ Çakır, Filiz, *Sosyal Bilimlerde İstatistik*, İstanbul, Alfa Yayınları, 2000, s.80

Tolerans üst sınırı $T_{\bar{u}} = \frac{T_{\bar{u}} + T_a}{2} + 6Sigma$ ve

Tolerans alt sınırı $T_a = \frac{T_{\bar{u}} + T_a}{2} - 6Sigma$

Süreç yeteneği (yeterliliği) endeksi $C_p = 2.0$,

olması anlamına gelmektedir. Bu düzeyde bir süreç yeteneğine ulaşmış olmak, günümüz koşullarında kusurlu oranını yaklaşık milyonda 3 (3,398) düzeyine indirebilmeyi, tersine kusursuz oranını yaklaşık milyonda 999.997 düzeyine yükseltebilmeyi güvenceye alabilmektedir. Bu da kuşkusuz sıfır kusur düzeyine oldukça iyi bir yaklaşım demektir. Altı Sigma bu yüzden çok önemlidir.

Altı Sigma yeteneğine sahip bir süreç, üst ve alt spesifikasyon limitleri arasındaki süreç çıktısının 12 standart sapmaya sahiptir. Aslında milyon başına 3,4 parçadan daha fazlasının spesifikasyon limitlerin dışına çıkmaması için süreç değişimi azaltılmaktadır. Dar toleranslarla çalışan bir firmanın müşterileri, ürünler arası farklılıkların azlığından dolayı daha çok tatmin olacaklardır.¹⁴

Altı Sigma, ciddi ve ayakları yere basan yönetim kadrosu ile öğrenen organizasyon özelliğine sahip işletmelerde başarıya götüren bir sistemdir.¹⁵

1.1.2. 1,5 Sigma Değişimi ve Sonuçları

Çok az Altı Sigma konsepti 1,5 sigma değişimi diye adlandırılardan daha az karışıklık yaratır. Bir çok kişi bunu yanlış uygulamaktadır. Olayın özünde standart normal dağılım yatmaktadır. Bu dağılım geniş bir uygulama alanına sahiptir ve birçok sistem bu dağılım ile tahminlenmektedir.

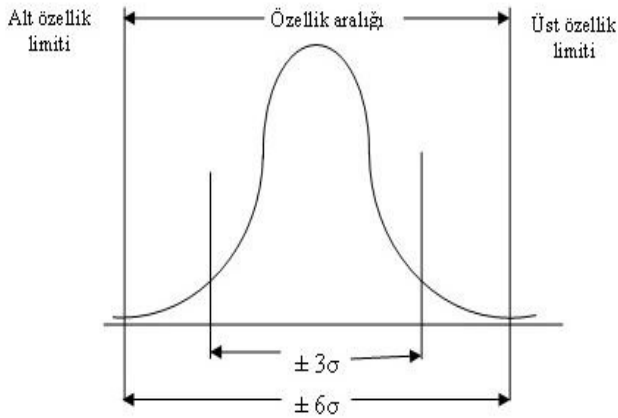
“1,5 Sigma Kayması – Sigma Shift” olarak adlandırılan bu dönüşüm, bir çok Altı Sigma konseptinden daha karmaşıktır. Olayın özünde standart normal dağılım

¹⁴ Mina Özevren, “Toplam Kalite Yönetimi Temel Kavramlar ve Uygulamalar”, İstanbul, Alfa Yayınları, 2000, s.81.

¹⁵ Kasa, H., “Altı Sigma Gerçeği”, İstanbul, 2003. (Kalder bildiri-www.altisigma.com)

yatmaktadır. Dağılım her iki yönde de ± 3 sigma standart sapmalık alan gösterir, çünkü bu alan verilerin %99,73' ünü içermektedir. Altı Sigma' dan önce bütün kalite hesapları herhangi bir değişiklik yapılmadan bu dağılıma dayanarak yapılmaktaydı.¹⁶

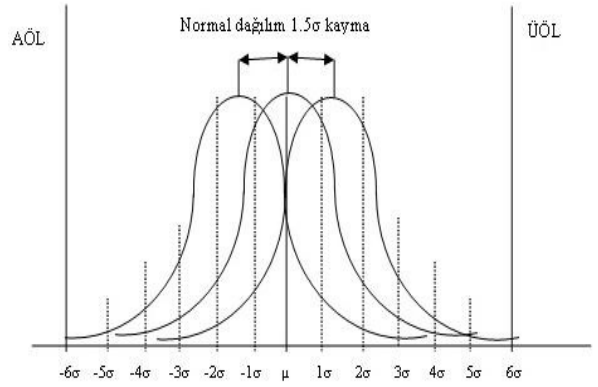
Şekil 1: Normal Dağılım Eğrisi



$$C_p=2, C_{pk}=2, ppm<1$$

Kaynak: Breyfogle, Forrest W., "Implementing Six Sigma", 2000, s.9

Şekil 2: 1,5 Sigma Değişimi



$$C_p=2, C_{pk}=1,5, ppm=3,4$$

Kaynak: Breyfogle, Forrest W., "Implementing Six Sigma", 2000, s.10

Örneğin çağrı merkezleri ile ilgili yapılan ankete göre müşteriler telefonda bekletilme süreleri 15 dakikadan fazla olduğunda mutsuzluk duymaktadırlar. Bekleme süreleri mükemmel olarak normal dağılmış olsun, ortalama bekleme süresi 12 dakika ve standart sapma 1 dakika olarak kabul edilirse sözü geçen 15 dakikanın normal dağılım alanında +3 standart sapmada olduğu görülür. Normal dağılım alanına baktığımızda +3 standart sapmanın ötesinde, müşteri bekleme zamanlarının özellikleri %0,135 aşacağını tahmin edebiliriz.

Altı Sigma, özelliğin dışındaki yüzdeyi hesaplarken yukarıda sözü edilen prosedürü, hesaplanan ortalamayı 1,5 sigma değiştirmek sureti ile yapmaktadır. Hatta bekleme zamanı örneği için, hesaplanmış olan 12 dakikalık değer yerine hesaplamaları

¹⁶ Thomas, Pyzdek, "The 1,5 Sigma Shift", **Six Sigma and Beyond**, Kasım 1999. <http://www.pyzdek.com>

Altı Sigma' ya göre, ortalama 13,5 dakika üzerinden yapılmalıdır. Bu hesaplama ile beklentileri aşan kısım %6,68' lik bir yaklaşımla tahmin edilebilir.¹⁷

Modellerin bire bir gerçek sisteme uyum göstermeleri çok zordur. Örneğin, geleneksel normal dağılım modelinin gerçek sisteme bire bir uyum göstermesi imkansız gibidir, fakat sık sık kullanılabilen bir model olarak kullanışlıdır. Bir üretim örneği düşünülecek olursa, aşırı basitleştirmeler, kısa dönem varyasyonlarına dayanılarak tahminlenen sigma değerini içerir. Aslında durum böyle değildir. Ürünün sunulacağı çevreyi düşünmekte başarı sağlanamaz ve müşteri ihtiyaçları tam anlaşılamaz. İşte bu durumda 1,5 sigmalık kayma modelde hesaba katılmayan faktörlerin düzeltilmesine yardımcı olur.¹⁸

Değişkenlik kavramının başarıyı hangi oranlarda etkilediği ve Altı Sigma açısından önemi Pande, Neuman, Cavanagh' ın birlikte yayınladığı Six Sigma Yolu kitabından birebir alınmış bir örnek ile açıklanmaya çalışılmıştır. Değişkenlik kavramı açısından “işe gitme süreci” değerlendirilecektir. Hedef “işe hergün zamanında gitmek” tir. “Zamanında” demek sabah 08:30' da işe varmak demektir. Önce basitleştirmek adına, evden daima saat tam 08:12' de çıkıldığı varsayılır. Böylece işe ulaşmak için “hedeflenen” ulaşım süresi 18 dakika olarak hesap edilmiştir. 18 dakikalık ulaşım süresi ideale yakın bir değerdir, çünkü bu süre işe hazırlanma ve gün içerisinde yapılacakları planlama fırsatı verir. 08:30' dan iki dakika erken ya da geç varmak sosyal yargılar göz önüne alınarak Kabul edilebilir olduğuna göre, “spesifikasyon sınırları” ya da “müşteri talepleri” 16 ile 20 dakikalık bir yolculuk aralığında değişmektedir. Bu aralık içinde kalan her dakika “kabul edilebilir” bir zamandır. Bu sınırlar teknik olarak “Alt Spesifikasyon Limiti” ve “Üst Spesifikasyon Limiti” olarak ifade edilir.¹⁹

Altı Sigma yaklaşımına göre, mevcut süreç değerlendirilmelidir. Öncelikle işe gitmek için aslında ne kadar zaman gerektiği tespit edilmeye çalışılır. Bunun için bir takım ölçümler yapılır. Bir kaç ay boyunca her iş günü işe gidiş süresi ölçülerek gerekli veriler toplanır. Sonuçlara bakılınca, ortalama işe ulaşım süresi 18 dakikadır. Ancak daha ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde, 18 dakika görüldüğü kadar mükemmel

¹⁷ Thomas, Pyzdek, “The 1,5 Sigma Shift”, **Six Sigma and Beyond**, Kasım 1999.

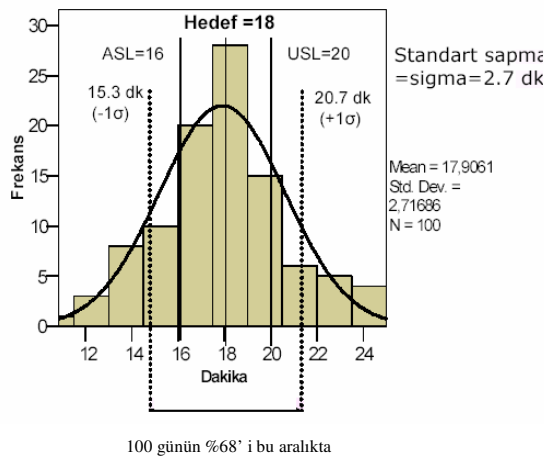
¹⁸ http://www.geocities.com/alti_sigma/

¹⁹ Pyzdek, a.g.e.,s.54

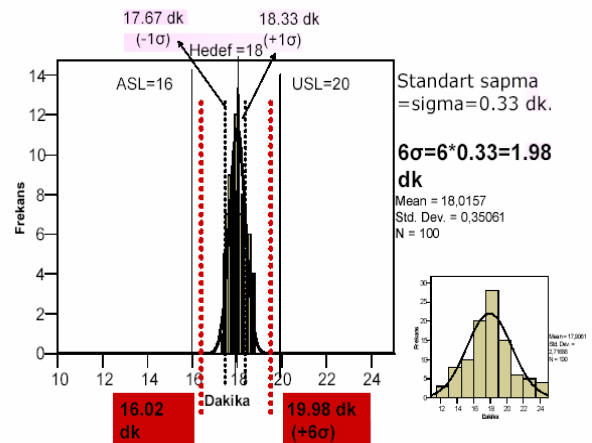
değildir. Bütün veriler bir histograma yerleştirildiğinde, bu süreci etkileyen bir çok değişken olduğu görülür. Spesifikasyon sınırları dışında kalan, yani park yeri bulamamak, trafik gibi değişkenler nedeniyle iki dakikadan daha da erken gidilen ya da iki dakikadan daha geç kalınmış bir çok gün vardır. Ulaşım sürecindeki değişkenlik miktarının belirlenmesi için, toplanan verilerdeki standart sapma, bir tablolama programı ya da bir istatistik yazılım kullanılarak hesaplanabilir. Bu hesaplamalar sonucunda standart sapmanın yani 1 sigma değerinin 2,7 dakika olduğu görülür (şekil 3). Bu değer ortalamadan ± 2 dakika olarak belirlenen spesifikasyon sınırları arasına, 1 sigmadan daha azının sığdığını göstermektedir. Bu durumda ulaşım sürecindeki standart sapma değerini düşürmeye yönelik iyileştirmeler yapılması gerektiği görülmektedir.

Ulaşım sürecindeki değişkenlerde yapılan bir takım iyileştirmelerin ardından tekrar veri toplanır ve değerlendirilir. Bu çabalar sonrası görülecektir ki, ulaşım süresi kontrol edilirse, işyerine 16 dakikadan daha erken ya da 20 dakikadan daha geç varma olasılığı ortadan kaldırılır. İstatistiksel olarak ifade etmek gerekirse, standart sapma 2,7 dakikadan 0,33 dakikaya düşürülürse ortalamaya kıyasla altı standart sapmalı performans yakalanmış olunur.(şekil 4)

Şekil 3: İlk Verilere Göre Bulgular



Şekil 4: İyileştirme Yapıldıktan Sonra Alınan Verilerin Sonuçları

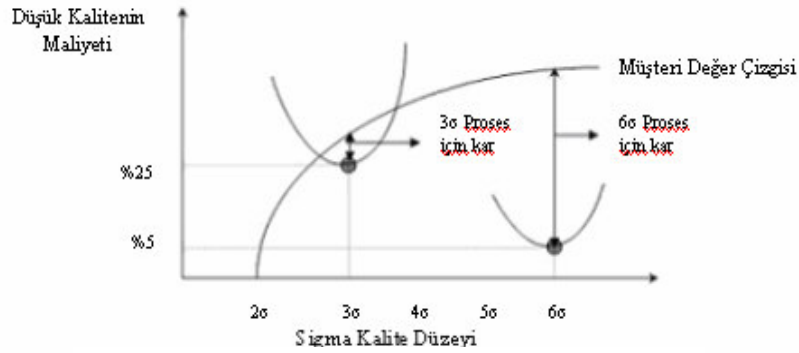


1.1.3. Altı Sigma' nın Değeri (3σ - 6σ Karşılaştırılması)

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. (şekil 5)

3σ kalite düzeyinde işleyen bir işletme, satışlarından elde ettiği gelirin %25' ini düşük kalite için harcarken, 6σ kalite düzeyinde işleyen bir işletme için bu oran %5' tir.

Şekil 5: Kalitenin Değeri ve Maliyeti



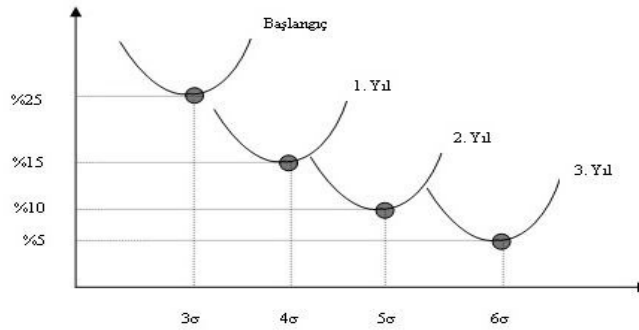
Kaynak: "The Value of Six Sigma", Quality Digest

3σ kalite düzeyini işletebilecek düzeyde olan bir işletme, varolan sisteminin dışında daha iyi kalite düzeyine ulaşmayı denerse bu, o işletme için maliyet artışına sebep olur. Aynı zamanda hem daha iyi kalite hem de düşük maliyetlere ulaşılabilecek yeni sistemler geliştirilmelidir. Bu aşamada Altı Sigma sistemine ihtiyaç duyulur. Altı

Sigma bir varış yeri yada son nokta değildir, Altı Sigma sürekli gelişim için bir yolculuktur.

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

Şekil 6: 6 σ ' ya Doğru Beklenen Gelişim

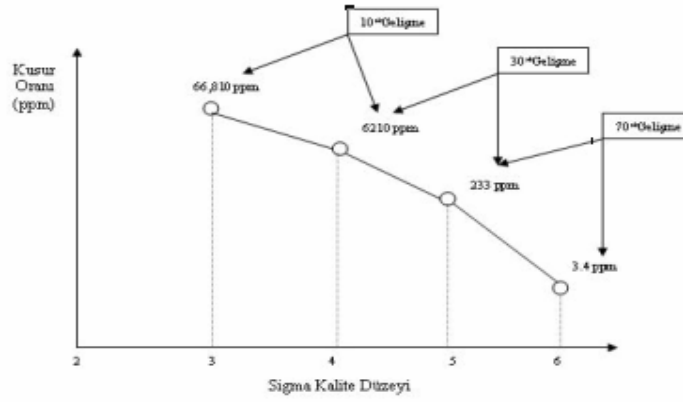


Kaynak: "The Value of Six Sigma", Quality Digest, 1999

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. Bu da 6 σ kalite düzeyine ulaşmanın işletme yararları açısından önemini kanıtlamaktadır.²⁰

²⁰ Pyzdek, Thomas, "The Value of Six Sigma" Quality Digest, 1999.

Şekil 7: 3σ ' dan 6σ ' ya ppm değerlerinde meydana gelen değişim



Kaynak: Breyfogle, Forrest W., "Implementing Six Sigma", 2000, s.10

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

Altı Sigma uygulayan şirketlerde verimsizlik yaratan ve sigma seviyesinin düşmesini sağlayan problemler projeleri tetiklemektedir. Bu projeler de karakuşaklar önderliğindeki takımlar tarafından hedeflerine ulaştırılmaktadır. Hedefine ulaşan projeler arttıkça işletmenin toplam verimsizlikleri azalmakta, dolayısıyla sigma seviyeleri artmaktadır. Kurumların sigma seviyeleri ile kalite maliyetleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır.

1.2. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi

Altı Sigma'nın kökleri Carl Frederick Gauss'un (1777-1885) normal dağılımı tanımlamasına kadar dayanmaktadır. Altı Sigma'nın ürün değişkenliğinde bir ölçüm standardı olarak kullanılması 1920' lerde Walter Shewhart' ın ortalamadan 3 sigma sapmanın süreçte iyileştirme ihtiyacını doğurduğunu ortaya koyması ile başlamıştır. Bu tarihten itibaren süreçlerde bir çok kalite ölçüm standardı uygulanmaya başlamıştır. 1950' lerde darboğaz içine giren Japon endüstrisi yapılan kalite devrimleri ile 1970' li

yıllarda üstün rekabet gücüne kavuşmuştur. 1980' li yılların başında Motorola gibi bir çok Amerikan şirketi pazar araştırmaları ve kalite kavramı üzerine yaptıkları çalışmalar ile Japon firmalarına karşı üstünlük sağlamayı hedeflemişlerdir. Müşteri beklentilerini karşılayabilmek için köklü değişikliklerle bir yöntem geliştirilmesi gerekliliğinin farkına varan Motorola başkanı Rober Galvin Altı Sigma metodolojisinin geliştirilmesinde liderlik görevini üstlenmiştir.²¹

Motorola mühendislerinden Bill Smith ve Mikel Harry 1986 yılında uygulamanın öncüleri olmuştur. Altı Sigma' da kullanılan teknikler, Motorola içinde yapılan eğitimler sayesinde çalışanlara aktarılmıştır. 1981 yılında Motorola' nın firma içinde belirlediği 10 hedefin ilk sırasında, Altı Sigma yöntemi ile üretimdeki kaliteyi 1986 yılından önce 10 misli arttırmak yer almıştır. 1988 senesinde geliştirdiği bu kalite sistemi sayesinde Motorola firması, Malcom Baldrige Ulusal Kalite Ödülü'nü almaya hak kazanmıştır.²²

Motorola mühendisleri Altı Sigma' yı hataların ölçüm metriği, kalite geliştirmeye yönelik faaliyetler ve süreçteki hata sayısını milyonda 3,4 hata sayısına indirmeye yönelik bir metodoloji olarak tanımlamışlardır. Bu şekilde verimlilik 'Sigma Seviyesi' metriği ile ölçülmeye başlamıştır. Şirkete kazanç getirmek üzere başlayan projelerde ise Ölçme – Analiz – İyileştirme – Kontrol aşamalarından oluşan bir metodoloji izlenmeye başlamıştır. Bu metodolojiye 1995 yılında Tanımlama aşaması da dahil olmuştur.²³

IBM' de bu sistemi ilk deneyen firmalar arasında yer almıştır. Bu sistem sayesinde bu kez IBM firmasına bağlı Application Business System bölümü, 1990 senesindeki Malcom Baldrige Kalite Ödülü'nü aldı. Bu ödül, ABD şirketlerine müşterilerini memnun etme ve kurum bazında performans ve yeterliliklerini tüm kademelerde geliştirme konularında yardımcı olmaktadır.²⁴

²¹ Soykan Emra., Bir Kalite Sistemi Olarak Altı Sigma Yöntemi ve Honeywell Uygulama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü., 2002

²² Çetin Canan. **Toplam Kalite Yönetimi ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi**, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2001.

²³ <http://www.motorola.com/motorolauniversity.jsp> (04.04.2007)

²⁴ Çetin Canan. a.g.e., s.706

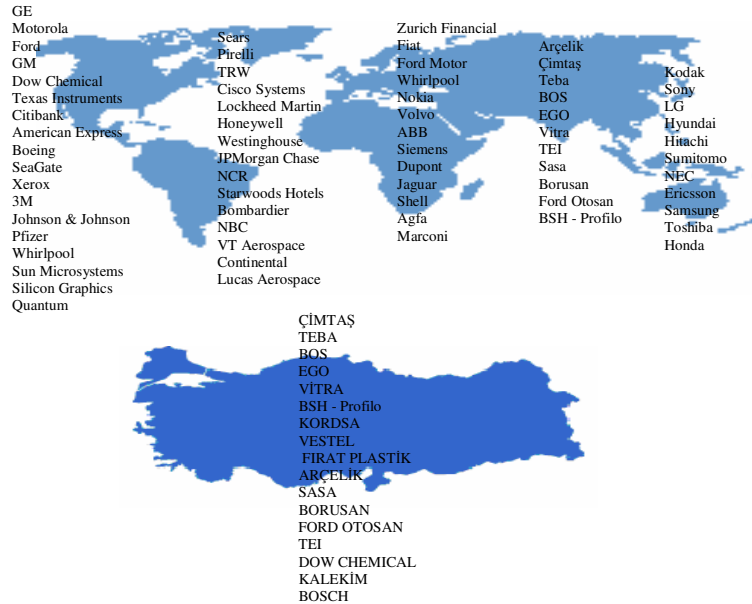
1991’de Motorola ilk Altı Sigma uzmanı kara kuşaklarını sertifikalandırmıştır. Aynı tarihte Allied Signal (1999’da Honeywell ile birleşmiştir) Altı Sigma metodolojisini uygulamaya başlamış ve altı ay içinde önemli gelişmeler ve maliyet düşüşleri ile kazanç sağlamıştır.

1995 yılında GE Başkanı Jack Welch Altı Sigma metodolojisini bir strateji olarak uygulama kararı almıştır. Bu karar bir anlamda metodolojinin dünyadaki yayılımını hızlandıran bir unsur olmuştur.

Günümüzde gerek dünya üzerinde gerek ülkemizde birçok firma organizasyonlarında Altı Sigma metodolojisini hayata geçirerek ve köklü kültürel değişimler ile finansal kazançlar elde etmeyi hedeflemektedir.

Şekil 8 de görüldüğü gibi dünyanın önde gelen firmaları bu metodolojiyi hayata geçirerek belirgin finansal kazançlar elde etmişlerdir.²⁵

Şekil 8: Dünya’ da ve Türkiye’de Altı Sigma Uygulayan Şirketlerden bazıları.²⁶



Kaynak: www.spac.com

²⁵ http://www.indirimim.com/sipoc_giris.htm

²⁶ www.spac.com

1.3. Altı Sigma' nın Temel İlkeleri

Altı Sigma ile amaçlanan hatalarının mümkün olduğunca azaltılmasıdır. Bu noktada, istenilen kalite düzeyine ulaşılması için üzerinde duruluan üç anahtar faktör bulunmaktadır. Bunlar: müşteriler, süreçler ve çalışanlardır.²⁷ Altı Sigma sisteminin temel ilkelerinin de genel olarak bu faktörler üzerine kurulu olduğunu görmekteyiz. Bir yönetim sistemi olarak tanımlanan Altı Sigma' nın temel ilkeleri, altı başlık altında incelenmektedir.²⁸ Bunlar:

1.3.1. Müşteri Odaklılık

Altı Sigma' da müşteriye odaklanmaya büyük önem verilmektedir. Kurulumun ilk aşaması olan performans ölçümü müşteri ile başlamaktadır. Ayrıca işletmeler de müşteri tatmini ve değeri üzerinde yaratılan etkilerle tanımlanmaktadır. Müşterilerin sadece bugünkü değil gelecekteki muhtemel ihtiyaç ve istekleri de önceden tahmin edilmeli ve işletmelerin rekabet avantajlarıyla birleştirilmelidir.

1.3.2. Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim

Son yıllarda ölçmeye, geliştirilmiş bilgi sistemlerine ve bilginin yönetime verilen önemin artmış olmasına karşın, işletmelerin pek çok kararın hala daha belirli yorum ve varsayımlara dayandırılarak alındığını görülmektedir. Hataların bulunması ve ortadan kaldırılmasında kapsamlı ve karmaşık verilerin toplanması ve istatistiksel analizlerin yapılması Altı Sigma' nın temel noktalarından birisidir. Altı Sigma uygulamalarının ilk aşaması iş performansı değerlendirilmesi için gerekli anahtar ölçütlerin belirlenmesidir. Belirlenen bu ölçütler daha sonra kritik değişkenleri anlamak ve sonuçları optimize etmek için kullanılır. Daha açık bir ifade ile Altı Sigma verilere dayalı karar ve çözümleri desteklemek için yöneticilerin iki temel soruyu cevaplamalarına yardımcı olur.

- Hangi veri/bilgilere gerçekten ihtiyaç var.

²⁷ B.Little, *Six Sigma Techniques Improve The Quality of e-Learning, Industrial and Commercial Training*, 2003, ss. 104-108.

²⁸ Peter Pande, R.P.Neuman, R.R.Cavanagh, a.g.e, s.45.

- Bu veri/bilgileri en fazla yarar sağlayacak şekilde nasıl kullanabilirim

1.3.3. Sürece Odaklanma

Altı Sigma'da süreçler eylemin olduğu yerdir. İster şirket yönetimi isterse ürün ve hizmet tasarımı, performans ölçümü, etkinliğin artırılması ya da müşteri tatminin iyileştirilmesi olsun tüm alanlarda başarının anahtarı süreçlerdir. Altı Sigma uygulamalarında bu güne kadar sağlanan büyük kazançlar, süreçlerin müşteriye değer sağlamak için kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

1.3.4. Proaktif Yönetim

Proaktif yönetim, başarı için iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek problemlerin önlenmesine odaklanmak, kör bir şekilde işleri nasıl yaptığımız savunmak yerine, işleri niçin böyle yaptığımızı sorgulamaktır.²⁹ Altı Sigma, tepkisel alışkanlıkların yerine, dinamik, duyarlı ve proaktif yönetme biçimini yerleştirmek için gerekli araç ve uygulamalardan yararlanmaktadır.

1.3.5. Sınırsız İşbirliği

Şirketlere tedarikçileri, müşterileri ve şirket çalışanlarının da birbirleriyle kuracakları işbirliklerinin getireceği fırsatlar büyüktür.³⁰ Müşteriye değer yaratmak için ortak çalışması gereken gruplar arasındaki rekabet ve irtibatsızlıklardan dolayı her gün milyarlarca dolar kaybedilir.

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

²⁹ Topal, Şeminur R. (2000). Kalite Yönetim ve Güvence Sistemleri, YTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul, 2000.

³⁰ Little, B., Six Sigma Techniques Improve The Quality of e- Learning, *Industrial and Commercial Training*, pp. 104-108, 35 (3), 2003.

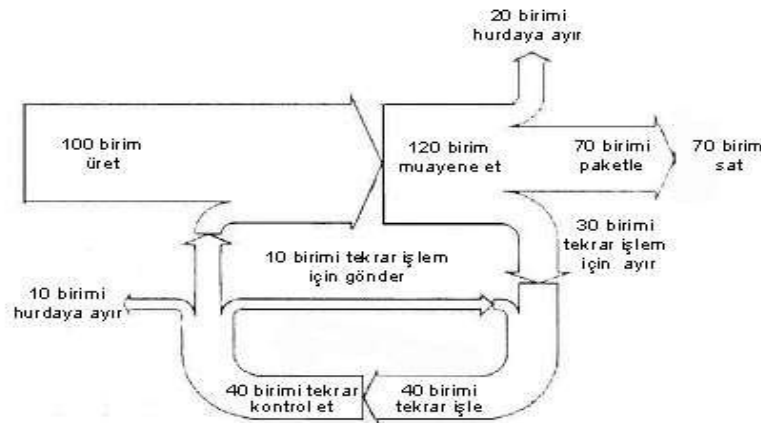
1.3.6. Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü

Altı Sigma' yı hedefleyen her işletme, kendini sürekli olarak mükemmel olmaya zorlamalıdır. Kusursuzu isterken başarısızlığa nasıl tolerans gösterilebilir? Fakat bir takım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın bir şeyler elde etmek ve bir yerlere ulaşmak mümkün değildir. Eğer insanlar alacakları karaların ya da yapacakları uygulamaların sonuçlarından korkarlarsa daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite vb.lerine ulaşmayı denemezler. Sonuç; durgunluk, yozlaşma ve ölüm olacaktır. Ayrıca performans iyileştirmesi için Altı Sigma' nın sunduğu araç ve yöntemler önemli ölçüde risk yönetimi içermektedir.³¹ Altı Sigma'yı hedef edinmiş bir şirket her zaman kusursuz için çaba harcayacaktır, fakat ara sıra olan başarısızlıkları kabul edecektir.

1.4. Altı Sigma' nın Uygulama Adımları

Geleneksel yaklaşımları başarıyla uygulayan işletmeler en fazla üç veya dört sigma seviyesine ulaşabilirler. Bu en az %1' lik hata oranı anlamına gelir. Sadece son ürüne –sonuca- odaklanmak yerine, istenmeyen çıktıların nedenlerini araştırmaya çalışmak iyi bir başlangıçtır.

Şekil 9: Geleneksel Yönetim¹

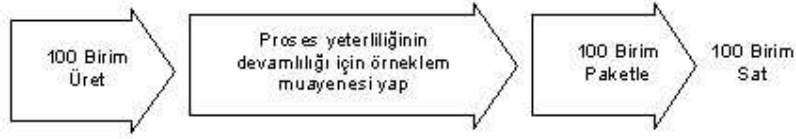


Kaynak: <http://www.kaliteofisi.com>

³¹ Pande ve diğerleri., Six Sigma Way, Mc-Garw Hill Trade, 2000.

Altı Sigma, tüm makineleri bir bütün olarak ele almayı, sistem ve ürünlerdeki değişkenliğin sebeplerini bularak sorunu ortadan kaldırmayı öngörür. Böylece, iyi parçaları kötülerden ayırmak için hattın sonunda kalite kontrol elemanları yerleştirmeye gerek kalmaz (Şekil 10).

Şekil 10: Altı Sigma Yaklaşımı³²



Kaynak : www.kaliteofisi.com

Eğer mevcut problemler doğru belirlenir ve çözülür ise müşteriler mutlu olur. Bu sebeple pek çok şirket farkında olmadan milyarlarca lira kaybeder ve iflasın eşiğine gelir. Dolayısıyla işe müşteri ile başlamak ve problemin kaynağına doğru ilerlemek önemlidir.

Altı Sigma yöntemi, müşteri memnuniyetini arttırmak, hataların önüne geçmek ve azaltmak için bir işletme felsefesi oluşturmaktadır.³³ Bu yöntemin amacı, en yüksek düzeyde müşteri memnuniyeti sağlamak, bir işin doğru zamanda ve bir seferde yapılması sayesinde işletme giderlerini azaltmaktır. Ayrıca yöntem, istatistiksel bir yol izleyerek, yapılan işlerdeki gelişmeleri karşılamayı kolaylaştırmaktadır. Sonuç olarak, bu sistemi benimsemiş firmalar sürekli olarak hataları azaltmaya ve ürünlerini veya hizmetlerini geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu açıdan Altı Sigma yöntemi bir iş geliştirme aracı ve yeni bir firma kültürü olarak düşünülebilir.³⁴

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

³² <http://www.kaliteofisi.com>

³³ O'Rourke, Patricia. **Using Six Sigma in Safety Metrics at Motorola**,

³⁴ Gnibus, J. Robert (2001), Six Sigma's Missing Link, Quality Progress, Vol:33, No:11, s:77

Tablo 2: Hata Oranlarının Gerçek Hayata Yansması.³⁵

ÖRNEK	% 99 (3,8 sigma)	% 99,9997 (6 Sigma)
Haftalık TV yayını	1,68 saat yayın kesintisi	1,8 saniye yayın kesintisi
500 yıl boyunca ay sonu hesabının kapatılması	60 ay açık	0,018 ay açık
100.000 çalışanda kayıp işçilik	1.000 adam gün	8 saat 20 dakika
Yıllık elektrik kesintisi	86 saat	2 dakika
Haftalık kirli su içme zamanı	1 saat 20 dakika	2,1 saniye
300.000 mektubun dağıtımı	3.000 hatalı dağıtım	1 hatalı dağıtım

Kaynak: <http://www.spac.com.tr/tanitim.htm>

Bazı durumlarda müşteriler daha yüksek kalite seviyesi isterler. Kelime anlamı olarak sigma, müşteri beklentilerini karşılayacak mükemmellikten sürecin ne kadar uzakta olduğunu gösteren istatistiksel bir terimdir. Kalite maliyeti, “oluşacak hataları önlemek amacıyla yürütülen faaliyetlerin planlı kalite gözlem ve kontrolleri ile mamül üretim sürecinde veya sonrasında görülen hataların sonucunda ortaya çıkan maliyetler” olarak tanımlanabilmektedir.³⁶ Bu doğrultuda Altı Sigma bir milyon ürün üretiminde, geri planda sadece milyonda 3,4 adet toplam hata olasılığını ifade etmektedir. Altı Sigma Operasyonel Mükemmellik Modeli, müşteri beklentileri doğrultusunda, kalite ve maliyet kriterlerini birleştirerek, iyileştirme faaliyetlerinin önceliklendirilmesini sağlar.

³⁵ <http://www.spac.com.tr/tanitim.html>

³⁶ Münir Şakrak, **Maliyet Yönetimi**, İstanbul: Yasa Yayınları, 1997. s.22.

Tablo 3: Sigma Düzeyleri ve Kalite Maliyeti³⁷

Sigma Seviyesi (1,5 Sigma Taşınmış)	Doğruluk Yüzdesi	Milyonda Kusur Sayısı	Kalite Maliyetlerinin Satışlara Oranı
2	69,13	308.537	%40 <
3	93,32	66.810	%40 - %25
4	99,379	6.210	%25 - %15
5	99,9767	233	%15 - %5
6	99,99966	3,4	%1 >

Kaynak: Ahmet Koray Ergün, “**Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye’deki Uygulamaları**”, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003). s.74

1.4.1. Değişkenliğin Azaltılması

Altı Sigma’ da asıl amaç değişkenliği azaltmak, yani kusur sayısını en aza indirmektir. Bunun yanında her organizasyonun ve dolaylı olarakta Altı Sigma’ nın da hedefi “müşteri isteklerini koşulsuz ve kısıtsız olarak sağlayarak, müşteri memnuniyetini ve pazar payını olabildiğince yükseltmektir.”

Bunun başarılabilmesi için ise, kalite beklentilerini tam olarak ve ilk seferde karşılamak, istenen kaliteyi uygun fiyat / maliyetle ve tam zamanında sunulabilmesi gerekmektedir.

Bunların sağlanabilmesi öncelikle kalitesizlik maliyetlerinden ve kapasite/ zaman kayıplarından kurtulmayı gerektirir. Yani ilk seferde doğru yapmak, planlı ve hızlı çalışabilmek, süreçlerde en kısa yolu oluşturacak iyileştirmeleri sağlayabilmek gerekmektedir. Bu nedenle Altı Sigma yaklaşımında hedeflenen iyileştirme çabası; değişkenliği olabildiğince küçültebilmek, işlem sürelerini olabildiğince kısaltmak, maliyetlerde olabildiğince küçülme sağlayabilmek olarak belirginleşmektedir.

³⁷ Ahmet Koray Ergün, “**Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye’deki Uygulamaları**”, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003). s.74

Tablo 3 her sigma seviyesindeki milyonda hata oranını ve bu hata oranındaki kalitesizlik maliyetlerini göstermektedir. Tablodan yola çıkılarak altı sigmanın firmalara maliyet düşürme stratejisinde çok önemli faydalar sağladığı görülebilmektedir..

Bir sürecin sigma kabiliyetinin geliştirilmesindeki ilk adım, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerinin tespitidir. Sonra bu ihtiyaç ve beklentileri karşılayacak bir süreç haritası oluşturulmalıdır. Bu sürecin tüm adımlarını tespit eden bir süreç akış diyagramı oluşturulması anlamına gelmektedir. Bu çalışma da her süreç adımı için başarı kriterleri tespit edilmelidir. Daha sonra tespit edilen bu başarı kriterlerini karşılamayan unsurlar tespit edilmeli ve bunlar " ünite başına toplam hata sayısı-TDPU" olarak kayıt edilmelidir ve TDPU değeri sigma değerine dönüştürülmelidir. Sigma değeri ile süreçlerin kalite düzeylerini müşteri ihtiyaç ve beklentileri ile karşılaştırma imkanı elde edilebilmektedir.

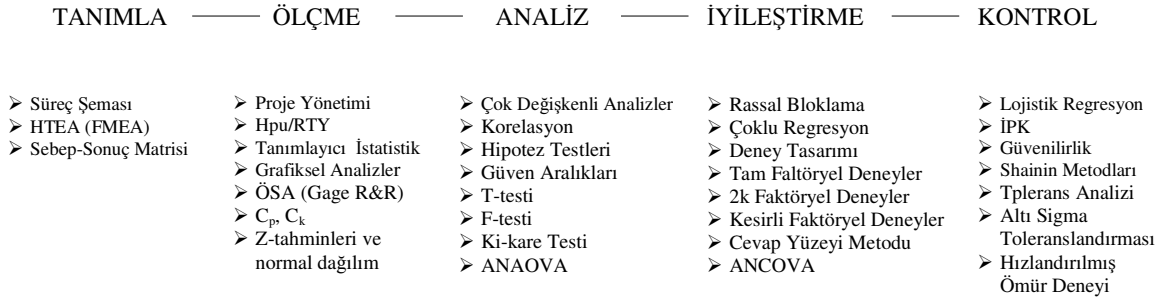
Karşılaştırma tamamlandığında ikinci adım olarak,. "Karakteristiği kendi sınıfında diğerlerinden en iyi yapan nedir?" sorusu sorulmalıdır. Eğer bu sorunun cevabı belirli ise, iyileştirme çalışmaları o yöne doğru yönetilmelidir, cevabın belirsiz olduğu durumlarda süreçlerdeki değişimlerin kaynağı takip edilmeli ve bu doğrultuda değişim azaltma çalışmaları uygulanmalıdır. Bunu takiben çözümler doğrulanıp standart hale getirilerek bir diğer hata kaynağına geçilmelidir. Bu çevrim müşteri tatmini ve mutluluğu elde edilinceye kadar defalarca işletilmelidir. Sürekli müşteri tatmini ve mutluluğu testleri ile çalışmalar kontrol edilip doğrulanmalıdır. Bu sonu gelmeyen bir süreç haline getirilmelidir.

Değişkenliklerin kaynağı takip edilip yok edildiğinde ve ilgili hatalar ortadan kaldırıldığında maliyetler azalmakta ve süreç çevrim süreleri azalmaktadır. Birçok benchmarking (kıyaslama) çalışmasında bu ilişkiyi doğrulayan sonuçlar elde edilmektedir. Örneğin tipik bir 4 sigma şirketinde, iç ve dış başarısızlık maliyetlerinin satışlarının %10 'unu geçtiği ve çoğu durumlarda bunun %30'lara kadar yükseldiği görülmektedir. Bir Altı Sigma şirketinde ise milyon da 3,4 hata düzeylerindeki üretim kalitesinde, "bunu pratik anlamda sıfır hata olarak kabul edebiliriz", başarısızlık maliyetleri sıfıra düşmekte ve yatırımların geri dönüş hızı artmaktadır.

Son üründe oluşan değişkenlikler hatalı ürünlere neden olmaktadır.³⁸ Amacımız son üründeki hataya neden olan değişkenlikleri azaltmaktır. Bu amaçla sürecin önemli girdileri ile oynayarak, son üründeki değişkenliği azaltılmaya çalışmaktır. Girdi değişkenliklerini küçülterek çıktılardaki hatalar yok edilmeye çalışılır. Girdiler doğru belirlendiği takdirde, çıktı değişkenlerini girdiler cinsinden ifade eden bir matematiksel model oluşturulabilir.³⁹ Bu model her zaman %100 doğru bir denklem olmamasına karşın, istatistik sayesinde elde edilen, faydalı bir denklem olacaktır. Hataları azaltmak için süreç sahiplerinden beklenen şey, bu model doğrultusunda değişkenlikleri azaltmaktır.⁴⁰

1.4.2. Altı Sigma Problem Çözme Modeli

Projeler Karakuşaklar tarafından, iyileştirme takımları oluşturularak, Şekil 11’ de gösterilen problem çözme araçlarının sistematik bir şekilde uygulanmasıyla hedefine ulaşır.⁴¹



Şekil 11: Altı Sigma Problem Çözme Modeli

Altı Sigma Problem Çözme Modeli her birinde güçlü araçların bulunduğu 5 adımdan ibarettir. Bunlar Tanımla – Ölç – Analiz Et – İyileştir – Kontrol Et adımlarıdır.

³⁸ Kerri Simon, “What is DFSS?” <http://www.isixsigma.com/libaray>, february 2001 s.1

³⁹ Thomas A. Person, “Measure for Six Sigma Quality”, Quality Progress, Feb.2001

⁴⁰ Dave Nave, “How to Compare Six Sigma, Lean and Theory of Constraints”, 1993

⁴¹ Akın Polat, Cömert Birol, “Savunma Sanayi Yeknolojilerinde Altı Sigma Uygulamaları”, Ankara, Ekim 2002

Önemli olan hangi döngü esas alınırsa alınsın verilerin toplanması ve objektif ölçümün her aşamada uygulanmasıdır. ⁴²Bu aşamaları kısaca açmak gerekirse:

Tanımla : Bu aşamanın amacı projenin amaç ve kapsamı tanımlanmasıdır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken hususlar: Seçilen projenin imkan ve kabiliyetlere uygun olması, daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması ve problemlerin net ve mümkün olduğunca sayısal olarak tanımlanması şeklinde özetlenebilir.

Ölçme : Bu aşamada mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler toplanır. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek mümkün değildir. Bu aşamadaki en kritik faktör ise neyin ya da nelerin ölçüleceğinin doğru olarak belirlenmesidir. Aksi halde harcanacak emek ve kaynakların karşılığı, hiçbir kullanım alanı olmayan sayfalarca veri olacaktır.

Analiz : Problemleri doğru olarak belirledikten sonra ve problemlerin büyüklüğünü sayısal olarak ortaya koyduktan sonra analiz safhasında bu veriler yorumlanacaktır. Yani öncelikle her bir problemin işletme karına, müşteri tatminine, performansa ve üretkenliğe etkileri belirlenmelidir. Diğer önemli bir konu ise hataların niçin yapıldığı ve bunların nasıl onarılacağıdır. Bu safhada yapılacak çalışma problemlerin altında yatan nedenleri bulmak ve bu sebepleri ortadan kaldırmak için planlar hazırlamaktır.

İyileştirme : Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı safhasıdır. Ancak düşünülen çözümleri hemen uygulamaya koymadan, bundan önceki üç basamaktan elde edilen veriler ve planlamalar gözden geçirilmelidir. Bu gözden geçirme sonucunda gerçekten doğru verilere sahip olunduğu, bu veri ve ihtiyaç duyulan kaynaklarla problemin çözülebileceği ve problemin gerçek nedeninin belirlendiği ve problemi çözmenin organizasyona büyük ölçüde fayda sağlayacağı konularında emin olunmalıdır. Eğer bu konularda yeterince emin olunmadıysa, öncelikle ilgili aşamaya tekrar dönülerek ve kullanılan kontrol aracını da dikkate alarak

⁴² Linderman, K., Schoeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., **Six Sigma: A Goal-Theoretic Perspective**, Jomal of Operations Management, 2003, s.21.

verilerin objektifliği yani gerçeği ne kadar yansıttığını ve problemin sebebini tekrardan doğrulamak, verilerden yararlanarak geçerli kılmak gerekmektedir.

Kontrol: Kontrol aşaması, Altı Sigma'nın en önemli aşamasıdır. Çünkü kontrol aşamasında diğer dört aşamada yapılan tüm faaliyetler masaya yatırılarak öncelikle elde edilen kazançlar değerlendirilir ve bu kazançların kalıcılığının sağlanması ve artırılması için planlamalar yapılır. Bu planlamalarda eski çalışmalarda yapılan hatalar var ise onlar düzeltilir, Altı Sigma araç/metodları değerştirilir veya güçlendirilerek daha kısa zamanda aynı kazancı sağlamanın hatta kazancı arttırmanın yolları araştırılır.

1.4.3. Kapalı Çevrim Sisteminin Oluşturulması

Kapalı çevrimli iş sistemler iki yönlüdür:

1- İş sürecindeki ve girdilerdeki X' lerden ya da değerşkinlerden hangilerinin Y' ler ya da sonuçlar üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu anlamak,

2- İşle ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak ve onun karlılığını sürdürmek için, sürecin toplam performansındaki değerşimlerden (Y'ler ve diğer harici etkenler) yararlanmak.

Altı Sigma sisteminde X' ler ve Y' ler üzerine kurulu bir dil kullanmak artık alışkanlık haline gelmiştir. Yine de değerşken deyince, birden fazla anlam olabileceğini bilmek gerekir. Matematiksel olarak ifade edildiğinde ise $Y = f(X)$ olarak ortaya çıkmaktadır. Buradan, "değerşkenlikler ve çeşitlilik çıktıları etkilemektedir" sonucuna varılabilir.

Y şu anlamlara gelebilir:

- Stratejik hedef
- Müşteri gereksinimleri, Kazançlar
- Müşteri memnuniyeti

- Toplam iş verimliliği

X şu anlama gelebilir:

- Stratejik hedeflere ulaşabilmek için gerekli eylemler
- Yapılan işin kalitesi
- Müşteri memnuniyetini belirleyen ana etkenler
- Personel, çevrim zamanı, kullanılan teknoloji vb. gibi süreç değişkenleri
- Sürece katılan girdilerin kalitesi (müşterilerden ya da tedarikçilerden)

1.4.4. Altı Sigma Uygulama Stratejileri⁴³

1.4.4.1. Temel Süreçlerin ve Kilit Müşterilerin Belirlenmesi

Birinci adımda elde edilecek bilgiler, müşteriler hakkında bilgi toplama çalışmalarının yürütüleceği İkinci Adıma zemin oluşturması açısından önemlidir. Bu kapsamlı envanter çalışmasının hiç kuşkusuz daha yararlı bir çıktısı ise, kuruluş hakkında bir bütün olarak yeni ve daha belirgin bir tablo ortaya koymaktır.

1.4.4.2. Müşteri Gereksinimlerinin Tanımlanması

Müşterilerin ne istediği bilinmiyorsa, onlara bunu sunabilmek de neredeyse olanaksızdır. Altı Sigma performansına ulaşma çerçevesinde, açık ve net gereksinimler saptamadan, anlamlı ölçümler geliştirmeye olanak yoktur.

İkinci Adımın bir diğer mantığı da zihniyettir. Değişen taleplerden haberdar olunmadığı böyle olduğunu sanmak bir sorun kaynağıdır. Başarıyı yakalayacak kurumların çoğu müşterilerinin sesine gerçekten kulak verenler olacaktır.

⁴³ "Six Sigma Yolu" Peter S. PANDE, Robert P. NEUMAN, Roland R. CAVANAGH

1.4.4.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi

Üçüncü Adımda mevcut durumda bu talepleri ne kadar iyi karşılanacağı ve bunu gelecekte nasıl sürdürülebileceğinin irdeleneceği aşamadır. Daha geniş bir anlatımla, müşteriye odaklanan performans ölçümleri, daha etkili ölçüm sistemlerinin kurulabilmesi için ön koşuldur.

Üçüncü Adımın Yararları; Bir ölçüm altyapısının oluşturulması, Önceliklerin belirlenmesi ve kaynaklara odaklanması, En iyi iyileştirme stratejilerinin seçilmesi, Taahhütlerin ve yeterliliklerin uyumu olarak görülmektedir.

1.4.4.4. İyileştirmelerin Öncelik Sırasına Konulması

Kuruluşun için öncelikli iyileşme alanlarını seçmek olmalıdır. Uygulanacak iyileştirme çalışmalarının önemi, hataları ortadan kaldırmak, süreç verimliliğini ve kapasitesini artırmak için en iyi teknikleri içeriyor olmasıdır. Altı Sigma teknik ve araçları hem büyük ve karmaşık iş sorunlarının çözümünde hem de görece basit süreç iyileştirme fırsatlarının değerlendirilmesinde kullanılabilir.

1.4.4.5. Altı Sigma Sisteminin Yayılması ve Entegre Edilmesi

Bir Altı Sigma kuruluşunun uzun vadedeki vizyonunu belirleyen aşama olan Beşinci Adımın en kuvvetli gerekçesi, onun uygulamama olasılığını değerlendirmesidir. Beşinci Adımın Altı Sigma girişimleri açısından anahtar unsurdur.

Altı sigma sisteminin uygulandığı bir kurumda:

- Doğru ve iyi yönlendirilmiş bir müşteri geri besleme sistemi
- Hattın her iki yönünde de sorunsuz iş akışı ve işbirliği, iyi entegre edilmiş “pürüzsüz süreçler”

-Yalnızca kasaya giren paraları değil, hataları, temel etkinliklerdeki değişimleri, hammadde benzeri temel girdilerdeki değişkenlikleri vb. ölçen hassas bir sistemi.

- Değişen müşteri gereksinimlerini karşılamak için süreçleri daha hassas hale getirerek ya da tümüyle yeni süreçler, ürünler ve hizmetler yaratarak, sorunları düzeltme ve iyileştirme sağlama konusunda kazanılmış bir uzmanlık.

1.4.5. Altı Sigma Hesap Yöntemleri⁴⁴

Altı Sigma felsefesi en üst düzeyde müşteri memnuniyeti ve mükemmellik üzerine kurulmuştur. Süreçlerin istatistiksel kontrolü, bu felsefeyi destekleyen araçlardan biridir. Bunun dışında bilinen tüm kalite araçları (Pareto tablosu, balık kılçığı diagramı, kontrol tabloları, vs.), genel olarak Altı Sigma'yı desteklemektedir. Altı Sigma ölçü birimi olarak milyonda hata oranını kabul etmektedir. Hata oranlarının çok küçük olması istendiğinden, yüzde yerine milyonda birimi kullanılmaktadır.

Bu bölümde, firmaların sigma seviyelerinin tesbitinde kullanılan 3 farklı yöntem aktarılacaktır. Farklı yöntemlerin bulunması, birden fazla veri toplama tekniğinin olmasından kaynaklanmaktadır.

1.4.5.1. Fırsatlar ve Hatalar Yöntemi (DPMO)

Bir süreç veya ürünün kalite niteliğinin (attributes) standartlar baz alınarak iyi/kötü veya kabul/red olarak değerlendirilmesi sonrası elde edilen sonuçlar da, DPU (Defect per unit - Birim başına hata) şeklinde değerlendirilir. Sürece duyarlı, yüksek karmaşıklık ve çeşitlilikte ürünlerin üretildiği üretim ortamlarında ise, DPU ile beraber DPMO (Defect Per Million Opportunities - Milyonda Hata Olasılığı) kullanılır.⁴⁵

DPMO bir ürün ya da süreçte hatanın ortaya çıkabileceği her 1 milyon durumdan kaç tanesinde kusur oluştuğunu gösterir.

$$DPMO = \frac{\text{(Birim Başına Düşen Hata)}}{\text{Birim Başına Üretim Sayısı}} \times 1.000.000$$

⁴⁴ Bishop, Lane (1998). **Corporate Sigma Calculation Methods**, Honeywell International Inc. s.15-18.

⁴⁵ <http://www.ie.sakarya.edu.tr/pano.php?no=228&PHPSESSID=a6b36834da5801bc7cc4eb81db482686>.

Örnek : Bir süreç içinde 149 adet sağlam ve 1 adet arızalı ürün yapıldığını kabul edelim ve bu süreç için sigma değerini hesaplayalım.

$$\text{Milyon fırsattaki hata oranı} = (1/150) \times 1.000.000 = 6,666$$

Ek 1’ de verilen tabloya bakıldığında 6,666 sayısı 3,98 sigma değerine karşılık gelmektedir Bu değer, firma için istenilen bir sigma değeri ise yapılan çalışmalar başarıya ulaşmış demektir. Fakat, bu hesaplanan değer konulan hedefin altında kalmışsa, yapılan düzeltme işlemlerinin tekrar gözden geçirilmesi ve geliştirme sürecine devam edilmesi gerekmektedir.⁴⁶

1.4.5.2. Milyonda Hatalı Parça Sayısı Yöntemi

Bazı işletmelerde elde edilen üretim adetlerinin çok yüksek olması nedeniyle ölçümler milyon bazında yapılmaktadır. Milyon bazındaki yapılan ölçümlerdeki hata oranı, ek 1’ deki tablodan sigma değerlerinin hesaplanmasına yardımcı olur.

1.4.5.3. İlk Kontrol Sonrası Sigma Değerinin Hesaplanması Yöntemi

Bir diğer ve son alternatif olan ilk kontrol sonrası ortaya çıkan hatalardan toplam hata miktarını ve oradan da sigma seviyesinin hesaplama yöntemi açıklanmaktadır.

$$\text{Milyon fırsattaki hata oranı} = \frac{(1 - \text{FPY})}{\text{Operasyon Sayısı}} \times 1.000.000$$

Burada bahsedilen operasyon sayısı ürün, üretim hattından çıktıktan sonraki kontrol sayısını vermektedir.⁴⁷

⁴⁶ Bishop, Lane, Corporate Sigma Calculation Methods, Honeywell International Inc. 1998, s. 15-18.

⁴⁷ Bishop, Lane, a.g.e.,s.15-18

1.5. Altı Sigma Uygulamalarının Olumlu ve Olumsuz Yönleri

1.5.1. Altı Sigma’ da Başarı

Altı Sigma uygulamayı düşünen firmaların başarıya ulaşması için değişime açık olması gerekmektedir. Üst yönetimin desteğini almak Altı Sigma uygulamalarının başarısını etkileyen bir diğer faktördür. Üst yönetimin programa cesaretle liderlik etmesi ve bunu tüm kuruluşa göstermesi çok önemlidir.

Toplam kalite yönetimi mükemmelliği, yani "sıfır hata" düzeyinde bir ideali hedefleyen bir yönetim felsefesi, bu hedefin ulaşılabilirliği, toplam kalite yönetiminin sürekli gelişmeyi sağlayan sonsuz bir yolculuk olmasının nedenidir. Altı Sigma ise, toplam kalite yönetiminin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde, kullanılabilen bir yöntem, bir metodolojidir. Hedefi hata oranlarını milyonda 3,4 seviyesine düşürmektir.

1.5.2. Altı Sigma’ nın Faydaları

Altı Sigma stratejisi üretim, tasarım, satış, pazarlama, servis gibi tüm iş alanlarında kolaylıkla uygulanabilir. Altı Sigma çalışanlar tarafından iyi bir şekilde uygulandığında sağlanabilecek yararlar sıralamak gerekirse; maliyet düşürme, verim artırılması, pazar payının büyümesi, müşteri sürekliliği, çevrim zamanının kısalması, hata oranlarının azalması, kültür değişimi, ürün/hizmet geliştirme sayılabilmektedir.

Etkili bir Altı Sigma programı uygulaması sonucunda projelerden elde edilmiş olan parasal kazançların ötesinde, daha da önemli olan dört köklü değişim gerçekleşmiş ve kalıcı bir biçimde yerleşmiş olur:⁴⁸ Bunlar;

1. İş sonuçlarına etkisi olan her performans çıktısı ölçülerek izlendiği, kararların ölçüm sonuçlarına ve veriye dayandığı kurumsal bir kültür.

2. Mevcut süreçleri, özellikle de iş sonuçlarına önemli etkisi olanları mükemmel/hatasız hale getirme becerisine sahip kurumsal davranış biçimi ve alışkanlığı.

⁴⁸ Matris Danışmalık., “**Altı Sigma Yönetici Eğitimi**”, Makina Mühendisleri Odası., İstanbul., Nisan 2007,

3. Yeni süreçleri mükemmel/hatasız şekilde devreye alma becerisine sahip kurumsal davranış biçimi ve alışkanlığı.

4. Bu davranış biçimlerinin ve alışkanlıklarının ortaya çıkardığı parasal kazançların ve iş sonuçlarının (karlılığın ve satışların artması) getirdiği inanç, güven ve moral olarak sıralanabilmektedir.

1.5.3. Altı Sigma Projelerinde Karşılaşılan Olumsuzluklar

Kuruluşlarda üst kademe yöneticilerle orta kademe yöneticilerin görüş farklılıkları içerisinde oldukları görülebilmektedir. Bunun temel nedeni üst ve orta kademe yöneticiler arasında ortak bir dilin olmamasıdır. Pek çok kuruluşta üst düzey yöneticiler genellikle böyle bir programa girerken, bu işe girişme nedenlerini, hangi sonuçları beklediklerini orta kademe yöneticilere ayrıntılı olarak açıklama gereğini duymadıklarından meydana gelmektedir.

Altı Sigma programının sadece üst düzey yöneticilerin inisiyatifleriyle başlatılmak istenildiği durumlar, orta düzey yöneticilerin programa direnç göstermelerine neden olabiliyor.

Programı uygulamaya karar veren kuruluşların ilk yapması gereken iş, üst yönetim tarafından Altı Sigma vizyonunun ve felsefesinin açık olarak ortaya konulması, bunların diğer yönetim kademeleriyle paylaşılması ve tartışılmasıdır. Altı Sigma hakkında hem üst yönetimin hem de diğer kademelerin kullanabileceği ortak bir dil oluşturulması son derece önemlidir. Kuruluşun Altı Sigma vizyonu, tüm yönetim kademelerinin katılımıyla paylaşılmalı ve tartışılmalıdır.

Eğitim faktörü Altı Sigma uygulamalarında karşılaşılabilecek önemli etkenlerden biridir. Altı Sigma uygulamaları gelişmiş istatistiki araçların kullanılmasını ve yorumlanmasını gerektirebilir. Bu aşamada uygulayıcıların mevcut durumu modellemek için seçtikleri yöntemler başarıda önemli rol oynamaktadır. Altı Sigma eğitimi uygulamaların doğru şekilde yürütülmesini sağlar.

1.5.4 Altı Sigma Uygulanmış Olan Firmaların Elde Ettikleri Bulgular

1985 yılında Motorola tarafından uygulanmaya başlayan altı sigma, bugün ABB, Texas Instruments, General Electric, Whirlpool, Boeing, Sony, Allied Signal gibi uluslararası kuruluşlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır.

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

Altı Sigma ile elde edilen başarılar GE ile sınırlı değildir. Altı Sigma' yı 1980 yılından beri uygulayan Motorola'nın 19 yılda elde ettiği getiri 11 milyar dolar civarındadır.

Motorola dünya çapında verimliliğini 3 katına çıkarmıştır. Altı Sigma' ya 1991 yılında başlayan 14 milyar dolar ciroya sahip Allied Signal Inc.'nin 8 yılda elde ettiği getiri 800 milyon doları aşmıştır. Bu miktar toplam cironun %6' sı civarındadır.

Borusan' da 2002 yılı Mayıs ayında başlatılan birinci dalga sonunda siyah kuşaklar 13 adet Altı Sigma projesini tamamlayarak süreç sahiplerine teslim etmişlerdir. Teslim edilen projelerin 12 aylık belenen getirisi 4,2 milyon ABD Doları' dır.

2002 yılı başından itibaren Altı Sigma uygulayan Kale Kalıp ve Kalekim' de bu programla ilgili roller ve sorumluluklar belirlendikten sonra projeler uygulandı. Kale Kalıp ve Kalekim' de birer şampiyon, projelerin sorumluluğunu alan 6 karakuşak ve onlara destek veren 12 yeşil kuşak görev aldı. Altı aylık süre içerisinde gerçekleştirilen 6 proje sonunda finansal kazanım 1.200.000 doları bulmuştur.

1.5.5. Altı Sigma Modeli İle TKY Farklılıkları

Genellikle birçok kimse Altı Sigma' yı kalite hareketi ile birlikte düşünür. Bu nedenle, bu noktada bu bakış açısından başlamak mantıklı görünmektedir. Altı Sigma “kalite” trendinden çok öte birşeydir. Altı Sigma' yı uygulayan şirketler önemli finansal sonuçlar elde etmiş ve gelişmiş finansal performans ve büyüme için ilkeli, stratejik planlar geliştirmiştir. Altı Sigma, TKY veya ISO gibi sadece bir kalite sistemi olmaktan daha fazlasını ifade eder. Altı Sigma bir iş yapma biçimidir.

Altı Sigma Toplam Kalite Yönetiminde, müşteri odaklı bir yaklaşımla belirlenen iş hedeflerine en etkin şekilde ulaşmaya olanak sağlayan bir yönetim metodolojisidir.⁴⁹ Yönetim metodolojisi kavramı ile, müşteri odaklı olarak SMART hedefler belirleme, hedefleri sahiplenerek yayma, hedefleri gerçekleştirmek için projeler oluşturma, projeleri yönetme, projelerin ve üyelerinin performanslarını izleme ve değerlendirme, sonuçlara göre yönetenleri (karakuşak veya uzman karakuşaklar) ödüllendirme veya uyarma gibi birçok bileşeni olan bir sistemden bahsedilmektedir.⁵⁰

Altı Sigma ile TKY temel temele zıt kavramlar olmamakla beraber aynı da değildirler. Altı Sigma' yı TKY' den ayıran bir özellik, daha önceki yaklaşımlarda sorunu çözmek esas alınırken maliyet olgusunun gözardı edilmesidir.⁵¹ Aktivite incelenirken maliyet-çıkart analizi yapılmalı ve maliyeti karşılayacak bir işlem olup olmadığı belirlenmelidir. Bu açıdan Altı Sigma TKY' ye göre daha sistematik ve kar odaklı bir kalite yönetimidir.

Bir Venn diyagramı çizseydik, Altı Sigma' yı TKY' nin bir alt kümesi olarak gösterebilirdik. Bu programı sürekli kılan, eğitimleri yapan, proje liderlerini ve üyelerini yetiştiren kişilerin de belli yeterliliklere ulaşmalarıyla edindikleri mertebeler “kuşaklar” ile anlatılmaktadır. Bunun uluslararası kabul görmüş bir standardı yoktur ama ana hatları ile birbirine benzeyen, bazı ayrıntılarda farklılaşan bir yetiştirme programı ile bu mertebe ve ünvanları belli kuruluşlar veya şirketler verebilmektedir.

⁴⁹ Brassard, M., Tucker, S. Ve Oddo, F., 1993 Total Quality Management in Education, Goal/QPC, Methuen, MA, USA.

⁵⁰ Plowmann, B. And Han.; **Quality Managment Handbook. Professional Handbook Series**, Oxford 1992.

⁵¹ Coronado, R. B., Antony, F., “Critical Success Factors For The Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organisation”, The TQM Magazine, 2002. pp.92-99.

Altı Sigma Uzman Karakuşak, Karakuşak vs. yetiştirme programlarında ISO, OHSAS, HACCP vb. gibi belgeleri verebilmeye yetkili bir akreditasyon – belgelendirme sistemi bulunmamaktadır.

Altı Sigma ile TKY’ yi birbirinden ayıran diğer bir özellikte “yönetim”dir. TKY’ den farklı olarak Altı Sigma’ da sadece yönetim safhalarına gömülmüş ve yönetimin izlemesi gereken yolları tayin etmekten başka bir yönle uğraşmayan uzmanlar yoktur. Altı Sigma Motorola’ daki Bob Galvin, Allied Signals’ daki Larry Bossidy ve GE’ deki Jack Welch gibi doğuştan yetenekli CEO’ lar tarafından geliştirilmiştir. Bu insanların aklında tek bir düşünce bulunmaktadır: işi mümkün olan en başarılı şekilde gerçekleştirmek. Kalite sistemlerinin araçları ve teknikleri ile bunu gerçekleştirebileceklerini farkettileri anda da bunu mümkün kılacak bir taslak geliştirmeye başladılar: Altı Sigma kalite uzmanları, sadece kaliteye odaklanarak işletme için önemli olan diğer konuların etkilerini gözardı etmişlerdir. Kalite herşeyi gölgede bırakmıştır.⁵²

Rekabetçi maliyet ve müşteri beklentilerinin karşılanması her kuruluşun stratejisidir. Bugün dünyada yaygın olarak kullanılan bütün yönetim sistemlerinin temel çıkış noktası da budur. Altı Sigma bu temel yaklaşım bakımından bütün yönetim sistemleri ile uyum içerisindedir. İyi işleyen bir Kalite Yönetim Sistemi (ISO 9001:2000) 6 Sigma’ nın aradığı bir altyapıdır. ISO 9001:2000 in temelini oluşturan 8 kalite yönetim prensiplerinin tamamı Altı Sigma için de aynen geçerlidir.

Altı Sigma Toplam Kalite Yönetimine (TKY) ve/veya EFQM Mükemmellik Modeline alternatif bir uygulama değildir. TKY’ye, EFQM’e veya ulusal / uluslararası kalite ödülüne giden yolda etkili ve bütünleyen bir araçtır.⁵³

Altı Sigma TKY’ den farklı olarak ölçülüp rapor edilen finansal sonuçları içerir; daha gelişmiş ek veri araçlarını kullanır, müşteri ilgilerine odaklanır, proje

⁵² Thomas Pyzdek, “Why Six Sigma is not TQM”, *Six Sigma and beyond*, Kasım 1999.

⁵³ <http://altisigma.sigmamerkezi.com.tr/content/view/15/1/>

yönetim araçlarını ve metodolojisini kullanır. Altı Sigma’ nın temel taşlarından olan “istatistik” ile birlikte ele alınması gerekmektedir.⁵⁴

⁵⁴ **Ergüden Yılmaz**, Altı Sigma ve TKY, www.isguc.org/yilmaz_arguden1.php.

BÖLÜM II

2. ALTI SİGMA' DA KULLANILAN ARAÇ VE METODLAR

Altı Sigma araç ve metotlarının diğer kalite hareketlerinde de kullanılmasına rağmen, bu araç ve metotlar Altı Sigma' da tanımla, ölç, analiz et, iyileştir ve kontrol et (DMAIC) döngüsü boyunca sistematik bir proje odaklı tarzda uygulanırlar. Ek olarak, bu araçların kullanımını kolaylaştıran ilerlemeler sürekli yer almaktadır. Bu ilerlemeler ile aşama sonralarında elde edilen kazançlar artırılmakta ve Altı Sigma' nın kalite hedefi olan problemin gerçek sebebini ortadan kaldırmak ve kalite maliyetlerini indirmek anlayışının gerçekleşmesini kolaylaştırmaktadır. Bu araç ve metodlar, DMAIC çevrimi esasıyla aşağıdaki gibidir:

2.1. Tanımlama Aşaması Araçları

Projeye başlangıç aşamasında sorunun ortaya konulabilmesi için yapılan çalışmalar tanımlama kısmında yapılır. Projenin bu evresinde organizasyon, süreç ve müşteriler derinlemesine incelenir Tanımlama evresinde yapılacak çalışmaların derinliği projenin akışını etkilemektedir. Yapılan çalışma sayesinde hedef kitle ve bu kitlenin özellikleri, organizasyonun yapısı ve süreç içindeki akış ortaya çıkmaktadır. Burada kullanılan teknikler ayrıntılı olarak aşağıda incelenmektedir.;

2.1.1. Proje Bildirgesi

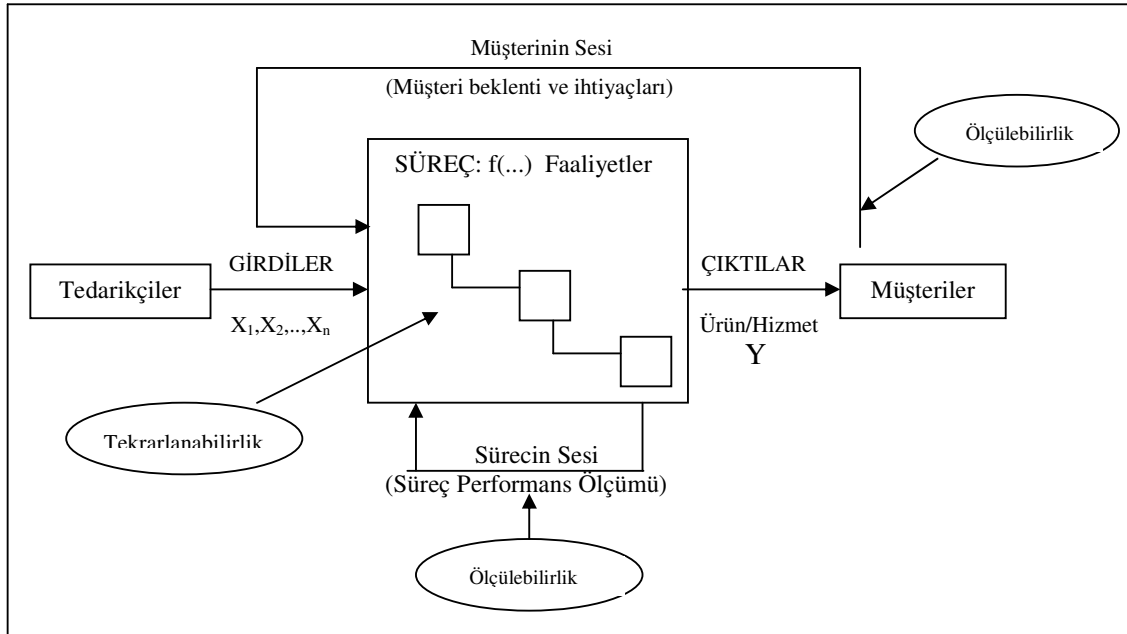
Bu kısımda, projede yer alacak takım üyeleri ve bu üyelerin görevleri tanımlanır. Projenin konusu, projede odaklaşılacak konular, projenin gözden geçirilmesi ve soruların sorulmasından, projenin yöneticisi konumundaki olan kişi sorumludur. Şampiyon adı verilen kişi ise, proje esnasında ortaya çıkan sorunlar bertaraf eden ve sonuç odaklı kişidir. Bunun dışında siyah kuşak sahibi bir kişi de, teknik destek sağlamak ile yükümlüdür.

Proje bildirgesi sürekli olarak güncellenmelidir; çünkü proje başlangıcındaki duruma göre mevcut durum ayda en az bir kez kontrol edilmelidir. Finansal kaynaklar ve takım üyelerinin görevleri de bu bildirmede belirtilir ve güncellenir. Özellikle burada belirtilen zamanlamalara azami dikkat edilmelidir.

2.1.2. Süreç Haritası (Process Mapping)

Problemin tanımlanması ve projenin bir bütün olarak izlenmesi açısından çok önemlidir. Süreç kavramı kısaca girdileri çıktılara dönüştüren faaliyetler zinciridir. Daha ayrıntılı ifade etmek gerekirse süreç; belli bir dizi girdiyi, müşteriler için belirli bir dizi faydalı çıktıya dönüştüren, tanımlanabilen, tekrarlanabilen, ölçülebilen ve birbirine bağlı değer yaratan faaliyetler dizisidir.

Şekil 12: Sürecin Temel Öğeleri⁵⁵



Kaynak: GEMBA Yönetim Danışmanlığı, "İş Süreçleri Analizi Eğitim Notları", İstanbul:2003.

Süreçler iki farklı şekilde gruplandırılabilirler. Birinci sınıflandırmaya göre süreçler Üretim Süreçleri ve İş Süreçleri olmak üzere iki tiptir. Üretim süreçlerinde

⁵⁵ GEMBA Yönetim Danışmanlığı, "İş Süreçleri Analizi Eğitim Notları", İstanbul:2003.

hammadde/yarımamülün bir dizi fiziksel işlemler yapılarak müşteriye sevk edilecek ürüne dönüştürüldüğü süreçlerdir. Çıktısı bir mamül ya da mal’ dır. İş süreçleri ise hizmet ve üretim süreçlerini destekleyen diğer süreçlerdir. Örnek olarak üretim planlama, stratejik planlama, ürün geliştirme, müşteri ilişkileri süreçleri gösterilebilir. Çıktıları mamül niteliği taşımaz.

İkinci gruplandırmaya göre süreçler, Operasyonel , Destek ve Yönetim Süreçleri olmak üzere üç tiptir. Operasyonel süreçler üretim, ürün geliştirme, gibi şirketin ana faaliyet alanı ile ilgili süreçlerdir. Destek süreçleri, operasyonel süreçlerin gerçekleşmesine yardımcı olur. Bilgi kaynakları yönetimi, insan kaynakları yönetim süreçleri bu tipe örnek olarak gösterilebilir. Operasyonel ve destek süreçlerinin belirli bir çatı altında sistematik yönetilmesini sağlayan süreçler de yönetim Süreçleri olarak adlandırılır. Stratejik planlama, Kalite yönetim süreçleri, yönetim süreçlerindendir.

Süreç şeması genel olarak altı ana adımdan oluşur.⁵⁶

1. Adım: genel “girdi” leri ve “müşteri beklentileri” ni gözönüne alarak önemli “çıktı” ların belirlenmesi.

2.Adım: Süreç adımlarının belirlenmesi.

3.Adım: “Çıktı” kalitesine etki etmeyen adımların belirlenmesi.

4.Adım: Her süreç adımında “temel çıktı” ların belirlenmesi.

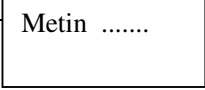
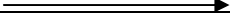
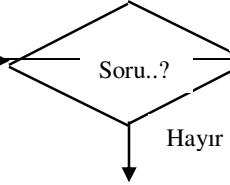
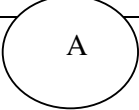
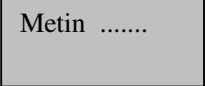
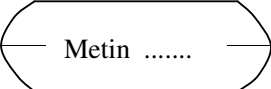
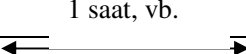
5.Adım: Her süreç adımında “temel girdi” lerin belirlenmesi ve sınıflandırılması.

6.Adım: Temel girdiler için “kontrol edilebilir özellikler” in tanımlanması.

Süreç haritaları çizilirken şirket içinde herkesçe anlaşılan/kabul gören bir harita sembolleri verilmiştir. (Tablo 4)

⁵⁶ SPAC Eğitim Danışmanlık, “Yönetim Bilinçlendirme Eğitim Notları”, İstanbul: 2002.

Tablo 4: Süreç Haritası Sembolleri.⁵⁷

	Süreç Adımı	Süreç akışı içinde yerine getirilen bir süreç adımını veya bir faaliyeti gösterir.
	Süreç Akışı	İki süreç adımını/faaliyeti arasındaki akışı gösterir.
	Akan Malzeme / Bilgi (Girdi, çıktı, vb.)	İki süreç adımı/faaliyeti arasında akan ilgi/malzemeyi yani girdi/çıktıyı gösterir.
	Karar/Dönüm Noktası	Karar aşamasını veya süreç üstünde duruma göre akışın farklılaştığı yerleri gösterir.
	Bağlantı Noktası	Eğer süreç haritası bir sayfaya sığmıyorsa haritanın bir başka sayfada devam ettiğini göstermek amacıyla kullanılır.
	Başlangıç ve Bitiş Adımı	Süreç haritasında, süreci tetikleyen girdinin geldiği başlangıç adımlarını ve sürecin asıl çıktılarının yaratıldığı sürecin son adımlarını gösterir.
	Sürecin Tetiklediği Diğer Süreçler	Bu kutularda süreç çıktılarının gönderildiği süreçler belirtilir.
	Süre Çizgisi	Süreç/süreç adımının çevrim/akış süresini göstermek amacıyla kullanılır.

Kaynak: GEMBA Yönetim Danışmanlığı, “İş Süreçleri Analizi Eğitim Notları”, İstanbul: 2003.

⁵⁷ GEMBA Yönetim Danışmanlığı, “İş Süreçleri Analizi Eğitim Notları”, İstanbul: 2003.

2.1.3. Müşterinin Sesi

Altı Sigma uygulayan işletmelerde “**müşteri odaklı çalışma**”, işletmenin temel kurumsal özelliklerden bir tanesi olup, müşteri beklenti, ihtiyaç ve önerilerinin en iyi şekilde anlaşılacak karşılanması, sonuç olarak müşteri memnuniyetinin sağlanması tüm işletme çalışanlarının öncelikli görevi olmalıdır. Müşterinin Sesi (VOC; Voice of Customer) Yönetimi, müşteri memnuniyetini sağlamak ve müşterilerin tüm beklentilerini karşılamak üzere uygulanmalıdır.

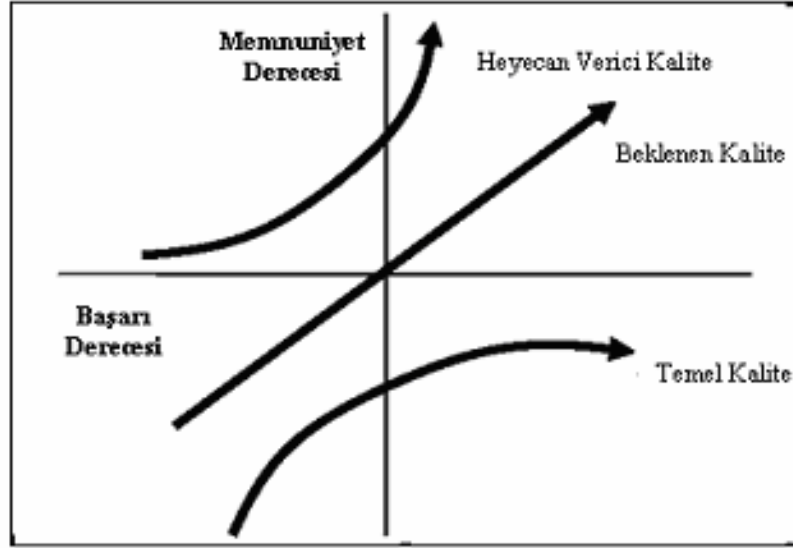
Bu yönetim sistemi ile müşterilerin daha iyi anlaşılması, beklentilerine yönelik olarak iş yapış süreçlerinin geliştirilmesi ve müşterilere daha iyi hizmet sunulması sağlanabilir. Müşterilerin sesini dinlemek ve müşterilerle yakın ilişkiler kurmak üzere, memnuniyet anketleri ve araştırma projeleri uygulanmaktadır. Müşterilerden gelen her türlü öneri, talep ve şikayet kayıt altına alınarak değerlendirilmekte, bu kayıtlara göre süreçler geliştirilmektedir.

2.1.4. Kano Modeli

Bir işletmenin başarılı olabilmesi için tüketici gereksinimlerinin belirlenmesi yeterli değildir. Bu gereksinimlerin müşteri tatminini ne derece etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler tüketici gereksinimlerini en doğru şekilde analiz etmelerini sağlayan Kano Modelinden faydalanmaya başlamışlardır. Noritoki Kano tarafından geliştirilen model, işletmelerin müşteri beklentilerini karşılayabilme derecesi ile tüketici tatmini arasındaki ilişkiyi anlatan bir modeldir. Kano modelinin grafiksel gösterimi Şekil 13’ te görülmektedir. Grafiğin yatay eksenı ürün veya hizmetin müşteri beklentilerini karşılamada ne kadar başarılı olduğunu göstermektedir. Kısaca başarı derecesi, işletmenin tüketici gereksinimlerini karşılayabilme derecesidir. Dikey eksen ise ürün veya hizmetle ilgili müşteri tatmin derecesini göstermektedir.⁵⁸

⁵⁸ DAY, R.G., “**Kalite Fonksiyon Yayılımı, Bir Şirketin Müşteri İle Bütünleştirilmesi**”, Marshall Boya ve vernik San. A.Ş. Yayınları, 1998, s.16.

Şekil 13: Kano Modeli



Kaynak: Kano, Noriaki Seraku. 1984. Attractive Quality Must-Be Quality Hinshitsu 14. No.2.:39-48

Müşteri memnuniyeti ile işletmenin başarı derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan modele göre üç türlü müşteri gereksinimi vardır. Bunlar şunlardır :

Temel Kalite: Müşteriler tarafından zaten ürün üzerinde bulunması gereken ve bulunduğu varsayılan özelliklerdir. Ürünün veya hizmetin bileşenleridir. Bunlar var olması düşük seviyede de olsa tatmine katkıda bulunur. Bulunmamları ise tatminsizliğe neden olur. Ürünün temel bir işlevsel gereksinimi yerine getirmemesi üründe sabit bir sorun olduğunu gösterir. Müşteriler temel gereksinimlerden nadiren söz ederler. Yeni alınan bir otomobilin çalışır olması ya da çizik olmaması, süper marketten alınan bir ürünün bozuk olmaması müşterilerce bir garanti olarak görülür. Doktora gittiğinde doktorun kendisiyle ilgilenmesini bekler. Bunlar ürünün ya da hizmetin işlevleridir ve bir arıza olmadığı takdirde müşteriler normalde bu temel kalite konularından

bahsetmezler. Bu temel unsurlar çoğu zaman müşteriler tarafından kalite olarak bile algılanmazlar.⁵⁹

Beklenen Kalite: Müşteriye söz konusu üründen ne beklediği sorulduğunda alınan cevaptır. Müşterinin üründen beklediği temel performanstır. Ürün performansı müşteri memnuniyeti ile doğru orantılıdır.

Heyecan Verici Kalite: Müşterilerle bu gereksinimlerden nadiren direkt söz ederler. Müşterinin beklentisinin ötesine geçen şeylerdir. Müşteri memnuniyeti ile ürünün başarı durumu arasındaki ilişkiyi parabolik bir davranış gösterir. Ürünün başarısı belli bir değere kadar artmaktayken müşteri memnuniyeti daha fazla bir ivme ile artmaktadır. Ürün müşteri memnuniyetini tatmin etme açısından beklenenin ötesinde bir performans göstermiştir.

2.1.5. Kalite Evi

Kalite evi yeni bir ürün için planlama aşamasının farklı adımlarını özetler. Bu aşama boyunca müşteri gereksinimleri tasarım karakteristiklerine geçmiş tecrübeler ve pazar araştırması temellerine dayalı olarak dönüştürülür. Bu yolla sistematik bir biçimde müşterinin sesini üretim düzeyine taşır.⁶⁰

Kalite evi matrisinin iki önemli kısmı bulunmaktadır. Yatay ekseninde müşteriler ile ilgili bilgilerin yer aldığı müşteri kısmı ve dikey ekseninde de müşteri bilgilerine cevap veren teknik kısım yer almaktadır.

2.1.5.1. Müşteri Kısmı

Müşterilerden elde edilen bilgilerle oluşturulan bölümdür. Ana girdi müşteri düşünceleridir. Müşteriler istek ve ihtiyaçlarını kendi dillerinde ifade ederler. Bu ifadelerin işletmelerin anlayabileceği ve aynı zamanda ölçülebilir ifadeler dönüştürülmeleri gerekir.

⁵⁹ ÖZKAN, Yılmaz., F. DEMİREL ve Hayrettin ZENGİN, “Müşteri Sadakatinin Sağlanmasında QFD Metodolojisinin Kullanımı”, 1. Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu, İzmir, Nisan, 2002.

⁶⁰ Govers, Cor P.M. **QFD Not just A Tool but A Way of Quality Management**. International Journal of Production Economics.2003 C. 69, s.151-159.

2.1.5.2. Teknik Kısım

Müşterilerin kendi dillerinde ifade ettikleri istek ve ihtiyaçlara işletmenin nasıl cevap vereceği matrisin teknik kısmında yer alır. Matriste müşteri kısmı belirlendikten sonraki adım, müşteri kısmındaki bilgileri girdi olarak değerlendirip, matrisin teknik kısmı geliştirilmektedir. İşletmenin müşteri gereksinimlerini tanımlamak ve ölçmek için kullanacağı teknik ve tasarım gerekleri matrisin üst tarafı boyunca yerleştirilmiştir. Müşteri gereksinimleri teknik gereksinime, yani işletme çabasına dönüşecektir.

2.1.5.3. Müşteri İstekleri Kısımının Oluşturulması

Kalite evi, ürün ve ürün karakteristiklerinin tanımlanmasını sağlayan müşteriler, dolayısıyla müşteri gereksinimleri ile başlamaktadır.⁶¹ Aşama 1’ de odak gruplar, yüz yüze görüşme, müşteri ziyaretleri, anket gibi yöntemlerle elde edilen müşteri isteklerinin, aşama 2’ de oluşturulan kalite evi matrisinin girdisi olarak müşteri istekleri kısmına yazılması gerekmektedir. Müşteri istekleri, matrisin “NE” ler kısmında yer alır. Müşteri istekleri daha sonra yine müşteriden alınan bilgilerle, her birine bir önem derecesi belirlenir.

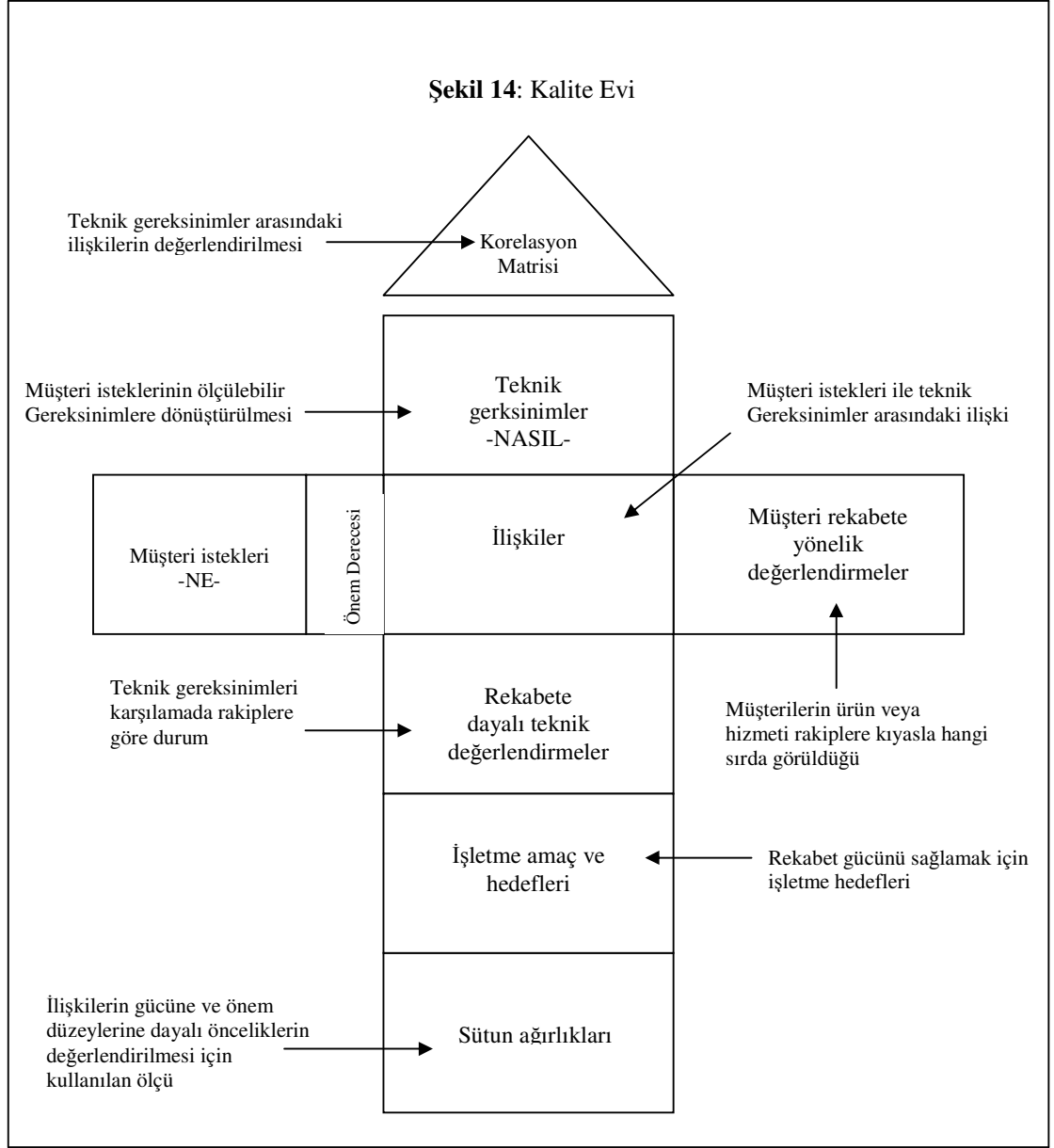
2.1.5.4. Teknik Gereksinimlerin Belirlenmesi

Teknik gereksinimler matrisin “NASIL” kısmını oluşturmaktadır. “NE” lere “NASIL” ulaşılabileceğini ifade ederler. Teknik gereksinimlerin belirlenmesi, müşteri bilgilerinin belirlenmesinden sonra müşteri isteklerinin tasarım, işletme ve üretimde kullanabilmek için mühendislik diline çevrilmesidir. Diğer bir deyişle müşteri sesinin teknik bir dille ifade edilmesidir. Müşteri istekleri “müşterinin sesi” diye adlandırılabilirse, teknik gereksinimlere de “mühendisin sesi” veya “firmanın sesi” demek yanlış olmaz.⁶² Her bir teknik gereksinim matrisin müşteri beklentileri bölümünde yer alan müşteri beklentilerinden en az biriyle ilişkili olmalıdır. Müşteri beklentilerinin tam olarak karşılanabilmesi teknik tanımların doğru yapılmasına bağlıdır., bu nedenle teknik gereksinimlerin belirlenmesi çok önemlidir.

⁶¹ HAUSER John R. ve Don CLAUSING, “The House of Quality”, Harvard Business Review, 1988, May-June, s.64.

⁶² YENGİNOL, Fatih, “Yeni Ürün Geliştirmede Müşteri İstek ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi”, (Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2000).

Şekil 14: Kalite Evi



2.1.5.5. Tüketici Gereksinimleri İle Teknik Gereksinimler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Bu aşamada her bir müşteri gereksinimi ile her bir teknik gereksinim arasındaki ilişki derecesi belirlenir. Yapılan işleme teknik gereksinimlerin müşteri isteklerine ne kadar katkıda bulunabileceğinin sayısallaştırılması denilebilir.

Kalite evinde ilişki matrisini oluşturmaktaki amaç her bir müşteri gereksiniminin karşılayacak olan önemli teknik gereksinimlerin belirlenmesi ve bir sonraki aşamada yüksek öneme sahip tüketici gereksinimlerini üretime taşımak için kuvvetli ilişkiye sahip teknik gereksinimlerden yararlanmaktır.⁶³ Tablo 5’ te görüldüğü gibi ilişki derecesinin gösteriminde semboller kullanılabileceği gibi puanlama yöntemi ile de ilişki derecesi ifade edilebilir.

Tablo 5: İlişki Sayı ve Anlamları

İlişki Derecesi	Amerikan Sistemi Puanlama	Japon Sistemi Puanlama	Sembol
Güçlü İlişki	9	5	⊖
Orta İlişki	3	3	O
Zayıf İlişki	1	1	△

Kaynak: Dokuz Eylül Ün. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2005, Cilt 7, Sayı 3, s.86

2.1.5.6. Teknik Gereksinimler Arasındaki Çapraz İlişkilerin Belirlenmesi

Daha ayrıntılı analizler için kalite evine yeni bölümle eklenir. Bu bölümlerden biri oluşturulan matrise kalite evi denmesine neden olan evin çatısı yani teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin yer aldığı kısımdır. Teknik gereksinimler kendi aralarındaki iç ilişkilerini göstermek amacıyla kullanılır. Her bir hücre iki teknik gereksinim arasındaki korelasyonu ifade eder. Literatürde oluşan matrise “çatı matrisi” veya “korelasyon matrisi” denir. İlişki matrisinde olduğu gibi korelasyon matrisinde korelasyon derecesini ifade etmek için Tablo 6’ da görüldüğü gibi sembol ya da sayılardan yararlanılır.

⁶³ MADDUX, A.Gary., Richard W.AMAS ve Alan R.WYSKIDA, “Organizations Can Apply QFD As Strategic Planning Tool”, Industrial Engineering, September 1991. s.34.

Tablo 6: Korelasyon Derecesi Sembol ve Anlamları

Korelasyon Derecesi	Sembol İle	Sayı İle
Güçlü İlişki	$\ominus$	9
Orta İlişki	O	3
Zayıf İlişki	$\triangle$	1

Kaynak: Üniversite Kütüphanesi Tasarımında Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması, 2001, s.87

2.1.5.7. Rekabet Matrislerinin Oluşturulması

Rekabet matrisleri işletmenin kendi ürünü ile rakiplerinin ürünleri arasında kıyaslama yapabilmesini sağlar. Firmanın kendi ürününün piyasadaki yerini görebilmesi açısından büyük önem taşır. Kalite evi matrisinde rekabet ortamının değerlendirilmesi için müşteri ve teknik gereksinimler bazında rekabet matrisleri oluşturulur.

Kalite evi matrisinin sap tarafında yer alan müşteri bazlı rekabet matrisinde işletme kendisinin ve rakiplerinin ürünlerinin müşteri gereksinimlerini karşılama durumunu değerlendirir. Müşteri bazlı rekabet matrisine bazı kaynaklarda “planlama matrisi” de denilmektedir.⁶⁴

2.1.5.8. Sonuçlara Dayalı Geliştirme Projesinin Hazırlanması

Tüm aşamaların sonunda kalite evi ortaya çıkar. Sektörel özellikler, ürün ya da servis için kritik önem taşıyan bir takı değişken ve veriler ek olarak kalite evine eklenebilir. Örneğin bazı teknik gereksinimlerin geliştirme maliyet ve uygulama zamanları, yasal kısıtlamalar, çevresel engeller gibi.

⁶⁴ YENGİNOL, 2000, s.62.

2.1.6. Benchmarking (Kıyaslama)

Benchmarking, işletmeyi performansının doruğuna çıkarmak amacıyla içinde bulunduğu sektördeki rakip firmaların her alandaki en iyi uygulamalarının araştırılması ve uygulamaların işletmenin kendi işsel değerleriyle çelişmeyecek şekilde bütünleştirilmesi suretiyle yeniden tasarlanarak, en iyi sanılan bu uygulamaları aşmak için oluşturulan belli bir sisteme dayanan ve süreklilik arz eden bir süreçtir.⁶⁵ Benchmarking, aynı zamanda strateji geliştirmek ve işletmenin iş süreçlerindeki gerçek pozisyonunu saptayabilmek için stratejik plânlama sürecinde önemli bir sorumluluğudur.⁶⁶

Benchmarking, rakip firmalara göre nerede bulunulduğunu belirleyerek, gelişme hedeflerinin ve önceliklerin tanımlanmasını ve bu yolla pazarda rekabet avantajı sağlamayı amaç edinen bir yönetsel tekniktir. Yani, bir çeşit kıyaslama ve ölçümleme yöntemidir. Ama iş sadece kıyaslama ile bitmemektedir. Şirketin bu çalışma sonucunda edindiği bilgiyi kendi bünyesinde uyarlaması ve daha iyi olma konusunda kullanması gerekmektedir.

2.1.7. Beyin Fırtınası

Sorunları tanımlama ve proje ile ilgili beklentileri ortaya koyabilmek için takım halinde yapılan ve işin sonunda birkaç çözüm alternatifinden birine indirgemekte kullanılan bir yöntemdir. TKY’de de bu yöntemden faydalanılmaktadır. Tam anlamıyla istenilen sonuca ulaşılması için yapılan işin ciddiye alınması ve disiplin’li çalışılması gerekmektedir. Beyin fırtınası tekniğinin başarısı için gerekli anahtarlar aşağıda belirtilmiştir:

- Beyin fırtınasının amacı tüm katılımcılar tarafından anlaşıldığı takdirde, ortaya çıkan fikirler daha yaratıcı ve soruna odaklanmış olacaktır.

⁶⁵ KARCH, Kenneth M. (1994). “Getting Organizational Buy in For Benchmarking : Environmental Management at Weverhauser”, Total Quality Environmental Management, Vol:3, Iss.3, Spring.

⁶⁶ WATSON, Georgy H. (1993). “How Process Benchmarking Support Corporate Strategy”, Planning Review. Vol:21, January-February.

- Katılımcıların birbirlerini dinlemesi ve yeni fikirleri ortaya çıkan fikirler üzerine oturtması daha sağlıklı olacaktır.

- Katılımcıların fikirleri yargılanmamalı ve ortaya konan fikirler üzerine yorumda bulunulmamalıdır.

Katılımcıların çevreden gelecek eleştiriler karşısında fikirlerini beyan etmede tereddüt etmelerine engel olunmalı ve tüm katılımcılar fikirlerini açıkça söylemeleri için teşvik edilmelidir.

2.1.8. Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)

QFD müşteri beklentilerini karşılamak için kullanılabilecek bir planlama aracıdır. Tasarım, mühendislik ve üretime sistematik bir yaklaşım sağlar. QFD yi doğru uygulayan bir kuruluş, kalite ve üretkenliği artırırken, maliyet, ürün geliştirme süresi ve mühendislik değişimlerini azaltabilir. "Hata" da Altı Sigma dilinde "müşteri isteklerinin karşılanamadığı durumdur. Bu nedenle, müşterinin kim olduğu, neler bekleyebileceği ve neler istediği en baştan belirlenirse, iş hem daha kısa sürede hem de en tatmin edici şekilde sonuçlanacaktır. Bu da ürün/hizmet ve onu sağlayacak süreçlerin müşteri odaklı olarak tasarlanmasını gerektirir.⁶⁷

QFD, müşteri beklentileri tarafından yönlendirilen, takım bazlı bir yönetim aracı olarak da görülebilir. Ürünün uyuşmayan karakteristikleri QFD ile daha ilk aşamalarda belirlenir ve üretim öncesinde düzeltilir.

Pek çok kuruluş müşteri beklentilerini belirleyebilmek için piyasa araştırması yapmaktadır. Ancak farklı fikirlere sahip müşterilerin birbirine ters düşen istekleri net bir resmin ortaya çıkmasına engel olabilir. Müşteri beklentilerinin net olarak belirlenemediği durumlarda, kuruluşun mühendislik ve üretim birimleri arasındaki anlaşmazlıklar ve yanlış yorumlar, müşterinin sesinin kaybolmasına neden olabilir. Bunun sonucunda da müşterinin ne istediğinden çok ne istemediğine odaklanılır. QFD

⁶⁷ Akın, Bahadır. Altı Sigma Nerede? Türkiye Altı Sigma'nın Neresinde? 2002.

piyasa araştırmasının bu eksikliğini ortadan kaldırabilecek güçlü bir araçtır. QFD uygulayan bir kuruluş son üründe müşterinin sesini yerine getirmiş olmayı garantiler.

2.1.9. Hata Türleri ve Etkileri Analizi – HTEA

HTEA, tablolamış bir yöntem kullanılarak, üründe veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları ve onların yaratacağı etkilerin saptanmasına yardımcı olan sistematik bir yöntemdir.⁶⁸

Hatanın orijinine mümkün olduğunca yakın aşamasında çözümlenmesi, hata oluşumunun engellenmesi amacı ile kullanılan bir metottur.

Hata Türleri ve Etkileri Analizinde 4 temel bölüm vardır. :

Önem (Ö): Hata türünün müşteride yapacağı etkinin büyüklüğüdür. Burada müşteri, son kullanıcı, iç müşteri veya devam eden operasyonlarla ilgilidir.

Oluşum (O): Hata türleriyle sonuçlanabilecek bir sebebin oluşma olasılığıdır.

Yakalanabilirlik (Y): Kontroller ile ilgilidir. Hata türleriyle sonuçlanabilecek bir sebebin müşteriye ulaşmadan mevcut kontrollerle bulunabilme olasılığını gösterir.

Risk Öncelik Numarası (RÖN): Bir hatanın relatif riskinin sayısal hesaplanmasıdır. Önem, Oluşum ve Yakalanabilirlik indekslerinin matematiksel çarpımıdır.

2.2. Ölçme Aşaması Araçları

Bu aşamada mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler toplanır. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmeleri belirlemek mümkün değildir. Altı Sigma yönteminde gelişmenin sağlanabilmesi için bu

⁶⁸ Aydın, Kıvanç. “**Kalite Maliyetleri**”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2003.

evrede yapılacak çalışmalar ile mevcut durumun en doğru şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

2.2.1. Süreç Yeterliliği Analizi

Süreç yeterliliği, istatistiksel bir ölçüt olup müşteri beklentilerine (şartname limitleri – spesifikasyonlar) göre bir sürecin ne kadar değişkenlik gösterdiğini özetler.⁶⁹ Süreç yeterliliği analizleri ile sürecin kararlı durumda olup olmadığı belirlenir, sürecin kararlı olmasını engelleyen kaynaklar araştırılır, nedenler belirlenir ve bu nedenleri ortadan kaldıracak önlemler alınır.

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

Bu aşamada dikkate alınan parametreler C_p ve C_{pk} indisleridir. C_p indisi, spesifikasyon limitleri ile süreç kontrol limitleri arasındaki ilişkiyi gösterir. “ÜSL” üst spesifikasyon limitini, “ASL” alt spesifikasyon limitini ve “ σ ” standart sapmayı ifade edecek şekilde C_p indisi 1 nolu eşitlikteki gibi hesaplanır.

$$C_p = (\text{ÜSL} - \text{ASL}) / 6\sigma \quad (1)$$

C_{pk} indisi ise, süreç ortalamasının hedef değere göre konumunu ve spesifikasyon limitleri arasındaki konumunu gösterir. C_{pk} indisi 2, 3 ve 4 nolu eşitlikteki gibi hesaplanır.

$$C_{pu} = (\text{USL} - \mu) / 3\sigma \quad (2)$$

$$C_{pl} = (\mu - \text{ASL}) / 3\sigma \quad (3)$$

$$C_{pk} = \min \{C_{pu}, C_{pl}\}$$

⁶⁹ Montgomery, D.C. (2001). Introduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons Inc., New York.

C_p ve C_{pk} değerlerine göre sürecin yeterliliği hakkında karar vermede Tablo 7’ de verilen değerler kullanılır.

Tablo 7: C_p ve C_{pk} İndislerinin Karar Noktaları⁷⁰

$C_p > 1,33$	Süreç yeterliliği yeterli
$1 < C_p < 1,33$	Süreç marjinal olarak yeterli, daha yakından izlenmelidir.
$C_p < 1$	Süreç yeterliliği yetersiz (Süreç değişkenliğinin azaltılması gerekli.)
$C_{pk} > 1$	Süreç şartname limitlerini karşılıyor.
$1 < C_{pk} < 1,33$	Süreç marjinal olarak şartname limitlerini karşılıyor. Süreç ortalaması hedeften uzaklaştıkça prosesin hata yüzdesi artabilir.
$C_{pk} < 1$	Süreç şartname limitlerini karşılamıyor. Süreç ortalaması hedef değerden uzakta.

Kaynak: Montgomery, D.C., “Introduction to Statistical Quality Control”, John Wiley&Sons Inc., Newyork, 2001.

2.2.2. Çetele Tablosu (Veri Toplamak)

Kalite sorunu ile ilgili olarak istatistik teknikleri kullanmadan önce verilerin doğru olarak toplanması gerekmektedir. Veriler elde ediliş şekillerine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Ölçerek; uzunluk, sıcaklık gibi.
- Sayarak; üretilen ampul adedi.
- Sıralayarak; etiketleme makinesi birinci, ikinci vs.
- Okuyarak; skor, notlar, raporlar vs.

Veriler toplanırken şu özellikler dikkate alınmalıdır.

- Veriler incelenen durumu gerçekçi bir tarzda yansıtmalı, veriler tarafsız olmalı ve yorum katılmamalıdır.
- Verilerin yeterli olup olmadığı incelenmelidir.

⁷⁰ Montgomery, D.C., “Introduction to Statistical Quality Control”, John Wiley&Sons Inc., Newyork, 2001.

3. Veriler gerçekleri açığa çıkaracak şekilde toplanmalı ve özetlenmelidir.

İncelenen özelliklerle ilgili ölçümler, nitel ve nicel olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Nitel veriler sayılabilir olup belirli bir özelliğin olup olmaması ya da kaç tane olduğuyla ilgilidir. Bir parçanın kusurlu olup olmaması bu duruma bir örnektir. Bir parçada kaç adet kusur bulunduğu da diğer bir niteliksel veri türüdür. Nicel veriler ise ölçülebilir olup kalınlık, sıcaklık, basınç gibi belirli bir normal kıyaslanacak değerlere sahip olan verilerdir.⁷¹

Çetele Tablosu, veriyi toplarken kullanılan bir metot olup, veriye ait istatistik özelliklerin anında görülebilmeye olanak sağlar. Çetele tablosunda ürünün seçilen karakteristik özelliğine ait ölçümler yapılır ve hedef değerden sapmasına göre tabloya işlenir. Çetele Tablosunda ortalama değer, sapma aralığı ve dağılım adetleri bir arada görülebilmektedir.

2.2.3. Anket Hazırlanması

Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi ve gelişmenin takip edilebilmesi için anket yöntemi kullanılmaktadır. Anket hazırlamak için yedi adımın uygulanması gereklidir:

Anketi hazırlarken ilk olarak, araştırma hedefinin belirlenmesi ve soruların tanımlanması gerekir. İkinci aşamada, veri toplama yönteminin hangisi olacağı tespit edilir. Bunlar yüz yüze görüşme, telefon ile bilgi toplama, postalama ve/veya e-mail olabilir. Uygulanacak yöntemin güçlü ve zayıf noktaları bulunur. Sonraki aşamada, sorulacak soruların tipi seçilir. Kapalı sorular veya doğrudan açık sorular ve değerlendirmenin nasıl yapılacağı belirlenir. Dördüncü adımda anketin taslağı oluşturulur ve soru miktarı belirlenir. Beşinci adımda, sorular tiplerine göre sınıflandırılır. Daha sonra, hazırlanan anket, firma içinde veya bölümdeki kişilere uygulanarak eksiklikleri veya yanlış anlaşılan kısımları düzeltilir. Son olarak anket daha önceden belirlenmiş hedef kitleye uygulanır.

⁷¹ Kolarik, W. **Creating Quality**, Mc-Draw Hill, Singapore. 1995

2.2.4. Normal Dağılım

Normal Dağılım (çan eğrisi) istatistikte yoğun olarak kullanılan, sürekli verilerin incelenmesine ve süreçler hakkında tahminler yapılmasına yarayan bir dağılımdır.

Ölçüm aşamasında toplanan verilerin ortalaması ve standart sapması hesaplanır. Bu dağılımdaki asıl amaç, Alt ve Üst Spesifikasyonu dışında kalan hatalı ürünlerin olasılığının tahmin edilmesidir. Bu nedenle Z-dönüşümü ile ortalaması “0” ve standart sapması “1” olan standart normal dağılımın Z değeri elde edilir. Elde edilen değer standart sapma cinsinden herhangi bir X değerinin ortalamadan ne kadar uzakta olduğunu gösterir. Örneğin Z=1,5 olması X değerinin ortalamadan 1,5 standart sapma uzakta olduğu anlamındadır. Süreç çıktısının tahmin edilmesi için X yerine Alt Spesifikasyon Limiti (ASL) ve Üst Spesifikasyon Limiti (ÜSL) değerleri koyulur. Bu yöntemin kullanımıyla, spesifikasyon dışı üretimin oranını ürünlerin çıktı ortalamasını ve standart sapma değerlerine bağlı olarak hesaplanabilir.⁷²

$$Z = (x - \bar{x}) / \sigma$$

Elde edilen değer standart sapma cinsinden herhangi bir X değerinin ortalamadan ne kadar uzakta olduğunu gösterir. Örneğin, Z=1,5 ilgilenilen X değerinin ortalamadan 1,5 standart sapma uzakta olduğu anlamındadır.

Süreç çıktısının tahmin edilmesi için, x yerine alt spesifikasyon limiti (ASL) ve üst spesifikasyon limiti (ÜSL) değerleri konulur. Bu yöntemin kullanımı ile spesifikasyon dışı üretim oranının ürünlerin çıktı ortalaması ve sigma değerlerine bağlı olarak hesaplanması mümkün olur.

SPAC Eğitim ve Danışmanlık tarafından hazırlana Z-Dönüşümü örneği fabrikada üretilen parçalarla ilgilidir. Parçalar için müşterinin talep ettiği ölçü 9,97 mm’dir. Kabul edilebilir toleransı da $\pm 0,02$ mm’dir. Mevcut üretimdeki hata oranlarını tahmin etmek için bu bilgiler ışığında ölçümler yapılır. Aşağıda ölçüm değerleri verilmiştir.

⁷² SPAC Eğitim Danışmanlık, a.g.e.

Tablo 8: Z-Dönüşüm Örnek Verileri

1	9,965	21	9,954	41	9,948	61	9,974	81	9,948
2	9,967	22	9,972	42	9,970	62	9,949	82	9,956
3	9,937	23	9,931	43	9,958	63	9,948	83	9,950
4	9,982	24	9,954	44	9,936	64	9,961	84	9,970
5	9,983	25	9,956	45	9,956	65	9,951	85	9,978
6	9,954	26	9,963	46	9,972	66	9,987	86	9,941
7	9,965	27	9,957	47	9,980	67	9,955	87	9,969
8	9,955	28	9,973	48	9,964	68	9,963	88	9,963
9	9,945	29	9,954	49	9,935	69	9,959	89	9,980
10	9,957	30	9,982	50	9,958	70	9,956	90	9,968
11	9,964	31	9,952	51	9,959	71	9,987	91	9,946
12	9,970	32	9,963	52	9,974	72	9,958	92	9,973
13	9,948	33	9,975	53	9,966	73	9,962	93	9,959
14	9,975	34	9,964	54	9,951	74	9,962	94	9,955
15	9,966	35	9,966	55	9,976	75	9,963	95	9,991
16	9,955	36	9,967	56	9,951	76	9,951	96	9,981
17	9,960	37	9,954	57	9,953	77	9,957	97	9,961
18	9,936	38	9,984	58	9,960	78	9,959	98	9,985
19	9,946	39	9,952	59	9,968	79	9,960	99	9,959
20	9,932	40	9,958	60	9,966	80	9,952	100	9,943

Kaynak : SPAC Eğitim Danışmanlık

Verilerin ortalaması ve standart sapması aşağıdaki gibi hesaplandıktan sonar normal dağılım testi uygulanır.

$$Ortalama = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^{100} Xn = 9,961$$

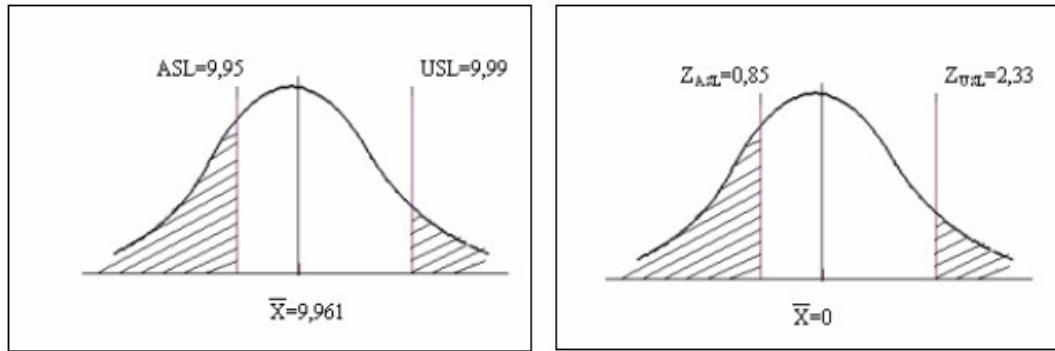
$$S \text{ tan } dartSapma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0,013$$

Amaç normal eğrinin alt ve üst spesifikasyon sınırları dışında kalan oranını tahmin etmektir. Bu işlem her bir spesifikasyon sınırı için Z-değerini hesaplayarak yapılır. Z_{ASL}

$$Z_{ASL} = (ASL - \bar{x}) / S = (9,95 - 9,961) / 0,013 = -0,85$$

$$Z_{USL} = (USL - \bar{x}) / S = (9,9 - 9,961) / 0,013 = 2,23$$

Normal dağılımdaki gösterimi ve yeni hesaplanan Z-dönüşümü ile gösterim aşağıda olduğu gibidir.



Şekil 15: Normal Dağılım ve Z Dönüşümü

Z-Dönüşümlü istatistiki normal dağılım tabloları kullanılarak taralı alanlar bulunur. Tablodaki Z için yazılı olan ilk satır birinci ondalık kısmı ifade eder. Diğer kolonlar Z sayısındaki ikinci ondalık kısmı ifade eder. 0,85 değeri için Z=0,8 kolonundan 0,05 kolonuna yatay ilerlenirse 1,98E-01 değeri bulunur. Bu alt limitin dışında kalan hatalı parça oranıdır. Aynı işlem üst limit için tekrar edilirse 1,29E-02 değeri bulunur. Buna göre toplam alan içinde kalan:

$$P(Z \leq -0,85) + P(Z \geq 2,23) = (1,98E-01) + (1,29E-02) = 19,8\% + 1,29\% = 21\%$$

2.2.5. Ölçüm Sistemi Analizi (ÖSA-GAGE R&R Analizi)

Bir süreç/ürün karakteristiğine ait verilerin etkili bir analizinin yapılabilmesi ve istatistiksel süreç kontrolünün yapılabilmesi için öncelikle elde edilen verilerin güvenilir olup olmadığı belirlenmelidir. Bir ölçüm sistemi ölçüm cihazlarını, ölçüm yapan

operatörleri, ölçüm ortamını, ölçüm prosedürlerini ve ölçüm için kullanılan yardımcı ekipmanları içerir. Ölçüm sistemi analizi (ÖSA) ölçüm cihazından ve ölçüm cihazının kullanımından doğan varyasyonu bulma, mühendislik toleransı ile ölçüm varyasyonunun miktarını karşılama ve ölçüm sürecini iyileştirerek toplam değişkenliği azaltmayı amaçlar.

ÖSA’ da değişkenlik, sürecin gerçek değişkenliği ve sürecin ölçüm değişkenliği olmak üzere 1 nolu eşitlikte gösterildiği gibi iki grupta incelenir. Sürecin ölçüm değişkenliği örnek içi değişkenlik, cihaza bağlı değişkenlik olarak gruplandırılabilir.⁷³

$$\text{Toplam Değişkenlik} = \text{Süreç Değişkenliği} + \text{Ölçüm Değişkenliği} \quad (1)$$

Sürecin gerçek değişkenliğini ortaya çıkarmak için öncelikle ölçüm sisteminden kaynaklanan değişkenlik tanımlanmalı ve sürecin değişkenliğinden ayrıştırılmalıdır.

Ölçüm yeterliliği çalışmasında, birden fazla operatör birden fazla parçanın aynı özelliğini birden çok kez ölçerler. Farklı operatörlerin ölçüm sonuçları karşılaştırılarak tekrarlanabilirlik, yeniden üretilebilirlik ve kararlılık analizleri yapılarak ölçüm sisteminin güvenilirliği ve değişkenliği incelenir. Buradaki amaç, ölçümlerin aynı veya farklı kişiler tarafından yapılması durumunda ölçüm sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğini tespit etmektir. Tekrarlanabilirlik (repeatability) aynı parçanın aynı karakteristiğinin bir ölçüm cihazı kullanılarak bir operatör tarafından birçok kere ölçüldüğünde ortaya çıkan değişkenliktir. Değişkenlik azsa tekrarlanabilirlik iyidir. Yeniden üretilebilirlik (reproducibility) aynı parça üzerinde aynı karakteristiğin birçok kere farklı operatör tarafından aynı ölçüm cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerin ortalamasındaki değişkenliktir. Fark küçükse yeniden üretilebilirlik iyidir. Kararlılık (stability) ise uzun bir süre içinde aynı ana parçaların bir karakteristiğinin bir ölçüm sistemi (test/cihaz) aracılığıyla elde edilen ölçümlerindeki topla değişkenliktir. Fark

⁷³ Arçelik Altı Sigma Sarı Kuşak Eğitimi Notları, Cilt2, Eylül 2004.

küçükse kararlılık iyidir.⁷⁴ Bu parametrelere ilave olarak ÖSA' da iki temel gösterge dikkate alınır. Bunlar %R&R ve %P/T' dir. Ölçüm sistemi değişkenliğinin sürecin parça değişkenliği ile karşılaştırılması olarak tanımlanan %R&R, ölçüm sistemindeki toplam değişkenlik (parçadan parçaya olan değişkenlik ve ölçüm sistemleri değişkenliği) doğrultusunda, tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik problemlerinden ileri gelen bir standart sapma bulur.

$$\%R\&R = S_{\text{ölçüm sistem}} / S_{\text{toplam}}$$

%R&R değerinin %30' dan büyük olması, gerçek süreç değişkenliğini görmek için yetersiz bir ölçüm sistemi kullanıldığını gösterir.

Ölçüm sistemi değişkenliğinin sürecin parça toleransı ile karşılaştırılması olarak tanımlanan %P/T ise toleransın ne kadarının ölçüm sistemi değişkenliğinden kaynaklandığını belirler.

$$\%P/T = (5,15 \times S_{\text{ölçüm sistem}}) / \text{Tolerans}$$

%P/T değerinin %30' dan büyük olması, süreç toleransına ilişkin olarak kötü bir ölçüm sistemi kullanıldığını gösterir.

2.3. Analiz Aşaması Araçları

Analiz safhasında problemlerin temel nedenleri hakkında teoriler geliştirilecek, bu teoriler verilerle doğrulanacak ve son olarak problemlerin temel nedenleri tanımlanacaktır. Doğruluğu kanıtlanan neden veya nedenler bir sonraki safhada tartışılacak çözümlerin oluşturulması için temel teşkil edecektir.⁷⁵

Analiz safhasında sıkça kullanılan araçlar: Çok Değişkenli Analizler, Korelasyon, Hipotez testleri, Güven Aralıkları, F-Testi, İstatistiksel Anlam testleri (T-Testi, Chi-kare testi., ANOVA; MANOVA).

⁷⁴ Arçelik Altı Sigma Sarı Kuşak Eğitimi Notları, Cilt2, Eylül 2004.

⁷⁵ Rath&Strong Management Consultants, (2001): **Six Sigma Pocket Guide**, 2nd printing, Massachusetts, s.95

2.3.1. Hipotez Testleri

İşletme sorunlarının giderilmesi için alınan kararlarda he zaman yanlış seçim yapma riski vardır. İstatistiğin kullanılma nedeni de yanlış karar verme olasılığını en aza indirecek bir kriter sağlayıpolası riski değerlendirmektir. Hipotez testleri karar vericiye böyle bir kriter sunmaktadır.

Hipotez, bilinmeyen kütle parametreleriyle ilgili olarak bu kütleden seçilen bir örnek grubu aracılığıyla yapılan varsayım olarak tanımlanır. Örnekleme sonucu elde edilen değerler kullanılarak, ana kütlenin kabulü ya da reddi yapılır. Genel olarak iki tip hipotez kurulması söz konusudur.⁷⁶

1. Ana kütlenin belirli bir frekans fonksiyonu olduğu varsayılır.
2. Ana kütleyi karakterize eden belirli bir değerin olduğu varsayılır ki, kalite kontrolünde kullanılan hipotezler bu türdendir.

Hipotez kurulduktan sonar rasgele bir örnekleme yapılır. Bu örneklemeden elde edilen değerlerden yararlanılarak red (sıfır) hipotezi Kabul yada reddedilir. Bu işleme test işlemi adı verilir. Hipotez testi sıfır hipotezinin kabulü veya reddi için ortaya konulan bir karar kuralıdır.

Test işleminde karşıt nitelikte iki hipotez vardır.

H_0 = Sıfır Hipotezi

H_1 = Alternatif Hipotez

2.3.2. İstatistiksel Belirginlik Testleri

İstatistikçiler tarafından bazı model ya da eğilimlere bakmak ya da veri hakkında kuşkularını gidermek için kullanılan en önemli tekniklerden bazılarıdır. Performanstaki bir sorunu ya da anlamlı bir değişikliği onaylamak, verilerin değerli olup olmadığını kontrol etmek, bir grup sürekli verideki dağılımı belirlemek, dağılım ve farklılıkları temel alan bir temel neden hipotezi geliştirmek, temeldeki neden

⁷⁶ Şevkinaz Gümüsoğlu, “İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları”, <http://www.altisigma.com/modules.php?name=News&file=article&sid=7>

hipotezlerini değerlendirmek ya da tersini ispatlamak gibi altı sigmada bu araçların uygulandığı çeşitli durumlar vardır.⁷⁷

2.3.2.1. Chi-kare testi

Genellikle kesikli veriyle, kimi durumlarda da sürekli veriyle kullanılan bir yöntemdir. Elde edilen verilerin frekansa dayalı olması gerekir. Bu frekanslar iki ya da daha çok kategoriye yerleştirilir. Erkek – kız, geçti-kaldı, kısa-orta-uzun gibi veriler bu gruba girer. Örneğin uygulana iki öğretim metodunun başarı durumuna etkisi; kişilerin eğitim düzeyleri ile belli konulardaki görüşleri (tutumları) arasındaki ilişkiler vb. ki-kare testi ile test edilir.⁷⁸

2.3.2.2. T-Testi

İki adet sürekli veri grubu ya da örneği varsa, bu yöntem anlam testi için kullanılabilir. Gerek t testi, gerekse F testleri eşit aralıklı ya da oranlı ölçeklerle elde edilmiş verilere uygulanır. Kısaca, verilerin sayısal türden olması gerekir. Örneğin: Cinsiyet ve başarı arasındaki ilişki belirlenirken, kızlar ve erkeklerin iki grup halinde düşünülmesi ve başarı planlarının karşılaştırılması t testi çözümlemesini gerektirir.

2.3.2.3. ANOVA Değişkenlik Testi

Sürekli veri için kullanılan bir başka anlam testidir. T-testinden farklı olarak iki ya da daha fazla sayıdaki grup veya örneği kıyaslamak için kullanılır.

2.3.2.4. MANOVA Çoklu Değişkenlik Analizi

İlk üç yöntemden farklı olarak tek bir değişken ya da etken yerine çeşitli etkenlerin belirginliğini tanımlamak için kullanılır.

Parametrik testlerin uygulanabilmesi için örnekleşimin normal bir dağılım göstermesi ve varyansların eşitliği varsayımının sağlanması gerekir. Eğer bu

⁷⁷ Peter Pande, R.P.Neuman, R.R.Cavanagh, a.g.e, s.421.

⁷⁸ Mustafa Akdağ, “Eğitimde Program Değerlendirme ve İstatistiksel Yöntemler”, <http://web.inonu.edu.tr/~makdag/egitimde%20program%20degerlendirme.htm>

varsayımlar karşılanmıyorsa, istatistiksel analizlerde parametric olmayan testler kullanılır. Örneğin: Bağımsız t testi yerine Mann-Whitney U Testi; bağımlı t testi yerine Wilcoxon-İşaretili-Sıralama Testi; F testi yerine Kruskal-Wallis testi uygulanır. T testi ve F testi; farklı-ilişki vardır/yoktur şeklinde sonuç verir. Ancak ilişki varsa bunun miktarını vermez.

2.3.2.5. Korelasyon

İki ya da daha fazla etken arasındaki ilişkileri analiz eden araçları kapsar. İki etken arasında korelasyon varsa, bu birindeki değişikliği diğerindeki değişikliğin izleyeceği anlamına gelmektedir. Korelasyon katsayısının (r) -1 ile +1 arasında olması etkenler arasında ilişki olduğunu gösterir. Ancak genellikle -0,7' den küçük ve +0,7' den büyük değerler daha fazla araştırma yapılması gereğini gösterir.

2.4. İyileştirme Aşaması Araçları

İyileştirme safhasında nedenleri ortadan kaldırmayı hedefleyen çözümler geliştirilir, uygulanır ve değerlendirilir. Amaç, verileri kullanarak, ortaya konulan çözümün problemi çözdüğü ve gelişme için öncülük ettiğini göstermektir. İyileştirme safhasında sıkça kullanılan araçlar: Deney Tasarımı, Çoklu Regresyon, ANCOVA, Rassal Bloklama, Tam Faktöriyel Deneyler, 2k Faktöriyel Deneyler, Kesirli Faktöriyel Deneyler.

2.4.1. Deney Tasarımı (Design of Experiment)

Deney tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyansın azaltılması için ilk uygulayan kişi Taguchi olmuştur. Taguchi deney tasarımının kullanımının şu noktalarda önemli olduğunu belirtmiştir.⁷⁹

- Ortalama ya da hedef değerden olacak varyansın minimize edilmesi.
- Çevre koşullarına karşı robust ürün üretilmesi.

⁷⁹ Meliha Saat, "Kalite Denetiminde Taguchi Yaklaşımı", *Gazi Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi*, Ankara: Cilt 2 Sayı 3.

- Parçalaradaki varyansa karşı duyarlı olmayan ürünlerin üretilmesi.
- Ürünlerin ömür uzunluğu konusunda yapılan testler.

Bunlardan ilk üç tanesi Taguchi' nin parametre tasarımı adını verdiği kategorilerdir. Taguchi deney tasatımında, ürün ya da sürecin performans karakteristiğini etkileyen faktörleri şu şekilde belirlemektedir:

1. Kontrol edilebilen faktörler (tasarım faktörleri) : Bunlar değerleri tasarım ya da süreç mühendisi tarafından kolayca belirlenebilen faktörlerdir.
2. Kontrol edilemeyen faktörler (gürültü faktörleri) : Bunlar çoğu kez üretim ortamı ile ilişkili olan varyansın kaynaklarını oluştururlar. Genel performansı, ideal olarak, bunlardaki varyansa duyarlı olmamalarıdır.

Kontrol edilebilen faktörler kendi içinde üçe ayrılmaktadır.

1. Sinyal faktörler (hedef kontrol faktörleri): Bunlar söz konusu olan ortalama tepki düzeyini etkileyen faktörlerdir.
2. Varyans kontrol faktörleri: Bunlar tepkideki varyansı etkileyen faktörlerdir.
3. Maliyet faktörleri: Bunlar ortalama tepkiyi ya da varyansı etkilemeyen ve ekonomik koşullara göre belirlenen faktörlerdir.

Taguchi yaklaşımıyla geleneksel tolerans yöntemleri ya da muayeneye dayalı kalite denetimi arasındaki fark, Taguchi yaklaşımından varyansa verilen bu önemdir. Burada amaç, bir yandan hedef kontrol faktörlerinde yapılan ayarlamalar yoluyla gerekli ortalama performans sürdürülürken, diğer yandan varyans kontrol faktörlerinde değişikliğe gidilerek varyansın azaltılmasıdır.

Tasarım parametrelerinin belirlenmesi için yapılan deneyin amacı gürültü faktörlerinin performans karakteristiği üzerindeki etkisini minimize eden tasarım parametreleri değerlerini belirlemektir. Bu işlem,

1. Deneyde tasarım parametreleri değerlerini sistematik olarak değiştirme yoluyla.

2. Her bir deney için gürültü faktörlerinin etkisini karşılaştırarak gerçekleştirilir.

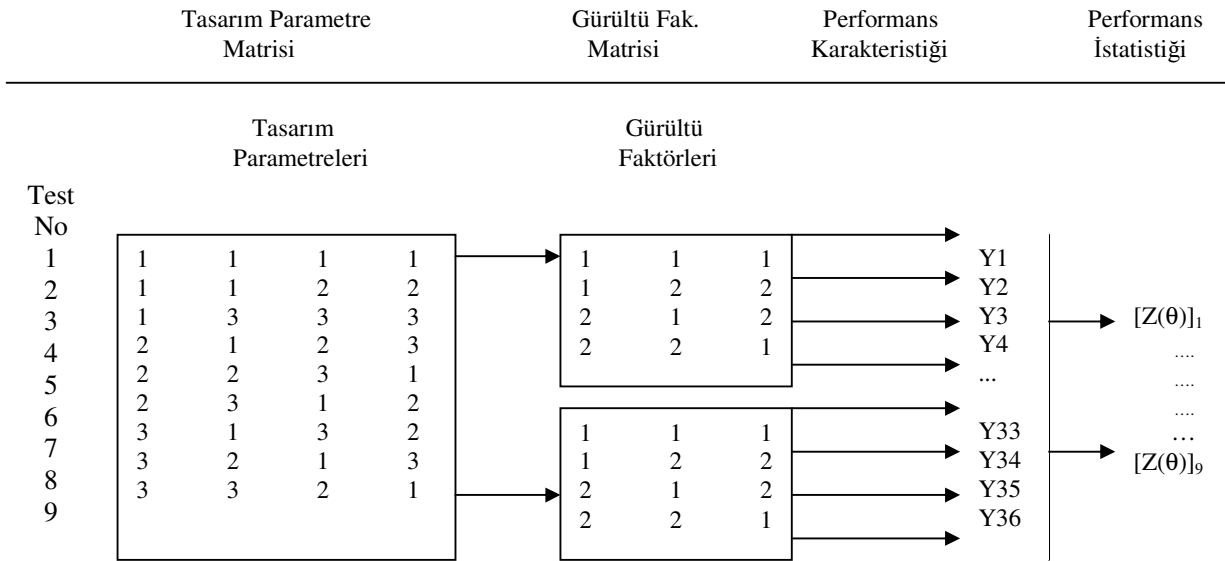
Parametre tasarımı deneyi iki bölümden oluşur: Tasarım parametre matrisi ve gürültü faktörleri matrisi. Taguchi' nin parametre tasarımı deneyi şekil 17' de gösterilmektedir.

Parametre matrisi ürün ya da süreçten sorumlu mühendisin seçtiği değerlerden oluşur. Bu değerler ürünün ya da sürecin tasarım spesifikasyonları belirler. Tasarım parametre matrisinin stnları tasarım parametrelerini, satırları ise test değerlerinin farklı bileşimlerini ifade eder. Gürültü faktörleri ürünün performans karakteristiklerinin hedef değerlerden sapmasına neden olan değişkenleridir. Gürültü faktörleri matrisi, gürültü faktörlerinin test değerlerini belirler. Bu matrisin stnı ise gürültü faktörlerini, satırları ise gürültü düzeylerinin değişik bileşimlerini ifade eder. Deneyin tamamı tasarım parametreleri ile gürültü faktörleri matrisinin bileşiminden oluşur. Her deneyde tasarım parametreleri matrisi gürültü faktörleri matrisinin tüm satırlarıyla çakıştırılır. Böylece yukarıdaki rneği ele alırsak her deneyde dört deneme bulunmaktadır ve bunların herbiriyle gürültü faktörleri matrisindeki gürültü düzeylerinin bir bileşimi oluşturulur. Performans karakteristikleri dokuz deneyin her bir dört denemesi için tek tek değerlendirilir.

Taguchi tasarım parametreleri ve gürültü faktörleri matrisini oluşturmak için ortogonal dizinin (orthogonal arrays) kullanılmasını önermektedir. Ortogonal dizin tasarım parametrelerinin değişik sayıdaki değerlerinin belirlenmesini sağlar. Ayrıca karşılıklı olarak çift dengeleme özelliği nedeniyle deneme sayılarını minimize eder. Örneğin otomobil direksiyonunun geliştirilmesinde mühendisler bu ürünün performansını etkileyen 13 adet kritik tasarım değişkenini belirlemişlerdir. Bu örnekte mühendislerin her bir değişken için karşılaştırma amacıyla standart, düşük ve yüksek değer belirlemeleri durumunda, 1.594.323 adet deney alternatifi söz konusu olacaktı. Ancak Taguchi her seferinde tek bir değişken yerine, ortogonal dizini kullanarak bu

deney sayısını 27' ye düşürmüştür. Böylece deneyleri yaparken bazı faktörleri aynı anda değiştirme yoluna gitmiştir. Böylece faktörlerin ortalama etkilerini belirlemede az sayıda deney yeterli olmaktadır. Direksiyon örneğinde yaklaşık 1,5 milyon deney yerine sadece 27 deney yeterli olmuştur.⁸⁰

Şekil 16: Taguchi' nin Parametre Tasarımı Deney Örneği



Performans karakteristiklerinin yukarıdaki şekildeki gibi sürekli olması durumunda performans istatistiği adı verilen bir ölçütü hesaplamak için tasarım parametreleri matrisinin her bir deneyinden elde edilen çoklu gözlemler kullanılır. Hesaplanan performans istatistik değerleri tasarım parametrelerinin değerlerine ilişkin daha iyi tahminlerinden elde edilmesinde kullanılır. Taguchi performans istatistiği ölçütü olarak sinyal-gürültü oranının kullanılmasının gerekliliğini de ileri sürmüştür.

⁸⁰ Meliha Saat, "Kalite Denetiminde Taguchi Yaklaşımı", Gazi Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi, Ankara: Cilt 2 Sayı 3.

2.5. Kontrol Aşaması Araçları

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

2.5.1. İstatistiksel Süreç Kontrol (İPK)

Bir süreci sürekli denetlemek ve süreçteki değişkenliği (kararsızlığı) yaratan koşulları belirlemekte kullanılan metod veya gereçlerdir. İPK yaklaşımları, diğer endüstri uygulamalarından farklı olarak, üretim sürecini aktif olarak denetlemek ve değişkenliği yaratan koşulların belirlenmesi ve sürekli kontrol edilmesiyle müşteri şartlarının yerine getirilip getirilmediğine karar vermek için tasarlanmıştır. Rastgele incelemelerle kaliteyi temin etme girişimlerini kullanan sistemlerin tersine, İPK, kaliteyi kontrol etmenin en etkin yoludur. İPK, kalite ölçümü için ardışık, düzenli zaman aralıklarında toplanmış ve çoğunlukla küçük yığınlardaki birimlerden oluşan istatistiksel örneklemi zorunlu kılmaktadır. Diğer sıkça kullanılan metodlarda ölçümler, büyük rastsal örneklemelerdeki denetlemelerle elde edilir. İPK, kaliteye, reaktif yaklaşımdan çok proaktif yaklaşır, yani organizasyondaki operatörden fabrika müdürüne kadar herkesi kalite problemlerinin sebeplerini daha iyi anlamaya ve bunlar büyük problemler haline gelmeden çözme sorumluluğu almaya teşvik eder. İPK çalışmaları, kalite problemlerinin kaynağı olarak operatörden daha çok süreç üzerinde odaklanır. Özellikle, kalite sorunlarının temelini oluşturmayan, kötü operatör gibi, faktörlerle de ilgilenmesine rağmen, üretim metodları, hammadde, çalışma ortamı ve malzemedeki kusurların ve sorunların belirlenmesi ve çözümlenmesini araştırır. İPK' da en çok kullanılan gereçler şunlardır;

Akış Şemaları, Hareket Şemaları, Pareto Şemaları ve Analizi, Sebep-Etki Diyagramları (Balık-Kılçığı Diyagramı), Histogram, Shewhart Kontrol Şemaları, X-bar ve Aralık, X-bar ve Sigma, Hareketli Ortalama ve Aralık, X ve Hareketli Aralık, EWMA, CUSUM, P-şeması, NP-şeması, C-şeması, U-şeması, Süreç Yetenek Çalışmaları, Örneklem Kabul Planları, Saçılım Diyagramları.

BÖLÜM III

3. ALTI SİGMA' NIN BİR FİRMAYA UYGULANMASI

3.1. Altı Sigma Organizasyonunda Roller

Altı Sigma' dan elde edilecek yararlar ve uygulama sonunda ulaşılması beklenen başarı düzeyi işletme içindeki tüm çalışanların rollerinin çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Başarıya ulaşmada görev tanımlarının rolü büyüktür. Bu nedenle Altı Sigma yaklaşımıyla işletmelerde, tüm çalışanlara almış oldukları eğitimin türüne göre farklı ünvanlar, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. Bu ünvanlar işletmenin yapısına, uygulamanın kapsamına ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.⁸¹

Altı Sigma yönetim sistemindeki görev dağılımı hiyerarşiktir. İyileştirme projeleri, Karakuşak denilen takım liderlerinin önderliğinde iyileştirme takımları tarafından gerçekleştirilir. Karakuşaklar problem çözme ve veriye dayalı karar verme uzmanı olarak yetiştirilmektedir. İyileştirme takımı üyelerine ise Yeşilkuşak adı verilmektedir.⁸²

İlk bakışta Uzakdoğu sporlarının yapıldığı bir kulübün organizasyon yapısını andıran bu ünvanlar altı sigmanın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören sarı, mavi, vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedirler. Geliştirilmesi gereken roller;⁸³

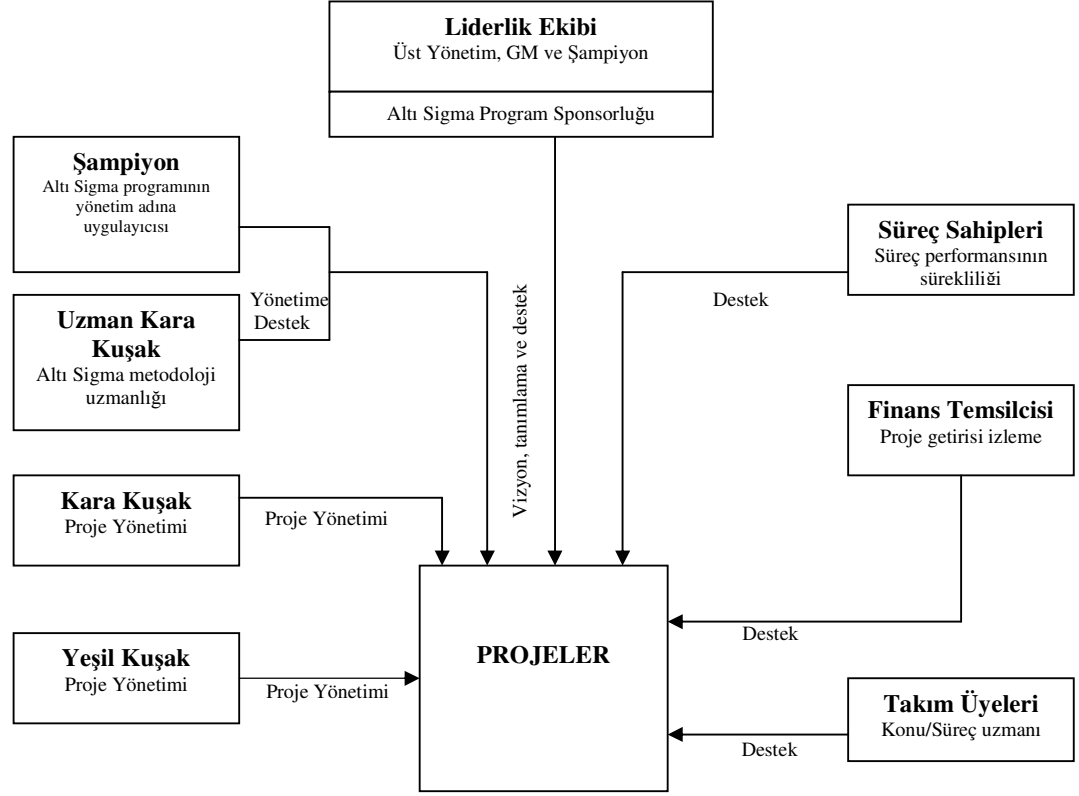
- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| -Liderlik Grubu ve Konseyi | - Şampiyonlar |
| -Finans Temsilcisi | -Uzman Kara Kuşak |
| -Ekip ve Proje Lideri (Kara Kuşak) | -Yeşil Kuşaklar |
| -Takım Üyeleri | -Süreç Sahibi |

⁸¹ <http://www.kaliteofisi.com/makaleler.asp?makale=90&ad=Altı%20Sigma&id=12>

⁸² Şampiyonlar ve Karakuşaklar şirketleri 'sıfır hata' ya taşıyor, **Hürriyet İnsan Kaynakları**, 28 Kasım 2004.

⁸³ Pande Peter S. Six Sigma Way team Fieldbook. Blacklick: Mc Graw Hill yayınları, 2002,s.23.

Şekil 17: Altı Sigma Organizasyonu



Kaynak: Matris Danışmalık “Altı Sigma Yönetici Eğitimi Ders Notları” , Nisan 2007

3.1.1. Liderlik Grubu ve Konseyi

Liderlik konseyini oluşturan kişiler işyerindeki üst düzey yöneticilerden oluşur. Altı Sigma ekipleri ile doğrudan temasta bulunarak işyerini yönetmenin yeni metotlarını öğrenmelerine yardımcı olması için tasarlanan bir forumda bir araya gelirler. Doğal liderlik rolünü üstlenen bu grup altı sigma uygulama planını düzenler ve yönetirler.

3.1.2. Şampiyon

Şampiyon birçok organizasyonda altı sigma projesini gözlemleyen ve bu projenin başarısı için liderlik konseyine karşı sorumlu olan üst düzey bir yöneticidir. Proje geliştirme ekibine üzerinde çalıştıkları proje hakkında açık talimatlar veren, organizasyon içerisinde engellerle karşılaştığında ekip adına müdahale edebilen ve

bunlarla birlikte ekipten çözümler uygulamasını bekleyen kişidir. Şampiyonun üstlendiği rol çok hassas bir roldür.⁸⁴

Aslında bu kişiler projeleri saptayan kıdemli yöneticilerdir. Bu kıdemli yönetim liderleri Altı Sigma çalışmalarının başarısından sorumludurlar. Projeleri onaylarlar, onlara kaynak sağlar ve aksaklıkları çözümlerler. Bazı işletme liderleri şampiyondur. Şampiyonların çoğu doğrudan işletme liderlerine rapor verirler. Şampiyonlar uygulamada tam zamanlı çalışmak zorunda değiller, ama uygulamanın başarısını garantilemek için gerektiği kadar zaman vermeleri beklenir. Ayrıca şampiyonlar bir gelişim projesini takip eden üst düzey yöneticidir. Ekipler kendi kararlarını alabilmek için bağımsız olmalı; ancak bununla birlikte, çabaları doğrultusunda iş liderlerinin fikirlerini almalıdır.

Gelişim ekipleri için stratejik bakımdan önem taşıyan projeleri saptayarak kaynak sağlayan proje şampiyonları genellikle detaylı bir eğitimden ziyade Altı Sigma'ya yönelirler. Buradan da anlaşılabilir gibi, yoğun ve birbirinden farklılık gösteren eğitim altı sigma yaklaşımının önemli bir parçasıdır.

Üst ve orta idari yöneticiler, faydalı olmayan işlerden kurtulup müşteri memnuniyetini arttırarak iş ve süreç amaçlarını gerçekleştirecek altı sigmayı yürütme ve destekleme ile sorumludurlar. Şampiyonlar Altı Sigma uygulamasını yürütürler.

3.1.3. Finans Temsilcisi

Finans temsilcileri yapılan bir Altı Sigma projesinin kazançlarının parasal olarak hesaplanmasından ve izlenmesinden sorumludurlar.

3.1.4. Uzman Kara Kuşak

Altı Sigma ile ilgili her konuda en üst düzey teknik bilgiye sahip uzmandır. Bu görev, Altı Sigma çalışmalarının başlangıcında dış kuruluşlardan kiralanan bir danışman tarafından yürütülebilir.⁸⁵

⁸⁴ Spande, s.119.

⁸⁵ Joseph A.DeFeo "Six Sigma: Road Map For Survival", www.juran.com

Uzman Kara Kuşağın başlıca görevleri; İyileştirme takımlarına başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak, kalite şampiyonlarına projelerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak, altı sigma konusunda eğitim vermek, çalışanları bilgilendirmek suretiyle altı sigmanın organizasyon çapında benimsenmesine katkı sağlamak, şeklinde özetlenebilir.⁸⁶ Ayrıca sertifika alan on karakuşaklıyla ilgilenme ve işletme şampiyon ekibi tarafından onaylanmış olma gereklerini yerine getirerek sertifika alırlar. Uzman Kara Kuşaklar, Kara Kuşakları gözden geçirip onlara rehberlik etmektedirler. Öğretmenlik ve rehberlik için en az iki hafta eğitilirler.

3.1.5. Kara Kuşak

Altı Sigma' da projeler, organizasyonun orta kademesinde bulunan kara kuşaklar tarafından alınır. Bunlar bir altı sigma projesi için oluşturulmuş olan iyileştirme takımının lideridirler.⁸⁷ İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara kuşak görevini yerine getiren kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Kara kuşaklar projesi biter bitmez, ekip üyelerinden düzenli işlerinin bir parçası olarak Altı Sigma araçlarını kullanmalarını isterler.⁸⁸

Bu kuşağın uygulamaya geçireceği projelerin başarılı olabilmesi için üst yönetim tarafından gerekli önemin verilmesi gerekir. Eğer gerekli önem ve değer verilmezse hiçbir sonuç elde edilemez. Diğer bir ifadeyle; üst yönetim Altı Sigma için zaman harcamaz, bu iş için nitelikleri en iyi olanları görevlendirmezse ve bunun için ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamazsa kara kuşakların bu projelerinde başarı şansı olmayacaktır. Bunun için büyük ölçekli işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olacaktır. Altı Sigma kadar etkili olan Toplam Kalite Yönetimi anlayışının bazı firmalarda başarısızlığa uğramasının nedeni, üst düzey liderlerin bu düşünceye inanmamalarıdır.

⁸⁶ <http://www.altisigma.com/forum>

⁸⁷ Six Sigma Black Belt Implementation *Sarah Ingle and Willo Roe* The TQM Magazine Volume 13. Number 4. 2001

⁸⁸ Slater, Robert (2000). Jack Welch'den İş Dünyası İçin Savaş Planları: General Electric; Başarının Sırları, s.219

3.1.6. Yeşil Kuşak

İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil Kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir. Karakuşak projelerinde takım elemanı olarak çalışan kişilerdir.⁸⁹

3.1.7. Takım Üyeleri

Yeşil ve kara kuşak projelerinde görev alırlar. Takım üyeleri, altı sigma projelerinde nadiren tam zamanlı çalışırlar. Bundan dolayı takımların günlük işlerini nasıl düzenlemelri gerektiği konusunda denetçileri ile temasa geçerler. Takım üyeleri bir projenin ölçümü, analiz ve geliştirilmesinin ardında ekstra beyin ve kas gücü sağlarlar.. Takım üyelerinden proje sonuçlandıktan sonra, Altı Sigma araçlarını normal işlerinin bir parçası olarak kullanmaya devam etmeleri istenir.

3.1.8. Süreç Sahibi

Altı Sigma fonksiyonel bir organizasyonda uygulandığında, süreç sahibi genelde belli bir fonksiyon parçasının yöneticisidir. Süreç sahipleri, bir gelişim ekibinin yarattığı çözümü alarak geliştirilen sürecin yönetiminden sorumlu sahibi haline gelirler.⁹⁰

İç ve dış müşterilere önem veren adım gruplarını sırayla gerçekleştirmek için yeni bir çapraz işlevsel sorumluluğu üstlenen kişidir. Gelişim ekiplerinden pası alır veya yeni tasarlanmış süreçlerin sahibi olur.

Neticede, Altı Sigma onun üzerinde çalışan organizasyon geliştikçe, fonksiyona odaklanma yerini merkez süreçlere odaklanmaya bırakacaktır. Süreç sahipleri o zaman organizasyon içerisinde bir süreci sıra ile yöneten insanlar olacaktır. Süreç sahiplerinin ortaya çıkışı birçok Altı Sigma organizasyonunda aşamalı şekilde gelişir.

⁸⁹ Lütfi Uslu, "Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları", s.13

⁹⁰ Spande, s.122.

3.2. Araştırmanın Amacı

Bu bölümde Güç Sistemleri sektöründe distribütörlük hizmeti veren bir firmanın yapısal özellikleri ve Altı Sigma sistemi uygulanarak gerçekleştirilmiş “Servis Gelirlerinin&Verimliliğinin Artırılması” (SEGEVA) Projesinde yürütülmekte olan çalışmalar ve elde edilen bulgular üzerinde durulmaktadır.

Araştırmamızda amaç olarak; firmanın servis süreçlerindeki kalitesizlik maliyetlerinin azaltılması, karlılığın ve servis verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Hedefimiz servis süreçlerinin altı sigma metodolojisinden geçirilerek servis verimliliğinde sağlanacak iyileştirmeler sonucu mevcut %30 servis ve %21 yedek parça servis geliri düzeylerinin korunarak, iyileştirmelerin fiyata yansıtılması, bu şekilde rekabete karşı daha güçlü bir konum sağlanarak gelirlerin arttırılmasıdır. Bu projeye başlandığında 200.000 € ilave servis satış geliri, servis hacminin arttırılarak yaklaşık 100.000 € yedek parça satışı yaratması hedeflenmektedir. Bu artışların sonucunda vergi sonrası 80.000 € gelir artışı hedeflenmektedir.

3.3. Araştırmanın Kapsamı

Araştırmamızın kapsamında firmanın verdiği hizmet ile ilgili memnuniyet kriterleri göz önüne alınmıştır. Bu doğrultuda araştırmamızda müşteri memnuniyeti anketleri aracılığıyla firmanın hizmetlerinin eksik yönleri belirlenmiş ve söz konusu eksik yönler altı sigma metodu kullanılarak iyileştirilmiştir. Müşteri memnuniyeti kriterleri, ilgili müşteri düşünceleri, anketler ve iş değerlendirmeleri aracılığı ile tespit edilmiş ve eksik yönlerin giderilmesi için çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmalarda müşterilerin servis fiyatlarının yüksek olması, servisin ulaşım süresi ve teklif gönderme sürelerinin uzunluğundan şikayet ettikleri tespit edilmiştir.

3.4. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmamızda veri toplamak için faks ile anket uygulaması yapılmıştır. Anketlerde 19 soru yer almaktadır. Bu sorularda servis ulaşım hızı, servis kalitesi, servis fiyatları, teklif süreleri, müşteri memnuniyeti, teknik bilgi desteği kriterlerinin müşteriler için ne derecede önemli olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmamızın genelinde MINITAB istatistiksel yazılım programı kullanılarak, tespit etmeye çalıştığımız durumlara yönelik topladığımız veriler analiz edilmiştir. Proje kapsamında altı sigma organizasyonlarında yaygın olarak kullanılan DMAIC modeli kullanılmıştır.

3.5. Araştırmanın Bulguları

3.5.1. Uygulama Yapılan Firmanın Tanıtılması

Uygulama yapılan firma, Caterpillar'ın enerji sistemleri ile ilgili ürünlerinden, tek motorda değişik devirlerdeki güç gruplarına, dizel motoru sınıfında gaz motorundan ağır yakıt motorlarına geniş bir yelpazede jeneratör gruplarını pazarlamaktadır.

Firma, gaz motoru ile elektrik üretiminin yanı sıra sıcak su ve buhar üreten kojenerasyon tesislerinde Türkiye'de en tecrübeli ve en çok referansa sahip firmadır.

Caterpillar dizel motorlarını pazarlamaktadır. Özellikle megayatlar ve romörkör sektörlerinde pazar lideri olup, bu hususta en prestijli projelere imza atmış durumdadır. Caterpillar, enerji sistemleri ile ilgili ürünlerin yanı sıra forklift ve depo (warehouse) ekipmanı üretimini de gerçekleştirmektedir. Dizel, elektrik (akü) ve LPG olarak üç farklı yakıt ile çalışabilen Caterpillar forkliflerin elektrikli sınıfında 1 tondan 5.0 tona, LPG sınıfında 1.5 tondan 7 tona, dizel sınıfında ise 1.5 tondan 15 tona kadar yük taşıma kapasitesine sahip ürünler bulunmaktadır. Depo ekipmanlarında ise tümü elektrikli olmak üzere çalışma koşullarına uygun değişkenlik gösteren Power Palet Truck, Stracker Truck, Order Picker, Reacher Truck, Turret Truck ve Multi-way Truck gibi ürünler yer almaktadır.

Firma'nın servis ve yedek parça hizmetleri, 5 ana bölge ve bunlara bağlı şubelerden yürütülmektedir. Bu bölgelerde, firma'nın uzman elemanları, arızaya her an müdahale edebilmek için tam donanımlı panelvanları ile 24 saat hizmet vermektedir. Firma, online sanal ağ hattına sahip yedek parça departmanları ile stoklarda bulunmayan parçaları Caterpillar'a anında sipariş vererek en kısa sürede müşterisinin hizmetine sunar.

3.5.2. Problemin Tanımlanması (Define)

Tanımlama aşamasında projenin amaç ve kapsamı tanımlanmıştır. Süreçler, müşteriler, girdiler, çıktılar ve tedarikçiler belirlenmiştir. Katma değer analizi, çabuk kazanç fırsatları, müşteri beklentilerinin anlaşılması için KANO analizi ve müşterinin sesi anket çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra risk analizleri yapılarak projedeki risk noktaları belirtilmiştir.

Süreçler incelendikten sonra ortaya çıkmış olan problemi şu şekilde tanımlayabiliriz; süreçlerdeki hizmet hatalarının azaltılması, servis gelirlerinin artırılması ve bütün bunlara bağlı olarak sürecin verimliliğinin artırılmasıdır.

İlk olarak proje bildirgesi Şekil 18’ deki gibi hazırlanmıştır. Proje bildirgesinde iş durumu, hedef tanımı, proje planı ve proje amacı belirlenmiş ve proje ekibi oluşturulmuştur.

Şekil 18: Proje Bildirgesi

İş Durumu Servis alt süreçlerinin incelenerek iyileştirilmesi ve SERVİS VERİMLİLİĞİNİN ARTIRILMASI hedeflenmektedir. Alt süreçlerde süreç yetkinliklerinin (process capability) iyileştirilmesi ile hızın artışı, defect düzeyinin (sigma) düşüşü için süreçler incelenecektir. Bu şekilde geliştirilecek süreç yapısı ile servis aktivitelerinin hızı, maliyeti ve kalite (sigma) düzeyinde iyileştirmeler planlanmıştır. Bu şekilde servis verimliliği kapsamında sağlanacak iyileştirmeler ile saatlerin satılabilirliği oranı yükselterek SERVİS GELİRLERİ ARTIRILACAK, iş emri kapatılma-fatura edilme süreleri kısaltılacak, garanti iş emirlerinin kapatılma sürelerinin kısaltılması hedeflenecek, açık hesap tahsilatında da iyileştirme sağlanabilecektir. Yapılacak ölçümler sonrasında bu iyileştirmelerin yaratacağı tasarruf ile finans maliyetleri ve işletme sermayesinden yapılacak tasarruflar ve servis satış artışları belirlenecektir.	Fırsat Tanımı Güç Sistemleri ünitelerinin çoğunluğu Yedek Jeneratörlerden oluşmaktadır. Yılda ancak 100-150 saat çalışan bu ünitelerin servis ve yd.parça gereksinimleri düşük olduğundan CSA oluşturulması fark yaratmaktadır. Bu proje ile servis verimliliğinde sağlanacak iyileştirmeler sonucu mevcut %30 servis GP ve %21 yedek parça GP düzeylerinin korunarak, iyileştirmelerin fiyata yansıtılması, bu şekilde rekabete karşı daha güçlü bir konum sağlanarak gelirlerin artırılması hedeflenmektedir. Arıza dahil CSA anlaşmalarının adetsel bazda artışının hedeflenmesi de proje kapsamında planlanmıştır. Bu şekilde, proje kapsamında €200k ilave servis satış geliri hedeflenmektedir. Artan servis hacminin ise yaklaşık €100k Yedek Parça satışı yaratması hedeflenmektedir. Bu artışların sonucunda vergi sonrası €80k gelir artışı hedeflenmektedir.
Proje Amacı Kapsam içi: Tüm servis faaliyetleri, Servis kanalıyla satılan yedek parça tedariki süreci kapsam içinde değerlendirilecektir. 1.Dış ve iç müşteri hizmetleri (Enerji, EPG, Marine, Forklift, Endüstriyel) 2.Garanti Faaliyetleri 3.Servis Kanalı ile satılan yedek parça tedariki süreci 4.Bakım anlaşmalarının artırılması, verimliliğinin artırılması	Proje Planı Define Ekim Measure Aralık Analyze Ocak Improve Şubat Control Mart
Hedef Tanımı Y1: Servis gelirlerinde artış €200k Y2:Servis kanalıyla yapılan yedek parça satışı €100k Toplam Gelir artışı = €80k Y3:Finans giderlerinin/İşletme sermayesinin azaltılması X1:Planlama (İş emirleri adet/özellikleri, CSA cycles/load) X2:Kadro (Available Hours, Normal & Fazla Mesai, Eğitim) X3:Re-Do oranları (belirlenecek diğer "defect" unsurları) X4:Ekipman Özellikleri X5:Araçlar (Tooling vs.) X6:Metot ve Prosedürler	Proje Ekibi Proje Sponsoru: Ercüment İnanç Usta S. Kuşak: Özgür Günaydın Siyah Kuşak: Gültekin Eranıl Yeşil Kuşaklar: Levent Altun Muhittin Kayakıran Gökhan Kulualp Mesude Tapkan Armağan Paksoy Hale Akgün Ataş

Bu projedeki bağımlı değişkenler, yani $Y=f(X)$ kapalı çevrim sistemindeki Y' leri şu şekilde tanımlayabiliriz;

Y_1 : Servis gelirlerinde artış

Y_2 : Servis kanalıyla yapılan yedek parça satışı

Y_3 : Finans giderlerinin/İşletme sermayesinin azaltılması

Bağımsız değişkenleri yani X' ler ise şunlardır;

X_1 : Planlama (İş emirleri adet/özellikleri, CSA)

X_2 : Kadro (Geçerli Saatler, Normal & Fazla Mesai, Eğitim)

X_3 : Belirlenecek diğer “kusur” unsurlar

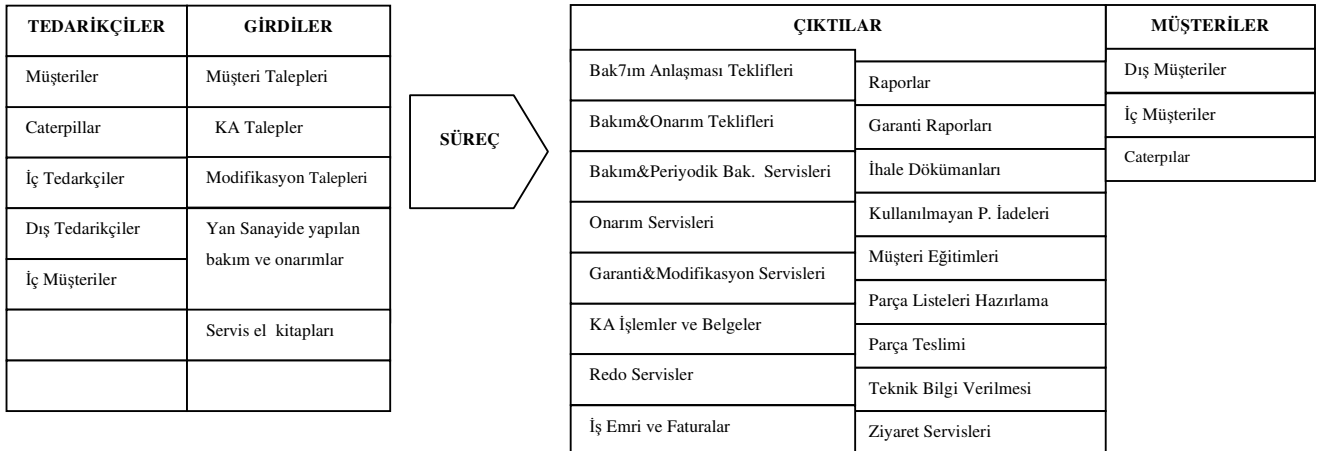
X_4 : Ekipman Özellikleri

X_5 : Araçlar (Tooling vs.)

X_6 : Metot ve Prosedürler

Müşteriler servis bakım ve onarım ihtiyaçlarının kısa süre içinde ve asgari maliyetlerle karşılanmasını talep etmektedir. Bu kapsamda, servis hizmetlerinin söz verilen süre içinde, bir defada doğru ve kaliteli olarak verilmesi ve servis verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Servis süreçlerinin altı sigma metodolojisinden geçirilerek servis verimliliğinde sağlanacak iyileştirmeler sonucu mevcut %30 servis GP ve %21 yedek parça GP düzeylerinin korunarak, iyileştirmelerin fiyata yansıtılması, bu şekilde rekabete karşı daha güçlü bir konum sağlanarak gelirlerin artırılması beklenmektedir. Projenin seçim nedeni belirlendikten sonra Şekil 19’ de görüldüğü gibi mevcut durum içerisindeki süreç akışı ortaya çıkmıştır.

Şekil 19: Süreç Akışı Şeması



Müşteriler belirlenmiş ve 3 kategoriye ayrılmıştır. Bunlar;

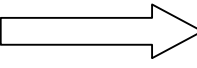
Dış Müşteriler : Bakım ve onarımları yapılanlar.

İç Müşteriler : İlk teslim, taahhüt ve diğer talepleri karşılananlar.

Caterpillars: Garanti ve modifikasyon işlemleri yapılanlar.

Tüm süreçler tanımlandıktan sonra, ana süreçler tespit edilmiştir. Şekil 20' de ana süreçler görülmektedir.

Şekil 20: Temel Süreçler



Tüm Süreçler	Ana Süreçler	
Bakım Anlaşması Teklif Hazırlama Süreci	X	Teklif Hazırlama
Bakım&Onarım Teklifleri Süreci		
Parça Listeleri Hazırlama Süreci		
İhale Dökümanları Hazırlama Süreci		
Servis Planlama Süreci	X	Servis Planlama
Parça Listeleri Hazırlama Süreci		
Parça Tedariki Süreci		
Bakım Servisleri Süreci	X	Bakım ve Onarım Servisleri
Onarım Servisleri Süreci		
Periyodik Servisler Süreci		
Tahsilat Süreci		
Müşteri Eğitimleri Süreci		
Redo Servisler Süreci		
Ziyaret Servisleri Süreci		
Kullanılmaya Parça&Reman Core Süreci	X	Servis Değerlendirme
Formların İncelenmesi		
İş Emri ve Faturalama Süreci	X	İş Emri Açılması ve Faturalama
KA İşlemler Süreci	X	Garanti ve KA İşlemler
Garanti&Modifikasyon Servisleri Süreci		
Garanti Raporları Süreci		
Rapor Süreci		
Teknik Bilgi Verilmesi Süreci		

Ana süreçler üzerinde tüm aktiviteler incelenerek katma değer analizleri yapılmıştır. Bazı adımları daha kolay nasıl yaparız veya yapmazsak ne olur diye incelendiğinde bazı adımlarda çabuk kazanç fırsatları olduğu tespit edilmiştir.

Ana süreçlerdeki çabuk kazanç fırsatlarını şu şekilde belirtebiliriz.

Teklif Hazırlama sürecindeki çabuk kazanımlar: Teklifler faksolanıp daha sonra dosyaladığında kırtasiye harcadığı görüldü. Çabuk kazanç olarak teklifler elektronik ortamda gönderilip, saklanması belirlendi.

Servis Planlama sürecindeki çabuk kazanımlar: Servis Kapı çıkış formunu kaldırıp, kapı güvenliğe bir bilgisayar koyarak kapı çıkış formunu kaldırıyoruz. Günde kişi başına 2 dakika, günde toplam 40 dakika, 245 iş günü yılda 4.000 € tutarında zaman kazanacağız. Rapor hazırlamak için zaman harcamayacağız.

Servis Dönüş sürecindeki çabuk kazanımlar: Servis dönüşü parçaların iadesi için 3 farklı form dolduruluyor ve 3 yere onaylatılıyor. Bunu tek forma indirerek onay işlemini azaltacağız.

Masraf formlarının doldurulması ve ödeme alınması zaman alıyor. Kredi kartı veya yemek fişi verilmesi bu işlemi azaltacağını düşünüyoruz. Muhasebe departmanı ile araştırıyoruz.

İş Emri Açılması ve Faturalama sürecindeki çabuk kazanımlar: 3 nüsha halinde düzenlenen servis formunun 1 nüshasını alfabetik olarak dosyalandığını ve bunun yılda 1-2 kez kullanıldığını ve aynı bilgilere iş emri dosyasından da ulaşabileceğimizi gördük.

Garanti ve KA Emirler sürecindeki çabuk kazanımlar: KA Belgelerin ve iş emri belgelerin 3 nüsha fotokopilerinin hazırlanması ve gönderilmesi zaman ve kırtasiye masrafı getirmektedir. Bu bilgilerin bilgisayar sistemi üzerinde hazırlanacak bir rapor ile görülmesi sağlanacaktır.

Çabuk kazanç fırsatları belirlendikten sonra müşteri beklentilerinin anlaşılması için **KANO** analizi yapılmıştır. KANO analizi ile heyecan verici beklentiler, performans ihtiyaçları ve temel ihtiyaçları tespit edilmiştir. Bu beklentileri şu şekilde özetleyebiliriz;

Heyecan verici beklentiler: Makinanın temizlenmesi, iş bitiminde aranıp bilgi verilmesi, tavsiyelerde bulunulması, müşteriye özel bir dosyasının olduğunun bildirilmesi, bu dosyanın müşteriyle paylaşılması, müşteriye gidildiğinde geçmiş bir

yıllık dönemin bilgilerinin verilmesi, yeni bilgilerin müşteriye verilmesi, bakım sonrasında bakım ile ilgili bir rapor dosyası sunulması, promosyon malzemesi verilmesi, telefonda ihtiyacın çözülmesi.

Performans İhtiyaçları: Çabuk yapılması, uygun fiyat, tek seferde yapılması, teknik bilgi verilmesi, 24 saat hizmet verilmesi, ihtiyaç duyulan yedek parçaların kısa sürede tedariki, servis elemanlarının ilgili davranması, müşteriye gidileceği zaman aranarak bilgi verilmesi.

Temel İhtiyaçlar: Ünitenin arızasının giderilmesi, bakımın yapılması, parçaların tedarik edilmesi.

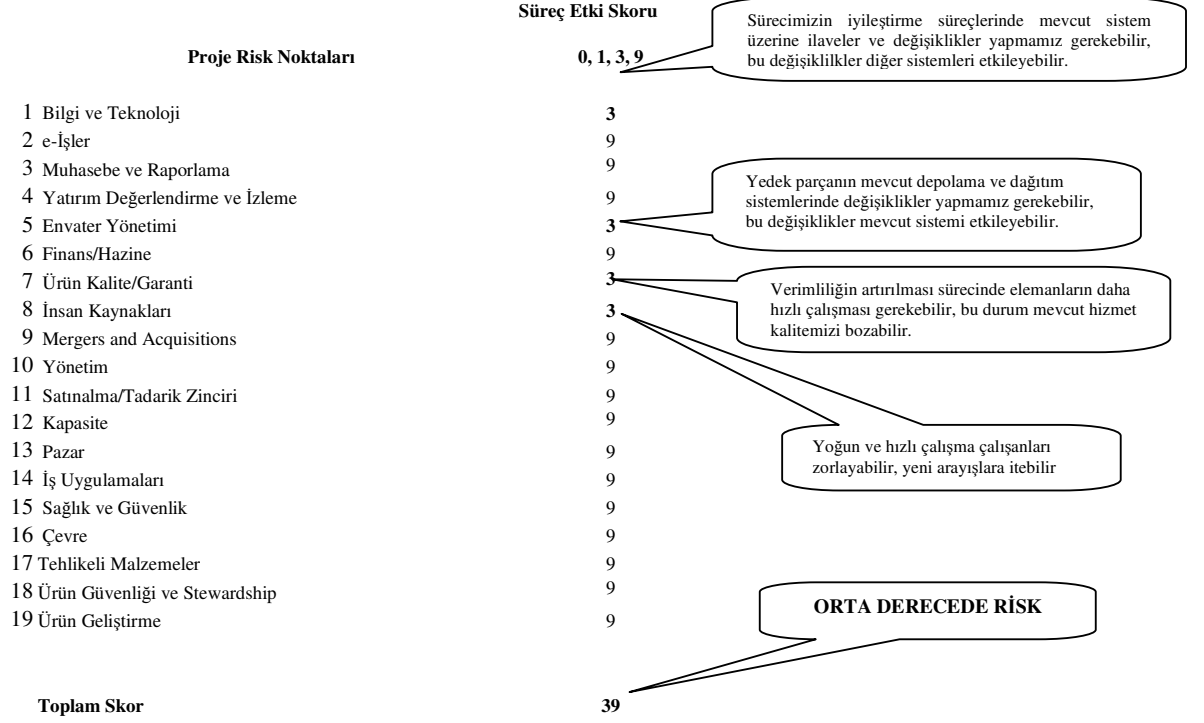
Bir sonraki adımda müşteri memnuniyeti anket çalışması yapılmıştır. Anket örnek sayısı 100 olarak hedeflenmiştir. Daha önceki anket geri dönüş oranlarını dikkate alarak anket gönderilecek müşteri sayısını 300 olarak belirlenmiştir. Servis ve yedek parça müşterileri arasında her segment ve bölgeyi karşılayacak şekilde rastgele olarak seçim yapılmıştır. Müşteri sayısının fazla olmasından dolayı faks ile anket yapılma tekniği seçildi. Müşterilerden öğrenmek istenilen sorular seçilmiş ve anket formu hazırlanmıştır. (Ek 2)

Müşteri memnuniyeti anket çalışması tamamlandıktan sonra sonuçlar değerlendirilmiş ve şu sonuçların çıktığı görülmüştür.

- Servis fiyatınız yüksek.
- Acil durumlarda, servisin 2-4 saat arasında ulaşmasını bekliyoruz.
- Teklifi 2 saat içinde bekliyoruz,.

Bu aşamada son olarak risk analizi yapılarak proje risk noktaları belirlenmiştir. Sürecimizde etkili 4 faktör bulunmuştur. Şekil 21’ de görüldüğü gibi süreç orta derecede risk gurubundadır.

Şekil 21: Risk Analizi



3.5.3. Ölçme Aşaması (Measure)

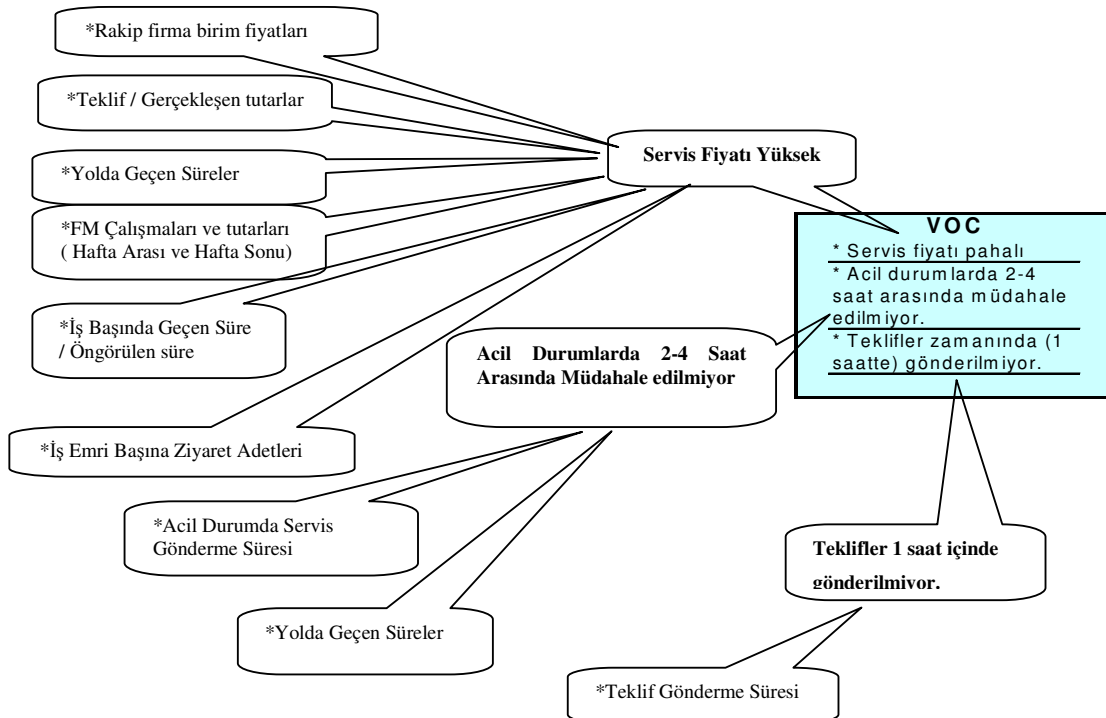
Bu aşama mevcut performansın ölçülmesi aşamasıdır. Ölçme aşamasında mevcut durumu ortaya koyan veriler toplanmıştır. Amaç, doğru ve güvenilir ölçümler yaparak sürecin mevcut performansını saptamak, yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirleyebilmek ve karşılaştırma yapabilmek için bir temel oluşturmaktır. Bu aşamanın sonunda sürecin mevcut performansı, problemin etkilerini ortaya koyan veriler ve problemin verilerle detaylandırılmış bir tanımı oluşacaktır.

SEGEVA projesi ölçme aşamasında şunlar tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen müşteri beklentileri incelenmiştir. Servis fiyatı, servis ulaşım hızı ve teklif verme süresinin tüm alt süreçleri incelenmiştir. Bu süreçlerle ilgili veriler toplanmış ve sigma seviyeleri tespit edilmiştir. Mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler toplandıktan sonra ölçümlerin doğru yapıldığından emin olunmalıdır.

Ölçüm aşamasında veri toplama planı, frekans dağılımları, benchmarking, süreç yeterliliği ve örnekleme metodları kullanılmıştır.

Şekil 22’ de görüldüğü gibi yapılan çalışmayı özetlersek: Müşteri anketlerinde elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Servis fiyatının yüksek olması, acil durumlarda servis gönderme süresi ve teklif gönderme süreleri ile ilgili veriler toplanmış ve değerlendirmeler yapılmıştır.

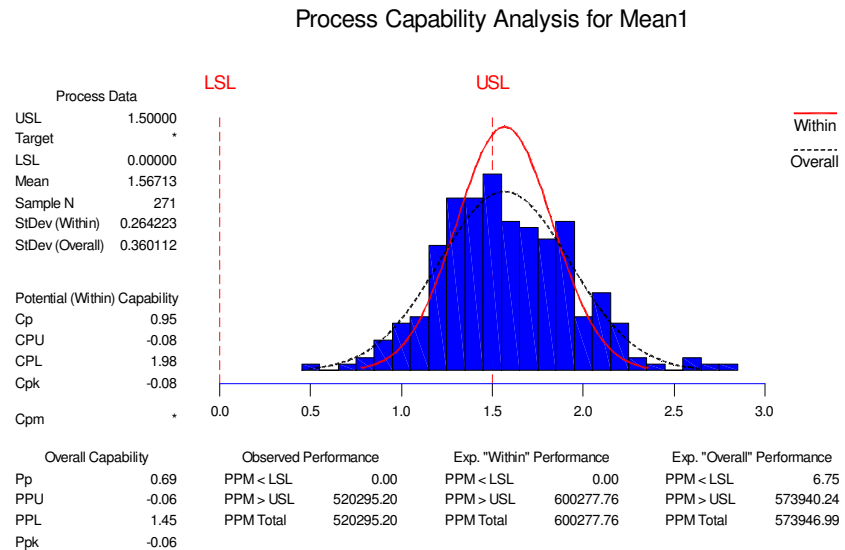
Şekil 22: Süreç Çıktı Göstergeleri



Tablo 9: Rakip Firmalar İle Ücretlerin Kıyaslanması

	İlk Saat	Teknisyen	Mühendis	Yol km	Birim
BGS		25	35	0,5	€
Wartsila		30	40	0,3	€
Çukurova		26		0,16	€
Jenbacher					
Hamamcıoğlu		30			\$
AKSA	85	15			\$
MTU		57			€
FG Wilson		50			€
ABB		30	40		\$
ABB Elektrik		50			\$
Volvo		50			€
İşbir					
Teksan					

Şekil 23: Süreç Yeterlilik Analizi “Yolda Geçen Süreler”

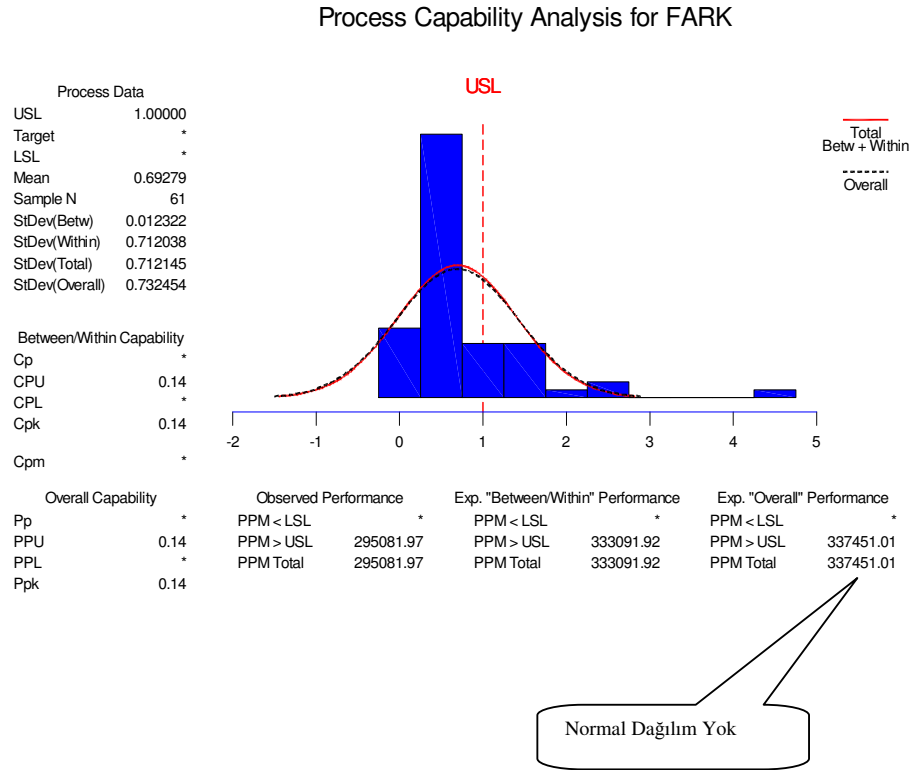


bu durum ortalamada yapılan işe 75 € yol yükü getirmektedir.

Ortalama bir iş için gidiş geliş yolda 3 saat harcıyoruz.

Şekil 24’ te görüldüğü gibi yapılan çalışmaları özetleyecek olursak ; Ortalama bir iş için gidiş geliş yolda 3 saat harcanmaktadır. Bu durum ortalamada yapılan işe 75 € yol yükü getirmektedir.

Şekil 24: Süreç Yeterlilik Analizi “Teklif Gönderme Süresi”



3.5.4. Analiz Aşaması (Analyze)

Bu aşamada problemler katmanlarına ayrılıp analiz edilmiştir. Problemlerin kök nedenlerini araştırıp, istatistiksel olarak ispatlanmıştır. Mevcut durum performansı değerlendirilmesi için pareto analizi yapılmıştır. Firmanın tüm bölgelerdeki servis

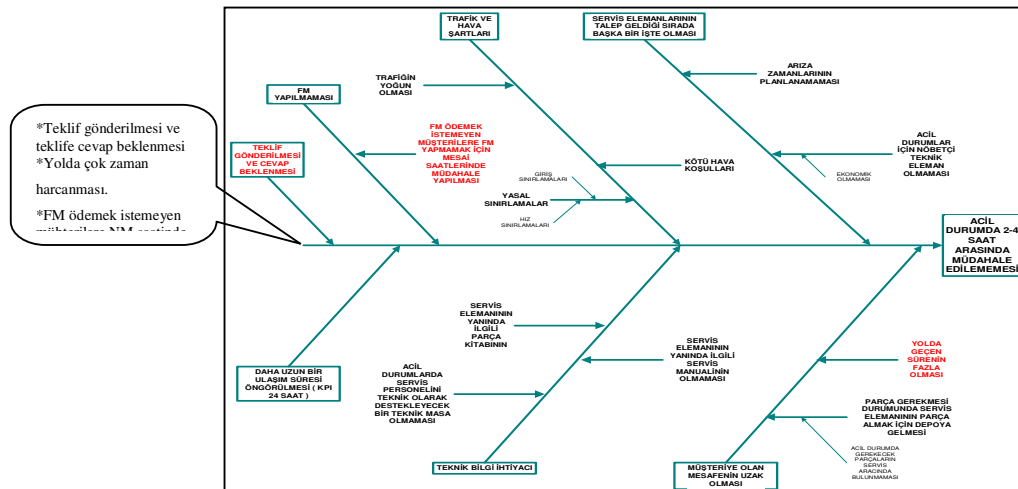
ağlarında bu değerlendirme ayrı yapılmıştır ve problemler tespit edilmiştir. Tespit edilen problemler şunlardır;

- Atelyeden neden geç çıkılıyor? Neden FM çalışmaları yapılıyor?
- Acil durumlarda neden müşteriye 2-4 saatte ulaşılamıyor?
- Neden 1 saatten geç teklif veriliyor ? Yolda neden çok zaman harcanıyor?
- Neden müşteriler yapılan işin ödediği paraya değmediğini düşünüyor?
- Neden iş başında geçen süre öngörülen süreden kısa ?
- Teklif tutarı ile birim fiyatlardan hesaplanan tutardan neden daha yüksek?

Problemlerin kök nedenlerini bulmak için balık kılçığı diyagramı kullanıldı. Balık kılçığı diyagramında önce analiz edilecek çıktı ve sonuçlar belirlendi ve açıkça tanımlandı. Tanımlanan sonuçlar diyagramın sonuç kutusuna yazıldı. Daha sonra sonuç kutusunun sol tarafına yatay bir çizgi çekilerek incelenen sonucun yemeli sebepleri belirlenerek ve bu yatay çizgiye dikey şekilde çizilmiş okların üzerine yazıldı. Detay nitelikteki sebepler oluşturulan temel sebep kategorilerinin altına yazıldı. Tüm bu çalışma sonucunda, sorun şeklinde ortaya çıkmış bir olay ile bu sorunun sebepleri ayrıntılı ve kategorize edilmiş bir şekilde grubun tüm üyelerince açıkça görülür hale getirildi.

Şekil 25’ da “Acil durumda neden 2-4 saat içerisinde müşteriye ulaşılamıyor?” olayı için yapılmış balık kılçığı diyagramı görülmektedir.

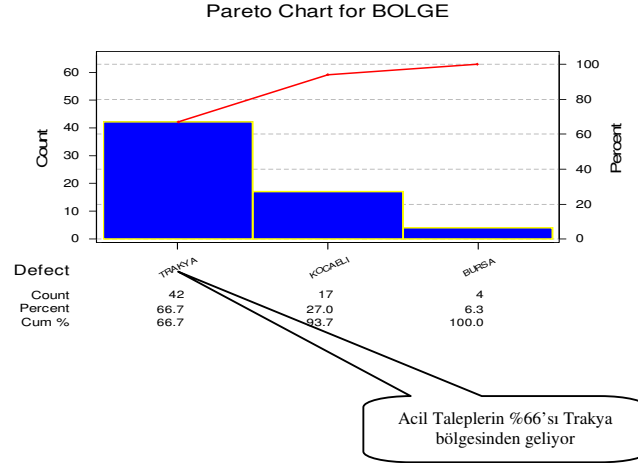
Şekil 25: Balık Kılçığı Diyagramı
“Acil durumda neden 2-4 saat içerisinde müşteriye ulaşılamıyor?”



Projenin analiz aşamasında pareto analizi, balık kılçığı, ANOVA, korelesyon ve benchmarking yöntemleri kullanılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda gösterilmiştir.

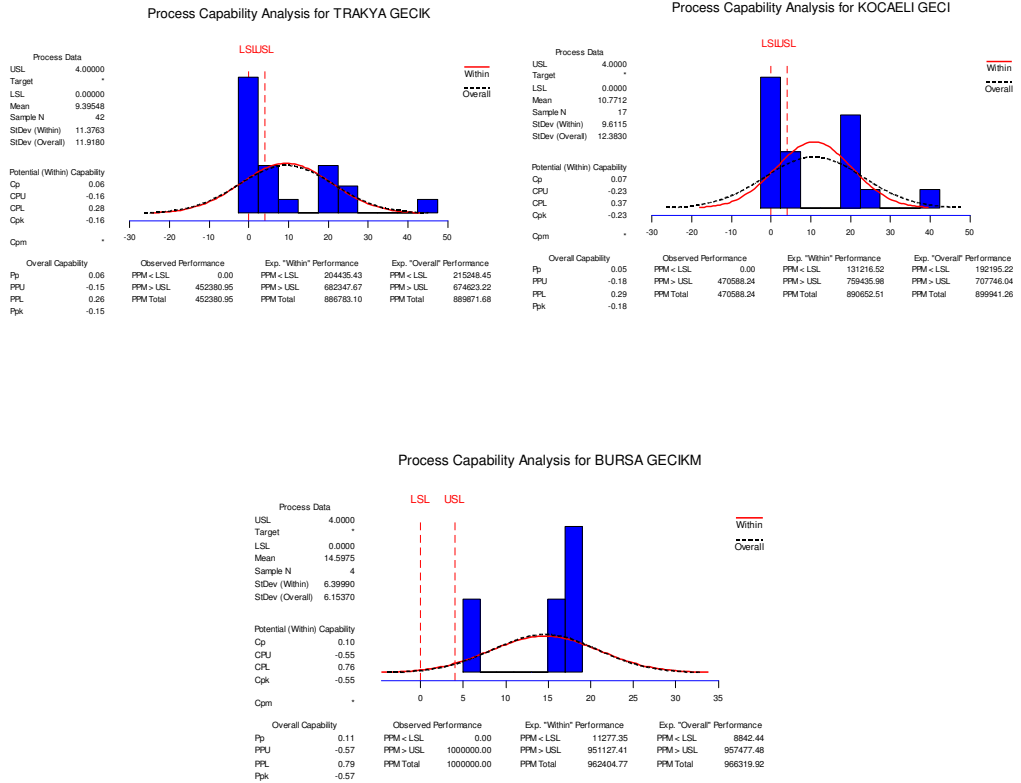
Şekil 26: Pareto Analizi

Acil durumda neden 2-4 saat içerisinde müşteriye ulaşılamıyor ?
Bölgelere Göre Acil Talep Sayısı

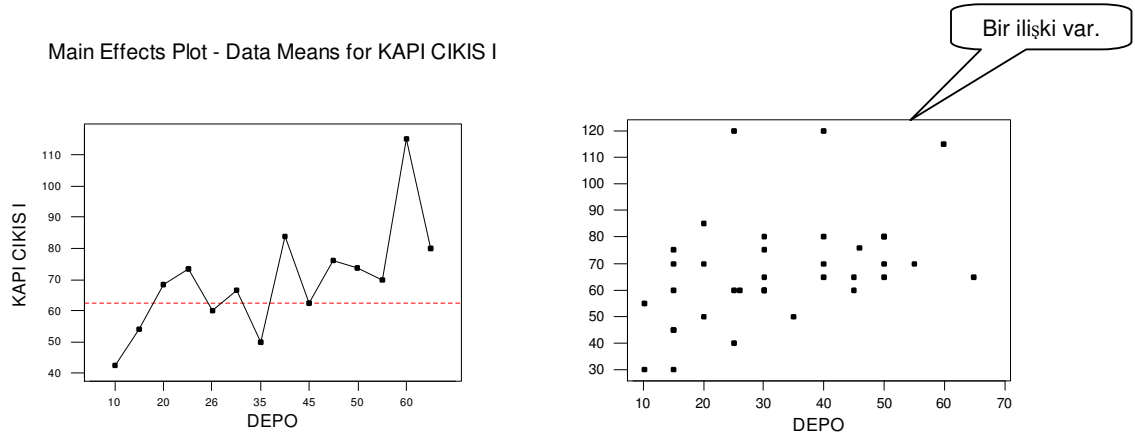


Şekil 27: Süreç Yeterlilik Analizi

Acil durumda neden 2-4 saat içerisinde müşteriye ulaşılamıyor ?
Bölgelere Göre Acil Taleplere Cevap verilme süreleri



Şekil 28: Korelasyon Örneği
Atelyeden neden geç çıkılıyor? Depodan parça alınması



Correlations: KAPI CIKIS(- IS DISI), DEPO

Pearson correlation of TOPLAM SURE and DEPO = 0.470

P-Value = 0.004

VALIDATED

Bu aşamada yaptığımız çalışmalar sonucunda;

- Fazla mesai'nin kaydırılması ile ilgili deney dizayn edilmiştir.
- Balık Kılçığı diyagramları ile muhtemel kök nedenler ve olası muhtemel kök nedenler tespit edilmiştir.
- Sebep etki matrisleri ile yoğunlaşmamız gereken süreç adımları belirlenmiştir.

3.5.5. İyileştirme Aşaması (Improve)

İyileştirme aşamasında problemin temel nedenlerini ortadan kaldıracak iddia edilen çözümler denenir ve uygulamaya konulur. Bu çözümler daha iyi bir tahmini, daha iyi bir programlamayı, daha iyi bir prosedürü ya da daha iyi bir ekipmanı

çerebilir. Bu aşamada ayrıca sonuçların bir sonraki aşamada nasıl değerdendirileceğini açıklayan bir plan oluşturulur.

Bu aşamada verimliliğin artırılması ile ilgili ispatladığımız problemlerin çözümler ve servis satışlarının artırılması ile ilgili çözümler geliştirildi.

3 Grup halinde beyin fırtınası yapılarak geniş bir katılım sağlandı. 1000'e yakın fikir üretildi ve çözüm önerileri getirildi. Çözüm önerileri matrisleri yapılarak önesürülen çözümler tablo 10' da görölmektedir.

Analiz aşamasında tespit etmiş olduğumuz tüm problemler ayrı ayrı ele alınarak çözüm önerileri matrisleri yapılmıştır.

Trakya bölgesinde yol sürelerinin azaltılması için o bölgeye **2 teknisyenin yerleştirilmesinin** en uygun çözüm olduğu tespit edilmiştir. Bu çözümün parça tedarik sistemi ile desteklenmesi gerekmektedir.

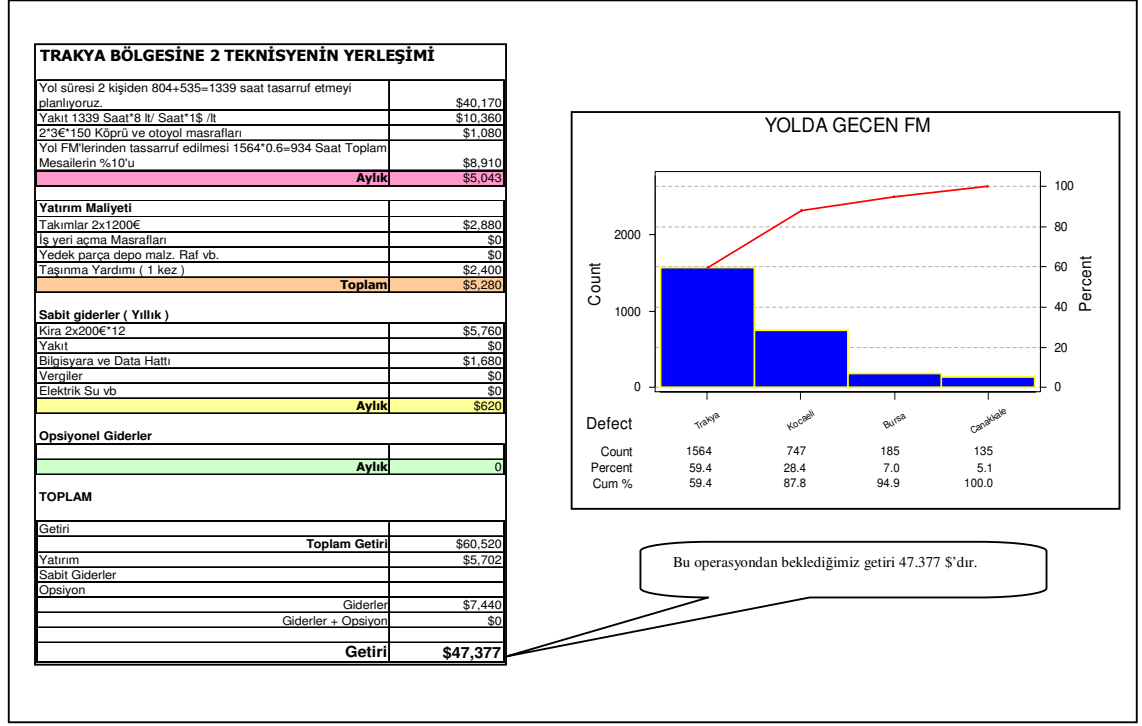
Tablo 10: Çözüm Önerisi Matrisi

Çözüm Önerisi Matrisi 1
Trakya bölgesinde yolda çok zaman harcıyoruz bunu nasıl azaltabiliriz?

	Trakya Bölgesinde Yolda Çok Zaman Harcıyoruz Bunu Nasıl Kısaltabiliriz?	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	6 SIGMA	COST&BENEFIT	TIME	TOTAL
	Ağırlıklar		2	3	2	
1	Trakya'da ofis oluşumu	A1	9	8	2	46
	Trakya'da bir müdahale merkezi açılması	A1.1				
	Sarkysandaki gibi bir ekip tahsis edip gün içi ulaşım sağlamak. Tüp Merserize merkez olabilir	A1.2				
	Borusan diğer şirketlerinden faydalanarak o bölgede bir servis noktası oluşturmak	A1.3				
2	Teknisyenlere müşterilere yakın yerlerde yerleşimini sağlayarak.	B1	9	8	6	54
	Trakya odaklı bakım teknisyen grubu oluşturmak	B1.1				
	Populasyona göre küçük ama yetkin bir ekibi orada bulundurmak.	B1.2				
	Mevcut teknisyenlerimizden bazılarının Trakya'ya taşınmalarını sağlayarak	B1.3				
	Otelde kalınması ve harcırah verilmesi	B1.4				
	Çorlu'da ev kiralınması	B1.6				
	Afet koordinasyon merkezi gibi, müşterilerimize belirli lokasyonlarda bize ait minik konteynerlerin bulunması.	B1.9				
	Elektrikçi ve mekanikçi Avrupa yakasında oturabilir	B1.10				
3	Bayilik verilmesi	C1	4	1	1	13
4	Çayirova yı daha merkezi biryere kaydırarak	D1	6	1	1	17
5	Bakımları birbirine yaklaştırarak 8-10 bakımın birlikte yapılması, servisçi orada kalsın	E1	2	1	10	27
6	BMST ile ortak ofis açılın	F1	6	4	1	26

Trakya bölgesinde yol sürelerinin azaltılması için o bölgeye 2 teknisyenin yerleştirilmesinin en uygun çözüm olduğu tespit edilmiştir. Bu çözümün parça tedarik sistemi ile desteklenmesi gerekmektedir.

Şekil 29: Çözüm Önerilerinin Değerlendirilmesi
Trakya bölgesinde yolda çok zaman harcıyoruz bunu nasıl azaltabiliriz?



Çalışanların **evden müşteriye gitmeleri** ve çalışma saatlerinin müşteriye saat 9:00'dan önce ulaşılmayacak şekilde düzenlenmesi bir diğer çözüm olarak seçilmiştir. Yıllık CSA işçilik saatlerinin dengeli dağılımı yapılması, evden direkt olarak işe gidilmesi ve iş sonrası kalan zamanlarda (iş hedefi olmayacak şekilde) bir plan dahilinde bizimle çalışmayan müşterilerin teknik personelimiz tarafından ziyaret edilmesi çözümleri seçilmiştir.

Servis satışlarının artırılması ile ilgili olarak çözüm önerileri seçilmiştir. Bunlar;

-Servis mühendislerimizden birisinin servis pazarlama mühendisi olarak seçilmesi ve servis pazarlama faaliyetlerini yürütmesi.

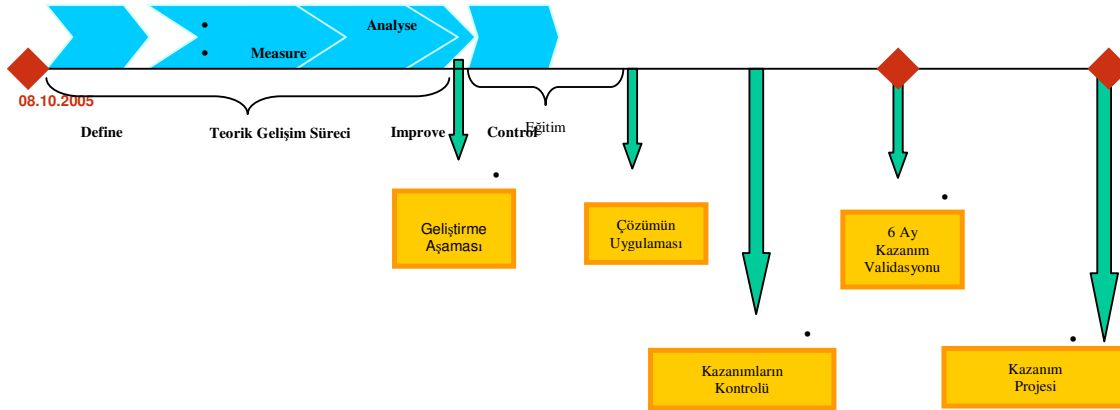
-Ucuz fiyat bekleyen ve bakım anlaşması yapamadığımız müşterilere şartları değiştirilmiş "Ekonomik Bakım Anlaşması" kapsamı geliştirilmesi.

-Teknisyenlerimizin bölgelerde yerleşimi ile yol süresinde yaratılan ekonomi ile satışların artırılması. Tercih edilirligimizi artiracak uygulamalar getirilmesi.

-Farklı markaları da kapsayan toptan CSA anlaşması imzalamak isteyen müşterilerimize bakım anlaşmaları yapılması, arıza dahil CSA anlaşmalarının adetlerinin artırılmasıdır.

Çözüm süreci Şekil 30' daki gibi planlanmıştır.

Şekil 30: SEGEVA Projesi Yol Planı



3.5.6. Kontrol Aşaması (Control)

Bu aşamada çözümlerin hayata geçmesi için yol planında belirtilen işlemler tamamlanmıştır. Uygulanan iyileştirme planı ve sonuçları değerlendirilip elde edilen kazanımların sürekliliği ve geliştirilmesi için yapılması gerekenler konulmuştur. Buna göre iyileştirme özetini şu şekilde belirtecek olursak,;

1. İki adet servis teknisyeninin Trakya Bölgesine yerleştirilmesi sayesinde;

Yol sürelerinin azaltılması, Yolda uzun süre geçirilmesinden dolayı ortaya çıkan fazla mesailerin azaltılması, Teknisyenlerin bu bölgeye yerleşimleri ile acil

durumda müdahale süresinin kısaltılması, Trakya bölgesine yerleşim ile yol süresinden elde edilen tasarruf yoluyla bakım ve onarım fiyatlarının daha uygun hale gelmesi ve bu sayede satışların artırılması sağlanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11: İki servis teknisyeninin Trakya Bölgesine yerleştirilmesi

	TUTAR	Birim
Yol süresi 2 kişiden $804+535=1.339$ saat tasarruf etmeyi planlıyoruz.	40.170	\$/Yıl
Yakıt $1.339 \text{ saat} * 8 \text{ lt/saat} * 1 \text{ $/lt}$	10.360	\$/Yıl
$2 * 3,6\$ * 150$ Köprü ve otoyol masrafları	1.080	\$/Yıl
Yol FM' lerinden tasarruf edilmesi $1.564 * 0,6=934$ saat (toplam mesailerin % 10' u)	8.910	\$/Yıl
Aylık	5.043	\$/Ay

Yatırım Maliyeti	TUTAR	Birim
Takımlar $2 * 1.440\$$	2.880	\$/Yıl
Taşıma Yardımı (1 Kez)	2.400	\$/Yıl
Toplam	5.280	\$/Ay

Sabit Giderler	TUTAR	Birim
Kira $2 * 240\$ * 12$	5.760	\$/Yıl
Yakıt	0	\$/Yıl
Bilgisayar ve Data Hattı	1.680	\$/Yıl
Vergiler	0	\$/Yıl
Elektrik, su vb.	0	\$/Yıl
Aylık	620	\$/Ay

TOPLAM	TUTAR	Birim
Toplam Getiri	60.520	\$/Yıl
Yatırım	5.702	\$/Yıl
Sabit Giderler	0	\$/Yıl
Giderler	7.440	\$/Yıl
Giderler + Opsiyon	0	\$/Yıl
GETİRİ	47.377	\$/Yıl

2. Teknisyenlerin evden müşteriye gitmeleri sayesinde;

Sabahları atelyeden çıkış öncesi ortaya çıkan bekleme sürelerinin azaltılması (kapı çıkış süreleri), Sabah atelyeden geç çıkış nedeniyle ortaya çıkan fazla mesai çalışmalarının azaltılması, Her sabah evden Çayırova atelyeye yapılan yol sırasında tüketilen yakıt ve zamanın tasarruf edilmesi, Yedek parça dağıtımı, Parçaların bir araç ile müşterilere ve teknisyenlere aylık bir plan dahilinde teslim edilmesi, Yedek parça

teslim işlemlerinin otomatik hale getirilmesi sağlanmıştır. Tablo 12’ de servis personelinin evden işe gitmeleri ile elde edilen kazanımlar görülmektedir.

Tablo 12: Servis Personelinin Evden İşe Gitmesi

	TUTAR	Birim
Evden iş uygulaması nedeni işe kapı çıkış gecikmeleri %50 iyileşecek	51.390,00	\$/Yıl
Benzin Masrafları	3.049,68	\$/Yıl
Evden erken çıkılması ile FM’ lerde düşme %4	4.454,80	\$/Yıl
AYLIK	4.907,81	\$/Ay

Sabit Giderler		Birim
Tedarikçi’ ye ödenecek tutar	14.400,00	\$/Yıl
Yakıt	12.000,00	\$/Yıl
Bilgisayar ve data hattı	4.200,00	\$/Yıl
Vergiler	0,00	\$/Yıl
Sigorta	600,00	\$/Yıl
Ekip Mobil Sistemi	3.168,00	\$/Yıl
AYLIK	2.864,00	\$/Ay

TOPLAM		Birim
Toplam Getiri	58.894,48	\$/Yıl
Yatırım	0,00	\$/Yıl
Sabit Giderler	31.200,00	\$/Yıl
Giderler	31.200,00	\$/Yıl
Giderler + Opsiyon	0,00	\$/Yıl
GETİRİ	27.694,48	\$/Yıl

3. Servis İş Geliştirme Mühendisi;

Evden gönderilen ve Trakya Bölgesine yerleşen teknik personelin ve iş yapılan müşterilerin ziyaret edilerek çalışma sisteminin denetlenmesi, Ekip mobil sistemi ile teknik ekibin izlenmesi ve acil durumlarda en yakın teknik ekibin gönderilmesi, Servis Md. Yardımcılarına yardımcı ve back up olunması, Servis tekliflerinin hazırlanması ve takip edilmesi, CSA işlerinin geliştirilmesi, Servis Pazarlama faaliyetlerinin yürütülmesi şeklinde özetleyebiliriz.

Servis Pazarlama Mühendisinin sıkı takipleri ve yol süre ve ücretlerinde yapılan iyileştirmelerle teklif tutarları ve adetleri artırmayı hem de kaçırılmış olan

tekliflerin %50'sini geri getirilmesi planlanmıştır. Bu çalışmadan 15.000 USD servis ve 25.000 USD parça satışı öngörülmektedir.

Bölgeler içindeki dağılımlar incelendiğinde bazı bölgelerde CSA oranlarımızda %54 fark vardır. Bu farklılıkları fırsat olarak değerlendirerek CSA satışlarının artırılması hedeflenmektedir. Yeni servis satışlarıyla gelecek parça satışlarının artırılması ile 100.000 \$'lık getiri öngörülmektedir.

Servis Gelirlerinin Verimliliğinin Arttırılması (SEGEVA) Projesinin sonunda 80.783 \$'lık getiri elde edilmiştir. (Tablo 13)

Tablo 13: Finansal Getiri Hesaplamaları

SEGEVA PROJESİ		
FINANSAL GETİRİ HESAPLAMALARI		
TRAKYA BÖLGESİNDE 2 TEKNİSYENİN YERLEŞTİRİLMESİ		
	TUTAR	BRÜT GETİRİ
Yol Sürelerinde, FM çalışmalarında, Yakıt ve Köprü ve otoyol masraflarında azalma	\$ 47,377	\$ 47,377
	TOPLAM	\$ 47,377
TEKNİSYENLERİN EVDEN MÜŞTERİYE GİTMESİ		
	TUTAR	BRÜT GETİRİ
Kapı çıkış sürelerinin azaltılması, benzin masraflarının düşürülmesi, FM çalışmalarının azaltılması	\$ 27,694	\$ 27,694
	TOPLAM	\$ 27,694
SERVİS ve YEDEK PARÇA SATIŞLARININ ARTIRILMASI		
	TUTAR	BRÜT GETİRİ
Arıza dahil sözleşmelerin artırılması, eski sözleşmelerdeki arıza dahil oranının artırılması	\$ 35,000	\$ 24,500
Yeni servis satışlarıyla gelecek parça satışlarının artırılması	\$ 100,000	\$ 21,000
	TOPLAM	\$ 120,572
TOPLAM NET GETİRİ		\$ 80,783

Proje tamamlandığında ortaya konan çözümlerin devreye alınışı Tablo 14' deki rapor ile kontrol edilmektedir.

Tablo 14: Altı Sigma Projeleri Devreye Alma Durum Raporu

6 SİGMA PROJELERİ DEVREYE ALMA DURUM RAPORU

İş Birimi		Çözüm Devreye Alınmış	
		Devreye Alma Zamanı Henüz Gelmemiş	
		Devreye Almada 15 Günden Az Gecikme Var	
		Devreye Almada 15 Günden Fazla Gecikme Var	

Proje İsmi	Proje Kodu	Proje Sponsoru	Süreç Sahibi	Siyah Kuşak	Handover Tarihi	Solution Go-Live Tarihi	Tüm Çözümler Devrede mi?
Servis Gelişirlerin ve Servis Verimliliğinin Artırılması	BGS-GE-01	Ercüment İNANÇ	Burçin KUNER	Gültekin ERANIL			Hayır

Devreye Alma Konusu	Sorumlu	Planlanan Tarih	Gerçekleşen Tarih	Durum	Neden
Teknisyenlerin seçimi ve Trakya Bölgesine Yerleşimi	Muhittin KAYAKIRAN				
Yedek Parça dağıtım aracı ve dağıtım elemanının tespiti ve ilgili bağlantıların yapılması, yedek parçaların araç ile teslimi	Ali GÜZEL				
Ekip Mobil Sisteminin devreye alınması	Tacet GÜNGÖR				
Servis İş Geliştirme Mühendisinin belirlenmesi ve görevle başlatılması	Burçin KUNER				
Trafik yoğunluğuna göre çıkış saatlerinin ayarlanması	Muhittin KAYAKIRAN				
Ölçüm raporlarının hazırlanması ve devreye alınması	Burçin KUNER				
SIS Eğitimi ve RPf'a giriş eğitimi verilmesi	Cem COŞKUN				
Yeni bakım anlaşması tasdiklarının hazırlanması ve devreye alınması	Servis ve Yedek Parça Satış Temsilcisi				
Servis Elemanlarına Laptop kiralınması	Burçin KUNER				

Bu çalışmamızın uygulama aşamasında Altı Sigma' nın güç sistemleri sektöründe nasıl uygulanabilirliği konusunda bize ciddi deneyim kazandırmıştır. Uygulama aşamasında elde etmiş olduğumuz en önemli bulguları şu şekilde belirtebiliriz. Trakya Bölgesine 2 teknisyen yerleştirilerek yol sürelerinde, fazla mesai çalışmalarında, yakıt köprü ve otoyol masraflarında azalma gerçekleşerek 47.377 \$ brüt getiri sağlanmıştır. Teknisyenlerin evden müşterilere gitmesi sayesinde, kapı çıkış sürelerinde azalma, benzin masraflarının düşmesi, fazla mesailerin azalması ile 27.694 \$ brüt getiri sağlanmıştır. Servis ve yedek parça satışları arttırılması ile 120.572 \$ brüt getiri, toplamda da 80.783 \$ net getiri elde edilmiştir.

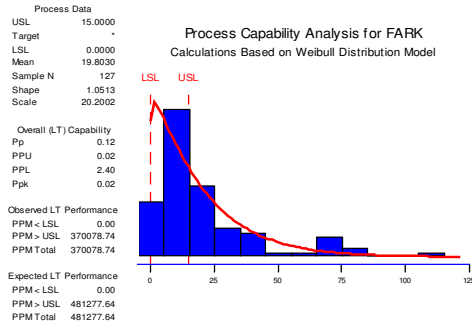
Altı Sigma projelerinde, her zaman sürekli gelişme ve kazançları sürekli kılmak hedeflenmektedir. SEGEVA projesi esnasında, kazanımların arttırılması ve geliştirilmesi için bazı alt projelerin olduğu tespit edilmiştir. Her altı sigma projesi bir sonraki yeni başlayacak olan projenin tetikleyicisi olmaktadır. Süreçte hedeflenen iyileştirmeler araştırılırken hiç hesapta olmayan başka iyileştirmelerin de var olduğu görülebilmektedir. SEGEVA projesi devam ederken 5 tane yeni proje önerisi sunulmuştur.

1. Standart Bakım sürelerinin analizi ve müşteri memnuniyetini düşürmeyecek şekilde kısaltılması (Bakım sürelerinin %10-15 kısaltılması 15.000 €)

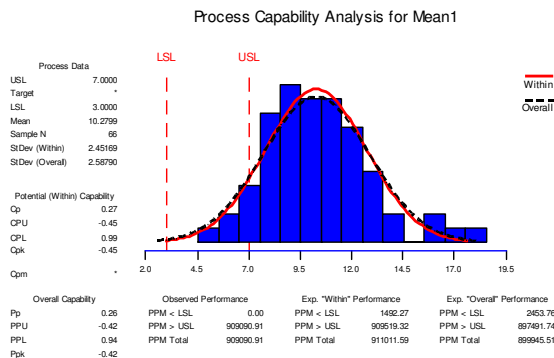
2. Servis Teknisyenlerinin eğitim, başarı ve uzmanlık alanlarının genişlik durumlarına göre hiyerarşik bir yapıya kavuşturulması ve uygun işe uygun eleman sisteminin geliştirilerek arıza tespit sürelerinin ve redo işlemlerinin azaltılması. (2006 yılı çalışmaları 1104 saat, 25.000 €),

3. Servis Harici Satınalma masraflarının azaltılması,(2005 yılı 43.000 €)

4. Garanti işlemlerinin raporlanma sürecinin hızlandırılması (505.977 YTL, bunun 270.418 YTL' si İçtaş, dolayısı ile kalan tutar 235.559 YTL, bu tutarın 1 gün önce Caterpillar'dan alınması durumunda getiri 32 €) Getiri çok düşük olup proses iyileştirmesi yapılabilir.



5. İş emri kapatılma ve faturalanma süresinin kısaltılması (Servis satışları 2.246.498 €, bu tutarın enerji satışları sözleşmeli olduğu için gününde kesilmektedir 1.268.701 €, gününde kesilmeyen fatura tutarı 977.797 €'dur. Faturaların 1 gün önce kesilmesinin kazancı 215 €'dur. Getiri çok düşük olmakla birlikte proses iyileştirilebilir.



SONUÇ

Kuruluşların topyekün performansını arttırmak amacıyla, son 50 yıl içerisinde ortaya çıkan sistemler arasında en etkilisi ve başarılısı olarak kendisini kanıtlamış olan Altı Sigma, üretim süreçlerinde olduğu kadar diğer iş süreçlerini de mükemmelleştirmeye odaklanan bir sistemdir.

Bir süreçte milyonda 3,4 hata oranı başarı seviyesini ifade eden altı sigma performans düzeyi aynı zamanda bunu gerçekleştirmeye yönelik vizyonu ve sistemi ifade eden bir metafor haline gelmiştir. Altı Sigma problemlerle yaşamayı değil problemleri çözerek kazanç sağlamayı bir alışkanlık haline getiren firma kültürünü yaratan bir sihirli değişimdir.

Altı Sigma temel metodoloji ve araçlar ötesinde, çok iyi tasarlanmış komple bir sistemdir. Altı Sigma' nın ana itici gücü istatistiksel araç ve yöntemlerin disiplinli ve kolay anlaşılır bir metod içinde, işlevsel şekilde uygulanmasıdır. Bu metodoloji ve araçlar sadece üretim süreçlerinde değil, diğer iş süreçlerinde de (satış, satınalma, lojistik, sevkiyat, planlama, vb...) uygulanabilmekte ve son derece başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Altı Sigma' nın temel ilkelerinden birisi de hataların azaltılması ve süreçlerin iyileştirilmesinden elde edilen finansal kazançların görünür kılınması ve sürekli izlenmesidir.

Özetle, Altı Sigma ana süreçlerdeki hatalar azaltılarak, işletmenin verimliliğini ve karlılığını arttıran ve işletmenin tüm sistemini geliştiren bir projedir. Tek sakıncası işletmede çalışanların istatistik bilmelerini gerektirmektedir. Örneğin SEGEVA projesi esnasında yeni proje alanları da belirlenmiştir.

Ek: 1
Sigma Seviyesi

	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,5	500.000	496.011	492.022	486.034	484.047	480.061	476.097	472.097	468.119	464.144
1,6	460.172	456.205	452.242	446.293	444.330	440.382	432.505	432.505	428.576	424.655
1,7	420.740	416.834	412.936	409.046	405.165	401.294	397.432	393.580	389.739	385.655
1,8	382.089	378.280	374.874	370.700	366.928	353.159	359.424	355.691	351.973	348.268
1,9	344.578	340.903	337.243	333.598	329.969	326.355	322.758	319.178	315.514	312.057
2	308.538	305.026	301.532	296.056	294.599	291.160	287.740	284.339	280.957	277.585
2,1	274.253	270.931	267.629	264.347	261.088	257.846	254.627	251.429	248.252	245.097
2,2	241.964	238.852	235.762	232.695	229.650	226.627	226.627	220.650	217.695	214.764
2,3	211.655	208.970	206.108	203.269	200.454	197.663	194.895	192.150	189.430	166.733
2,4	184.060	181.411	178.786	176.185	173.609	171.056	168.528	165.023	163.543	161.087
2,5	158.655	156.248	153.864	151.505	149.170	146.859	144.572	142.310	140.071	137.857
2,6	135.688	133.500	131.357	129.238	127.143	125.072	123.024	121.000	119.000	117.023
2,7	115.070	113.139	111.232	109.349	107.488	105.650	103.835	102.042	100.273	98.525
2,8	96.600	95.098	93.418	91.759	90.123	88.508	86.915	85.343	83.793	82.264
2,9	80.757	79.270	77.804	76.359	74.934	73.529	72.145	70.781	69.437	68.112
3	66.807	65.522	64.255	63.008	61.760	60.571	59.380	58.208	57.053	55.917
3,1	54.799	53.699	52.616	51.551	50.503	49.471	48.457	47.460	46.479	45.514
3,2	44.565	43.633	42.716	41.815	40.930	40.059	39.204	38.364	37.538	36.727
3,3	35.930	35.148	34.380	33.625	32.884	32.157	31.443	30.742	30.054	29.379
3,4	28.717	28.717	27.429	26.803	26.190	25.588	24.998	24.419	23.852	23.295
3,5	22.750	22.216	21.592	21.176	20.675	20.182	19.699	19.226	18.763	18.309
3,6	17.864	17.429	17.003	16.586	16.177	15.778	15.386	15.003	14.629	14.262
3,7	13.503	13.553	13.209	12.874	12.545	12.224	11.911	11.604	11.304	11.011
3,8	10.724	10.444	10.170	9.903	9.542	9.367	9.137	8.894	8.656	8.424
3,9	8.193	7.976	7.760	7.549	7.344	7.143	6.947	6.755	6.569	6.387
4	6.210	6.037	5.869	5.703	5.543	5.386	5.234	5.085	4.940	4.799
4,1	4.661	4.527	4.398	4.269	4.145	4.025	3.907	3.793	3.681	3.573
4,2	3.467	3.354	3.264	3.167	3.072	2.980	2.690	2.803	2.718	2.635
4,3	2.565	2.477	2.401	2.327	2.256	2.185	2.118	2.052	1.988	1.926
4,4	1.666	1.807	1.750	1.695	1.641	1.569	1.538	1.489	1.441	1.395
4,5	1.350	1.306	1.264	1.223	1.183	1.144	1.107	1.070	1.035	1.001
4,6	968	935	904	874	845	816	789	762	736	711
4,7	687	664	641	619	598	577	557	538	519	501
4,8	483	455	450	434	419	404	390	375	362	349
4,9	337	325	313	302	291	260	270	260	251	242
5	233	224	216	206	200	193	185	178	172	165
5,1	159	153	147	142	136	131	126	121	117	112
5,2	108	104	100	96	92	88	85	82	78	75
5,3	72	69	37	64	62	59	57	54	52	50
5,4	43	46	44	42	41	39	37	35	34	33
5,5	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22
5,6	20,7	19,8	18,9	18,1	17,4	16,6	15,9	15,2	14,6	13,9
5,7	13,3	12,8	12,2	11,7	11,2	10,7	10,2	9,8	9,3	8,9
5,8	8,5	8,2	7,8	7,5	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,7
5,9	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,6
6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2
6,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4
6,2	1,3	1,24	1,18	1,12	1,07	1,02	0,97	0,92	0,88	0,83
6,3	0,79	0,75	0,72	0,68	0,65	0,62	0,56	0,56	0,53	0,50
6,4	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30
6,5	0,29	0,27	0,26	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18

Ek : 2

Müşteri Memnuniyeti Anketi

DAHA İYİ BİR HİZMET İÇİN EL ELE ! GÜÇ SİSTEMLERİ SERVİS HİZMETLERİ **MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ ANKETİ**

Şirket : _____
Ad ve Soyad : _____
Telefon : _____
Faks : _____

*Sizlere daha iyi hizmet sunmak ve ihtiyaçlarınıza daha doğru çözümler bulmak amacıyla görüşleriniz bizim için çok önemlidir. Bu sebeple aşağıdaki sorulan cevaplamanızı, düşüncelerinizi yazmanızı ve **0262 653 92 16** 'ya fakslamanızı rica ederiz.*

Anket Doldurma Tarihi : _____

1. Teknik Servis sorumlusuna çabuk ve kolay ulaşabiliyor musunuz?	Hemen Ulaşabiliyorum 5	Kolay Ulaşıyorum 4	Ulaşıyorum 3	Zor Ulaşıyorum 2	Çok Zor Ulaşıyorum 1		
2. Teknik Servis personelinin telefondaki yaklaşımı sizce iyi mi?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
3. Acil bir arıza için Servis Yetkilisini aradıktan ne kadar zaman sonra servis hizmeti size ulaşıyor?	2-4 saat 5	5-8 saat 4	9-12 saat 3	12-24 saat 2	Ertesi gün 1		
4. Ulaşım süresini de dikkate alarak servisin ne kadar sürede size ulaşmasını istersiniz?	2-4 saat 5	5-8 saat 4	9-12 saat 3	12-24 saat 2	Ertesi gün 1		
5. Bir problemle karşılaştığınızda Teknik Servis personeli doğru çözümler sunabiliyor mu?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
6. Bir problemle karşılaştığınızda Teknik Servis personeli çözümleri kısa sürede sunabiliyor mu?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
7. Servis ekibimiz bakım ve onarımlar sırasında harcadığı zamanı efektif olarak kullanabiliyor mu?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
8. Memnuniyetsizlikleriniz ile ilgili Teknik Servis personelinin tavrı ve geri dönüşleri yeterince çabuk mu?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
9. Memnuniyetsizlikleriniz ile ilgili Teknik Servis personelinin tavrı ve geri dönüşleri yeterince tatmin edici mi?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
10. Her iş öncesinde teklif gönderilmesini nasıl değerlendiriyorsunuz?	Çok Gerekli 5	Gerekli 4	Normal 3	Gereksiz 2	Çok Gereksiz 1		
11. Servis yetkilisini aradıktan sonra teklifin elinize ulaşması ne kadar zaman alıyor?	30 dakika 5	1 saat 4	2 saat 3	8 saat 2	Ertesi gün 1		
12. Teklifin ne kadar sürede gelmesini istersiniz?	30 dakika 5	1 saat 4	2 saat 3	8 saat 2	Ertesi gün 1		
13. Servis Fiyatları hakkında ne düşünüyorsunuz?	Çok Uygun 5	Uygun 4	Normal 3	Yüksek 2	Çok Yüksek 1		
14. Servis Fiyatını ne ile kıyaslıyorsunuz?	1 Benzer sektördeki kurumsal bir firma ile 2 Tamamen farklı bir ürüne verilen servis hizmeti ile	3 Cıvarda bulunan tamir atölyeleri ile 4 Özel servis hizmeti veren kişiler ile					
15. Teknik Servis tarafından sunulan dokümanları değerlendiriniz? (servis formları, teklif içerikleri v.s.)	Anlaşılır 5	Karışık 4	Yanlış 3	Eksik 2	 1		
16. Teknik Servis personelinin yeterli ve hızlı teknik bilgi desteği alabiliyor musunuz?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
17. Teknik Servis ekibinin sahip olduğu donanım açısından nasıl değerlendirirsiniz?	Çok İyi 5	İyi 4	Normal 3	Zayıf 2	Çok Zayıf 1		
18. Teknik Servis tarafından düzenlenen faturaların gönderilen tekliflerle uyumunu nasıl değerlendirirsiniz?	Her zaman Uyumlu 5	Çoğunlukla Uyumlu 4	Uyumlu 3	Çoğunlukla Uyumsuz 2	Uyumsuz 1		
19. Bakımlarınızı hangi gün ve saatlerde yaptırmak istersiniz?	Pazartesi 1	Salı 2	Çarşamba 3	Perşembe 4	Cuma 5	Cumartesi 6	Pazar 7

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Peter Pande, R.P. Neuman, R.R Cavanagh , **Six Sigma Yolu**, İstanbul: Klan Yayınları, 2003.
- Koch, P.N., Wujek B., Golovidov O., and Simpson T.W., (2002) **“Facilitating Probabilistic Multidisciplinary Design optimization Using Kriging Approximation Models”**, 9th AIAA/ISSMO Symposium on Multidisciplinary and Optimization, 4-6 September, Atlanta, Georgia, USA.
- Lennartsson M., Vanhatalo E., (2004), **“DMAIC projesi içeren muhtemel bir Altı Sigma uygulamasının değerlendirilmesi”**, Lulea Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Göttenborg.
- Pande, S., Neuman, R.P., ve Cavanagh R.R., (2000), **“The Six Sigma Way – How GE, Motorola and ther top companies are honing their performance”**, McGraw-Hill, New York,
- Breyfogle,F.W., **İmplementing Six Sigma**, 2nd Edition, Texas, 2003, USA
- Çetin Canan. **Toplam Kalite Yönetimi ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi**, 2. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2001.
- Harry, Mikel J (1994). **The Vision of Six Sigma: Tools and Methods for Breakthrough**, Sigma Publishing Company.
- Çakır, Filiz, **Sosyal Bilimlerde İstatistik**, İstanbul, Alfa Yayınları, 2000, s.80
- Kasa, H., **“Altı Sigma Gerçeği”**, İstanbul, 2003. (-www.altisigma.com)
- Thomas, Pyzdek, **“The 1,5 Sigma Shift”**, **Six Sigma and Beyond**, Kasım 1999.
- Pyzdek,Thomas, **“The Value of Six Sigma”** Quality Digest, 1999.
- O’Rourke, Patricia. **Using Six Sigma in Safety Metrics at Motorola**,
- Gnibus, J. Robert **Six Sigma’s Missing Link, Quality Progress**, 2001, Vol:33, No:11.
- Münir Şakrak, **Maliyet Yönetimi**, İstanbul: Yasa Yayınları, 1997.
- Ahmet Koray Ergün, **“Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye’deki Uygulamaları”**, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü), 2003.
- B.Little, **Six Sigma Techniques Improve The Quality of e-Learning, Industrial and Commercial Training**, 2003, s. 104-108.

- Bishop, Lane. **Corporate Sigma Calculation Methods**, Honeywell International Inc., 1998.,
- Kerri Simon, **“What is DFFS?”**, February 2001.
- Thomas A. Person, **“Measure for Six Sigma Quality”**, Quality Progress, Feb.2001
- Dave Nave, **“How to Compare Six Sigma, Lean and Theory of Constraints”**, 1993.
- Akın Polat, Cömert Birol, **“Savunma Sanayi Yeknolojilerinde Altı Sigma Uygulamaları”**, Ankara, Ekim 2002.
- Linderman, K.,Schoeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S., Six Sigma: **A Goal-Theoretic Perspective**, **Jornal of Operations Management**, 2003.
- GEMBA Yönetim Danışmanlığı, **“İş Süreçleri Analizi Eğitim Notları”**, İstanbul:2003.
- SPAC Eğitim Danışmanlık, **“Yönetim Bilinçlendirme Eğitim Notları”**, İstanbul., 2002.
- DAY, R.G., **“Kalite Fonksiyon Yayılımı, Bir Şirketin Müşteri İle Bütünleştirilmesi”**, Marshall Boya ve vernik San. A.Ş. Yayınları, 1998.
- ÖZKAN, Yılmaz., F. DEMİREL ve Hayrettin ZENGİN, **“Müşteri Sadakatinin Sağlanmasında QFD Metodolojisinin Kullanımı”**, 1. Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu, İzmir, Nisan, 2002.
- Govers, Cor P.M. **QFD Not just A Tool but A Way of Quality Management**. International Journal of Production Economics.2003 C. 69.
- HAUSER John R. ve Don CLAUSING, **“The House of Quality”**, Harvard Business Review, 1988, May-June.
- YENGİNOL, Fatih, **“Yeni Ürün Geliştirmede Müşteri İstek ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi”**, (Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2000).
- MADDUX, A.Gary., Richard W.AMAS ve Alan R.WYSKIDA, **“Organizations Can Apply QFD As Strategic Planning Tool”**, Industrial Engineering, September 1991.
- KARCH, Kenneth M. (1994). **“Getting Organizational Buy in For Benchmarking : Environmental Management at Weverhauser”**,Total Quality Environmental Management, Vol:3, Iss.3, Spring.
- WATSON, Georgy H. (1993). **“How Process Benchmarking Support Corporate Strategy”**, Planning Review. Vol:21, January-February.
- Mina Özevren, **“Toplam Kalite Yönetimi Temel Kavramlar ve Uygulamalar”**, İstanbul, Alfa Yayınları, 2000.

- Akın, Bahadır., **Altı Sigma Nerede? Türkiye Altı Sigma'nın Neresinde?**, 2002.
- Aydın, Kıvanç. “**Kalite Maliyetleri**”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2003.
- Montgomery, D.C., “**Introduction to Statistical Quality Control**”, John Wiley&Sons Inc., Newyork., 2001.
- Kolarik, W. **Creating Quality**, Mc-Draw Hill, Singapore. 1995
- **Arçelik Altı Sigma Sarı Kuşak Eğitimi Notları**, Cilt2, Eylül 2004.
- Rath&Strong Management Consultants., **Six Sigma Pocket Guide**, 2nd printing, Massachusetts., 2001.
- Şevkinaz Gümüšoğlu, “**İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları**”,
<http://www.altisigma.com/modules.php?name=News&file=article&sid=7>
- Mustafa Akdağ, “**Eğitimde Program Değerlendirme ve İstatistiksel Yöntemler**”,
- Meliha Saat, “Kalite Denetiminde Taguchi Yaklaşımı”, **Gazi Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi**, Ankara: Cilt 2 Sayı 3.
- Şampiyonlar ve Karakuşaklar şirketleri ‘sıfır hata’ ya taşıyor, **Hürriyet İnsan Kaynakları**, 28 Kasım 2004.
- Pande Peter S. “**Six Sigma Way team Fieldbook. Blacklick**”, Mc Graw Hill yayınları, 2002.
- Joseph A.DeFeo “**Six Sigma: Road Map For Survival**”,
- Slater, Robert (2000). “**Jack Welch'den İş Dünyası İçin Savaş Planları**”, General Electric; Başarının Sırları,
- Lütü Uslu, “**Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları**”,
- Matris Danışmalık., “**Altı Sigma Yönetici Eğitimi**”, Makina Mühendisleri Odası., İstanbul., Nisan 2007,
- Brassard, M., Tucker, S. Ve Oddo, F., “**Total Quality Management in Education, Goal/QPC**”, Methuen, MA, USA., 1993.
- Plowmann, B. And Han.; **Quality Managament Handbook. Professional Handbook Series**, Oxford 1992.
- Coronado, R. B., Antony, F., “**Critical Success Factors For The Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organisation**”, The TQM Magazine, 2002.
- Ergüden Yılmaz, “**Altı Sigma ve TKY**”, www.isguc.org/yilmaz_arguden1.php.

- Six Sigma Black Belt İmplementation *Sarah Ingle and Willo Roe* The TQM Magazine Volume 13. Number 4. 2001
- Topal, Şeminur R. (2000). Kalite Yönetim ve Güvence Sistemleri, YTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul, 2000.
- Little, B., Six Sigma Techniques Improve The Quality of e- Learning, *Industrial and Commercial Training*,pp. 104-108, 35 (3), 2003.

İnternet Kaynakları

- http://www.indirimim.com/sipoc_giris.htm
- www.spac.com
- http://www.geocities.com/alti_sigma/
- <http://www.pyzdek.com>
- <http://www.kaliteofisi.com>
- Arçelik A.Ş., “AltıSigma”, www.arcelikas.com.tr/kurumsal/05_kalite_6sigma.html.
- <http://www.spac.com.tr/tanitim.html>
- <http://www.ie.sakarya.edu.tr/pano.php?no=228&PHPSESSID=a6b36834da5801bc7cc4eb81db482686>.
- <http://www.isixsigma.com/libraray>
- <http://web.inonu.edu.tr/~makdag/egitimde%20program%20degerlendirme.htm>
- <http://www.kaliteofisi.com/makaleler.asp?makale=90&ad=Altı%20Sigma&id=12>
- www.juran.com
- <http://www.altisigma.com/forum>
- <http://altisigma.sigmamerkezi.com.tr/content/view/15/1/>