

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEDARİKÇİ
BAZINDA UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Mert TÜRKSEL**

Anabilim Dalı : İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

Programı : İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEDARİKÇİ
BAZINDA UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Mert TÜRKSEL
(507031023)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 2 Mayıs 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Haziran 2008**

**Tez Danışmanı : Öğr.Gör.Dr. Halefşan SÜMEN
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Sıtkı GÖZLÜ
Öğr.Gör.Dr. Bülent CERİT**

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Günümüzde işletmeler kaliteyi iyileştirirken, maliyetleri düşürmek ve daha az kaynak kullanımı ile üretim hacmini arttırmak durumundadırlar. Bu şekilde rekabetçi avantaja sahip olabilirler. Daha az girdi kullanarak daha çok çıktıyı, bir seferde hatasız olarak üretmek işletmeler için daha fazla kazanç ve gelecek nesiller için de daha fazla kaynak anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, hata oluşturmayacak tasarım çalışmaları firmaları sektörlerinde sadece rekabetçi değil aynı zamanda lider ve öncü firmalar haline getirecektir. Bu çalışmada anlatılan Altı Sigma yönetim sistemi, firmalara bu avantajları sağlayan, her türlü sektöre ve iş sürecine uygulanabilen bir modeldir. Altı Sigma sistemi hem yönetim bilimini hem de istatistik bilimini kapsamaktadır. Diğer kalite yönetim sistemlerinin en iyi yönlerini birleştiren ve üzerine artı değer katan iyileştirmeler de ekleyen bir yönetim sistemidir.

Bu konudaki çalışmalarım sırasında, yardım ve desteklerini esirgemeyen, bana her konuda anlayışlı davranan ve yol gösteren değerli hocam Sayın Öğr.Gör.Dr. Halefşan SÜMEN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Şu ana kadar bugünlere gelmemde katkısı olan tüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve her türlü maddi ve manevi özveride bulunarak bugünlere gelmemde büyük katkıları olan, beni her konuda daima destekleyen aileme teşekkürü bir borç bilmekteyim.

Haziran, 2008

Mert TÜRKSEL

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. ALTI SİGMA NEDİR?	5
2.1. Altı Sigma Tanımı ve Amacı	5
2.1.1. İstatistiksel Model	7
2.1.1.1 Sigma İstatistiği	7
2.1.1.2 Sigma Ölçütü	7
2.1.1.3 Performans Kıyaslaması	7
2.1.2. Süreç İyileştirme	9
2.1.2.1 Proje Yaklaşımı	9
2.1.2.2 Örgütsel Altyapı	10
2.1.2.3 Altı Sigma Rekabeti için Çekirdek İşgücü Eğitimi	10
2.2. Altı Sigma'nın Temaları	11
2.2.1. Müşteri Odaklılık	11
2.2.2. Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim	11
2.2.3. Sürece odaklanma, Yönetim ve İyileştirme	11
2.2.4 Proaktif Yönetim	12
2.2.5 Sınırsız İşbirliği	12
2.2.6 Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü	12
2.3. Altı Sigma Temel Kavramları	12
2.3.1. Değişkenlik	13
2.3.2. Kararlılık	14
2.3.3. Normal Dağılım	16
2.3.4 Grafiksel Gösterim Yöntemleri	18
2.3.4.1 Histogram	18
2.3.4.2 Nokta Gösterimi	19
2.3.4.3 Kutu Gösterimi	19
2.3.4.4 Seyir Grafiği	19
2.3.4.5 Kontrol Grafiği	20

2.3.4.6 Serpme Grafiği	21
2.3.5 Problem Çözümünde Kullanılan Grafikselsel Teknikler	21
2.3.5.1 Pareto Diyagramı	21
2.3.5.2 Kayıt/Kontrol Formları	22
2.3.5.3 Sebep Sonuç Diyagramları	22
3. ALTI SİGMA ALTYAPISI	23
3.1 Altı Sigma'nın Uygulanması	23
3.1.1 Üst Yönetimin Tam Destek Vermesi	23
3.1.2 Kültürel Değişim	24
3.1.3 İletişim	25
3.1.4 Altı Sigma ve İnsan Kaynakları Arasındaki İlişki	25
3.1.5 Altı Sigma ve Tedarikçiler Arasındaki İlişki	25
3.1.6 Altı Sigma İçeriğindeki Araçları ve Teknikleri Anlamak	26
3.1.7 Proje Yönetim Becerileri	26
3.1.8 Proje Önceliklendirme ve Seçim	26
3.2 Altı Sigma Yol Haritası	27
3.3 Altı Sigma Uygulama Kararının Alınması	29
3.3.1 İşin Bugünkü Durumunu ve Geleceğini Değerlendirmek	31
3.3.2 Mevcut Performansın Değerlendirilmesi	31
3.3.3 Değerişim ve İyileşme için Gerekli Sistem ve Kapasitenin Değerlendirilmesi	32
3.3.4 Değerlendirmenin Özeti: Üç Temel Soru	33
3.3.5 Altı Sigma Hangi Durumlarda Uygun Değildir	33
3.4 Organizasyon Yapısı	34
3.4.1 Üst Kalite Konseyi	34
3.4.2 Yönetim Temsilcisi	35
3.4.3 Kalite Şampiyonu	35
3.4.4 Uzman Kara Kuşak	36
3.4.5 Kara Kuşak	36
3.4.6 Yeşil Kuşak	37
3.5 Proje ve Takım Liderliği	37
3.6 Takım Üyesi Seçme	39
4. ALTI SİGMA VE DİĞER KALİTE KAVRAMLARI	41
4.1 Toplam Kalite Yönetimi	41
4.2 ISO 9000:2000 Kalite Sistemleri Ailesi	41
4.3 Kalite Mükemmellik Modeli	43
4.3.1 Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü	43
4.3.2 Avrupa Kalite Ödülü (EFQM)	44

4.4 Kalite Çemberleri	45
4.5 Kaizen	45
5. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ	48
5.1 Tanımlama	48
5.1.1 Proje Sözleşmesi	50
5.1.2 Süreç Akış Şeması	51
5.1.3 TGSCM (SIPOC) Metodu	52
5.1.4 Süreç Haritalama	54
5.1.5 Müşterinin Sesi	54
5.2 Ölçme	56
5.2.1 Ölçüm Sürecinin Temel Adımları	57
5.2.2 Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R)	58
5.2.3 Ölçümün Temel Araçları	59
5.3 Analiz Etme	62
5.3.1 Analiz Safhasının Aşamaları	63
5.3.1.1 Adım 1	63
5.3.1.2 Adım 2	64
5.3.1.3 Adım 3	65
5.4 İyileştirme	68
5.4.1 Deney Tasarımı (DOE)	69
5.5 Kontrol Etme	69
5.5.1 İstatistiksel Proses Kontrol (IPK)	70
6. ALTI SİGMA İÇİN TASARIM (DFSS)	72
6.1 Tanımlama	73
6.2 Ölçme	74
6.3 Analiz Etme	75
6.4 Tasarlama	77
6.5 Doğrulama	78
7. UYGULAMA	79
7.1 Tanımlama	81
7.2 Ölçme	86
7.3 Analiz Etme	88
7.4 İyileştirme	90
7.5 Kontrol Etme	96
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	99

KAYNAKLAR	102
ÖZGEÇMİŞ	105

KISALTMALAR

ANSI	: American National Standards Institute Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü
CEO	: Chief Executive Officer İcra Kurulu Başkanı
DCCDI	: Define, Customer, Control, Design, Implement Tanımlama, Müşteri, Kontrol etme, Tasarlama, Uygulama
DFSS	: Design for Six Sigma Altı Sigma için Tasarım
DMAIC	: Define, Measure, Analysis, Improve, Control Tanımlama, Ölçme, Analiz etme, İyileştirme, Kontrol etme
DMEDI	: Define, Measure, Explore, Develop, Implement Tanımlama, Ölçme, Araştırma, Geliştirme, Uygulama
DOE	: Design of Experiments Deneysel Tasarım
DPMO	: Defect per Million Opportunity Milyon Fırsatta Hata Sayısı
DPU	: Defect per Unit Birim başına Hata Sayısı
EFQM	: European Foundation for Quality Management Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı Mükemmellik Modeli
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis Hata Türü ve Etkileri Analizi
IDOV	: Identify, Design, Optimize, Verify Kimliklendir, Tasarla, Optimize et, Doğrula
ISO	: International Organization for Standardization Uluslararası Standartlar Teşkilatı
İPK	: İstatistiksel Proses Kontrol
LSL	: Lower Specification Limit Alt Spesifikasyon Limiti
OHSAS	: Occupational Health and Safety Advisory Service İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi
QFD	: Quality Function Deployment Kalite Fonksiyonu Yayılımı
ROI	: Return on Investment Yatırımın Geri Dönüşü
SIPOC	: Supplier, Input, Process, Output, Customer Tedarikçi, Girdi, Süreç, Çıktı, Müşteri
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
USL	: Upper Specification Limit Üst Spesifikasyon Limiti

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 7.1 : Projede kullanılan istatistiksel araçları gösteren özet tablo.....98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Kontrol grafiği.....	14
Şekil 2.2 : Altı Sigma seviyeleri hata gösterimi.....	16
Şekil 2.3 : Normal dağılım.....	16
Şekil 2.4 : Altı Sigma'da kayma.....	17
Şekil 2.5 : Girdi ve çıktı tipine göre analiz yöntemleri.....	18
Şekil 2.6 : Histogram.....	18
Şekil 2.7 : Nokta grafiği.....	19
Şekil 2.8 : Kutu grafiği.....	19
Şekil 2.9 : Seyir grafiği.....	20
Şekil 2.10 : Kontrol grafiği.....	20
Şekil 2.11 : Pareto diyagramı.....	21
Şekil 5.1 : TGSCM (SIPOC) diyagramı	53
Şekil 5.2 : Kano diyagramı.....	55
Şekil 5.3 : Normal dağılım eğrisi altında kalan alan	60
Şekil 5.4 : Normal dağılım eğrisi altında kalan alanın yüzdesel gösterimi.....	60
Şekil 5.5 : Süreç yeterliliğine göre dağılım eğrisi.....	61
Şekil 5.6 : Balık kılçığı diyagramı.....	64
Şekil 5.7 : Veri türüne göre kullanılacak kontrol çizelgesi şeması.....	71
Şekil 7.1 : Proje sözleşmesi.....	81
Şekil 7.2 : Banttan iade ppm grafiği.....	82
Şekil 7.3 : Model bazında motor kapağı ppm grafiği	83
Şekil 7.4 : S5 motor kapağı hata tipi pareto grafiği	83
Şekil 7.5 : S4 motor kapağı hata tipi pareto grafiği.....	84
Şekil 7.6 : Süreç akış şeması.....	85
Şekil 7.7 : Motor kapağı montaj süreci Gage R&R çalışması.....	87
Şekil 7.8 : Motor kapağı enjeksiyon eksik hata tipi için Gage R&R çalışması	87
Şekil 7.9 : Enjeksiyon hatası mevcut durum için Cp ve Cpk analizi.....	88
Şekil 7.10 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası balık kılçığı diyagramı.....	89
Şekil 7.11 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası tek yönlü anova analizi.....	90
Şekil 7.12 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası deneysel tasarım (DOE) analizi.....	91
Şekil 7.13 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası ana faktör etkileri grafiği.....	92
Şekil 7.14 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası DOE küp grafiği.....	93
Şekil 7.15 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası regresyon analizi.....	94
Şekil 7.16 : S4 motor kapağı enjeksiyon hatası iyileştirme sonrası Cp ve Cpk analizi	94
Şekil 7.17 : Motor kapağı banttan iade aylık ppm trendi.....	96
Şekil 7.18 : S4 motor kapağı banttan iade aylık ppm trendi.....	97
Şekil 7.19 : S5 motor kapağı banttan iade aylık ppm trendi.....	97

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE TEDARİKÇİ BAZINDA UYGULANMASI

ÖZET

Günümüzde firmalar çok sert global rekabet koşulları altında çalışmaktadırlar. Bu sert rekabet koşulları altında ayakta kalmak, hatta lider olmak isteyen firmalar için verimlilik ve kalite vazgeçilmez kavramlardır. Büyük oranda bu iki kavrama bağlı firma pazar paylarının, satışlarının, karlılığının, maliyetlerinin vb.. önemli performans göstergelerinin iyileştirilmesi, günümüzün modern yönetim anlayışı olan Altı Sigma yönetim sistemi ile kolaylıkla sağlanabilmektedir. Altı Sigma yönetim sistemi her türlü iş sürecine uygulanabilen bir sistemdir.

Bu çalışmada, Altı Sigma yönetim sisteminin hem yönetsel açıdan hem de istatistik bilimi açısından anlaşılması amaçlanmıştır. Altı Sigma hakkında verilen bu bilgiler ışığında, üretim sektöründe bir tedarikçi firmada, Altı Sigma sisteminin dünyaca kabul edilmiş iyileştirme metodolojisi olan TÖAİK döngüsünün, kalite ve verimlilik iyileştirmesi amaçlı nasıl uygulandığı ve ne sonuçlar verdiği araştırılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde genel bir bilgi ve kısa bir tarihçe verilmiştir. İkinci bölümde, Altı Sigma'nın tanımı ve amacı anlatılmıştır. Altı Sigma için temel temalar, bu bölümde tanımı ve amacı bütünleyici bilgiler olmuştur. Ayrıca Altı Sigma uygulaması için gerekli temel bilgiler de bu bölümde anlatılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümü, iyi bir Altı Sigma altyapısının nasıl olacağını göstermektedir. Dördüncü bölümde ise Altı Sigma yönetim sisteminin diğer kalite yaklaşımlarıyla olan ilişkisi anlatılmıştır. Beşinci bölüm, Altı Sigma metodolojisinin TÖAİK döngüsünü adım adım anlatmaktadır. Altıncı bölümde, Altı Sigma için Tasarım kavramı açıklanmıştır. Yedinci bölüm, Altı Sigma iyileştirme döngüsünün uygulandığı firma örneğini detaylı olarak anlatmaktadır. Sekizinci ve son bölüm ise sonuçlar ve tartışmalardan oluşmaktadır.

Çalışmanın sonucu olarak iyileştirme döngüsünün uygulandığı firmada kalite ve verimlilik anlamında gözle görülür iyileşmeler ortaya konmuştur. Bununla birlikte parasal açıdan da belirli oranda tasarruf sağlanmıştır. Ortaya konan iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması buradaki en önemli noktalardan bir tanesidir. Yapılan iyileştirmelerin başka noktalarda ne şekilde etki yarattığının tam olarak araştırılmaması önemli noktalardan biridir.

THE SIX SIGMA METHODOLOGY AND THE APPLICATION OF SIX SIGMA TO SUPPLIERS

SUMMARY

Nowadays, firms are facing the dynamics of global competencies. It is very hard to be profitable and stay as a market leader among many competitors. Quality, efficiency and productivity are very important key components to have competitive advantages in the global markets. Companies can achieve important goals and reach their targets such as market shares, turnover, profit, and cost using a modern management methodology: Six Sigma. Companies can apply Six Sigma to many different processes.

In this study, the management system and statistical tools used in Six Sigma are explained. Using the basics of Six Sigma, DMAIC of Six Sigma cycle on quality and productivity improvement is applied to a supplier in production sector. The outputs and results are also explored.

First chapter consists of general info and literature review on Six Sigma. In the second chapter, the definition, purpose, basics and application methods of Six Sigma is explained.

Third chapter explains the infrastructure of Six Sigma. In the fourth chapter, the relationship of the quality initiatives and Six Sigma is stated. The fifth chapter explains the improvement methodology (DMAIC) of Six Sigma step by step. The Design for Six Sigma (DFSS) is explained in the sixth chapter. The practice of Six Sigma improvement methodology to the supplier is explained in details in the seventh chapter.

In the final chapter of this study, the quality and efficiency improvements and cost savings achieved using Six Sigma methodology are given in details. An important point is to ensure that the Six Sigma improvements are continuous. It is also important to control and check the effects of achieved improvements on other processes.

1. GİRİŞ

Bir milyar dolar kazanmak için 450 milyon dolar harcar mıydınız? Bu kritik sorunun cevabına GE Electric CEO'su Jack Welch duraksamadan evet cevabını vermiştir. Bu kadar büyük bir kazancı sağlamak için hiç düşünmeden bir firmanın tüm süreçlerinde, ürünlerinde ve hizmetlerinde mükemmelliği amaçlayan çok yönlü, istatistik tabanlı bir yönetim sistemi olan Altı Sigma'yı kullanmıştır.

Günümüzde firmalar çok sert global rekabet koşulları altında çalışmaktadırlar. Kalitenin her şeyi şekillendirdiği sektörlerde, günümüzde ve gelecekte lider olmak isteyen firmalar amaçlarına ulaşabilmek için Altı Sigma yönetim araçlarını etkin bir şekilde kullanmaktadırlar. Altı Sigma, global rekabet şartlarında mükemmele yakın ürün ve hizmet ortaya koyarak lider olmak isteyen firmaların kullandığı disiplinli bir yönetim felsefesidir [1]. Basit terimlerle Altı Sigma'yı tanımlamak mümkün değildir. Çünkü Altı Sigma problem çözme metodolojisini kapsar ve optimizasyonla birlikte kültürel değişime odaklanır. Bunun yaparken de ileri istatistiksel ve matematiksel araçlar ve en hızlı şekilde anlamlı sonuçlar elde edilebilecek çok iyi tanımlanmış bir metodoloji kullanır [2]. Altı Sigma'nın altında yatan temel düşünce, firmalar eğer ki süreçlerindeki hataları ölçebiliyorlarsa, bu hataları sistematik olarak ortadan kaldırabilirler ve süreçleri sıfır hatayla çalışacak duruma getirebilirler düşüncesidir. Altı Sigma kültürü bu firmalar için bir yaşam biçimi haline gelmektedir. Altı Sigma'nın kattığı temel yarar, firmaların karar verme süreçlerindeki öznelliği, firmadaki herkesin tutarlı bir şekilde veri toplayıp, analiz edip görsel olarak sunabileceği bir sistem yaratarak ortadan kaldırmasıdır [3]. Firmaların performans göstergeleri genellikle ortalama bazında olmaktadır. Fakat müşteriler firmaları ortalama performans göstergelerine bakarak yargılamazlar. Altı Sigma, öncelikle süreç değişkenliğinin nereden kaynaklandığına, sonra da o sürecin yeterliliğinin nasıl arttırılacağına odaklanır. Müşteriler de çok üst seviyede kaliteli ürün ve hizmet üreten süreçlere odaklanırlar. İşte Altı Sigma, müşterilerin istediği bu kaliteyi üretmek için çalışan bir iş felsefesidir.

Altı Sigmayı kullanan firmalar, müşteriler için kritik olan noktalara ve daha yüksek verimle nasıl çalışılır olgusuna odaklanarak çok büyük oranda parasal kazanç

sağlamaktadırlar. Hataların, hurda oranlarının, tekrar işlemlerin azaltılması firmaların kazançlarında çok büyük oranlarda katkı sağlamaktadır. Tasarım süreçlerinin iyileştirilmesi ise azalan ürün çevrim zamanlarıyla birlikte daha güvenilir ve kaliteli ürünlerin müşterilerle buluşmasına imkan sağlamaktadır.

Altı Sigma, ürünlerinin kalitesi sayesinde rekabet sağlayan firmalar için çok kullanışlı bir araçtır. Bununla birlikte yenilikçiliğin ve hızın çok daha önemli olduğu sektörlerde çok iyi sonuçlar vermeyebilmektedir. Kalitenin, firmayı sürüklediği şirketlerde bile böyle bir iş felsefesinin sonuçları çok uzun zamanda alınabilmektedir. Sonuç olarak Altı Sigma uygulanmadan önce çok iyi değerlendirilmelidir. Bu iş felsefesinin herkes için olmadığı unutulmamalıdır. Özellikle kalitenin günün kurallarını belirlediği firmalarda, Altı Sigma felsefesinin uygulanması rekabetçi olabilmek için zorunlu bir hal almıştır.

Altı Sigma'nın geçmişi çoğu kimseye göre 20 yıl öncesine dayanmaktadır. Kurumsal mühendislik topluluklarında, süreçlerin istatistiksel olarak ölçülebilir hale getirilmesi amacıyla bu çalışmalar başlatılmıştır [4].

Motorola resmi Altı Sigma metodolojisinin ilk tasarımcısıdır. Motorola, Altı Sigma kalite girişimiyle 1960'lı yıllarda ilgilenmeye başlamış ve ilk Altı Sigma uygulama sürecini 1980'li yıllarda başlatmıştır. İzledikleri yaklaşım Japon teorisyenler tarafından yaratılmış üretim süreçlerinde uygulanan, katı kuralları olan Toplam Kalite Yönetimidir [5]. Kalite iyileştirme faaliyetlerinin tam olarak üretim süreçlerine uygulanmasına başlamasıyla Motorola 1982 yılında Altı Sigma çalışmalarını başlatmıştır. Motorola'nın CEO'su, kurumdaki müdürlerden o yıl için kalite maliyetlerinin yarı yarıya indirilmesini istemiştir ve bu isteğini 1983 yılı için de tekrarlamıştır. 1984 yılının sonlarında maliyet indirgeme çabaları, ileri analiz yöntemlerine ve sürekli süreç iyileştirme için ürün tasarımına ihtiyaç duymuştur. Bu şekilde Motorola, tasarım kalitesine ve kullanılan birçok ileri kalite aracına odaklanmıştır [6]. Motorola'nın Altı Sigma'dan anlamlı sonuçlar alabilmesi beş yıl sürmüştür [4]. Çünkü Motorola ürün ve süreç yeniden tasarımı yapmıştır. Yeni ürünlerin pazara girme süresi bu kadar zaman almıştır. Motorola 11 yıl içerisinde 11 milyar dolar tasarruf sağlamıştır. Görüldüğü gibi Altı Sigma uzun sürede geri dönüşü olan, sabır isteyen bir girişimdir. Motorola'dan sonra Texas Instruments, Allied Signals, Eastman Kodak, Borg-Warner Automotive, Gen Corp., Navistar International ve Siebel plc vb.. firmalar Altı Sigma'yı uygulamaya başlamışlardır [7].

Altı Sigma Felsefesi üç jenerasyonda izlenebilir [8]. İlk jenerasyon 8 yıllık bir periyodu kapsamıştır(1987-1994). Bu dönemin odak noktası hataların azaltılmasıdır. Motorola bu jenerasyonun en iyi örneğidir. İkinci jenerasyon 6 yıllık bir periyodu kapsamaktadır (1994-2000). Buradaki odak noktası ise maliyet indirgemedir. General Electric, Du Pont ve Honeywell gibi firmalar ikinci jenerasyon firmalara örnek olarak verilebilir. Üçüncü jenerasyon ise doğrudan müşteriye ve kurumun kendisine değer katmaya odaklanmıştır. Üçüncü jenerasyon firmalara örnek olarak LG, Samsung gibi firmalar verilebilir.

Altı Sigma kökeninde üretim süreçlerine odaklanmış olsa bile, dağıtım, pazarlama ve müşteri siparişi gibi süreçlerin de Altı Sigma kalite seviyesine odaklanma ihtiyacı doğmuştur [9]. Motorola kendi içinde Altı Sigma uygulamasını geliştirecek eğitim programını ve uygulama için gerekli özellikleri herkesten önce belirleyerek 1998 yılında Malcolm Baldrige ödülünü almıştır.

Yukarıda Altı Sigma ile ilgili genel bir bilgi ve kısa bir tarihçe verilmiştir. Şimdi bu tez çalışmasında hangi bölüm altında ne anlatılacağından kısa bir şekilde bahsedilecektir.

Birinci bölümde verilen genel bilgiden ve kısa tarihçeden sonra, ikinci bölümde Altı Sigma'nın tanımı ve amacı anlatılmıştır. Altı Sigma için temel temalar bu bölümde tanımı ve amacı bütünleyici bilgiler olmuştur. Ayrıca Altı Sigma uygulaması için gerekli temel bilgiler de bu bölümde anlatılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde iyi bir Altı Sigma altyapısının nasıl olacağı anlatılmaktadır.

Dördüncü bölümde, Altı Sigma yönetim sisteminin diğer kalite yaklaşımlarıyla olan ilişkisi gösterilmiştir. Altı Sigma uygulaması için hangi etkenlerin gerektiği ve bu etkenlerin olması durumunda nasıl bir yol izlenmesi gerektiği anlatılmıştır. Bundan sonra ise Altı Sigma organizasyonunda proje takımının ve seçilen üyelerin gerektirdiği özellikler anlatılmıştır. Son olarak bu bölümde organizasyondaki roller tanımlanmıştır.

Beşinci bölüm Altı Sigma metodolojisinin dünyaca kabul edilmiş TÖAİK döngüsünü adım adım anlatmaktadır. Her bir döngünün altında hangi temel istatistik araçlarının kullanılacağı özetlenmiştir.

Altıncı bölümde Altı Sigma için tasarım kavramı açıklanmıştır. Burada, bir önceki iyileştirme döngüsü gibi tek bir standart yoktur. Farklı firmalar kendilerine göre uygun olan döngüleri kullanmaktadırlar. Çoğunlukla kullanılan TÖATD döngüsünün safhaları anlatılmaktadır. Her bir safhanın altında kullanılan istatistiksel araçlar başlıklar halinde verilmiştir.

Yedinci bölüm, Altı Sigma iyileştirme döngüsünün uygulandığı firma örneğini detaylı olarak anlatmaktadır.

Sekizinci ve son bölüm ise sonuçlar ve önerilerden oluşmaktadır.

2. ALTI SİGMA NEDİR?

2.1 Altı Sigma Tanımı ve Amacı

Altı Sigma konusunda birçok düşünce vardır. Bu düşünceler teknik bakış açısından olabileceği gibi, müşteri ve yönetim açısından da olabilir. Bu düşünceler ışığında ortaya çıkan birçok da tanım vardır. Bu tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

“Altı Sigma, müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamak, hatta aşmak amacıyla oluşturulmuş, işin karlılığını iyileştiren, iş süreçlerinden israfı çıkartan, zayıf kalite maliyetlerini azaltan ve tüm operasyonların verimliliğini ve etkinliğini iyileştiren bir iş iyileştirme stratejisidir [10].”

“Altı Sigma müşterinin tatmin olma derecesini arttıran, süreçleri iyileştiren, israfı azaltan enformasyona dayalı bir metodolojidir.”

“Aşırı titiz yöntemlerle toplanmış verileri kullanarak, hataların kaynaklarını istatistiksel olarak analiz eden ve bu hata kaynaklarını elimine edecek yolları ortaya koyan, disiplinli bir metoddur[11].”

“Altı Sigma, müşteriler için kritik olan süreç çıktılarına odaklanarak, iş süreçlerindeki hataların sebeplerini tanımlamaya ve elimine etmeye çalışan bir iş stratejisidir [12].”

“Altı Sigma, süreçleri ölçecek, analiz edecek, iyileştirecek ve kontrol edecek şekilde biçimlendirilmiş bir metodolojidir. Bu istatistiksel yaklaşım, üç sigma seviyesinde oluşacak olan 66800 hatayı, altı sigma seviyesinde oluşacak olan dörtten daha az hata miktarına indirir[13].”

“Altı Sigma, milyon fırsatta 3,4 hata miktarını temsil eden istatistiksel bir terimdir. Aynı zamanda % 99,99966 doğruluk anlamına gelmektedir. Bu hemen hemen mükemmeliyete ulaşmak demektir. Mevcut hata, kusurlu bir parça olabildiği gibi yanlış bir müşteri faturası da olabilir [4].”

Tüm bu yukarıdaki tanımların arasında en kapsamlı olan iki tanımlamadan bir tanesi Peter S. Pande, Robert P. Neuman ve Roland R. Canavagh'in kitabındaki tanımlamadır[14]:

“İste başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için kapsamlı ve esnek bir sistem. Altı Sigmayı işleten benzersiz mekanizma, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama; gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanma; iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir.”

Diğer tanımlama ise Jerome Blakeslee'nin 1999 yılında çıkardığı Kalite İlerlemesi üzerine yazılan “Altı Sigma Çözümü Uygulaması” makalesindeki tanımlamadır [15].

Altı Sigma temel olarak, iş problemlerinin kök sebeplerini analiz eden ve onlara çözüm bulan, verilerle çalıştırılan yüksek performanslı bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım iş çıktılarını doğrudan pazarın gereksinimleriyle bağdaştırır.

Stratejik seviyede Altı Sigmanın amacı; bir örgütü bulunduğu pazarın istekleri doğrultusunda çalışacak şekilde düzenlemek ve kendi tabanında parasal anlamda gerçek iyileştirme sağlamaktır. Operasyonel seviyede Altı Sigmanın amacı ise, potansiyel müşterilerinin oluşturduğu spesifikasyon limitleri içerisinde ürün ve hizmet davranışlarını harekete geçirmek ve bu ürün ve hizmetleri ortaya çıkaran mevcut süreçlerin, müşteri üzerinde negatif etki yaratan hatalar oluşturan değişkenliğini, çarpıcı bir şekilde azaltmaktır.

Küreselleşen dünyada, gelişen rekabet koşulları altında şirketler ayakta kalabilmek için sürekli mükemmelliği aramaktadırlar. Çünkü bugünün iş çevresi hatayı kabul etmeyen, müşteri memnuniyetinin sürekli en üst seviyede tutulması gereken bir yapıya sahiptir. Mükemmelliğe ulaşma noktasında zaman içerisinde birçok kalite sistemi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Mevcut kalite sistemlerinin yanında son yıllarda ortaya yeni bir kavram çıkmıştır. Bu kavramın ismi yukarıda farklı tanımları verilmiş olan “Altı Sigma’dır”. Altı Sigma mükemmele yakın ürün ve hizmet geliştirme amacıyla var olmuş bir girişimdir. Arkasında yatan temel düşünce “eğer ki prosesinizde ne kadar hata olduğunu ölçebiliyorsanız, sistematik olarak bu hataları nasıl elimine edebileceğinizi ve süreci nasıl mümkün olduğunca sıfır hataya yaklaştırmaya çalışacağınızı bilirsiniz” düşüncesidir. Bu girişimin içerisindeki sigma kelimesine bakarak Altı Sigma'nın sadece istatistiksel bir yöntem olduğu

çıkarılmamalıdır. Altı Sigma bir tarafta istatistiksel bir model olarak, diğer tarafta da bir iyileştirme süreci olarak düşünülebilir.

2.1.1 İstatistiksel Model

İstatistiksel model üç tane temel bileşene sahiptir [16]. Bunlar; Standart sigma istatistiği, Altı Sigma ölçütü ve Altı Sigma performans kıyaslamasıdır.

2.1.1.1 Sigma İstatistiği

Değişkenliğin istatistiksel ölçütüdür. Standart sapma manasına gelmektedir. Tüm dünyada kabul görmüş bu sembol istatistiksel modelin temelini oluşturur.

İstatistik açısından Altı Sigma bir prosesin ortalamasıyla tek bir taraftaki spesifikasyon limiti arasındaki farkın, o prosesin standart sapmasının en az altı katı olması gerektiğini söyler. Altı Sigma'nın istatistiksel amacı prosesi hedefe oturtmak ve proses değişkenliğini yani standart sapmayı azaltmaktır.

2.1.1.2 Sigma Ölçütü

Sigma ölçütü istatistiksel sigma ile aynı değildir. Sayısal olarak bir sürecin performans ölçümünü gösteren bir skaladır. Bu skalada, firmalar birden altıya kadar her değeri alabilirler. Bir sigmadan altı sigma'ya gidildikçe firmanın veya bir sürecin performansının arttığı anlaşılır. Mesela beş sigma'da çalışan bir süreç dört sigma'da çalışan bir süreçten daha iyidir. Bu ölçütün en büyük avantajı basit ve uygulanabilir olmasıdır. Bu işle uğraşan insanların rahatlıkla detaya girmeden anlayabileceği bir gösterim şeklidir. Sigma ölçütü her ürüne, sürece, hizmete karmaşıklığa bakmadan uygulanabilir.

2.1.1.3 Performans Kıyaslaması

Altı sigma, dünya klasında performans standardı anlamına gelen milyon fırsatta 3,4 hatayı temsil etmektedir.

Bugünün iş çevresinde, organizasyonlarda süreç olarak tanımlanan her bir aktivite, görev ve fonksiyon için süreç odaklı olmak bir zorunluluktur. Süreç odaklı yaklaşımda, başlangıç noktası olarak iyileştirme öncesi bazı kilit sorular sorulması gerekmektedir.

Bunlar [16]:

- Süreç veya görev nedir? Sürecin performansı nasıl izlenir? İyileştirme için ne kadar fırsat mevcut?
- Müşteri kimdir? Müşteri reaksiyonu nasıl izlenir? Reaksiyonu önleyen etkenler nelerdir?
- Tedarikçi kimdir? Tedarikçi performansı nasıl izlenir? Ne tür engelleyici etkenler vardır?
- Stratejik olarak ne tür kaynaklar kullanılacak? Kaynakların etkinliği ve verimliliği nedir?
- Ne tür kontroller uygulanacak? Kullanılan kontrol yöntemleri müşteri beklentilerine uygun mu? Mevcut sürecin yetkinliğiyle uyumlu mu?
- Süreci neler etkiler? Süreç girdileri ve parametreleri süreç çıktısını ne şekilde etkiler?

Altı Sigma iyileştirme sürecinin odaklandığı temel nokta kuruma değer katmaktır. Kar marjını, müşteri tatminini ve rekabetçi avantajı artırıcı şekilde katılan değer, kurumların mevcut süreçlerinin etkinliğini ve verimliliğini artırıcı fırsatlar bulması yoluyla gerçekleşir. Bu fırsatlar da Altı Sigma süreç iyileştirme yöntemiyle ortaya konur. Altı Sigma süreç iyileştirme yöntemi özellikleri aşağıdaki gibidir [16]:

- Yüksek seviyede odaklanılmış süreç iyileştirme ve problem çözme projeleri vasıtasıyla sonuç elde etmek.
- Mevcut her bir projeyi standart bir yol haritası vasıtasıyla uygulamak.
- Kurum içerisindeki herkesin Altı Sigma amaçları doğrultusunda çaba sarf etmesini sağlamak.
- Bir işin çalışmaya başlaması ve düzgün bir şekilde çalışmaya devam etmesi amacıyla tasarlanmış bir altyapı oluşturmak.
- Herhangi bir kurumdaki tüm süreçlere eşit seviyede uygulanmasını sağlamak.
- Temelde pratik ve doğrudan istatistiksel düşünceyi ve metodolojiyi kullanan bilimsel bir metod olmak.

2.1.2 Süreç İyileştirme

Süreç iyileştirmesi ise yine üç tane temel elemandan oluşmuştur. Bunlar; proje yaklaşımı, Altı Sigma örgütsel altyapısı ve Altı Sigma rekabeti için gerekli çekirdek işgücünün gelişimidir.

2.1.2.1 Proje Yaklaşımı

Proje yaklaşımında birçok farklı örnek mevcuttur. Burada geniş anlamda bir yol haritası verilmiştir. Verilen yol haritası sekiz adımdan oluşmaktadır [16]:

- 1) Projeyi kimliklendir.
- 2) Projeyi tanımla.
- 3) Mevcut süreç performansını ölç.
- 4) Mevcut süreci analiz et.
- 5) İyileştirmeleri geliştir (Denemesini ve doğrulamasını yap).
- 6) Değişiklikleri uygula.
- 7) Yeni durumda kontrol et. Kazançları elde tut.
- 8) Kazanılan yeni enformasyonu benzer alanlara transfer et.

Buradaki sekiz adım klasik Altı Sigma metodolojisinden biraz farklılık göstermektedir. Kimliklendirme adımı, seçilen Altı Sigma projelerinin iş amaçlarıyla doğrudan ilişkili olmasını sağlamaktadır. Beşinci adım olan geliştirme, analiz safhasındaki gibi sadece analitik olarak sürece bakmaz aynı zamanda yaratıcılığı da kullanır. Son adımda ise elde edilen enformasyondan mümkün olan maksimum seviyede yararlanılması amaçlanır.

Tüm organizasyon boyunca kullanılan bu metodolojiyi standart hale getirmek en önemli noktadır. Tabi bu standartlaştırmanın yanında her projenin doğasından kaynaklanan rutinler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, giriş kısmında da bahsedildiği gibi standart hale gelmiş ve herkes tarafından benimsenmiş beş adımdan oluşan metodoloji detaylı anlatılacaktır. Yukarıdaki sıralama sadece bu beş adımdaki metodolojiye alternatif olarak verilen bir sıralamadır. Sekiz adım, beş adımda kapsanan veya kapsanmayan bazı konuların

birleştirilerek, mantıklı başlıklar halinde farklı adımlar altında isimlendirilmesini önermektedir.

2.1.2.2 Örgütsel Altyapı

Altı Sigma'nın altyapısı kendisini benzersiz bir oluşum haline getirmektedir. Altı Sigma altyapısı uzak doğu savaş sanatlarından judonun kemer sınıflandırmasına dayanmaktadır. Bu altyapı [16];

- Tüm Altı Sigma aktiviteleri için işi sürükleyen güçtür.
- Altı Sigma çalışmalarının alt tabana odaklanmasını sağlar. Bu şekilde tüm organizasyona işin etkin bir şekilde dağılımını sağlar.
- Üst yönetimin Altı Sigma'yı kullanarak sürekli iyileştirme için aktif çalışmasını sağlar.
- Verimli takım çalışması için çekici bir iş ortamı sağlar.
- Tüm katılanların uygulanacak metodoloji hakkında eğitilmiş olmasını sağlar.
- Organizasyondaki tüm çalışanların şirketin başarısı için çaba sarf etmesini sağlar.

Standart Altı Sigma altyapısı kemer sınıflandırmasına göre şampiyonlar, uzman kara kuşaklar, kara kuşaklar ve de yeşil kuşaklardan oluşur. Bu oluşum tamamen firmanın büyüklüğüne, firma içerisindeki farklı rollerde çalışan sayısına ve firmanın Altı Sigma oluşumunun hangi evresinde olduğu gibi etkenlere bağlıdır.

2.1.2.3 Altı Sigma Rekabeti İçin Çekirdek İş Gücü Eğitimi

Altı Sigma çalışmalarına katılacak olan kişilerin yetkinliğiyle alakalı iki önemli nokta üzerinde durulmalıdır. Bunlardan ilki yapılacak projelerde çok geniş anlamda bireylerin becerilerinden yararlanmakla birlikte istatistiksel araçlardan ve tekniklerden de yararlanılması gerektiği noktasıdır. İkincisi ise, hiçbir çalışanın kendi yetkinliği ötesindeki işlerde çalıştırılmaması gerektiğidir. Bu iki görüşün sonucunda çalışanların standart olarak oluşturulmuş bir eğitim ve kendini geliştirme programından geçmesi gerekmektedir. Bu tarz eğitim programlarının sonucunda yürütülecek projelere bağlı olarak Altı Sigma yapısındaki kemer sertifikalarından uygun olanı çalışana verilmelidir.

2.2 Altı Sigma'nın Temaları

Altı Sigma'nın yaşamsal unsurları altı temel tema altında toplanmıştır. Bu temalar, Altı Sigma'yı iş için yararlı hale getirme konusunda çok yardımcı olurlar. Altı temel tema aşağıda başlıklar halinde kısaca anlatılmıştır [14].

2.2.1 Müşteri Odaklılık

Altı Sigmadaki en büyük önem müşteriye odaklanmaya verilir. Altı Sigma performansının ölçümleri müşteriyle başlar. Müşteri beklentileri ve gereksinimleri tatmin edildiği ölçüde performans iyileştirilmiş olur. Bu sebeple müşterilerin her zamanki gereksinimleri ve beklentileri bilinmelidir. Bu konudaki bilgi toplama prosesi sadece bir kereliğine değil sürekli olarak yapılmalıdır ki sürekli değişen taleplere en kısa sürede en etkin şekilde karşılık verilebilsin.

2.2.2 Verilere ve Gerçeklere Dayalı Yönetim

Buradaki en önemli nokta yorumlara ve tahminlere dayalı karar verilmemesi gerektiğidir. Gerçek verilere dayalı kararlar verilmelidir. Bu yüzden de toplanan veri kalitesi çok iyi olmalıdır. Altı Sigma yaklaşımı, iş performansını değerlendirmek açısından hangi ölçümlerin kilit konumda olduğunu belirler ve kilit değişkenleri tanımlar. Sonrada bu değişkenleri optimize edecek analizleri yapar. İşte bu sürecin tümünde, en önemli nokta veri kalitesidir.

Sonuç olarak Altı Sigma yaklaşımı, yöneticilerin gerçeğe dayalı aldıkları kararları ve buldukları çözümleri destekleyecek iki temel soruyu yanıtlamaya yardımcı olur:

- 1) Gerçekten gereksinim duyulan veriler nelerdir?
- 2) Bu verilerden maksimum fayda nasıl sağlanır?

2.2.3 Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme

Altı Sigma yaklaşımında, üzerinde çalışılan tüm süreçleri anlamak en önemli noktalardan bir tanesidir. Tam anlamıyla sürece odaklanarak sürecin tüm bileşenlerini ortaya koymak, sonra da bunlar arasındaki etkileşimleri anlamak çok önemlidir. Altı Sigmaya göre süreci anlamak başarının birinci anahtarıdır.

2.2.4 Proaktif Yönetim

Proaktif olmak demek olaylardan önce harekete geçmek demektir. Tepkiselindir. İş hayatında uygulanması çok yararlı olan çalışmaların alışkanlık haline getirilmesi anlamına gelmektedir. Sorun çözmek yerine sorunların çıkmasına izin vermemek, işlerin yürütülme biçimini sorgulamak demektir. Tepkisel bir biçimde krizden krize savrulmak kontrolün kaybedildiğinin göstergesidir. Proaktif yönetim anlayışıyla böyle bir kriz meydana gelmeden ortadan kaldırılır.

2.2.5 Sınırsız İşbirliği

Altı Sigma yaklaşımı takım çalışması odaklı bir yaklaşımdır. Takım çalışmasında, son müşterilerin talepleri ve üretim zincirindeki iş akışı çok iyi anlaşılmalıdır. Takım içerisinde herkes rollerini çok iyi kavramalıdır. Bu şekilde süreçteki tüm aşamaların aslında birbirleriyle içi içe geçtikleri görülür ve yeni işbirliği olanakları ortaya konulur. Takım çalışması sonucunda ortaya çıkan bilgileri şirket genelinde paylaşarak, bilgilerin verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak, gerçek bir ekip çalışması ortamını yaratır. İletişimsizlik ve çekişmeler yüzünden düzgün bir takım çalışması ortamı oluşturulamaz ve çok büyük miktarlarda paralar kaybedilir. Bu sebeple bu iki olumsuz durumu önlemek için çok iyi bir yönetim gerekir.

2.2.6 Mükemmele Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü

Müşterilerin mükemmellik anlayışı sürekli olarak değişmektedir. Bu sebeple firmalar sürekli olarak iyileştirme ve yenilik yapma süreçlerinin içinde olmalıdırlar. Öbür türlü ölmeye mahkum olurlar. Bu süreçlerden elbette bir kısmı başarısızlıkla sonuçlanabilecektir. Burada önemli olan nokta başarısız süreçlerden sonra korkupta yola devam etmemektir. Bu korkunun oluşmaması için Altı Sigma yaklaşımı başarısızlığa karşı hoşgörü olmayı gerektirir. Tabi bu başarısızlıkların da minimum seviyede zarar vermesi için bir risk yönetimi süreci de Altı Sigma yaklaşımında kapsanır.

2.3 Altı Sigma Temel Kavramları

Altı Sigma'nın temelinde istatistik bilimi kullanılmaktadır. Altı Sigma nedir başlığı altında verilen tanımlarda istatistik biliminin ne kadar önemli olduğu ve Altı Sigma'nın istatistiksel olarak ne anlama geldiği görülmektedir.

İstatistik belirsiz durumlardan karar çıkarma metodu ve teorisi olarak tanımlanabilir. Popülasyon ve örnek, istatistikteki iki temel kavramdır. Popülasyon ilgilenilen konudaki tüm grubu kapsar. Örnek ise popülasyondan alınan verilerdir. Yani popülasyondan alınan küçük bir gruptur. Popülasyon parametre ile karakterize edilirken örnek ise istatistik ile karakterize edilir. Popülasyon sonlu veya sonsuz olabilmektedir. İstatistik, tanımlayıcı istatistik ve sonuç çıkarıcı istatistik olarak ikiye ayrılır. Eğer ki toplanan veriler tüm popülasyonu kapsıyorsa tanımlayıcı, sadece küçük bir grubu kapsıyorsa sonuç çıkarıcı istatistik olarak adlandırılır.

İstatistik için verilerin kalitesi ve toplama metodu çok önemlidir. Veriler tarihsel veri (pasif veri), gözleme dayalı veri, anket verisi ve deneysel veri olabilmektedir. Toplanan verilerden elde edilen sonuçla popülasyon parametresi arasında mümkün olduğunca sapma olmamalıdır. Olursa bu hata olarak adlandırılır. Hata birçok sebepten ortaya çıkabilir. Bunlardan ilki örnekleme hatasıdır. Alınan örneklerin popülasyonu temsil etmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu da yukarıda bahsedildiği gibi düzgün örnekleme metodu kullanılmamasıyla veya da verilerin düzgün alınmamasıyla alakalıdır. Örnekleme hatası dışında anket sorularının hatalı olması, ölçüm sisteminin yanlış olması, toplanan verilerin düzgün girilmemesi vb... sebeplerde hata oluşturmaktadır.

İstatistikte bir dağılımın merkezi ve değişkenliği çok önemli kavramlardır. Zaten Altı Sigma metodolojisinde de bu kavramlar büyük önem taşımaktadır. Altı Sigma metodolojisinde, bir iş sisteminin sergilediği düzensizliğe “değişkenlik” adı verilir. Müşteriler üzerinde olumsuz etki yaratan kötü değişkenlik türü de “hata” olarak adlandırılır [17]. Altı Sigmanın istatistiksel amacı, zaman içerisinde sürecin hedef değer elde edecek şekilde kararlı olması ve değişkenliğin azaltılmasıdır [18].

Değişkenlik ve kararlılık kavramları aşağıda özet olarak anlatılmıştır.

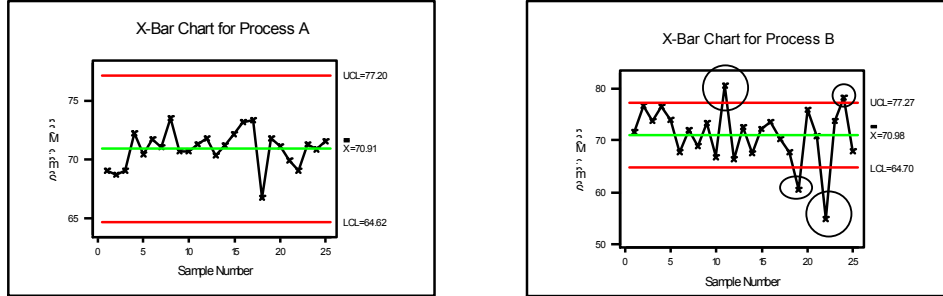
2.3.1 Değişkenlik

Her süreç değişkenlik içermektedir. Bu değişkenlik, bazı süreçlerde kontrol edilebilir bazı süreçlerde ise kontrol edilemeyen niteliktedir [19].

- *Kontrol Edilebilir Değişkenlik:* Zaman içerisinde kararlı ve tutarlı değişim desenleri ile karakterize edilir.

- *Kontrol Edilemeyen Değişkenlik*: Zaman içerisinde farklı ölçülerdeki değişim ile karakterize edilir.

Şekil 2.1’de kontrol edilebilen ve edilemeyen süreçler görülmektedir.



Şekil 2.1 Kontrol grafiği

Her süreçte her zaman bir değişkenlik olacaktır. Eğer ki, sürecin çıktısındaki bu değişkenlik süreç spesifikasyonlarına kıyasla küçük ve süreç hedefte ise ve de süreç zaman içerisinde kararlıysa değişkenliğe katlanılabilir. Değişkenliği ölçmek için farklı yollar vardır.

Bunlar:

1. *Değişim Aralığı*: Bir veri grubunun en küçük değeri ile en büyük değeri arasındaki farkın mutlak değeridir. Varyansa göre uç değerlere karşı daha duyarlıdır.
2. *Varyans*: Gözlemlerin ortalamadan sapmalarının karelerinin toplamıdır.
3. *Standart Sapma*: Varyansın pozitif kareköküdür. En yaygın ve yararlı değişim ölçüsüdür.

2.3.2 Kararlılık

Bir sürecin zaman içinde nasıl davrandığı kararlılık kavramıyla ilişkilidir. Kararlılık, sabit bir ortalama ve zaman içinde kestirilebilir bir değişkenlik ile ifade edilir [19]. Dağılımın merkezinin sayısal temsili üç farklı yolla gösterilebilir [20]:

1. *Ortalama*: Her bir gözlemin toplamının gözlem sayısına bölümüyle ortaya çıkar. Çok uçtaki değerlerden fazlaca etkilenir.
2. *Medyan*: Tüm gözlemler küçükten büyüğe doğru dizilir ve ortadaki değer medyanı verir. Çok uçtaki değerlerden etkilenmez. $(N+1)/2$ formülü ile hesaplanır.

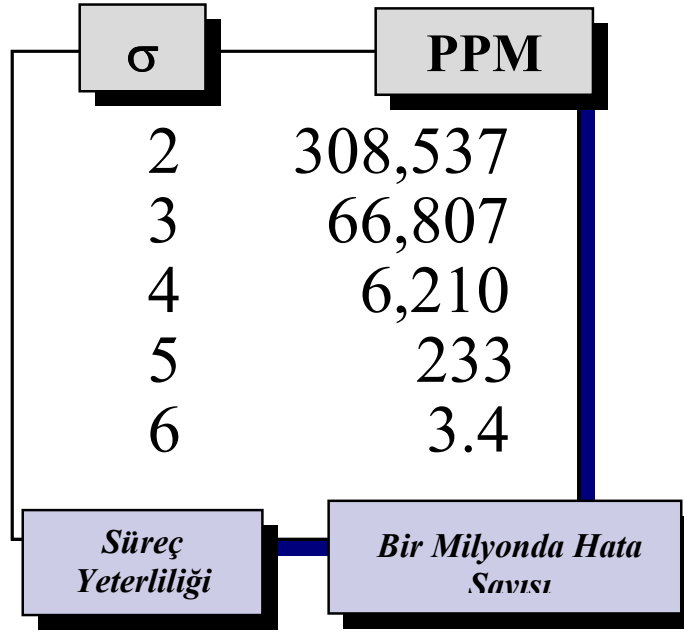
3. *Mod*: En fazla gözlenen değeri ifade eder. Ortalama ve medyan için destekleyicidir.

Altı Sigma'da bir kapalı çevrim iş sistemi, girdi ve süreç değişkenlerinden, süreçten ve çıktı değişkenlerinden oluşur. Kapalı çevrim iş sisteminin püf noktası iki yönlüdür [14]:

1. İş sürecindeki ve girdilerdeki X'lerden ya da değişkenlerden 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 değişimlerden yararlanmak.

Altı Sigma şirketlerinde, X'ler ve Y'ler çok fazla kullanılmaktadır. Her şirket kendi X'leri ile Y'leri arasındaki ilişki hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Yeterli bilgi için şirketler, Altı Sigma yolunu kullanabilirler. Bu şekilde kapalı çevrimdeki geri beslemeler daha iyi izlenir ve gerekli olanlara karşı hızlı bir şekilde cevap verilir.

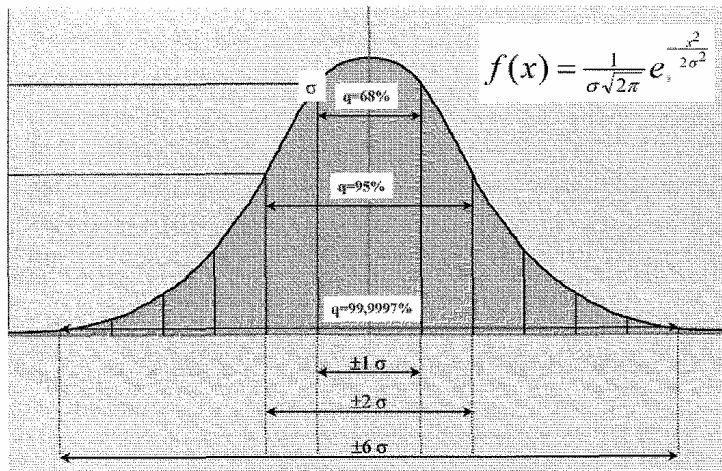
Altı Sigma yaklaşımında hata, bir ürün ya da hizmetin, müşteri taleplerini karşılayamadığı her durum ya da olay olarak tanımlanır. Hata ölçüm aracı olarak birim başına hata sayısı (DPU) kullanılabilir. Birim başına hata sayısı, bir prosesin veya ürünün kalitesini ölçmek için en iyi araçlardan biri olarak nitelenebilir. Birim başına hata sayısı dışında, birim fırsat başına hata sayısı (DPO) ve de milyon fırsattaki hata sayısı (DPMO) kavramları da kullanılabilir. Sigma değeri kusurların hangi sıklıkla meydana geldiğini ifade eder. Daha yüksek sigma düzeyi, daha düşük kusur olasılığı demektir. Altı Sigma düzeyi süreç ortalamasıyla en yakın spesifikasyon değeri arasına, altı standart sapma miktarının girmesi demektir. Bu düzey kısa dönemde gerçek olarak milyarda iki hataya denk gelmektedir. Fakat uzun dönem içerisindeki kaymaya bağlı olarak bu değer milyonda 3,4 olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.2'de hangi sigma düzeyi kaç adet hataya denk geliyor gösterilmektedir:



Şekil 2.2 Altı Sigma seviyeleri hata göstergesi

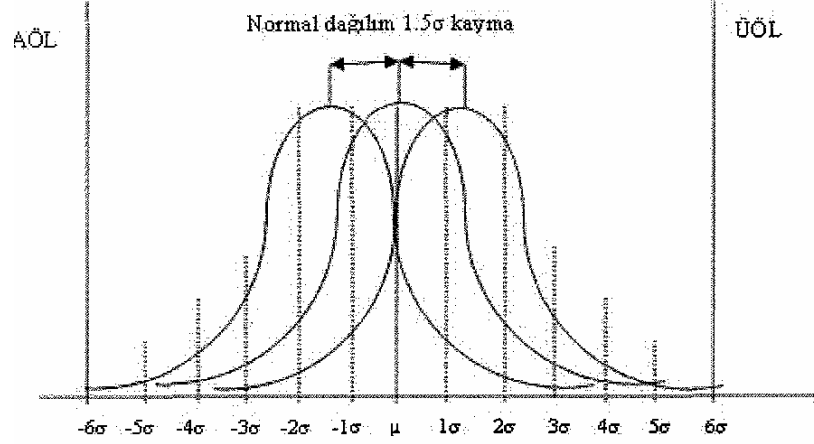
2.3.3 Normal Dağılım

Altı Sigma'nın özünde standart normal dağılım yatmaktadır. Standart normal dağılım ortalaması 0, standart sapması 1 olan özel bir normal dağılımdır. Bu dağılım geniş bir uygulama alanına sahiptir ve birçok sistem bu dağılım ile tahmin edilmektedir. Dağılım her iki yönde de uzanmasına rağmen, dağılımın çizimlerinde genellikle altı standart sapmalık alan gösterilir. Çünkü bu alan verilerin %99.73'nü içermektedir [17]. Şekil 2.3'de normal dağılım eğrisi gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Normal dağılım

Geleneksel normal dağılım modelinin gerçek sisteme birebir uyum göstermesi imkansız gibidir, fakat sık sık kullanılabilen bir model olarak kullanışlıdır. Kısa dönem ve uzun dönem arasındaki kayma miktarı şekil 2.4’de görülmektedir.



Şekil 2.4 Altı Sigma’da kayma

Normal dağılımı oluşturan veriler iki türe ayrılır [21]:

- *Nitel Veri:* Belirli sınıflarda kategorize edilebilen verilerdir. Nitel veriler sayılabilen verilerdir. Sadece sonlu sayıda sayı değerleri mevcuttur. Bu değerler anlamlı olarak alt gruplara ayrılmazlar. Ufak parçalara ayrılırsa bir anlam ifade etmez.
- *Nicel Veri:* Nicel veri bir ölçek ile ölçülebilen veridir. Sayısal olarak her türlü değeri alabilir ve anlamlı olarak alt gruplara ayrılabilir. Ufak parçalara ayrılır ve bir anlam ifade eder.

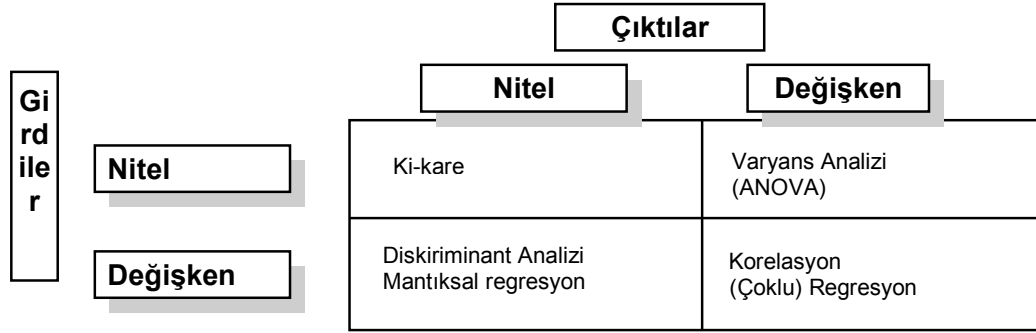
Yukarıda tanımı verilen bu veri türlerini ölçmek için dört çeşit ölçek kullanılmaktadır.

Bunlar [19,22]:

1. *Nominal Ölçek:* Bu ölçekte elemanlar kategorilere ayrılır. Sıralama bir anlam ifade etmez.
2. *Ordinal(Sıralama) Ölçek:* Veriler sıralanmış kategorilerde gösterilir. Sıralanan veriler arasındaki mesafe eşit değildir.
3. *Aralık Ölçeği:* Ölçümler mutlak sıfır değerini içermeyecek şekilde eşit aralığa sahiptir. Değerler arasındaki fark anlamlıdır. Oranlar anlamsızdır.

4. *Oran Ölçeği*: Farklı verileri kıyaslamak ve de aralarındaki farkı oransal olarak belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçektir. Çarpma, bölme gibi matematiksel hesaplamalar mümkündür. Mutlak sıfır değerini içerir.

Analiz yapabilmek amacıyla verilerin nitel veya nicel olmasına bağlı olarak farklı istatistiksel teknikler kullanılır. Şekil 2.5 bu analiz yöntemlerini göstermektedir.



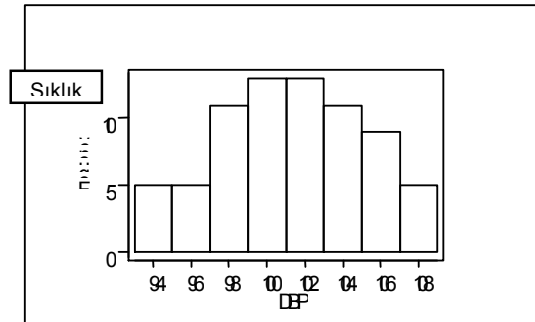
Şekil 2.5 Girdi ve çıktı tipine göre analiz yöntemleri

2.3.4 Grafikselleştirme Yöntemleri

Altı Sigma metodolojisindeki hesaplamalarda görsel araçlar olarak kullanılan grafikler çok etkili olmaktadır. Verilerin grafikselleştirilmesinde kullanılan en önemli grafikselleştirme araçları aşağıda anlatılmıştır.

2.3.4.1 Histogram

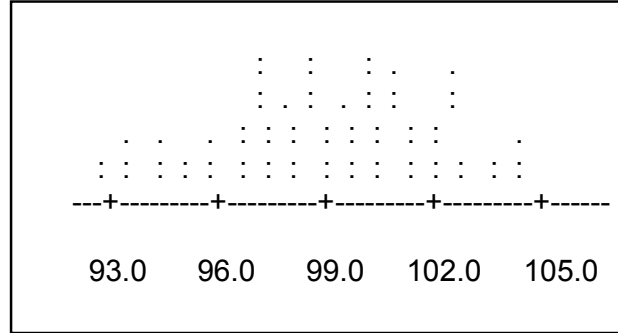
Histogramlar verilerin nasıl dağıldığını gösterir. Çizelgelenmiş frekansların gösterimidir. Belirlenmiş spesifik kategorilerin her birinin ne kadar veri kapsadığını gösterir [19]. Şekil 2.6’da histogram örneği verilmiştir.



Şekil 2.6 Histogram

2.3.4.2 Nokta Gösterimi

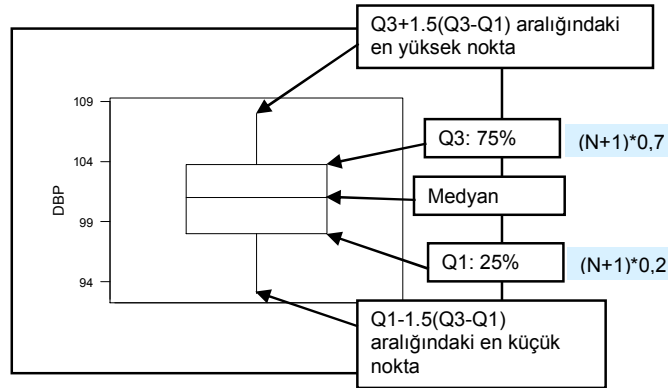
Verilerin nasıl dağıldığının bir başka gösterimi de nokta grafiğidir [19]. Şekil 2.7’de nokta gösterimi örneği verilmiştir.



Şekil 2.7 Nokta grafiği

2.3.4.3 Kutu Gösterimi

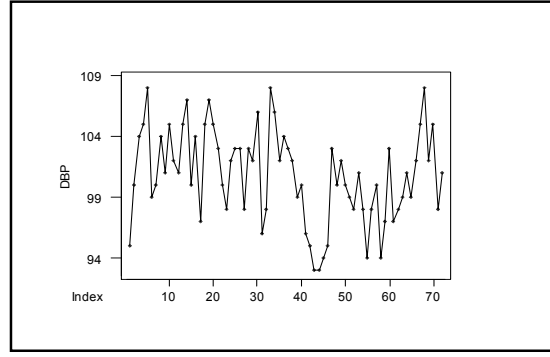
Verilerin nasıl dağıldığını gösteren, histograma benzeyen fakat farklı olarak yanlamasına çizilen bir grafik türüdür. Şekil 2.8’de kutu gösterimi görülmektedir. Verilerin kutu üzerinde beş sayıyla özetlenmiş olarak gösterilmesidir (en küçük değer, verilerin dörtte birine karşılık gelen değer, medyan, verilerin dörtte üçüne karşılık gelen değer ve en büyük değer). Bu gösterimde aşırı uçta veri olup olmadığı da gözlemlenebilmektedir [19, 22].



Şekil 2.8 Kutu Grafiği

2.3.4.4 Seyir Grafiği

Seyir grafikleri, verilerin zamana göre değişimini gösterir. Eğilim veya Örüntü (özel düzenlerin) araştırılmasında kullanılır [19]. Şekil 2.9’da seyir grafiği örneği verilmiştir.



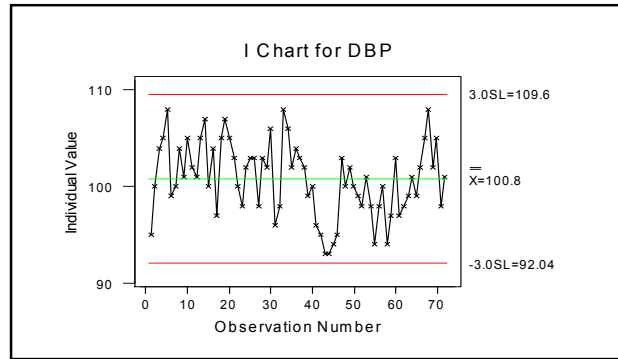
Şekil 2.9 Seyir grafiği

2.3.4.5 Kontrol Grafiği

Kontrol Grafikleri süreç ortalamasını ve değişimini zamana göre izlemek için kullanılır ve sürecin kontrol altında olup olmadığı belirtir. Seyir grafiğine benzer, ancak süreç ortalaması ile alt ve üst kontrol sınırlarını içerir [19]. Kontrol grafiği örneği şekil 2.10'da görülmektedir.

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

Kontrol şemaları, sadece, prosesteki bozulmalar ile ilgili istatistiksel uyarı aracı olarak verilmiştir.



Şekil 2.10 Kontrol grafiği

2.3.4.6 Serpme Diyagramı

Serpme Diyagramları iki değişken arasındaki ilişkiyi araştırır. Serpme diyagramıyla değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün belirlenmesine karşın derecesi sayısal bir değerle ifade edilemez. Korelasyon Analizi ile bu ilişkinin derecesi de belirlenebilir. Böylelikle yapılacak çalışmalara veri desteği sağlanmış olur. Kısaca bu teknik iki değişken arasındaki neden – sonuç ilişkilerini göstermek amacı ile kullanılır. Değişkenlerden birinin değişiminin diğeri üzerindeki etkisi incelenir.

2.3.5 Problem Çözümünde Kullanılan Grafikselle Teknikler

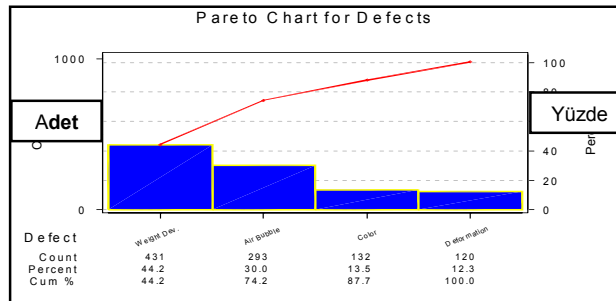
Aşağıda problem çözümünde kullanılan grafikselle teknikler anlatılmıştır.

2.3.5.1 Pareto Diyagramı

19. yüzyılda yaşamış olan Pareto tarafından ortaya çıkartılmıştır. Problemleri veya meydana geliş sebeplerini önem ve sıklık sırasına göre gösteren bir araçtır. Şekil 2.11’de pareto diyagramı görülmektedir. Problemlerin gözlem sıklıkları ya da önem yüzdelerini gösteren, büyükten küçüğe dizilmiş sütunlardan oluşur. Pareto prensibine göre “sorunun %80’i problemlerin %20’sinden gelir“. Pareto şemalarında, en önemli ya da en sık görülen probleme ait sütun şemanın en solunda gösterilir. Amaç, kullanıcının dikkatini bu sütun üzerine çekmek ve vakit kaybını en aza indirmektir [16, 20].

Kullanım amaçları:

- Problemlerin ya da bu problemlerin meydana geliş sebeplerinin arasında en önemlilerinin görsel olarak saptanıp değerlendirilmesi.
- Hangi problemler üzerinde durulması gerektiği kararının verilmesi.
- Değişen zaman içinde performans değişimlerinin gözlenmesi.



Şekil 2.11 Pareto diyagramı

2.3.5.2 Kayıt / Kontrol Formları

Kayıt/Kontrol Formları grafiksel teknikler içinde en yararlı olan sorun belirleme aracıdır. Genelde hataları kaydetmek için kullanılır. Olay(lar) zaman, vardiya, parti, vb. temelinde kaydedilir. Nedensel analiz için bilgi sağlar [20].

2.3.5.3 Sebep Sonuç Diyagramları

Bir sonuç ve buna sebep olabilecek değişik etkenler arasındaki ilişkilerin grafik açıklamasıdır. Bir problemi doğuran ya da etkileyen sebep ve faktörleri belirlemek amacıyla oluşturulur. Problemlere daha geniş bir çerçeveden bakma olanağı sunar. Problemin teşhisini ve süreç iyileştirmeyi kolaylaştırır.

Problemin teşhis aşamasında, sapmayı yaratan olası sebeplerin yeniden düzenlenmesinde; karar alma safhasında olası faaliyetleri düzenlemede; planlama safhasında, gelecekte karşılaşılabilecek sorunların nedenlerinin yeniden düzenlenmesinde; ayrıca çalışanlar arasında bilgilendirmeyi arttırmada kullanılır.

Grafiksel analiz, verilerden hareketle ilgilenilen süreç hakkında kolaylıkla bilgi edinilmesini sağlayan kolay ve etkili bir yoldur. Genel bir kural olarak, derlenen verilerin daha karmaşık bir araçla analizinden önce, mutlaka verilerin grafiğinin çizilmesi gerekmektedir [16, 20].

3. ALTI SİGMA ALTYAPISI

3.1 Altı Sigma'nın Uygulanması

Altı Sigma'nın uygulanabilirliği konusunda yukarıdaki açıklamalardan sonra, bu başlık altında, Altı Sigma uygulamasına karar vermiş bir şirketin düzgün ve verimli işleyen bir sistem kurabilmesi için hangi noktaları temel alması gerektiği ve nasıl bir yol izlemesi gerektiği konuları anlatılacaktır.

Altı Sigma projelerinin verimli olabilmesi için öncelikli olarak firmanın önem vermesi gerekli temel bazı bileşenler vardır. Bunlar sırasıyla aşağıda açıklanmaktadır.

3.1.1 Üst Yönetimin Tam Destek Vermesi

Altı Sigma'yı uygulayan çoğu kişiye göre, Altı Sigma'nın verimli ve etkili olabilmesindeki en önemli faktör üst yönetimin sürekli ve istekli bir şekilde destek vermesidir [23]. Firmaların en üst seviyesindeki kişiler, Altı Sigma aktivitelerinin uygulanmasını sağlayan kişilerdir. Birçok büyük firmanın üst düzey yöneticilerine bakıldığında, kendilerinin aktif olarak Altı Sigma uygulamalarına katıldığını ve firma çapında yayılması için çalıştığını görürsünüz. Buna en güzel örnek, GE'in CEO'su Jack Welch'tir. Jack Welch Altı Sigma'nın, firmasındaki iş organizasyonunu ve çalışan davranışlarını tekrardan yapılandırmasına kuvvetli bir şekilde izin vermiştir. Kendisi de bizzat bu çalışmalara katılmıştır [23]. Başka bir örnek ise, Allied Signal firmasının CEO'su Lawrence Bossidy'nin Altı Sigma uygulamasını firma çapında başlatmasıyla, ulaşılması zor finansal hedeflere kolaylıkla erişilebileceğini göstermesidir [24]. Altı Sigma uygulamalarında haftalık ve aylık kalite indekslerini gözden geçirmeler, fabrika sahasına firma kültüründe Altı Sigma'nın ne durumda olduğunu gözlemleyebilmek için yapılan ziyaretler, tüm projelerin takibi gibi aktiviteler, yöneticiler tarafından yapılması gerekli işlemlerdir. Bunların yanında kurumun tüm paydaşlarına, Altı Sigma uygulaması sonucu elde edilen iyileştirmeler de yapılan her toplantıda ve raporda sunulmaktadır. Altı Sigma gibi bir kalite oluşumunun başlatılabilmesi için üst yönetimin işi sahiplenmesi ve uygun

kaynakların ve eğitimlerin de tedarik edilmesi gerekmektedir [25]. Üst yönetim projelere bizzat katılmalıdır. Firmadaki süreç yönetim sisteminin hakimi olmalıdır. Eğer ki bunlar gerçekleştirilmez ise bu tarz bir oluşumun firmada başlatılmasına şüpheyile bakılacak ve bu oluşumun başarılı olabilmesi için gerekli olan enerji zayıflayacaktır [14].

3.1.2 Kültürel Değişim

Altı Sigma uygulaması firmada kesinlikle bir kültür değişimine sebep olacaktır. Buna bağlı olarak firmanın değerleri de değişecektir. Fakat bu değişim kolay olmayacaktır. Çünkü çalışanlarda yeni bir şeye karşı bilinmezlikten dolayı her zaman korkuyla yaklaşma durumu gözlenir. Bu sebeple çalışanlar değişimin gerçekten gerekli olabileceğinin farkında olmazlar. Buradaki en önemli noktalardan bir tanesi Altı Sigma'nın çok açık, hataya yer veren ve güvenilir bir çalışma ortamını desteklemesi ve bunun sonucunda iyileştirme fırsatlarının ortaya çıkartılmasını sağlamasıdır [26]. Örgüt çapında bir değişiklik, çalışanların işin nasıl yapılması gerektiği konusundaki inançlarının değişme seviyesine paralel olarak zorlanır. Bu noktada değişime karşı direnci Eckes dört farklı faktör altında tanımlamıştır [27]:

- a. *Tekniksel*: Çalışanlar istatistik bilimini anlama konusunda zorlanırlar. Bunun için eğitim gerekmektedir.
- b. *Politik*: Buradaki sorun, çözüm bulunacak bir kaybın gerçek olup olmadığının bilinmemesidir. Önceden çözüm aranacak nokta için kesin bir değişim gerektiğinin ve bu değişimin o noktaya olan yararının gösterilmesi gerekmektedir.
- c. *Kişisel*: Buradaki durum şirketten bağımsız olarak, çok stresli kişilerin oluşturduğu bir dirençtir. Yapılacak iş bu kişilerin üzerinden stresi almak amacıyla iş yüklerinin yeniden planlanması ve gerekirse iş yüklerinin azaltılmasıdır.
- d. *Örgütsel*: Eğer ki bir kurumda çalışan herkes hatta üst yönetim tarafından da kabul edilmiş inançlar varsa bunların değişmesi çok zor olacaktır. Böyle bir durumda yönetimdeki kişilere Altı Sigma tarzında bir oluşumun yararları çok iyi bir şekilde anlatılmalıdır.

Yukarıda sayılan bu tarz direnç davranışlarının en iyi şekilde üstesinden gelebilmek için kurumların içlerindeki iletişim, motivasyon ve eğitim aktivitelerini arttırmaları ve sürekli olarak bu aktiviteleri devam ettirmeleri gerekmektedir.

3.1.3 İletişim

Altı Sigma oluşumunun şirket çalışanları tarafından anlaşılması için iletişim çok önemlidir. Bu şekilde sadece Altı Sigma kavramının ne olduğu değil, işleriyle nasıl bağlantılı olduğu ve kendilerine işlerinde ne gibi faydalar sağlayacağı gibi bilgiler de öğrenilir. Örnek vermek gerekirse Sony firmasında, Altı Sigma uygulanmaya başladığında iletişim planı için hazırlanmış bir slogan vardı (“Bana veriyi göster”). Bu şekilde gerçeklere dayalı yeni bir yönetim tarzına geçiş olmuştur [28]. Kurum içerisinde iletişim programı hazırlarken neyin, kim tarafından, ne sıklıkta iletileceği çok iyi kurulmalıdır. Böyle bir program kurumlara iş stratejilerinde çok yardımcı olmaktadır. Altı Sigma projeleri tamamlandıktan sonra sonuçları yayınlanmalıdır. Fakat burada sadece başarı hikâyeleri değil, başarısızlıklar da yayınlanmalıdır ki bir daha o hatanın yapılmaması için ders alınsın.

3.1.4 Altı Sigma ve İnsan Kaynakları Arasındaki İlişki

Altı Sigma uygulanan bir şirkette, uzun dönemde amaçlar bireyler tarafından özümseilir. Bireylerden arzulanan sonuçları elde edebilmek için, insan kaynakları temelli bazı aktivitelere önem vermek gerekir. Literatürdeki bazı araştırmalar, yüksek performans gösteren firmaların %61 kadarının iş stratejilerini verdikleri ödüllerle ilişkilendirdiğini göstermektedir [24]. Bu noktada, ödüllendirme sisteminin etkin bir şekilde işleyebilmesi için insan kaynakları üzerine büyük yük düşmektedir.

3.1.5 Altı Sigma ve Tedarikçiler Arasındaki İlişki

Şirketlerin, Altı Sigma uygulamalarını şirket duvarlarının da dışına taşımaları gerekmektedir. Bunu yapmanın yollarından bir tanesi, şirketin üretim yapması için gerekli olan parçaları gönderen tedarikçileriyle bu uygulamayı paylaşmalarıdır. Geleneksel yöntemde, maliyeti azaltma amaçlı birçok tedarikçiyle çalışmak düşüncesi hâkimdi. Fakat Altı Sigma felsefesinde, Altı Sigma’yı çok iyi uygulayan birkaç tedarikçiyle çalışmak düşüncesi hâkimdir [14]. Ayrıca kazan-kazan felsefesi, satın alan ile tedarikçi arasında geçerli olmalıdır.

3.1.6 Altı Sigma İçeriğindeki Araçları ve Teknikleri Anlamak

Kuşak eğitimi sırasında, çalışanlar kullanılan araçları ve teknikleri üç ana grupta öğrenirler. Bu üç ana grup, takım araçları, süreç araçları ve liderlik araçları olmak üzere isimlendirilebilir. Elde edilen bilgilerden, çalışanların Altı Sigma metodolojisini anlamalarının ve geliştirmelerinin önemli bir olgu olduğu ortaya çıkmaktadır. Metodoloji kurumdan kuruma farklılık göstermektedir. Her kurum kendisine en uygun araçları ve teknikleri belirlemelidir. Altı Sigma uygulamasında herkes tarafından bilinen iki çeşit metodoloji vardır [23]:

- Problem çözme metodolojisi olarak bilinen TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz Etme, İyileştirme, Kontrol Etme) döngüsü ve
- Önleyici metodoloji olarak bilinen ise “Altı Sigma için Tasarım” kavramıdır. Altı Sigma için Tasarım kavramı tek bir döngüden oluşmaz. Firmaların kendilerine göre adapte ettiği farklı döngüler mevcuttur. Bunlar arasında en popüler olanı TÖATD (Tanımlama, Ölçme, Analiz Etme, Tasarlama, Doğrulama) döngüsüdür.

3.1.7 Proje Yönetim Becerileri

Proje müdürleri, şampiyonlar, kara ve yeşil kuşaklar proje yönetiminin, zamanın, maliyetin ve kalitenin anahtar elemanlarını göz önünde bulundurmalıdırlar. Bu şekilde en kısa zamanda, en düşük maliyetle de ihtiyaçlar karşılanmış olur. Bunu sağlamak için, farklı departmanlardan kişilerin katılımıyla takımlar oluşturulmalı ve müşteri beklentilerini en iyi şekilde tanımlayarak, iş stratejilerini gerçekleştirecek bir vizyona sahip kişiler bu takımlara liderlik etmelidir.

3.1.8 Proje Önceliklendirme ve Seçim

Altı Sigma projeye dayalı bir uygulama olduğu için kuruma maksimum finansal yarar sağlayacak projelerin seçilmesi için önceliklendirme çok önemli bir işlemdir. Seçilecek projeler kurumun iş amaçlarıyla çok yakından ilişkili olmalıdır [29].

Seçilecek projelerin daha çok kurumun en önemli amaçlarından olan rekabetçi avantajını, karlılığını ve proses döngü zamanını iyileştirecek projeler olması gerekmektedir. Proje seçiminde birçok kriter vardır. Harry ve Schroeder’e göre proje seçimi için muhtemel karar verme kriterleri aşağıdadır [24];

- MFBH (DPMO)
- Net Maliyet Tasarrufu
- Kötü Kalite Maliyeti
- Kapasite
- Döngü Zamanı
- Müşteri Tatmini ve
- İç Performans

Projeler seçilirken, projelerin kapsamının ve sınırlarının tanımlanması yanında projeyi yapacak takımın hangi işi yapacağını ve yapmayacağını da belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, seçilen projelerin amaçları müşterilerden gelen kritik kalite gereksinimlerini yansıtmalıdır.

3.2 Altı Sigma Yol Haritası

Altı Sigma uygulaması için gerekli olan kritik başarı faktörleri anlatıldıktan sonra, Altı Sigma sisteminin en iyi şekilde oluşmasını ve iyileştirmelerin en etkili şekilde uygulanmasını sağlamak için gerekli olan ideal yol haritası incelenecektir. Peter S. Pande'ye göre başarıya ulaşmak için gerekli olan temel beceriler beş adımda gösterilebilir [14]:

Temel Süreçlerin ve Kilit Müşterilerin Belirlenmesi: Bu adımdan elde edilecek bilgilerle kurumun bütünü hakkında çok daha ayrıntılı ve doğru bir bilgi sahibi olunur. Bu şekilde ne yapılması gerektiği çok daha net görülür. Kurum hakkında eksik bilgiye sahip olmak, yani resmin tamamını görememek kesinlikle iyileştirme çalışmalarının boşa gitmesi demektir. Bu adımdan gelecek bilgiler ikinci adım olan müşteriler hakkında bilgi toplamak amacıyla kullanılacağı için çok önemlidir.

Müşteri Gereksinimlerinin Tanımlanması: Müşterilerin ne istediğini tam olarak bilmeden, şirketin eksikliklerini tam olarak anlamak olanaksızdır. Eğer ki eksiklikler net biçimde ortaya konamazsa veri toplama aşamasında, başarısız olan alanların gözden kaçırılması olasıdır. Başarısız olan alanlar iyileştirilmezse, istenilen sonuca asla ulaşamaz.

İkinci adımın mantığı da başarı için çok önemli bir faktördür. Müşteri için her zaman en iyisini ben bilirim düşüncesi ve değişen pazar şartlarına hiçbir şeyden haberdar olunmadığı halde çok iyi uyum sağlandığı düşüncesi gibi mantıksal hatalar şirketler için çok tehlikelidir. İleride ayakta kalacak şirketlerin tümü müşterilerinin sesine sürekli olarak gerçekten kulak verenler olacaktır.

Mevcut Performansın Ölçülmesi: Mevcut durumla müşteri taleplerinin ne derece iyi karşılandığını ve bunun nasıl gelecekte de sürdürüleceğini gösteren aşama bu aşamadır. Bu aşamada ölçüm sistemlerinin mevcut süreç performansı üzerinde çok kaliteli veri toplaması gerekmektedir. Çünkü yanlış belirlenen süreç performansı, karşılaştırma sırasında müşteriden gelen çok önemli taleplerin gözden kaçmasına sebep olur. Çok mutsuz müşteriler ve aşırı verimsiz süreçler olabildiği gibi çok mutlu müşteriler ve aşırı verimsiz süreçler de olabilir. Birinci durum gibi ikinci durum da karlı değildir. Bu aşamada sağlanan yararlar aşağıda verilmiştir [14];

- Bir ölçüm altyapısının oluşturulması; İleride oluşabilecek değişimlere karşı çok hızlı cevap verilmesine katkı sağlar. Bu ölçüm verileri zamanla toplanarak atik ve sürekli iyileşen bir Altı Sigma kuruluşu oluşturmak için temel veriler haline gelir.
- Önceliklerin bilinmesi ve kaynaklara odaklanılması; Acil ve/veya potansiyeli yüksek yatırımların nerelere yapılacağı konusunda, bu ölçümlerin sonuçları çok iyi bilgi verir.
- En iyileştirme stratejilerinin seçilmesi; ölçüm sonuçları sayesinde kronik problemlerin neler olduğu anlaşılır.
- Taahhütlerin ve yeterliliklerin uyumu; özellikle üreticiler ile satışçılar arasındaki iletişim problemlerinin buradan gelecek ölçüm sonuçlarıyla desteklenmesi gerekmektedir ki hem müşterinin gerçekten ne istediği hem de kuruluşun gerçekten ne sunabileceği tam olarak belirlenebilsin.

İyileştirmelerin Öncelik Sırasına Konulması, Analiz Edilmesi ve Uygulanması: Bu aşamada kurumun kaldırabileceğinden daha ağır bir yükün altına girmeden, öncelikli olan iyileştirme alanlarının seçilmesi gerekmektedir. İyileştirme çalışmaları, hataları ortadan kaldırmak, süreç verimliliğini ve kapasitesini arttırmak için en iyi teknikleri içeriyor olmalıdır.

Altı Sigma Sisteminin Yayılması ve Entegre Edilmesi: Bir şirketin Altı Sigma performansı, bir dizi iyileştirme projelerinin sonucunda ortaya çıkmayacaktır. Gerçek performans, Altı Sigma'nın temel konularına ve yöntemlerine uzun süreli bağlılıkla ortaya çıkacaktır. Bu aşama, Altı Sigma uygulayan bir şirketin uzun vadeli vizyonunu ortaya koyan aşamadır. Diğer şirketlere kıyasla şirketin rekabetçi durumunu göz önünde bulundurur.

Yukarıdaki yol, Altı Sigma konusunda tecrübesi olan birçok kişi tarafından kabul görmektedir. Uygulamada bu yol izlenmesi ile elde edilecek yararlar aşağıdadır [14]:

- Bir şirketin, süreçlerin ve müşterilerin iç içe geçmiş olduğu bir sistem olduğunu daha iyi anlamak.
- Altı Sigma iyileştirmelerinden olabilecek en iyi biçimde yararlanmak için daha doğru kararlar almak ve kaynakları daha verimli kullanmak.
- Daha sağlıklı ön bilgi ve daha iyi proje seçimi sayesinde iyileştirmelerin çevrim sürelerinin kısılması.
- Altı Sigma'dan elde edilen kazançların ister parasal, ister azalan hatalar, isterse müşteri memnuniyeti ya da diğer göstergeler olsun daha somut görülmesi.
- Değişimi destekleyecek ve sonuçları sürekli kılacak daha güçlü bir altyapı.

3.3 Altı Sigma Uygulama Kararının Alınması

Altı Sigma'yı uygulamanın şirketler için gerçekten doğru olup olmadığını anlamak için birçok konunun aydınlatılması gerekir. Bu konuların en önemlisi, Altı Sigma yatırımının maliyeti ve bu yatırımın geri dönüşünün ne zaman ve ne kadar olacağıdır.

Altı Sigma uygulamasının en başında ilk yatırım maliyetleri gelir. İlk yatırım maliyetleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir [14, 16]:

- Doğrudan harcamalar; çalışanların doğrudan katılımı ve harcadığı zaman
- Dolaylı harcamalar; üst düzey yöneticilerin harcadığı zaman
- Eğitim ve danışmanlık; çalışanlara Altı Sigma becerilerinin öğretilmesi ve çalışmaların nasıl başarıya ulaştırılabileceği konusunda tavsiye verilmesi

- İyileştirmeleri uygulama maliyetleri; yeni çözüm ya da süreç tasarımlarının uygulamaya konulması için gerekli harcamalar
- Diğer masraflar; ulaşım, ekipman, eğitim tesisleri, konaklama, ofis ve toplantı mekanları

Altı Sigma uygulanması sonucu başlatılan iyileştirme projelerinin ne kadar zamanda tamamlanacağı ve sonuçlarının ne zaman elde edileceği tam olarak tahmin edilemez. Çoğu zaman projeler planlanandan çok daha uzun sürebilir. Buna bağlı olarak getireceği kazanç da kendini çok sonra gösterebilir. Yatırım kararı açısından Altı Sigma faaliyetlerinden elde edilecek kazancın, faaliyete başlamadan önce tam olarak hesaplanabilmesi de gerçekten çok zordur. Yapılacak hesaplar tamamen tahminlere dayalı olacaktır. Çünkü elde edilecek kazancın ne kadar olabileceğinin tam olarak bilinebilmesi, birçok faktörün çok detaylı olarak incelenmesine bağlıdır. Maliyeti oluşturacak bütün faktörlerin tam olarak incelenemeyecek olmasının nedenleri arasında aşağıdakiler gösterilebilir [14, 30]:

- Bir kuruluştaki bütün sorunların doğurduğu maliyetlerin tek rakama dökülmesi, çok uzun bir çalışma gerektirir. Bunun yerine çoğunlukla tahminlere/sezgilere dayanmak zorunda kalınır.
- Kazançların hangi düzeye kadar ulaşabileceğini bilmek, birisinin o sorunla ilgili gerçek analizler yapmasına başlamadan önce, tahminden öteye geçmeyecektir.
- Dış etkenlerin sayılarla ifade edilmesi zordur. (Ne kadar yeni müşteri kazanılacağı, mevcut müşterilerin kaç tanesine hatasız ürünler sunulacağı, vb...)
- Her şeyle aynı anda ilgilenme olasılığı yoktur. Altı Sigma'nın kısa vadedeki başarısı ve getireceği parasal kazanç doğrudan doğruya iyileştirme projeleri arasından hangilerinin seçileceğine bağlıdır.

Yine de başlangıçta yapılan yatırımın sonucunda elde edilebilecek potansiyel Altı Sigma kazançlarını parasal olarak en iyi şekilde tahmin etmenin yolu, iyileştirme fırsatları arasından geneli temsil edebilecek birkaçı için ayrıntılı mali kazanç analizi yapmak ve sonra da bütün kuruluştaki buna benzer ne kadar fırsat olabileceğini tahmin etmektir. Ulaşılabilecek sonuç yine de bir tahmindir.

Buradaki maliyet/kazanç ilişkisi dışında Altı Sigma'nın şirketlere uygun olup olmadığının anlaşılabilmesi için irdelenmesi gereken birçok konu vardır. Bu konuların başında tamamen bir değişim kararını benimseyebilme istekleri ve bu değişimi yapabilme kabiliyetleri gelmektedir. Bu değişim, kuruluşun performansını arttıracak yöntemleri öğrenmeye yönelik bir karardır.

Altı Sigma, işin yönetilme biçimini değiştireceği için çok temel bir değişim sağlar. Bu değişime başlamak için öncelikle “Kuruluşu yönetmenin daha iyi bir yolu var” diyebilmek veya da böyle bir değişimin gerekliliğini hissetmek gerekir. Bu karara hazır olup olunmadığının anlaşılabilmesi için göz önüne alınması gereken çok temel sorular ve olgular vardır.

3.3.1 İşin Bugünkü Durumunu ve Geleceğini Değerlendirmek

İşin bugünkü durumunu, kısa ve uzun vadede gelecekte alacağı şekli değerlendirmek için sorulması gereken temel sorular [14, 16];

- Şirketin stratejik rotası belirgin mi?
- Gelir ve büyüme hedeflerine ulaşmak için uygun fırsatlar mevcut mu?
- Şirket yeni koşullara etkin ve verimli bir biçimde uyum sağlama konusunda yeterli mi?

Yukarıdaki sorulara verilecek yanıtlar sonucunda şirketin çok iyi durumda olduğu ve Altı Sigma'ya gerek olmadığı kararına ulaşılabilir. Intel gibi başarılı bir şirketin başındaki kişi yazdığı kitaba “Yalnızca Paranoyaklar Hayatta Kalır” başlığını koyuyorsa bunu bir uyarı olarak algılamak gerekir. Bununla birlikte ortaya çıkan olumlu tablo, Altı Sigma'nın gerekliliğini de gösterebilir. Gelecekte ortaya çıkabilecek felaketleri ortadan kaldırmak amacıyla Altı Sigma'yı benimseyen kuruluşların yanında, büyümeyi hızlandırmak ve kalıcı hale getirmek, rakipleri karşısındaki üstünlüklerini koruyabilmek amacıyla da Altı Sigma'yı uygulayan firmalar vardır.

3.3.2 Mevcut Performansın Değerlendirilmesi

Gelecek, bir şirket için ne kadar parlak olursa olsun mevcut sorunlar Altı Sigma çalışmalarının potansiyel önemini artırır. Mevcut durumu değerlendirmek için gereken temel sorular [14, 27];

- Mevcut toplam iş çıktıları nelerdir?
- Müşteri gereksinimlerine odaklanma ve onları karşılama konularında başarı oranı nedir?
- Verimli çalışma oranı nedir?

Yukarıdaki sorulara verilecek cevaplara göre bazı sonuçlar çıkarılabilir. Eğer her şey yolunda ise Altı Sigma'ya ayrılacak maliyete katlanmak gereksiz olabilir. Bununla birlikte gelecekte değerlendirilmesi gerekli büyük iyileştirme fırsatları görünüyorsa Altı Sigma'yı uygulamak çok faydalı olabilir.

Bunların yanında sadece iş kültürünü ve çalışma alışkanlıklarını iyileştirme amaçlı bile firmalar Altı Sigma'yı uygulayabilirler. Bu sayede tepkisel bir tarzdan aktif, proaktif bir yönetim tarzına geçiş yapabilirler. Tepkisel yönetim tarzının getirdiği maliyetlerden de kurtulabilirler. Şirketin iyileşmesini sağlayacak en iyi fırsatların ne olduğu da açıklığa kavuşturulması gerekli önemli bir noktadır. Bir de müşteri konusundaki bilgi ve ölçüm sistemlerinin ne derece etkili olduğu kesinlikle bilinmelidir. Böylece Altı Sigma uygulaması yönünde karar verme açısından daha çok bilgiye sahip olunur.

3.3.3 Değişim ve İyileşme İçin Gerekli Sistem ve Kapasitenin Değerlendirilmesi

Şirketin içinde bulunduğu mevcut iyileştirme süreci ve yeni bir girişimi kabullenmeye hazır olup olmadığının değerlendirilmesi için gereken sorular [14, 30];

- Mevcut iyileştirmeler ve değişim yönetim sistemi ne kadar etkili?
- Çok departmanlı süreçler nasıl yönetiliyor?
- Değişim çabaları ya da etkinliklerden başka hangileri Altı Sigma girişimi ile çelişebilir ya da onu destekleyebilir?

Buradaki amaç olası bir Altı Sigma uygulaması için zamanlamayı ve işin ne kadar hazırlıklı olduğunu saptamaktır. Birinci (öngörülen gelecek) ve ikinci (mevcut performans) değerlendirme faktörleri Altı Sigma'yı uygulamak için kuvvetli nedenler ortaya koymuş olsa bile, yürütülen iş mevcut durumuyla güçlükleri alt etme kapasitesine zaten sahip olabilir. Ya da mevcut çalışanlar, sistemler ve kaynaklar başka çaba ve değişimlere yönlendirilmiş olabilir. Böyle bir durumda Altı Sigma

alışmalarının gereksinim duyduğu yönetici, zaman ve enerji kaynakları ayrılamayacak demektir.

3.3.4 Değerlendirmenin zeti: Üç Temel Soru

Yapılmakta olan iş, gelecek ve mevcut durum perspektifinden ve organizasyonla ilgili etkenleri de göz önüne alarak değerlendirildikten sonraki hedef, “Kuruluşta Altı Sigma’yı uygulamak ya da en azından ciddi olarak düşünmek” konusunda karar vermektir. Bu aşamada, irdelenen bütün noktalar üç temel maddeye indirgenebilir[14, 30]:

1. Net kar, kuruluş kültürü ya da rekabet açılarından bakıldığında değişim bu kuruluş için gerekli mi?
2. Altı Sigma’nın kuruluşa uygulanabilmesi için kuvvetli bir stratejik neden bulunabiliyor mu? Bir başka değişle, “Bu işin başını çekenler Altı Sigmaya inanıp sahip çıkacaklar mı?”
3. Kuruluşun mevcut iyileşme sistem ve yöntemleri, başarılı ve rekabet gücü yüksek bir kuruluşu ayakta tutacak kapsamlı değişimi sağlayabilir mi?

3.3.5 Altı Sigma Hangi Durumlarda Uygun Değildir

Altı Sigma uygulama aşamasında kuruluştan birilerinin Altı Sigma için koşulların uygun olmadığını sezebildiği durumlar varsa, Altı Sigma uygulaması koşullar uygun olana kadar ertelenmelidir. Altı Sigma uygulamasına başlamama kararına götürecek koşullar arasında aşağıdakiler bulunur [14, 31];

- Kuruluş, güçlü ve etkili bir performans iyileştirme programını halihazırda yürütüyor olabilir. Eğer sorun çözme ve süreç tasarlama çalışmasını destekleyen sistem ve araçlar zaten kullanılıyorsa, Altı Sigma farklı bir değer katmayabilir, hatta insanların kafasını karıştırabilir.
- Kuruluşun mevcut değişim süreci, çalışanları ve kaynakları yeteri kadar meşgul ediyor olabilir. Bir kuruluşun kaldırılabileceği iş yükünün çok iyi belirlenmesi gerekir. Altı Sigma’yı mevcut diğer değişim programlarına, kuruluşun iş yükünü kaldırılabileceğinden daha fazla arttırmayacak şekilde bütünleşmiş ederek kullanmak başarıyı arttırır.

- Ortada potansiyel bir kazanç gözükmebilir. Altı Sigma uygulanması için yapılacak yatırımın karşılığının nasıl ve ne zaman alınabileceği çok iyi belirlenmelidir. Eğer yatırımın karşılığının alınacağına inanılmıyorsa uygulanmamalıdır.

3.4 Organizasyon Yapısı

Altı Sigma'nın başarısı bir kurumdaki herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu nedenle Altı Sigma organizasyonlarında tüm personele aldıkları eğitimin türüne göre farklı ünvan, yetki ve sorumluluklar verilir. Verilen ünvanlar şirketten şirkete farklılık gösterebilir. Bazı şirketlerde genel kabul gören ünvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklenirken, bazılarında ise sadece birkaç kuşakla yetinilmektedir.

Bir şirket, Altı Sigma uygulamalarına geçmeden önce kendisi için en uygun yapıyı belirlemelidir. Aşağıda anlatılan yapı çoğu büyük firmalarda gözlenen yapıdır [32].

3.4.1 Üst Kalite Konseyi

Altı Sigmada projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan kara kuşaklar tarafından yürütülür. Yürütülen bu projelere üst yönetim tarafından yeterli destek sağlanmazsa, projelerin başarılı olma ihtimali yoktur. Yani üst yönetim, Altı Sigma hakkında bilgi edinmek için zaman harcamaz, projeler için en nitelikli personellere görev vermez ve ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamazsa kara kuşakların başarı şansı olmayacaktır.

Büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyi oluşturulması yararlı olacaktır. Bu konseyin görevleri şunlar olacaktır [32]:

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,

- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlmek,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak şeklinde özetlenebilir.

3.4.2 Yönetim Temsilcisi

Altı Sigma faaliyetleri başarıyı yakalayabilmek için, üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmelidir. Üst yönetim temsilcisi, yönetim adına karar verebileceği için, proje çalışmaları sırasında çıkan sorunların çözümü için konsey toplantısı beklenmeyecektir.

Bu temsilcinin görevleri şunlar olacaktır [32]:

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

3.4.3 Kalite Şampiyonu

Kalite şampiyonu, iyileştirme projelerini Üst Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişi/kişilerdir. Altı Sigma projelerinde bir yönlendirme söz konusudur. Bu yönlendirme takımların inisiyatiflerine ve yaratıcılıklarına zarar vermeyecek şekilde olmalıdır. Aynı zamanda işletme amaçlarına doğrudan katkı sağlamayan projelere zaman harcanmasını önlemelidir[14].

Kalite şampiyonunun başlıca görevleri [32]:

- İyileştirme projelerinin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak,
- İyileştirme takımlarının kaynak ihtiyaçlarını yönetim temsilcisine bildirmek,
- İyileştirme takımları arasında koordineyi sağlamak,
- Hızını yitiren çalışmalara müdahale etmek, gerektiğinde kapsam değişikliği, yeni personel görevlendirmesi vb. tedbirler almak,
- İyileştirme projelerinin tamamlanma sürelerini belirlemek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini onaylamak şeklinde özetlenebilir.

3.4.4 Uzman Kara Kuşak

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

Uzman kara kuşağın başlıca görevleri [32]:

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

- Çalışanları bilgilendirmek suretiyle Altı Sigma'nın organizasyon çapında benimsenmesine katkı sağlamak şeklinde özetlenebilir.

3.4.5 Kara Kuşak

İyileştirme takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derece sorumludur. Kara kuşak görevini yürüten kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Kara kuşaklar Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı sorunlar getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar. Bunun için kara kuşaklar, uzman kara kuşak ya da dış eğitim kuruluşları tarafından ortalama dört hafta süreli eğitime tabi tutulurlar. Kara kuşaklar bir veya iki proje tamamlamadıkları sürece, tam olarak kalifiye olmazlar. Kara kuşak eğitimleri, farklı istatistiksel tekniklerin özenli bir şekilde öğrenilmesini ve bu araçların gerçek iş çözümlerinde kullanılmasını kapsar. Yürütülen projelerin tamamlanma süresi dört ila sekiz ay arasında değişir. Birkaç proje eş zamanlı yürütülebilir [33].

Kara kuşakların başlıca görevleri [32]:

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

3.4.6 Yeşil Kuşak

İyileştirme takım üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir. Bunun için Yeşil kuşaklar proje takımlarının belirlenmesinden sonra ortalama iki hafta süre ile eğitime tabii tutulurlar [32].

3.5 Proje ve Takım Liderliği

Altı Sigma projelerinde dört çeşit liderlik stili duruma göre gerekli olabilmektedir. Liderlik stili, takımdaki diğer kişilerin performanslarının pozitif etkilenebilmesi için liderlik yapan kişinin nasıl davrandığıdır. Dört çeşit liderlik stili vardır [16];

- *Emredici:* Altı Sigma metodları hakkında bilgisi olmayan ama proje çalışması için istekli olan kişiler için. Bu kişilerin işe başlaması için yönetime ve denetime (gözetlenmeye) ihtiyaçları vardır.
- *Öğretici:* Altı Sigma metodları hakkında bilgisi olan ama proje çalışmasına bağlılığı olmayan kişiler için. Bu kişilerin bağlılığını ve saygınlığını karar verme sürecinde tekrardan kurmak için yönetime, denetime, desteğe ve övülmeye ihtiyaçları vardır.
- *Destekleyici:* Bilgisi olan fakat güveni ve motivasyonu olmayanlar için. Bu kişilerin yönetime ihtiyaçları yoktur. Güvenlerini, motivasyonlarını güçlendirmek için desteğe ihtiyaçları vardır.
- *Temsil edici:* Hem bilgisi hem de bağlılığı ve isteği olan kişiler. Bu kişilerin sadece çok az desteğe ve denetime ihtiyaçları vardır.

Liderlik birçok insanın katıldığı ortak bir amaca yönelik çalışmalarda ortaya çıkar. Liderlik, takımda çalışan kişilerin, liderin otoritesini tanınması ve kabul etmesiyle ortaya çıkar. Otorite beş alana ayrılabilir. Uygulamada her biri birbirinin içinde kullanılmaya eğilimlidir [16]:

- *Korkuyla sağlanan otorite:* Otorite korkuyla ortaya çıkan bir ilham gücüne sahiptir. Fakat fazla korku endişeye sebep olup performans kalitesini düşürür.

- *Kurumsal otorite:* Bu otorite alanında, çalışanların kafasında tanımlanan temel çaba ortaya konur. Üstün bir başarı için ekstra efor gözlenmez.
- *Zihinsel otorite:* Bu otorite takımın amaçlarına katkı sağlayacak bilgisi olan kara kuşak tarafından sağlanır.
- *Kişisel otorite:* Takımın diğer üyeleri gözünde kara kuşağın kişisel durumuyla alakalıdır. Güven, saygı, sadakat tabanına dayanır.
- *İlham verici otorite:* Kendini projeye adayp hissel bir amaca sahip olma durumu sonucunda yüksek başarıyı yakalama durumudur.

Son üç otorite alanında kendini geliştiren kara kuşaklar hem etkin hem de takım üyeleri üzerinde anlamlı bir etkisi olan kişiler durumuna gelirler. Bu sebeple kendini geliştirmek kara kuşak için çok önemli bir olgudur. Eğer ki bir kara kuşak kendi kişiliğini güçlendirmek istiyorsa öncelikle kendisi hakkındaki yargılarını kimliklendirmeli ve analiz etmelidir. Kendi imajını değiştirmenin iki adımı vardır [16];

- Kendi çizdiği portreyi kimliklendirmeli ve analiz etmelidir.
- Gelişmesini istediği kişiliği ve rolü bilinçli olarak taklit etmeli ve davranışlarla göstermelidir.

3.6 Takım Üyesi Seçme

Altı Sigma projelerinde etkin bir takım çalışmasıyla başarıyı yakalayabilmek için uygun bir alanda uzmanlık (tasarım, operasyon, satın alma vb..) ihtiyaç olan olgudur. Bu olgu farklı kişiliklerin, iş davranışlarının, iş yapma stillerinin ve doğru becerilerin karışımıdır. Kara kuşak kendi takımında çalışan kişilerin nasıl davranış gösterdiğini iyi analiz etmeli ve her bireye farklı davranış göstermelidir. Eğer ki farklı stiller tanımlanırsa ve anlaşılırsa; güven, dostça ilişki ve kredibilite takım üyeleri arasında kurulabilir, takım rolleri şekillendirilebilir ve takım etkileşimleri herkesin yararına olacak şekilde yönetilebilir. Dört tane spesifik baskın stil veya davranışsal olgu tanımlanır [16, 30]:

- *Sürücü:* Sürücü sorumlu olmayı sever. Sonuç odaklıdır, rekabetçidir, yöneticidir, aktiftir, ikna edicidir, iddialıdır, karardır. İş yaparken özgür olmak ister. Takım çalışmasında talepkar, sabırsız, diğerlerinin davranışlarına

düşük toleranslı ve asempatik olabilir. Baskı altında diktatör, kabadayı olma eğilimindedir. Sürücü ile konuşurken kesin ve donanımlı olmak gerekir. Bir sorunun cevabını kendisinin keşfetmesini sağlamak gerekir. Konuşurken düşüncelere değil gerçeklere dayalı tartışma yapmak uygundur.

- *İkna edici*: İkna edici içtendir, sosyaldır, canlandırıcıdır, heveslidir, cana yakındır. Risk almaya eğilimli olabilir. Stres altında başkasına sözlü saldırarak stres altına girmesine sebep olabilir. İşlerin eğlenceli olmasını ve hızlı yürümesini sever. Bu kişileri düşünce geliştirmesi için cesaretlendirmek gerekir. Çok yüksek seviyede bağlılık beklenmemelidir.
- *Analist*: Analist problem çözmeyi sever, kesin gerçeklere ulaşır ve zamanı disiplinli kullanır. Düzenli olma, metodik davranma, ince ayrıntılara odaklanma ve gayretli olma eğilimindedir. Stres altında verimsiz bir şekle bürünür. Gücenme ve çekilme eğilimine girer veya da konu hakkında daha fazla bilgi talep edip süreyi uzatır. Analist ile konuşurken sistematik ve organize olmak gerekir. Onun ne anlatması gerektiğini değerlendirmesi için süre vermek gerekir.
- *Dost Canlısı*: Cana yakın, ilişki odaklı, sıcakkanlı ve arkadaşçıdır. Uyumludur, risklerden kaçınır, kararlılığı sever. Çalışma ortamında yardımsever, işbirlikçi, destekleyici ve güvenilir olma eğilimindedir. Ortamda gerçek hislerini saklayabilir. Stres altında sessizce gücenir ve verimsiz bir moda girer. Bu kişilere işin risk derecesini gösteren kişisel güvence vermek gerekir.

Bu stiller basittir fakat takımdaki bir kişinin başka bir kişiyle etkileşim yolunu efektif bir şekilde açıklarlar. En iyi stile sahip kişi yoktur. Yararlı olan stillerin çok iyi bir şekilde karışımıdır. Takım üyeleri en başarılı sonuç için başkalarına karşı kendi davranışlarını ve başkalarının davranışlarına gösterecekleri tepkileri ayarlayarak stillerini pozitif yönde yönetmeyi ve kullanmayı öğrenmelidirler. Bu durum kişinin kendi stilini duruma göre sık sık değiştirmesiyle olur. İnsanlar arası farklı durumlara uyum yeteneğine “davranışsal esneklik” denir. Başarılı bir takım çalışması için bireysel stiller tanımlanmalı, bireylerin güçlü yönleriyle oynanmalı ve zayıf yönlerin etkisi minimize edilmelidir.

4. ALTI SİGMA VE DİĞER KALİTE KAVRAMLARI

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 içerisinde çalışmaktadır.

İyi işleyen bir Kalite Yönetim Sistemi (ISO 9001:2000) Altı Sigma'nın aradığı bir altyapıdır. ISO 9001:2000'in temelini oluşturan sekiz 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. Ayrıca Japon guruların ortaya koyduğu Toplam Kalite Çemberleri ve Kaizen gibi kalite uygulamalarının da bütünleyicisi olan bir araçtır [2].

4.1 Toplam Kalite Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi, firmaların kendi kendilerini iyileştirebilmesine imkan veren bir yönetim metodolojisidir [2]. Toplam Kalite uygulaması diğer kalite girişimlerinin tersine üst yönetim tarafından yukarıdan aşağıya başlatılır. Şirket çapında çok geniş anlamda eğitim ve birçok proje takımının oluşumunu gerektirir. Toplam Kalite Yönetimi için kültürel değişim gerekli bir olgudur. Fakat kültürel değişim, uygulama kapsamının darlığından dolayı yeterli seviyede şirket geneline yayılamaz. Bu değişimler şirket içerisinde hem politik hem de kişiseldir. Liderlik bu tarz değişimlerde çok önemli bir yönetim gelişim aracıdır.

4.2 ISO 9000:2000 Kalite Sistemleri Ailesi

ISO 9000 sadece bir kalite sistemi değildir. Firmaların etkili birer rekabetçi olabilmeleri için standartlar bütünüdür. Yöneticilerin yüksek kaliteli çıktı elde

edecek şekilde iyileştirilmiş süreçlere sahip olmak için kullandıkları sekiz adet yönetsel prensip, bu standartların temelini oluşturmaktadır. Bu sekiz standart [31]:

1. Müşteri odaklı olmak.
2. Liderlik.
3. Çalışanın dâhil olması.
4. Aktivitelere ve kaynaklara süreç şeklinde yaklaşmak.
5. Yönetime sistemsel yaklaşmak.
6. Sürekli iyileştirme.
7. Stratejik tedarikçi ortaklığı.
8. Karar alma sürecine gerçekçi yaklaşımdan oluşmaktadır.

ISO 9000:2000 temel kalite yönetim sistemlerini tanımlar. Bu, standartlar ailesi içerisindeki diğer çeşitleri için ortak ve kolay anlaşılır bir dil belirtir. Bunlardan:

- ISO 9001:2000 = Firmaların, müşteri tatmini sağlayacak ve gerekli düzenlemelere uyacak şekilde ürün sağlama yeteneği için ihtiyacı olan, süreç tabanlı kalite sistem yönetimi gereksinimlerini belirler.
- ISO 9004:2000 = Uygulanacak kalite yönetim sisteminin etkinliğini ve verimliliğini sağlayacak yolları gösterir.

Bu iki standarttan ISO 9004 olanı Altı Sigma ile ISO 9001 arasında köprü niteliğindedir.

ISO 9000:2000 standartları sertifikasına sahip firmalar kalite sistem yönetimi sertifikasına sahip olmuş olurlar. Bu sertifika ürün sertifikası ile karıştırılmamalıdır. Altı Sigma ile bu standartlar ailesi her türlü kuruma uygulanabilir. Altı Sigma üzerine çalışan kişilerin ilgi alanında olması gereken standartlar aşağıdadır.

- ISO 10006 = Proje yönetiminde kalite için kılavuzluk eder.
- ISO/TR10012 = Ekipman ölçümü için kalite güvence gereksinimlerini belirtir.
- ISO/TR 10014 = Kalitenin ekonomik yönünün yönetilmesine kılavuzluk eder.
- ISO/TR 10017 = ISO 9001 için istatistiksel teknikleri gösterir.

Özetlemek gerekirse, ISO 9001 destekleyici standartlarıyla ve kuralcı yapısıyla Altı Sigma aktiviteleri için çok kullanışlı bir arka zemin gibi davranır.

4.3 Kalite Mükemmellik Modeli

Şirketlerin kalite yönetim sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde birçok kalite örgütü ulusal kalite ödül programları geliştirmişlerdir. Bu programlara katılan organizasyonlar ödül kazanmamış olsalar bile uygulama sürecinin sağladığı müthiş öz değerlendirme gelişimi ile büyük kazançlar sağlamışlardır.

Kalite ödülleri arasında Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü (MBNQA) ve Avrupa Kalite Ödülü (EQA) en önde gelen kalite ödülleriendir. Bu ödül sistemleri, daha sonraki ulusal kalite ödül programlarının gelişmesine önayak olmuşlardır ve ortaya koydukları modellerle örnek teşkil etmişlerdir.

Mevcut birçok kalite ödülü üç boyutlu bir değerlendirmeye tabidir: yaklaşım, yayılma ve sonuç. Yaklaşım boyutu, organizasyonun her alt kriterde öne çıkan bölüm ve konularını ne şekilde ifade ettiğini inceler. Yayılma boyutunda organizasyonun yapısında benimsenen yaklaşımın kapsamı gözden geçirilir. Sonuç boyutunda da benimsenen yaklaşım sonucu gerçekleşen başarının derecesi gözden geçirilir.

Önde gelen kalite ödülleri aşağıda anlatılmaktadır [31]:

4.3.1 Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü

Amerikan Hükümeti tarafından 1987 yılında yaratılmış, mükemmel performans için verilen bir ödüdür. Bu ödüle 1981 ile 1987 yılları arasında ticaret sekreterliği yapmış olan Mr. Malcolm Baldrige'in ismi verilmiştir. Bu ödülün yaratılmasındaki temel amaç Amerikan firmalarının, yabancı firmalarla güçlü bir şekilde rekabet edebilmesi için diğer firmalara örnek olabilecek en iyi uygulamaları oluşturmalarıdır. Amerika'daki firmaların satış gelirlerinin %20'si her yıl yetersiz kalite yüzünden boşa gitmekteydi. Bu sebeple maliyetleri düşük tutarak kaliteyi artırmak, verimliliği arttırmak bunlara bağlı olarak karlılığı arttırmak bu kalite ödülüyle sağlandı [16].

Bu kalite ödülünde liderlik, stratejik planlama, müşteri ve pazar odaklılık, süreç yönetimi, insan kaynakları odaklılık, iş sonuçları ve bilgi ve analiz olmak üzere yedi kategori üzerinden değerlendirme yapılır. Tüm bu kriterler üzerinden yapılan değerlendirme şirketin profilini ortaya koyar [31]. Bu kriterler, binlerce kurumun

alışan ilişkilerini, müşteri tatminini ve verimlilik artışını iyileştirmesi amacıyla kullanılır.

4.3.2 Avrupa Kalite Ödülü (EFQM)

Avrupa’da 1988 yılında bir grup Avrupa kökenli çok uluslu firma, Avrupa Kalite Yönetim Vakfı’nı kurmuşlardır. Bu kurum Avrupa’da sürekli mükemmellik için itici bir güçtür. İlk olarak verilmiş tarihi 1992 yılıdır.

Organizasyonunun içinde bulunduğu sektör, boyut, yapı ne olursa olsun EFQM Mükemmellik Modeli organizasyonların güçlü noktalarını, gelişim gösterecekleri alanları kavrayabilmeleri, çözüm için yapılması gerekenleri bulmaları açısından pratik bir araçtır. Bu model dinamik bir yapıya sahiptir ve en son yönetim anlayışları ile paralellik gösterir [31].

EFQM Mükemmellik Modeli sağlayıcılar ve sonuçlar olmak üzere iki bölümde ele alınabilecek dokuz tane kritere sahiptir. Sağlayıcı kriterler sonuçlara nasıl ulaşabileceği ile ilgilidir. Sonuç kriterleri ise organizasyonun ne derecede başarılı olduğunu gösterir. Sonuçların sebebi sağlayıcılardır. Beş sağlayıcı kriter: liderlik, politika ve strateji, insanlar, ortaklıklar ve kaynaklardır. Dört sonuç kriteri ise: müşteri sonuçları, insanların sonuçları, topluluk sonuçları ve anahtar performans sonuçlarıdır [31].

Altı Sigma ve iş mükemmelliği birbirlerini tamamlayan kavramlardır. Mükemmellik modelleri kuralcı değildir. Odak noktası sonuçlardır. Bu sebeple performans iyileştirmesi amaçlı uygulamalar için bir yol sunmaz. Altı Sigma ise koyduğu kurallar ile performans iyileştirmesi için harita görevi görür [31].

Altı Sigma içeriğinde, mükemmellik modelleri iyileştirme fırsatları oluşturmada ve önceliklendirmede ve sonuçlar için ölçüm kriterleri oluşturmada mükemmel bir araçtır. Bu modellerin kriterlerinin, kurum içerisinde Altı Sigma tanısal bakış açısından bakarak proje seçiminde kullanılması çok yararlı olur. Firmalar kendilerini değerlendirdiklerinde, üç boyutta kullandıkları mükemmellik kriterlerine cevap verirler [16]:

1. *Yaklaşım:* Uygunluk, etkinlik ve başarılan faydaların kanıtı
2. *Uygulama:* Yaklaşımın uygulanma genişliği ve seviyesi
3. *Sonuçlar:* Altı Sigma uygulamalarıyla ilişkili mevcut performans

4.4 Kalite Çemberleri

Kalite çemberleri insan odaklı bir kalite iyileştirme yaklaşımıdır. Üzerinde çalışılacak konuyla ilişkili insanların bir araya gelerek, çalıştıkları konuyu iyileştirme amaçlı kararlar almaları şeklinde bir oluşumdur. Çalışma grubu, konu üzerinde önerilerde bulunurken, üst yönetim kurum kültürüyle alakalı gelebilecek öneriler konusunda kişilerin rahat olmasını sağlamalıdır [2]. Grup genellikle 6 veya 12 kişiden oluşur ve belirli aralıklarla toplanır. Her grubun bir lideri vardır. Bu lider problem çözme teknikleri, grup dinamikleri ve iletişim konusunda eğitilmelidir. Çemberin başındaki, lideri yönlendirecek bir kişi olmalıdır. Bu kişi de kurum içerisinde kurulan, prosedürleri ve politikayı belirleyen ve ilerlemeyi izleyen bir komitenin üyesi olmalıdır [16].

Bu yaklaşım bir kurumun en değerli varlığının çalışan kişiler olduğunu belirtir. Çalışanların bilgilerinin ve görüşlerinin ortaya çıkmasına olanak sağlar. Kurum kültürü kalite çemberleri yüzünden değişir. Bunun sebebi de çalışan davranışlarındaki pozitif yönlü değişim, kişisel katılımın gelişmesi, takım ruhunun oluşması ve pozitif bir çalışma ortamının ortaya çıkmasıdır.

Kalite Çemberleri ile Altı Sigma arasında çok fazla benzer alan vardır. Önemli olan farklılıklar aşağıdaki gibidir [16]:

- *Proje seçimi:* Kalite Çemberlerinde bulunan kişiler projeleri kendi alanlarından seçerler. Altı Sigma metodunda ise projeler müdürler tarafından farklı alanlardan seçilebilir.
- *Verilen eğitim miktarı:* Proje öncesi çember üyesi kişilerin aldıkları eğitimler azdır. Genellikle eğitimler iş devam ederken alınır. Altı Sigma metodunda ise proje öncesi geniş çaplı bir eğitim verilir.
- *Sonuç beklentisi:* Yapılan projelerin parasal açıdan toplam katkısı Altı Sigma için temel konudur. Kalite Çemberleri için böyle bir şey söz konusu değildir.

4.5 Kaizen

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, üretilen çok sayıda kalitesiz malın üstesinden gelmek amacıyla, Japonya tarafından geliştirilmiş bir yaklaşımdır. İsimdeki “Kai” değişimi, “zen” ise iyi olmayı ifade etmektedir. İki hece birlikte sürekli iyileştirme

anlamına gelmektedir [2]. Masaaki Imai Kaizen sürecini, çalışan kişinin çalıştığı yerde (gemba) günlük bir alışkanlık olarak iyileştirme yapması şeklinde düşünmüştür. Başarı ise bu uygulamanın tüm organizasyon boyunca standart bir şekilde uygulanmasıyla meydana gelmektedir. Üst yönetim çalışanların inisiyatif kullanması konusunda destek olmalı ve onları cesaretlendirmelidir. Kaizen eldeki mevcut kaynakları kullanarak, düşük maliyetli, ufak ama sürekli iyileştirmeleri belirtmektedir. Kaizen yaklaşımının en önemli özelliği her şeyi süreç şeklinde düşünmesidir. Batı yönetim tarzı sonuç odaklıdır. Kaizen ise ufak iyileştirme odaklı süreç bazlı bir yönetim tarzıdır.

Kaizen genel olarak üç amaç için uygulanır [16]:

1. Sadece ürünlerin ve hizmetlerin kalitesinin iyileştirmesi için değil, bu ürünleri ve hizmetleri ortaya koyacak süreçlerin de iyileştirilmesi için,
2. Ürünleri veya hizmetleri geliştirme, yapma ve dağıtma maliyetlerinin azaltılması için,
3. Zamanında teslimden emin olmak için uygulanır.

Bu amaçlar üç tane yaklaşımla başılır [16]. Bunlardan ilki kayıpların ortadan kaldırılmasıdır. Fazla üretim, hurda, gereksiz görevler ve hareketler, süreçlerin fazla hazırlık ve arıza zamanı, malların uzak noktalara çok sık taşınması, tekrar işleme, tamir, vb.. aktiviteler kayıplara örnek teşkil eder. İkinci yaklaşım ise ev idaresidir. Kaizen bunun için 5S aktivitelerini kullanır. 5S'in açılımı sırasıyla; Seiri = Ayıkla (gereksizi ayıkla.), Seiton = Düzenle (gerekli olanları istenilen zamanda rahatlıkla ulaşabilmek için düzenli yerleştir), Seiso = Temizle (iş yerini temiz tut.), Seiketsu = Süreklilik (sürekli bir şekilde temizlik ve kontrol işini yap.), Shitsuke = Disiplin (ilk dört adımı standardize et). Üçüncü yaklaşım da standardizasyondur. Standartlar en iyi uygulamaları tanımlarlar. Standartlar bilgiyi korurlar. Performansı ölçerler. İyileştirmeyi kolaylaştırırlar. Amaçları ortaya koyarlar ve gerekli eğitimleri belirtirler. Değişikliklerin sürekli uygulanmasını sağlarlar.

Altı Sigma ve Kaizen iyileştirme yönleriyle birbirlerine çok benzemektedir. Kaizen yaklaşımındaki, çalışanların iyileştirme aktiviteleri için cesaretlendirilmesi her hangi bir Altı Sigma girişiminde kesinlikle bulunmalıdır. Bu şekilde Batı tarzı yönetimdeki zayıf nokta ortadan kaldırılmış olur. Japonya'da Kaizen ile Kalite Çemberleri birbirlerini tamamlarlar [16]. Batı'da ise Kalite Çemberleri yerine Altı Sigma proje

takımları yer alır. Kalite Çemberleri benzer işlerden kişiler tarafından oluşturulurken, Altı Sigma proje takımları bu kavramın boyutunu genişleterek, projenin gerektirdiği farklı disiplinlerden kişilerin katılmasını sağlar.

5. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

Altı Sigma araçlarının etkili bir şekilde uygulanabilmesi için geliştirilen, dünyaca kabul edilmiş bir performans iyileştirme modeli mevcuttur. Bu modelin esas amacı, Altı Sigma iyileştirme projeleri yoluyla süreç iyileştirme ve değişkenliği azaltma üzerine odaklanmış ölçüm tabanlı bir stratejinin uygulanmasıdır [21]. Ortaya çıkmış olan model iki alt gruba ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi olan TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz etme, İyileştirme ve Kontrol etme) müşteri isteklerini karşılamakta zorluk çeken mevcut ürünlerin, süreçlerin ve hizmetlerin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmakta olup ufak iyileştirmeler sağlarken, diğeri olan Altı Sigma için Tasarım ise Altı Sigma seviyesinde yeni ürün, süreç ve hizmet ortaya çıkarmak amacıyla veya da mevcut ürünlerin tekrardan tasarlanması yani daha büyük iyileştirmelerin elde edilmesi amacıyla oluşturulmuştur.

5.1 Tanımlama

Tanımla, Altı Sigma projelerinin en önemli kısmıdır. Bu aşamada cevaplanacak olan kritik soru “ Müşteriler kimdir ve öncelikleri nedir?” sorusudur [23].

Burada yapılacak olan ilk iş, müşterilerin (iç ve dış) belirlenmesi ve uygulanacak projelerin müşterilerin önceliklerine göre ortaya çıkan hedeflerle uyumlu olacak şekilde oluşturulmasıdır. Çok iyi bir şekilde tanımlanması gerekli hedefler üst yönetim seviyesinde, operasyonel seviyede ve proje seviyesinde olabilmektedir. Üst yönetim seviyesinde olanlar daha büyük müşteri sadakati, daha yüksek yatırım geri dönüş oranı (ROI) veya artan pazar payı veya da artan çalışan memnuniyeti gibi stratejik hedefler olabilir. Operasyonel seviyede olanlar üretim departmanının çıktısını arttırmak olabilir. Proje seviyesindeki hedefler ise özel bir sürecin hata oranını azaltmak ve çıktısını arttırmak şeklinde hedefler olabilir [30]. Hedefler iç ve dış müşterilerle doğrudan iletişim yöntemiyle belirlenmelidir.

Müşterilerin ve önceliklerine göre ortaya çıkan hedeflerin belirlenmesinden sonra bu hedeflerin başarılması yönünde belirlenen projelerin seçiminde göz önünde bulundurulması gerekli başka kriterler de vardır [16, 30]. Bunlar:

- Projeyi yapacak olan takımın deneyimi,
- Projenin odaklandığı alan; endüstriyel süreç mi yoksa yönetsel süreç mi? ,
- Projenin amaçlandığı seviye; kurumsal mı, operasyonel mi, görevsel mi? ,
- Seçimin yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya olması,
- Projenin kolay bir şekilde iyileştirilip iyileştirilemeyeceği ve projenin geri kazancının hemen elde edilip edilemeyeceği bilgisi,
- Diğer kriterler; düşük kazançlı süreçler, yüksek inceleme maliyeti, kapasite problemleri, müşteri memnuniyetsizliği, zayıf tedarikçi kalitesi veya dağıtımı, tasarımla ilgili durumlar.

Müşterilerin isteklerini ve hedeflerini ortaya koyan, bunlara bağlı olarak kritik süreçlerin belirlenmesini sağlayan, kritik süreçler belirlendikten sonra bu süreçlerle ilgili hangi problemlere veya süreç iyileştirmelerine öncelikle odaklanılması gerektiğini belirleyen istatistiksel araçlar vardır.

Kim için ve ne için yapılacağı ve öncelikli olarak hangi konuya odaklanılacağı seçildikten sonra, odaklanılacak problemin veya iyileştirilecek sürecin kısa ve öz bir cümleyle tanımı ve sayısal olarak gösterimi gerekmektedir. Yapılacak olan tanım projeyi, ilgili herkesin açık ve net bir şekilde anlamasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Problemin veya iyileştirilecek sürecin ifade edilmesi sırasında bazı noktalara dikkat etmek gerekmektedir [30]:

- Projenin mantığı, Altı Sigma projesinde görevli takım tarafından açık bir şekilde anlaşılmalıdır.
- Takım üyeleri, projeyi sahiplenmeli ve bu konuda uzlaşma sağlamalıdır.
- Takımın odaklandığı problemin kapsamı ne çok dar ne de çok geniş olmalıdır.
- Ortadan kaldırılacak problemin veya iyileştirilecek sürecin ifade edilmesi sırasında yardımcı olacak veriler ortaya açıkça konmalı ve takım tarafından çok iyi değerlendirilmelidir.

Ortadan kaldırılacak problemin veya sürecin performansını gösterecek; ölçülmesi gerekli kriterlerin neler olduğu ve hangi kaynaklarla ölçüleceği, artı mevcut performansı kötü olan karakteristiklerin durumu da gösterilmesi gerekli kavramlardır.

Tüm bunlarla birlikte tanımlama aşamasındaki en önemli noktalardan birisi de müşterilerin kalite üzerinde doğrudan etkisi olduğunu düşündükleri Kritik Kalite Karakteristikleri'nin belirlenmesidir.

Projede olması gerekli diğer bilgilerden ilki parasal anlamda projenin ne kazandıracağıdır. Bu belirlendikten sonra projenin başka hangi noktalara yarar sağlayacağı da maddeler halinde belirtilmelidir. Ayrıca projenin hangi tarihte başlayacağı, projedeki adımların her birinin zaman planı ve bunlara bağlı olarak projenin öngörülen kapanma tarihi projede belirtilmelidir. Adımların zaman planı ve buna bağlı olarak öngörülen kapanma tarihi proje devam ederken revize edilebilir.

Tanımlama aşamasında yukarıda açıklanan bilgilerin tam olarak sağlanabilmesi amacıyla kullanılan istatistiksel araçlar mevcuttur. Bu araçların özet olarak anlatımı aşağıdadır.

5.1.1 Proje Sözleşmesi

Altı Sigma metodolojisindeki ilk adım proje sözleşmesidir. Proje sözleşmesinde bulunması gerekli alanlar aşağıda anlatılmıştır [34].

Proje Başlığı: Projenin başlığı, istendiğinde herkesin projeye rahatlıkla ulaşabilmesini sağlayacak şekilde açık ve anlaşılır olmalıdır. Başlık projenin anahtar kelimelerini içermelidir. Bu şekilde ileri çalışmalarda rahatlıkla bulunup, projenin yapıldığı zaman hangi iyileştirme çalışmalarının yapıldığı anlaşılabilir.

Kara Kuşak/Yeşil Kuşak: Projeye kimin liderlik yaptığını üst yönetim bilmelidir. Diğer çalışanlar ise projedeki iyileştirme çalışmalarıyla ilgili kime soru soracaklarını bilmelidirler.

Proje Başlangıç Tarihi: Dokümantasyon prosedürü için gerekli bir bilgidir. Resmi olarak liderin projeyi başlattığı tarihtir.

Öngörülen Proje Bitiş Tarihi: Öngörülen bitiş tarihi proje liderine ve takım üyelerine projeyi tamamlayabilmesi için yeterli zamanı vermelidir. Bu tarih belirlenirken tüm tatiller de göz önünde bulundurulmalıdır. Firmalarda farklı işler için kabaca belirlenmiş proje zamanları vardır.

Zayıf Kalite Maliyeti: Projede, incelenen prosesin kalitesizlik maliyetinin hesaplanması gerekmektedir. Eğer proses hurda üretiyorsa çıkan hurdanın maliyeti hesaplanmalıdır. Eğer ki proses için fazla mesai yapılıyorsa, yapılan fazla mesainin

maliyeti hesaplanmalıdır. Eğer ki problem için birilerine ceza ödeniyorsa bunun da maliyeti hesaba katılmalıdır. Bu şekilde iş liderleri, projelerin maliyetine göre bir önceliklendirme yapabilecek ve her bir projeye odaklanması gerekli zamanı ve ayrılması gerekli iş gücünü belirleyebilecektir.

Prosesin Önemi: Üzerinde çalışılan prosesin neden zaman ayrılacak kadar önemli olduğu bir şekilde anlatılmalıdır ki gerekli önem verilsin.

Proseste Problem: Prosesin iş açısından niçin bu kadar önemli olduğu konusunda yeterli bilgiye sahip olduktan sonra nasıl ortadan kaldırılacağı hakkında konuşulan yer burasıdır.

Prosesin Başlangıç ve Bitiş Noktaları: Burada projede ele alınacak olan prosesin kapsamı belirlenmelidir. Kapsam dışındaki aktivitelere bu şekilde gereksiz zaman ayrılmasının önüne geçilecektir.

Proje Hedefi: Bu aşamada projeden ne beklenildiği sayısal olarak belirtilmelidir. Verilecek hedefler ulaşılması güç fakat gerçekçi olmalıdır.

Süreç Performansı Ölçüm Kriterleri: Projenin etkinliğinin hangi kriterlere göre belirleneceğinin gösterildiği aşamadır. Mesela dolar birimi mi yoksa bir gündeki döngü zamanı mı olacak? Veyahut kuyrukta bekleyen arama sayısı mı olacak vb... Bu kriterlerin kesinlikle projenin belirlenen sınırları içerisinde olması gerekmektedir.

Takım Üyeleri: Takım üyelerinin kim olacağı ve rollerinin ne olacağı bu aşamada gösterilmelidir.

Projenin Zaman Dilimi: Projenin belirlenen başlangıç zamanı ve öngörülen bitiş zamanı arasındaki periyotta hangi önemli olayların ne zaman yapılacağının belirtilmesi bu aşamada gerçekleşir (Yapılacak sunumlar, metodolojideki her bir adımın ne zaman olacağı vb...).

5.1.2 Süreç Akış Şeması

Akış şeması bir sürecin grafik olarak gösterilmesi anlamına gelmektedir. Bu gösterimde tüm girdiler, tüm çıktılar ve meydana gelen tüm aktiviteler gösterilmektedir. Bir sürecin başlangıcından bitişine kadar olan tüm aşamalarını göstermektedir. Akış şemalarının amacı, insanların incelenecek süreci rahatlıkla ve tam olarak anlamasını sağlamaktır. Akış şemalarında standart olarak kullanılan ANSI tarafından belirlenmiş semboller mevcuttur [30].

Girdiler: Üretim faktörleridir; malzemeler, alan, iş gücü, ekipman ve yönetim.

Aktiviteler: Girdilerin bir araya getirilme ve katma değer yaratmak amacıyla yönlendirilme yoludur. Prosedürler, depolama, elle işleme, ulaşım ve makine işleme aktivite olarak düşünülebilir.

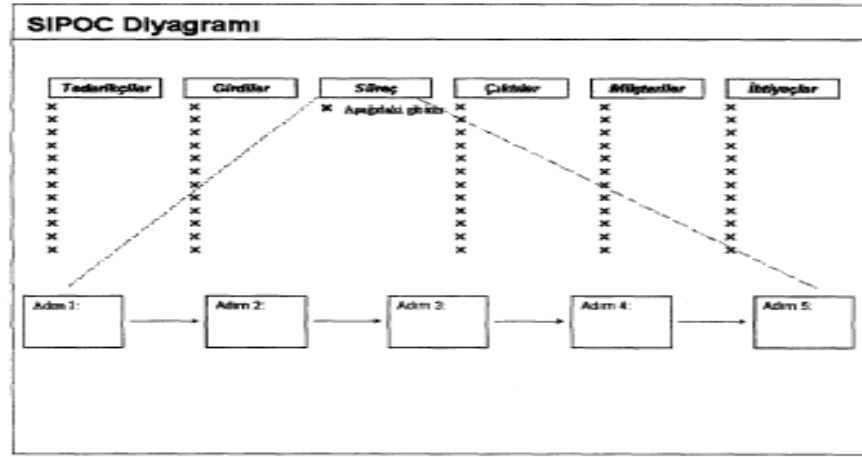
Çıktılar: Girdiler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen ürünler ve hizmetlerdir. Çıktılar müşterilere veya diğer kullanıcılara iletilir. Bununla birlikte çıktılar hurda, tekrar işleme, kirlenme vb.. planlanmamış ve arzulanmayan sonuçları da içerirler.

5.1.3 TGSÇM (SIPOC) Metodu

Proje çalışmasında incelenecek olan tüm iş sürecinin hangi kısmına odaklanılması gerektiğini ortaya koyan bir metoddur. Bunun yapılabilmesi için genel olarak sorulması gerekli birçok soru vardır [30,35]:

- Bu süreç öncelikli olarak hangi paydaş için ortaya çıkmıştır?
- Bu süreç değer olarak ortaya ne koyacaktır? Nasıl bir çıktı oluşturacaktır?
- Bu sürecin sahibi kimdir?
- Bu sürece kim girdi sağlayacaktır?
- Girdiler nedir?
- Bu süreç hangi kaynakları kullanacaktır?
- Başlangıç ve bitiş noktaları arasında alt prosesler mevcut mudur?

TGSÇM metodu tüm bu soruların düzenlendiği bir oluşumdur. Bu metoddaki başlangıç noktası süreç hakkında bir şeyler bilen herkesin bir odada beyin fırtınası yapmasıdır. Öncelikle gelen kişilere sürecin anlatımı yapılır ve sonra da tanım üzerinde bir sonuca varılır. Bu metodun ismindeki kısaltmaların açılımı sırasıyla şu şekildedir: Tedarikçiler, Girdiler, Süreç, Çıktılar ve Müşteriler [30].



Şekil 5.1 TGSCM (SIPOC) Diyagramı [35]

TGSCM diyagramlarının tamamlanması oldukça kolaydır. Şekil 5.1’de TGSCM diyagramı görülmektedir. Bunun için izlenmesi önerilen adımlar aşağıda verilmiştir. Her adım beyin fırtınası kurallarına uygun şekilde yürütülmelidir [35]:

1. Metoddaki her başlık için bir alan olmalıdır. Bu alanlar, herkes tarafından rahatlıkla ulaşılabilen bir yerde olmalıdır ki herkes her şeyi görebilsin ve ileri aşamalarda daha önce neler yapıldığını hatırlayabilsin.
2. Sürecin çıktıları tanımlanır ve çıktılar alanına kaydedilir.
3. Bu çıktıları alacak olan müşteriler tanımlanır ve müşteri alanına kaydedilir.
4. Sürecin uygun bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan girdiler tanımlanır ve girdiler alanına kaydedilir.
5. Süreç için gerekli girdilerin tedarikçileri tanımlanır ve tedarikçi alanına kaydedilir.
6. Oluşan listeler analiz edilerek, başka bir şekilde ifade edilerek, birleştirilerek veya da çıkarılarak temizlenir.
7. TGSCM diyagramı yaratılır.
8. TGSCM diyagramı proje sponsoruyla ve proje sahibiyle gözden geçirilir. Gerekirse modifiye edilir.

5.1.4 Süreç Haritalama

Şirket içerisinde, iş akışının nasıl olduğunun resmini gösteren bir metoddur. Standart akış şeması sembollerinin modifiye edilmiş halini kullanarak görevlerin sırasını gösteren, grafiksel bir süreç gösterim şeklidir. Çalışanların işlerini nasıl yürüttüğü hakkında fikir verir. Bir amaca ulaşmak için kullanılabilecek tüm yolları gösterir. Haritalama işleminde izlenecek adımlar aşağıda verilmiştir [36]:

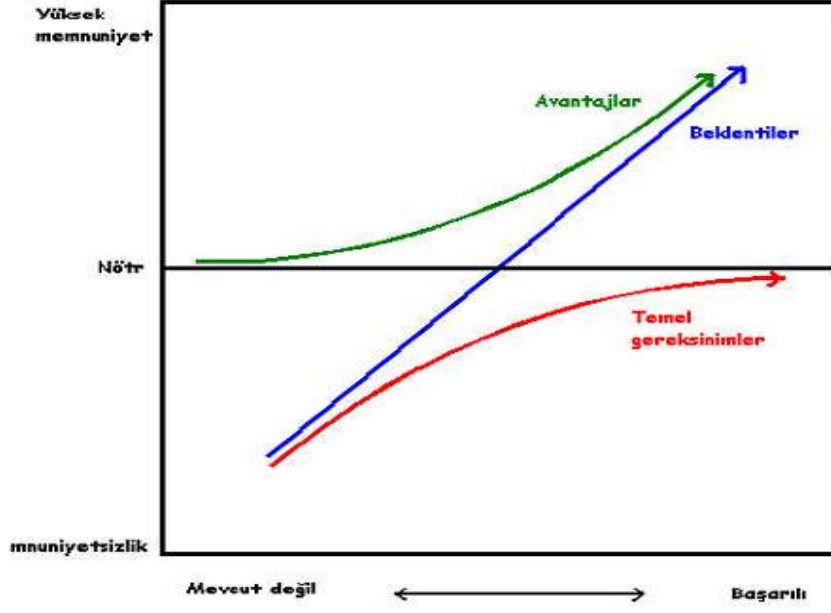
- Haritalanacak süreç seçilir.
- Seçilen süreç tanımlanır.
- İlk süreç haritalanır.
- Alternatif yollar haritalanır.
- İncelenecek noktalar haritalanır.
- Süreci iyileştirmek için harita kullanılır.

Süreç haritalama, bir işteki doğal iş aktivitelerinin entegre olmuş halini gösterir. Çalışanlar çalıştıkları departmanlardan ve onların bütçelerinden sorumludurlar. Fakat kimse süreçlerden sorumlu değildir. Bu sebeple çalışanların süreçleri tam olarak görebilmeleri ve anlayabilmeleri olası değildir. Bunun üzerine süreçlerin başlama ve bitme safhaları göz önüne alınarak bir yerdeki tüm işlere uygulanabilecek farklı isimlendirmeler oluşturulmuştur [37]:

- Üretim=Satın alma-Sevkiyat süreci
- Satış=Beklenti- Sipariş süreci
- Ürün geliştirme=Kavram- Prototip süreci
- Sipariş Doldurma=Sipariş-Ödeme süreci
- Hizmet=Soruşturma-Karar süreci

5.1.5 Müşterinin Sesi

Müşteriden alınan bilgiler çok kritik bir öneme sahiptir. Bu bilgiyi toplayabilmek için bilimsel metodlar kullanılır. Bunlara kritik olay analizi, odak grupları, kapsam analizi ve anket çalışması metodları örnek verilebilir[38]. Noritaki Kano müşteri tatmini ile kalite arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 5.2'deki modeli oluşturmuştur [30].



Şekil 5.2 Kano diyagramı

Bu modelde, müşterinin aldığı üründe olacağını varsaydığı temel bir kalite seviyesi vardır. Eğer ki kalite düzeyi bu eğrinin altında olursa müşteri tatmin olmayacaktır ve bunu açıkça belirtecektir. Bununla birlikte temel kalite seviyesi müşteri memnuniyeti için yeterli değildir [30]. Grafikte gözüken beklenen kalite seviyesi ise müşterinin tüm beklentilerini kapsamaktadır ve herhangi bir beklentide eksiklik durumunda müşteri memnuniyeti azalacaktır. Bu beklentileri müşteri vurgulamamış olabilir. Fakat ürünlerdeki herhangi bir karşılamama durumunda bu beklentiler ortaya çıkar [39]. Bunlarla birlikte inovasyonun etkisi olan heyecan verici kalite eğrisi mevcuttur. Burada müşteri beklentisinden daha fazla memnun olur. Bu kalite özellikleri müşterinin beklentisinden daha da ötedir ve olmadığında müşteride tatminsizliğe yol açmaz [39].

Bugünün heyecan verici kalite seviyesi yarının temel kalite seviyesi olacaktır. Bunun sebebi de rekabetçi baskının müşteri beklentilerini arttırmasıdır. Pazarı yönetmeye çabalayan firmalar sürekli inovasyon yapmalıdır. Sürekli olarak standart bir kalite seviyesi sunmak isteyen firmalar ise her daim müşteri beklentilerini araştırarak mevcut kalite seviyesi belirlemelidirler.

5. 2 Ölçme

Tanımlama aşamasında belirlenen odaklanılacak sürecin veya süreçlerin mevcut performansının nasıl ölçüleceğini ve nasıl bir performans gösterdiğini ortaya koyan aşamadır [23]. Mevcut performansı ölçmek çok önemlidir. Buradaki en önemli nokta süreçleri ölçülecek hale getirebilmektir. Lord Kelvin'in "Konuştuğunuz konuyu ölçebiliyorsanız ve bunu sayısal olarak ifade edebiliyorsanız, konuya ilişkin bazı bilgilere sahip olduğunuzu söyleyebilirim." sözü ölçüm aşamasının önemini vurgulamaktadır. Mevcut performansı ölçmek için gerekli olan veriler elde edildikten sonra bunlardan süreçler arasındaki güçlü ve zayıf yanları gösteren değerli bilgiler elde edilir [19].

Ölçüm yapmak, kaynak, dikkat ve enerji tüketir. Bu sebeple yapılması gerekli her ölçüm yerine getirilemez. Yapılacak ölçümlerin ait olduğu kategoriler arasında dengeyi sağlamak gerekir. Ölçüleri tanımlamanın iki yolu vardır [14];

Uyarıcılar ve Sonuç Ölçüleri:

- Uyarıcılar: Bir süreçteki olayları önceden tahmin edebilmek amacıyla ölçebileceğimiz etkenlerdir. Örneğin hammadde sipariş çevrim zamanı, tedarikçi kronik problemlerinin hata oranı vb..
- Sonuçlar: Bir sürecin sonuçlarına yoğunlaşan etkenlerdir. Sonuçlar hemen alınacağı gibi (zamanında teslimat) uzun vadeli de olabilir (müşterinin aldığı ürünü veya hizmeti unutmaması).

Verimlilik ve Etkinlik Ölçüleri:

- Verimlilik: Bu ölçüler, ürünlerin ve hizmetlerin üretilmesi sırasında harcanan kaynak hacminin izini sürer. Daha verimli süreçler daha az para, zaman, malzeme, v.b. kullanır. Kuruluşun iç işleri üstünde yoğunlaşan bir ölçümdür.
- Etkinlik: Bu ölçüler ise yapılan işe müşterinin gözüyle bakar. Müşterinin ihtiyaç ve gereksinimleri ne kadar karşılanıyor? Müşteriler verilen hizmet veya ürün sonucunda ne kadar mutlular ve firmaya sadıklar? Sorularına yanıt arar.

Tam gelişmiş kuramsal ölçüm sisteminde olması gereken, uyarıcılar ve sonuçlar ile verimlilik ve etkinliğin bir karışımıdır.

5.2.1 Ölçüm Sürecinin Temel Adımları

Bir ölçüm sürecini tamamlamak için atılması gerekli temel adımlar sırasıyla aşağıdaki gibidir [20, 30]:

- a. *Ne ölçüleceğini seçmek:* En uygun performans ölçülerini seçmek iki ana unsuru dengelemek demektir. Uygun olan nedir? En yararlı veya değerli olan nedir? Müşteri gereksinimleri en iyi şekilde sıraya sokulmalı ki, değer en iyi şekilde belirlenebilsin.
- b. *Operasyonla ilgili tanımın yapılması:* Hesaplanmaya çalışılacak etkenin nasıl ölçüleceği çok iyi bir şekilde tanımlanmalıdır. Ölçülecek etkenin operasyon tanımı anlaşılır, açık ve belirsizliğe yer vermeyecek şekilde olmalıdır ki herkes kendine göre yorumlamasın.
- c. *Veri kaynaklarının tanımlanması:* Kullanılacak veri kaynağının doğru veriyi vermesi ve ölçülecek süreci temsil etmesi çok önemlidir. Bunun yanında geçmiş verilerin kullanılabilmesi, yeni veri toplama süreci için gerekli olan para, zaman ve karışıklığın karşılanabilmesi sorularına da yanıt bulunmalıdır. Eğer ki veri toplama sürecinde insan kullanılacak ise dikkatsizlik çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkabilmektedir. Şüphe ve paranoya da önemli etkilerdir.
- d. *Bilgilerin toplanması ve örnekleme planının hazırlanması:* Gerekli olan verileri kim toplayacak? Ne tür araçlarla gerekli veriler toplanacak? Doğru bir ölçüm yapmak için ne kadar inceleme yapmaya ve örnek almaya gereksinim olacak?, Ölçümler ne sıklıkla yapılmalı? sorularına yanıt verilen aşamadır. Bu adım üç ana unsurla tanımlanır; formlar, katmanlara ayırma ve taslak haline getirme:
 - 1) *Veri toplama formu:* Veri toplamanın esas malzemesidir. Her form, toplanacak veriye uygun olarak düzenlenmelidir. Oluşturulacak formlar basit olmalıdır. Verilerin konulacağı yerler doğru tanımlanmalıdır. Tarih, zaman ve veri toplayanın ismi formda olmalıdır. En son verilerin bir araya getirileceği form düzenli olarak birleştirilmeli, verileri katmanlara ayırmak için kilit etkenler de formda bulunmalıdır. Veri toplama formlarına örnek olarak hata formu (hata tiplerini ve nedenleri içerir), veri kağıdı (ölçüm, sayım ve sayısal miktarları içerir), sıklık grafiği kağıdı (bir dönem

içerisindeki bir kalemin özelliklerini içerir), gezgin kontrol kağıdı (süreç boyunca ürün veya hizmet ile dolaşan kontrol kağıdı) verilebilir.

2) *Katmanlara ayırmak*: Bir veri hakkında daha fazla şey bilmek amacıyla yapılan işleme katmanlara ayırmak denir. Bu işlem ölçümleri dilimlemeye benzer.

3) *Örneklendirme*: Bir süreç içerisinde, o süreci temsil edebilecek kalemlerden bazılarını kullanmak anlamına gelmektedir. Bu konuda ana kütle istatistiği ve süreç istatistiği kullanılabilir. Ana kütle istatistiğinde sabit bir ana kütleden onu temsil edecek bir örnek almak anlaşılması gerekirken, süreç istatistiğinden ise zamana bağlı değişkenlikleri de hesaba katacak şekilde örnek almak anlamı çıkartılmalıdır. Bütünü doğru olarak temsil eden bir örnek bulmak her iki durumda da gerçekten çok zordur. Örnekleme yapılırken bazı noktalara dikkat etmek gerekir. Ölçünün sürekli veya kesikli olması, sürecin değişkenlik düzeyi veya olma sıklığı, toplam anakütlenin büyüklüğü, ölçülecek kalemlerin hareketliliği, ölçümün hangi güvenlik aşamasında olması gerektiği vb...

Ölçüm örneklerinin miktarı ne kadar fazlaysa, ana kütle hakkında doğru tahmin yürütme olasılığı da o kadar artar.

e. *Ölçümün uygulanması ve son haline getirilmesi*: Formların, örnekleme planlarının ve tanımlama çalışmalarının planlandığı gibi gitmesini güvence altına almak için, toplanılan veri hakkında bir deneme yapılmalıdır. Yapılamıyorsa veri toplama işine dikkat etmek gerekmektedir.

5.2.2 Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R)

Ölçülerin doğruluğunu ve doğru kalmalarını kontrol etmek çok önemli bir prosestir. Bu sebeple ölçüm sisteminin çok iyi olması gerekmektedir. Üretim alanında ölçüm sisteminin ne kadar düzgün olduğunu gösteren bir yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntem Ölçüm Sistemi Yeterliliği (Gage R&R) yöntemidir. Bu yöntem bir ölçüyü çeşitli ortamlarda denemek için beş önemli kritere göre tekrarlamayı içerir. Bu kriterler [20]:

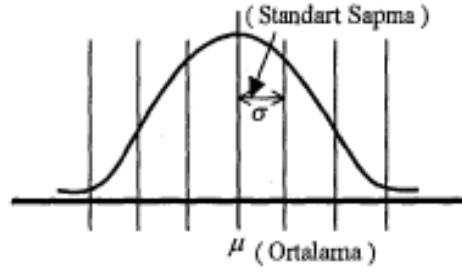
- *Doğruluk*: Ölçülecek nesnenin gerçek değerine çok yakın değer olması gerekmektedir.

- *Tekrarlanabilirlik:* Ölçüm sistemi aynı nesneye birçok kere uygulandığında, ölçülen değerler birbirlerine çok yakın olmalıdır.
- *Doğrusallık:* Ölçüm sistemi tüm ölçüm boyunca doğru ve tutarlı değerler vermelidir.
- *Aynılık:* İki veya daha fazla sayıda kişi ya da makine, aynı şeyi ölçtüklerinde aynı sonuç elde edilmelidir.
- *Kararlılık:* Ölçüm sistemi aynı parçaya zaman içerisinde tekrardan uygulandığında aynı sonuçları vermelidir. Yani geçmiş dönemde ne sonuç verdiyse gelecek ölçümlerde de aynı sonucu vermelidir.

Ölçüm sistemi yeterliliği göstergesi, çoğunlukla sürekli veri ölçümlerinde ve yoğunlukla ölçüm aletleri uygulanırken etkilidir. Kesikli verilere de uygulanabilir.

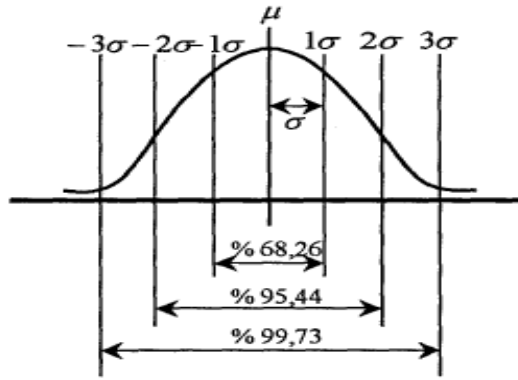
5.2.3 Ölçümün Temel Araçları

Ölçüm sisteminin doğruluğunun kontrolü yapıldıktan sonra, mevcut sistemin müşteri gereksinimlerinden ortaya çıkan performans ölçülerinin mevcut durumu ortaya konmalıdır. Performans ölçülerinin mevcut durumunu ortaya koyacak analiz, yukarıda bahsedilen temel ölçüm süreci adımlarına göre toplanmış veriler kullanılarak yapılır. Toplanmış bu veriler bir dizi istatistiksel işlemle geçirildikten sonra prosesin mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olunur. Prosesin mevcut durumu hakkında bize bilgi verebilecek en önemli iki parametre prosesin ortalaması ve standart sapmasıdır [40]. Prosesin ortalamadan sapmasını gösteren ölçüm standart sapma parametresidir. İdeal bir proseste ölçülen bütün değerler prosesin hedeflenen değerine eşittir. Ancak gerçek hayatta bunun başarılması oldukça güç olduğu için bu değerden sapmaların en düşük hale getirilmesi esas amaç olmalıdır. Proses, alt ve üst spesifikasyon limitleri içinde de olsa hedef değerden herhangi bir sapma az veya çok bir kayıp teşkil etmektedir. Eğer bu sapmalar daha da büyük olursa o zaman hata meydana gelmekte ve kayıp daha da büyümektedir. Yapılan çalışmalarda ölçümler ile elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olduğu varsayılır. Normal dağılıma sahip bir prosesin grafiksel gösterimi ve ortalamadan sapmalar şekil 5.3’de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Normal dağılım eğrisi altında kalan alan

Geleneksel anlayışa göre ortalamadan ± 3 standart sapma durumunda normal dağılım eğrisinin altında kalan alan Şekil 5.4'te verilmiştir [17].



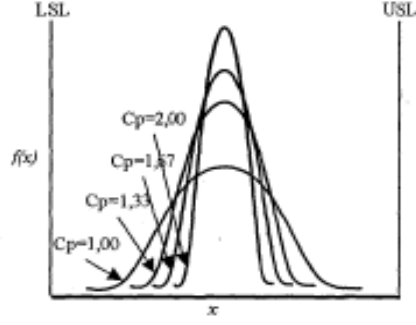
Şekil 5.4 Normal dağılım eğrisi altında kalan alanın yüzdesel gösterimi

Yukarıdaki temel araçları anlattıktan sonra performans ölçülerinin yeterliliğini ortaya koyan dünyaca kabul edilmiş proses yeterlilik göstergelerinin tanımı verilebilir. Bu yeterlilik göstergeleri sürekli veriler için geçerlidir.

C_p proses yeteneğini tanımlayan bir değişkendir. C_p değeri, eşitlik 5.1'de verilen denklem ile hesaplanır.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (5.1)$$

USL ve LSL, üst ve alt spesifikasyon limitlerini, 6 ise prosesin aralığını veya dağılımını ifade etmektedir. Spesifikasyon limitleri sabit kalmak koşulu ile farklı C_p değerlerinin grafiksel olarak gösterimi Şekil 5.5'dedir.



Şekil 5.5 Süreç yeterliliğine göre dağılım eğrisi

Cpk değeri ise, proses dağılımına ilave olarak proses ortalamasını da dikkate alarak prosesin etkinliğini gösterir. Cpk değeri eşitlik 5.2 ile hesaplanır.

$$Cpk = \min \left[\frac{USL - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma} \right] \quad (5.2)$$

Yukarıdaki performans göstergelerinin dışında, hem sürekli hem de kesikli veriler için kullanılan başka göstergeler de mevcuttur. Bunlar:

- Hatalı Parça Oranı= Üretilen toplam birim miktarının ne kadarının hatalı olduğunu gösterir [14].
- Birim Başına Hata Sayısı= Bütün birimlerde bulunan toplam hata sayısının toplam birim sayısına bölünmesi ile bulunur. Bu ölçü aynı zamanda milyon fırsat başına hata ölçüsüne de dönüştürülebilir [35].
- Milyon fırsat Başına Hata Sayısı= Bu ölçü özellikle bir Altı Sigma ölçüsüdür. Birim başına hata yerine fırsat başına hata sayısının kullanılması, karmaşık bir hizmet ya da ürünün daha basit olanla karşılaştırılmasını sağlar. Hata sayısı kritik kalite (müşteri gereksinimlerinden çıkar) kriterlerinin karşılanmaması olup, fırsatların sayısı yine bu kritik kalite kriterlerine bağlı kalınarak belirlenir [35]. Her organizasyonda fırsat sayısı farklı belirlenebilmektedir. Bu yüzden fırsat sayısı belirlenirken, geçmiş verilerden ortaya çıkmış olan standartlara dikkat etmek gerekir. Durduk yerde gereksiz ve fazla fırsat belirlemek organizasyonun durumunu daha iyi gösterecektir, ama gerçekçi olmayacaktır [14].

5.3 Analiz Etme

Analiz aşamasında, mevcut performans ölçüm sonuçlarına göre beklenen seviyeden düşük durumda olan müşteri gereksinimlerinin, düşük seviyede olmasına neden olan en önemli etkenlerin neler olduğu ortaya konmaktadır. Öncelikle mevcut durumla istenen durum arasındaki farkın çok büyük olmadığı durumlar ve büyükse bile kapatılması için yapılacak çalışmaların, gerçekten firmaya yarar sağlamayacağının anlaşıldığı durumlar analiz aşamasında incelenmemelidir. Problem eğer ki firmanın genel performansı ve rekabet gücü üzerinde önemli bir etkiye sahipse kesinlikle üzerinde çalışmaya başlanmalıdır. Probleme sebep olan hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna cevap verebilecek düzeyde bilgiye sahip olmak gerekmektedir [41]. Bu aşamada öncelikle ele alınan probleme sebep olabilecek potansiyel faktörlerin neler olabileceği üzerinde düşünülür ve neler oldukları belirlenir. Bunlar belirlendikten sonra da hangilerinin hayati derecede etkili olduğunun ortaya çıkarılması için çeşitli istatistiksel analiz araçları kullanılır. Ortaya çıkarılan faktörler üzerinde bir sonraki aşamada göreceğimiz iyileştirme çalışmaları başlatılır.

Analiz safhası bir çevrim olarak düşünülebilir. Çevrim, problemin nedeni olarak hipotezler üretip geliştirerek sürdürülür. Çevrimin başlangıç noktası, olası nedenleri belirlemek için sürece ve veriye bakarak başlayabileceği gibi, şüpheli bir nedeni ele alıp analiz yoluyla değerlendirdikten sonra gerçekten bir neden olup olmadığını ortaya koymak şeklinde de başlayabilir. Hedef olarak belirlenen problemlerin gerçek nedenlerini belirlemek için iki tane kilit girdi kaynağı vardır [14]:

- *Veri Analizi:* Olası nedenleri ya da eğilimleri öneren ya da yalanlayan/kanıtlayan sorun hakkındaki diğer etkenleri ayırtetmek için ölçü ve verilerin kullanılmasıdır. Bu veriler zaten mevcut olabilir veya analiz safhasında toplanabilir.
- *Süreç Analizi:* Soruna neden olabilecek ya da katkıda bulunabilecek istikrarsızlıkları, sorunlu bölgeleri tanımlamak için işin nasıl yapılacağının daha derin bir şekilde araştırılması ve anlaşılmasıdır.

Verilerde ve süreçte bulunanlar bir araya getirilmelidir. Sadece bir tanesinin kullanılması temel neden hakkında iyi fakat eksik bir fikir verir.

5.3.1 Analiz Safhasının Aşamaları

Analiz safhasında izlenmesi önerilen adımlar aşağıda verilmiştir [20]:

1. Problem üzerindeki etkisine göre, etkili olduğu düşünülen potansiyel faktörler sınıflandırılır. Kullanılan araçlar beyin fırtınası, sebep&etki diyagramı ve mantık ağacıdır.
2. Sınıflandırılmış her bir faktör için hipotez kurulur ve çözüm etkisi belirlenir (Hipotez geliştirme).
3. Bu faktörler arasından esas etkili faktörler uygun istatistiksel araçlar kullanılarak belirlenir (T Testi, F Testi, Ki Kare, Regresyon, ANOVA,vb...). Hipotez testi uygulanır.

Yukarıdaki adımlarda kullanılan araçlar aşağıda anlatılmıştır:

5.3.1.1 Adım 1

Beyin fırtınası: Kısa bir zaman dilimi içerisinde proje konusuyla ilgili birçok kişi tarafından birçok fikir üretilmesi çalışmasıdır. Beyin fırtınasında önemli noktalar [20]:

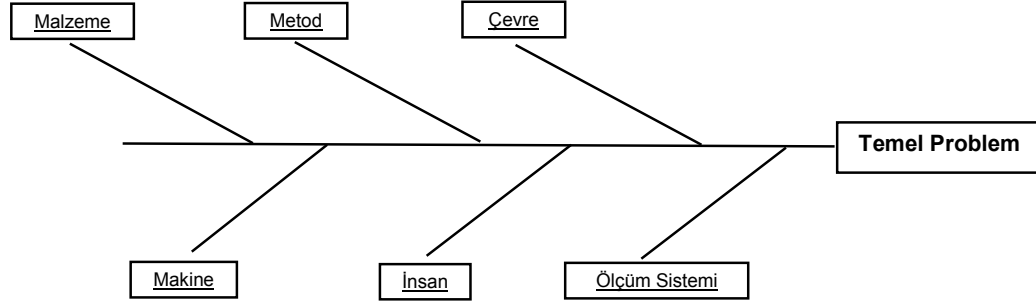
- Hiçbir fikir eleştirilmemelidir.
- Tüm fikirler kayıt edilmelidir.
- Kimsenin sözü kesilmemelidir.
- Ortaya atılan fikirler geliştirilmelidir.
- Fikirler tartışılmamalıdır.
- İddialı fikirlerin ortaya çıkması için ortam yaratılmalıdır.
- Ortamda bulunan herkesin katılımı sağlanmalıdır.

Mantık Ağacı: Ortaya çıkan tüm fikirlerin sınıflandırılması için kullanılan bir yöntemdir. Sınıflandırma sırasında tüm faktörlerin kapsandığından emin olmak gerekmektedir. Bunun yanında her bir gruptaki faktörler birbirleriyle kesişmemelidirler [20].

Sebep&Etki Diyagramı: Problemin potansiyel nedenleri beyin fırtınası yöntemiyle belirlenerek, balık kılçığı olarak da bilinen sebep&etki diyagramlarına işlenir. Şekil

5.6'dan da görüleceği üzere Y bir problemi, X ise potansiyel nedenleri göstermektedir. Balık kılçığı üzerinde değişkenliğe sebep olabilecek altı ana etken bulunmaktadır. Bunlar [14]:

- Malzeme: Süreçte kullanılan hammadde.
- Yöntem: Prosedürler, süreçler, iş bilgileri.
- Makine: Bilgisayarlar ve tüketilemeyen araçlar da dahil olmak üzere donanım.
- Ölçüm Sistemi: Teftiş de dahil olmak üzere nitelik/niceliği tayin etmek için kullanılan teknikler.
- Çevre: İşin yapıldığı ya da diğer değişkenleri etkileyen çevre, bunun içine, doğal bir ortam olmasa da tesisler de girebilir.
- İnsanlar: Dünyanın pek çok kıtasında doğmuş birbirinden farklı yeteneklere sahip insanlar.



Şekil 5.6 Balık kılçığı diyagramı

5.3.1.2 Adım 2

Hipotez Kurma: Pratik bir problemi alıp istatistiksel bir probleme dönüştürme sürecidir. Potansiyel faktörler için hipotezler geliştirilir. İki çeşit hipotez vardır [19, 20]:

- Farksız Hipotez (H_0) - Farkın olmadığını belirtmesidir. Bu hipotezi reddetmeye yetecek kadar veri bulunana kadar bu hipotez doğru varsayılır.
- Alternatif Hipotez (H_a) - Farkın olduğunu belirtmesidir. H_0 reddedildiğinde bu hipotezin doğru olduğu varsayılır.

Hipotezlerin yanında, hipotez testini yaparken bize gerekli olacak bazı terimler vardır.

Bunlar:

I. Tip Hata (α -Hatası): Gerçekte H_0 doğru olup reddedildiğinde ortaya çıkan hatadır (sürecin iyileştiği varsayılmasına karşın süreç gerçekte değişmediğinde ortaya çıkan hatadır).

Alfa Riski: I. Tip Hata yapıldığında üstlenilebilecek en yüksek risk düzeyidir. Bu olasılık her zaman sıfırdan büyüktür ve genellikle %5 seçilir. Araştırmacı, H_0 'ı reddetmek için üstlenilebilecek en yüksek risk düzeyine karar verir. Üretici riski olarak da adlandırılır.

Belirginlik Düzeyi: Alfa riskiyle aynıdır.

II. Tip Hata (β -Hatası): H_0 'ın doğru olduğunun kabul edilmesine karşın gerçekte yanlış olduğunda ortaya çıkan hatadır. Diğer bir deyişle, fark yok denmesine karşın farkın olması durumudur (Sürecin değişmesine karşın değişmediğini söylemektir).

Beta Riski: II. Tip Hata yapıldığında ya da sorunun çözümü gözden kaçırıldığında üstlenilebilecek risktir. Tüketici riski olarak da adlandırılır.

Test İstatistiği: H_0 'ın geçerliliğini gösteren standardize edilmiş değerdir (z, t, F, vb.). Genellikle, H_0 'ın geçerli olma olasılığı arttıkça test istatistiğinin mutlak değeri küçülür, bu istatistiğin mutlak değeri küçüldükçe sonuçları tek dağılımdan elde etme olasılığı artar.

5.3.1.3 Adım 3

Bu adımda öncelikle hipotez testinin uygulanma aşamaları gösterilmektedir [19,20]:

1. Problemi tanımla.
2. Amaçları belirt.
3. Hipotezleri kur.
 - Farksız Hipotez Kur (H_0)
 - Alternatif Hipotez Kur (H_a).
4. Uygun test istatistiğini tanımla (t, f veya ki kare olabilir).
5. Alfa düzeyini belirle (doğru kararı reddetme riski, genellikle 5%).
6. Beta düzeyini belirle. (yanlış kararı kabul etme riski, genellikle 10–20%).

7. Örnek sayısını belirle.
8. Örneklem planını geliştir.
9. Örnekleri seç.
10. Verileri topla.
11. Verileri kullanarak uygun test istatistiğini hesapla (t, f veya ki kare).
12. Hesaplanan test istatistiğinin şans eseri olma olasılığını hesapla (p değeri).
13. Eğer ki bu olasılık alfa'dan küçükse, H_0 'ı reddet. H_a 'yı kabul et.
Eğer ki bu olasılık alfa'dan büyük veya eşitse, H_0 'ı reddetme.
14. Sonuçları yorumla ve istatistiksel yorumu pratik çözüme dönüştür.

F Testi: Bir prosesin değişmesi durumunda, prosesin çıktısının varyansında bir değişiklik olup olmadığının ortaya konulması F Testi ile olur. T Testi uygulanmadan önce, değişmiş bir prosesin değişmeden önceki ve değiştikten sonraki çıktılarından alınan örneklerin varyanslarının eşit olduğunun ortaya konması için uygulanır. Veriler normalse ve sadece iki dağılım varsa uygulanabilir.

Varyansların eşitliğini test etmek için verilerin normal dağılmış olup olmamasına ve de iki veya daha fazla dağılım olup olmamasına göre farklı testler uygulanır. İki den fazla dağılım mevcutsa ve veriler normalse Bartlett testi kullanılır. Veriler normal dağılmıyor ise Levene testi uygulanır. Levene testi iki ve daha fazla dağılıma uygulanabilir.

T Testi: T Testi aşağıdaki durumlarda kullanılır:

- Bir ortalamanın hedef değerle karşılaştırılması işleminde.
- İki bağımsız grup ortalamalarının karşılaştırılması işleminde.
- Eşlendirilmiş grup ortalamalarının karşılaştırılması işleminde.
- Tek bir ortalama için güvenilirlik aralığı hesaplama işleminde.

T Testi uygulanmadan önce varyansların eşitliği testlerinden birinin uygulanmış olması gerekmektedir. Varyansların eşit çıkıp çıkmamasına bağlı olarak, eşit varyanslar için veya eşit olmayan varyanslar için geliştirilmiş T Testinden birisi uygulanır.

Ki Kare Testi: Ki Kare Testi aşağıdaki durumlarda kullanılır:

- Bir dağılımın hedefe uyumunu test eder.
- Tek bir dağılım seçildiğinde, iki değişkenin bağımsız olup olmadığını belirlemede kullanılır.
- Değişik ana kütlelerden alınmış örneklerin oranlarının eşit olup olmadığının test edilmesi için kullanılır.

Ki Kare testi kesikli veriler için kullanılır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı önemli değildir. Bu testin uygulanabilmesi için bazı gereksinimler vardır:

- Ölçümler birbirlerinden bağımsız olmalıdır.
- Test, görülme sıklığı ile yapılmalıdır.
- Örnek sayısı yeterince büyük olmalıdır.

Anova: Anova nicel çıktı verileri için kullanılan bir analiz metodudur. Anova aşağıdaki durumlar için kullanılabilir:

- Birden fazla grubun ortalaması karşılaştırılmak istendiğinde kullanılır.
- Çıktı değişkeni Y üzerindeki etkisi olan önemli X faktörlerini bulmak için kullanılır.
- Aynı popülasyondan seçilmiş her bir çıktının ortalamasının belirlenmesi için kullanılır.
- Hayati faktörleri (X) belirlemek amacıyla verileri elemeye kullanılır.

Anova analizi yapılırken dört önemli varsayım kabul edilir:

- Anova, tüm faktörlerin (bağımsız değişken) varyanslarının eşit olduğunu varsayar.
- Anova, tüm numune ortalamalarının normal olarak dağıldığını varsayar.
- Anova, numunelere ait verilerin rasgele seçildiğini varsayar.
- Anova, ölçüm safhasında anlatılan, ölçüm değişkenliğinin önemsiz olacağı kadar küçük olduğunu kanıtlayan ölçüm sisteminin yeterliliği (Gage R&R) analizinden geçildiğini varsayar.

Regresyon: Regresyon girdi ile çıktı arasındaki ilişkiyi gösteren bir matematiksel eşitliktir. Anova yöntemlerinin bir adım ileri götürülmüş halidir. Prosesin modelini yaratmaya yardımcı olur. Regresyonun kullanılma sebepleri:

- Potansiyel hayati öneme sahip faktörleri (X) saptamak için kullanılır.
- Çıktı (Y) değerini tahmin etmek için kullanılır.
- Çıktı (Y) değerini optimize etmek için kullanılır.
- Çıktı (Y) değerini optimize etmek amacıyla girdi (X) değerini nereye koyacağımızı saptamak için kullanılır.

5.4 İyileştirme

Altı Sigma metodolojisinin, yaratıcılığı kullandıran bölümü iyileştirme aşamasıdır. Analiz aşamasında bulunan hayati öneme sahip faktörlerin oluşturduğu hataların sebepleri nasıl elimine edilebilir ve bu şekilde nasıl optimum sonuca ulaşılabilir sorularına yanıt arayan aşamadır [23]. Bu aşamada yaratıcılıkla birlikte disiplin ve teknoloji kullanılarak değişik çözüm yolları yaratılır. Sonra da uygulanacak plan kuruma yerleştirilir ve geliştirilir [42]. Bulunan çözüm yollarının kalıcılığının da sağlanması gerekmektedir.

Tanımlama, ölçme ve analiz aşamalarında verilen emeğin karşılığı iyileştirme aşamasında ortaya çıkmaktadır. Önceki aşamalar hazırlık aşaması olarak düşünülürken, bu aşama bir şeyler ortaya koyan uygulama aşaması olarak düşünülebilir. Bu aşamada iyileştirmeleri yönlendirecek bir takım soruların sorulması yararlı olmaktadır:

- Hangi olası faaliyet ya da düşünceler, sorunun temel nedeninin işaret edilmesine ve amaçlara ulaşılmasına yardımcı olacaktır?
- Bu düşüncelerden hangileri, üzerinde çalışılabilecek olası çözümler oluşturacaktır?
- Hangi çözüm, en az maliyetle karşılıklı amaçlara ulaşılmasına yardımcı olacaktır?
- Seçilen çözümün etkili olup olmadığının denemesi nasıl yapılabilir ve sonradan nasıl kalıcı bir şekilde uygulanabilir?

Bu kısımda kullanılan istatistiksel araç Deney Tasarımı (DOE) yöntemidir. Analiz aşamasında belirlenen hayati öneme sahip faktörlerin, optimum çözümü vermesi için hangi değerler almaları gerektiği bu yöntemle ortaya konur.

5.4.1 Deney Tasarımı (DOE)

Deney Tasarımı, bir süreci etkileyen hayati öneme sahip faktörler (X'ler) ile sürecin çıktıları (Y'leri) arasındaki ilişkiyi elde etmeye yarayan organize ve yapısal bir metodur [35]. Deney Tasarımı'nın yapılma amaçları aşağıda verilmiştir:

- Hayati öneme sahip girdi (X) değişkenlerinin çıktı (Y) değişkeni üzerinde ne miktarda etkiye sahip olduğunu göstermek amacıyla kullanılır.
- Optimum değeri kararlaştırılmış olan çıktı (Y) değişkenin, kararlaştırılmış değerine ulaşmasını sağlayacak optimum girdi (X) değişkenlerinin değerlerinin ne olması gerektiğini belirlemek amacıyla kullanılır.
- Tüm sürecin etkinliğini kontrol etmek amacıyla kullanılır [20].

Deney Tasarımı'nın üç temel çeşidi bulunmaktadır [43]:

1. Tam Faktöriyel Deney Tasarımı
2. Kesirli Faktöriyel Deney Tasarımı
3. Cevap Yüzeyi Deney Tasarımı

Deney Tasarımı'nda çıkan sonuçlara göre, girdilerin alması gereken optimal değerlerde olabilmeleri için potansiyel çözüm yöntemleri bulunmalıdır. Potansiyel sistemin operasyon toleransları tanımlanmalıdır. Tüm bu potansiyel çözümlerin hata oluşturma durumları değerlendirilmeli ve ortaya koyacakları iyileştirme boyutları pilot bir uygulamayla doğrulanmalıdır [44].

5.5 Kontrol Etme

Kontrol aşaması iyileştirmelerin Altı Sigma düzeyinde kalıcı olması ve sürekliliğinin sağlanması amacıyla süreçlerin standardizasyonu ve kontrolü aşamasıdır. Bu aşamada İstatistiksel Proses Kontrol Tabloları ile süreçlerin performans yeteneklerinin sürekliliğinin takibi ve kontrolü yapılmaktadır. Yeni sürecin korunması için ilerleme kontrol edilir [41].

5.5.1 İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)

İPK bir süreç içerisindeki değişkenliğin ölçümü ve değerlendirilmesi ile bu tür bir değişkenliği sınırlamak ve kontrol etmek için harcanan çabaları içerir [14].

İstatistiksel Proses Kontrol Yönteminin kısaltması olan İPK'yı oluşturan harflerin açıklaması sırasıyla aşağıda verilmiştir:

I= Süreç değişkenliğini incelemek için kullanılan istatistiksel teknikler. Bir bütünün tamamı yerine bütünden örnek alarak, bunların sonuçlarına göre bütün hakkında tahminde bulunmak için kullanılan araçtır.

P= Herhangi bir süreç. Bir ürün veya hizmetin belirli bir nitelikte elde edilebilmesi için kullanılan makine, alet/ekipman, metod, malzeme ve insan gücünün bütününe proses denir.

K=Aktif yönetimle sürecin kontrol edilmesidir. Kontrol prosesi, gerçek performansın ölçülüp standartlarla karşılaştırılarak aradaki farklılığa göre eyleme geçilmesini sağlayan bir geri bildirim döngüsüdür.

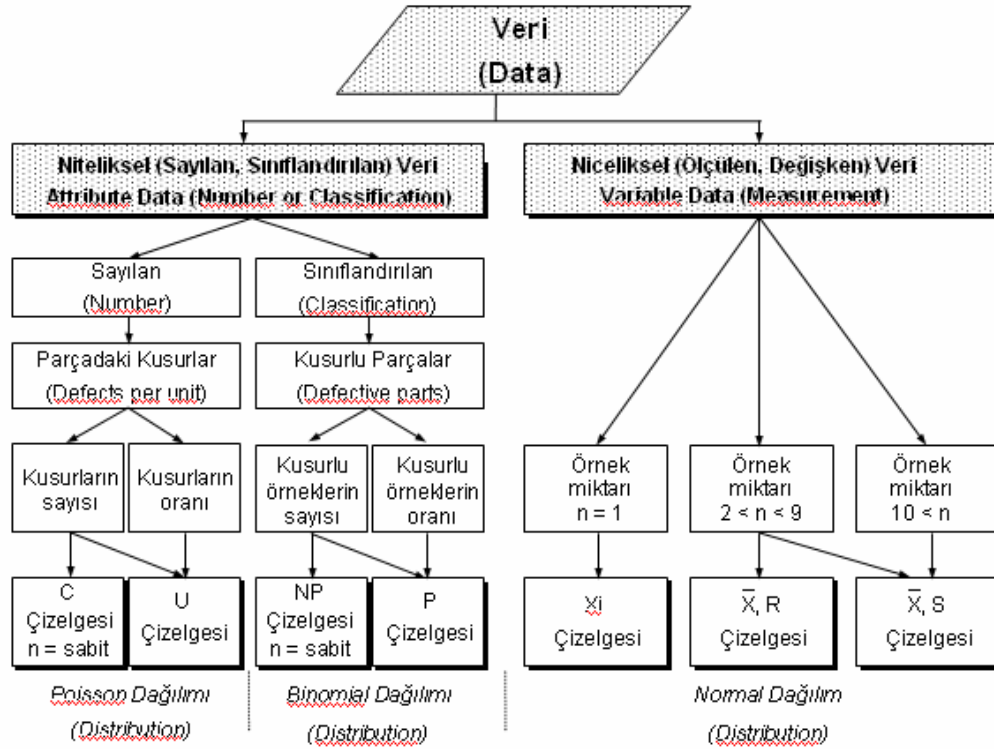
İPK kapsamında kullanılan kontrol tabloları, gözlemlenen sürecin performansını göstermek, iyileştirme sonrası hedeflenen performansla arasında bir fark mevcutsa bir faaliyet yapılması gerektiğini kanıtlamak açısından çok ideal bir yoldur. Bir miktar bilgi toplandıktan sonra kolayca anlaşılabilir olan kontrol tabloları, çok etkili bir iletişim aracı olmaktadır.

Kontrol tablolarının Altı Sigma sisteminde üç temel kullanım alanı vardır:

1. TÖAİK projesinin ilk ölçüm faaliyetlerinde, sorunların ya da kontrol dışında kalan durumların tiplerinin ve sıklıklarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Hangi türde araştırma ve düzeltme faaliyetinin en etkili olabileceğini de söyleyebilmektedir.
2. Bir süreç çözümü ya da değişkenliğinin (İyileştirme ya da Kontrol aşamalarında) denemesi ya da uygulanmasında, değişkenliğin ve performansın nasıl etkilendiğini göstererek ve hatta başka çalışma, araştırma alanları da önererek sonuçların izlenmesine yardımcı olmaktadır.
3. Üçüncü olarak, Kontrol tabloları sürekli olan bir alarm sistemi gibi hareket etmekte ve süreci inceleyen kişiyi alışılmadık durumlar hakkında uyarmaktadır [14].

Kontrol tabloları kullanılarak sürecin kontrol altında olduğu sonucuna varılması, sürecin iyi olduğu anlamına gelmemektedir. Yani süreç hep aynı şekilde gelişebilir fakat müşteriler tarafından istenen seviyede olmayabilir. Kontrol sınırları o anki toplanan veriden ortaya çıkar ve süreç değiştikçe değişir. Müşterinin belirlediği sınırlar ise spesifikasyonlardır. Spesifikasyon değerleri müşteri gereksinimleri değiştikçe değişir.

Süreçten düzgün veri toplanması ve bu verilerin doğru kontrol tabloları yoluyla gösterilmesi çok önemlidir. Şekil 5.7, hangi durumlarda, hangi kontrol tablolarının kullanılacağını göstermektedir [20].



Şekil 5.7 Veri türüne göre kullanılacak kontrol çizelgeleri şeması

6. ALTI SİGMA İÇİN TASARIM (DFSS)

Altı Sigma için tasarım, Altı Sigma kalite seviyesinde müşteri tatmini sağlayan ürün ve süreçleri tasarlamak amacıyla istatistiksel araçları, eğitimleri ve ölçüleri kullanan sistematik bir metodolojidir [30].

Kuruluşların başarısı, ürettikleri ürün ve hizmetlerin en düşük maliyetle, tam zamanında olmasıyla ve fonksiyonunu tam olarak yerine getirme yeterliliği ile doğrudan bağlantılıdır. Tasarım aşaması ürün veya hizmet maliyetinin %75’ni kapsamaktadır. Tasarımda yapılacak iyileştirmeler rakiplere karşı önemli üstünlükler sağlayacaktır. Bu sebeple, Altı Sigma için Tasarım süreci firmaların en fazla kazanç sağlayabilecekleri bir uygulama olacaktır [31].

Altı Sigma için Tasarım kavramı, TÖAİK döngüsü gibi tüm dünyaca kabul edilmiş bir tanıma sahip değildir. Her kurum Altı Sigma için Tasarım kavramını farklı şekilde tanımlamaktadır. Bu sebeple Altı Sigma için Tasarım tanımlanmış bir metodolojiden daha çok bir yaklaşımdır [45]. Bu yaklaşım altındaki en popüler metodoloji TÖATD (DMADV) döngüsüdür. Bu döngünün adımları başlıklar halinde anlatılmıştır. TÖATD döngüsü dışında, TMKTU (DCCDI), KTOD (IDOV), TÖAGU (DMEDI) gibi farklı döngüler de mevcuttur. Bunlardan KTOD (IDOV) özellikle üretim dünyasında kullanılmaktadır.

Altı Sigma için Tasarım, yukarıda sayılan tüm metodolojileri kullanabilir. Tüm metodolojilerde kullanılan gelişmiş tasarım araçları aynıdır (Kalite fonksiyonu yayılımı (QFD), Hata türü ve etkileri analizi (FMEA), Performans kıyaslama (Benchmarking), Deneysel tasarım (DOE). Simülasyon (Simulation), İstatistiksel optimizasyon (Statistical Optimization), Hata düzeltme (Error Proofing), Sağlam tasarım (Robust Design), vb...) [44].

Altı Sigma için Tasarım projeleri, proje sözleşmesinin tasarımıyla başlar. Eğer ki süreç mevcutsa, projenin siyah kuşağı hangi döngünün kullanılması gerektiği konusunda doğru tespiti yapabiliyor olmalıdır. Bunun en iyi yolu da operasyonu ilk elden gözlemlemektir. Eğer ki süreç mevcut değilse, öncelikle ona benzer süreçlerin

başka yerde olup olmadığı araştırılır. Varsa, benzer süreçler gözlemlenir. Bu durum, performans kıyaslama aktivitelerinin oldukça yoğun kullanılmasını gerektirir. Belirli bir süre gözlem işlemi devam ettikten sonra, iş lideriyle yeni oluşturulacak sürecin vizyonu hakkında toplantı yapılmalıdır. Mevcut durumla ortaya çıkan yeni sürecin vizyonu arasındaki fark, ele alınacak problemin temelini oluşturur ve gerekli olacak iş ihtiyaçlarını ortaya koyar.

Bu işlemlerden sonra projenin kapsamı belirlenir. Böylece projenin sınırları, projenin sahibi ve projenin sponsoru belirlenmiş olur. Sonra, mevcut durum ile istenen durum arasındaki farkı kapatmak için gerekli olan teknik, kişisel ve iş becerileri ortaya konmalıdır. Bunlara bağlı olarak da projede çalışacak gerekli kişiler seçilmelidir.

Son olarak, proje sponsorlarıyla projenin son hali resmiyet kazanır ve proje resmi olarak başlatılır.

Bu ön aşamadan sonra döngünün adımlarına geçilebilmektedir. Adımlar aşağıda özet bir şekilde sırasıyla anlatılmıştır.

6.1 Tanımlama

Bu aşamada yapılması gerekenler şunlardır [30]:

1. Kritik Kalite Parametrelerinin belirlenir.
2. Müşterilerin bilinçli olarak farkında olmadıkları Kritik Kalite Parametreleri tanımlanır.

Tanımlama aşaması öncelikle, müşteri için neyin önemli olduğunun belirlenmesini kapsamaktadır. Burada kullanılan araçlar TÖAİK döngüsündeki araçlarla aynıdır. Önemli olan, müşterinin sesinden ortaya çıkarılan verilerin tüm döngü aşamalarında geçerli olmasını sağlamaktır.

Altı Sigma için Tasarım döngüsündeki tek amaç müşteri tatmini sağlamak değildir. Müşterileri yeni tasarımlarla mutlu etmektir. Müşterileri mutlu etmek ise sadece müşteri beklentilerini sağlamak değil, onların hiç ummadığı sürprizler ortaya koymaktır. Bu tarz sürprizler ortaya koymak içinde müşterilerin bilmedikleri, bilseler bile ne için olduğu konusunda farkında olmadıkları hislerin keşfedilmesi gerekmektedir [46].

6.2 Ölçme

Bu aşamada, projenin ortaya çıkaracağı Kritik Kalite Parametreleri tanımlanır. Bu aşamada yapılması gerekenler aşağıda verilmiştir [14, 30]:

1. Yeni süreç ve ürün için ölçütler geçerli kılınır.
2. Bir ölçüm planı ortaya konur.

Tanımlama aşamasında, Kritik Kalite Parametreleri müşterinin sesi şeklinde ifade edilerek tanımlanmıştır. Bu aşamada ise Kritik Kalite Parametreleri operasyonel açıdan tanımlanır. Her bir Kritik Kalite Parametresi için özel ölçüler belirlenmelidir ki bu şekilde parametreler iç gereksinimlerin neler olduğunun anlaşılması açısından gerekli bilgiye dönüştürülebilir. Veri kaynakları tanımlanmalı ve tasarlanmalıdır. Mevcut veri kullanılacaksa, bu verilerin kalitesinin çok iyi olması gerekmektedir. Yani bu verilerin, esas amaç için uygun olup olmadıkları, doğru olup olmadıkları, güvenilir olup olmadıkları, gerçekten temsil edici bir zaman diliminde alınıp alınmadıkları çok iyi belirlenmelidir. Bunların dışında aşağıdaki soruların sorulması mantıklı olacaktır [30]:

- Mevcut olmayan hangi verilere daha ihtiyaç olacak?
- Bu veriler nasıl toplanacak?
- Ne boyutta bir örnek büyüklüğüne ihtiyaç olacak?
- Toplanacak veriler için rasyonel alt grup ne olacak?

Müşteriler esas odak noktası oldukları için, müşteri tatmininin nasıl ölçüleceği çok iyi tanımlanmalıdır. Tanımlanan bu ölçülerden elde edilen sonuçlar kesin olarak doğrulanmalıdır. Gerekirse rakip firmalarla kıyaslanabilir.

Son olarak, verilerin toplanabilmesi için gerekli olan ölçüm sisteminin geçerli kılınması için yapılacak olan aktiviteleri tanımlayan bir plan hazırlanmalıdır. Ölçüm sisteminin TÖAİK döngüsünde anlatılan doğru ölçüm yapabilmesi için gerekli olan tüm şartlar burada da geçerlidir (geçerlilik, doğruluk, tekrar edilebilirlik, tekrar üretilebilirlik, kararlılık ve doğrusallık).

Ölçüm planı gerekli bilgiyi elde edebilmek amacıyla aşağıdaki maddeleri açıkça belirtmelidir:

- Her bir ölçütün operasyonel tanımı nedir?

- Ne tarz veriler kim tarafından toplanacaktır?
- Ne sıklıkla, kim tarafından sonuçlar değerlendirilecektir?
- Örnek büyüklüğü ne olacaktır?
- Analiz metodu ne olacaktır?

6.3 Analiz Etme

Bu aşamadaki temel iş, Kritik Kalite Parametrelerini en iyi karşılayacak tasarımın seçilmesidir. Bunun yapılabilmesi için tasarımın özellikleriyle Kritik Kalite Parametreleri arasında çok iyi bir ilişki kurulmalıdır. Analiz aşamasındaki adımlar şu şekilde sıralanabilir [16, 30]:

1. Gereksinimleri gösteren konsept bir tasarım seçilmesi:
 - a. Özellikleri tasarlamak için Kritik Kalite Parametreleri haritalanır.
 - b. Özellikleri uygulamak için tasarım konseptleri tanımlanır.
 - c. En iyi konsept seçilir.
2. Gereksinimlerin sürekli karşılanacağından emin olunması:
 - a. Kritik Kalite Parametreleri performans seviyesi tahmin edilir.
 - b. Gereksinimlere göre tahminler kıyaslanır.
 - c. Gerekliyse tasarım konsepti revize edilir.

En uygun tasarımı belirlemek için tasarım kavramları ortaya çıkartılırken, tanımlama aşamasında bilinen müşteri taleplerinin tasarım gereksinimlerine ve spesifikasyonlarına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işleme dönüşüm işlemi denmektedir. Buradaki kritik nokta müşteri talebinin, çalışanın anlayacağı dile çevrilmesi işlemidir. Müşteri taleplerini bu noktada kullanırken başka bir noktaya da dikkat etmek gerekmektedir. Bir tasarım yapılırken elde edilecek avantaj sonucunda başka bir noktadan fedakarlık etmek gerekebilir. Bu yüzden müşterilerin belirledikleri talepleri önem sırasına koymaları gerekmektedir. Farklı müşteriler her bir parametreye farklı değer atadıklarında, en uygun tasarımı seçme süreci çok karışık olmaktadır. Müşterilerin talepleri yanında, seçilecek tasarımın kurum içindeki farklı bölümler tarafından önem verilen kriterleri de en iyi karşılayacak şekilde yerine getirmesi gerekmektedir. Hangi alternatifin seçilmesi konusunda karar alma

noktasında titiz bir süreç olan “Analitik Hiyerarşi Prosesi” karışıklıkla başatmak açısından çok yardımcı olacaktır. Analitik Hiyerarşi Prosesi sadece müşterilerin önem derecesinin belirlenmesinde değil aynı zamanda hangi tasarımın en uygun olduğu konusunda karar alma sürecinde de kullanılır [30].

Bu yöntemde ilk olarak, yukarıda bahsedilen müşteri taleplerinin, çalışan kişilerin anlayacağı dile çevrilmiş ifadelerinin, ikili şekilde karşılaştırılması yoluyla önem ağırlıkları belirlenecektir. Bu noktada kategorilere ayrılmış müşteri talepleri birbirleriyle ikili olarak karşılaştırılırlar. Her bir müşteri bir kategorinin değerine göre ne kadar önemli veya önemsiz veya da aynı öneme sahip olup olmadığı konusunda -9 ila +9 arasında değişen bir değer atar. Mesela +2 değerinin atanması, bir talebin değerine göre iki derece daha fazla öneme sahip olduğu manasına gelmektedir [16, 30].

Daha sonra her bir müşteri talep kategorisi altında ortaya çıkarılan alt kategorilerin aynı şekilde ağırlıklandırılması yapılacaktır. Burada ortaya çıkan ağırlıklar sadece ait olunan ana kategori içerisinde, alt kategorilerin ne kadar ağırlıkta olduğunu gösterecektir. Etkiyi yapan esas ağırlık, alt kategoride çıkan ağırlıkların her birinin ait oldukları ana kategori ağırlığıyla çarpılmasıyla elde edilir.

Son olarak ortaya çıkarılan ağırlıklar, alternatif tasarımlar kavramlarını değerlendirmek açısından çok iyi bir şekilde kullanılabilir. Her bir tasarım kavramının, alt kategoriler üzerinde ne şekilde etkisi olabileceği konusunda değerler atanır. Bu atama ne kadar alt kategoriye inilirse o kadar kaleme atanır. Bu hususta kullanılabilecek sayısal önceliklendirme ölçeği 0 ile 5 arasında değişen değerler olabilir (0 = Etkisi yok, 1 = Az etkisi var, 3 = Orta derecede etkisi var, 5 = Yüksek etkisi var). Bu değerlerle her bir kalemin bir önceki adımdan gelen esas etkiyi yapan ağırlıkları çarpılarak tasarım kavramlarının son puanı ortaya konur. Çıkan sonuçlar hangi tasarımın fonlanacağı kararında kullanılabilir. Proaktif bir şekilde, en önemli müşteri taleplerini ortaya koyacak tasarım kavramı buradan edilen bilgilerle belirlenebilir.

Tasarım kavramı üzerindeki müşteri etki skoru tasarım kavramı seçiminde en önemli girdilerden birisidir fakat tek değildir. Bunun yanında maliyet, zaman çizelgesi, yapılabilirlik, vb.. kriterleri de son kararda etkili olmaktadır. Bu kriterler içinde etki skoru bulmak amacıyla aynı proses kullanılabilir. Son kararda kullanılacak her bir

girdi skoru ikili karşılaştırılarak tasarım kavramı kararı için, her bir kavramın genel puanlaması yapılabilir.

6.4 Tasarlama

Bu aşama gerçek ürün veya sürecin tasarlanacağı aşamadır. Bu aşamada yapılacak işler aşağıdadır [30]:

- Detaylı bir tasarım geliştirilir.
- Kritik Kalite Parametreleri tahmin edilir.
- Kritik Kalite Parametreleri gereksinimleri karşılayana kadar revize edilir.
- Pilot üretim uygulanır.
- Pilot üretim sonuçlarına göre Kritik Kalite Parametreleri analiz edilir.
- Pilot üretimden elde edilen parametre sonuçları gereksinimleri karşılayana kadar revize edilir.
- Uygulama planı geliştirilir.

Tasarım aşamasında süreç simülasyonu çok önemli bir araçtır. Simülasyon gerçek sistemin detaylı bir modelidir. Sistemdeki yapısal, çevresel ve önemli varsayımlardaki değişikliklere karşı nasıl cevap vereceğini tanımlamaktadır. Simülasyonlar, sistem tasarımcılarının problemleri çözmesini sağlar. Simülasyon modelini oluşturan tasarımcılar modelin kapsamını çok iyi belirlemelidirler. Kapsam içerisinde belirtilen detay seviyesi amaçla tamamen örtüşmelidir. Detay seviyesi gereksiz fazla olursa modelin maliyeti de çok fazla olur. İyi tasarlanmış modeller çıktı, kaynak kullanımı, bekleme zamanı, üretim gereksinimleri, vb. birçok sistem ölçütü hakkında çok geniş değişkenlikte bilgi sağlar.

Tasarım aşamasındaki en önemli noktalardan bir tanesi simüle edilmiş modelden Kritik Kalite Parametrelerinin ne sonuç vereceğinin tahmin edilmesidir. Simülasyon programları çok adımlı süreçleri birçok defa parça parça analiz ederek toplam gerekli bilgiyi bize vermektedir. Elde edilen bilgilerden mevcut simülasyonda nereler iyileştirilmeye açıksa o noktalar iyileştirilmiş şekilde tekrardan simülasyon modeli oluşturulur.

Tasarım aşamasında, simülasyon dışında kullanılabilecek diğer araçlar aşağıda verilmiştir [30]:

- Taguchi Tasarım Kavramları
- Risk Değerlendirme
- Süreç Yeterlilik Analizi
- Deneysel Tasarım

6.5 Doğrulama

Tasarım her yönüyle simüle edilip değerlendirildikten sonra bile bazı noktalar konusunda emin olmak gerekir. Uygulanacak tasarımın operasyon prosedürlerinin, operatör eğitimlerinin, kullanılacak malzemelerin, bilgi sisteminin vb. simülasyon sonucunda tahmin edilen değerleri üretmesi gerekmektedir. Bu değerleri üretilmediğini görmek amacıyla, süreç uzmanlarının dikkatli gözetimi altında yeni tasarımın küçük çaplı ve kısa zamanlı uygulaması yapılır. Bu uygulama sonucu elde edilen ölçüler analiz edilir ve gerçek duruma çok yakın şartlar altında Kritik Kalite Parametrelerini sağlayıp sağlamadıkları ortaya konur. Yeni tasarım hakkında gerçek müşterilerden gelen tepkiler izlenir. Bu tepkiler sonucunda beklenmeyen problemler ortaya çıkabilir. Bu problemlerin gözden kaçırılmaması gerekmektedir. Uygulama sayısı arttıkça yeni tasarımın iyileştirilme oranı da artacaktır [30].

Pilot uygulamalar yeni tasarımın kararlı olacağı zamana kadar devam edecektir. Bu sırada tekrardan tasarım seçenekleri hep açık olacaktır. Ne zaman ki yeni tasarım kararlı hale gelecek, o zaman tam ölçekli uygulamalara geçiş olacaktır. Tam ölçekli uygulamalara geçiş için gerekli olan ustalık evresinin dolduğuna projenin sahibi karar vermelidir. Geçiş aşaması, görevleri, bitiş zamanı ve sorumlulukları atanmış bir alt proje olarak düşünülmelidir.

Doğrulama aşaması TÖAİK aşamasının Kontrol safhasıyla aynı özellikleri gösterir. Doğrulama aşamasında kullanılabilecek araçlar aşağıda verilmiştir [30]:

- Hata türü ve etkileri analizi
- TÖAİK kontrol planlama

7. UYGULAMA

Bu tez çalışmasında, Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş.'sinde uygulanan Altı Sigma proje çalışmalarından bir tanesi anlatılacaktır. Uygulanan proje bir iyileştirme projesidir. Yani Altı Sigma'nın TÖAİK döngüsü kullanılarak yapılmıştır. Proje anlatımına geçmeden önce Arçelik-LG firması hakkında kısa bir bilgi verilecektir. Bu bilgiler firmada takım lideri ve yönetici pozisyonunda çalışan kişilerle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., Türk ve dünya pazarlarına klima üretmek amacıyla 25 Mayıs 1999'da kurulmuştur. Arçelik A.Ş.ile LG Electronics'in %50-50 ortaklığı ve 50 milyon dolarlık bir yatırımla kurulan şirket, Gebze Organize Sanayi Bölgesinde faaliyetlerini yürütmektedir [47].

Arçelik-LG, 53 bin metrekaresi kapalı olmak üzere toplam 70 bin metrekare alan üzerine kurulu üretim tesisleri ile Türkiye'nin ilk ve en büyük entegre klima üreticisidir. Üretim tesisleri yıllık 1,8 milyon adet klima üretme kapasitesine sahiptir. Üretim kapasitesi ve ürün çeşitliliği, yeni yatırımlarla hem ev tipi hem de ticari ürünler için her yıl artmaktadır [47].

Arçelik-LG, hedef pazarların müşteri taleplerine uygun olarak, ürün gamını bünyesinde tasarlamaktadır. Ürün gamı içerisinde ısı pompalı ve yalnız soğutmalı olmak üzere [48],

- 7000 Btu/h ile 60000Btu/h kapasiteler arasında duvar, salon, kaset ve ticari multi split klimalar,
- Çeşitli kapasite ve kombinasyon aralıklarında değişen debili çoklu sistemler ve farklı mekânların ihtiyaçlarına uygun geniş iç ünite seçenekleri,
- 180000 Btu/h ile 360000 Btu/h kapasitelere sahip Çatı Tipi Paket Klimalar yer almaktadır. Arçelik-LG hedef pazar ihtiyaçlarına göre konvansiyonel ya da inverter kompresör seçenekleri ve R-22 ya da R-410 A akışkan seçenekleri sunmaktadır.

Arçelik-LG, uluslararası standartlarda tarif edilen kalite ve yönetim sistemleri kurmuştur. Bu standartlara uygun üretim ve kalite süreçleri ISO 9001, OHSAS 18001 ve ISO 14001 belgeleri ile kanıtlanmıştır. Arçelik-LG ürünleri ayrıca TSE, TUV gibi uluslararası standart kuruluşlarının onaylarına sahiptir [49].

Arçelik-LG, Altı Sigma felsefesi ile çalışmakta ve tüm üretim ve yönetim süreçlerinde hatayı sıfıra (3,4ppm) yaklaştırmayı hedeflemektedir. Arçelik-LG, Altı Sigma ile hatalara yol açan faktörleri önleyerek, beklenen kalite düzeyini şansa bırakmamayı amaçlamaktadır [50].

Arçelik-LG yurtiçinde %50 Pazar payına sahiptir. Yurtdışında ise Avrupa, Orta Doğu ve Afrika pazarlarında 40'dan fazla ülkeye ihracat yapmaktadır. Kullanıcı konforu, enerji verimliliği ve çevreye duyarlılık ilkelerini sürekli gözeterek Arçelik-LG, Teknolojik-Pazar Liderliği prensipleri ile coğrafyasının en büyük klima üreticisi olmayı hedeflemektedir [51].

Bu çalışmada anlatılacak olan Altı Sigma projesinin ismi “Tedarikçi Kaynaklı Motor Kapaklarının Banttan İadelerinin Azaltılması”dır. Bu başlık içerisinde bulunan kilit kelimelerin anlamı aşağıda açıklanmıştır.

Başlık içerisindeki “Tedarikçi” kelimesi, klimaların iç ünitelerinin içerisinde bulunan fanı çalıştırmak için gerekli olan fan motorlarını korumak maksadıyla kullanılan plastik parçayı üreten firmayı ifade etmektedir. “Motor Kapağı” ise fan motorlarını korumak maksadıyla kullanılan plastik parçayı ifade etmektedir. Klimaların montajı için tedarik edilen parçalar öncelikle Giriş Kalite Kontrol’e tabi tutulurlar. Burada, gelen parçaların miktarına göre örnekleme usulüyle seçilen parçalara belirli testler uygulanır. Giriş Kalite Kontrol’de yakalanmayan hatalı parçalar, Bant üzeri kalite kontrol noktalarında yakalanabilmektedir. Bant üzerine gelen hatalı parçalar, daha monte edilmeden operatör tarafından yakalanabildiği gibi monte edildikten sonra, bant üzerindeyken yapılan gaz kaçak testi, elektriksel testler vb... kontrollerden sonra da yakalanabilmektedir. Projenin ismi içerisindeki “Banttan İadelerin Azaltılması” cümlesi yukarıda açıklanan bant üzerindeki iki kontrol noktasında bulunan hataların azaltılmasını ifade etmektedir.

Projenin başlığındaki kelimeler açıklandıktan sonra projenin adımları sırasıyla Altı Sigma metodolojisine uygun başlıklar halinde anlatılacaktır. Her adımda yapılan

analizler, genellikle Altı Sigma veya farklı iyileştirme yöntemleri uygulayan üretim firmaları tarafından kullanılan minitab istatistik yazılımında yapılmıştır.

7.1 Tanımlama

Yapılacak proje için öncelikle bir “Proje Sözleşmesi” hazırlanmıştır. Proje sözleşmesinde projenin başlığı, lideri, siyah kuşağı, takım üyeleri, hangi tarih aralığında biteceği, planlanan zaman çizelgesi, kapsam tanımı, mevcut durumdaki hata oranının ve hedeflenen oranın sayısal olarak gösterimi, kazancın tanımı, proje sonunda sağlanacak parasal kazancın gösterimi, proje sonunda sağlanacak diğer kazançların kısa bir cümleyle anlatımı, projenin şirketin hangi ana hedefine hizmet edeceği, işbirliği yapılacak olan bölümler belirtilmiştir.

6-SİGMA KAYIT SAYFASI				ST-0095			
Bölüm : Satınalma				Proje lideri : MERT TÜRKSEL			
BAŞLIK				PROJE NUMARASI: ...			
PERIOD				APPROVAL			
TAKİM ÜYELERİ				PROJE LİDERİ			
BAŞLI TANIMI				KARA KUŞAK			
HEDEF				TAKİM LİDERİ MÜDÜR			
ETKİ				6 SİGMA TAKİM LİDERİ			
Tedarikçi Kaynaklı Banttan İadelerin Azaltılması				MERT TÜRKSEL			
19/06/2007 – 31/08/2007				HAZİRAN			
S.Sözer(Vendor), Enver Durul, Adem Ayluçtarhan, Kenan Gül, Gökhan Karaman (AT)				TEMMUZ			
Potansiyel problemleri iyileştirerek motor kapaklarının banttan iadelerinin azaltılması				AĞÜTOS			
MOTOR KAPAĞI BANTTAN İADE HATA ORANI (ppm)				EYLÜL			
2426 ppm				planlanan			
500 ppm				gerçekleşen			
2007(Ocak-Mayıs) Hedef				planlanan			
KAZANCI TANIMI				planlanan			
Y = Motor kapağı banttan iade oranı				gerçekleşen			
12000 \$				planlanan			
TAAHHÜT				planned			
TEDARİKÇİ FIRMA				gerçekleşen			
KALİTE BÖLÜMÜ				planned			
MONTAJ TAKIMI				gerçekleşen			
ANA HEDEF				NON_STOP TDR			
ALT HEDEF							
DİĞER							

F.Kod:102381

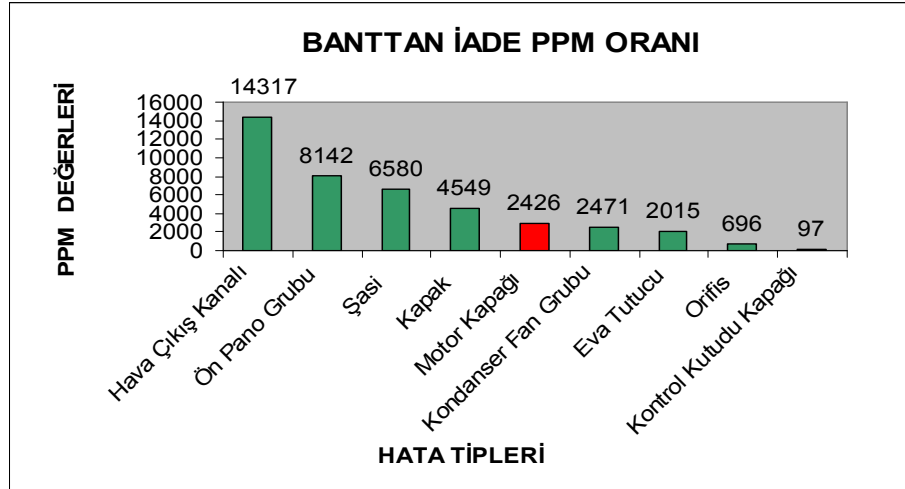
Şekil 7.1 Proje sözleşmesi

Şekil 7.1’de görüldüğü gibi proje sözleşmesi için tüm gerekli bilgiler belirtildikten sonra proje konu başlığının neden seçildiği sayısal olarak gösterilmiştir.

Konu başlığının öncelikle şirketin hangi ana ve alt hedefine hizmet ettiği belirtilmiştir. Buna göre hizmet edilen ana hedef %30 verimlilik artışıdır. Alt hedef ise bu ana hedefe hizmet eden ve birçok Altı Sigma projesini ve doğrudan

iyileştirmeyi bünyesinde barındıran geniş kapsamlı ve farklı departmanlardan en az üç dört tam zamanlı üyesi olan TDR projesidir.

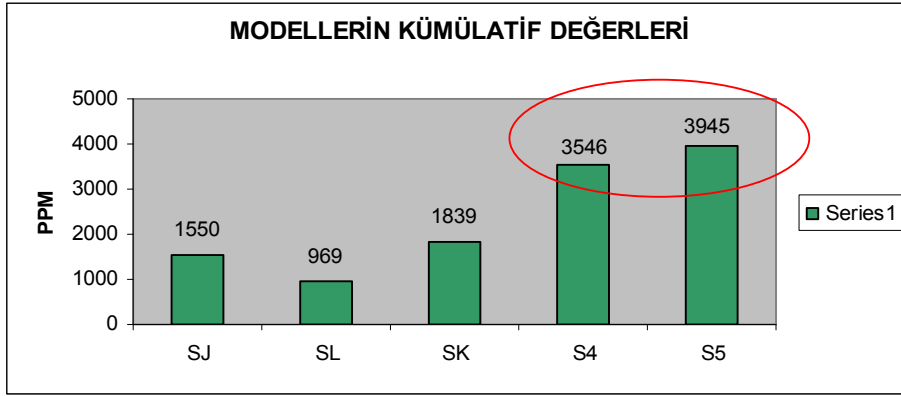
Seçilen projenin neden önemli ve öncelikli olduğunun gösterimi ise grafik yöntemiyle yapılmıştır. Kalite departmanından 2007 yılının ilk beş ayına ait olan banttın iade detay raporu baz alınarak hatalı parça isimleri öğrenilmiş ve milyonda hata sayıları hesaplanmıştır. Şekil 7.2’de görüldüğü gibi ilk beş ay için kümüle olarak hesaplanan bu hata miktarlarına göre parçalar sıralanmış ve öncelikleri ortaya konmuştur. Bu problemlili parçalara göre Motor Kapağı hata oranı beşinci sırada çıkmaktadır. Yani bu konudan önce ilgilenilmesi gerekli başka parçalar mevcuttur. Uygulanan projede Motor kapağına yönlendirilmesinin sebebi ondan önce gelen konuların belirli sebeplerle alınamayacak durumda olmasıdır.



Şekil 7.2 Banttın iade ppm grafiğı

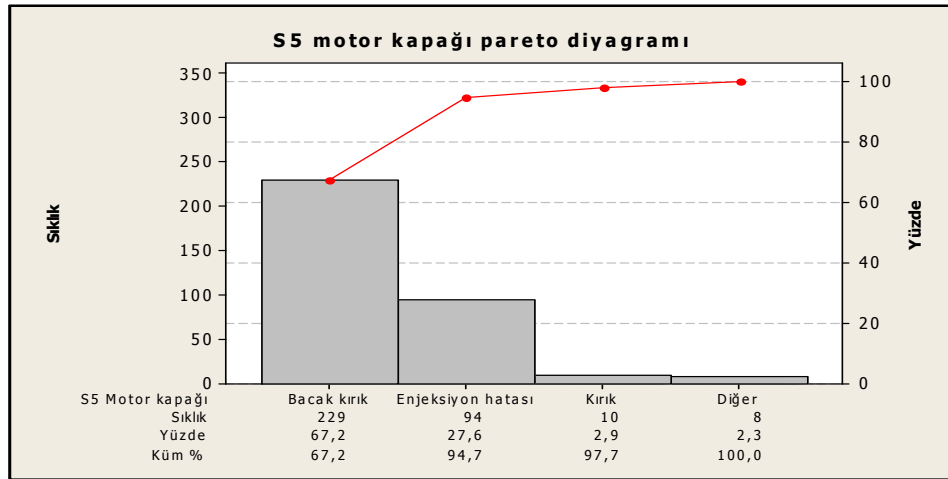
Yukarıdaki parçalardan hava çıkış kanalı ve kapak üzerine doğrudan iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır ve bu sebeple Altı Sigma proje çalışmasına gerek görülmemiştir. Ön pano grubu ve şasi üzerine halen devam etmekte olan projeler mevcuttur.

Motor Kapakları’nın proje konusu olarak seçilmesinden sonra, proje dahilinde hangi noktalara odaklanılması, projeden en kısa sürede ve en az maliyette istenilen sonuçların alınmasına olanak sağlayacaktır sorusunun cevabı aranmıştır. Bu soruya cevap bulabilmek amacıyla öncelikle model bazında Motor Kapağı hataları detaylandırılmıştır. Bu da yine ilk beş ay için kümülatif model bazında hata ppm’leri hesaplanarak yapılmıştır.

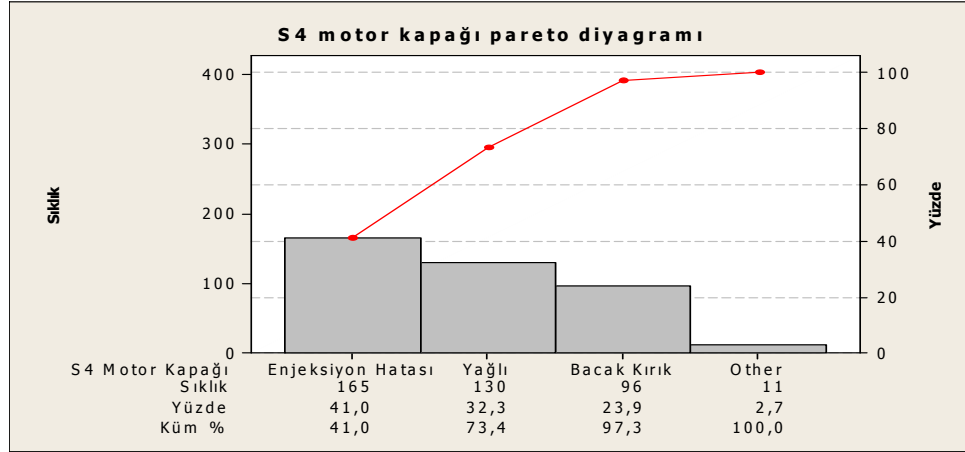


Şekil 7.3 Model bazında motor kapağı ppm grafiği

Şekil 7.3 incelendiğinde model bazında ilk beş aydaki hataların en büyüğünün S5 ve S4 modellerinde olduğu görülmektedir. Burada S4 modeli 9000btu, 12000btu ve 15000btu kapasiteli ve plazma temizleyicisi olan klimaları, S5 ise 18000btu ve 24000btu kapasiteli ve plazmalı klimaları temsil etmektedir. Bu iki model üzerinde durulursa hata oranlarının büyük oranda azalacağına karar verilmiştir. Bu iki model için hata tipleri pareto analizi ile incelenmiştir. Şekil 7.4 ve 7.5 sırasıyla S5 ve S4 modeller için pareto analizlerini göstermektedir.



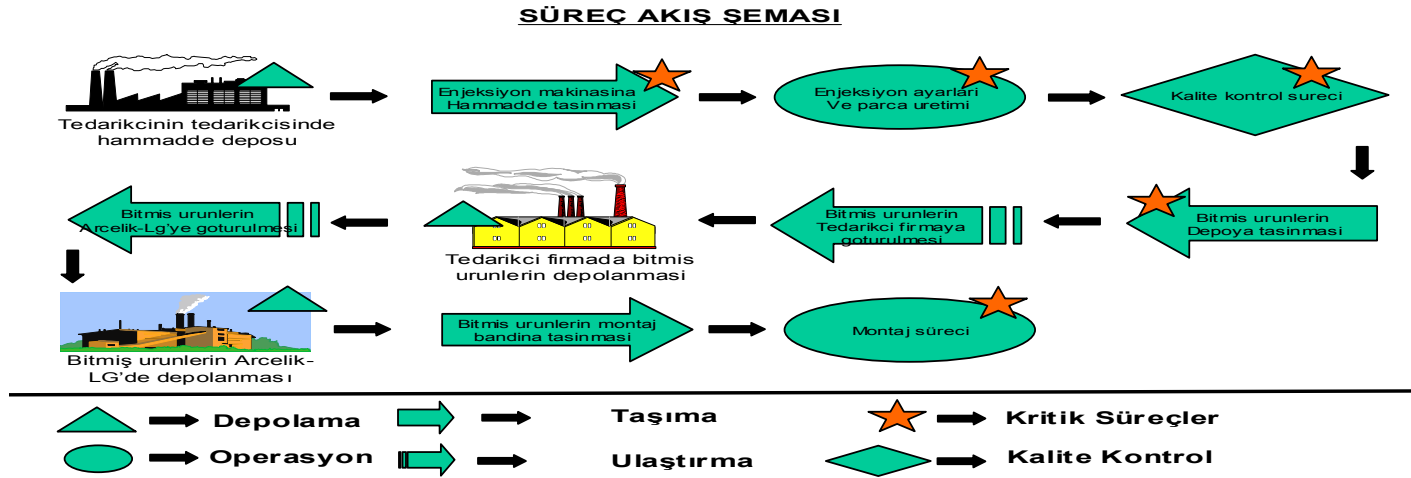
Şekil 7.4 S5 motor kapağı hata tipi pareto grafiği



Şekil 7.5 S4 motor kapağı hata tipi pareto grafiği

Pareto analizine göre odaklanılması gereken hata tipleri ortaya çıkmıştır. Buna göre S4 modeller için sırasıyla Enjeksiyon hatası, Yağlı ve Bacak kırık problemleri öne çıkarken, S5 modeller için Bacak kırık ve Enjeksiyon hatası problemleri öne çıkmıştır. Bu hata tiplerinin diğer modellerdeki hata tipleriyle de örtüştüğü verilerin alındığı kalite raporlarında gözlenmiştir. Yani odaklanılan bu iki modeldeki problemlerin çözümü diğer modeller içinde büyük oranda çözüm olacaktır. Böylece en kısa zamanda ve en az maliyetle problemlere çözüm bulunacaktır.

Pareto analizi ile hata tipleri belirlendikten sonra, incelenecek olan sürecin mevcut akış şeması çizilmiştir. Şekil 7.6'da gösterilen bu akış şeması üzerindeki kritik noktalar işaretlenmiştir. Bu noktalar yukarıdaki hata tiplerinin ortaya çıktığı yerleri göstermektedir. Bu şemaya göre, tedarikçilerdeki parçaların üretilme süreci, bitmiş parçaların istiflenmesi, taşınması süreci ve bitmiş parçaların kalite kontrol süreçleri problemlerin oluştuğu yerlerdir. Bu noktalarda daha detaylı analiz yaparak iyileştirme fırsatları olup olmadığının gözlenmesi gerekmektedir.



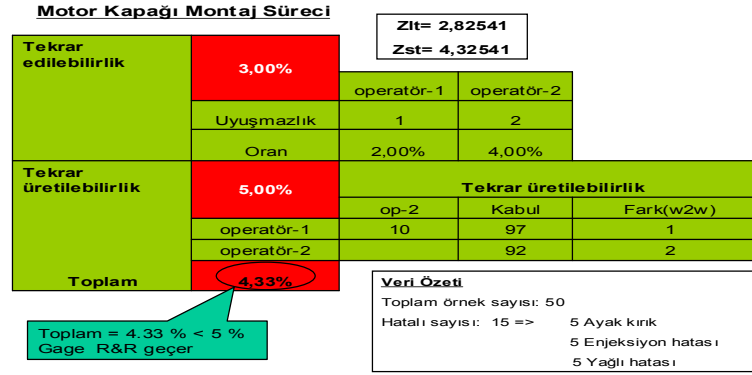
Şekil 7.6 Süreç akış şeması

7.2 Ölçme

Projenin ölçüm aşamasında, incelenecek sürecin mevcut durumu ortaya konmuştur. Ölçüm işlemi gerçekleşmeden, ölçüm için kullanılacak yöntemlerin toplam değişkenlikte ne kadar etkisi olduğu hesaplanmıştır.

Öncelikle motor kapaklarının montajının yapıldığı bant üzerinde çalışan operatörlerin tüm hataların ne kadarını yakaladıklarını gösteren Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R) çalışması yapılmıştır. Buradaki amaç mevcut durumu gösteren verilerin ve iyileştirme sonrası durumu gösterecek verilerin doğru bilgi verip vermeyeceğini ortaya koymaktır.

Bu çalışmayı yapmak için öncelikle uygulanacak istatistiksel test yöntemine karar verildi. Ölçüm değişkenliğini ortaya koyan “Gage R&R” çalışması nitel ve nicel veri olmasına göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple kullanılacak veri türü önemlidir. Burada kullanılacak veriler niteldir. Bundan dolayı nitel “Gage R&R” testi uygulanmıştır. Testin uygulanmasında farklı vardiyalardan iki ayrı operatör ve pareto analizinde ortaya çıkarılan üç tip hatayı kapsayan 50 tane hatalı ve hatasız motor kapağı kullanılmıştır. Bu hatalı motor kapakları sadece üzerine odaklanılan S4 ve S5 modelleri kapsamaktadır. Operatörlerin bilgisi dışında motor kapakları işaretlenerek banta getirildikleri kasalara gelişigüzel yerleştirilmiş ve üretim için bant kenarına gönderilmiştir. Üretim sırasında, hatalı kapakların yakalanıp yakalanmadığı her iki operatör için ikişer defa gözlenmiştir. Çıkan sonuçlar, uygun istatistiksel test için girdi verisi olarak kullanılmış ve durum ortaya konmuştur. Çıkan sonuç $\%4,33 < \%5$ değerinden küçük olduğu için hata tiplerinin bantta yakalanması konusunda bir problem olmadığı sonucuna varılmıştır. Ölçüm sisteminin yeterliliğini gösteren analiz çıktısı şekil 7.7’de görülmektedir.



Şekil 7.7 Motor kapağı montaj süreci Gage R&R çalışması

Motor kapağının montaj süreci incelendikten sonra, ölçüm için kullanılacak ekipmanların da toplam değişkenliğe ne kadar etkisi olduğunun ortaya konması gerekmektedir. Hata tiplerinden “Enjeksiyon eksik” için problu mihengirle ölçüm alınmıştır. Ölçülen veri niceldir. Burada uygulanacak olan yöntem “nicel Gage R&R”’dır. Nicel Gage R&R yöntemi tahribatlı ve tahribatsız olarak ikiye ayrılmıştır. Ölçüm sırasında parçaya bir zarar verilmediğinden dolayı ölçülen yer tekrar ölçülebilir. Bu sebeple burada tahribatsız “Gage R&R” kullanılmıştır.

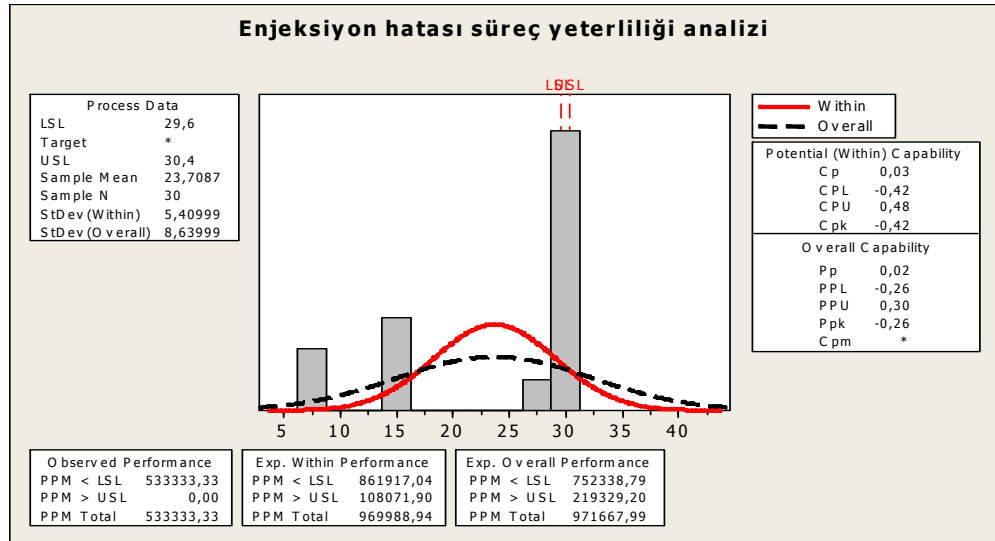
Gage R&R			
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)	
Total Gage R&R	0,0000609	2,83	
Repeatability	0,0000608	2,83	
Reproducibility operator	0,0000001	0,00	
Part-To-Part	0,0020879	97,17	
Total Variation	0,0021488	100,00	

Source	StdDev (SD)	Study Var (5,15 * SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0,0078014	0,040177	16,83
Repeatability	0,0077959	0,040149	16,82
Reproducibility operator	0,0002936	0,001512	0,63
Part-To-Part	0,0456939	0,235324	98,57
Total Variation	0,0463551	0,238729	100,00

Şekil 7.8 Motor kapağı enjeksiyon eksik hata tipi için Gage R&R çalışması

Şekil 7.8’deki test sonucunda varyansın %16,83 < %20 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Ölçüm sisteminin çıktı üzerindeki değişkenlik etkisi göz ardı edilebilecek boyuttadır. Ölçüm sisteminin çıktıya etkisi belirlendikten sonra, “Enjeksiyon eksik” hatası için S4 modellerde, mevcut durumdaki süreç yeterliliği

hesaplanmıştır. Toplam 30 motor kapağı tüm süreci temsil edecek şekilde seçilmiş ve problu mihengir ile enjeksiyon hatasının görüldüğü bölge ölçülmüştür. Çıkan sonuçlar Minitab programında süreç analizi yöntemiyle test edilmiş ve mevcut durum ortaya konmuştur. Hesaplanan cp ve cpk değerleri sürecin yeterli olmadığını göstermektedir. Bir sürecin Altı Sigma seviyesinde olabilmesi için cp değerinin 2, cpk değerinin ise 1,5 olması gerekmektedir. Şekil 7.9’da görülen test sonucu çıkan değerler sırasıyla cp için 0,03, cpk için ise -0,42’dir. Bu sürecin mümkün olduğunca iyileştirilmesi gerekmektedir. İyileştirme sonucunda esas hedef sürecin Altı Sigma veya da daha üst seviyeye ulaştırılmasıdır. Yapılan aktiviteler süreci bu seviyelere çıkarmasa da eski duruma göre gözle görülür bir düzelme varsa iyileştirme olarak kabul edilecektir.



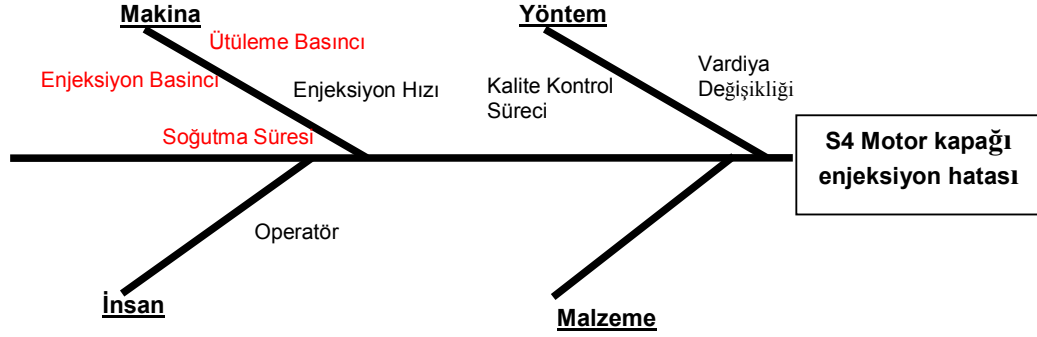
Şekil 7.9 Enjeksiyon hatası mevcut durum Cp ve Cpk analizi

7.3 Analiz Etme

Analiz safhasında “Enjeksiyon eksik” hatası değerlendirmeye alınmıştır. “Bacak kırık” ve “Yağlı” hata tipleri doğrudan iyileştirmeye ortadan kaldırılacağı için istatistiksel analiz yöntemleriyle analiz edilmemiştir.

Öncelikle, Enjeksiyon eksik hata tipi için Şekil 7.10’da görülen balık kılçığı diyagramı çizilmiştir. Bu diyagramda, ana hata balık kılçığı şeklindeki diyagramın en ucuna yerleştirildi. Daha sonra 4M (makine, yöntem, insan ve malzeme) temelinde bu hataya sebep olabilecek dört ana etken kılçık üzerine yerleştirildi. Beyin fırtınası

yöntemiyle bu ana etkenlerin altında hangi alt etkenlerin bulunabileceği kararlaştırıldı ve kılçığa işlendi.



Şekil 7.10 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası balık kılçığı diyagramı

Balık Kılçığı üzerindeki potansiyel etkenlerden Makine ana etkenin altındaki Ütölleme basıncı, Enjeksiyon basıncı, Soğutma süresi ve Enjeksiyon hızı alt etkenlerinin, hangilerinin çıktı üzerinde en önemli etkiye sahip olduğunu bulabilmek amacıyla, Minitab programında “Tek Yönlü Anova” istatistik yöntemiyle analizleri yapıldı. Bu yöntemle göre yukarıdaki alt etkenlerin her biri için iki seviye belirlendi ve bu seviyelerden test için veri toplandı. Belirlenen seviyeler için motor kapağı bacağıнын boyu olan çıktı değerinin ne olduğu gözlemlendi. Her bir etkenin, her seviyesi için çıktı değerleri toplandı ve bilgisayar programına girildi. Alt etkenler için belirlenen seviyeler aşağıdadır:

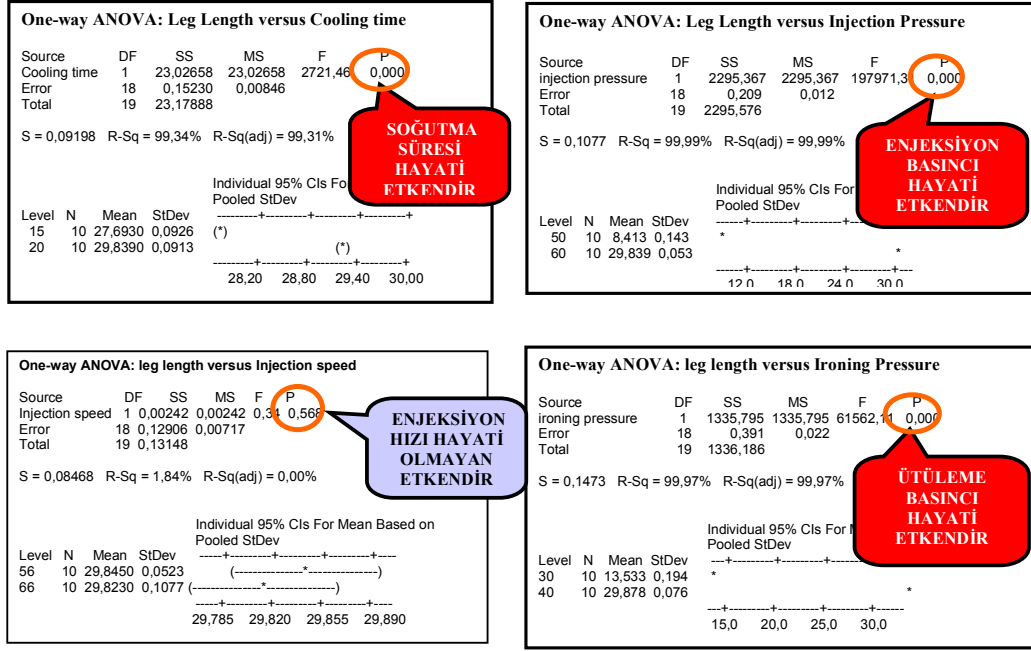
Ütölleme Basıncı = 30, 40

Enjeksiyon Basıncı = 50, 60

Soğutma Süresi = 15, 20

Enjeksiyon Hızı = 56, 66

Bu seviyeler için toplanan çıktı verileri analiz edilerek, herhangi bir seviye değişiminde çıktı üzerinde etki yapan en önemli alt etkenler belirlendi.



Şekil 7.11 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası tek yönlü anova analizi

Şekil 7.11’de görülen analiz çıktısına göre Ütüleme basıncı, Enjeksiyon basıncı ve Soğutma süresi en önemli faktörler olarak bulunurken, Enjeksiyon Hızı’nın çıktı üzerinde önemli bir etki yaratmadığının sonucuna varıldı. Bu sonuçlara p değerine bakılarak ulaşılır.

7.4 İyileştirme

Bu aşamada, analiz safhasında anlatılan Enjeksiyon hatası için deneysel tasarım (DOE) çalışması yapılarak, hayati öneme sahip girdi değerleri ne olursa optimum çıktı elde edilebilir sorusuna cevap bulunmuştur. Deneysel tasarım çalışmasının yanında diğer iki hata tipi için de doğrudan iyileştirmeler yapılmıştır.

Deneysel tasarım yöntemi iki seviyeli birden çok faktörlü analizler için kullanılan bir yöntemdir. Amacı, optimum çıktı için olması gerekli girdi değerlerini ortaya koymaktır. Bunu, faktörlerin birbirleriyle olan ilişkisini de dahil edip deneysel bir ortam yaratarak yapmaktadır. Bu yöntemle, faktörlerin çıktı üzerindeki ayrı ayrı etkileri ve birbirleriyle etkileşimlerinin etkileri ortaya konabilmektedir. Böylece faktörlerin tek başına mı daha çok etkili oldukları, çoklu etkileşimlerinin mi daha çok etkili olduğu bilinmektedir.

Bu projede, yukarıda enjeksiyon hatası için belirlenmiş olan üç tane hayati öneme sahip faktör değerlendirmeye alınmıştır. Faktör sayısı üçtür ve her biri iki seviyeye sahiptir. Yapılacak olan deneysel tasarım 2^3 'tür. Toplam kombinasyon sayısı $2 \times 2 \times 2 = 8$ 'dir. Öncelikle deney düzeneği için tasarım matrisi oluşturulmuştur. Bu matris, her deneyinde dört tane gözlemi olan bir “Tam Faktöriyel Tasarım” örneği olmuştur. Enjeksiyon makinesinin bulunduğu tedarikçi firmada her bir kombinasyon için dörder tane ölçüm alınmıştır. Alınan ölçümlerin ortalaması her bir kombinasyonun çıktısı olarak test yönteminin girdisi olmuştur. Matris tam olarak oluşturulduktan sonra Minitab programında her bir ana faktör etkisi ile birlikte çıktıda iyileştirme sağlayacak faktör kombinasyonlarının olup olmadığını açıklayacak birleştirilmiş etkilerin de analizi yapılmıştır. Faktörler arasında iki düzeyli üç farklı etkileşim (EB*UT, EB*SS ve UT*SS) ve bir tane de üç düzeyli etkileşim (EB*UB*SS) olanağı mevcuttur.

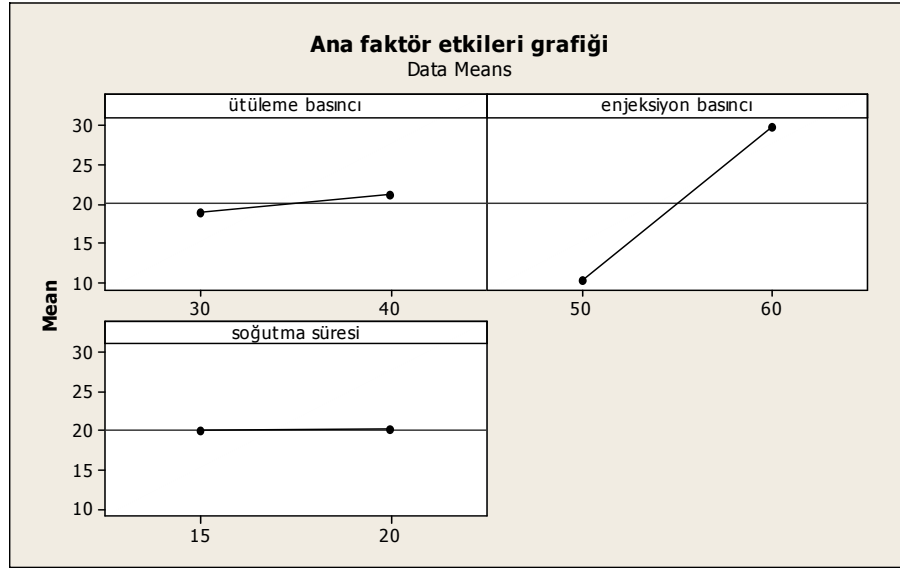
Uygulanan deney tasarım yönteminin sonucunu gösteren bir ekran görüntüsü ve üç tane önemli grafik çıktısı vardır. Grafiklerden ilki optimum noktayı gösteren küp grafiğidir. İkincisi ana faktör etkilerini gösteren grafik ve üçüncüsü ise etkileşimlerin etkisini gösteren grafiklerdir.

S = 1,65695 PRESS = 117,140						
R-Sq = 97,95% R-Sq(pred) = 96,35% R-Sq(adj) = 97,35%						
Analysis of Variance for result (coded units)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	3100,67	3100,67	1033,56	376,46	0,000
2-Way Interactions	3	41,06	41,06	13,69	4,99	0,008
3-Way Interactions	1	1,54	1,54	1,54	0,56	0,461
Residual Error	24	65,89	65,89	2,75		
Pure Error	24	65,89	65,89	2,75		
Total	31	3209,17				

Şekil 7.12 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası deneysel tasarım (DOE) analizi

Şekil 7.12'deki özet analiz çıktısında R-Sq değeri 97,95% olarak görülmektedir. Bu değer deney modelinin kuvvetli olduğunu göstermektedir. Bu değer 65% değerinin altındaysa deney modeli yeniden kurulmalıdır. Sonuç ekranında gruplar arası değişkenlik olan ana faktörlerin, ikili etkileşimlerin, üçlü etkileşimin ve grup içi değişkenlik olarak ifade edilen artık hatasının ortaya koyduğu değişkenlik miktarları da görülmektedir. Burada hipotez testi için bakılması gerekli yer p değerlerinin

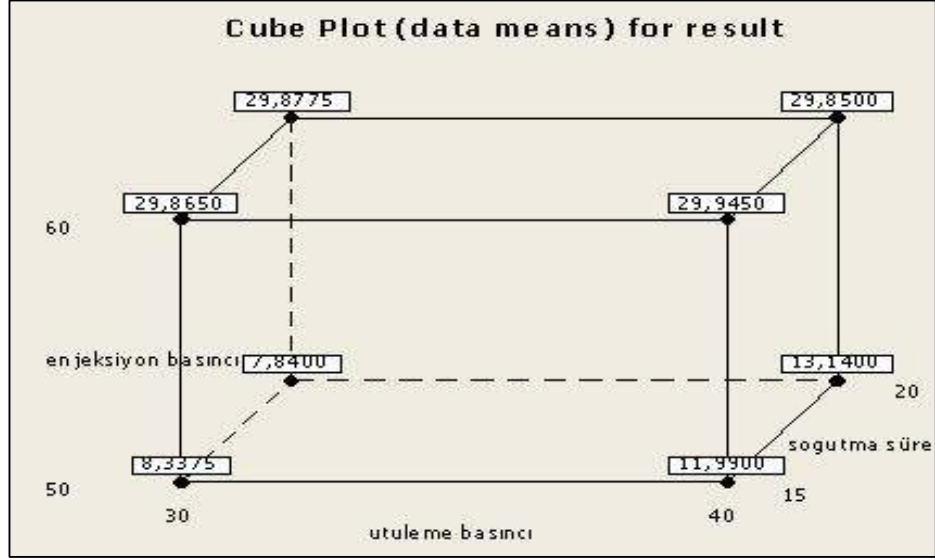
olduğu sütundur. İlk olarak üçlü etkileşime bakılırsa p değeri 0,05’den büyük olduğu için Ho hipotezi kabul edilir. Yani üçlü etkileşimin çıktı üzerinde etkisi yoktur. Sonra sırasıyla ikili etkileşimlere $0.008 < 0,05$ ve ana faktör etkilerine $0.000 < 0,05$ bakılırsa Ha hipotezinin kabul edildiği görülür. Bu durumda ikili etkileşimlerin ve ana faktörlerin çıktı üzerinde bir etkiye sahip olduğu görülür. Çıktı üzerinde etkili olanlar belirlendikten sonra etkisi olmayan faktörler deneyden çıkarılarak tekrardan bir deney düzeneği oluşturmak çoğu zaman daha iyi sonuç almak için gereklidir. Fakat bu deneyde zaten kurulmuş tasarımın süreci çok iyi temsil ettiği R-Sq değerinden görülmektedir. Ana etkilerin mi, etkileşimlerin mi daha çok etkiye sahip olduğu SS sütununun altındaki değişkenlik değerlerinden görülmektedir. Ayrıca, ana etkileri ve etkileşimleri gösteren grafiklerde en fazla değişkenliğe sahip olan girdi veya kombinasyonları göstermektedir. Hangi faktörün veya etkileşimin en büyük etkiyi yaptığını görmek için sonuç sayfasında bulunan ve her bir faktörün ve etkileşimin etki katsayısını gösteren daha detaylı ekrana bakılabilir. Bu ekran, eğer gerekirse modeli indirgemek amacıyla etkisi olmayan girdileri tek tek bulmak için kullanılır. Şekil 7.13’de ana faktörlerin etkilerini gösteren grafik bulunmaktadır.



Şekil 7.13 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası ana faktör etkileri grafiği

Hangi noktanın optimum olduğunu gösteren grafik ise küp grafiğidir. Küp grafiğinde istenen optimum çıktıya göre faktörlerin seviyeleri grafik üzerinden okunur. Faktör sayısı arttıkça birden çok küp grafiği ortaya çıkabilir. Böyle durumlarda faktör

seviyelerini okurken dikkatli olmak gerekmektedir. Şekil 7.14’de küp grafiği görülmektedir.



Şekil 7.14 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası (DOE) küp grafiği

Enjeksiyon eksik hatasını düzeltmedeki amaç, eksik çıkan motor kapağı bacağının eksik çıkmasını önlemektir. Eğer bu bacak eksik çıkarsa, montaj sırasında yerine tam oturmayacaktır. Teknik resime göre 30mm olması gerekmektedir. Bu durumda küp grafiğinde en yüksek çıktı olan 29,945mm bizim için en uygun çözüm değeri olacaktır. Bu değeri oluşturan ana faktör değerleri de sırasıyla Enjeksiyon basıncı = 60, Ütüleme basıncı = 40 ve Soğutma süresi = 15 olarak belirlenmiştir. Her zaman optimum nokta en yüksek değer olmayacaktır. Önemli olan yapılan projede istenenin ne olduğunun çok iyi belirlenmesi ve ona göre optimum noktayı verecek kombinasyonun seçilmesidir.

Optimum nokta için oluşturulan deney modelinin kuvvetli olduğunun regresyon denklemi kurularak da sağlanması yapıldı. Şekil 7.15’de görülen sonuç ekranındaki 96,6% R-Sq değeri değişkenliğin bu miktarda oluşturulan regresyon denklemi tarafından açıklandığını göstermektedir.

The regression equation is

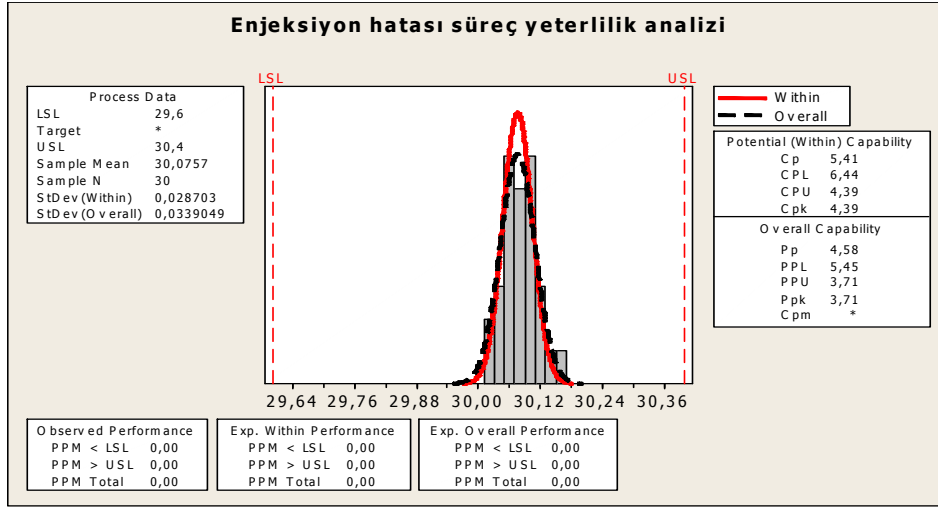
$$\text{result} = -95,8 + 0,225 \text{ utuleme basıncı} + 1,96 \text{ enjeksiyon basıncı} + 0,028 \text{ sogutma süresi}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-95,839	5,161	-18,57	0,000
utuleme basıncı	0,22512	0,06959	3,23	0,003
enjeksiyon basıncı	1,95575	0,06959	28,10	0,000
sogutma süresi	0,0285	0,1392	0,20	0,839

S = 1,96843 R-Sq = 96,6% R-Sq(adj) = 96,3%

Şekil 7.15 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası regresyon analizi

Yapılan deneysel tasarım çalışmasının ardından motor kapaklarının bacak boylarının süreç yeterliliğinin ne olduğuna bakılmıştır. Bunun için yine 30 adet motor kapağı tüm süreci temsil edecek şekilde seçilmiştir.



Şekil 7.16 S4 Motor kapağı enjeksiyon hatası iyileştirme sonrası cp ve cpk analizi

Şekil 7.16'da görüldüğü gibi yeni cp değeri 5,41 ve cpk değeri ise 4,39 olarak hesaplanmıştır. Deneysel tasarım çalışması yapılmadan önceki duruma göre çok büyük oranda iyileştirme gözlenmiştir. Çıkan sonuç Altı Sigma seviyesinden de mükemmel bir sonuçtur.

Enjeksiyon eksik hatası ve diğer iki hata tipi için doğrudan iyileştirmeler de yapılmıştır. Bunlardan ilki tedarikçi firmada kalite kontrol noktalarının ikiye çıkartılmasıdır. Bir önceki süreçte sadece makineden parça çıkar çıkmaz operatör

kontrolü varken, şimdi parçalar sevk edilmeden bir daha kontrol edildikleri çıkış kalite kontrol noktası mevcuttur. Bir diğer doğrudan iyileştirme, motor kapaklarının istiflenme şekillerinde yapıldı. Normalde tedarikçi firmanın motor kapaklarını kasalarda istiflemesi gerekiyordu. Fakat kasaların Arçelik-LG'den gelmesi sırasında problemler yaşandığı için, firma plastik ambalaj içerisinde kapakları istifliyordu. Bu şekilde istiflenen kapakları da üst üste sekiz dokuz sıra koyuyordu. En alt sıradaki kapaklar, üzerlerine gelen yükten dolayı deformasyona uğruyordu. Arçelik-LG'den kasaların yeterli miktarda gelmesi sağlanarak yanlış istifleme şekli ortadan kaldırıldı. Yağlı hatası, parçanın kalıptan çıkartılması sırasında kolaylık sağlanması için uygulanan silikon sıkma yöntemi yüzünden ortaya çıkıyordu. Kalıbın belirli yerlerindeki deformasyon, parçanın kalıptan koparak çıkmasına sebep oluyordu. Bunu önlemek için sürtünmeyi azaltıcı silikon yarım saat aralıklarla sıkılıyordu. Tedarikçi firma önce kalıbın bu deformasyonlu kısmını düzeltti sonra da belirli aralıklarla periyodik önleyici bakım yapmak için talimat oluşturdu. Bu bakım her vardiya sonunda olacak şekilde planlandı. Bacak kırık hatası için yapılan bir doğrudan iyileştirme de bant üzerinde yapılan iki günlük inceleme sonucunda gerçekleşti. Bant üzerinde kapakların montaj yeri uzun bir süre gözlem altında tutuldu ve montaj için ayrılan standart zaman hesaplandı. Buna göre standart zaman her iki model içinde 10sn ile sınırlı tutulmaktaydı. Bant üzerinde motor kapaklarının montajından önce takılan fan motorlarının kabloları, kapakların takılacağı yeri örtüyordu. Bu şekilde üstü kablolarla örtülü gelen klimaya, motor kapakları önce kablolar düzeltilerek takılması gerekiyordu. Kapak montajını yapan operatörlere verilen standart zaman sadece kapağı yerine monte etmek için ayrılmıştı. Bu sebeple operatörler, kapakları monte ederken çok zaman kaybediyorlar ve akan bant üzerinde her klimaya kapakları monte edebilmek için çok hızlı hareket etmek zorunda kalıyorlardı. Böyle olunca da ortalama her 40 kapakta bir tanesinin bacağını kırıyorlardı. Bu durumu önlemek amacıyla fan motor kablolarını takan operatörler, fan motorunu taktıktan sonra, kabloların motor kapaklarının takılmasını engellemeyecek şekilde yerleştirilmesi konusunda eğitildi. Bant üzerinde gözle görülür yerde asılı olan iş talimatları da bu değişikliğe göre baştan düzenlendi.

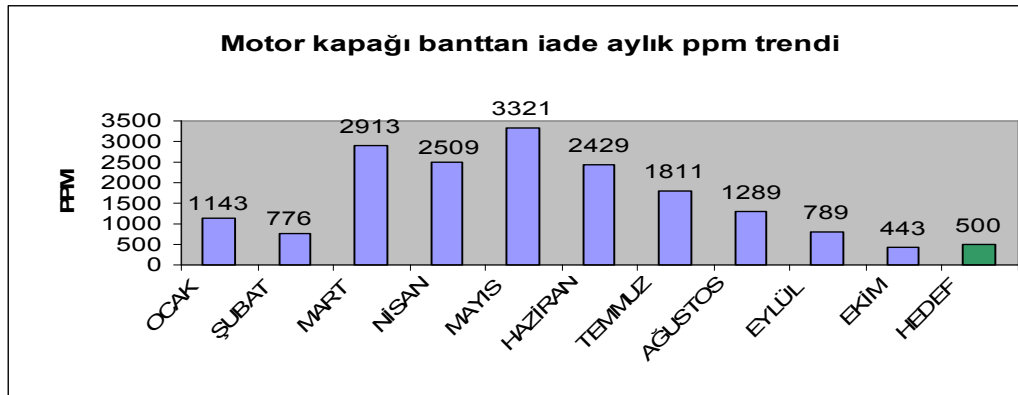
7.5 Kontrol Etme

Projenin bu aşamasında, yapılmış olan iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması için uygulanan çalışmalar anlatılacaktır. Ayrıca yapılan iyileştirmelerin uzun süreli takibi de bu safhada yapılmıştır.

Deneyisel tasarım yöntemi sonucunda hesaplanan optimum çıktı değerlerinin ne olduğunun çalışan herkes tarafından bilinmesi için enjeksiyon ayar parametre iş talimatı ve hayati öneme sahip parametrelerin kararlı bir şekilde değiştirilmemesi için belirli aralıklarla doldurulması gerekli zaman çizelgesi oluşturulmuştur. Parametre iş talimatı üretimin yapıldığı makinenin herkes tarafından gözle görülebilecek bölgesine yerleştirilmiştir. Böylece herhangi bir operatör değişikliğinde bilgi aktarımı olmasa bile, operatör üretim için hangi parametreleri gireceğini bilecektir. Zaman çizelgesi ise belirli aralıklarla kalite kontrol bölümünde çalışan bir operatör tarafından kontrol edilecek ve oluşturulan forma kontrol ettiği verileri işleyecektir. Bu kayıtlar sürekli tutulacaktır ve Arçelik-LG'den denetleme için gelindiğinde gösterilecektir.

Yağlı hata tipini önlemek amacıyla uygulanacak periyodik bakım için kontrol tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda her vardiya sonunda hangi noktaların kontrol edileceği belirtilmiştir. Kontrol edilen noktalar tablo üzerine kontrol edilmiştir diye işaretlenmeli, herhangi bir problem varsa hemen müdahale edilmelidir. Aynı şekilde bu tablo da denetleme sırasında gösterilecektir.

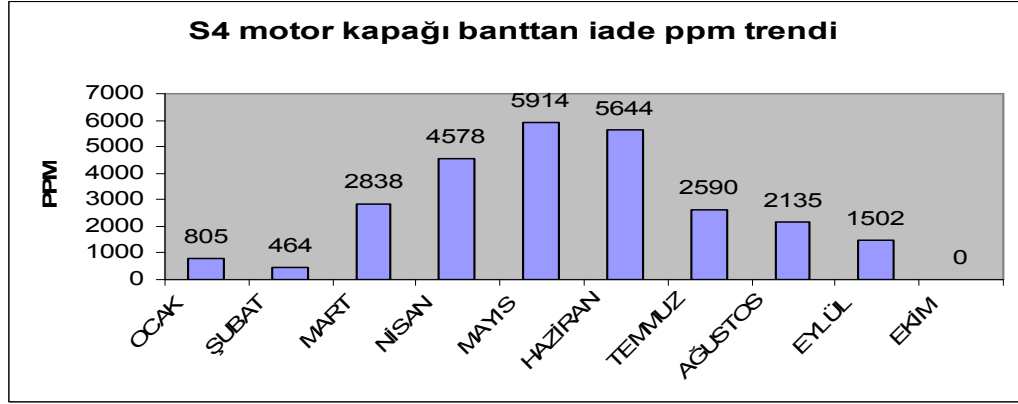
Projede yapılan iyileştirmelerin, proje süresince ve iyileştirme çalışmaları bittikten bir süre sonra daha nasıl bir seyir izlediğini görmek amacıyla aylık olarak ppm trendleri hesaplanmıştır. Bu değerler grafik olarak şekil 7.17'de gösterilmiştir.



Şekil 7.17 Motor Kapağı banttıan iade aylık ppm trendi

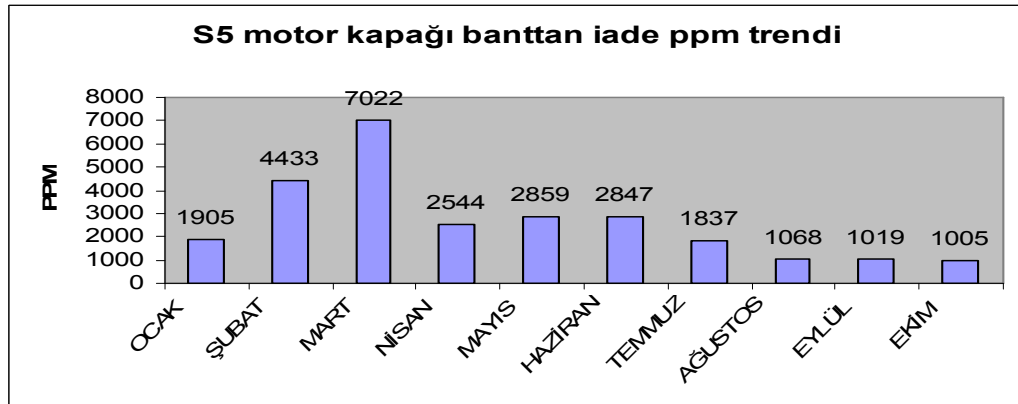
Şekil 7.17’den de görüleceği gibi toplam motor kapağı hata değerleri sürekli olarak azalmaktadır. Projede odaklanılmış olan S4 ve S5 modellerdeki iyileştirme çalışmaları ve tüm modelleri ilgilendiren bir iki doğrudan iyileştirme çalışmaları, proje başında hedeflenen değer olan 500 ppm seviyesinin altına proje başlangıcından dört ay sonra Ekim ayında ulaşmıştır.

Kümüle olarak gösterilen motor kapağı hata değerlerinden başka, proje içerisinde odaklanılmış olan S4 ve S5 modellerinin de ppm trendleri izlenmiştir.



Şekil 7.18 S4 Motor kapağı banttandırma aylık ppm trendi

Şekil 7.18’deki grafiğe göre S4 modellerdeki hata oranları, iyileştirme çalışmalarından sonra ekim ayında 0 ppm değerine ulaşmıştır. Yani hiç hata çıkmamıştır. Bu durum, yapılan çalışmaların ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 7.19 S5 Motor kapağı banttandırma aylık ppm trendi

Şekil 7.19’deki grafikte görülen S5 modellerde ise ağustos ayında 1000 ppm seviyelerine inen hata oranı eylül ve ekim aylarında da aynı şekilde bir seyir

izlemektedir. Eski duruma göre gözle görülür bir iyileştirme gözlenmesine karşın yapılan çalışmalara bir direnç oluşmuştur. Bu direncin büyük oranda, bant üzerinde montaj yapan operatörlerin, S4 model motor kapaklarına göre daha hassas olan S5 motor kapaklarını takarken kırmaları sonucu olduğu düşünülmektedir. Mevsimlik bir iş olan klima üretiminde bu organik yapısından dolayı geçici işçi çalıştırılmaktadır. Geçici olarak işe alınan işçiler ise daha iyi bir yerde kadrolu iş bulduklarında hemen işten ayrılmaktadırlar [47]. Özellikle montaj bantında gerçekleşen bu değişim, montaj sürecine çok fazla zarar vermektedir. Bir konuda eğitilen operatörlerin eğitildikten sonra ayrılması ile yeni eleman alıp da eğitilmesi arasında geçen sürede çok fazla hata oluşmaktadır.

Tablo 7.1’de uygulama sırasında her safhada kullanılan istatistiksel araçlar özet olarak verilmiştir:

Tablo 7.1 Projede kullanılan istatistiksel araçları gösteren özet tablo

AŞAMALAR	İSTATİSTİKSEL ARAÇLAR
TANIMLAMA	Proje Sözleşmesi Grafiksel Hata Gösterim Pareto Diyagramı Süreç Akış Şeması
ÖLÇME	Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (nitel Gage R&R) Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (tahribatsız nicel Gage R&R) Süreç Yeterliliği Analizi (cp, cpk)
ANALİZ ETME	Balık Kılçığı Diyagramı ANOVA (tek yönlü)
İYİLEŞTİRME	Deneysel Tasarım (DOE) Regresyon Analizi
KONTROL ETME	Seyir Grafikleri Periyodik Bakım Formu Zaman Kontrol Çizelgesi Görsel Gösterim Formu

Projenin sonunda kümüle grafiğine bakılarak aylık bazda hedefin altına inildiği görülmektedir. Ekim ayında istenilen hedef tutturulmuştur. Trend olarak da bir azalma eğilimi proje başlangıcından itibaren gözlenmiştir. Bu durumda proje sözleşmesinde gösterilen parasal kazanç ve diğer kazançlara da ulaşılmıştır.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında incelenen Altı Sigma metodolojisinin uygulama çalışması, Arçelik-LG firmasında mevcut olan spesifik bir problem üzerinde gözlenmiştir. Bu problemin çözümü için söz konusu firmada daha önce Altı Sigma metodoloji kullanılmamıştır. Sorumlu kişilerden alınan bilgilere göre bu konunun çözümü için farklı yöntemler denenmiş fakat başarılı olunamamıştır. Altı Sigma yöntemi ise problemi büyük oranda ortadan kaldırmıştır. Bu problem gibi birçok problem Altı Sigma metodolojisiyle kökten çözülmüştür. Normalde çok karışık ve çözümü çok zor olacağı düşünülen problemler, bu modern problem çözme yaklaşımının disiplinli adımlarıyla rahatlıkla çözülebilmektedir. Proje bazlı yürütülen çalışmalar sonucunda çalışanlar problemlere karşı daha cesaretli yaklaşmaya başlamışlardır. Arçelik-LG firması Altı Sigma Yönetim Sistemini benimsediğinden beri çok büyük maliyet kazançları elde etmiştir. Bunun sebebi bu yönetim yaklaşımını tam anlamıyla benimsemeye çabılıyor olmasından kaynaklanmaktadır [47,50].

Altı Sigma, tam anlamıyla benimsendikten sonra uzun dönemde çok büyük kazançlar sağlayan bir yaklaşımdır. Altı Sigma'yı tam anlamıyla benimsemek şirket çapında her yönden bir değişimi de yanında getirir. Bu yaklaşımı uygulayacak firmaların bu değişime hazır olması gerekmektedir. Pazarında her zaman lider ve öncü olmak isteyen firmalar bu yaklaşımı tam olarak benimseyip uygulamalıdır. Bununla birlikte firmaların bu yaklaşımı uygulayacak altyapıya sahip olmaları gerekmektedir. Arçelik-LG firması satışlarda 2006 yılında %50 ve 2007 yılında %30 büyüme hızına ulaşırken uyguladığı Altı Sigma yönetim sisteminin katkısını büyük oranda görmüştür. Şu anda pazarın lider ve öncü firmasıdır [47,50,51]. Birçok firma bu şekilde hiç ummadığı kadar önemli gelişmeler sağlayabilmektedir.

Altı Sigma, bu yararları sağlarken belirli miktarda kaynak da tüketmektedir. Bazı projeler çok uzun sürebilmektedir ve tükettikleri kaynaklar artabilmektedir. Ayrıca sonunda başarısız da olabilmektedirler. Firmalar tüm bu olasılıkları gözönünde bulundurmalıdır. Uzun süren projeler karşısında sabırlı; başarısız projeler karşısında ise anlayışlı olmalı ve onlardan ders çıkarmasını bilmelidir. Gerekli değişimin

farkında olan ve yeterli altyapıya sahip olan firmaların arasında bu düşünce yapısına sahip olan firmalar Altı Sigma yönetim yaklaşımının en iyi uygulayıcısı olacaklardır.

Takım çalışması şeklinde yürütülen proje çalışmaları çok fazla oranda bölümler arası işbirliğini ve iletişimi gerektirdiği için tüm şirket çalışanlarının katılımını sağlamakla birlikte, tüm çalışanların şirketin ortak amacı etrafında birleşmesini de sağlar. Bu şekilde ortaya konan sinerji hedefe ulaşmada çok büyük oranda katkı sağlar. Bu sebeple bu yaklaşımın ilk olarak üst yönetim tarafından harekete geçirilmesi ve sürekli desteklenmesi çok önemlidir.

İyileştirme çalışmalarında projeyi yürüten kişilerin yaratıcılığını kullanması, çalışanlar için kendi yetkinliklerini geliştirme konusunda çok fazla katkı sağlayan bir olgudur. Bu tarz projelerde yetkelendirme çok fazla yapılmakta ve projenin yönetimi tamamen projeyi yürüten kişilere verilmektedir. Üstler sadece yol gösterici olarak rol almaktadırlar. Bu durum da projeyi yürüten kişilerin kendilerine olan güvenlerini kazanmalarına yardımcı olmaktadır.

Bundan sonra yürütülecek Altı Sigma çalışmalarında, yürütülen proje çalışmalarının çıktılarının, başka yerlerde ne şekilde etki yaptığının da ortaya konması kesinlikle önerilmektedir. Bireysel bazda açılan birçok proje çalışmasında yapılan iyileştirmelerin başka yerlerde problem yaratıp yaratmadığının kesinlikle ortaya konması gerekmektedir. İyileştirme yapıldığı düşünülen bir nokta başka yerde daha büyük bir probleme yol açabilir. Bunun ortaya konması gerekmektedir. Farkında olunmadan yapılan bu iyileştirmeler firmalara büyük zararlar verebilmektedir.

Altı Sigma yaklaşımında çalışanların motive edilmesi için ödüllendirme sistematığının kurulması kesinlikle önerilmektedir. Yürütülen projelere verilen emek karşılığında elde edilen olumlu sonuçlarda kişiler yaptıklarının karşılığını kesinlikle beklemektedirler. Ödüllendirme hem manevi hem de maddi olmalıdır. Yapılan çalışmanın herkes önünde takdir edilmesi ve belirli bir miktar maddiyatla ödüllendirilmesi çok yararlı olacaktır.

Firmalarda, büyük oranda Altı Sigma yaklaşımının mevcut hatayı çözme üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanında hata oluşturmayacak tasarımların ortaya konacağı “Altı Sigma için Tasarım” kavramı da çok önemlidir. Firmaların bu kavramı uygulaması çok zordur. Fakat gerekli kaynakların ayrılıp, bu kavramın uygulanması sağlanabilirse, elde edilen kazançlar gerçekten çok büyük miktarda

olacaktır. Arçelik-LG firması kendi kaynaklarıyla “Altı Sigma için Tasarım” kavramını şu an için uygulayamamaktadır. LG Electronics firmasının uygulamalarından faydalanmaktadır [47,50].

KAYNAKLAR

- [1] **Young, A.**, 2001. Six Sigma: Creating a Competitive Advantage, *The Virtual Strategiest*
- [2] **Raisinghani, M. and Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., Daripaly, P.**, 2005. Six Sigma: concepts, tools, and applications, *Industrial Management & Data Systems*, **105**, 491-505.
- [3] **Malayeff, J. and Kaminsky C.F.**, 2002. Six Sigma and Introductory Statistics Education, *Education + Training*, **44**, 82-89
- [4] **Paul, L.**, 1999. Practice Makes Perfect, *CIO Enterprise*, **12**, Section 2.
- [5] **Murdoch, A.**, 1998. "Six out six?", *Accountancy*, February.
- [6] **Hendrics, C. and Kelbaugh, R.**, 1998. Implementing Six Sigma at GE, *The Journal for Quality Progress*, July/August.
- [7] **Murphy, T.**, 1998. Close Enough to Perfect, *Ward's Auto World*, **34**, No. 8.
- [8] **Antony, F.**, 2007. Is Six Sigma a Management Fact or Fad, *Assembly Automation*, **27**, 17-19.
- [9] **Smith, G.**, 1993. Benchmarking Success at Motorola, *Copyright Society of Management Accountants of Canada*, March.
- [10] **Antony, J. and Banuelas, R.**, 2001. Six Sigma a Business Strategy for Manufacturing, *Manufacturing Engineering*, **8**, 119-121.
- [11] **Harry, M.J. and Schroeder, R.**, 2000. The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations, New York, NY.
- [12] **Ronal D. S.**, 2000. Impact of Six Sigma on Quality Engineering, *published in Quality Engineering*, **12**, No.3
- [13] **Bolze, S.**, 1998. A Six Sigma Approach to Competitiveness, *Transmission & Distribution World*, August.
- [14] **Pande, P. S., Neuman, R. and Cavanagh, R. R.**, 2000. The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance, McGraw-Hill, New York, NY.

- [15]Card, D. N., 2000. Sorting Out Six Sigma and the CMM, *IEEE Software*, May/June
- [16]Truscott, W., 2003. Continual Improvement for Businesses, Butterworth-Heinemann, MA.
- [17]Atabek, A., 2004. Sürekli ve Batch Üretim Tiplerinde Kalite İyileştirme Uygulamaları, *Lisans Tezi*, ITU İşletme Fakültesi, İşletme Mühendisliği Bölümü.
- [18]Markarian, J., 2004. Six Sigma: Quality Processing Through Statistical Analysis, *Plastics Additives & Compounding*, August.
- [19]Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.
- [20]Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş., 2006. Siyah Kuşak Eğitim Notları.
- [21]Six Sigma dictionary, 2008. www.isixsigma.com.
- [22]Ölçek türleri, 2008. www.wikipedia.com.
- [23]Henderson, K. and Evans, J., 2000. Successful Implementation of Six Sigma: Benchmarking General Electric Company, *Benchmarking and International Journal*, 7, 260-281
- [24]Harry, M. and Schroeder, R., 2000. Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations, Currency Publishers, Doubleday, New York, NY.
- [25]Halliday, S., 2001. So What Is Exactly Six Sigma?, *Works Management*, 54, 15.
- [26]Erwin, J., 2000. It Is not Difficult to Change Company Culture, *Supervision*, 61, 6-11.
- [27]Eckes, G., 2000. The Six Sigma Revolution, John Wiley and Sons, New York, NY.
- [28]Air Academy Associates 1998. Sony: Six Sigma Green Belt Training, *Air Academy Press*, Colorado Springs, CO.
- [29]Ingle, S. and Roe, W. 2000. Six Sigma, Black Belt Implementation, 13, 273-80.
- [30]Pyzek, T., 2003. The Six Sigma Handbook, McGraw-Hill, New York, NY.
- [31]Ergün, A., 2003. Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye'deki Uygulamaları, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [32]Altı Sigma, 2008. www.procen.com.tr.
- [33]Sitnikov, C., 2002. The "Six Sigma Phenomena" – Old or New Perception of Quality?, www.alunet.com.

- [34] Swinney, Z., 2008. Project Charter, www.isixsigma.com.
- [35] Akarslan, B., 2003. Altı Sigma Metodu ve Bir Şirket Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [36] Galloway, D., 1994. Mapping Work Processes, *ASQ quality press*, Milwaukee, Wisconsin.
- [37] Hammer, M. and Champy, J., 1993. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, HarperBusiness, NY.
- [38] Crow, K., 2002. Voice of The Customer, www.npd-solutions.com.
- [39] Mazur, G., 1996. Voice of the Customer Analysis: A Modern System of Front-End. QFD Tools, with case studies.” AQC 1997.
- [40] Yüksel, M., 2003. Altı Sigma Proses İyileştirme Tekniği ve Bir Uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [41] Naumann, E. and Hoisington, S. H., 2001. Customer Centered Six Sigma: Linking Customers, Process Improvement, and Financial Results, *American Society for Quality*.
- [42] Anlağan, F., 2005. Altı Sigma Metodolojisi ve Bir Sanayi Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [43] Analysis of DOE data, 2008. www.itl.nist.gov
- [44] Simon, K., 2008. What is DFSS? And how does Design For Six Sigma compare to DMAIC, www.isixsigma.com.
- [45] Atabek, A., 2004. Üretim ve Kalite İyileştirmede Çağdaş Çözüm: Altı Sigma, *Türkiye’de ve Dünya’da Otomasyon*. Ağustos, No: 146.
- [46] What is SixSigma? The Roadmap to Customer Impact. <http://www.ge.com/sixsigma>.
- [47] Çatmaner, İ., 2008. Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş Üretim Direktörü, Kişisel Görüşme.
- [48] Hız, E., 2008. Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş Ar-Ge Bölümü Müdürü, Kişisel Görüşme.
- [49] Özdener, İ., 2008. Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş Kalite Güvence Bölümü Müdürü, Kişisel Görüşme.
- [50] Varolan, B., 2008. Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş Altı Sigma Takım Lideri, Kişisel Görüşme.
- [51] Kocaaslan, B., 2008. Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş Pazar Geliştirme Takım Lideri, Kişisel Görüşme.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İzmir’de doğan Mert TÜRKSEL, ilk ve orta öğrenimini İzmir’de yapmış, 1998 yılında Karşıyaka Anadolu Lisesi’nden mezun olmuştur. 1999 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümüne girmeye hak kazanmıştır. Lisans eğitimini “Bölüm İkincisi” olarak tamamladıktan sonra 2003 yılında İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Mühendisliği programından kabul almıştır. 2006 Ağustos ayında Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş.’inde Yardımcı Sanayi Destek Mühendisi olarak çalışma hayatına başlamış ve halen de aynı firma ve aynı görevde çalışma hayatına devam etmektedir. Mert TÜRKSEL Altı Sigma Yönetim Sistemi Kara Kuşak sertifikası sahibidir.