

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTI SİGMA'DA PROJE SEÇİM YÖNTEMLERİ VE
BİR UYGULAMA**

Davut DİNÇEL

Danışman
Doç. Dr. Onur ÖZVERİ

2011

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

2008800081

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : Davut DİNÇEL
Tez Başlığı : Altı Sigma'da Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Uygulama

Savunma Tarihi : 19.04.2011
Danışmanı : Doç.Dr.Onur ÖZVERİ

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr.Onur ÖZVERİ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Asım Günal ÖNCE	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Mehtap TUNÇ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	

Oybirliği ()
Oy Çokluğu ()

Davut DİNÇEL tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Altı Sigma'da Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Uygulama" başlıklı Tezi () / Projesi () kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

Yemin Metni

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Altı Sigma’da Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Uygulama**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

19/ 04/ 2011

Davut DİNÇEL

İmza

ÖZET

Tezli Yüksek Lisans

Altı Sigma'da Proje Seçim Yöntemleri ve Bir Uygulama

Davut DİNÇEL

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Yönetim Bilimi Programı

Altı Sigma metodolojisi, sezgilerin yerine ölçülebilir verileri kullanarak karar veren bir yönetimi ifade eder. Altı Sigma'da esas olan süreçlerin iyileştirilmesi ve hataların sifira indirilmesidir. Bunu sağlamak için Altı Sigma projelerinde zaman ve maliyetler başta olmak üzere kaynakların verimli kullanılabilmesi gerekmektedir. Doğru seçilmiş bir Altı Sigma projesi sayesinde, kaynakların israfı azalır ve Altı Sigma metodolojisinin tüm şirkete yayılarak benimsenmesi sağlanır. Çalışmanın teorik kısmı iki bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde Altı Sigmanın temel kavramları ve istatistiksel yöntemler, ikinci bölümünde de proje seçim tekniklerinden bazıları tanımlanmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında, tanımlanan proje seçim teknikleri özel bir hastanede uygulanmıştır. İlk olarak hastanenin kritik kalite karakteristikleri tanımlanmıştır. Hastanenin mevcut durumunu değerlendirebilmek için 400 hastadan oluşan bir grupta yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket 5'li likert ölçeğine göre hazırlanmıştır. Memnuniyetsiz hasta sayıları, hata sayısı olarak kabul edilerek DPMO bulunmuş ve ana sürecin kısa dönem sigma seviyesi hesaplanmıştır. Kısa dönem sigma seviyesinin 3'ün altında çıkması, hastanede işlerin yolunda gitmediğini göstermiştir. Kritik alt süreçler belirlenmiş ve bu alt süreçlerde uygulanması düşünülen projeler tanımlanmıştır. Proje seçim yöntemleri kullanılarak, hastanenin karlılığını optimum düzeyde arttıracak olan proje seçilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu sayede kaynaklar israf edilmemiş ve müşteri memnuniyetinin artmasıyla işletme amacına ulaşmıştır.

Anahtar kelimeler: Altı Sigma, Proje Seçim Yöntemleri.

ABSTRACT

Master's Thesis

Project Selection Methods in Six Sigma and A Case Study

Davut DİNÇEL

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Management

Management Science Program

Six Sigma methodology states a management using measurable data instead of instincts. The basis in Six Sigma is to improve the processes and reduce the errors to zero. To achieve this, it is necessary to use the sources effectively in Six Sigma projects, particularly time and costs. The waste of the sources decreases and the Six Sigma methodology is accepted by spreading over all the companies thanks to a rightly chosen Six Sigma project. The theoretic part of the study consists of two elements. In the first part, the Six Sigma's basic concepts and statistical techniques are defined and in the second part, some project choosing techniques are defined. In the implementation part of the study, defined project choosing techniques are implemented in a hospital. Firstly, the hospital's critical quality characteristics are defined. To evaluate the present conditions of the hospital, a face to face questionnaire study was held with a group of 400 people. The questionnaire was prepared according to the 5 point likert scale. DPMO was founded by considering the unsatisfied patients number as the error number and main process short termed sigma level was calculated. Short termed sigma level's appearing under 3 denoted that things were not going alright. Critical sub-processes were defined and the projects thought to be implemented in these sub-processes were defined. The project which was going to make the company raise its optimum profit were defined by using project choosing techniques and the projects thought to be implemented in these sub-processes were defined. By this way, sources were not waste and the company managed to achieve its goals with the rise of the customer satisfaction.

Key words: Six Sigma, Project Selection Methods.

İÇİNDEKİLER

ALTI SİGMADA PROJE SEÇİM YÖNTEMLERİ VE BİR UYGULAMA

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA

1.1. ALTI SİGMANIN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	3
1.2. ALTI SİGMANIN TANIMI	4
1.2.1. Altı Sigma'nın Faydaları.....	6
1.2.2. Altı Sigma'nın İlkeleri	7
1.3. ALTI SİGMA METRİKLERİ.....	9
1.4. ALTI SİGMA İYİLEŞTİRME PLANI.....	13
1.4.1. Tanımlama	17
1.4.1.1. Proje Beyanı	17
1.4.1.2. Süreç Haritası	21
1.4.1.3. Müşterinin Sesi	23
1.4.2. Ölçme	24
1.4.2.1. Veri Toplama Planının Oluşturulması	25
1.4.2.2. Veri Toplama Planının Uygulanması.....	28
1.4.2.3. Ölçüm Değişkenliği	28
1.4.2.3.1. Yinelenebilirlik	30

1.4.2.3.2. Türetilbilirlik	30
1.4.2.3.3. Kararlılık	31
1.4.3. Analiz	31
1.4.3.1. Veri Analizi	31
1.4.3.1.1. Kesikli Veri Analizi	31
1.4.3.1.2. Sürekli Veri Analizi	34
1.4.3.2. Süreç Analizi	37
1.4.3.3. Kök Neden Analizi	41
1.4.4. İyileştirme	44
1.4.4.1. Deney Tasarımı	45
1.4.4.2. Regresyon Analizi	46
1.4.4.3. Korelasyon	47
1.4.5. Kontrol	49
1.4.5.1. Standardizasyon	51
1.4.5.2. İstatistiksel Süreç Kontrolü	53
1.4.5.2.1. Süreç Potansiyel İndeksi (C_p)	54
1.4.5.2.2. Süreç Performans İndeksi (C_{pk})	56
1.4.5.2.3. C_{pm} İndeksi	58
1.5. ALTI SİGMA ORGANİZASYONUNUN YAPISI	59
1.5.1. Liderlik Konseyi	62
1.5.2. Yönetim Temsilcisi	62
1.5.3. Sponsor	63
1.5.4. Uzman Kara Kuşak	64
1.5.5. Kara Kuşak	65
1.5.6. Yeşil Kuşak	67

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA UYGULAMASINDA PROJE SEÇİM YÖNTEMLERİ

2.1. PROJE KAVRAMI	69
2.2. PROJE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİNİN ÖNEMİ	71
2.3. PROJE SEÇİMİ VE YÖNTEMLERİ	72

2.3.1. Pareto Öncelik İndeksiyle Projelerin Seçimi	72
2.3.2. Fizibilite Analizi Yaparak Projelerin Seçimi	73
2.3.3. Yatırımın Geri Dönüş Oranını Bularak Projelerin Seçimi.....	79
2.3.4. Kalite Fonksiyon Yayılımını Kullanarak Projelerin Seçimi	81

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PROJE SEÇİM TEKNİKLERİNİN ÖZEL BİR HASTANEDE UYGULANMASI

3.1. İŞLETME İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	86
3.2. UYGULAMANIN YOL HARİTASI	87
3.2.1. Tanımlama Aşaması.....	87
3.2.1.1. Ana Sürecin Yüksek Seviyede Haritalandırılması.....	88
3.2.1.2. Alt Süreçlerin Tanımlanması	90
3.2.1.3. Kritik Kalite Karakteristiklerinin Tanımlanması	96
3.2.1.4. Balık Kılçığı Diyagramı	97
3.2.1.5. Ana Sürecin Kısa Dönem Sigma Değerinin Hesaplanması	99
3.2.1.6. Alt Süreçlerin Kısa Dönem Sigma Değerlerinin Hesaplanması	101
3.2.2. Ölçme Aşaması	105
3.2.2.1. Pareto Öncelik İndekslerinin Hesaplanması	105
3.2.2.2. Fizibilite Analizlerinin Hesaplanması.....	111
3.2.2.3. Projeler İçin Yatırımın Geri Dönüş Oranlarının Hesabı	115
3.2.2.4. Ölçme Aşamasının Değerlendirilmesi	116
3.2.3. Seçilen Projenin Uygulanması	117
SONUÇ	119
KAYNAKLAR	125
EKLER.....	138

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANCOVA	Kovaryans Analizi
ANOVA	Varyans Analizi
ASS	Alt Spesifikasyon Sınırı
ASQ	Amerikan Kalite Derneği
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
CPL	Alt Yeterlilik İndeksi
CPU	Üst Yeterlilik İndeksi
COPQ	Kalitesizlik Maliyeti
CTQ	Kritik Kalite Karakteristiği
C_p	Süreç Potansiyel İndeksi
C_{pk}	Süreç Performans İndeksi
C_{pm}	Hedef Değer ile Ortalama Arasındaki İlişkiyi Temel Alan İndeks
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
DO	Kusur Fırsatı
DPO	Fırsat Başına Kusurlar
DPMO	Milyon Fırsatta Kusurlar
DPU	Birim Başına Kusurlar
FMEA	Failure Mode Effect Analysis
H	Hedef Değer
İSK	İstatistiksel Süreç Kontrolü
ISO	Uluslar arası Standardizasyon Örgütünü
k	Üretilen Parça Başına Maliyet

K	1000\$
KFY	Kalite Fonksiyon Yayılımı
ÖSA	Ölçüm Sistemi Analizi
PPI	Pareto Öncelik İndeksi
ppr	Her Bir Milyon İçindeki Kusur Miktarı
r	Korelasyon Katsayısı
ROI	Yatırımın Geri Dönüşümü
RTY	Toplam Süreç Verimliliği
s	Standart Sapma
s²	Örnek Varyansı
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SİPOC	Suppliers, Inputs, Process, Output ve Customers
SPAR	Bilgisayar Programı
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TÖAİK	Tanımla, Ölç, Analiz, İyileştir, Kontrol
TPM	Toplam Üretken Bakım
TSV	Toplam Süreç Verimliliği
ÜBH	Ürün Başına Hata Adedi
ÜSS	Üst Spesifikasyon Sınırı
v.b.	Ve Benzeri
VSM	Value Stream Map (Değer Akışı Haritası)
VOC	Voice Of Customer (Müşterinin Sesi)
\bar{X}	Örnek Ortalaması
Y	Verim

QFD	Quality Function Deployment (Kalite Fonksiyon Yayılımı)
σ	Ana Kitleye İlişkin Standart Sapma
σ^2	Ana Kitleye İlişkin Varyans
σ_{LT}	Uzun Dönem Süreç Sigma Değeri
σ_{ST}	Kısa Dönem Süreç Sigma Değeri
μ	Ana Kitleye İlişkin Ortalama
ε	Ölçüm Hatası
5S	Sınıflandırma, Düzenleme, Temizlik, Standartlaşma, Eğitim

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: Kısa Dönem Süreç Sigma ve DPMO Değerleri	11
Tablo 2: Altı Sigma İyileştirme Planı	14
Tablo 3: DMAIC'te Kullanılan Teknikler	15
Tablo 4: Proje Beyannamesi	18
Tablo 5: Proje Beyanname Formunun Doldurulması İçin Açıklamalar	20
Tablo 6: Ölçümleme Gerektiren Alanlar.....	24
Tablo 7: Veri Toplama Formu	27
Tablo 8: Sigma Seviyesinin Kalitesizlik Maliyetiyle Olan İlişkisi.....	40
Tablo 9: Süreç Değişkenleri.....	43
Tablo 10: Süreç Potansiyel İndeksine Göre Alınacak Önlemler	56
Tablo 11: Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar	60
Tablo 12: Genel Roller ve Kuşaklar.....	61
Tablo 13: Kara Kuşak Seçimi	66
Tablo 14: Pareto Öncelik İndeksinin Gösterimi.....	73
Tablo 15: Altı Sigma Projelerinde Fizibilite Analizi	74
Tablo 16: Sponsorluk	75
Tablo 17: Dış Müşteriler için Müşteri tatmini	75
Tablo 18: Dış Müşteriler için Kalite İyileştirme (CTQ).....	75
Tablo 19: Finansal Getiriler	76
Tablo 20: Çevrim Süresini Kısaltma.....	76
Tablo 21: Gelirlerin Artırılması	76
Tablo 22: Çalışanların Memnuniyeti	77
Tablo 23: Diğer Paydaşların Belirlenmesi (Tedarikçi, Çevre, ...vb).....	77

Tablo 24: Takım Dışındaki Diğer Kaynakların Elde Edilebilirliği.....	77
Tablo 25: Kara Kuşağın Mesaisiyle İlgili Kapsam.....	77
Tablo 26: Çıktı	78
Tablo 27: Tamamlanma Zamanı	78
Tablo 28: Takım Üyeliği.....	78
Tablo 29: Proje Beyanı	79
Tablo 30: Altı Sigma Yaklaşımının Değeri (DMAIC ya da Eşdeğeri).....	79
Tablo 31: Yatırımın Geri Dönüş Zamanının Hesaplanması	80
Tablo 32: İlişki Derecelerinin Ağırlıkları ve Sembolleri	83
Tablo 33: Hastaların Hizmet Aldıkları Polikliniklere Göre Dağılımları	90
Tablo 34: Memnuniyetsiz Hasta Sayıları	99
Tablo 35: Alt Süreçlerin CTQ'ları ve Memnuniyetsiz Hasta Sayıları.....	102
Tablo 36: Alt Süreçler İçin Kısa Dönem Sigma Değerlerinin Karşılaştırılması..	105
Tablo 37: Laboratuvar Süreci Projesinin Fizibilite Analizi	112
Tablo 38: Acil Servis Süreci Projesi için Fizibilite Analizi.....	113
Tablo 39: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci Projesi için Fizibilite Analizi.	114
Tablo 40: Laboratuvar Süreci Projesinin ROI Hesabı	115
Tablo 41: Acil Servis Süreci Projesinin ROI Hesabı.....	115
Tablo 42: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci Projesinin ROI Hesabı.....	115
Tablo 43: Proje Değerlendirme Özeti	116
Tablo 44: İyileştirme Projesinden Önce ve Sonraki Memnuniyetsiz Hasta Sayıları	117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Sigma (σ) İstatiksel Ölçü Biriminin Grafiksel Olarak Tanımı	5
Şekil 2: Yield örneğinin şekil ile gösterimi.....	12
Şekil 3: Toplam Süreç Verimliliği Örneği	13
Şekil 4: Tanımlama Aşamasının Süreç Akışı	17
Şekil 5: Süreç Haritası Sembolleri	22
Şekil 6: SIPOC Diyagramı Şablonu.....	23
Şekil 7: Anakitle Parametresi ve Örnek İstatistiği Arasındaki İlişki	27
Şekil 8: Yinelenebilirlik	30
Şekil 9: Türetilbilirlik.....	30
Şekil 10: Pareto Grafiği Örneği.....	32
Şekil 11: Öğle Yemeği Satışları Pasta Grafiği.....	33
Şekil 12: Pasta Pastası Örneği.....	34
Şekil 13: Histogram Grafiği Örneği.....	35
Şekil 14: Grafik Diyagramı Örneği.....	37
Şekil 15: Süreç Modeli.....	37
Şekil 16: Neden-Sonuç Diyagramı Örneği	41
Şekil 17: Akış Öncesi (X) ve Akış Sonrası (Y) Değişkenler.....	42
Şekil 18: İyileştirme Aşamasının Faaliyet Süreci	44
Şekil 19: Deney Tasarımı Sürecinin Genel Modeli	45
Şekil 20: Basit Doğrusal Regresyon Doğrusu.....	46
Şekil 21: Korelasyon Çeşitleri	48
Şekil 22: Kontrol Aşamasındaki Faaliyet Süreci	49
Şekil 23: Önce Sonra Analizi.....	50

Şekil 24: İSK’de kullanılan klasik kontrol sistemi	54
Şekil 25: C_p İndeksi	55
Şekil 26: C_{pk} İndeksi	57
Şekil 27: Altı Sigmada Roller	59
Şekil 28: Stratejik Yayılım Matrisi	82
Şekil 29: İkinci Seviye Matrisi.....	84
Şekil 30: Üçüncü Seviye Matrisi	85
Şekil 31: SIPOC diyagramı	89
Şekil 32: Laboratuvar Alt Süreci	91
Şekil 33: Acil Servis Alt Süreci	94
Şekil 34: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Alt Süreci.....	95
Şekil 35: Balık Kılıcı Diyagramı	98

GİRİŞ

Rekabet ortamının önem kazandığı günümüzde, şirketlerin ayakta kalabilmesi için müşteri memnuniyetini sürekli ön planda tutup, karlılıklarını arttırmaları gerekmektedir. İç ve dış müşteri memnuniyetini hedefleyen Altı Sigma metodolojisinin kullanılması işletmeler için bulunmaz bir fırsattır. Japonlar tarafından geliştirilen ve kullanılan istatistiksel süreç kontrolü, 1980’li yıllardan itibaren Motorola firması tarafından geliştirilerek Altı Sigma adını almış ve merkezi Amerika olan firmadan tüm dünyaya yayılmıştır. Ülkemizde de kurumsal ve büyük firmalar tarafından bu metodoloji kullanılmaktadır.

Sıfır hatayı amaç kabul eden Altı Sigma, hatayı kaynağında yok etmek için süreçlerin iyileştirilmesine odaklanmıştır. Sürecin iyileştirilmesi için, yol haritası olan DMAIC (TÖAİK) çevrimi kullanılır. Beş aşamadan oluşan bu çevrimde; Tanımlama aşamasında problemin tanımı, Ölçme ve Analiz aşamalarında sürecin karakterizasyonu, İyileştirme ve Kontrol aşamalarında ise sürecin optimizasyonu yapılır. Bu aşamalarda görev alan iyileştirme ekibinin üyeleri hatalarla mücadele edip onları yok ettikleri için, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak gibi dövüş sporlarında kullanılan adlarla ifade edilirler.

Altı Sigma metodolojisinin başarılı olabilmesi için, projelerde kullanılacak olan, işletmenin sınırlı miktardaki kaynaklarının verimli kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle uygulanacak olan projenin seçimi işletmeler için hayati önem taşımaktadır. Uygulanacak olan projeyi, işletmedeki yöneticilerin sezgilerine dayanarak seçmek işletmeyi zor duruma sokabilir. Yatırımın geri dönüş oranı en yüksek, maliyeti en düşük, başarı oranı en yüksek, tamamlanma zamanı en kısa, iç ve dış müşteri memnuniyetini arttırıcı, sponsor ve Kara Kuşağın çalışma saatlerine en uygun projelerin seçimi şirketin karlılığını ve rekabet gücünü arttıracaktır. Bu nedenle proje seçim sürecinin belli kriterlere ve analizlere göre yapılması şarttır. Yatırım öncesi işletmelere ışık tutması amacıyla tezde, proje seçim yöntemlerinde kullanılacak yöntemler tanımlanmıştır.

Tez üç bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde konu ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra birinci bölümde, Altı Sigmanın tarihsel gelişimi, tanımı, metrikleri,

iyileştirme planı (DMAIC) ve organizasyon yapısı anlatılmıştır. İkinci bölümde, Altı Sigma uygulamalarında proje seçim yöntemlerinden olan, Pareto Öncelik İndeksi, Fizibilite Analizi, Yatırımın Geri Dönüş Oranı ve Kalite Fonksiyon Yayılımı teknikleri ile projelerin seçim yöntemleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ilk olarak işletme hakkında genel bilgiler verilmiş ve uygulamanın yol haritası anlatılmıştır. Daha sonra tezin teorik kısmında anlatılan yöntemler özel bir hastanede uygulanmıştır. Uygulamanın sonucunda işletmenin karlılığını ve müşteri memnuniyetini arttıracak en uygun proje seçilmiştir. Sonuç kısmında elde edile veriler değerlendirilmiş ve işletme için ileriye dönük yapılması gerekenler önerilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA

Motorola başkanı Robert W. GALVİN Altı Sigma'yı tanımlarken değişkenliğin önemini savunmuştur. 'Eğer değişkenliği kontrol edebiliyorsanız, tüm parça ve süreçlerinizde sıfır hataya – Altı Sigma düzeyine ulaşabilirsiniz' ifadesiyle bu konuyu vurgulamıştır. Motorola başkanı bu gerçek doğrultusunda kuruluşu köklü bir değişime itmiş, bundan sonra kendisinin ilk sorgulayacağı konunun süreç kalitesi olacağını belirtmiş ve bu konu üzerine çalışmaların başlatılmasını istemiştir. İşte bu çalışmalar Altı Sigma adını doğurmuştur (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005: 18).

1.1. ALTI SİGMANIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Altı Sigma'nın 1980'li yılların ortalarında Motorola tarafından geliştirildiği söylenmesine karşın, yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır (Arıtürk, Polat ve Cömert, 2003: 15). Altı Sigmanın tarihsel gelişimindeki süreç aşağıdaki gibi şekillenmiştir (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005: 18),

- Henry Ford'un seri üretim hatlarını 84 ayrı istasyon ayrıştırarak Tam Zamanında Üretim ve Yalın Üretim Tekniklerini ilk olarak kullanması,
- Walter Shewhart ve Joseph M. Juran'ın 1920 ve 1924 arasındaki kalite çalışmaları ile geliştirdikleri Kontrol Grafikleri ve Modern istatistiksel Süreç Kontrol Yöntemleri,
- 1950'li yıllarda Japonlara danışmanlık desteği sağlayarak Japon kalite devriminin yapılanmasına katkı sağlayan Dr. Edwards Deming, Dr. Joseph M. Juran ve Dr. Armand Feigenbaum'un uygulamaları ve Japonları üstün rekabet gücüne ulaştığı 1970'li yıllar.

1970'li yıllarda Japonya'nın üstün rekabet gücüne ulaşması ve Amerika pazarında hâkimiyet kurması ile birçok Amerikan şirketi küçülerek pazarda rekabet edemez bir düzeye gelmiştir. Bunlardan biri olan Motorola, televizyon üretimi yapan Quasar adındaki şirketi, yüksek kalite maliyetleri sebebi ile bir Japon firması olan Matsushita'ya satmıştır. Matsushita, Motorola'dan satın aldığı Quasar'da istatistiksel

teknikleri televizyon üretim süreçlerinin geliştirilmesinde kullanarak hata oranlarını %100'den %3'e düşürmüştür. Amerika'da Amerikan işçileri ile elde edilen bu başarı hikayesi ASQ (American Society of Quality) Amerikan Kalite Derneği'ne raporlanmıştır.

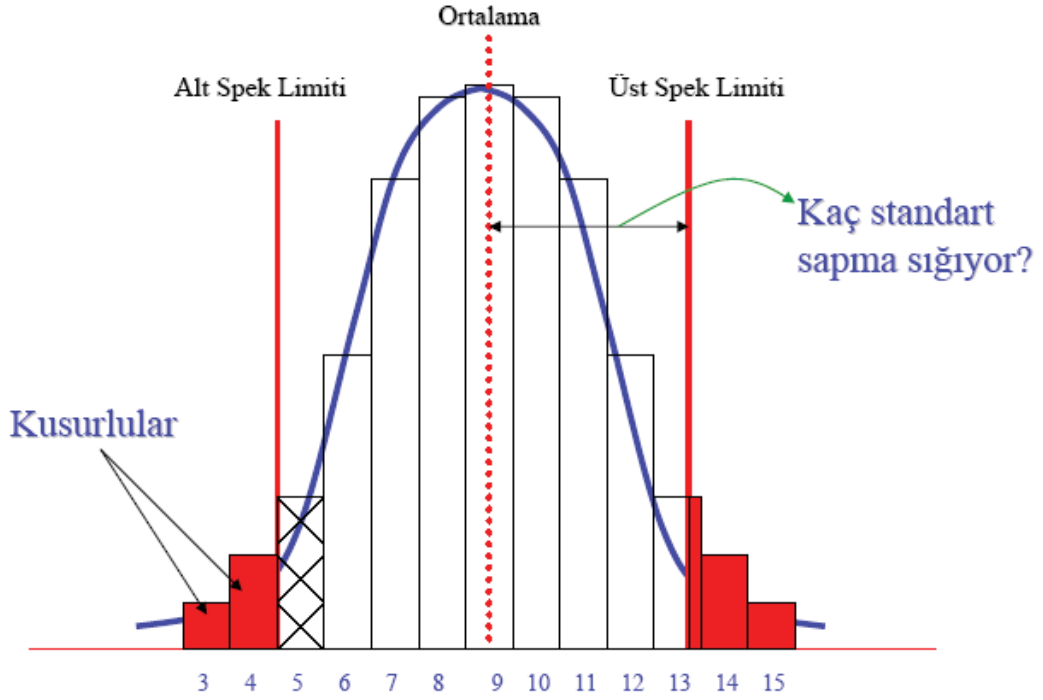
İlk olarak üretim sektörlerinde uygulanmaya başlanan Altı Sigma, 1995'li yıllarda hizmet süreçlerinin iyileştirilmesinde de kullanılmaya başlanmasıyla değişime uğramıştır. İlk uygulama adımı olarak müşteri sesinin ve kalite öncelikli hedeflerin belirlenmesinde kullanılan tanımlama aşaması da sürece ilave edilmiştir. American Express, Citibank, J.P: Morgan, GE Capital gibi şirketlerde, bankacılık, pazarlama ve lojistik gibi sektörleri de içine alacak şekilde uygulama alanını genişletmiştir (Yavuz, 2005: 28). Sonuç olarak son yıllarda istatistiksel tekniklere ve süreç geliştirmeye dayanan Altı Sigma yaklaşımı, çok sayıda geleneksel üretim şirketi tarafından da önemli bir sistem olarak ele alınmakta ve uygulanmaktadır (Sehwail ve Camille, 2003: i).

1.2. ALTI SİGMANIN TANIMI

Sigma (σ), Yunan alfabesindeki bir harfin adıdır. Büyük harf sigma genellikle toplam simgesi olarak (Σ) ünlüdür. Küçük harf olarak da (σ) özellikle istatistikte ve istatistiksel süreç kontrolünde çok önemli bir ölçüt olan, standart sapmanın simgesidir. Standart sapmanın karesi, varyans (σ^2) olarak adlandırılır. Varyans, değişkenliğin temel ölçütüdür (Çabuk ve Karayılmazlar, 2010: 94). Şekil 1'de Sigmanın grafiksel olarak tanımı gösterilmiştir.

Altı Sigma güçlü bir yönetim stratejisi olarak her milyon faaliyette 3.4 hata olasılığını gerçekleştirmeye çalışan bir anlayıştan, ilk tasarım aşamasında kalitenin ürün ve hizmet içerisine dahil edilmesini sağlayan geniş kapsamlı bir yaklaşıma dönüşmüştür. Bu kapsamda Altı Sigma karlılığı arttırmak, israfı ortadan kaldırmak, kalite maliyetlerini azaltmak ve müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan ve hatta aşan tüm operasyonel süreçlerin etkinliğini ve etkililiğini arttırmak için kullanılan bir işletme stratejisi olarak tanımlanabilir (Sofyalıoğlu, 2009: 1)

Şekil 1: Sigma (σ) İstatiksel Ölçü Biriminin Grafiksel Olarak Tanımı.



Kaynak: Togay ve diğerleri, www.componenta.com, 16.01.2011.

Altı Sigma bir operasyonel problemi istatistiksel probleme çevirir, ispatlanmış matematiksel araçları kullanır ve sonucu yeniden pratik eylemlere dönüştürür. Altı Sigma farklı şekillerde uygulanılmakta ve farklı tanımları yapılmaktadır. Bunlardan biri “ İş başarısına ulaşmak, maksimize etmek ve sürdürmek için anlaşılır ve esnek bir sistem olan Altı Sigma; müşteri gereksinimlerinin yakından anlaşılması, gerçeklerin, verilerin ve istatistiksel analizlerin disiplinli bir şekilde kullanılması ile iş süreçlerinin yeniden keşfedilmesini ve iyileştirilmesini sağlar” şeklindedir (Pande, Neuman ve Cavanagh, 2000: xi).

Daha basit bir tanım ise, “Altı Sigma daha sıkı çalışmak için değil ama daha akıllıca çalışmak için bir felsefe, bir işletme stratejisidir” (<http://www.citehr.com>, 21.02.2011). MINITAB paket programı da Altı Sigma’yı şöyle tanımlamaktadır, ‘Finansal olarak ölçülebilen sonuçlara odaklı, müşteri memnuniyetini artırarak

süreçleri iyileştiren, hurdayı ve yeniden işlemeyi azaltan, enformasyona dayalı bir metodoloji' (Gürsakal, 2005: 46).

The Financial Times 10 Ekim 1997 tarihli sayısında Altı Sigma'yı ‘Her ürün, süreç ve işlemde hataların tümüne yakınının elenmesini hedefleyen bir program’ olarak tanımlamıştır (Hahn ve diğerleri,1999:208). Bir diğer tanımda ise, ‘‘Altı Sigma, bir ürün veya hizmet üreten bir süreçte sıfır hataya yaklaşan optimize edilmiş bir performans düzeyidir. Dünya ölçeğinde bir performansa ulaşılmasını ve bu düzeyin sürdürülmesini gösterir. Altı Sigma bir metodoloji veya bir araç değil, bir sonuçtur’’ (Wilson, 1999:181).

1.2.1. Altı Sigma'nın Faydaları

Altı Sigma'yı kullanan firmalar için iki tip fayda vardır, bunlar; organizasyon için faydalar ve paydaşlar için faydalardır. Organizasyon için faydalar, değişkenliğin sürekli azaltılması ve nominal seviyelerinde sürecin merkezileşmesi yoluyla elde edilir ve organizasyon için faydaları aşağıdaki gibidir (Gitlow ve Levine, 2005: 7) ,

- Gelişmiş süreç akışları
- Azaltılmış toplam kusurlar
- İyileştirilmiş iletişim (müşterek dili sağlar)
- Azaltılmış çevrim süreleri
- Genişletilmiş bilgi
- Müşteri ve çalışan memnuniyetinde daha yüksek seviyeler
- Arttırılmış verimlilik
- Süreçte azaltılmış iş
- Azaltılmış envanter
- İyileştirilmiş kapasite ve çıktı
- Arttırılmış kalite ve güvenilirlik
- Azaltılmış birim maliyetleri
- Arttırılmış fiyat esnekliği
- Azaltılmış pazar süresi
- Daha hızlı teslim zamanı

- İyileştirmelerin nakit paraya dönüşümü

Paydaşlar için kazançlar, organizasyonel kazançların yan ürünüdür ve aşağıdaki gibidir,

- Hissedarlar, azaltılmış maliyetler ve arttırılmış gelirler nedeniyle daha fazla kar elde ederler.
- Müşteriler ürün ve hizmetler ile tatmin olurlar.
- Çalışanlar çalışmalarında daha yüksek morale sahip olurlar ve daha çok tatmin olurlar.
- Tedarikçiler işin güvenli kaynağından memnun olurlar.

1.2.2. Altı Sigma'nın İlkeleri

Kalite kavramı değişik boyutlarda tanımlanmıştır. Kalitenin ve buna bağlı olarak Altı Sigma'nın boyutları, firmaların tüm çıkar gruplarını, (müşterileri, çalışanları, tedarikçileri vb,) memnun edecek ve ihtiyaçlarını karşılayacak faaliyetleri içermektedir (Largosen ve Largosen, 2000: 490). TKY (Toplam Kalite Yönetimi) referans alınarak, Altı Sigma'nın ilkeleri belirlenmiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir,

- Müşteri odaklılık: Altı Sigma için müşteri odaklı olmak önemlidir. Tüm performans ölçümleri müşteri ile başlar. Ölçüm ve değerlendirmelerde müşterilerin bugünkü ve gelecekteki muhtemel ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Altı Sigma'nın uygulanmasının temeli firmanın ana müşterilerini tespit etmesiyle başlar. Müşterilerin asıl olarak firmamızdan ne istediklerini öğrenmek, istek ve ihtiyaçlarının zaman içerisinde nasıl değiştiğinin tespit edilmesi, Altı Sigma uygulama sürecinde büyük önem taşımaktadır (Pande, Neuman, ve Cavanagh, 2000:81).
- Verilere Dayalı Yönetim: İşletme yöneticileri genelde kararlarını verilere dayalı değil de, tecrübe, içgüdü ve varsayımlara dayanarak vermektedirler. Altı Sigma'nın temeli hataların bulunması ve ortadan kaldırılması için sadece tecrübe veya içgüdülerle değil, kapsamlı ve karmaşık verilere de dayanarak,

istatistiksel analizler sonucunda karar verilmesidir (Turan, Şenkayas ve Başaloğlu, 2008: 57).

- Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme: Altı Sigma' da süreç faaliyetin olduğu yerdir. İster şirket yönetimi isterse ürün ve hizmet tasarımı, performans ölçümü, etkinliğinin artırılması ya da müşteri tatminin iyileştirilmesi olsun tüm alanlarda başarının anahtarı süreçlerdir. Altı Sigma uygulamalarında bugüne kadar sağlanan büyük kazançlar, süreçlerin müşteriye değer sağlamak için kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Altı Sigma' da süreçler sürekli olarak belgelenir, başkalarına duyurulur, ölçülür ve iyileştirilir. Ayrıca, müşteri gereksinimlerine ve işin koşullarına ayak uydurmak için belli aralıklarla tasarlanır ya da tasarımları güncellenir (Pande, Neuman, ve Cavanagh, 2003: 109).
- Proaktif Yönetim: “Proaktif” kavramı çoğunlukla “reaktif” kavramının tersi olarak düşünülür ve olaylardan önce harekete geçme anlamı taşır. Gerçek dünyada ise proaktif yönetim başarı için kritik iş alışkanlıkları ile ilgilidir; iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek, problemlerin önlenmesine odaklanmak, kör bir şekilde işleri nasıl yaptığımızı savunmak yerine, işleri niçin böyle yaptığımızı sorgulamaktır. Gerçek proaktiflik sıkıcı ve aşırı analitik olmanın ötesindedir. Değişim ve yaratıcılık için bir başlangıç noktasıdır. Altı Sigma reaktif alışkanlıkların yerini dinamik, ihtiyaçlara gerçekten cevap veren proaktif bir yönetim tarzının almasını sağlayacak araç/yöntem ve uygulamaları içerir (www.procen.com.tr, 24. 06. 2010).
- Sınırsız işbirliği: Altı Sigma için sınırsız işbirliğinin anlamı, kendini bilinçsizce feda etmek değildir, hem son kullanıcıların gerçek taleplerini, hem de bir süreç ya da üretim zincirindeki iş akışını iyice anlamayı gerektirir. İnsanların büyük resimdeki yerlerini görmeleri ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlamaları sağlanarak işbirliği fırsatları artırılır. Altı Sigma takımları işleri yapmanın yeni ve daha iyi yollarını keşfetmek için tasarlanmışlardır (Ada, Aracıoğlu ve Kazançoğlu, 2004: 4).

- Kusursuzu İstemek, Başarısızlığa Tolerans Göstermek: Bir takım riskler içeren fikir ve yaklaşımları uygulamaya koymaksızın bir şeyler elde etmek ve bir yerlere ulaşmak mümkün değildir. Eğer insanlar alacakları kararların ya da yapacakları uygulamaların sonuçlarından korkarlarsa daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite vb.lerine ulaşmayı denemezler. Sonuç; durgunluk, yozlaşma ve ölümdür. Ayrıca performans iyileştirmesi için Altı Sigma'nın sunduğu araç ve yöntemler önemli ölçüde risk yönetimi içermektedir. Altı Sigma'yı hedef edinmiş bir şirket tabii ki her zaman kusursuz için çaba harcayacak, fakat ara sıra olan başarısızlıkları kabul edecektir (www.uyurgezer.net, 28. 06. 2010).

1.3. ALTI SİGMA METRİKLERİ

Altı Sigma uygulayıcılarının kullandığı birçok özel terim vardır. Bunlar literatürde Altı Sigma metrikleri olarak adlandırılır. Altı Sigma uygulamalarında kullanılan metriklerden en temel olanları aşağıdaki gibidir (Gitlow ve Levine, 2005: 31- 32),

- Unit (Birim): Altı Sigma projesi için üzerinde çalışılan birimi ifade eder. Örneğin, ürünü ya da bileşeni, hizmeti ya da hizmetin aşamasını, zaman periyodunu v.b.
- CTQ (Critical To Quality) Kritik Kalite Karakteristiği: Bir ürün, hizmet ya da sürecin kritik kalite karakteristiğini ifade eder. Başka bir ifadeyle, müşterilerin istediklerini ona garantili bir şekilde sağlamak için, kontrol etmek zorunda olduğumuz ürüne ilişkin değişkenler CTQ adını alır (Gürsakal, 2005: 109). CTQ, tüketici için neyin önemli olduğunu ölçer. Altı Sigma projeleri CTQ yu iyileştirmek için gerçekleştirilir.
- Defect (Kusur): Sürecin ölçülebilir karakteristiğinin ya da çıktısının kabul edilebilir müşteri limitlerinde olmaması, yani spesifikasyon limitlerinin dışında olmasıdır (Brue ve Launsby, 2003: 2). Her birim için, her kusurun tanımlanması önem taşır. Bir kusur, bir birimin kusurlu olarak ifade edilebilmesi için yeterli olmaya bilir. Örneğin; bir su şişesinin dış yüzeyinde

bir çizik (kusur) olabilir, fakat hala şişe, içerisindeki sıvıyı korumaya devam etmektedir (kusurlu değil). Bununla birlikte müşteri su şişesinin dışında çizikğin olmasını kabul etmiyorsa, bu durumda şişenin kusurlu olduğu (Defective) ifade edilir (Gitlow ve Levine, 2005: 32).

- Defective (Kusurlu): Bir kusur içeren birimdir (para yatırma makbuzu için altı değişik bilgi girişi yapılıyorsa, her bir giriş kusur fırsatına sahiptir). Herhangi bir kusura sahip olan bir arabaya, kusurlu birim denir (Harry ve diğerleri, 2010: 240).
- DO (Defect Opportunity) Kusur Fırsatı: Tipik olarak Altı Sigma'da kullanılan bir terimdir. Bir ünite de oluşabilecek kusurlardır. Sürecin, ya da servisin herhangi bir yerinde oluşabilecek kusurlar, müşteri memnuniyeti açısından önemlidir (www.sixsigmaspc.com, 11.06.2010). Bir hizmetin 4 bileşen parçadan oluştuğunu düşünelim. Her bir bileşen parçası bir kusur için 3 fırsat içeriyorsa bu hizmet $4 \times 3 = 12$ kusur fırsatına sahip demektir.
- DPU (Defects Per Unit) Birim Başına Kusurlar: Bir sürecin verimliliğini ölçebilmek için, üreticilerin her bir ünitenin kaç tane kusur içerdiğini bilmesi gerekir. Çünkü her bir ünite birçok parçadan oluşmaktadır. Bir tane ünite birden fazla kusura sahip olabilir. Toplam kusur sayısına D dersek, toplam ünite sayısına da U dersek birim başına kusuru şu şekilde hesap edilebilir (Bass, 2007: 81);

$$DPU = D / U \quad (1.1)$$

- DPO (Defects Per Opportunity) Fırsat Başına Kusurlar: Toplam kusur sayısının, toplam kusur fırsatları sayısına bölümünü ifade eder. Toplam kusur fırsatı sayısı; toplam ünite sayısı (U) ile her bir ünite için kusur fırsatı sayısının (O) çarpımı ile elde edilir. 100 birimlik bir örneğin kontrol edildiği ve her birimde 8 kusur fırsatının söz konusu olduğu durumda, 40 adet kusur olduğu varsayılırsa DPO değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır (Kumar, 2006: 187);

$$DPO = D / (U \times O) \quad (1.2)$$

$$DPO = 40 / (100 \times 8) = 0.05$$

- DPMO (Defects Per Million Opportunites) Milyon Fırsatta Kusurlar: DPMO, süreç içinde bulunan, bir milyon kusur fırsatının içindeki hata miktarını ölçer. DPMO, literatür de ppr (defect counted in parts per million) olarak da adlandırılır. Bununla beraber birçok süreçte bir milyon kusur fırsatı içindeki kusurların hepsini belirlemek çok zordur. Bu nedenle DPMO, üretilen ürünlerden alınan örneklerle göre hesaplanır. DPO'nun 1.000.000 ile çarpımıyla aşağıdaki gibi elde edilir (Misra, 2008: 228),

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (1.3)$$

$$DPMO = 0.05 \times 1.000.000 = 50.000$$

- Process Sigma (Kısa Dönem Süreç Sigma Değeri) σ_{ST} : DPMO değerinin kullanılmasıyla hesaplanır. Kısa Dönem Süreç Sigma Değeri, süreç performansının müşteri istek ve ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığını gösterir. Yukarıdaki örnekten, DPMO=50.000 olduğu görülmektedir. Bu değere denk olan Kısa Dönem Süreç Sigma Değerini, Ek-1'de gösterilen Sigma Dönüşüm Tablosundan yararlanarak bulunur. Tablodan Kısa Dönem Süreç Sigma Değerinin 3.15 olduğu görülür. Tablo 1'de merkezlenmiş bir normal eğriye ilişkin Kısa Dönem Süreç Sigma değerlerine karşılık gelen DPMO değerleri gösterilmiştir.

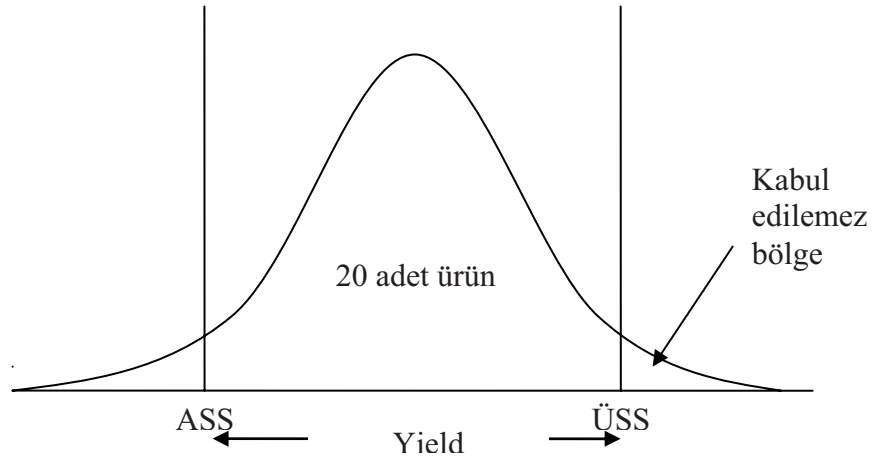
Tablo1: Kısa Dönem Süreç Sigma ve DPMO Değerleri

Sigma Seviyesi	DPMO
6 Sigma	0,00197
5 Sigma	0,57
4 Sigma	63
3 Sigma	2 700
2 Sigma	45 500
1 Sigma	317 311

Kaynak: <http://web.inonu.edu.tr>, 15.01.2011

- Uzun Dönem Süreç Sigma Değeri (σ_{LT}): Herhangi bir sürece ilişkin kısa dönem verileri, süreçten kısa zaman diliminde çekilen örneklemelere dayanır. Kısa dönem verileri, normal şartlarda çoğunlukla değişkenliğin genel nedenlerinin etkisinde kalır. Uzun dönem verileri ise, değişkenliğin hem genel nedenleri hem de özel nedenlerinin etkisinde kalır. Uzun dönem süreç değişkenliği, kısa dönem süreç değişkenliği ve bu değişkenliklerin birikimini içerir. Bu nedenle uzun dönem süreç değişkenliği daha fazla olacaktır (Çimen, 2008: 24). Motorola firmasının yapmış olduğu çalışmaların sonunda Uzun Dönem Süreç Sigma Değeri ile Kısa Dönem Süreç Sigma Değeri arasında $1,5\sigma$ 'lık bir farkın olacağını ön görmüştür (Brue, 2003: 77).
- Y (Yield) Verim: Bir süreçte spesifikasyon limitleri içerisindeki birimlerin, toplam birimlere bölümü ile bulunur. Eğer 25 birim üretilmiş ve 20 birim spesifikasyon limitleri içerisinde ise $Y = 20 / 25 = 0.80$ dir. Yield, şekil 2'de gösterildiği gibi, ASS (Alt Spesifikasyon Sınırı) ile ÜSS (Üst Spesifikasyon Sınırı) arasında kalan bölgeyi göstermektedir.

Şekil 2: Yield Örneğinin Şekil ile Gösterimi

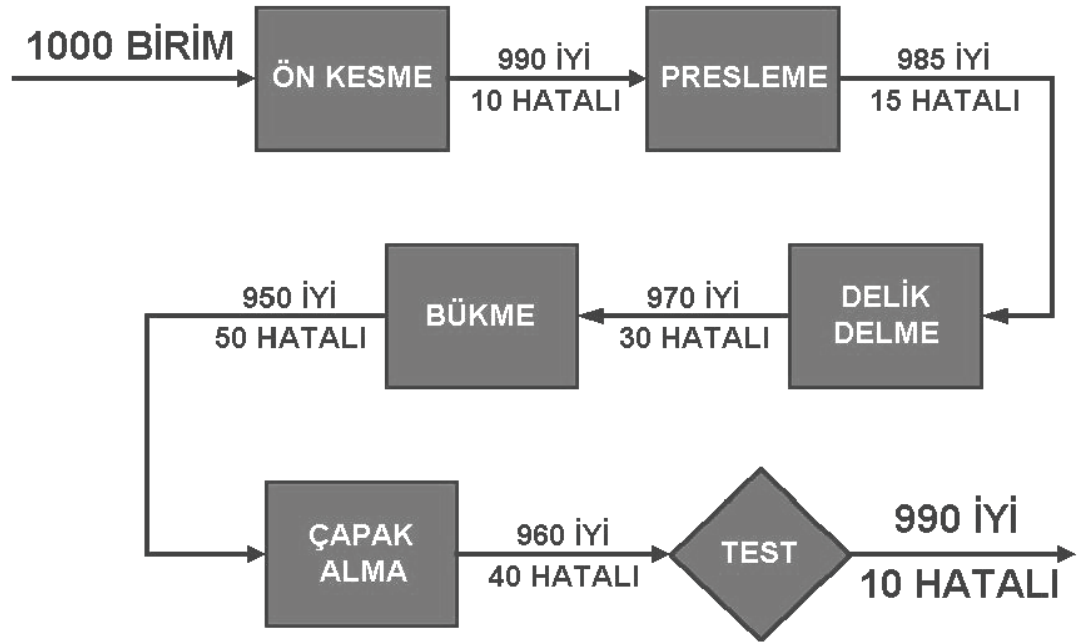


- RTY (Rolled Throughput Yield) Toplam Süreç Verimliliği: Süreç içindeki her bir bağımsız adımdan elde edilen ürün verimliliğidir. Her aşamanın veya bileşenin Y'si, RTY'nin hesabı için kullanılır. k = bir süreçteki bağımsız adım sayısı olsun,

$$RTY = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_k \quad (1.4)$$

Şekil 3'te toplam süreç verimliliği için bir örnek verilmiştir. Geleneksel yöntemlere göre son aşamada 1000 ürün teste girmiş ve 10 hatalı ürün bulunmuştur. Buna göre verimin 990 / 1000 yani % 99 olduğunu söylemek hatalı olur.

Şekil 3: Toplam Süreç Verimliliği Örneği



Kaynak: www.spac.com.tr, 11.06.2010.

Toplam süreç verimliliğinin bulunabilmesi için her bir adımdaki verimlilik hesaplanmalıdır. Daha sonra, bulunan verimlilikler birbiriyle çarpılarak, RTY bulunabilir.

$$RTY = 0,99 \times 0,98 \times 0,97 \times 0,95 \times 0,96 \times 0,99 = \% 85$$

1.4. ALTI SİGMA İYİLEŞTİRME PLANI

Altı Sigma yaklaşımının uygulanmasında, öncelikle firmanın stratejik ve kritik başarı faktörlerine yönelik olarak doğru projeler ile kendisini bu projeye

adayacak kişilerden oluşan bir ekip seçilir. Söz konusu ekipte bulunanlar yeşil kuşak veya kara kuşak eğitiminden geçirilir. Daha sonra, Altı Sigma iyileştirme planı, (Altı Sigma yol haritası) Tablo 1’de görüldüğü gibi; Tanımlama (Define), Ölçüm (Measure), Analiz (Analyze), İyileştirme (Improve) ve Kontrol (Control) aşamalarının baş harfleri ile TÖAİK (DMAIC) olarak adlandırılır ve uygulanır (Işığık, 2005: 85).

Tablo 2: Altı Sigma İyileştirme Planı

Tanımlama: Problemi Tanımla	Tanımlama
Ölçme: Değişkenleri Ölç	Süreç Karakterizasyonu
Analiz: Hipotezleri Oluştur ve Analiz Et	
İyileştirme: Süreci İyileştir	Süreç Optimizasyonu
Kontrol: Süreci Kontrol Et	

Kaynak: Gürsakal ve Oğuzlar, 2003: 49

Altı Sigma iyileştirme planının içindeki her aşamanın içinde alt aşamalar bulunur. Bu alt aşamalara istasyonlar (Toolgates) adı verilir. Bu istasyonların her biri, Altı Sigma iyileştirme planını uygulayan proje ekibinin tamamlaması gereken özel işleri göstermektedir (Eckes, 2005: 36).

Altı Sigma’da süreçlerin iyileştirilmeleri ağır istatistiksel tekniklerle yapılır. Bu teknikler mühendisler tarafından eskiden beri kullanılmaktadır. Bu nedenle bazı kişiler Altı Sigma metodolojisinde yeni bir çalışma olmadığını düşünebilirler. Bu görüş doğru değildir çünkü, Kara Kuşağın bütün uygulama stratejilerindeki kritik rolü Altı Sigma’yı diğer yöntemlerden ayırmıştır. Açıkçası bu teknikler yeni değildir, fakat bu tekniklerin desteklenmesi ve uygulama yolu yenidir (Hoerl, 2001: 405). Tablo 3’de DMAIC’te kullanılan teknikler gösterilmiştir ve bazı teknikler tezin ilerleyen kısımlarında açıklanmıştır.

Tablo 3: DMAIC’te Kullanılan Teknikler

Aşama	Kullanılan Teknikler
Tanımlama	Proje Beyanı SIPOC Süreç Şeması Sebeup-Sonuç Matrisi VOC Çevrim Zamanı Değeri QFD Pareto Diyagramı AHP Kano Modeli Proje Yönetimi SPAR Benchmarking (Kıyaslama) Yakınlık diyagramı Kritik kalite faktörleri ağacı Neden-Sonuç diyagramı
Ölçme	ÜBH/TSV Proje Yönetimi SPAR Benchmarking (Kıyaslama) Veri Toplama Planı Grafiksel Analizler ÖSA (Gage R&R) Yeterlilik Analizleri Değer Akış Şeması (VSM) Süreç Çevrim Yeteneği Yalın Altı Sigma Metrikleri Balans Skor Kart Kontrol şemaları Beyin Fırtınası Süreç akış şemaları İlişkilendirme diyagramı
Analiz	Çok Değişkenli Analizler Proje Yönetimi SPAR Benchmarking (Kıyaslama) Süreç Analizi Korelasyon Hipotez testleri Güven aralıkları T-testi F-testi Ki-kare Testi ANOVA Rassal Blok Tasarımları Zaman Tuzakları Analizi Analitik Parti Büyüklüğü FMEA Veri Madenciliği

	5 Niçin Sorusu Modelleme ve Similasyon
İyileştirme	Regresyon Analizi Proje Yönetimi SPAR Benchmarking (Kıyaslama) Deney tasarımı Tam Faktöryel Deneyler 2 ^k Faktöryel Deneyler Kesirli Faktöryel Deneyler Cevap Yüzeyi Metodu ANCOVA Çözüm Önerileri – Riskler Pilot Çalışma - Planlama Kaizen Çekme Sistemleri Generic, Replenishment Parça Sınıflandırma Ayar (Setup) Azaltma TPM, 5S Süreç Akış Hat Dengeleme Triz Gantt Şemaları Pert/CPM Diyagramları Hipotez Testi Çoklu Regresyon
Kontrol	İSK Proje Yönetimi SPAR Benchmarking (Kıyaslama) Önce-Sonra Analizi Güvenilirlik Standartlaştırma Dökümantasyon 6 Sigma Toleranslandırması Görsel Kontrol Araçları Kontrol Kartları Poka-Yoke (Hata Doğrulama) Tolerans Analizleri

Kaynak: www.spac.com.tr, 11.06.2010; Misra, 2008: 230; Stolovitch, Pershing, Keeps, 2006: 706; Michael, 2003: 172.

1.4.1. Tanımlama

Tanımlama aşamasının amacı, projenin hedeflerini ve amacını tanımlamak, süreç haritasını çıkarmak ve müşteriler hakkında bilgi sahibi olmaktır. Tanımlama aşamasının sonunda aşağıdaki bilgilere ulaşılır (Rath & Strong, 2003: 7),

- Planlanan iyileştirmeyi ve onun nasıl ölçüleceğinin açık bir şekilde ifade edilmesi
- Sürecin yüksek seviyede haritalandırılması
- Müşterinin sesinin kalite karakteristiklerine çevrilmesi

Tanımlama aşamasının üç istasyonu vardır. Bunlar, Proje Beyanının oluşturulması, Sürecin Haritalandırılması ve Müşteri sesini (VOC) anlamaktır. Bu istasyonlar şekil 3 de gösterildiği gibi tanımlama aşamasının süreç akışını göstermek için kullanılır.

Şekil 4: Tanımlama Aşamasının Süreç Akışı



Kaynak: Brassard vd. , 2002: 49.

1.4.1.1. Proje Beyanı

Proje beyanı projenin tanımlanmasını özetler. Bunu yaparken, projenin hedefleri belirtilir, katılımcılar tanımlanır, projenin tamamlanması için zaman çizelgesi geliştirilir, sayılabilen ve ölçülebilen hedefler oluşturulur. Bu bakış açısıyla proje tanımlandıktan sonra, şeffaf bir görünürlük ile projeye başlanır. Aşağıdaki maddeler göz önüne alınarak, proje beyannamesi ile yol haritası yazılır (Gupta, 2005: 166),

- Maliyet ve Kar analizini de içeren, işimizle ilgili yapılacaklar tanımlanır,
- Proje ile tanımlanan problem belirtilir,
- Projenin kapsamı belirtilir,
- Projenin amacı ilan edilir,
- Takım üyelerinin görevleri tanımlanır,
- Zaman çizelgesi ile sayılabilen ve ölçülebilen hedefler oluşturulur,
- Kaynaklar ve diğer ihtiyaçlar tanımlanır,

Proje beyannamesi, proje sponsoru tarafından yazılır. Proje beyannamesi, proje takımına organizasyonun kaynaklarını projenin faaliyetlerinde kullanmak için yetki verir. Proje beyannamesi için Tablo 4 deki doküman kullanılır. Bu dokümanın arkasından, nasıl doldurulacağı Tablo 5 de açıklanmıştır (Pyzdek, 2003: 2- 3).

Tablo 4: Proje Beyannamesi

Projenin İsmi/Numarası
Proje Misyonunun Belirtilmesi
Problemin Belirtilmesi
Proje Kapsamı
Bu projeye, Şirket İhtiyaçlarının Tanımlanması
Ürün ya da Servisin Proje Tarafından Düzenlenmesi
Bu Proje İçin Kaynakların Tahsis Edilmesi

Projenin İsmi/No. Su				
Desteklenen Organizasyon				
Proje Sponsoru	İsim:	Telefon:		
	Ofisin Yeri:	Posta Adresi:		
Projenin Kara Kuşağı	İsim:	Telefon:		
	Ofisin Yeri:	Posta Adresi:		
Projenin Yeşil Kuşağı	İsim:	Telefon:		
	Ofisin Yeri:	Posta Adresi:		
Takım Üyeleri (İsim)	Ünvanı/Görevi	Telefon	Ofisin Yeri:	Posta Adresi:
Temel Paydaşlar	Ünvanı/Görevi	Telefon	Ofisin Yeri:	Posta Adresi:
Beyannamenin Tarihi	Proje Başlama Tarihi:	Hedeflenen Tamamlanma Tarihi:		
Revizyon:	No:	Tarih:		
	Sponsorun İmzası:			

Kaynak: Pyzdek, 2003: 2- 3.

Tablo 5: Proje Beyanname Formunun Doldurulması İçin Açıklamalar

Alan	İçerik
Projenin ismi/Numarası	Proje için kısa başlık yazılır. Eğer organizasyonunuz proje numaralandırma sistemine sahipse, atanan numara yazılır.
Desteklenen Organizasyon	Proje tarafından değiştirilen bütün süreçlerin dahil olduğu en düşük seviyedeki organizasyonun adı yazılır. Proje sponsorunun bu bölüm için onayı alınmalıdır.
Proje Sponsoru	Sponsorun süreçlerin sahibi ya da proje için kaynakları tahsis edebilecek bir yöneticinin olması gerekir.
Projenin Kara Kuşağı	Bu proje için görevlendirilen altı sigma kara kuşağının adı yazılır. Eğer kara kuşak takımı proje için çalışıyorsa lider kara kuşağı adı yazılır.
Projenin Yeşil Kuşağı	Seçilen bölgede projeye doğrudan etkileşimde bulunan yeşil kuşağın adı yazılır.
Takım Üyeleri	Bilgilerine danışılan Çekirdek takım üyelerinin adları yazılır.
Temel Paydaşlar	Sponsorun dışında, projenin çıktılarıyla doğrudan ilgili olan kişilerin adları yazılır. Örneğin, müşteri, tedarikçiler, ilgili bölümün müdürü, yönetici, sorumlu mühendis, sendika liderleri gibi.
Beyannamenin Tarihi	Beyannamenin, Sponsor tarafından kabul edilme ve imzalanma tarihi yazılır.
Projenin Başlama Tarihi	Projeye başlanılan tarih yazılır. Gerçek başlama tarihi bilinirse bu bilgi güncellenir.
Hedeflenen Tamamlanma Tarihi	Projenin beklenen tamamlanma tarihi yazılır.
Revizyon	Beyannamenin takibi sırasında düzeltilen bilgiler yazılır.
Sponsorun Onaylama İmzası	Sponsorun imzası alınır. İmzalamadan önce, sponsorun proje ile ilgili tüm toplantıları programına alması gerekir.

Kaynak: Pyzdek, 2003: 2- 3.

Projenin ismi/Numarası	Beyanname iki sayfadan oluştuğu için projenin numara bilgisi tekrarlanır
Proje Misyonunun Belirtilmesi	Organizasyon ya da müşteriler için projenin başarıyla tamamlanmasının ne ifade ettiği açıkça ve özlü bir şekilde belirtilmelidir.
Problemin Belirtilmesi	Sorunun ne olduğu tanımlanır. Bu proje niçin gereklidir? Sorusuna cevap aranır.
Proje Kapsamı	Proje için sınırlar tanımlanır. Neler ele alınacak. Neler ele alınmayacak.
Bu Projeyle, Şirketin İhtiyaçlarının Tanımlanması	Problemin çözüm beyannamesinde niçin problemler tanımlanmalıdır? Bu projeden şirket ya da müşteri çıkarları nasıl olacaktır? Bu projeyle, kalite, çevrim zamanı, maliyetler, müşteri memnuniyeti ya da rekabet gücü nasıl gelişecektir?
Ürün ya da Servisin Proje Tarafından Düzenlenmesi	Bu proje tarafından özellikle ne düzenlenecektir? Örneğin satışların artması, garanti giderlerinin azaltılması, düşük maliyetler, daha kısa çevrim zamanı.
Bu Proje İçin Kaynakların Tahsis Edilmesi	Bu proje için tüketilmek üzere, kullanıma hazır önemli kaynakların listesi yapılır. Örneğin: ham maddeler, makineler, fazla mesailer, operasyonel personel.

Kaynak: Pyzdek, 2003: 2- 3.







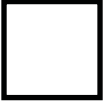
1.4.1.2. Süreç Haritası

Süreç bir başlangıcı ve sonu olan, bir ürün ya da hizmetle sonuçlanan, tekrar edilebilir, sıralı bir dizi olaydır (Revelle, 2001: 227). Bir başka tanımlamaya göre Süreç, hedeflenen amaçlara ulaşabilmek için, organizasyonun belli bölümlerince birlikte veya ayrı ayrı ve daha önceden belirlenmiş adımlar doğrultusunda, belli girdilerin bir veya daha fazla dönüşüm sonucu daha değerli bir çıktıya dönüşmesidir. Bu yaklaşımın başarısını pek çok faktör etkileyebilir. Başarı sağlayabilmek için sürecin basitleştirilmesi, çok iyi bir şekilde anlaşılması, birbirini izleyen diğer süreçlerle olan ilişkisinin kurulması, gereksiz detay işlemlerden arındırılması, girdi ve çıktılarının tanımlanması ve modellemesinin yapılması gerekmektedir (Bal,1998:342).

Süreç haritası bir süreçte gerçekleştirilen işlerin ve iş akışlarının kolayca anlaşılmasını sağlar ve katılımcılar arasındaki ilişkileri grafiksel olarak ifade eder.

Burada amaç, süreci oluşturan işlem ve eylemler arasındaki ilişkilerin, farklılıkların daha net olarak anlaşılmasını, hangi aktivitelerin çıktıya artı değer kattığının görülmesini ve değişmesi gerekli süreçlerin belirlenmesini sağlamaktır. Ayrıca süreç dahilinde kaliteyi düşüren ya da süreci yavaşlatan darboğazların ve problemlerin açıkça görülmesine ve önlem alınarak düzeltilmesine yardımcı olmaktadır (Bezirci,2006: 37). Şekil 5'te süreç haritası oluşturmada kullanılan bazı semboller gösterilmiştir.

Şekil 5: Süreç Haritası Sembolleri

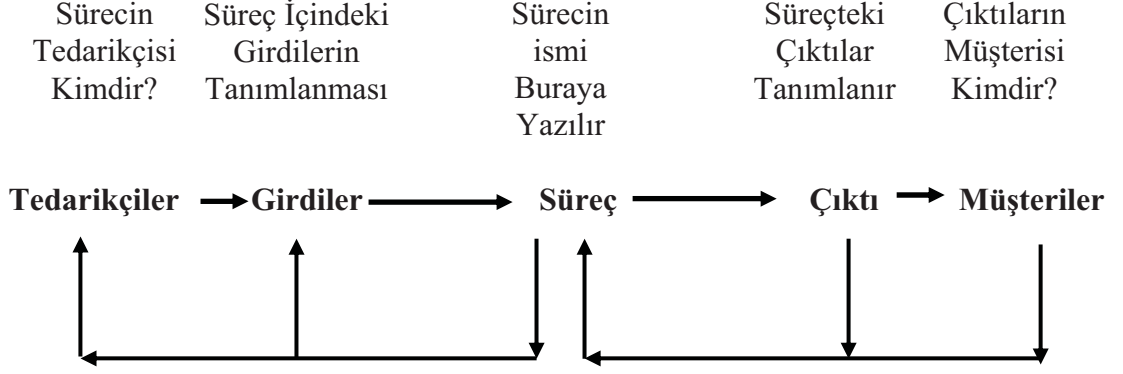
Sembol	Amaç
	Sürecin Kapsamını gösterir; ilk ve son adımları ya da sürecin başlangıcını ve bitişini
	Karar vermeyi gösterirken kullanılır, evet ya da hayır' ı seçeceğimizi veya bir ya da daha fazla seçenektan neyi seçeceğimizi gösterir.
	Sürecin adımlarını ve olaylarını gösterir.
	Yönü ve ilişkileri gösterir.
	
	Gecikmeleri göstermek için kullanılır.
	Kontrolü, doğrulamayı, saymayı ve herhangi bir incelemeyi göstermek için kullanılır.

Kaynak: Taylor, 2009: 22.

Proje takımı süreç haritasını oluşturmadan önce, tedarikçiler, girdiler, süreç, çıktı ve müşteriler hakkında bir başka ifadeyle SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Output ve Customers kelimelerinin baş harfleriyle yapılan kısaltmaya SIPOC denir) hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları gerekir. SIPOC diyagramının yerine, Değer Akışı Haritası (VSM, Value Stream Map) de kullanılabilir. SIPOC veya VSM,

problemin sürecin neresinde başladığını tanımlamakta kullanılır. Şekil 6’da SIPOC diyagramının Şablonu gösterilmiştir (Shankar, 2009: 3- 4).

Şekil 6: SIPOC Diyagramı Şablonu



Kaynak: Shankar, 2009: 4.

1.4.1.3. Müşterinin Sesi

Ürünler ve servisler genellikle performanslarının özelliklerini tanımlarlar. Ancak müşteriler, ürün ya da servislerin kalitesini, bu ürün ya da servislerle daha önce elde ettikleri deneyimleri göz önüne alarak değerlendirirler. Müşteri deneyiminin tamamı, (satış öncesi, satış, teslimat ve satış sonrası destek hizmetlerinin dahil olduğu) ürün yada servisin tanımlandığı sırada değerlendirilmelidir. Ürünlerimiz ya da servislerimizle ilgili müşterilerden ve pazardan türetilen veriye, müşteri sesi (VOC, Voice of Customer) denir (Jackson, Frigon, 1998: 20).

Müşterinin sesi; müşterinin ihtiyaçlarının ve ürün/hizmeti müşterinin ne şekilde algıladığının tanımlanması için kullanılır. VOC aşağıdaki sebeplerden dolayı organizasyon için kritiktir (Williams, Bertels ve Dershin, 2004: 13),

- Hangi ürün ve hizmetin sunulacağına karar verme,
- Bu ürün ve hizmet için kritik özellik ve spesifikasyonları tanımlama,
- İyileştirme çabalarında nereye odaklanılacağına karar verilmesi,

- İyileştirmelerle birlikte müşteri memnuniyetinin ölçülmesinde bir temel oluşturulması,
- Müşteri memnuniyetinde anahtar noktaların tanımlanması

1.4.2. Ölçme

Ölçmede başlıca 2 istasyon vardır, bunlar: veri toplama planının oluşturulması ve veri toplama planının uygulanmasıdır. DMAIC' in bütününe olduğu gibi, Altı Sigma ekibi, Ölçüm aşamasında da sürecin etkinliğini ve verimliliğini iyileştirmek için çalışmaktadır. Etkililik, bir organizasyonun, müşterilerinin beklentilerini karşılama ve aşma derecesidir. Bundan dolayı etkililik, müşteri için önemli olan çıktı ölçütleri ve tedarikçinin etkililiği için geçerlidir. Verimlilik, müşteri etkililiği elde etmek için tüketilen kaynaklar ifade eder. Verimlilik ölçütleri, süreç haritasındaki başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki geçen süre, maliyet, işgücü ya da değer şeklinde olabilir (Eckes, 2007: 42)

Tablo 6'da ölçümün gerçekleşmesi gereken üç alanı göstermektedir. Bu üç alan müşteri için önemli olan çıktı ölçütlerini, işin yapılması için önemli olan girdi ölçütlerini ve sürecin kendisini merkez alır.

Tablo 6: Ölçülenme Gerektiren Alanlar

Girdi Ölçütleri (Tedarikçi Etkililiği)	Süreç Ölçütleri (Sürecin Verimliliği)	Çıktı Ölçütleri (Sürecin Etkililiği)
Tedarikçileriniz için belirlediğiniz temel kalite ölçütleri.	Süreç etkinliğinizin Ölçütleri: <ul style="list-style-type: none"> • Çevrim süresi • Maliyet • Değer • İşçilik 	Müşteri istek ve gereksinimlerini ne oranda karşıladığınız.

Kaynak: Eckes, 2007: 44

1.4.2.1. Veri Toplama Planının Oluşturulması

Veri toplama planının oluşturulması yedi bileşenden meydana gelir ve ölçme aşamasının ilk istasyonunu oluşturur. Her bir bileşenin, sürecin kısa dönem sigma değerinin hesaplamasına yardım etmekte oynadığı önemli bir rolü vardır. Aşağıda bu bileşenlerin tanımları listelenmiştir.

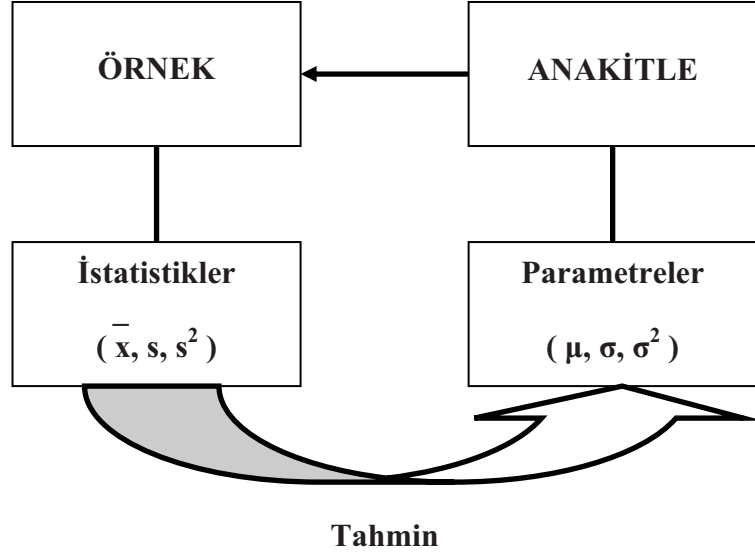
- Ne Ölçülecek: Altı Sigma projesinin ‘Tanımlama’ aşaması sonucunda elde ettiğimiz Süreç Şeması ve Sebep&Sonuç Matrisi ile yaptığımız çalışmanın sonucunda öncelikli olarak hangi çıktıları ve girdileri ölçmemiz gerektiği bulunur (Polat, Cömert ve Arıtürk, 2005: 89). Bu bilgiler İlk kolonu oluşturur.
- Ölçümün Çeşidi: Takımlar veri toplamada iki önemli hata yaparlar. Birinci tip hata ölçümün yetersiz yapılması, ikinci tip hata ise gereğinden fazla ölçüm yapılmasıdır. Bu ikinci kolon proje takımının çok az ya da çok fazla veri toplaması gerektiğini gösterir. Tipik olarak buradan iki ya da üç çıktı ölçümü bulunur, bir ya da iki girdi ölçümü ve en az bir süreç ölçümü elde edilir. Bu rehberi kullanarak proje takımı çok az ya da çok fazla veri toplayıp toplamadıklarını belirleyebilirler (Eckes, 2007: 44).
- Verinin Türü: Veriler aldıkları ölçü değerlerine göre, kesikli veri veya sürekli veri olarak tanımlanmaktadır. Değişkenin belli aralıktaki ölçüm değerleri, o aralıktaki tüm reel sayılardan bir değer alabiliyorsa sürekli veri olarak tanımlanır. Bir makinede üretilen 100.000 adet ürünün ağırlıkları 20 gr ile 25 gr arasında her değeri alabilir. Ürün ağırlığını ifade eden değişkenin alacağı değerler sürekli veridir. Değişkenin belli aralıktaki ölçüm değerleri arasında sıçramalar oluyor yani değişken bazı belirli değerleri almıyorsa kesikli veri olarak tanımlanır. Bir ailedeki çocuk sayısı 0,1,2,... gibi tam sayılarla gösterilmekte ve kesikli değerler almaktadır (Özdemir, 2008: 47).
- Operasyonel Tanımlar: Operasyonel tanım, bir şeyin ne olduğunu ve nasıl ölçüleceğini tanımlar. Örneğin, hava yolları için ‘tam zamanında kalkış’ teriminin operasyonel tanımı, uçağın planlanan kalkış zamanından sonra, 10

dakika içinde hava alanı çıkış kapısından doğruca uçağa giden üstü kapalı koridorun kapılarının kapanması olabilir. Operasyonel tanımlar, ölçümlerin kimin tarafından yapılırsa yapılsın sonuçların temelde eşit olduğundan emin olmamızı sağlar (Scholtes, Joiner ve Streibel, 2003: 10). Bu sayede ölçüm sonuçlarının herkes tarafından kabul edilmesi sağlanacak ve değişime ve yeniliklere gösterilen direnç kırılacaktır.

- Hedefler/ Spesifikasyonlar: Hedef ölçüt, müşterinin ürün ya da hizmetten beklediği ideal performanstır. Spesifikasyon, müşterinin gözünde kabul edilme sınırında bulunan ürün ya da hizmettir (Eckes, 2007: 44).
- Örnekleme: Anakitleyi nitelik ve nicelik yönünden temsil edebilecek bir örneğin seçilmesi sürecine örnekleme denmektedir. Birçok araştırmada maliyet ve kaynak gibi kısıtlardan dolayı anakitlenin her elemanının ölçülmesi tercih edilmez. Bu durumda anakitleyi temsil eden bir örneklem oluşturulur (Davis, 1996: 218). Örnekleme, anakitlenin her bir elemanını incelemekten daha az maliyetle bilgi elde edilmesini ve verileri daha hızlı bir biçimde analiz ederek sonuçların ortaya konmasını sağlar. Ayrıca örneğe dayalı ölçümler çoğunlukla ana kitlenin tamamını ölçmeye kıyasla daha az hata yapılarak gerçekleştirilebilir (Özdemir, 2008: 82- 83). Anakitleyi en iyi şekilde temsil eden örneğin bulunması için kullanılan yöntemler ve örnek büyüklüğünün belirlenmesi araştırmanın etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Örneklemin amacı, örneğin içerdiği bilgilere dayanarak ilgilenilen belirli bir anakitle hakkında yargılara varmaktır. Örnek bilgisine göre yorum yapılması anakitle parametrelerinin tahminleridir. Parametre anakitledeki belirli bir değişkenin tanımlayıcısıdır. İstatistik ise örneklemden bir değişkenin tanımlayıcısıdır. Örneklem istatistikleri, ana kitle parametrelerini tahminlemede kullanılır. Bu ilişki şekil 7’de gösterilmiştir. Anakitle parametrelerinin en bilinenleri anakitleye ilişkin ortalama (μ), varyans ve standart sapma (σ^2 , σ) olarak gösterilir. Örnek ortalaması (\bar{x}), varyansı ve standart sapması (s^2 , s) ise örnek istatistikleridir.

Şekil 7: Anakitle parametresi ve Örnek İstatistiği Arasındaki İlişki



Kaynak: Sekaran, 1992: 227.

- Veri Toplama Formu: Bu form, herhangi bir ölçüm için toplanan verilerin kaydedilmesinde kullanılır. Bu form takım tarafından, en uygun veri toplama performansını sağlayacak bir modelin oluşmasını da sunabilir. Tablo 7’de veri toplama formu gösterilmiştir (Gordon, 2002: 518);

Tablo 7: Veri Toplama Formu

Süreç		Tarih		
Ölçü Sistemi				
Ölçüm	Tarih	Zaman	Nerede	Kim

Kaynak: Gordon, 2002: 519.

Tablo 7'deki form aşağıda açıklandığı gibi doldurulur;

1. Ölçümün adı yazılır ve formun en üstüne, ölçüm prosedürünü ve ölçü sisteminde kullanılan araçları belirten kısa bir tanımlama yazılır. Eğer birçok verinin toplanması planlanıyorsa, ölçü sistemi tanımlanır ve bu form çoğaltılır.
2. Elde edilen değerler ölçüm sütununa alt alta yazılır. Ondalık sayılar veya tamsayıya yuvarlayarak elde edilen değerler açık bir şekilde belirtilmelidir.
3. Tarih sütununa her bir ölçümün alındığı tarih yazılır.
4. Zaman sütununa ölçümün alındığı saat tam olarak yazılır.
5. Nerede sütununa her bir verinin alındığı yer tanımlanır.
6. Kim sütununa her bir veriyi alan kişinin adı yazılır.
7. Bu formda yazılan veriler, veri analizleri için girdileri oluştururlar.

1.4.2.2. Veri Toplama Planının Uygulanması

İkinci istasyon, 'Veri Toplama Planının' alınması ve planın kısa dönem süreç sigma değerini elde etmek için uygulanmasıdır. Kısa Dönem Süreç Sigmasının Hesaplanması: σ_{ST} 'nin hesaplanması için çeşitli yöntemler vardır. En kolay yol projeniz için birim, hata ve kusur fırsatının ne olduğunu belirlemektir. Yiyecek sektöründe çalışan bir işletmeyi ele alalım. Yiyecek siparişi teslimatı, bir birim'dir. Hata teslimatın çok gecikmesi ya da çok erken gelmesiyle oluşur. Altı Sigma ekibi ayrıca iki birim (yiycek siparişi miktarının doğruluğu ve tazelik) için de σ_{ST} 'sında belirleyebilir. Ekip, üç ayrı Sigma hesaplaması yapmak ya da üçünü bir hesaplamada birleştirmekte özgürdür. İlk önce DPMO hesaplanır, ardından bu değere karşılık gelen Sigma değeri, Sigma Dönüşüm Tablosundan yararlanılarak bulunur.

1.4.2.3. Ölçüm Değişkenliği

Ürün üzerinde yapılan ölçümlerinin sahip olduğu değişkenlik ile süreç değişkenliği birbirini bütünleyen kavramlardır. Ölçümlerin sahip olduğu değişkenlik, ölçüm sisteminden kaynaklanır ve direk olarak süreç değişkenliğini etkiler. Ürünün kendisinde herhangi bir uygunsuzluk olmamasına karşın, ölçüm sisteminin sahip

olabileceği değişkenlik sonucu ürün uygunsuz olarak yorumlanabilir (Özveri,2001:9).

Ölçümlerde değişkenliği oluşturan sebepler operatörler, çevre koşulları ve ölçüm aracı ile ilgili sorunlar olabilir. Değişkenliğin oluşmasına etki eden bu tür sebeplere “ölçüm hatası” denir (Juran ve Gryna, 1980: 390). Ölçüm hatası ne kadar küçük olursa, ürünün kalitesi ile ilgili verilecek kararlar da kullanılacak veriler de o kadar güvenilir olur.

Ölçüm hataları da genel ve özel sebeplere bağlı hatalardan oluşur. Isı, nem gibi faktörler sonucunda oluşan genel sebeplere bağlı hataları tespit edebilmek zor olduğundan, tespit edilmesi mümkün olan özel sebeplere bağlı ölçüm hataları incelenmektedir. Özel sebeplere bağlı ölçüm hataları, doğruluk (accuracy) ve kesinlik (precision) olarak iki grupta toplanabilir. Doğruluk, ana kitlenin ortalaması (veya hedef değer) ile ölçümlenmelerden elde edilen ortalama değer arasındaki farkı ifade eder. Kesinlik ise, ölçümleme ile elde edilen verilerin oluşturduğu yayılım ile ifade edilir (Floyd ve Laurent, 1995: 20). Ölçümlenen değerin sahip olduğu hata basit olarak şöyle formüle edilebilir:

$$x_m = x + \varepsilon \quad (1.5)$$

x = Kalite karakteristiğinin gerçek değeri,

x_m = Kalite karakteristiğinin ölçümlenen değeri,

ε = Ölçüm hatası

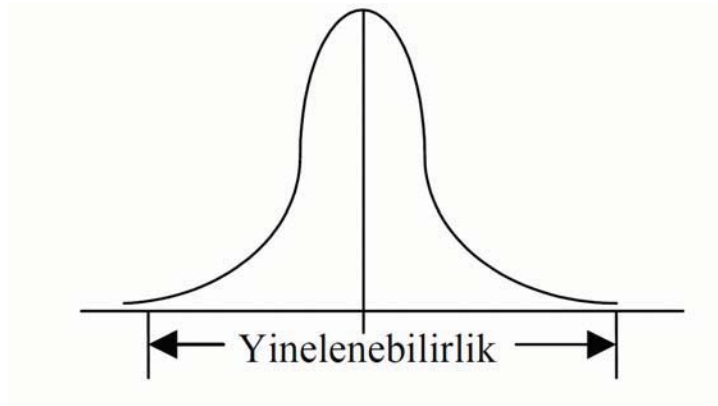
Bu denklem, ölçüm hatası ile ilgili araştırmalara temel oluşturmaktadır. Ölçüm analizi çalışmalında doğruluk kavramı türetilebilirlik (reproduceability) ve kesinlik kavramı da yinelenebilirlik (repeatability) olarak ifade edilir (Taylor, 1991: 180). Ölçüm yeterliliği çalışmasında, birden fazla operatör birden fazla parçanın aynı özelliğini birden çok kez ölçerler. Farklı operatörlerin ölçüm sonuçları karşılaştırılarak yinelenebilirlik, türetilebilirlik ve kararlılık analizleri yapılarak ölçüm sisteminin güvenilirliği ve değişkenliği incelenir. Buradaki amaç, ölçümlerin

aynı veya farklı kişiler tarafından yapılması durumunda ölçüm sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğini tespit etmektir(www.ekonometridernei, 05.10.2010).

1.4.2.3.1. Yinelenebilirlik

Yinelenebilirlik; tamamen aynı koşullarda, aynı parçanın, aynı karakteristiğinin, aynı ölçüm aracında, aynı operatör tarafından yapılan tekrarlı ölçümlerinden elde edilen verilerin gösterdiği yayılımdır (Hunter, 1987: 125).

Şekil 8: Yinelenebilirlik

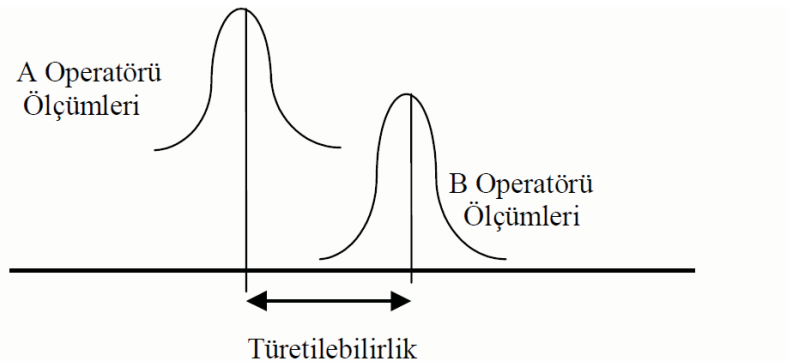


Kaynak: Özveri,2001: 11.

1.4.2.3.2. Türetilbilirlik

Türetilbilirlik; aynı parçayı, aynı ölçüm aracını kullanarak, aynı koşullarda ölçümleyen farklı operatörlerin ölçüm değerlerinin ortalamaları arasındaki farktır. Şekil’de A ve B gibi iki operatörün yaptığı ölçümlerinin dağılımı ve ortalamaları aralarındaki farklılık görülmektedir (Thomas, 1992: 34);

Şekil 9: Türetilbilirlik



Kaynak: Özveri,2001: 11.

1.4.2.3.3. Kararlılık

Kararlılık (stability), uzun bir süre içinde aynı ana parçaların bir karakteristiğinin bir ölçüm sistemi (test/cihaz) aracılığıyla elde edilen ölçümlerindeki toplam değişkenliktir. Fark küçükse kararlılık iyidir (Arçelik, 2004: 69).

1.4.3. Analiz

Ürün veya hizmet sunan şirketlerin, “daha kaliteli” ye ulaşmaları önündeki en büyük engelin, süreçlerde oluşan değişkenlikler olduğu gerçeği, bundan yıllar önce, W. Edward Deming tarafından ortaya konulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrasında, Japon endüstrisinde sıçramayı sağlayan felsefe, Deming’in “üretim süreçlerinde değişkenliklerin analiz edilerek minimize edilmesi” yaklaşımıdır. Bu da, Altı Sigma kavramının en önemli ana fikridir (Atmaca ve Girenez, 2009: 113). Bir önceki aşamanın çıktıları, bir sonraki aşamanın girdilerini oluşturur. Ölçme aşamasındaki çıktılar kullanılarak, Analiz aşamasında değişkenliği yaratan nedenler tanımlanır. Bu aşamanın üç tane istasyonu vardır; Veri Analizi, Süreç Analizi ve Kök Neden Analizi.

1.4.3.1. Veri Analizi

DMAIC’in ölçüm aşamasında toplanan verilerin türüne göre analiz yapılır. Verilerin kesikli mi, sürekli mi olduğuna bakılır ve uygun istatistiksel yöntemler kullanılır. Veri Analizi, kesikli ve sürekli veri analizi olarak ikiye ayırır.

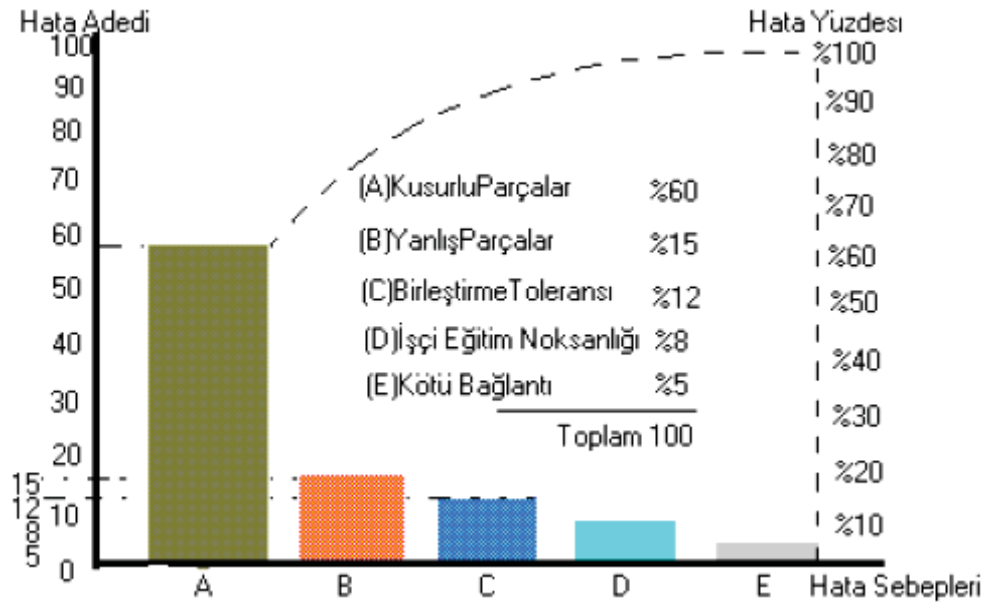
1.4.3.1.1. Kesikli Veri Analizi

Altı Sigma Ekibinin amacı değişkenliklerle mücadele etmek ve bunları yok etmeye çalışmaktır. Değişkenliklerin istatistiki resimleri çizildiğinde onları ortadan kaldırmak kolaylaşacaktır. Kesikli veriler için kullanılan en yaygın istatistiksel araçlar, pareto diyagramı ve pasta grafiğidir.

- Pareto Diyagramı: Adını İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto'dan alan bu araç 80–20 kuralı olarak da bilinir. Pareto analizi, sorunların % 80'inin, yapılan işlemlerdeki hataların % 20'sine dayandığı mantığı ile problemleri ve nedenleri derecelendirir. Böylece en önemli nedenlere odaklanmasını sağlar (Kartal, 1999: 38). Pareto grafiğinin amacı, hatalı parçaların ve hata çeşitlerinin tespit edilmesinde kalite kontrol elemanlarına yol göstererek emeklerinin en verimli sahalarda yoğunlaştırılmasını ve isabetli kararlar verilerek gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktır (Egermayer, 1988: 16-22). Pareto analizi, sorunları büyükten küçüğe doğru sıralayarak, çözüm sırasının belirlenmesini ve sorunun başlama önceliğini belirler. Bir pareto analizinin aşamaları aşağıdaki gibidir (Bircan ve Gedik, 2003: 69- 79);

- Verilerin toplanacağı zaman aralığı belirlenir.
- Hangi verilerin toplanacağına karar verilir.
- Veri toplama formu düzenlenir.
- Veriler forma kaydedilir
- Veriler kullanılarak pareto diyagramı çizilir.

Şekil 10: Pareto Grafiği Örneği

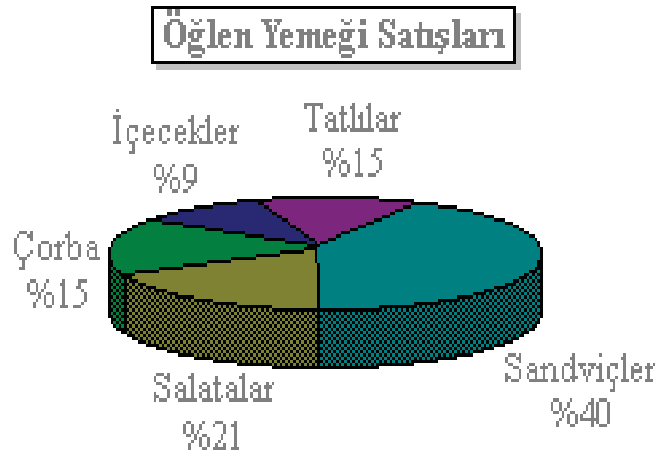


Kaynak: Özcan, 2001: 151.

- **Pasta Grafiği:** Pasta grafik, öğelerin toplamıyla orantılı olarak bir veri dizisini oluşturan öğelerin boyutunu gösterir. Her zaman yalnızca tek bir veri dizisini gösterir ve verilerin içerdđi belirli bir öğeyi vurgularken kullanılıştır. Pasta grafiklerin şu alt grafik türleri vardır:

Pasta: Bu grafik türü, her değerin toplam değere katkısını görüntüler. Aşağıda pasta grafiği için öğle yemeği satışlarını gösteren, şekil 11 bir örnek olarak verilmiştir.

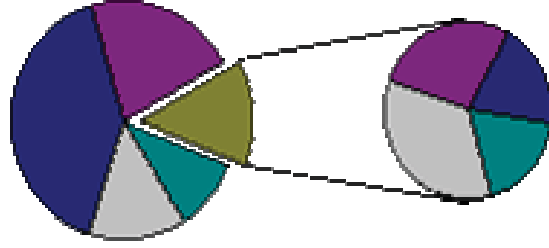
şekil 11: Öğle Yemeği Satışları Pasta Grafiği



Kaynak: <http://office.microsoft.com> (17.08.2010)

- **Bölünmüş Pasta:** Bu grafik türü, tek başına değerleri vurgularken her değerin toplam değere katkısını görüntüler. 3 Boyutlu görsel efektlerle de kullanılabilir
- **Pasta Pastası:** Bu, kullanıcı tarafından tanımlanan değerlerin ayıklanıp ikinci bir pastada birleştirildiği pasta grafiktir. Örneğin, küçük dilimlerin kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, bunları pasta grafiğin tek bir öğesi gibi bir araya getirip ana grafiğin yanında daha küçük bir pasta veya çubuk grafik olarak bölebilirsiniz.

Şekil 12: Pasta Pastası Örneği



Kaynak: <http://office.microsoft.com> (17.08.2010)

1.4.3.1.2. Sürekli Veri Analizi

DMAIC projesinin Ölçüm aşamasında toplanan sürekli veriler, histogram kullanılarak toplanır. Altı Sigma ekibi kesikli veri yerine sürekli verileri toplamayı daha çok tercih eder, çünkü sürekli veriler süreçte neler olup bittiği hakkında daha fazla bilgi edinmemizi sağlarlar. Sürekli verilerin bir diğer avantajı ise Altı Sigma ekibine sürecin performansını etkileyen faktörler hakkında bilgi vermesidir(Eckes,2007: 51). Tüm süreçlerde sürecin performansını etkileyen başlıca altı faktör bulunur (Pande, Neuman, Cavanagh, 2002:251);

1. Malzemeler; süreç içinde işlenmemiş malzemeler kullanılır, servislerde ise bilgi ya da bazı veri türleri kullanılır.
2. Yöntemler; süreçler, prosedürler, çalışma el kitapları, insanların işlerini yayabilmesi için isledikleri yol.
3. Makineler; ekipmanlar ve her çeşitten el aletleri, bilgisayarlar.
4. Ölçümler; kalite kontrolünün de dahil olduğu, çıktıların ve süreç kalitesinin ölçülmesi için kullanılan bütün metodlar.
5. Doğa Ana; işin yapıldığı yerdeki fiziksel çevre, doğal çevre.
6. İnsanlar; müşterilerin, işçilerin, yöneticilerin, düzenleyicilerin ve şirket ortaklarının dahil olduğu, sürecin içinde bulunan herkes.

Sürekli verilerin grafik gösteriminde sıklıkla Histogram ve grafik diyagramı (run chart) kullanılır.

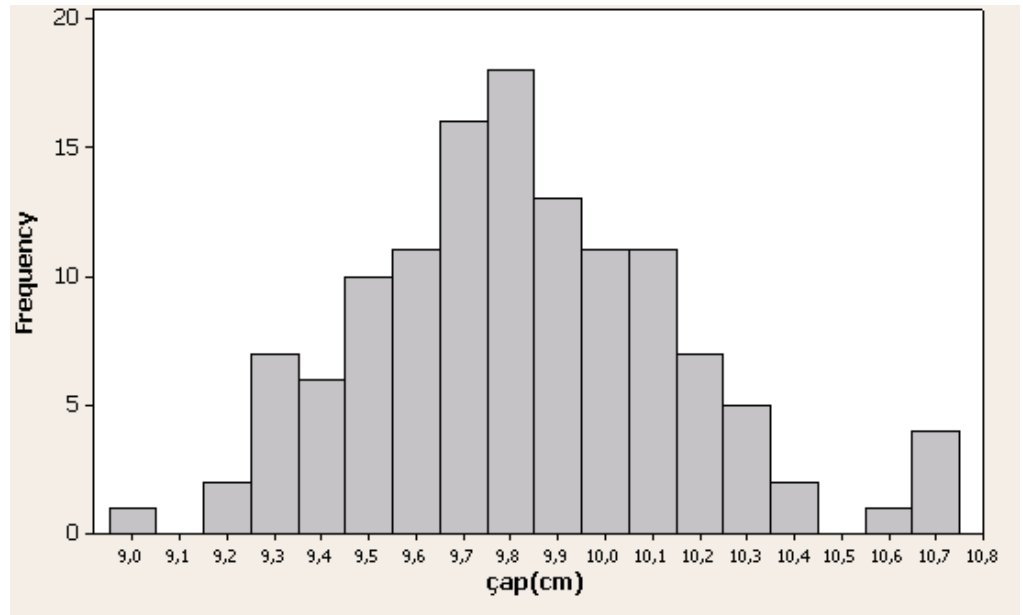
- Histogram: Bir veri dizisindeki değişikliklerin sınıflandırılması ve bunların dağılımının sütun grafiği ile gösterilmesidir. Histogramlar sayısal tabloda gözlenemeyen gruplaşmaların daha kolay anlaşılmasını sağlar. Veriler ve histogram oluşturmak için aşağıdaki adımlar uygulanır;

1. Veriler küçükten büyüğe doğru sıralanır,
2. Veri grubunun açıklığı bulunur, Açıklık =En Büyük Değer – En Küçük Değer
3. Verileri kaç gruba ayırmak istiyorsak ona göre grup genişliği hesaplanır, grup genişliği bulunurken açıklık istenilen grup sayısına bölünür. Bulunan sayıya en yakın tek sayı grup genişliği olarak alınır. Tek sayı alınmasının nedeni hesaplamalarda tam sayılar elde ederek işlemi kolaylaştırmaktır.

$$\text{Grup Genişliği} = \text{Açıklık} / \text{İstenilen Grup Sayısı}$$

4. Veriler bulunan grup genişliğinde gruplandırıp her gruba ait veri sayısı ile Birlikte bir tablo oluşturulur. Tablodaki gruplar düşey eksene, veri sayıları yatay eksene yerleştirilerek histogram grafiği oluşturulur.
<http://www.merasimsek.com> (18.08.2010)

Şekil 13: Histogram Grafiği Örneği

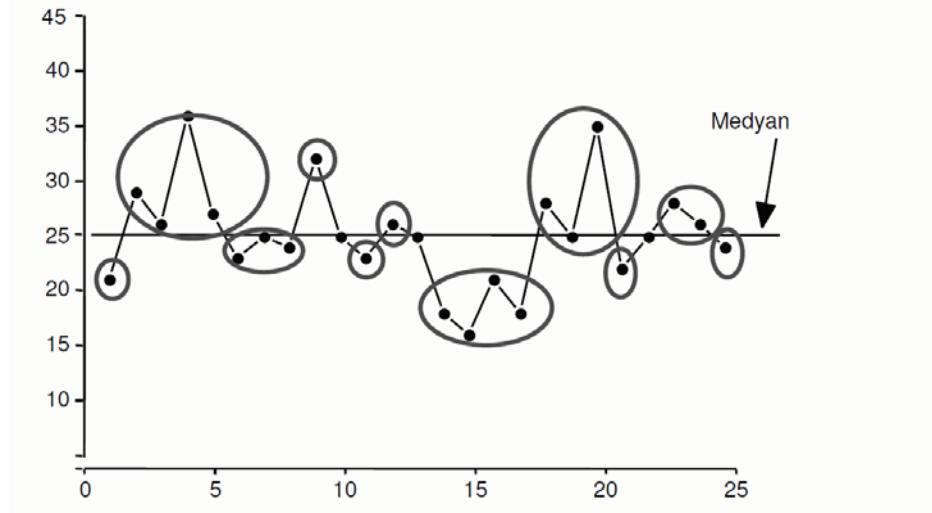


Kaynak: Can, 2006: 127.

Sürecin performansını etkileyen altı faktörden hiç birinin süreç üzerinde olası bir etkisi yoksa Histogramda ölçütlerin çoğunun ortada yer aldığı ve geri kalan kısmın iki yana bir kuyruk gibi açıldığı sürekli veriler normal dağılım özelliği gösterirler. Bu özellikteki bir süreçte oluşan varyasyonlara verilen teknik isim Ortak Neden Varyasyonudur. Ancak sürecimizde spesifikasyon limitlerinin altında ve üstünde veriler bulunabilir. Bu sürecin ortak neden varyasyonu olsa da, düşük sigma seviyesine sahip olduğu anlaşılır. Başka bir sürecin Histogram grafiği incelendiğinde, verilerin merkezden uzakta ve simetrik dağılmadığı görülürse, Özel Neden Süreci olarak adlandırılan bir süreç olduğu anlaşılır. Bu süreçte altı faktörden biri ya da daha fazlasının süreç üzerinde özel bir etkisi vardır.

- Grafik Diyagramı (Run Chart veya Run- Sequence Plot): Bir zaman serisi içindeki gözlenen verilerin gösterildiği bir grafikdir. Bu verilerin gösterimi, üretim ve diğer iş süreçlerinin performanslarını ya da çıktıların bazı özelliklerini sergiler. Grafik diyagramı, istatistiksel süreç kontrolünde kullanılan kontrol kartları ile benzerlikler gösterir fakat sürecin kontrol limitlerini göstermez (<http://en.wikipedia.org>, 19. 08. 2010). Grafik Diyagramının analiz edilmesiyle, verilerdeki anormallikler bulunur. Bu anormallikler, zamanla süreç içinde tavsiye edilen değişiklikler ya da süreç varyasyonuna etki eden özel faktörler olabilir. Veri setimizin başından sonuna kadar, kritik faktörlere dikkat edilir. Bu faktörler şunlardır; ortalama çizgisinin altında ya da üzerinde nadiren görülen uzun veri grupları ve sürekli azalan ya da artan ardaşık veriler (Chambers ve diğerleri, 1983).

Şekil 14: Grafik Diyagramı Örneği

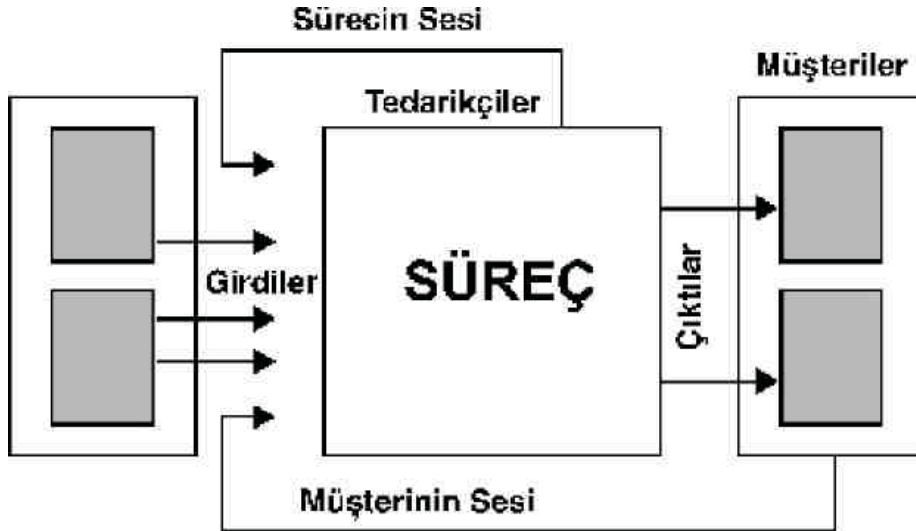


Kaynak: Rath & Strong, 2003, 104.

1.4.3.2. Süreç Analizi

Süreç girdileri çıktı haline getiren birbirleriyle ilgili ve etkileşimli faaliyetler takımındır (TSE, 2001:2). Şekil 15’de bir süreç modeli çizilmiştir.

Şekil 15: Süreç Modeli



Kaynak: www.bucosev.com , 30.09.2010.

Süreçlerin tam ve hatasız olmalarını, faydalı sonuçlar üretebilmelerini sağlamak için süreçlerin analiz edilmesi gerekir. Süreç analizi, süreç tanımlamalarını yeniden gözden geçirir, hataları ve kusurları belirler. Bu sonuçlar süreçleri yeniden gözden geçirip düzeltmek ve değerlendirmek için kullanılır. Bir sürecin analizi yapıldığında ve yeniden dizayn edildiğinde işletmenin çalışmasında daha etkili yollar keşfedilebilir (<http://www.ikademi.com>, 19.08.2010).

Süreç analizinin ilk adımı, DMAIC döngüsünün Tanımlama bölümünde çıkarılan süreç haritasından, daha ayrıntılı olan alt süreç haritasının çıkarılmasıdır. Alt süreç haritası, mevcut süreç içindeki adımların, beş ya da yedi alt adıma ayrılması demektir. İdeal olarak, her bir beşli ya da yedili adımlar süreç haritamızda olmalıdır. Bulunan bu adımların verimsiz ya da katma değer üretmediği tespit edilirse, ekip tarafından ortadan kaldırılacaktır (Eckez, 2003: 196).

Süreç analizinin ikinci adımı, değer katan adımların tespit edilmesidir. Süreç daha kompleks bir duruma geldiğinde, işin başındaki müşteriler asıl amaçlarından uzaklaşmaya başlayacaklardır. Büyük organizasyonlarda piyasalara ve topluma sağlanacak değer, neredeyse tesadüfen görülebilecektir. ‘Değer Analizi’ dış müşterilerin bakış açısıyla bakılarak, sürecin ya da işin anahtar nedenlerini yeniden vurgulayacak bir yoldur. Değer eklemek, dış müşterilerin bakış açılarıyla değer kazanan görevler ya da aktivitelerdir. Bir adımın değer katması için, üç kriteri sağlaması gerekir. Bir adım bu üç kriterin hepsine birden uymuyorsa, bu adım iptal edilir. Bu kriterler aşağıdaki gibidir (Pande, Neuman ve Cavanagh, 2002: 225),

- Eğer müşteriler bunu yaptığımızı bilirlerse, bunu önemserler ya da bunun için bir ödeme yapmayı kabul ederler,
- Servis ya da ürünün üzerinde oluşacak değişiklikler, (bir şeylerin bir yerden başka bir yere taşınması bir değer katmaz)
- Belli bir zamanda ve ilk seferde doğru şekilde yapılmasıdır. Tamirler, yeniden yapılan işler ve yer değişiklikleri bir değer kazandırmaz.

Değer katmayan adımlar, işyerine bir maliyet oluşturur. Bu maliyete, Kalitesizlik Maliyeti (Cost of Poor Quality, COPQ) denir. COPQ dört ana kategoride görülür, bunlar (Breyfogle, Cupello, Meadows, 2001: 49; Yükçü, 1999: 93)

- Önleme Maliyetleri, hatanın ilk olduğu yerde tutulması için yapılan faaliyetlerdir. Kusur ve uygunluk riskini azaltmak, önlemek veya araştırmak için yapılan tüm faaliyetlerin maliyetleridir. Alt kategorileri; eğitimler, kapasite çalışmaları, satıcı anketleri, kalite dizaynı.
- Değerlendirme Maliyetleri, kalite seviyesinin sürdürüle bilmesiyle ilgili çabalarla (kalite denetimleri gibi) ilgili faaliyetlerdir. Bu faaliyetler normal kalite sistemini değerlendirir. Alt kategorileri; muayene ve testler, test ekipmanları ve bakımları, muayene ve test raporları, diğer giderlerin değerlendirilmesi.
- İçsel Başarısızlık Maliyetleri, artık, kusurlu mamul, yeniden test etme, yeniden muayene etme ve yeniden tasarımılamadan doğan maliyetler ile kalite halkasının herhangi bir aşamasında bulunan hatalar veya uyumsuzluklardan dolayı bir işletmede ortaya çıkan maliyetlerdir. Alt kategorileri; hurda ve yeniden işleme, dizayn değişiklikleri, yeniden yazılan yazılar, fazla mesai, fazla stok maliyeti
- Dışsal Başarısızlık Maliyetleri, hatalı mamullerin yenisi ile değiştirilmesi, garanti kapsamındaki hizmetler ve tahakkuk eden cezaların değerlendirilmesi sonucu mamullerin müşteriye tesliminde sonra ortaya çıkan maliyetlerdir. Alt kategorileri; garanti maliyetleri, şikayetçi müşterilerin firmaya gelmesi, serviste görev alan personelin eğitim maliyeti, geri dönüşler ve telefonla tekrar aramalar, mali sorumluluk davaları.

COPQ kavramsal olarak, Altı Sigma projesinde, parasal olarak bize sağlayabileceği tasarrufun miktarını, stratejik önemini, çıktı değişkenliklerine neden olan asıl süreçlerin tespitini ve müşteriler için hayati önem taşıyan endişelerin tanımlanmasına yardımcı olabilir. Proje ekibinin ideal olarak, iyileştirmenin yapılacağı alanda, yukarıda belirtilen 18 tane alt grubun parasal büyüklüğünü

gösteren pareto diyagramını çizmesi gerekir (Breyfogle, Cupello, Meadows, 2001: 50). Bu sayede her alt adımın değer katanlar ve katmayanlar olmak üzere 2 gruba ayrıldığı görülür ve değer katmayan alt adımlar tespit edilir.

Sigma seviyesinin COPQ ile olan ilişkisi aşağıdaki Tablo 8’te görülmektedir. Bu tablo ‘Six Sigma Academy’ nin ABD de (Amerika Birleşik Devletleri) faaliyet gösteren firmalarda yaptığı araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 8: Sigma Seviyesinin Kalitesizlik Maliyetiyle Olan İlişkisi

Kalitesizlik Maliyeti	DPMO	Sigma Seviyesi
Satışların 30- 40%	308,537	2
Satışların 20- 30%	66,807	3
Satışların 15- 20%	6,210	4
Satışların 10- 15%	233	5
Satışların < 10%	3,4	6

Kaynak: Polat, Cömert, Arıtürk, 2005: 96.

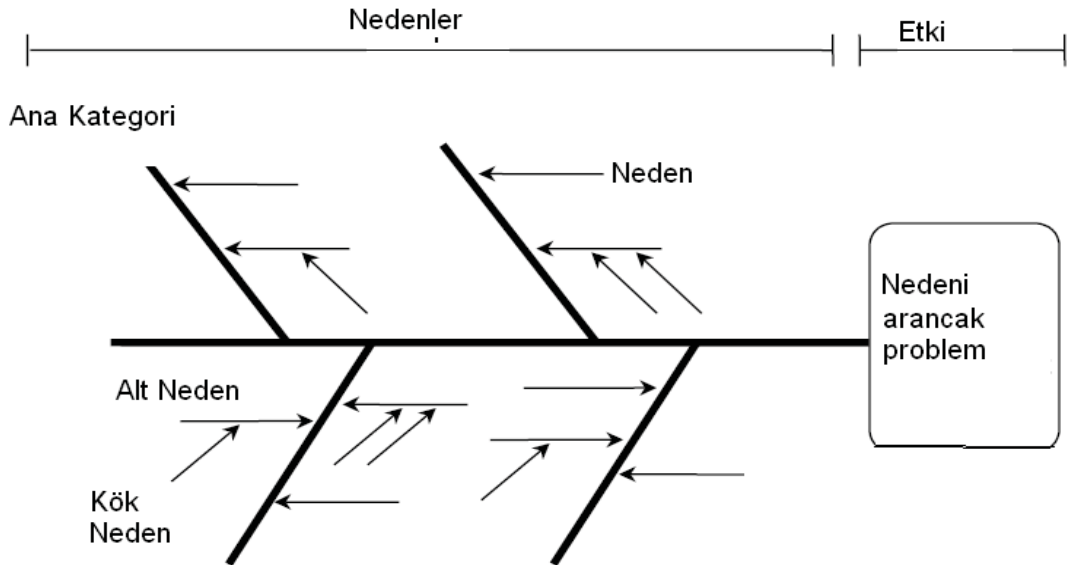
Eğer bir firma, 2 Sigma seviyesinde çalışıyorsa, Tablo 4’e göre satışlarının %30- 40’ı Kalitesizlik Maliyetine gitmektedir. 6 Sigma Seviyesindeki bir kuruluşta ise bu oran %10’ların aşağısına inmektedir. Şu anda ABD deki firmaların ortalama Sigma Seviyesi 3 ila 4 arasında değişmektedir. 2 Sigma seviyesindeki kuruluşların rekabet edici olmadıkları ve eğer durumlarını değiştirmezlerse kötü durumlara düşebilecekleri belirtilmektedir (Polat, Cömert, Arıtürk, 2005: 96).

Süreç analizinin üçüncü adımı bir ya da birkaç mikroproblem ifadesi oluşturmaktır. Mikroproblem ifadesi, esasen ‘Neden...?’ sözcüğüyle başlayan bir soru formunda ifade edilir. Mikroproblem ifadeleri, proje ekibinin etkilemeye çalıştıkları problemle ilgili olarak daha spesifik olabilmesine olanak tanır. Örneğin bekleme sırası verilerinden, ‘Neden bekleme sırasında daha uzun bekleme sürelerine doğru bir trend gözleniyor?’ şeklinde bir mikroproblem ifadesi çıkabilir. Proje ekibinin yalnızca 2 veya 3 mikro problem ifadesi oluşturması tavsiye edilir (Eckes, 2005: 58).

1.4.3.3. Kök Neden Analizi

Kök neden analizinde balık kılıcı diyagramı kullanılır. Balık kılıcı (Ishikawa) diyagramı, bir olayın ortaya çıkmasına neden olan durumlar (sebepler) ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimi olarak adlandırılır. Bu diyagram, ilgilenilen olayın nedenlerinin araştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirmektedir (Burnak, 1997: 46). Fazla ayrıntıya girmeden nedenleri ortaya koyan bir diyagramdır (Efil, 1997: 109). Sonuç olarak belirlenen olay olumlu ya da olumsuz olabilir. Olumlu olması durumunda arkasındaki nedenler açığa çıkarılabilecek, olumsuz olması durumunda ise düzeltici eylemlerin başlatılması gereği ortaya çıkacaktır. Bu diyagramda en sağda problem (sonuç) yer alır. Önce olası nedenler basitçe listelenir, sonra bu nedenler temel nedenlerle ilişkilendirilerek diyagram oluşturulur. Böylece tüm nedenler sistematik bir biçimde araştırılmış olur (Bonstingl, 1996: 73- 75; Burnak, 1997: 48).Şekil 16’da örnek olması açısından bir neden-sonuç diyagramı verilmiştir.

Şekil 16: Neden-Sonuç Diyagramı Örneği

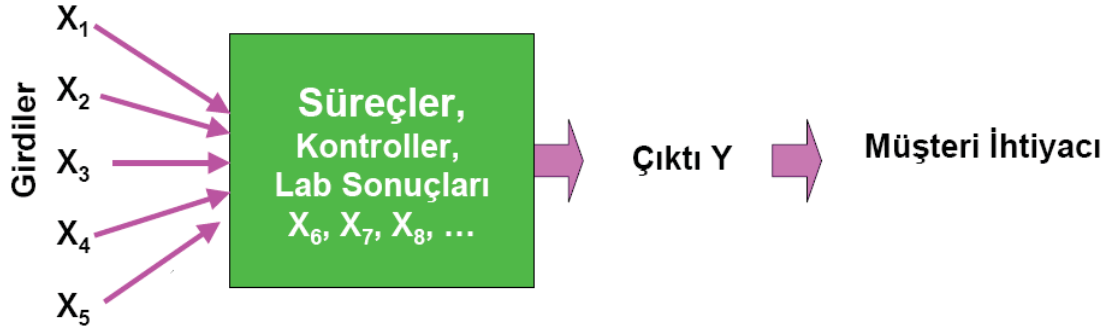


Kaynak: Hasdemir, 2008: 44.

Kök neden analizi yaparken cebirde kullanılan bazı kavramlardan yaygın biçimde yararlanılır. Şekil 17’de bir şirketin süreç akış perspektifinden görünüşü verilmektedir. Girdi ve süreç akışında görülen ‘X’ ler, sistemin başlangıç bölümündeki değişimin ya da performansın göstergeleridir. Sağdaki ‘Y’ ler ise işin

performansı ile ilgili ölçümleri temsil eder. $Y = f(X)$ 'Y, X'in fonksiyonudur' demek, sistemin girdileri ve süreçlerindeki farklılıklar ya da değişkenlerin, nasıl bir bitiş skoruyla karşılaşacağımızı büyük ölçüde belirlediğini söylemenin matematiksel yoludur (Pande, Neuman, Cavanagh, 2003: 52)

Şekil 17: Akış Öncesi (X) ve Akış Sonrası (Y) Değişkenler



Kaynak: Hasdemir, 2008: 15.

Altı Sigma Metodolojisi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri anlamamızı sağlar. Değişkenler arasındaki ilişkileri kavrayıp, matematiksel olarak ifade ettikçe onları istediğimiz düzeylere ayarlayabiliriz. Değişken deyince birden fazla anlam olabileceği için Tablo 9'da değişkenlere verilen farklı adlar gösterilmiştir (Pande, Neuman, Cavanagh, 2003: 52; Gürsakal, 2005: 108).

$Y = f(X)$ formülünde Y, proje ekibinin bulduğu mikroproblemi, X ise Y'yi etkileyen süreç değişkenlerini ifade eder. Bu süreç değişkenlerinin tespitinin bir yolu, beyin fırtınasıdır. Beyin fırtınası (Odabaşı, 2005: 33); Alex Osborn tarafından 1930 yılında ortaya atılmıştır. Çağrıştırma ve uyarma etkisi yaparak, grup halinde düşünce yaratan bir tekniktir. Osborn beyin fırtınası için 4 kural koymuştur,

1. Eleştiri Yapma: Düşünceler ilk söylendiğinde yargılanmamalı, mantık dayatılmamalı, değerlendirilmemelidir. Bu yüzden grup üyeleri fikirlerini serbestçe söyleye bilmelidir.

Tablo 9: Süreç Değişkenleri

$Y = f (X_1 , X_2 , \dots)$	
Y	X_1 , X_2 , \dots
Bağımlı değişken	Bağımsız değişken
Çıktı	Girdi
Sonuç	Neden
Stratejik hedef	Stratejik hedeflere ulaşabilmek için gerekli eylemler
Müşteri gereksinimleri	Yapılan işin kalitesi
Kazançlar	Müşteri memnuniyetini belirleyen ana etkenler
Müşteri memnuniyeti	Personel, çevrim zamanı, kullanılan teknoloji gibi süreç değişkenleri
Toplam iş verimliliği	Sürece katılan girdilerin kalitesi

Kaynak: Pande, Neuman, Cavanagh, 2003: 52; Gürsakal, 2005: 108.

2. Serbest Atış: Grup üyeleri düşüncelerini ütöpik de olsa ortaya atabilmelidirler. Hayallere ve düşüncelere sınır konulmaması bu kuralın temel prensibidir.
3. Olabildiğince Çok Düşünce: Ne kadar çok düşünce üretilirse, o kadar iyi düşünce yakalanabilir. Bunun için grup lideri, daha fazla düşünce üretmek için, grubu bu konuda motive etmelidir.
4. Fikirleri Çağırıştır, Uyar, Geliştir, Değiştir, Birleştir: Grup üyelerinin bir düşüncesi, diğer üyelerdeki yeni düşünceleri tetikler ve tetiklenen düşünceler de, yeni düşüncelerin ortaya atılmasını sağlar. Takım üyeleri, düşünceleri yargılamaları yerine onların yeni düşüncelere yol açtıklarını bilmeleri gerekmektedir

Süreç değişkenlerinin belirlenmesinin bir başka yolu da Serpilme diyagramının analizidir. Serpilme diyagramı (Aklin, Yıldırım, Özer, 2005: 25); değişik sayı noktalarından oluşmaktadır. Belli bir zaman aralığı için, bir değişkenin

değerinin (dikey ekseninde yer alan), bir başka değişkenin değerine (yatay ekseninde yer alan) karşı çizilmesinde kullanılır. Serpilme diyagramı, bu iki değişken arasında ne tür bir ilişki olduğunu belirlemede kullanılır. İki değişken arasında pozitif veya negatif ilişki olduğu kolaylıkla görülebilir.

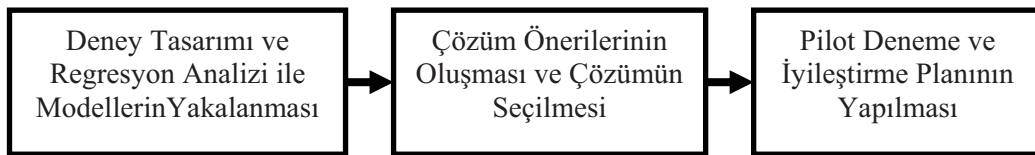
1.4.4. İyileştirme

Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı andır. Çözümleri hemen uygulamaya koymadan, bundan önceki üç aşamada elde ettikleriniz verilerin gözden geçirmenizi gerekir. Bu gözden geçirme sonucunda problemin (www.izoagra.com, 27.09.2010),

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

Bu aşamadaki amacımız sürecin değişkenliğini yaratan önemli girdilerin hangi düzeyde ayarlanacağını belirlemek ve test edilmesi (doğrulanması) dir. Bir başka deyişle, önemli süreç girdileri ile çıktılar arasındaki matematiksel modellerin oluşturulmasıdır (Polat, Cömert, Arıtürk, 2005: 113). Şekil 18’de iyileştirme aşamasının faaliyet süreci gösterilmiştir.

Şekil 18: İyileştirme Aşamasının Faaliyet Süreci



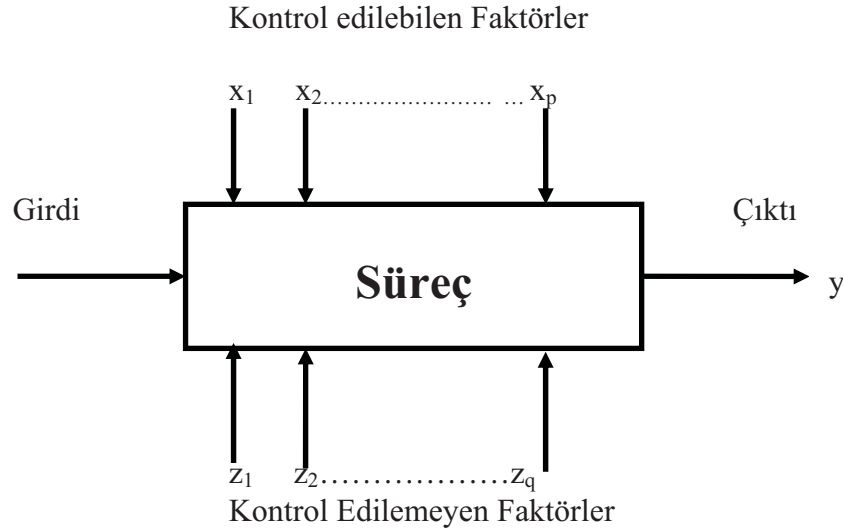
Kaynak: Polat, Cömert, Arıtürk, 2005: 113.

1.4.4.1. Deney Tasarımı

Taguchi Deney tasarımı yaklaşımı istatistiksel kalite iyileştirme çalışmalarından bir tanesidir. Deney tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyasyonun azaltılması için ilk uygulayan kişi Taguchi olmuştur. Taguchi deney tasarımının kullanımının Ortalama ya da hedef değerden olacak varyasyonun minimize edilmesi noktalarda önemli olduğunu belirtmiştir (Box and Bisgaard, 1987: 60).

Taguchi Yaklaşımıyla deney tasarımının amacı; kontrol edilebilen (hız, sıcaklık, basınç, süre v.s. gibi) parametreler için optimal düzey ve ayarların yapılması ve böylelikle kontrol edilemeyen (kalitesizlik yaratan) parametrelerin varyasyonunu(değişkenliğini) en aza indirmektir. Bu yüzden yalnızca ana faktörlerden ziyade etkileşimlerde ön plandadır. Deneyde kaç faktör olacağı ve bu faktörlerin düzeyleri önemlidir (www.alialtugkoca.com, 28.09.2010).

Şekil 19: Deney Tasarımı Sürecinin Genel Modeli



Kaynak: www.slidefinder.net, 28.09.2010.

Deney tasarımının amaçları aşağıdaki gibidir (www.slidefinder.net, 28.09.2010),

- Yanıt y yi en çok etkileyen değişkenlerin belirlenmesi

- Y'nin nominal değere yakın olmasını sağlayacak x değerlerinin nereye ayarlanacağını belirlemek
- Y'nin değişkenliğini en küçük düzeyde olmasını sağlayacak x değerlerinin nereye ayarlanacağını belirlemek
- Kontrol edilemeyen değişkenlerin en küçük düzeyde olmasını sağlayacak x değişkenlerinin nereye ayarlanacağını belirlemek.

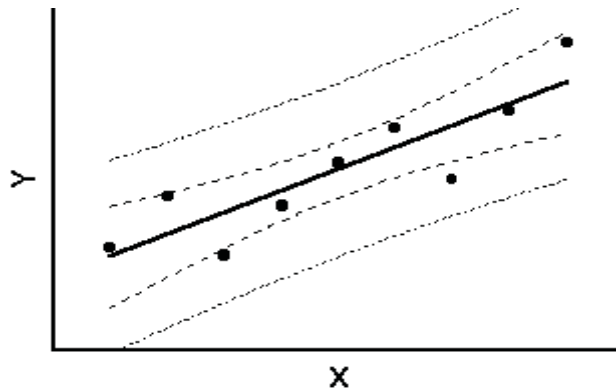
1.4.4.2. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, aralarında neden sonuç ilişkisi bulunduğu bilinen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki, ilişkinin işlevsel yapısını belirlemeye yönelik bir yöntemdir. Regresyon analizinde en önemli konu, iki değişken arasında neden sonuç ilişkisinin kurumsal olarak var olmasıdır. Neden sonuç ilişkisiyle ilgilenilmiyor ise, korelasyon analizi kullanılabilir. Basit bir doğrusal regresyon eşitliği, Y bağımlı, X bağımsız değişkeni göstermek üzere aşağıdaki gibi formüle edilir (Kavuncubaşı, Kısa, 2002: 269);

$$Y = a + bX \quad (1.6)$$

1. 6'ncı formülde a sabit terimi yani, regresyon doğrusunun y eksenini kestiği, ya da bağımlı değişkenin sıfır değerini aldığı noktayı b ise bağımsız değişkenin katsayısını göstermektedir. Şekil 20'de Y ve X değişkenleri arasındaki regresyon doğrusu gösterilmektedir.

Şekil 20: Basit Doğrusal Regresyon Doğrusu



Kaynak: www.serki.com, 28.09.2010.

Birden fazla bağımsız değişken kullanıldığında ise regresyon eşitliği;

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e \quad (1.7)$$

şeklinde gösterilebilir. Buradaki e, regresyonda yer alan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki değişimin tümünü açıklayamaması durumunda kullanılan hata terimini ifade etmektedir (Kavuncubaşı ve Kısa, 2002: 269).

1.4.4.3. Korelasyon

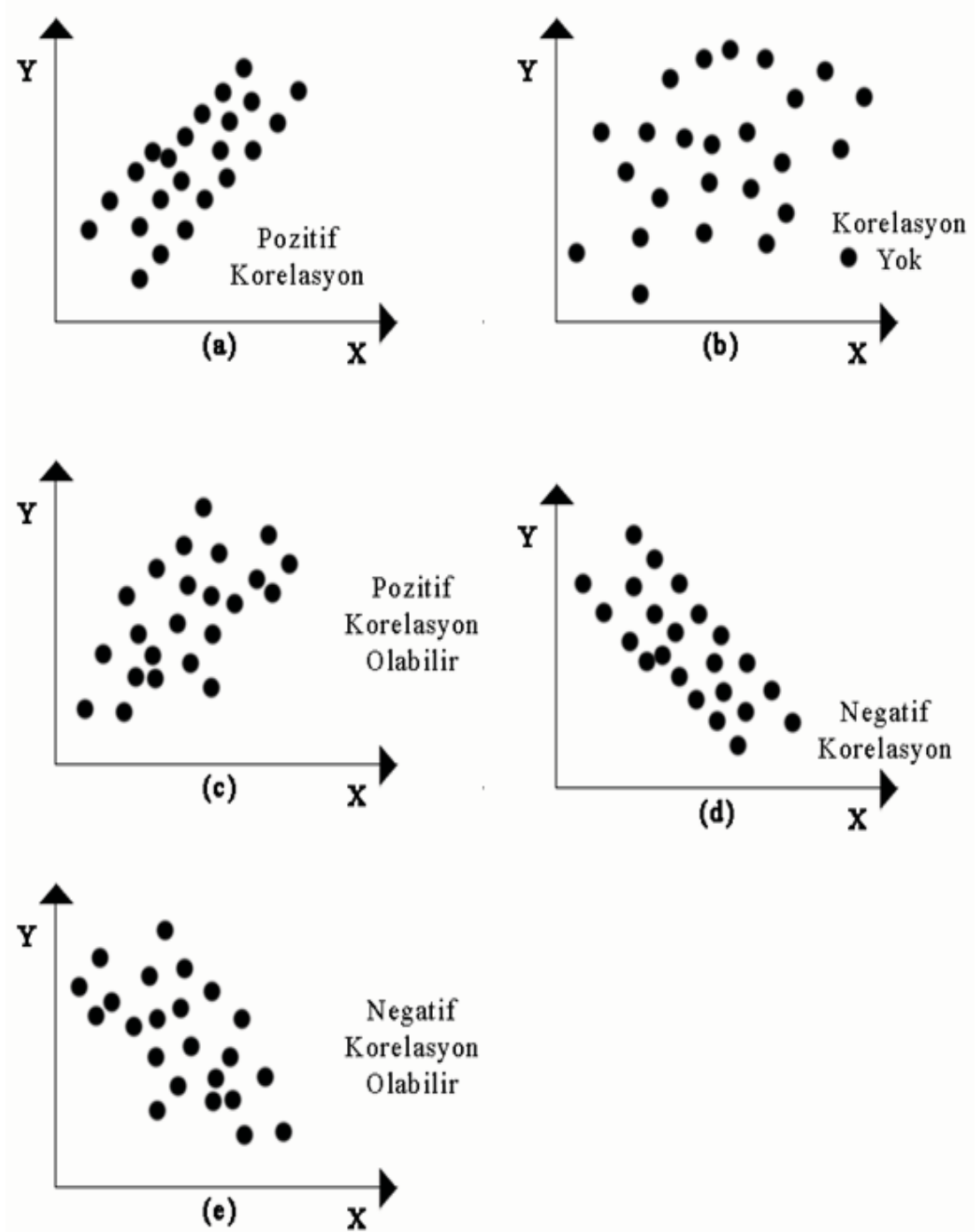
Korelasyon, girdi ve çıktılar arasında lineer bir ilişki olması durumunda kullanılacak araçlardan biridir ve sebep sonuç ilişkisi olmaksızın iki nicel veri arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. İki nicel veri arasında var olan lineer ilişki korelasyon katsayısı ile değerlendirilir. Korelasyon katsayısının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

İki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi, (r) simgesiyle gösterilen korelasyon katsayısıyla ölçülür. Korelasyon katsayısı iki değişkenin değişimlerinde, ne dereceye kadar uygunluk olduğunu belirler. Fakat hiçbir şekilde neden-sonuç ilişkisi kurmaz. (r)' nin alabileceği en küçük değer -1, en büyük değer +1 dir. Başka bir ifadeyle r, $-1 \leq r \leq +1$ arasında değer alır (Yüzer, 2006: 269),

- r = 0 olduğunda iki değişken arasında bir ilişkinin olmadığı söylenebilir.
- r'nin + 1'e eşit olması, değişkenler arasında pozitif ve tam doğrusal bir ilişkinin varlığını ortaya koyabilir.
- r'nin - 1'e eşit olmasıysa, değişkenler arasında negatif ve tam doğrusal bir ilişkiyi belirler.

Şekil 21'de X ve Y değişkenlerinin arasında olabilecek ilişki çeşitleri grafiksel olarak gösterilmiştir.

Şekil 21: Korelasyon Çeşitleri

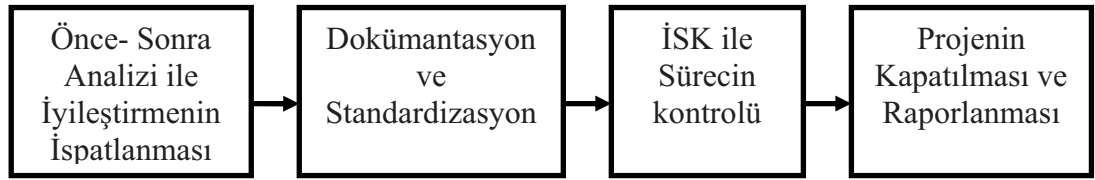


Kaynak: Arıcı, 1981: 143- 153.

1.4.5. Kontrol

Bu aşamada amacımız, yapılan iyileştirmenin doğru olup olmadığının ortaya konulması ve güvenilirliğinin belirlenmesidir. Bir başka deyişle, iyileştirilmiş bir sürecin, iyileştirilmiş bir şekilde devam etmesi için, kontrol planlarının hazırlanması ve gerçekleştirilmesidir. İstatistiksel olarak yapılan iyileştirmelerin doğruluğu ispatlanmalıdır. Şekil 22’de kontrol aşamasının faaliyet süreci gösterilmiştir (Polat, Cömert, Arıttürk, 2005: 124).

Şekil 22: Kontrol Aşamasındaki Faaliyet Süreci



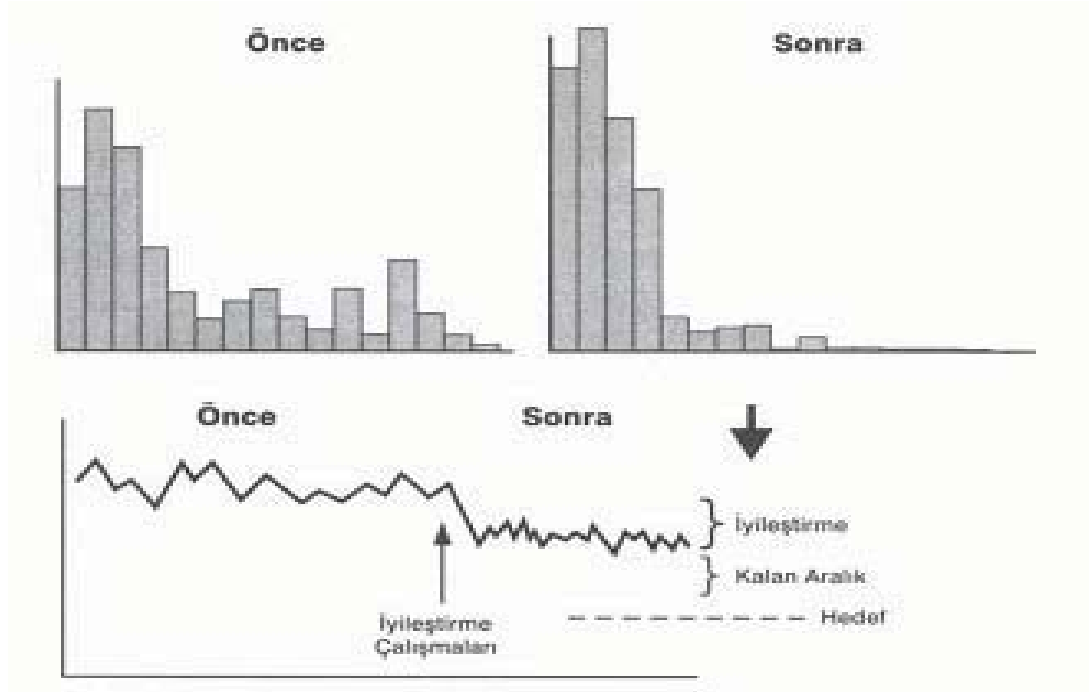
Kaynak: Polat, Cömert, Arıttürk, 2005: 124.

Önce- Sonra analizi yapılarak, iyileştirme öncesi durum ile iyileştirme sonrası arasındaki farklar ortaya konur. Farklılıklar, grafiksel gösterimlerle ve istatistiksel olarak ispatlandıktan sonra, iyileştirmenin iş sonuçlarına muhtemel etkilerinin belirlenmesi çalışmaları yürütülür (Polat, Cömert, Arıttürk, 2005: 124).

Önce-Sonra analizleri sonrasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir,

- İstenilen ile gerçek arasındaki fark nasıl azaldı?
- Planlar hedeflediğiniz sebeplere yönelmede etkili midir?
- Değişiklikler yerleştikten sonra müşterilerinizin buna tepkisi nasıl?
- Yeterli ilerleme kaydedildi mi ya da geriye dönüp başka çözümlerin mi denenmesi gerekiyor?
- Planlamadan faydalar ya da negatif yan etkiler ortaya çıktı mı (Polat, Cömert, Arıttürk, 2005: 124)?

Şekil 23: Önce Sonra Analizi



Kaynak: Polat, Cömert, Arıtürk, 2005: 125.

Başarının sürdürülememesi, tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesine yol açar. Bunun için “kontrol”, Altı Sigma'nın en önemli aşamasıdır. Bu aşamada özetle (Çimen, 2008: 54),

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

Hata veya uyumsuzluk seviyesinin azalması durumunda, temel değişkenlik nedenleri belirlenmiş, yapılan iyileştirmenin nasıl korunacağı anlaşılmış olur. Kuşkusuz, projeye ilişkin kazanımlar ile finansal doğrulama yapıldıktan ve müşterilere yönelik takım toplantısı düzenlendikten sonra proje kapatılır (Işığışık, 2007: 16).

1.4.5.1. Standardizasyon

Uluslar arası Standardizasyon Örgütünün (ISO) yapmış olduğu tanıma göre Standardizasyon; belirli bir faaliyetle ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardımı ve işbirliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemidir. Standardizasyon aslında toplumun kalite ve ekonomikliği arama çalışmalarının sonucu olarak ortaya çıkan bir faaliyettir (Güzel, 2010: 11).

Standardizasyon ekonomik ve sosyal amaçlı her kuruluşun yararlanabileceği dinamik bir araçtır. Aynı şekilde işletmelerin fonksiyonlarından olan pazarlamada da belirli bir yere sahip olan standardizasyon, önemli bir pazarlama faaliyetidir. Gerek ulusal gerekse uluslar arası pazarlamada etkin olarak standartlar, ekonomik ve sosyal alanda gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu gün standartlar, uluslar arası ticarete bir dünya dili halini almıştır (Küçük, 2004: 19).

Standardizasyon çalışmalarının, yönetim tarafından onaylanan faaliyetlerine standart denir. Standartları teknik standartlar ve yönetsel standartlar olarak 2 ana sınıfa ayırabiliriz. Teknik standartlar, işletmenin üretimsel kısımlarında uygulanır, bu kısımlara, malzemeler, tedarikçiler, prosedürlerin satın alınması ve imalat aşamasındaki faaliyetler örnek olarak verilebilir. Yönetsel standartlar işletmenin idari kısmında uygulanır. Bu kısımlar, şirket politikası, muhasebe sistemi ve performans değerlendirmeleridir. Mantıksal olarak sürecin standardizasyonu, sürecin basitleşmesini sağlar ve değişkenlikleri azaltır (Gopalakrishnan, 2006: 52).

Ekonomik hayatın çoğu kademelerinde bir zorunluluk olarak görülen standardizasyon, kolaylık sağlama ve güven verme gibi temel fonksiyonlara sahiptir. Bu bakımdan gerek üreticilere gerek tüketicilere önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu haliyle ticari hayatta düzenleyici bir rol üstlenen standardizasyonun, hem ülke ekonomisine hem de toplumsal barışa önemli katkıları olduğu söylenebilir. Standardizasyonun sağlayacağı faydaları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Küçük, 2004: 25; Özdi, 2001: 190);

- Kaliteyi sürdürür ve geliştirir: Standardizasyon materyal, makine, çalışan ve metot sistemindeki değişimi azaltır. Böylece kalite güvence ve güvenilirlik

işlemini dengeler. Buna bağlı olarak müşteri gereksinimleri en iyi biçimde karşılanır.

- Maliyetleri azaltır: Standardizasyon materyal ve bileşenlerindeki çeşitlilik ve sayıyı azaltarak üretim maliyetlerini azaltır.
- Verimliliği artırır: Standartlar, prosedürler, işlemler ve metotlar için uygun kurallar oluşturarak ve entegre ederek hataları azaltır ve randımanı arttırırlar.
- Üretimin belirli plan ve programlara göre yapılmasını sağlayarak üretim programlarını basitleştirir ve kapasite kayıplarını azaltır.
- Materyal kayıplarını ve artıkları azaltır.
- Makine ve araç gereç yatırım maliyetlerini düşürür.
- Bakım, onarım ve yedek parça harcamalarını düşürür.
- Ürünlerin daha geniş pazarlarda satılabilme olanağını artırır.
- Sağlıklı ve güvenilir çalışma koşulları sağlar.
- Güvenli bilgi alışverişini sağlar.
- Depolamayı ve taşımayı kolaylaştırır.

Standardizasyonun temel amacı, uluslararası düzeyde ülke ekonomilerinin gelişmesi ve bu doğrultuda, verimliliğin artırılmasını sağlamak olarak görülmektedir. Bu amaçla göz önünde bulundurulması gereken ilkeler aşağıdaki gibidir (Güzel, 2010: 23),

- Standardizasyon, aynı özellikteki farklı çalışmaların sadeleştirilmesi olup, sadece bugünün değil gelecekteki karmaşıklığı da azaltmaktadır.
- Standardizasyon sosyal bir faaliyet olup, ilgililerin yardımı ve karşılıklı işbirliği ile gerçekleştirilmesinin yanı sıra, genel kabul görmelidir.
- Bir standardın hazırlanması, uygulama olanağı sağlanmadıkça fazla değer taşımaz.
- Bir standart, çeşitli seçenekler arasında seçimle tespit edilir. Ancak, her standart zamanla günün koşullarına uyarlanmalıdır.
- Standartlar, belli aralıklarla gözden geçirilip, revizyona tabi tutulmalıdır.

- Ulusal bir standardın zorunlu uygulanması istendiğinde, o standardın niteliği, ülkenin sanayileşme düzeyi, yasal durum ve standardın ilgilendirdiği grupların özel koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.

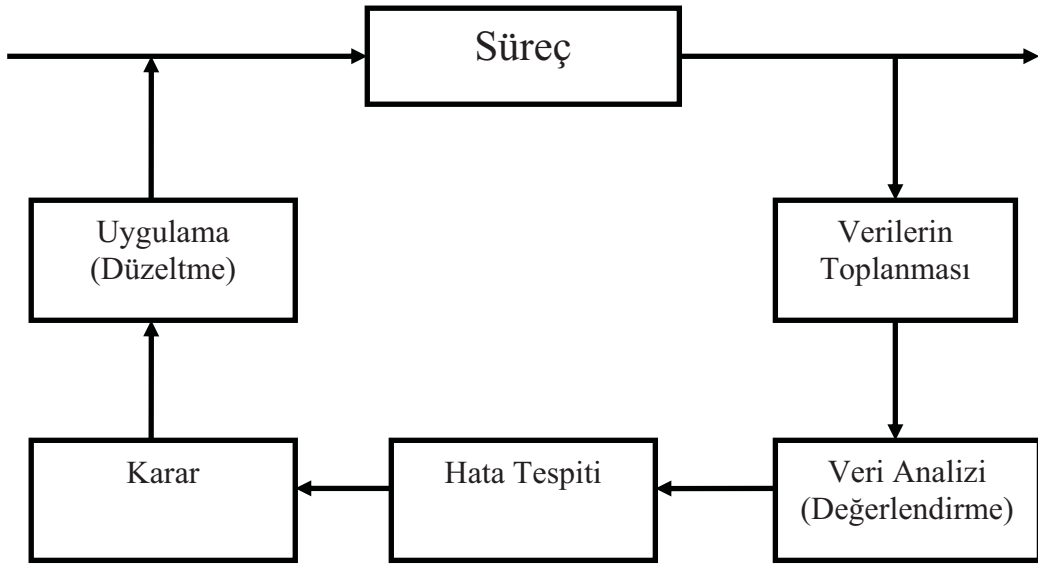
1.4.5.2. İstatistiksel Süreç Kontrolü

İstatistiksel Süreç Kontrolü (İSK), bir ürünün en ekonomik ve yararlı bir şekilde üretilmesini sağlamak, önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygunluğunu ve standartlara bağımlılığı hedef almak, kusurlu ürün üretimini minimuma indirmek amacıyla istatistik prensip ve tekniklerin üretimin bütün safhalarında kullanılmasıdır (Akın,1996: 3).

Bir başka tanıma göre, İstatistiksel Süreç Kontrol, bir süreci sürekli denetlemek ve süreçteki değişkenliği (kararsızlığı) yaratan koşulları belirlemekte kullanılan metod veya gereçlerdir. İSK yaklaşımları, diğer endüstri uygulamalarından farklı olarak, üretim sürecini aktif olarak denetlemek ve değişkenliği yaratan koşulların belirlenmesi ve sürekli kontrol edilmesiyle müşteri şartlarının yerine getirilip getirilmediğine karar vermek için tasarlanmıştır. Rastgele incelemelerle kaliteyi temin etme girişimlerini kullanan sistemlerin tersine, İSK, kaliteyi kontrol etmenin en etkin yoludur (Erdoğan, 2006: 34). İSK da kullanılan klasik kontrol sistemi şekil 24’de gösterilmiştir.

İşletmelerin istenilen kalite düzeyini sağlayabilmesi için ürünler, tüketici beklentilerini ifade eden spesifikasyonlar içerisinde oluşturmalıdır. Bunun için, üretim sürecinin spesifikasyonları karşılayan ürün oluşturabilme yeteneği sürekli olarak incelenmelidir. Bu inceleme, süreç yeterlilik indeksleri ile yapılabilir. Süreç yeterlilik indeksleri ile sürecin spesifikasyonları sağlama derecesi belirlenebilir ve indekslerin periyodik olarak hesaplanması ile süreç sürekli olarak kontrol altında tutulabilir. Literatürde en çok kullanılan indeksler C_p , C_{pk} ve C_{pm} ’ dir (Özveri, 2001:43).

Şekil 24: İSK'da kullanılan klasik kontrol sistemi



Kaynak: Devor, Chang ve Sutherland, 1992: 813.

Süreç yeterlik çalışmalarında kullanılan indekslerin doğru olarak hesaplanabilmesi ve elde edilen değerlerin güvenilir olabilmesi için aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır (Tong ve Chen, 1998: 907);

- Sürecin istikrarlığının sağlanması ,
- Sürecin özel sebepli değişkenlikten arındırılması,
- Sürecin normal dağılıma sahip olması,

Yukarıda sayılan üç şart sağlandığında, süreç yeterlilik indeksleri güvenilir bir şekilde hesaplanabilir ve elde edilen sonuçlar güvenilir olur.

1.4.5.2.1. Süreç Potansiyel İndeksi (C_p)

Tüketici gereksinmelerinin sağlanma derecesini belirleyebilmek için, süreç ortalamasının yerleşimi ve değişkenliğin büyüklüğünün, üretim sürecinden elde edilen parçalar ile incelenmesi gerekir. Yalnızca süreç ortalaması μ ve süreç standart sapması σ 'nın tahminçileri \bar{x} ve s 'yi kullanarak, süreç ile ilgili değerlendirme yapmak yanıltıcı olabilir. Bu nedenden, ortalama ve standart sapma değerleri ile

spesifikasyon sınırları ilişkilendirilerek, sürecin spesifikasyonları sağlama derecesi değerlendirilmelidir. Süreç potansiyel indeksi, süreç standart sapmasının, spesifikasyon sınırları ile ilişkilendirilmesiyle oluşturulur ve verilerin yayılımını inceler (Tannock, 1995: 76).

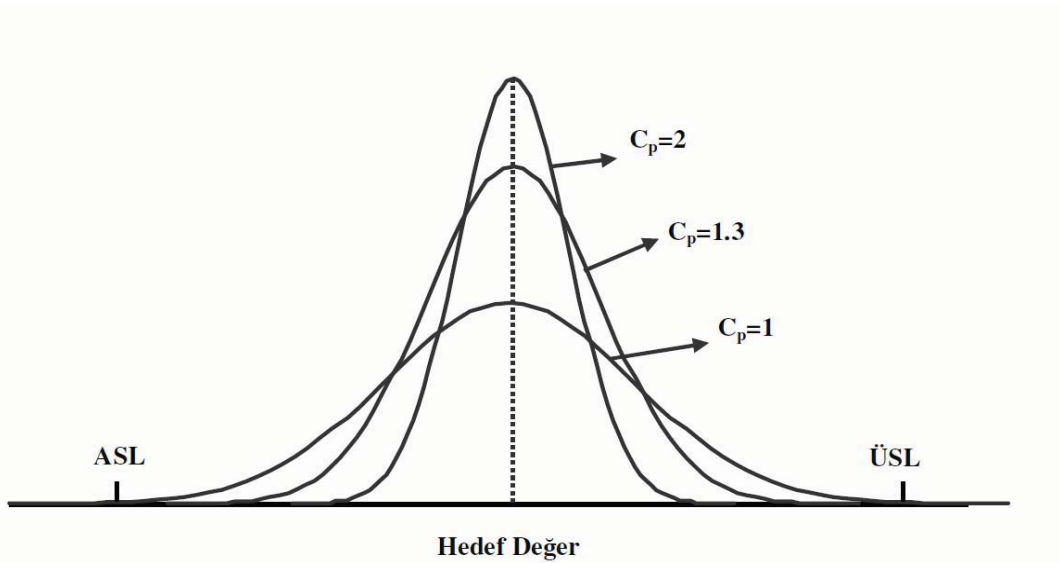
Ölçümlenen bir (x) karakteristiği için, alt ve üst spesifikasyon sınırları (ASS, ÜSS) olarak ve standart sapması da σ olarak ifade edilirse, süreç potansiyel indeksi aşağıdaki gibi formüle edilir (Kane, 1986: 41),

$$C_p = (ASS - ÜSS) / 6 \sigma \quad (1. 8)$$

Formülden de görüldüğü gibi, C_p indeksi yalnızca süreç yayılımını analiz eder. C_p değerinin 1'den büyük olması istenen bir durumdur. Buna karşın, uygulamalarda $C_p \geq 1,33$ durumunun olması önerilir. Ayrıca güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, örnek sayısı en az 50 olmalıdır (Noori ve Radford, 1995: 351).

Eğer süreç genişliği ve spesifikasyon genişliği eşitse C_p indisi 1 olur. Şekil 25'de C_p indisinin 1, 1.33 ve 2 olduğu durumlardaki dağılımlarını gösterir. Yüksek bir C_p indisi daha az uygun olmayan ürün anlamına gelir. C_p indisi spesifikasyonlar genişletilerek ve kısa dönem değişkenlik azaltılarak geliştirilebilir (Can, 2006: 120).

Şekil 25: C_p İndeksi



Kaynak: Can, 2006: 120

Tablo 10’da Süreç potansiyel indeksinin aldığı değerlere göre, alınacak önlemler gösterilmiştir (Gözübatık, 1997: 46);

Tablo 10: Süreç Potansiyel İndeksine Göre Alınacak Önlemler

C_p	ANLAMLARI
$1.33 < C_p$	Süreç kapasitesi geniştir bu nedenle spesifikasyon veya süreç gözden geçirilmelidir
$C_p = 1.33$	İdeal durum
$1 < C_p < 1.33$	Bu istenen bir durumdur fakat C_p , 1’e yaklaştığında kusurlu birimler oluşabileceği için dikkatli bir kontrol gerekir. Süreç yeterlidir, denilebilir.
$C_p < 1$	Bu durumda, kusurlu birimler oluştuğundan yüzde yüz inceleme, işlem metotlarını değiştirme,... gibi bazı önlemler alınmak zorundadır. Süreç geliştirme faaliyetlerine başlanmalıdır.

Kaynak: Gözübatık, 1997: 46.

1.4.5.2.2. Süreç Performans İndeksi (C_{pk})

Bir ürünün kalitesinin belirlenmesinde, ürünün gösterdiği yayılımın incelenmesi kadar, ortalama değerinin ne ölçüde hedef değerde oluştuğunun da incelenmesi önemlidir. C_p indeksi ile süreç yayılımının hangi düzeyde olduğunun incelenmesine karşın, sürecin hedef değerde oluşma derecesi ile ilgili bilgi sağlanamaz. Bir sürecin tüketici spesifikasyonlarını sağlayabilme yeteneğini incelemeye, sürecin sahip olduğu yayılım ile birlikte ortalamasının yerleşiminin de incelenmesi gerekmektedir. Ortalama değer ve yayılımın spesifikasyon sınırları ile ilişkilendirilerek, sürecin spesifikasyonları sağlama derecesi C_{pk} ile incelenebilir (Melloy ve Chandra, 1992: 2253).

C_p indeksi ile belirtildiği gibi çift taraflı spesifikasyon sınırlarının kullanılmasının yanında, yalnızca tek taraflı sınırlar da kullanılabilir. Uygulamalarda ürün ile ilgili olarak yalnızca alt veya üst spesifikasyon sınırı önemli olabilir.

Yalnızca tek spesifikasyon sınırının geçerli olduğunda iki durum söz konusudur (Wadsworth, Spephens ve Godfry, 1986: 437),

CPL = Alt yeterlilik indeksi için;

$$CPL = (\mu - ASS) / 3 \sigma \quad (1.9)$$

CPU = Üst yeterlilik indeksi için;

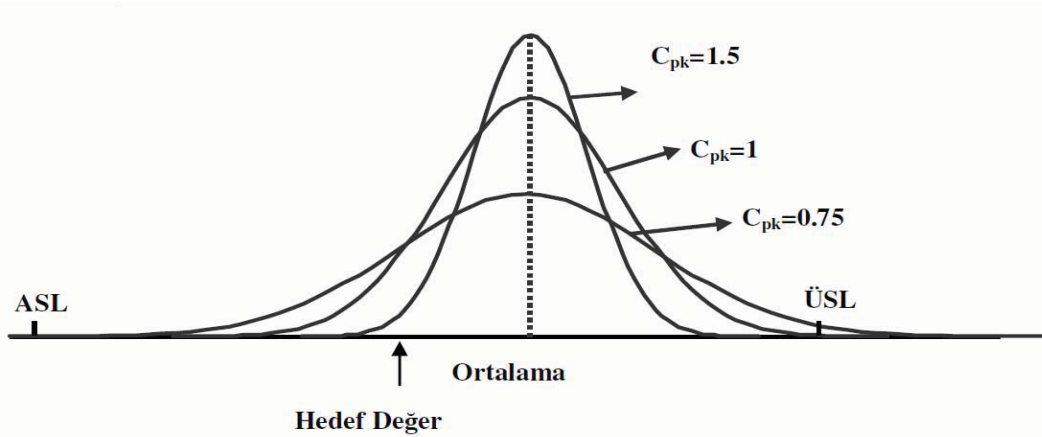
$$CPU = (\text{ÜSS} - \mu) / 3 \sigma \quad (1.10)$$

Bu iki indeksle ortalama değerin, alt veya üst spesifikasyon sınırına olan uzaklığı ayrı ayrı incelenebilir. İki spesifikasyon sınırının da mevcut olduğu durumlar için aşağıdaki yaklaşım uygulanır (Lester, Enrick ve Mottley, 1992: 355),

$$C_{pk} = \text{Min} (CPL ; CPU) \quad (1.11)$$

Şekil 26 hedeften sapan bir süreçde, C_{pk} indeksinin 0.75, 1, 1.5 olduğu durumlardaki dağılımını gösterir.

Şekil 26: C_{pk} İndeksi



Kaynak: Can, 2006: 120.

C_{pk} indeksi ile süreç ortalamasının spesifikasyon sınırlarına ne kadar uzaklıkta olduğu yorumlanmaya çalışılır. Ortalama değeri ASS'ye yakınsa $CPL < CPU$ ve ortalama değeri ÜSS'ye yakınsa $CPU < CPL$ olur. Burada amaç, ortalama

değerin hangi spesifikasyon sınırına yaklaştığı ile süreç yeterliliğini yorumlamak olduğundan, min (CPL, CPU) yaklaşımı kullanılır (Özveri, 2001: 57).

Süreç merkezden uzaklaştıkça C_{pk} azalacaktır. C_{pk} 'nın C_p 'ye göre durumu, sürecin spesifikasyonun orta noktasına göre durumunu ifade etmektedir. C_{pk} 'nın alacağı en büyük değer C_p 'nin değeridir. Yani C_{pk} , C_p 'den büyük olamaz. Eğer süreç, hedef değeri üzerinde merkezlenmişse, $C_p = C_{pk}$ olur. $C_{pk} < C_p$ ise, süreç merkezde değil, demektir (Bozkurt, 2003: 150).

1.4.5.2.3. C_{pm} İndeksi

İşletmeler, tüketici spesifikasyonları içersinde ve hedef değere en yakın ortalamaya sahip ürünleri üretmeye çalışırlar. Sürecin sahip olduğu yayılım C_p indeksi ile incelenirken, süreç ortalamasının yerleşimi de C_{pk} indeksi ile incelenebilir. Sürecin yayılımı ile ilgili bilgiyi C_p indeksinin başarılı olarak sunabilmesine karşın, ortalamanın yerleşimi ile ilgili bilgiyi veremez. Süreç ortalamasının yerleşimi C_{pk} ile incelenmesine karşın, bazı durumlarda sağlıklı sonuçlar elde edilemez. C_{pm} indeksi ise, hedef değer ile, süreç ortalaması arasındaki farkı temel aldığından, süreç ortalamasının yerleşimi hakkında daha sağlıklı bilgiyi sağlar (Özveri, 2001: 62).

Taguchi'ye göre bir ürünün kaliteli olması için, sevkiyattan sonra o ürünün toplumda neden olduğu kaybın minimum düzeyde olması gerekir. Hedef noktada kayıp minimum iken, hedeften sapmalar arttıkça kayıp artmaktadır. Hedef değerden sapan değerlerin ekonomik etkisini, Taguchi aşağıdaki denklem ile ifade etmiştir. Burada (k) üretilen parça başına maliyeti, (H) hedef değeri ifade eder. Taguchi, hedef değerden herhangi bir sapmanın parasal bir kayıp olacağını ifade eder. Hedef değerden ne kadar uzaklaşırsa, parasal kayıp da o kadar fazla olacaktır. (Doğan, 1991: 45),

$$f(x) = k(x - H)^2 \quad (1.12)$$

Bu yaklaşımdan hareket ederek, ortalamanın hedef değerden sapmasını içeren aşağıdaki formül geliştirilmiştir (Chan, Cheng, Spring, 1988:164);

$$C_{pm} = \frac{(\bar{U}SS) - (ASS)}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu + H)^2}} \quad (1.13)$$

C_{pm} indeksinin maksimum değeri C_p indeksinin aldığı değerdir ve hiçbir zaman C_p indeksinden büyük olamaz. Choi ve Owen yaptıkları simülasyon çalışmasında C_{pm} indeksinin, süreç ortalamasının yerleşimini, C_{pk} 'dan daha iyi ifade edebildiğini ve bu çalışmalarında, ağırlıklı kayıp fonksiyonunun C_{pm} indeksinde kullanılmasının daha da sağlıklı sonuçlar verebileceğini ifade etmiştir (Choi, Owen, 1990, s: 1236).

1.5. ALTI SİGMA ORGANİZASYONUNUN YAPISI

Altı Sigma projelerini gerçekleştirmek için, ana organizasyon yapısında, her biri Altı Sigma metodolojisinin bilgi birikimi ve uygulaması boyutlarının farklı seviyede yeterliliğine sahip sponsor, uzman kara kuşak, kara kuşak ve yeşil kuşak gibi isimlendirilen Altı Sigma uzmanlarından oluşan bir Altı Sigma organizasyonu oluşturulmalıdır. Bu yapıda görev alan tüm Altı Sigma uzmanları kendi rolünü benimsemeli ve bu şekilde Altı Sigma programının uzun vadeli hedeflere doğru ilerlemesini sağlayan projelerin sürekliliğini sağlayacak şekilde üstten alta doğru olan doğal bir yayılım gerçekleştirilmelidir (Torok, 2004: 46).

Şekil 27: Altı Sigmada Roller



Kaynak: Sabancı Holding, 2007: 492.

Altı Sigmayı uygulayan organizasyonlarda; kuşak sistemindeki kritik roller Altı Sigma metodolojisinin şirketin tamamına yayılmasını sağlayacak değişim ajanlarıdır. Fakat organizasyon içinde eğitim alanlar, Altı Sigma sorumluları olarak sadece bu kişiler değildir. Kendi süreçlerini başkasına kıyasla en iyi bilen operatörler, ürün ve servisin kalitesine katkıda bulunan asıl kişiler olduklarından, Altı Sigma ile tanıştırmaları ve bu çalışmaların içerisinde yer almalıdır (Coronado ve Antony, 2002: 92).

Altı Sigma'nın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu denklemin insan gücü tarafıdır. Örneğin bir futbol takımında görev yapan çocuktan, takım kaptanına kadar herkesin açıkça tanımlanmış bir görevi vardır. Altı Sigma'nın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir. (www.procen.com, 18.10.2010). Altı Sigma organizasyonu içerisinde yer alan ekiplerin rolleri özetle Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: Altı Sigma Organizasyonunda Roller ve Sorumluluklar

Sponsor	Uzman Kara Kuşak	Kara Kuşak	Yeşil Kuşak
Şirketin Altı Sigma vizyonunu oluşturmak	Kara Kuşakların eğitimine ve sertifikalandırılmasına yardımcı olmak	Proje engellerini belirlemek	Günlük işlerin yanında, Yeşil Kuşak fonksiyonlarını yerine getirmek
Altı Sigma uygulama yolunu tanımlamak	Şampiyonlarla işbirliği kurmak	Proje gerçekleştirilmesinde ekipleri yönlendirmek ve yönetmek	Kara Kuşakların projelerine katılarak, sorumluluklarını yerine getirmek
Stratejiyi uygulamak için eğitim planı geliştirmek	Örgütün birçok seviyesindeki personeline eğitim vermek	Liderlere gelişmeleri rapor etmek	Projelerin uygulanmasında Altı Sigma metodlarını öğrenmek
Etkisi yüksek olacak	Proje tanımlamasına	Gerektiğinde şampiyonlardan	Projelerin tamamlanmasından

projeleri belirlemek	yardımcı olmak	yardım talep etmek	sonra da Altı Sigma metod ve araçları öğrenimini sürdürmek
İstatistiksel düşünce sistemini geliştirmek	Proje çalışmalarında Kara Kuşakları desteklemek	Uygulamada kullanılacak en etkin araçları belirlemek	
Kara Kuşakları denetlemek	Gerekli olduğunda teknik danışmanlık verebilmek üzere proje incelemelerine katılmak		

Kaynak: Harry ve Schroeder, 2000: 198.

Tablo 12’de Altı Sigma Organizasyon yapısındaki genel roller ve kuşaklar bir bütün içerisinde gösterilmiştir.

Tablo 12: Genel Roller ve Kuşaklar

Genel Roller	Kuşak ya da Diğer Ünvanlar
Liderlik Konseyi	Kalite Konseyi, Altı Sigma Yönetim Komitesi,
Sponsor	Şampiyon, Süreç Sahibi
Uygulama Lideri	Altı Sigma Müdürü, Kalite Lideri, Uzman Kara Kuşak
Rehber	Uzman Kara Kuşak ya da Kara Kuşak
Ekip Lideri	Kara Kuşak ya da Yeşil Kuşak
Ekip Üyesi	Ekip Üyesi ya da Yeşil Kuşak
Süreç Sahibi	Sponsor ya da Şampiyon

Kaynak: Met, 2006: 77.

1.5.1. Liderlik Konseyi

Liderlik Konseyi, işletmedeki üst düzey yöneticilerden oluşan bir forum şeklindedir. Konsey Altı Sigma uygulama planlarını yapar ve uygular. Liderlik Altı Sigma girişimini sahiplenmeli, finanse etmeli, açıklık tutarlılık, bağlılıkla yönetmeli ve değişime önderlik etmelidir (Gürsakal, 2005:131). Bu nedenle büyük çaplı işletmelerde bir liderlik konseyinin (Yürütme Komitesi) oluşturulması yararlı olacaktır. Bu konseyin başlıca görevleri aşağıdaki gibidir (Baş, 2005: 25),

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlmek,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak şeklinde özetlenebilir.

1.5.2. Yönetim Temsilcisi

Altı Sigmada projeler üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmediği sürece başarısızlık şansı yüksektir. Bu nedenle kurulan bu unvan, üst yönetim adına konsey toplantılarını beklemeden karar verebilmekte ve işleyişi hızlandırmaktadır. Yönetim Temsilcisinin başlıca görevleri aşağıdaki gibidir (<http://isletmemuhendisi.blogspot.com>, 20.10.2010),

- Altı Sigma eğitim planını hazırlayıp, eğitimin yapılmasını sağlamak,

- Gerektiğinde Altı Sigma konusunda yardım almak ve istendiğinde yardım etmek,
- Proje seçiminde sponsora yardımcı olmak, proje ve proje takımlarını onamak,
- Takımların ihtiyaçlarını değerlendirip, yetkisi dâhilinde olanları temin etmek,
- Sponsora destek olup, proje sonuçlarını üst kalite konseyine raporlamak şeklinde özetlenebilir.

1.5.3. Sponsor

Sponsorlar, Altı Sigma uygulanacak projelere kaynak bulurlar, aksaklıkları çözümleyerek, projelerin başarıya ulaşmasını engelleyen unsurları ortadan kaldırırlar. Çalışmalara ve projelere stratejik yön verip değişikliklerin, gelişmelerin veya sonuçların uygulandığından emin olurlar. Tüm belgeler ve ekip çalışmaları tamamlandığında, resmi olarak duyururlar ve üst yönetime sunuş talebini iletirler. Sponsorlar, işletme liderlerine doğrudan bağlı olan kişilerden oluşur. Sponsorlar, işletmede ihtiyaç duyulan teknik ve idari işlerle ilgili gelişme hedeflerini lidere yansıtmalıdır. Zamanlarının tümünü bu işe ayırmaları gerekmeye birlikte, projelerin başarıya ulaşması için gereken zamanı bu işe ayırmaları beklenir (Wilson, 1999:266).

Sponsor aktif bir ekip elemanı değildir ve ekibin etkinliklerinde aktif rol almazlar. Organizasyonun farklı düzeylerindeki yöneticilerdir ve projeleri tanımlarlar. Fonksiyonları arasında, bilgi olarak ekibin gelişimini izlemek ve üst yönetimin ekip elemanlarının başarısı için destek olmalarını sağlamaktır. Sponsor projeler için stratejik yön sağlar ve çözümlerin uygulanmasını garantiler. Sponsor, Liderlik Konseyine karşı projenin başarısından sorumlu olan kişidir. Ancak, ekibe bir çözümü dikte etmekten kaçınır (Gürsakal, 2005: 131).

Sponsor'un veya tarafından görevlendirilen Proje Sahibi'nin ana sorumlulukları başlıklar halinde aşağıdaki gibidir (Byrne ve Norris, 2005: 14),

- Altı Sigma vizyonunu oluşturmak, kaynakları belirlemek ve yayılım planını onaylamak,

- Altı Sigma uygulamasının beklentilerini ve makro hedeflerini oluşturmak,
- Altı Sigma yayılımının firmanın vizyonuna uygun olarak ve tüm kademeleri kapsayacak şekilde uygulanmasını desteklemek ve yönetmek,
- Altı Sigma vizyonuna ve hedeflerine ilişkin sürekli bir iletişim sağlamak,
- Altı Sigma'nın planlanan programını etkileyebilecek tüm hususlarda karşılaşılabilecek problem, endişe ve çelişkileri gidermek,
- Altı Sigma katılımcıları için ödüllendirme ve terfi programını onaylamak ve/veya oluşturmak,
- Altı Sigma uygulamalarının gidişatını, durumunu ve problemleri değerlendirmek için periyodik gözden geçirme toplantıları yapmak,
- Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak proje gözden geçirme toplantılarına katılmak,
- Altı Sigma uygulamasının başarıyla gerçekleşebilmesi için stratejik karar noktalarındaki yöneticilerin programa inançlarını ve taahhütlerini sağlamak,
- Altı Sigma'yı "Çalışma Kültürü" haline dönüştürme ve hedeflenen sonuçlara ulaşmada Şampiyona rehberlik etmek, desteklemek,
- Projelerin müşteri ihtiyaçlarına ve firma hedeflerine entegrasyonunu sağlamak,

1.5.4. Uzman Kara Kuşak

Uzman Kara Kuşak, Altı Sigma ekibi için tekniksel olarak bir kaynaktır. Uzman Kara Kuşak'ın sahip olduğu özellikler aşağıdaki gibidir (Pries, 2006: 15),

- İstatistiksel uzmandır,
- Kara Kuşakların antrenörüdür,
- Büyük ölçekli projelerin uzmanıdır.

Altı Sigma projeleri oldukça zaman ve emek gerektiren projelerdir. Günlük akışı düzenlemek ve rehberlik etmek için görevlendirilen kişiler Uzman Kara Kuşaklardır. Bunların görevleri aşağıdaki gibidir (Karagöz, 2006: 16),

- İyileştirme takımlarına başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,

- Sponsorlara, 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.

1.5.5. Kara Kuşak

İyileştirme Takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara Kuşak görevini yürüten kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Proje bitiminde ise aynı göreve devam edebileceği gibi daha üst bir göreve terfi edebilir. Kara Kuşaklar, Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar (Kansoy ve Dirgar, 2008:21). Kara Kuşakların başlıca görevleri aşağıdaki gibidir (Patır, 2008: 75),

- İyileştirme projesini belirleyerek Sponsora teklif etmek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini Sponsora teklif etmek,
- Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde Sponsora 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 Sponsora bildirmek,
- Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak, şeklinde özetlenebilir.

Kara Kuşak adayları değişik disiplinlerden gelebilir ve formel bir istatistik veya mühendislik eğitimi almış olması zorunlu değildir. Bununla birlikte, nispeten kısa dönemde geniş bir teknik araç grubunda uzmanlaşması beklendiğinden, teknik

lider adayları muhtemelen yüksekokul düzeyinde bir matematik bilgisine ve basit kantitatif analiz yeteneğine sahip olacaktır. İstatistiksel metotlarda yüksek okul düzeyinde eğitim alma bir ön şart olmalıdır. Başarılı adaylar bir veya daha fazla işlem sisteminden, elektronik çizelgeden, veri tabanı yöneticisinden ve sunum programından anlamalıdır. Eğitimlerinin bir parçası olarak, Siyah Kuşaklar bir veya daha fazla istatistiksel analiz yazılım programı paketleri kullanımında yeterli olmak zorundadır (Pyzdek, 2000: 22).

Kara Kuşak adayının, Altı Sigma metodolojisinin, istatistiksel tekniklerin, temel finansal tekniklerin, yönetsel değişimin, risk değerlendirmesinin, proje yönetiminin kişisel olarak eğitimini almış olması ve Kara Kuşak projelerini yönetebilme deneyimi olmalıdır. Tam zamanlı bir çalışma durumu vardır (Munro ve diğerleri, 2007: 82).

Tablo 13: Kara Kuşak Seçimi

GEREKLİ ÖZELLİK	PUAN
Süreç ve ürün bilgisi	
Temel istatistik bilgisi	
Sahip olduğu organizasyon bilgisi	
İletişim yeteneği	
Kendine güveni ve motivasyonu	
Açık görüşlülüğü	
Yeni bir konu öğrenirken, gösterdiği isteklilik	
Değişime olan arzusu	
Takım oyunculuğu	
Saygılı ve itibarlı	
Bu zamana kadarki performansı	
TOPLAM	

Puanlama: 5 = Mükemmel, 4 = Ortalama üstünde, 3 = Ortalama, 2 = Ortalamanın altında, 1 = Kabul edilemez.

Kaynak: Brue ve Launsby, 2003: 90.

Kara Kuşak olmak isteyen bir kişinin, Tablo 13'te belirlenen özelliklere sahip olması gereklidir. Adaylara 1 ile 5 arasında puan verilir ve en az 38 puan alan aday Kara Kuşak seçilebilir (Brue ve Launsby, 2003: 90).

Ayrıca Kara Kuşak adaylarının sahip olmaları gereken özellikleri aşağıdaki gibidir (Pyzdek, 2003: 47),

- Eğitim Üniversite Mezunu (minimum).
- İş Deneyimi En azından 3 yıllık iş veya yönetim deneyimine sahip olmalıdır. Ayrıca Altı Sigma takımının bir üyesi veya lideri olarak çalışmış olmalıdır.
- Teknik Yeterlilik Proje yönetim deneyimine mutlaka sahip olmalıdır. Süreç yönetiminin temel ilkelerini bilmelidir. Temel cebir yeteneğine sahip olmalıdır.
- Bilgisayar Bilgisi MS Office Yazılım Paketini kullanma bilmelidir.
- İletişim Mükemmel bir şekilde konuşarak ve yazarak iletişim kurabilme yeteneğine sahip olmalıdır.
- Takım Yetkinlikleri Toplantı yürütme, küçük gruplara yardımcı olma, çelişmeleri başarılı şekilde çözme, insanlara akıl hocalığı yapma ve onları motive etme yeterliliğine sahip olmalıdır.

1.5.6. Yeşil Kuşak

Yeşil Kuşak, iyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Takım Üyeleri Altı Sigma projesindeki ihtiyaca göre çalışmalara destek vermek üzere takıma alınmış kişilerdir. Projede tam-zamanlı çalışmak durumunda değildirler, sadece sorumlu olduğu iş paketini tamamlamakla yükümlüdürler. Sürecin iyileştirilmesi için gerekli ve sorumlulukları altındaki konularda yeteri kadar bilgi ve deneyim sahibidirler. Takım Üyeleri genellikle Yeşil Kuşak (Green Belt) sertifikasına sahiptirler. Yeşil Kuşaklar,

kendi konularında küçük ölçekli bir projeye uygulama yetkinliği kazanmış kişilerdir (Genç, 2009: 32).

Yeşil kuşaklar, DMAIC in problem çözme süreci içinde eğitimlerini alırlar fakat bu eğitimleri, Kara Kuşakların aldıkları eğitimden daha azdır. Birçok Yeşil Kuşağın eğitim programı 1 ya da 2 hafta sürmektedir. Yeşil Kuşaklar eğitimlerden sonra part-time problem çözücüler durumuna gelirler. Kara Kuşakların aksine, Yeşil Kuşaklar projeden sonra önceki iş ve sorumluluklarını sürdürürler. Sponsor, Yeşil Kuşaklardan problem çözme takımına bazen liderlik etmesini ve öğrendiği Altı Sigma tekniklerini yaptığı işte kullanmasını ister (Sleeper, 2006: 10).

Yeşil Kuşak, Siyah Kuşaklara proje gerçekleştirirken ihtiyaç duydukları desteği sağlamaktadır. Yeşil Kuşaklar işçi arılara benzetilmektedir. Onlar çok iyi eğitildiklerinden, organizasyon içindeki herkes aynı dili konuşmakta ve benzer hedeflere ulaşmak için çalışmaktadırlar (Chowdhury, 2001: 11).

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA UYGULAMASINDA PROJE SEÇİM YÖNTEMLERİ

Altı Sigma ve diğer süreç iyileştirme girişimlerinde rol almış kişiler arasında bir ortak görüş vardır. Herkes, proje seçimini Altı Sigmanın başlangıç aşamasının en yaşamsal, buna karşın çoğunlukla yanlış uygulanan adımı olarak tanımlamıştır. Doğru seçilmiş ve iyi tanımlanmış projeler, daha iyi ve daha hızlı sonuç almayı sağlar. Bunun tersi olan, kötü seçilmiş ve gerektiği gibi tanımlanmamış iyileştirme projeleri gecikmeli sonuçlar ve hoşnutsuzluk meydana getirir (Pande, Neuman, Cavanagh, 2003: 171).

2.1. PROJE KAVRAMI

Proje, belirli bir işin tamamlanabilmesi için yapılması gereken ilişkili aktiviteler kombinasyonu olarak tanımlanır. Aktiviteler, mantıksal bir sıra içinde birbirleriyle ilişkilidir. Aktivitelerin bazıları, aynı zamanda gerçekleştirilebilir; bunlar paralel aktivitelerdir. Bazı aktivitelerin ise biri tamamlanmadan diğerine başlanamaz; bu tip aktivitelere seri aktiviteler adı verilir (Gümüšoğlu ve Tütek, 2008: 311).

Başka bir tanımda ise proje, belli bir amaca ulaşmak için, uygun kaynakları kullanarak, belirli süre ve maliyet sınırları içinde tamamlanması gereken faaliyetler dizisidir (Monks, 1996: 352). Bir projenin temel özellikleri özetle aşağıdaki gibidir (Taha, 1976: 354),

- Her proje sonludur; proje bir hedefin belirlenip açıkça tanımlanmasıyla başlar. Hedef, yeni bir ürün geliştirmek, bir işletmenin yeniden organizasyonunu yaparak modernize etmek gibi çeşitli şekillerde açıklanabilir. Hedefin gerçekleştirilmesiyle proje tamamlanmış olur.
- Proje özgürdür; bir projenin özgürlüğü, o projenin daha önce yapılmamış olması ya da daha önce yapılmış olsa bile aynı koşulların bire bir oluşturulmasının olanaksız olması gerektiğidir.

- Proje tekrar edilebilir; bir proje gerek uygulama aşamasında gerekse uygulamaya başlamadan önce projenin dahilinde ve haricindeki etkenlerin gerektirdiği doğrultuda yeniden yapılanmaya, yeniden düzenlenmeye uygun esnek bir oluşumdur.
- Proje faaliyetler bütünüdür; proje önceden belirlenmiş çok sayıda faaliyetin yapılmasıyla gerçekleşir. Faaliyetler projenin yapıtaşlarıdır.
- Proje karmaşıktır; faaliyetler arasında mantıksal ilişkiler mevcuttur. Bu ilişkiler projenin başlangıcı ile sonu arasındaki akış yapısını oluşturur.

Yukarıda sözü edilen özelliklerden başka bir projenin, yönetim açısından da bazı ortak özellikleri mevcuttur. Her proje için geçerli olan bu özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Barutçugil, 1984: 121),

- Projeler belli bir bütçe ile belli bir zaman içinde istenen amaca ulaşmayı hedeflediklerinden, önemli kaynakların kullanımını gerektirirler ve örgütsel yapıları değiştirirler,
- Proje ilerledikçe, özelliklerinde bir takım değişiklikler görülebilir. Her aşamada kaynakların harcama hızı değişebilir. Projeye katkıda bulunan insanlar, örgütler ve gereksinim duyulan bilgi ve becerilerin niteliği her aşamada farklılaşır. Bu nedenle örgütlerin, bu farklılaşmaya uygun olarak ve esnek bir yapıda oluşturulmaları gerekmektedir,
- Projenin bitiş noktalarına doğru maliyet, zaman ve teknik koşullarla ilgili belirsizlikler giderek azalır, proje tamamlandığında ise bu belirsizlikler tamamen ortadan kalkar. Her faktördeki belirsizlik, bir birine bağlı aşamaların tamamlanmasıyla giderek kaybolur,
- Proje hızlandırma faaliyetlerinin maliyeti, sonuca yaklaştıkça daha çok artmaktadır. Kaybedilen zamanın kazanılması aşamalarda ilerleme kaydedildikçe daha pahalıya mal olmaktadır. Projedeki aşamalar birbirine bağlı olduğundan, proje yöneticilerinin başlangıç kararlarında oldukça dikkatli davranmaları gerekmektedir.

2.2. PROJE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ VE SEÇİMİNİN ÖNEMİ

Bir Altı Sigma programının temel faydası, organizasyondaki herkesin tutarlı bir şekilde veriler toplayıp analiz ettiği bir sistem yaratarak karar verme sürecinde öznelliğin giderilmesidir (Maleyeff ve Kaminsky, 2002: 82). Altı sigma süreç ve ürün kalitesini iyileştiren iyi yapılandırılmış bir yöntemdir. Projeye dayalı yaklaşımın etkili kullanılmasıyla bir şirketin stratejik hedeflerine ulaşmasını sağlar. Altı Sigma projeleri iş stratejisi ile bağlantılı olmalıdır ve müşterinin gereksinimlerini karşılamalıdır. Altı Sigma projeye dayalı bir yöntem olduğu için, organizasyona maksimum finansal kazancı sağlayan projeleri önceliğine göre sıralamak gerekir (Coronado ve Antony, 2002: 92).

Proje seçimi, bireysel ya da grup projelerinin değerlendirildiği ve organizasyonun hedeflerine ulaşmak için uygulanacak olanların seçildiği süreçtir. Proje seçimi bir Altı Sigma programının etkili bir şekilde oluşturulmasındaki önemli başarı faktörlerinden biridir. Birçok organizasyonda projelerin önceliğini belirleme hala saf öznel yargıya bağlıdır (Su ve Chou, 2007: 2693). Altı Sigma projelerinin organizasyonun hedef ve amaçları doğrultusunda seçilmesi gerekir, ayrıca uygun kuşak projelerinin seçimi Altı Sigmanın başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli rol oynar (Gijo ve Rao,2005: 721).

Altı Sigma projelerinin değerlendirilmesi bir bilim olduğu kadar aynı zamanda bir sanattır. Bu, aynı zamanda Altı Sigma ve Kara Kuşak başarısı için kritik önem taşımaktadır. Birçok Kara Kuşak, projelerin seçiminde yetersiz oldukları için başarısız olmaktadır. Eğer proje seçimi sistematik şekilde değil de dağınık şekilde olursa, bütün Altı Sigma çalışması başarısız olabilir. Bununla birlikte, sürecin değerlendirilmesinin tamamlanmasındaki zorluk, projeler hakkında daha iyi yargılarda bulunmanıza yardımcı olur (Pyzdek, 2003: 9).

2.3. PROJE SEÇİMİ VE YÖNTEMLERİ

Bir organizasyonda Altı Sigma uygulamalarının başarılı olabilmesi için proje seçimi ve uygulamalarında dikkat edilmesi gereken özellikler aşağıdaki gibidir (Köse, 2009: 55),

- Başarılı bir proje ilk olarak kurum hedeflerinde belirgin ve ölçülebilen bir iyileştirme sağlamalıdır. Daha açıkçası müşteriler, proje öncesi ve sonrasında işletme yapısında belirgin bir fark olduğunu hissetmelidir.
- Proje sonucu sayısal verilerle ölçülebilmelidir. Proje sonucunda elde edilen değişimlerin somut bir ölçüleme ile ölçülebilmesi, diğer çalışanlar tarafından kabul görmesi proje sonuçları açısından önemli olacaktır.
- Proje sonucunda finansal kazançlar olmalıdır. Firmalar için önemli olan projelerin, önemli bir parasal karşılığı olmalıdır.
- Projelerde veriler kolayca toplanabilmelidir. Bazı projelerde veri toplama zamanı yavaş ve uzun süreli olabilmektedir. Özellikle ilk Altı Sigma projelerinde eğitim ile birlikte proje yapan Kara Kuşak adayları için veri toplamanın zor olacağı projeleri vermemekte yarar vardır.
- Kara Kuşak adaylarının kendi projelerini seçmelerine müsaade edilmelidir. Ancak adayların kendileri için seçeceği projelerin, şirketin stratejik hedeflerine uygun olmasına dikkat edilmelidir.
- Projelerin şirket amaç ve hedeflerine hizmet etmesi sağlanmalıdır. Bu durum sağlanamazsa hem kaynakların boşa harcanmasına hem de stratejik hedeflerden uzaklaşmaya neden olacaktır.

2.3.1. Pareto Öncelik İndeksiyle Projelerin Seçimi

İyileştirme faaliyetlerini sürdüren takım liderleri, proje seçimi safhasında kendilerini birçok projenin içinde bulurlar. Pareto Öncelik İndeksi (PPI), bu projelerin önem derecesine göre sıralanmasında kullanılan pratik bir yöntemdir. PPI, aşağıdaki gibi hesaplanır (Juran ve Gryna, 1993: 49),

$$PPI = \frac{KAZANCLAR \times BASARI OLASILIGI}{MALIYET \times TAMAMLANMA ZAMANI} \quad (2.1)$$

PPI değeri, başarı olasılığıyla ve yatırımların geri dönüşüyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Girdiler, şüphesiz ki, tahmini miktarlardır ve sonuçlar tamamıyla girdilerin doğru olmasına bağlıdır. Farklı projelerin PPI değerleri hesap edilerek, bu projelerin karşılaştırılması kolaylıkla yapılabilir. Tablo 14, beş ayrı projenin PPI değerlerini göstermektedir (Pyzdek, 2003: 200).

Tablo 14: Pareto Öncelik İndeksinin Gösterimi

Proje No	Kazanç (1000\$)	Olasılık	Maliyet (1000\$)	Zaman (yıl)	PPI
1	70	0.7	25	0.75	2.61
2	50	0.9	20	1.00	2.25
3	150	0.9	75	2.00	0.90
4	250	0.5	75	1.50	1.11
5	90	0.7	30	1.50	1.40

Kaynak: Pyzdek, 2003: 200.

Her bir projenin PPI indeksleri incelendiği zaman, öncelikli olarak 1 numaralı projenin seçilerek mevcut kaynakların bu proje için kullanılması gerektiği ve daha sonra 2 numaralı projenin seçilebileceği görülür. PPI her zaman bu kadar açık ve kolay bir sıralama yapmamızı sağlamayabilir. Bir veya daha fazla proje benzer PPI'lere sahipse, seçim diğer kriterler dikkate alınarak verilmelidir.

2.3.2. Fizibilite Analizi Yaparak Projelerin Seçimi

Fizibilite analizi, nitel ve nicel analizlerin birleşiminden oluşur. Sayısal değerlendirme dahilindeki nicel veriler, tüm projenin skoru hesaplanırken kullanılır. Bir dereceye kadar nitel ve kişiye özeldir. Çünkü durum hakkındaki açıklama, olasılıklar, maliyetler ve taahhütler için yorumlama gerektirir.

Sayılar (ağırlıklar, skorlar, projelerin kabul edilebilir süreleri, sabit maliyetler, vb), Thomas Pyzdek'in The Six Sigma Project Planner kitabında yazdığı, deneyimleri sonucunda edindiği kişisel yargılarıdır. Her bir kriter için ölçek aralığı, 0 ile 9 arasında ve ağırlıklar toplamı 1,00'dir. Böylece bir proje için en yüksek ağırlıklı değer 9'dur. Skorlar 9'a bölüp 100 ile çarparak, yüzdelik değerlere dönüştürülebilir. Örneğin; 9 skoru, %100, 7,2 skoru %80 olur (Pyzdek, 2003: 8).

Tablo 15: Altı Sigma Projelerinde Fizibilite Analizi

Projenin Adı:	Proje No :
Kara Kuşak:	Uzman Kara Kuşak:
Ağırlıklandırılmış Proje Puanı:	Değerlendirme Tarihi:

Kriter	Puan	Ağırlık	Ağırlıklandırılmış Puan
1.Sponsorluk		0.23	
2.Kazançlar (temel lehdarların belirlenmesi) 2.1.Dış Müşteriler: 2.1.1. Müşteri Tatmini 2.1.2. Kalite İyileştirme (CTQ) 2.2. Paydaşlar 2.2.1. Finansal Getiriler 2.2.2. Çevrim Süresini Kısaltma 2.2.3. Gelirlerin Artırılması 2.3.İç Müşteriler: 2.3.1.Çalışanların Memnuniyeti 2.4.Diğerleri(tedarikçi,çevre.. vb.)	Genel kazanç puanı <input type="text"/>	0.19	
3.Takım dışındaki kaynakların uygunluğu		0.16	
4.Kara kuşağın mesaisiyle ilgili kapsam		0.12	
5.Çıktı		0.09	
6.Tamamlanma zamanı		0.09	
7.Takım Üyeliği		0.07	
8.Proje Beyanı		0.03	
9.Altı sigma yaklaşımının değeri		0.02	
TOPLAM (ağırlıklandırılmış sütun toplamı)		1.00	

Kaynak: Pyzdek, 2003: 9.

Not: Ağırlıklandırılmış puan, her kriterin proje puanıyla ağırlığının çarpımına eşittir.

Aşağıda, Altı Sigma proje değerlendirmesinin 9 İlkesinin nasıl puanlanacağı tablolar halinde tanımlanmıştır. Bu tablolar, Thomas Pyzdek'in The Six Sigma Project Planner ve The Six Sigma Handbook kitaplarından yararlanılarak yazılmıştır.

Tablo 16: Sponsorluk

Puan	Açıklama
9	Baş sponsorun tanımlanması, sorumluluklarının belirlenmesi ve sponsorluğun süresinin belirlenmesi ve programlanması
3	Baş sponsorun tanımlanması, sorumluluklarının belirlenmesi ve sponsorluğun süresinin belirlenmesi, fakat süresinin programlanmaması
1	Proje beyannamesini kabul eden gönüllü baş sponsorun tanımlanması
0	Baş sponsorun tanımlanmamış ya da sponsorun proje beyannamesini kabul etmemesi

Tablo 17: Dış Müşteriler için Müşteri tatmini

Puan	Açıklama
9	Tüm müşterilerin tatmininde önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artar.
3	Müşterilerin büyük bir kısmının tatmininde önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artar.
1	Müşterilerin belirli bir kısmının tatmininde önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artar.
0	Müşteri tatmini belirsizdir veya etkisi yoktur.

Tablo 18: Dış Müşteriler için Kalite İyileştirme (CTQ)

Puan	Açıklama
9	Kritik kalite özelliklerindeki iyileşme, 10 kat veya daha büyüktür.
5	Kritik kalite özelliklerindeki iyileşme 5 veya 10 kat arasındadır.
3	Kritik kalite özelliklerindeki iyileşme 2 veya 5 kat arasındadır.
1	Kritik kalite özelliklerindeki iyileşme, istatistiksel olarak anlamlıdır fakat 2 kattan azdır.
0	Proje kapsamında CTQ metrikleri belirsiz veya tanımsızdır.

Tablo 19: Finansal Getiriler

Puan	Açıklama
9	Net tasarruflar \$500K'dan fazladır. Yatırımın geri dönüşümü mükemmeldir.
5	Net tasarruflar \$150K ile \$500K arasındadır. Yatırımın geri dönüşümü mükemmeldir.
3	Net tasarruflar \$50K ile \$150K arasındadır. Yatırımın geri dönüşümü iyidir.
1	Net tasarruflar en azından \$50K dır ve Yatırımın geri dönüşümü, kabul edilebilir bir seviyededir.
0	Projeler finansal getiri sağlamak içindir fakat net tasarruf \$50K'dan az dır yada Finansal getiri belirsizdir.

Tablo 20: Çevrim Süresini Kısaltma

Puan	Açıklama
9	Çevrim süresinin kısaltılmasıyla, \$500K'dan fazla gelir sağlanır. ROI, mükemmeldir.
5	Çevrim süresinin kısaltılmasıyla, \$150K ile \$500K arasında gelir sağlanır. ROI, mükemmeldir.
3	Çevrim süresinin kısaltılmasıyla \$50K ile \$150K arasında gelir sağlanır. ROI, iyidir.
1	ROI, kabul edilebilir bir seviyededir.
0	Projelerdeki çevrim süresi kısaltılmasıyla \$50K'dan az tasarruf oluşmaktadır. Çevrim süresinde yapılan iyileştirmelerden sağlanan finansal getiriler belirsizdir.

ROI, (Return on investment) Yatırımın Geri Dönüşümünü ifade eder.

Tablo 21: Gelirlerin Artırılması

Puan	Açıklama
9	Gelirlerdeki artışlar anlamlıdır, ROI mükemmeldir.
3	Gelirlerdeki artışlar makuldür, ROI iyidir.
1	Gelirlerdeki artışlar kabul edilebilir bir düzeydedir. ROI kabul edilebilir.
0	Belirsiz veya var olmayan gelir etkisi söz konusudur.

Tablo 22: Çalışanların Memnuniyeti

Puan	Açıklama
9	Tüm çalışanların memnuniyeti veya sadakatinde, önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artışı vardır.
3	Çalışanların büyük bir kısmının memnuniyetinde önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artışı vardır.
1	Çalışanların belirli bir kısmının memnuniyetinde önemli ve istatistiksel olarak anlamlılık artışı vardır.
0	Çalışan memnuniyeti belirsizdir veya yoktur.

Tablo 23: Diğer Paydaşların Belirlenmesi (Tedarikçi, Çevre, ...vb)

Puan	Açıklama
9	
5	
3	
1	
0	Belirsiz ya da var olmayan kazanç.

Tablo 24: Takım Dışındaki Diğer Kaynakların Elde Edilebilirliği

Puan	Açıklama
9	İhtiyaç duyulan kaynaklara, ihtiyaç oluştuğunda ulaşıla bilmelidir.
3	İhtiyaç duyulan kaynaklara, sınırlı ya da düşük öncelikte erişim.
1	Şüpheli kaynak durumu
0	Kaynaklar uygun değil ya da kaynaklara erişim aşırı derecede kısıtlı.

Tablo 25: Kara Kuşağın Mesaisiyle İlgili Kapsam

Puan	Açıklama
9	Proje geri dönüş miktarı, istenilen gelir miktarını oldukça aşar.
3	Proje geri dönüş miktarı, istenilen gelir miktarını aşar.
1	Proje geri dönüş miktarı, istenilen gelir miktarıyla neredeyse eşittir.
0	Proje geri dönüş miktarı, istenilen gelir miktarına uygun değildir.

İstenilen gelir miktarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir,

(1) Proje süresi(ay)

(2) Kara Kuşağın ihtiyaç duyduğu zaman oranı (0- 1 arasında)

(3) Başarı olasılığı (0- 1 arasında) ise,

$$\text{İstenilen Gelir Miktarı} = \$83,333 \times (1) \times (2) / (3) = \$ \quad (2. 2)$$

Not: Bir siyah kuşaktan beklenen getiri \$1 Milyon / yıl'dır.

Tablo 26: Çıktı

Puan	Açıklama
9	Yeni ya da geliştirilmiş süreç, ürün ve hizmet; açıkça ve tamamıyla tanımlanmıştır.
3	Yeni ya da geliştirilmiş süreç, ürün ve hizmet; tanımlanmıştır.
0	Çıktı kötü bir şekilde ya da yanlış bir şekilde tanımlanmıştır. Örneğin, çıktı; bir süreç haritası olarak tanımlanmıştır.

Tablo 27: Tamamlanma Zamanı

Puan	Açıklama
9	Sonuçlar, 3 aydan önce gerçekleşmektedir.
3	Sonuçlar, 3-6 ay arasında gerçekleşmektedir.
1	Sonuçlar, 7 -12 ayda gerçekleşmektedir.
0	Sonuçlar, 12 aydan fazla bir zamanda gerçekleşmektedir.

Tablo 28: Takım Üyeliği

Puan	Açıklama
9	Doğru takım üyeleri, takıma eklenmiştir ve çalışma taahhütleri programlanmıştır.
3	Doğru takım üyeleri, takıma eklenmiştir fakat çalışma taahhütleri programlanmamıştır.
1	Doğru takım üyeleri, takıma eklenmiştir.
0	Doğru takım üyeleri, takıma eklenmemiştir ya da proje için çalışmaya müsait değildir.

Tablo 29: Proje Beyanı

Puan	Açıklama
9	Proje beyanındaki bütün maddeler tamamlanmış ve kabul edilmiştir. Çıktı ile proje aktiviteleri arasındaki bağlantı açık ve anlaşılabilir.
3	Proje beyanı küçük düzeltmelerle kabul edilebilir.
0	Proje beyanı, büyük bir revizyondan geçmelidir.

Tablo 30: Altı Sigma Yaklaşımının Değeri (DMAIC ya da Eşdeğeri)

Puan	Açıklama
9	Altı sigma yaklaşımı, projenin başarısı için gereklidir. Başarı için, kara kuşak/yeşil kuşak'ın yeteneklerine ve deneyimlerine ihtiyaç vardır.
3	Altı sigma yaklaşımı yardımcı niteliktedir fakat zaruri değildir. Kara kuşak/yeşil kuşak yetenek seti, uygulanabilir.
0	Altı sigma yaklaşımının faydası, gözle görülmez. Spesifik kara kuşak/yeşil kuşak yetenekleri gerekli değildir.

2.3.3. Yatırımın Geri Dönüş Oranını Bularak Projelerin Seçimi

Birçok yatırımın ardındaki itici güç, firma kaynaklarının bugünkü kullanımının ya da sarfiyatının gelecekte sağlayacağı finansal karlardır. Proje eğer başlangıçta ve sonda kaynaklara yaptığı yatırımı belli bir süre sonunda geri alabiliyorsa onaylanacaktır. Günümüzün rekabetçi dünyasında yatırım karlarını en büyük etkileyen etken bu suretle ortaya çıkan kazanç- maliyet hesaplarıdır. Proje Yöneticisi bunu göz önüne alarak kendisine verilen projenin gerçekleştirmeye değer olup olmadığından emin olmalıdır (<http://muratsevgi.blogspot.com>, 28. 12. 2010)

Altı sigma yöneticisi, kazanç- maliyet hesaplarını finans bölümündeki uzmanlarla beraber yapmalıdır. Çünkü finans bölümü kazanç- maliyet tahminlemesini Altı Sigma bölümüne göre daha gerçekçi yapar. En iyi yaklaşım,

projeye dahil olan bölümlerden alınan destekle beraber, finans bölümünün kazanç-maliyet analizini yapmasını sağlamaktır (Pyzdek, 2003:189).

Gelir tahminleri konservatif bir anlayışla yapılır. Yani çalışanların morallerinin geliştirilmesi ya da müşteri memnuniyeti gibi maddi olmayan aktifler dikkate alınmaz. Bu yaklaşım genellikle mevcut sürecin maliyetini dikkate alır ve geliştirilen yeni sürecin maliyeti ile karşılaştırır. Tavsiye edilen yaklaşımda ise, her bir hatanın ya da problemin maliyeti hesaplanır, böylece toplam hataların ya da problemlerin maliyeti tahmin edilir ve elde edilecek finansal getirinin boyutu ortaya çıkar. Buda bize projenin maliyeti ile yatırımın geri dönüş zamanını karşılaştırmamızı sağlar (Pyzdek, 2003: 20). Yatırımın geri dönüş zamanı (ROI) aşağıdaki gibi hesaplanır (Friedlob ve Plewa, 1996: 5),

$$\text{ROI} = \text{Kazanç} / \text{Yatırım} \quad (2. 3)$$

Örneğimizde ki Altı Sigma projesi, bir çağrı merkezindeki müşteri veri tabanının kalitesini arttırmakla ilgilidir. Her bir müşteri telefonunda görevli, veri tabanı içindeki müşteri kaydına bakar ve bilgilerin içeriklerini onaylar. Veri tabanında ki kayıtların % 11 inin doğru olmadığı tahmin edilmektedir ve çalışan tarafından dikkat edilmesi gerekmektedir. Sadece direkt maliyetler dikkate alındığında, ROI aşağıdaki gibi hesaplanır,

Tablo 31: Yatırımın Geri Dönüş Zamanının Hesaplanması

Bir yıldaki arama sayısı	1.300.000
Veri tabanının düzeltilmesi için ortalama süre	30 saniye (0. 5 dakika)
Her bir dakikanın maliyeti	\$1.75
Fırsatın boyutu	$1.75 \times 0.5 \times 1.300.000 \times 0.11 = \125.125
Projenin tahmini maliyeti	\$ 25.000. Ek bir işletim masrafının olacağı beklenmemektedir.
Tahmin edilen gelişme	Hataları %90 azaltmak ve yanlış kayıtları %1.1 e getirmek
Yapılacak tasarruf	$125. 125 - 12.512,50 = \$ 112.612,50$
Tamamlanma süresi	4 Ay
Yatırımın ilk yılda geri dönüşümü	$3 \times (112.615,50 / 25.000) \times 100 = \%1351$

Kaynak: Pyzdek, 2003: 20.

2.3.4. Kalite Fonksiyon Yayılımını Kullanarak Projelerin Seçimi

Çağdaş bir yönetim modeli olan kalite fonksiyon yayılımı (KFY) - (Quality Function Deployment - QFD) müşteri odaklı bir planlama sürecidir (Özveri ve Türksever, 2006: 234). Kalite fonksiyon yayılımı müşteri beklentilerini karşılamak için kullanılabilir bir planlama yöntemidir. Tasarım ve üretime sistematik bir destek sağlar. Kalite fonksiyon yayılımını doğru uygulayan bir firma, kalite ile üretkenliği artırırken, maliyet ile ürün geliştirme süresini azaltabilir. Kalite fonksiyon yayılımı, müşterinin sesi olarak da tanımlanan, müşteri beklentileri ve ihtiyaçları üzerine odaklanan bir yaklaşımdır (Chien ve Su, 2003: 346). QFD tekniğinin kullanılarak proje seçimi konusu, Thomas Pyzdek'in The Six Sigma Project Planner kitabından tercüme yapılarak aşağıdaki gibi anlatılmıştır.

VOC, müşteri odak grupları, röportajlar, anketler vb. faaliyetlerle öğrenilir. İş süreçleri ve müşterinin algıladığı değer arasındaki bağlantı da kalite fonksiyon yayılımı (QFD) yoluyla sağlanır. Altı Sigma projeleriyle, üst yönetimin stratejik hedefleri arasında bir kopukluğun olması bir problem oluşturur. "Stratejik yayılım matrisi" paydaşların memnuniyeti, stratejiler ve metrikler arasındaki bağlantıyı gösteren basit haritalardır. Stratejik yayılım matrisinin anlaşılır olması için Şekil 28 örnek olarak gösterilmiştir.

Strateji yayılım matrisinin geliştirilmesi için izlenen süreç şöyledir:

1. Stratejiler ve metrikler için bir matris yaratılması
2. Her strateji ve her metrik arasındaki ilişkinin gücünün belirlenmesi
3. Metriğin göreceli önemini gösteren ağırlığın hesaplanması

Şekil 28: Stratejik Yayılım Matrisi

STRATEJİK MATRİS SIRALAMASI			METRİKLER								Bölge Skoru (Satur Toplamı)	
			Yeni Ürün Tanımları	Yeni Kaynaklardan Gelir	Müşteri İlişkileri	Ar-ge yayılım Zamanı	Envanter Miktarı	Hızlı Servis	Yeni Ürün Gelirleri	Hızlı Dağıtım		Ürün İşlevselliği
STRATEJİLER	Finansal Performans	Verimlilik					V				9	
		Gelir Artışı	V	V	G	W			V		31	
	Müşteri Değeri	Operasyonel Mükemmellik					V			V	18	
		Müşteri İlişkileri		G	V				G		11	
		Ürün Özellikleri	V					V		V	27	
	İçsel Süreçlerin Mükemmelliği	İnovasyon	V	V		V			V	G	37	
		Müşteri Yönetimi Süreçleri			V			W			12	
		Operasyonlar ve Lojistik					V	V		V	27	
		Mevzuata Uygunluk									0	
	Öğrenme ve Büyüme	Çalışanların Yetkinlikleri		W		W		G		G	8	
		Teknoloji	V	V		V			G	V	37	
		Şirket Kültürü		W	V						12	
	Kriter Performans Hedefi											
	Kriter Puanı			36	34	28	24	27	22	20	19	19

Kaynak: Pyzdek, 2003: 168.

Satırlar stratejileri (ulaşmak istediklerimizi), sütunlar gösterge metriklerini (stratejileri ve ilerlemenin izlenmesini nasıl işlevsel hale getirebileceğimiz) oluşturacak şekilde bir matris yapılır. Bu farklı tasarımlar ile oluşturulan tipik bir ne-nasıl QFD matrisidir. Her hücrede (satır ve sütunların kesişimi), satır ve sütun arasındaki ilişkinin derecesini belirten bir sembol koyulur. Ağırlıklar ve semboller tablo 32’de gösterilmektedir.

Tablo 32: İlişki Derecelerinin Ağırlıkları ve Sembolleri

İlişki Derecesi	Ağırlık	Sembol
Güçlü	9	V
Orta	3	W
Zayıf	1	G

Kaynak: Pyzdek, 2003: 171.

Her hücre için ilişkiler belirlendikten sonra, her satır için puanlar hesaplanır. Satırdaki ağırlıklar toplanarak, bölge skoru (Satır Toplamı) hücresine yazılır. Aynı şekilde her bir sütunun ağırlıkları toplanarak Kriter Puanı bulunur. Kriter puanı en yüksek ilk 4 metrik seçilerek, yönetimin bu metriklere odaklanması sağlanır. Seçilen 4 metrik ile şirketin departmansal destek stratejileri ilişkilendirilerek ikinci seviye matrisi oluşturulur. Şekil 29 ikinci seviye matrisine örnek olması amacıyla aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Şekil 29’da bulunan Kriter puanı sütunu şekil 28’de bulunan değerlerdir. Her bir sütundaki puanı bulmak için, her bir satırın ağırlık değerleri ile ilgili kriter puanı çarpılır ve sonuçlar toplanır. Satırlar QFD’deki “Neler” bölümünü, sütunlar üç departmanın stratejilerini uygulamak için nasıl plan yapacağını göstermektedir. “Ne” ve “Nasıl” arasındaki ilişki şekil 29’da tanımlanmıştır.

Şekil 29: İkinci Seviye Matrisi

Operasyonların Yayılımı		DEPARTMANLAR							Kriter Performans Hedefi	Kriter Puanı
		Mühendislik			Üretim		Pazarlama			
		Hızlı Prototip Geliştirmek	Eski Dizayn Desteklerinin Azaltılması	Tasarım Döngü Süresini Geliştirmek	Ürünlerde Üretimin Arttırılması	Ürün Çeşitliliğinin Arttırılması	Değişen Müşteri İhtiyaçlarının Karşıllanması	Pazardaki Geri Dönüş Oranının Geliştirilmesi		
METRİKLER	Yeni Ürün Tanımları	V	W	V	V	G	W		V	36
	Yeni Kaynaklardan Gelir	V		V	W	W	V	G	V	34
	Müşteri ilişkileri						V			28
	Ar-ge yayılım Zamanı	W	V	V			W			24
Göreceli Skor		0.18	0.08	0.22	0.11	0.04	0.19	0.01	0.16	
Puan		702	324	846	426	138	738	34	630	

Kaynak: Pyzdek, 2003: 171.

Şekil 30’da departman planlarının 6 sigma projeleriyle bağlantısını kuran QFD matrisi, üçüncü seviye matrisi olarak gösterilmiştir. Satırlar departman planlarıdır. Üçüncü matrisin basit ve daha etkili olması için en yüksek puan alan planlar seçilmiştir. Üç siyah kuşağa ait sekiz proje, matriste sütun olarak gösterilmiştir.

Şekil 30: Üçüncü Seviye Matrisi

Projelerin Yayılımı			Kara Kuşak							Göreceli Skor	Hedef Puan		
			Mike L		Lori S			Nguyet					
			Pim üretim kapasitesi	Müşteri gereksinimleri ve mth. gereksinimleri	BP hatalarının azaltılması	Prototiplerin azaltılması	Tedarikçi çevrim zamanı	Müşteri teklif zamanının azaltım	Müşteri şikayetlerinin azaltılması			Parça sayımlarının azaltılması	
Departmanlar	Mühendislik	Hızlı Prototip Geliştirmek		W		V	G			W	0.18	16	
		Tasarım Döngü Süresini Geliştirmek		V	W	V				V	0.22	30	
	Üretim	Ürünlerde Üretimin Arttırılması		G	W	W	V			V	0.11	25	
	Pazarlama	Değişen Müşteri İhtiyaçlarının Karşılanması		W				G	V	V		0.19	22
		Yeni Ürünler İçin Hedef Pazarları Belirlemek										0.16	0
Proje Etki Puanı			0	3.20	0.99	3.93	1.36	1.71	1.71	3.51			

Kaynak: Pyzdek, 2003: 173.

“Hedef puanı” adını alan en sağdaki sütun satırdaki ilişki derecelerinin ağırlıkları toplamından oluşmaktadır. Proje etki puanı, sütundaki ağırlık değerlerinin, ilgili satırdaki göreceli skor ile çarpılmasıyla elde edilen sayıların toplamına eşittir. Proje etki puanları, hangi stratejinin proje üzerindeki etkisinin en yüksek olduğunu görmek için büyüklüklerine göre sıralanır. Puanı en yüksek olan proje uygulanmak üzere seçilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PROJE SEÇİM TEKNİKLERİNİN ÖZEL BİR HASTANEDE UYGULANMASI

Bir bütün olarak hastane süreç yaklaşımıyla tanımlanabildiği gibi, hastane içindeki çeşitli hizmet birimlerinde birer alt süreç olarak tanımlanabilmektedir. Çünkü hastanedeki her hizmet biriminin hastane işlevlerinin yürütülmesine katkısı olan alt işlevleri ve bu alt işlevleri gerçekleştirmek üzere bir araya getirilerek organize edilmiş elemanları ve kaynakları bulunmaktadır. Ayrıca, hastanenin esas işlevi olan hasta tedavisi faaliyetlerini yürüten elemanlar topluluğu da "hasta tedavi sistemi" olarak ele alınabilmektedir. Hastanedeki tıbbi ve hemşirelik hizmetlerini yürüten sağlık personeli ile bir kısım destekleyici personel bu sistemin elemanlarını oluşturmaktadır. Hastanedeki diğer alt süreçler ise bu sistemin işleyişini kolaylaştıran ve iyileştiren süreçler olmaktadır. Bu kısımda sağlık sektöründe faaliyet gösteren bir hastanede tezin teorik kısmında anlatılan proje seçim tekniklerinin uygulaması ele alınacaktır.

3.1. İŞLETME İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Uygulamamızı gerçekleştirdiğimiz özel hastane, 2007 yılında İzmir'de kurulmuştur. Faaliyet gösterdiği ilçenin, 2007 yılı sayımına göre toplam nüfusu 109.291 kişidir ve metropol ilçelerden biridir. Söz konusu özel hastanenin dışında, ilçede faaliyet gösteren 3 tıp merkezi daha vardır. Bu tıp merkezleri, uygulamanın yapıldığı hastanenin sahip olduğu hasta sayısına ve teknik olanaklara sahip değildir.

Merkezimizin bünyesinde 95 çalışanı bulunmaktadır. İç hastalıkları, kadın hastalıkları ve doğum, çocuk sağlığı ve hastalıkları, kulak burun boğaz, fizik tedavi ve rehabilitasyon, ortopedi, genel cerrahi, üroloji, nöroloji, göz hastalıkları, diş sağlığı ve hastalıkları olmak üzere toplam on bir poliklinik ve acil servis bölümü ile hizmet vermektedir. İleri düzey teknolojik donanıma sahip radyoloji ve laboratuvar birimlerine sahiptir. Merkezin şu anda devlet ve özel sigorta firmalarıyla anlaşması vardır. Merkez günde ortalama beş yüz kişiye hizmet vermektedir.

3.2. UYGULAMANIN YOL HARİTASI

Uygulama özel sektöre ait bir firmada yapıldığından firma isim ve kişi isimleri verilmemiştir. Uygulama, Altı Sigma'nın beş aşaması olan TÖAİK (DMAIC) Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol bölümlerinden, yalnızca tanımlama ve ölçme aşamasından oluşmaktadır. Uygulama, süreçlerin oluşturulması ve bu süreçlerle ilgili projelerin seçimini kapsadığından Analiz, İyileştirme ve Kontrol aşamaları uygulama kapsamı dışında bırakılmıştır.

Tanımlama aşamasında uygulamanın amaç ve kapsamı belirlenip, sürecin yüksek seviyede haritalandırılması tanımlandıktan sonra alt süreçler çıkarılmıştır. Daha sonra, mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgiler elde edilmeye çalışılmış, sürece en çok etkisi olan ana faktörler (kritik kalite karakteristikleri - CTQ) tanımlanmış, sürecin mevcut performansı (σ_{ST}) belirlenmiştir. Ölçme aşamasında, iyileştirmeleri saptamak için problemin asıl nedenleri tanımlanmaya çalışılmış ve alt süreçlerde uygulanacak olan projelerin PPI'ları, fizibilite analizleri ve yatırımın geri dönüş oranları hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları dikkate alınarak işletme için uygulanması gereken proje seçilmiştir.

3.2.1. Tanımlama Aşaması

Tanımlama aşaması 4 istasyondan oluşmaktadır. Birinci istasyonda, hastanın kapıdan girmesiyle başlayan ve çıkışına kadar geçen zamanı gösteren sürecin yüksek seviyede haritası (SIPOC) tanımlanmıştır. İkinci istasyonda, kritik öneme sahip üç tane alt süreç belirlenmiştir. Üçüncü istasyonda, mevcut durumu görebilmek için, sürece en çok etkisi olan ana bileşenler ile kusur fırsatları (kritik kalite karakteristikleri - CTQ) tanımlanmıştır. Dördüncü istasyonda, sürecin mevcut kısa dönem sigma performansı (σ_{ST}) hesaplanmıştır.

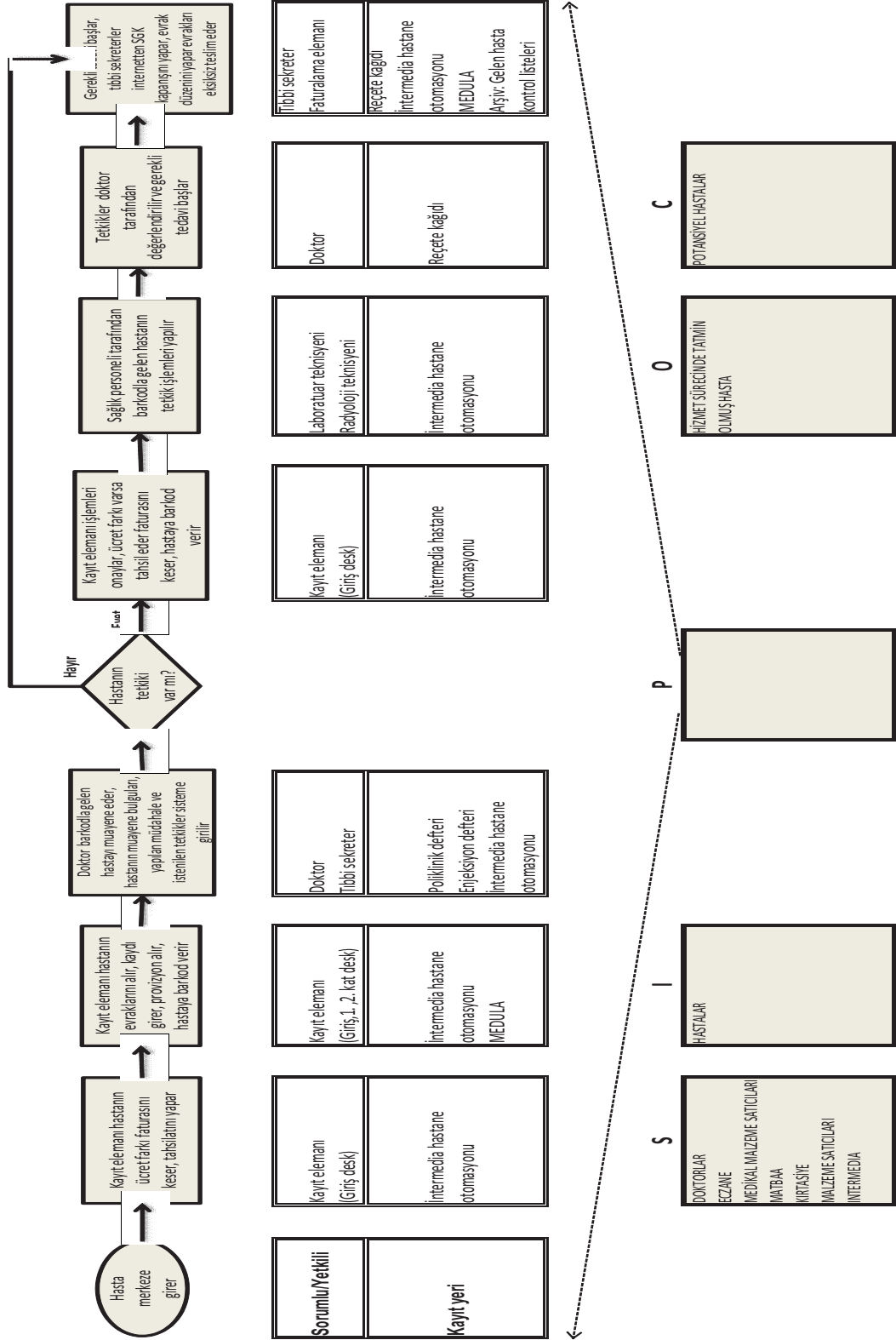
Uygulamanın amacı iki istasyondan oluşmaktadır. Birinci istasyon, işletmenin kaynaklarını verimli ve etkili kullanmak için, hasta memnuniyetini en fazla etkileyen ve iyileştirilmesi sonucunda işletmeye maximum kazanç katacak alt süreçlerin seçilmesine karar vermektir. İkinci istasyon ise şirket stratejisine uygun

olan ve belirlenen alt süreçlerde uygulanacak projelerin uygun tekniklerle önceliklendirilmesidir.

3.2.1.1. Ana Sürecin Yüksek Seviyede Haritalandırılması

Süreçte büyük resme bakarak, sürecin bütünlüğü sağlanır ve en küçük ayrıntının bile gözden kaçması önlenmiş olur. Bu amaçla, ana sürecin bütün unsurlarını görebilmek için SIPOC diagramı oluşturulmuştur. S (Suppliers) sürecimizin tedarikçilerini, I (Inputs) sürecimizin girdilerini, P (Process) iyileştirme yapacağımız süreç adımlarımızı, O (Outputs) sürecimizin çıktılarını ve C (Customer) ise süreç çıktılarımızı alan müşterilerimizi temsil etmektedir. SIPOC diyagramı şekil 31’de gösterilmektedir.

Şekil 31: SIPOC diyagramı



3.2.1.2. Alt Süreçlerin Tanımlanması

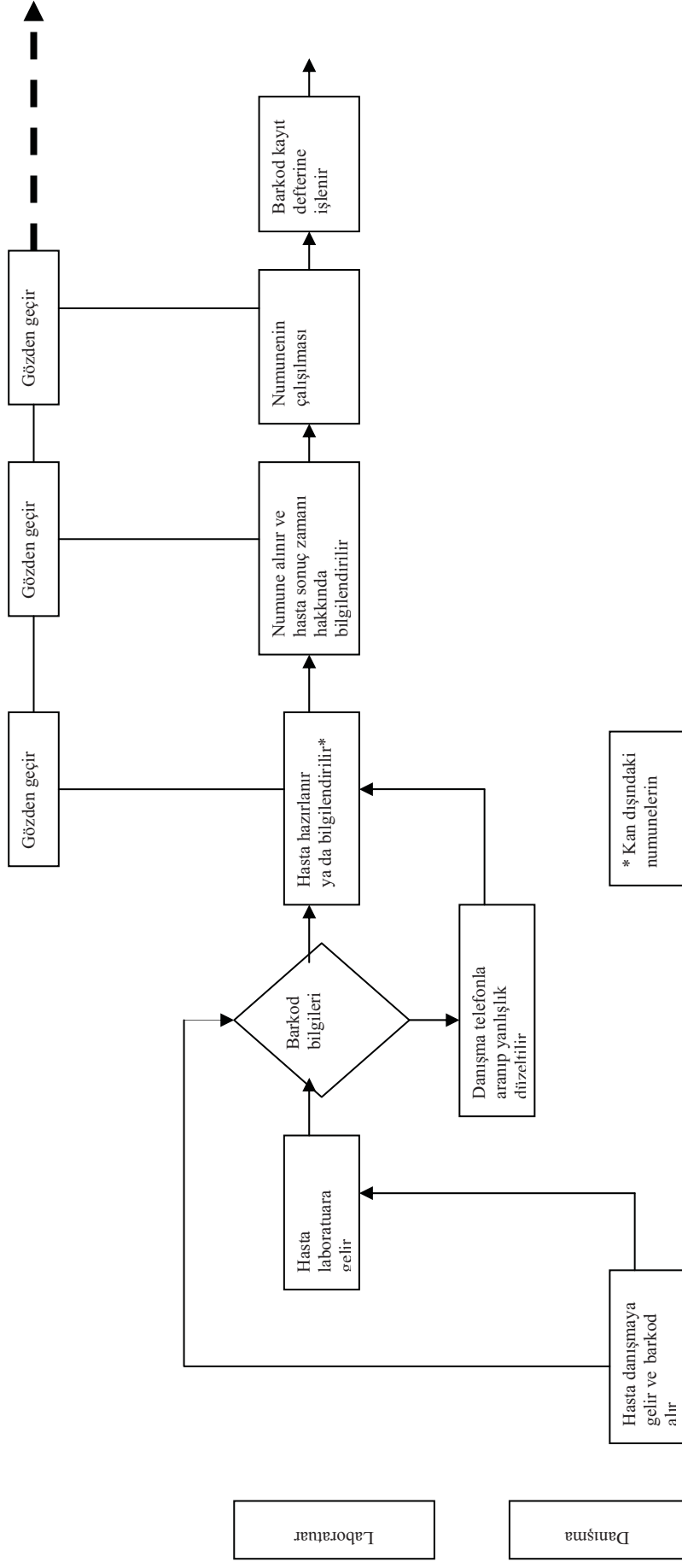
Alt süreçlerin tümünün tanımlanması maddi yük ve çok zaman alacağından, işletme için kritik öneme sahip üç alt sürecin çıkarılmasına karar verilmiştir. Bunun için hastaneye bir gün içinde gelen 500 hastanın hizmet aldıkları polikliniklere göre dağılımları dikkate alınarak bir çalışma yapılmıştır.

Tablo 33: Hastaların Hizmet Aldıkları Polikliniklere Göre Dağılımları

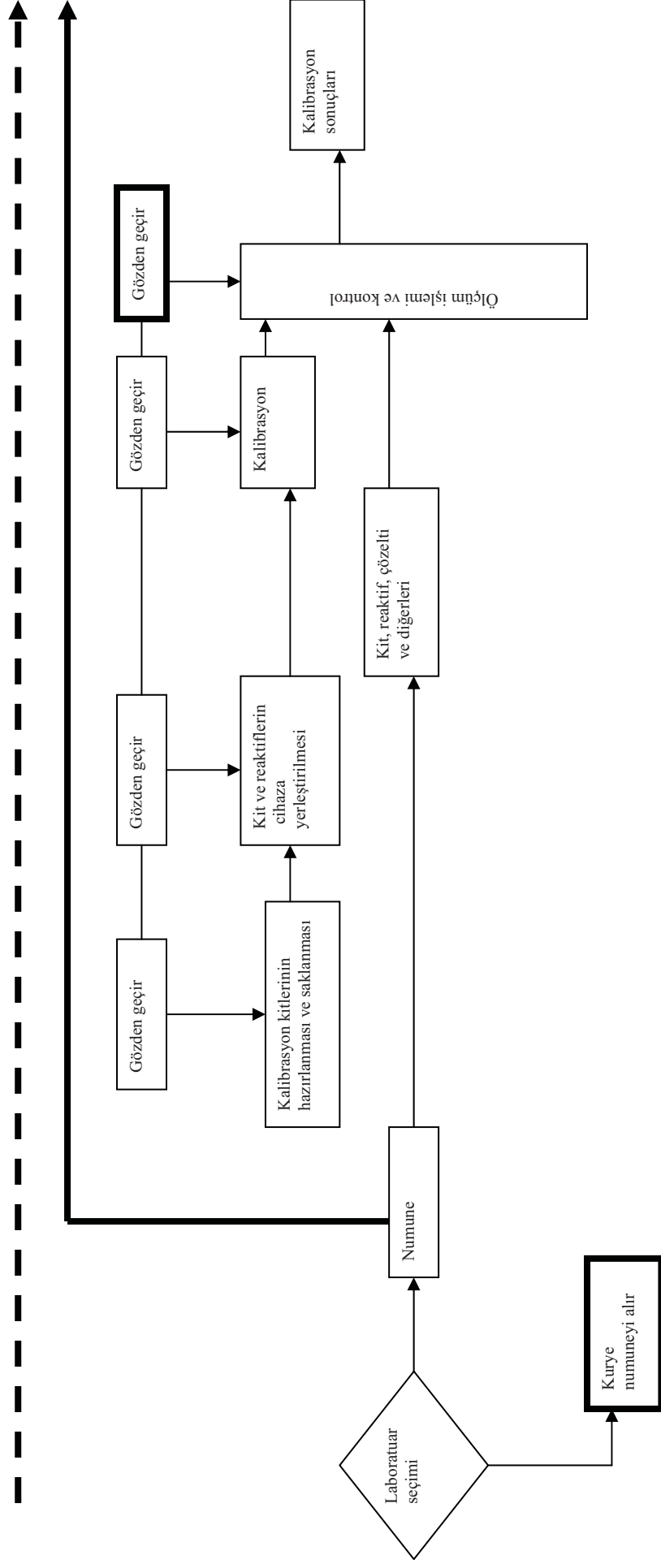
Poliklinikler	Frekans	Yüzde
Acil servis	68	13,6
Çocuk sağlığı ve hastalıkları	64	12,8
Diş sağlığı ve hastalıkları	34	6,8
Fizik tedavi ve rehabilitasyon	34	6,8
Genel cerrahi	22	4,4
Ortopedi	38	7,6
Göz hastalıkları	34	6,8
İç hastalıkları	62	12,4
Kadın hastalıkları ve doğum	48	9,6
Kulak burun boğaz	46	9,2
Üroloji	26	5,2
Nöroloji	24	4,8
Toplam	500	100,0

Tablo 33’de gösterilen bütün bölümlerden yararlanan hastaların büyük bölümü Laboratuvar sürecine dahildir. Bu nedenle, hastane yöneticileriyle yapılan beyin fırtınası çalışması sonucunda, laboratuvar süreci, frekansı en yüksek olan acil servis süreci, yer ve personel eksikliğinden dolayı kapasitesinin çok altında hizmet veren ve işletmenin karlılığını etkileyecek olan fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinin kritik alt süreçler olarak seçilmesine ve iyileştirilmesinde kullanılacak olan projelerin incelenmesine karar verilmiştir.

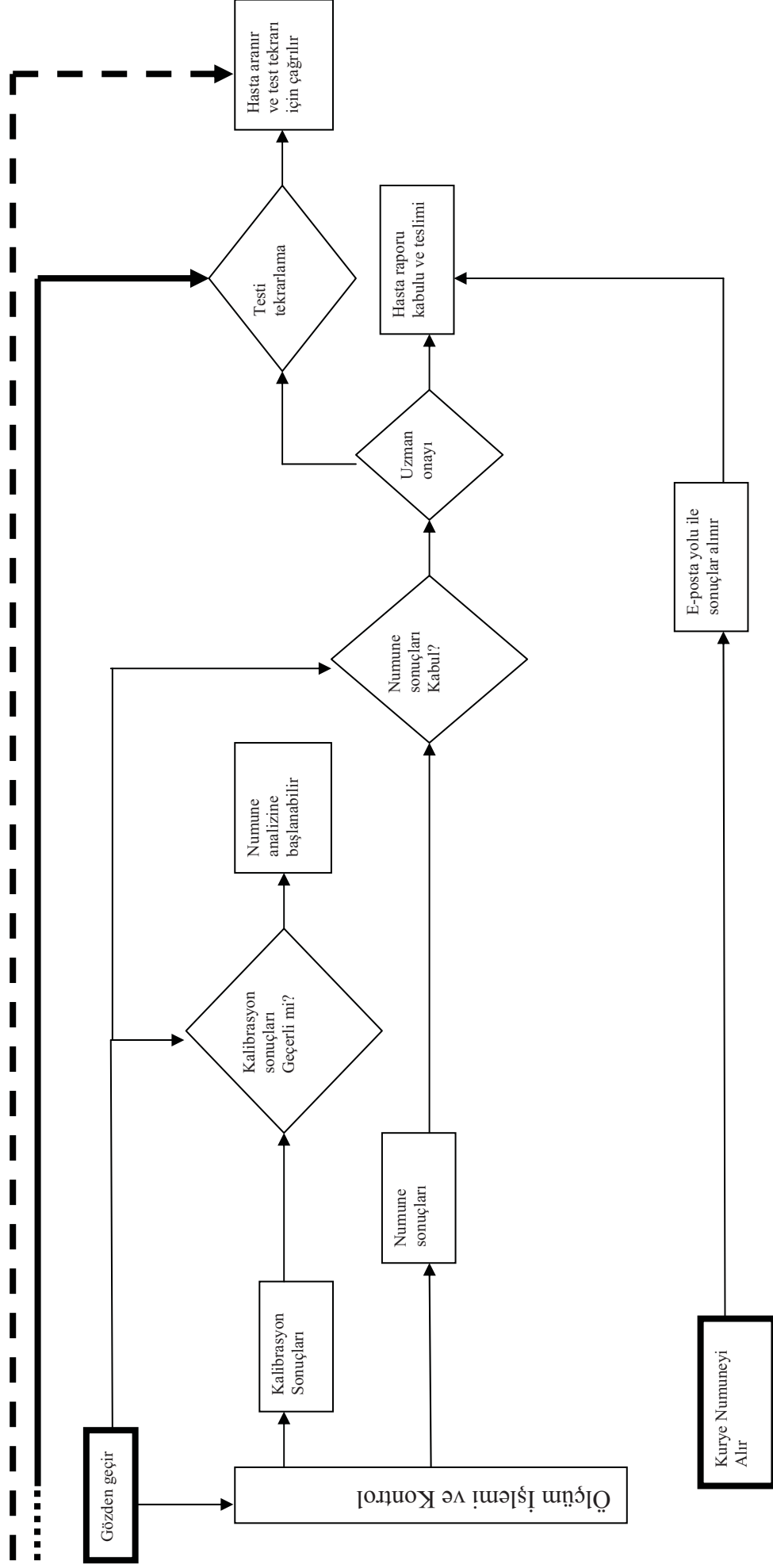
Şekil 32: Laboratuvar Alt Süreci



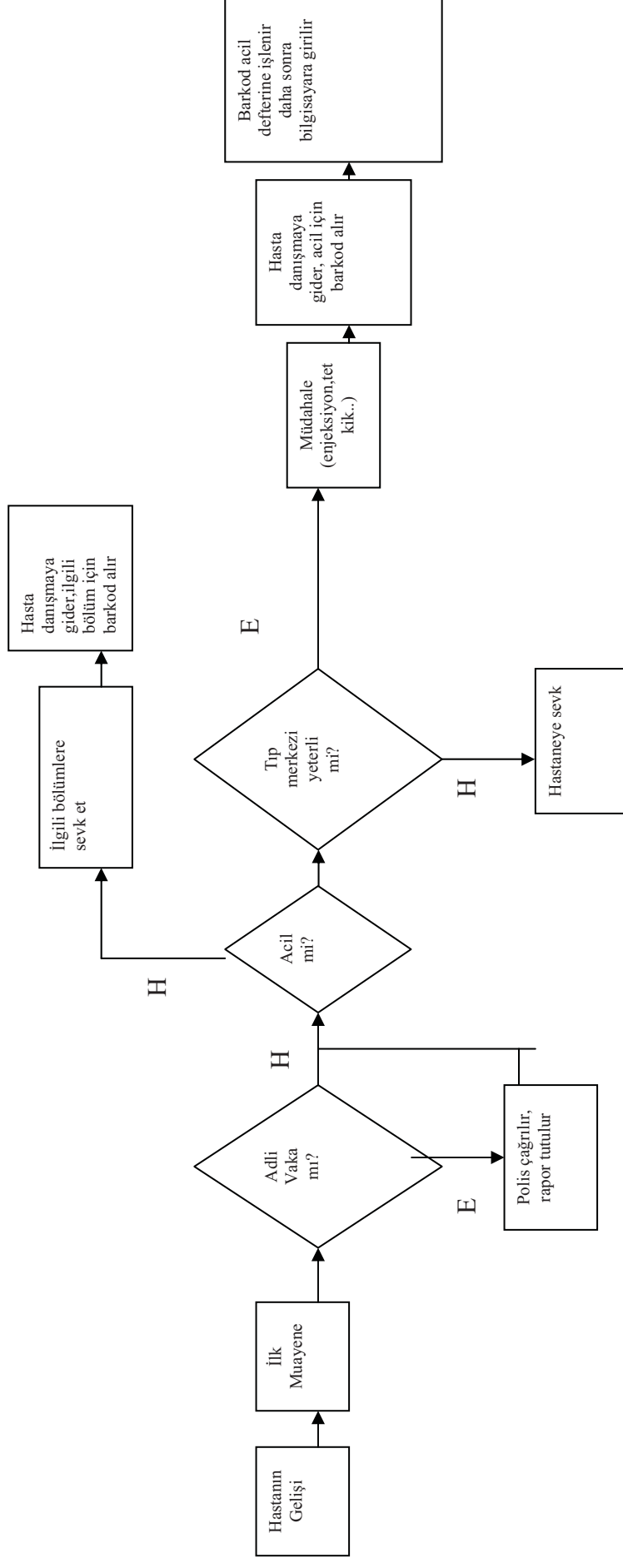
Şekil 32 Devamı: Laboratuvar Alt Süreci



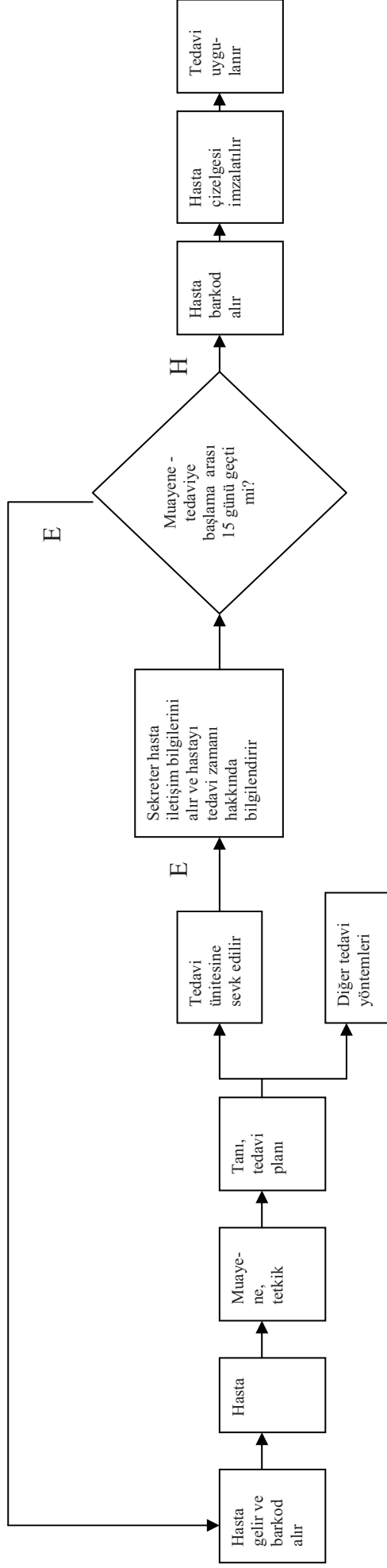
Şekil 32 Devamı: Laboratuvar Alt Süreci



Şekil 33: Acil Servis Alt Süreci



Şekil 34: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Alt Süreci



3.2.1.3. Kritik Kalite Karakteristiklerinin Tanımlanması

Bunun için literatür çalışması yapıp sağlık sektöründe müşteri memnuniyetini etkileyen 32 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler, firma yöneticileri ile beyin fırtınası gerçekleştirilerek ve tıp merkezine gelmiş hastalar arasından tesadüfî olarak seçilen 30 kişilik bir gruba, bir hastaneden bekledikleri ve hizmetin neleri kapsaması gerektiği sorularını içeren anket yüz yüze uygulanmıştır. Bu sorulara verilen yanıtlar listelenmiş ve sadeleştirmeden sonra 24 CTQ ortaya çıkmıştır. Bunlar aşağıdaki gibidir,

- Fiziksel donanım bileşeni
 1. Modern görünümlü binaya sahiptir.
 2. Havalandırma sistemi iyidir.
 3. Bina ısı (ısıtma / soğutma) bakımından konforludur.
- Temizlik ile ilgili bileşenler
 1. Tuvaletler temizdir.
 2. Sağlık hizmeti için kullanılan araç gereçler yeni ve temizdir.
- Servis süreleri ile ilgili bileşenler
 1. Yeterli sayıda danışma elemanı ve doktor vardır.
 2. Hasta kabulde bekleme süresi makuldür.
 3. Test sonuçları için bekleme süresi makuldür.
 4. Muayene için bekleme süresi makuldür.
- Personelle ilgili bileşenler
 1. Çalışanlar temiz ve düzgün görünümlüdür.
 2. Hemşireler güler yüzlü ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.
 3. Danışma personeli güler yüzlü, ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.
 4. Çalışanlar hastanın bir sorunu olduğu zaman, sorunu çözmek için samimi ilgi gösterir.

- Doktorlarla ilgili bileşenler
 1. Doktorlar güler yüzlü ve ilgilidir.
 2. Doktorlar hastayı dinler ve hastaya yeterince zaman ayırır.
 3. Doktorlar konularında uzman ve tecrübelidir.
 4. Doktorlar uygulayacağı tedavi hakkında hastayı bilgilendirir.
 5. Doktorlar tıbbi müdahaleleri (enjeksiyon, ameliyat gibi) doğru tutum doğrultusunda yaparlar.

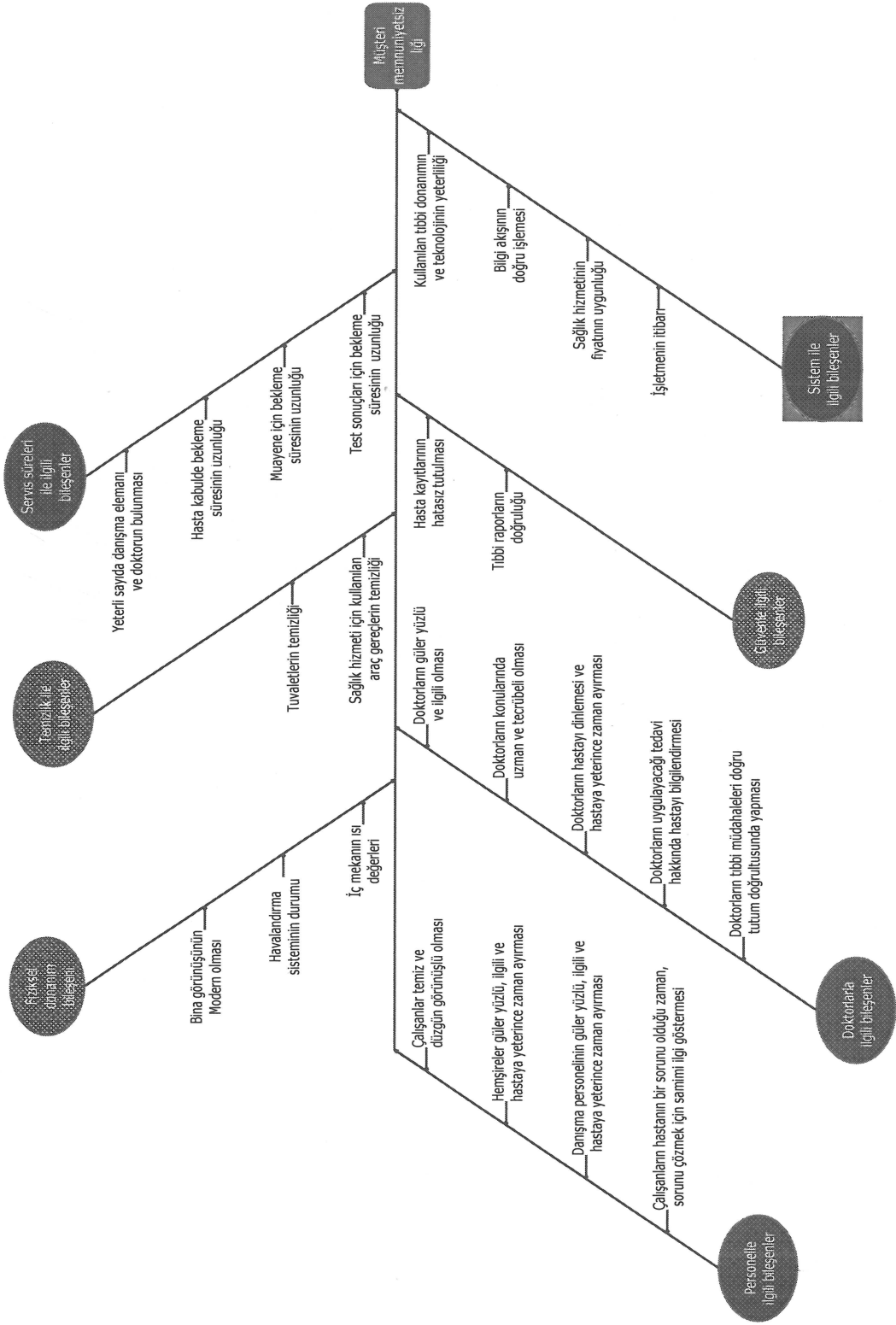
- Güvenle ilgili bileşenler
 1. Hasta kayıtları ve fatura bilgilerinin hatasız tutulmasında çok titizdir.
 2. Tıbbi raporlar her zaman doğrudur.

- Sistem ile ilgili bileşenler
 1. Kullandığı tıbbi donanım ve teknoloji yeterlidir.
 2. Bilgi akışı doğru işler ve sistemli bir hizmet prosedürü vardır.
 3. Sağlık hizmetinin fiyatı uygundur.
 4. İyi bir itibarı vardır.

3.2.1.4. Balık Kılıcı Diyagramı

Balık Kılıcı Diyagramı müşteri memnuniyetsizliğinin nedenlerini ve alt nedenlerini tanımlama sürecini yapılandırmaya yardımcı olmuştur. Balık kılıcı diyagramında müşteri memnuniyetsizliğini etkileyen ana bileşenler ve bunların alt bileşenleri (yukarıda belirtilen sırayla ve numaralarıyla) şekil 36'da gösterilmiştir. Bu bileşenler firma yetkilileriyle yapılan beyin fırtınaları ve seçilen 30 kişilik bir hasta gurubuna yüz yüze sorulan sorular neticesinde ortaya çıkmıştır.

Şekil 35: Balık Kılıcı Diyagramı



3.2.1.5. Ana Sürecin Kısa Dönem Sigma Değerinin Hesaplanması

Altı Sigma kapsamında DPMO milyon fırsatta hata sayısını ifade eden bir ölçüdür. Üretim sektöründe spesifikasyon sınırları dışında kalan her bir ölçüm değeri hata olarak kabul edilir. Bunu temel alarak uygulamada, hizmeti alıp memnun olmayan her bir müşteri hata olarak kabul edilmiştir.

Hastaneden hizmet almış 400 hasta üzerinde 24 tane CTQ temel alınarak bir anket çalışması yapılmıştır. Tesadüfen seçilmiş olan hastalara, her soruda ilgili CTQ'ya katılıp- katılmadıkları 5'li Likert ölçeği kullanılarak, yüz yüze sorulmuştur. Likert ölçeği, 1. Kesinlikle Katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3. Orta Derecede Katılıyorum, 4. Katılıyorum, 5. Kesinlikle Katılıyorum, şeklinde derecelendirilmiştir. Ankette sorulara 1. Kesinlikle Katılmıyorum ve 2. Katılmıyorum cevabını veren hastalar memnuniyetsiz (hata) olarak kabul edilmiştir. Tablo 34'de elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Tablo 34: Memnuniyetsiz Hasta Sayıları

CTQ	MEMNUNİYETSİZ HASTA SAYISI (HATA)
Fiziksel donanım bileşeni	45
1. Modern görünümlü binaya sahiptir.	7
2. Havalandırma sistemi iyidir.	18
3. Bina ısı bakımından konforludur.	20
Temizlik ile ilgili bileşenler	24
4. Tuvaletler temizdir.	16
5. Sağlık hizmeti için kullanılan araç gereçler yeni ve temizdir.	8
Servis süreleri ile ilgili bileşenler	145
6. Yeterli sayıda danışma elemanı ve doktor vardır.	23
7. Hasta kabulde bekleme süresi makuldür.	45
8. Test sonuçları için bekleme süresi makuldür.	26

9. Muayene için bekleme süresi makuldür.	51
Personelle ilgili bileşenler	70
10. Çalışanlar temiz ve düzgün görünüşlüdür.	2
11. Hemşireler güler yüzlü ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	5
12. Danışma personeli güler yüzlü, ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	26
13. Çalışanlar hastanın bir sorunu olduğu zaman, sorunu çözmek için samimi ilgi gösterir.	37
Doktorlarla ilgili bileşenler	370
14. Doktorlar güler yüzlü ve ilgilidir.	76
15. Doktorlar hastayı dinler ve hastaya yeterince zaman ayırır.	80
16. Doktorlar konularında uzman ve tecrübelidir.	72
17. Doktorlar uygulayacağı tedavi hakkında hastayı bilgilendirir.	82
18. Doktorlar tıbbi müdahaleleri doğru tutum doğrultusunda yaparlar.	60
Güvenle ilgili bileşenler	47
19. Hasta kayıtları ve fatura bilgilerinin hatasız tutulmasında çok titizdir.	34
20. Tıbbi raporlar her zaman doğrudur.	13
Sistem ile ilgili bileşenler	283
21. Kullandığı tıbbi donanım ve teknoloji yeterlidir.	77
22. Bilgi akışı doğru işler ve sistemli bir hizmet prosedürü vardır.	42
23. Sağlık hizmetinin fiyatı uygundur.	94
24. İyi bir itibarı vardır.	70
TOPLAM	984

Ana sürecin DPMO ve σ_{ST} değeri, tablo 33’de bulunan toplam hata sayısı 984’ün, soru sayısı (CTQ Sayısı) olan 24 ve örneklem sayısı olan 400’nin çarpılmasından elde edilen sayıya bölünmesiyle DPO değeri elde edilmiştir. DPO’nun 1000 000 ile çarpımı sonucunda DPMO aşağıdaki gibi bulunur.

$$DPMO = \frac{HATA \ SAYISI}{HASTA \ SAYISI \times SORU \ SAYISI} \times 1000000$$

$$DPMO = \frac{984}{400 \times 24} \times 1\ 000\ 000 = 102\ 500$$

Bu değer için Ek-1’deki tablodan bakılarak ana sürecin kısa dönem Sigma seviyesi, $\sigma_{ST} = 2.77$ bulunur.

3.2.1.6. Alt Süreçlerin Kısa Dönem Sigma Değerlerinin Hesaplanması

Alt süreçlerin Kısa dönem sigma değerlerinin hesaplanması için, ilk adımda CTQ lar tanımlanmıştır. İkinci adımda memnuniyetsiz hasta (Hata) sayısını bulmak için, her bir alt süreçlerden hizmet almış 100 hasta (örneklem) üzerinde 22 tane CTQ esas alınarak bir anket çalışması yapılmıştır. Ankette her bir CTQ soru haline getirilerek, yüz yüze 22 tane soru sorulmuştur. Tesadüfen seçilmiş olan hastalara, her soruda ilgili CTQ için katılıp- katılmadıkları 5’li Likert ölçeği kullanılarak sorulmuştur. Likert ölçeği, 1. Kesinlikle Katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3. Orta Derecede Katılıyorum, 4. Katılıyorum, 5. Kesinlikle Katılıyorum, şeklinde derecelendirilmiştir. Ankette sorulara 1. Kesinlikle Katılmıyorum ve 2. Katılmıyorum cevabını veren hastalar memnuniyetsiz (hata) olarak kabul edilmiştir. Bu anket çalışması 3 alt süreç için ayrı ayrı yapılmıştır. Toplamda 300 hastanın görüşü alınmıştır.

Tablo 35: Alt Süreçlerin CTQ'ları ve Memnuniyetsiz Hasta Sayıları

CTQ	Laboratuvar Süreci için Memnuniyetsiz Hasta Sayısı	Acil Servis Süreci için Memnuniyetsiz Hasta Sayısı	Fizik Tedavi Süreci için Memnuniyetsiz Hasta Sayısı
1. Poliklinikteki havalandırma sistemi iyidir.	5	4	4
2. Poliklinik modern bir görünüme sahiptir.	3	4	5
3. Poliklinik ısı bakımından konforludur.	1	1	1
4. Sağlık hizmeti için kullanılan araç gereçler yeni ve temizdir.	2	3	3
5. Yeterli sayıda danışma elemanı ve doktor vardır.	22	28	41
6. Hasta kabulde bekleme süresi makuldür.	11	9	13
7. Test sonuçları için bekleme süresi makuldür.	6	5	7
8. Muayene için bekleme süresi makuldür.	12	9	8
9. Çalışanlar temiz ve düzgün görünüşlüdür.	0	1	0
10. Hemşireler güler yüzlü ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	1	1	0
11. Danışma personeli güler yüzlü, ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	6	7	5
12. Çalışanlar hastanın bir sorunu olduğu zaman, sorunu çözmek için samimi ilgi gösterir	9	11	9

13. Doktorlar güler yüzlü ve ilgilidir.	18	23	21
14. Doktorlar hastayı dinler ve hastaya yeterince zaman ayırır.	20	21	24
15. Doktorlar konularında uzman ve tecrübelidir.	17	15	18
16. Doktorlar uygulayacağı tedavi hakkında hastayı bilgilendirir.	20	23	19
17. Doktorlar tıbbi müdahaleleri doğru tutum doğrultusunda yaparlar.	14	13	11
18. Tıbbi raporlar her zaman doğrudur	3	4	3
19. Kullandığı tıbbi donanım ve teknoloji yeterlidir.	19	21	20
20. Bilgi akışı doğru işler ve sistemli bir hizmet prosedürü vardır	10	10	11
21. Sağlık hizmetinin fiyatı uygundur.	24	21	25
22. İyi bir itibarı vardır.	17	22	18
TOPLAM	240	256	266

Alt süreçlerin DPMO ve σ_{ST} değeri, toplam hata sayısının, soru sayısı (CTQ Sayısı) 22 ve örneklem sayısı olan 100'nin çarpılması ile elde edilen sayıya bölünmesiyle bulunan DPO değeri kullanılarak elde edilmiştir. DPO'nun 1 000 000 ile çarpımı sonucunda DPMO bulunur. Ek-1'deki tablodan yararlanılarak bulunan DPMO değerine karşılık gelen σ_{ST} değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

Laboratuar Alt Süreci:

$$DPMO = \frac{240}{100 \times 22} \times 1\,000\,000 = 109\,091$$

Bu değer için Ek-1'deki tablodan bakılarak, laboratuar alt süreci için kısa dönem sigma değeri $\sigma_{ST} = 2.73$ olarak bulunur.

Acil Servis Alt Süreci:

$$DPMO = \frac{256}{100 \times 22} \times 1\,000\,000 = 116\,364$$

Bu değer için Ek-1'deki tablodan bakılarak, acil alt süreci için kısa dönem sigma değeri $\sigma_{ST} = 2.69$ olarak bulunur.

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Alt Süreci:

$$DPMO = \frac{266}{100 \times 22} \times 1\,000\,000 = 120\,909$$

Bu değer için Ek-1'deki tablodan bakılarak, fizik tedavi ve rehabilitasyon alt süreci için kısa dönem sigma değeri $\sigma_{ST} = 2.67$ olarak bulunur. Hastanenin kayıtlarında bir yıl önceden yapılmış kısa dönem sigma değerleri mevcut olduğu için bulunan yeni kısa dönem sigma değerlerini eski değerlerle karşılaştırma olanağı olmuştur.

Tablo 36: Alt Süreçler İçin Kısa Dönem Sigma Değerlerinin Karşılaştırılması

Sürecin Adı	Bir yıl önceki σ_{ST} değerleri	Şimdiki σ_{ST} değerleri
Laboratuar Süreci	3.23	2.73
Acil Servis Süreci	3.02	2.69
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci	3.12	2.67

3.2.2. Ölçme Aşaması

Tanımlama aşamasında, iyileştirme çalışmalarının öncelikle hangi süreçlerde yapılması gerektiği tespit edilmişti. Ölçme aşamasında ise, şirketin büyüme stratejisine uygun olarak belirlenen süreçlerde uygulanacak projelerin PPI' ları, fizibilite analizleri ve bir yıl içinde yatırımın geri dönüş oranları hesap edilmiştir. Bunun sonucunda hangi projenin kullanılarak optimum faydanın elde edileceği, tespit edilmiştir. Ölçme aşamasındaki tablolarda kullanılan sayısal değerler, hastanedeki yöneticilerin tecrübe ve öngörülerini dikkate alınıp, beyin fırtınası yapılarak belirlenmiştir.

3.2.2.1. Pareto Öncelik İndekslerinin Hesaplanması

Hastane için belirlenmiş olan süreçler ve uygulanacak iyileştirme projelerin adları aşağıdaki gibi numaralandırılmıştır,

1. Laboratuar Süreci: Laboratuarda Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi
2. Acil Servis Süreci: Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi
3. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci: Fizik tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota artırımı

Tezin teorik kısmında anlatıldığı gibi proje beyanları aşağıdaki gibi oluşturulmuş ve projelere ilişkin hesaplar gerçekleştirilmiştir.

Birinci Projenin İsmi

Laboratuarda Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi

Problem İfadesi

- Hasta tahlilleri analizi için kullanılan yüksek maliyetli kitlerin etkin sipariş modeli ve stok kontrolü olmadığı için kullanım sürelerinin dolması ve kullanılamaz hale gelmesi, gerekli olduğu zaman da stokta bulunmaması ve hasta isteklerinin çalışılmaması,
- Stokta gerekli kitlerin bulunmadığı zamanda çalışılmayan tahlil isteklerinin hasta memnuniyetini düşürmesi ve tedavisinin tamamlanmasını geciktirmesi

Projenin Amacı

Merkezin kullanılmayan kitlerden uğradığı maddi kaybının ve hasta memnuniyetsizliğinin giderilmesi

Proje İçin Kullanılacak Kaynaklar (Maliyet)

- Stok kontrolünü sağlayacak bir personel alımı, aylık 1 500 TL lik bir maliyet oluşturacaktır. Bu yıllık 18 000 TL ye eşittir.
- Merkezin mevcut otomasyon programına stok kontrol modülünün eklenmesi, mevcut programa her ay için fazladan 300 TL ödenmesini gerektirecektir. Bu yıllık 3 600 TL ye eşittir.
- Merkez içi bir bölümün ısı kontrolü yapabilecek bir depoya dönüştürülmesi için inşaat maliyeti ve teçhizat, maliyeti 10 000 TL dir.
- Toplam maliyet, 31 600 TL dir. Ek bir işletim masrafının olacağı beklenmemektedir.

Projenin Engelleri ve Kısıtları (Olasılık)

- Personelin uyum ve bilgi eksikliği,

- Stok kontrol modülünün mevcut stok ve sipariş hareketleri için yetersiz kalması ve şirket merkezinin İstanbul'da olması nedeni ile aksaklıklara direkt ve zamanında müdahale edememesi,
- Kitlerin siparişten sonra teslim sürelerinin 2 hafta olması ve tedarikçinin İzmir ili içinde tek firma olması,
- Alınan kitlerin kullanım sürelerinin kısa olması

Yukarıdaki yazılan kısıtlar göz önüne alınarak yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda, bu projenin başarılı olma olasılığı % 90 dır.

Projenin Kazançları

- Tahlil isteklerinin çalışılmamasının hasta memnuniyetini olumsuz etkilemesinin engellenmesi ve laboratuvar sürecinin karlılığını %2 oranında arttırması sağlanacaktır, bu değer yıllık 7 200 TL ye eşittir.
- Yıl içinde bozulan ve atılan kitlerin ortalama değeri 25 000 TL dir. Projenin sonunda bu miktar bize kar olarak yansiyacaktır.
- Projenin toplam kazancı 32 000 TL dir.

Projenin Tamamlanma Süresi

Yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda projenin üç ayda tamamlanması ön görülmüştür. Bu da 0.25 yıla eşittir.

Yukarıdaki veriler 2. 1 de ki denklemde yerine konursa,

$$PPI = \frac{32000 \times 0.90}{31600 \times 0.25} = 3.65$$

İkinci Projenin İsmi

Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi

Problemin ifadesi

- SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu) hizmet sözleşmesi ve sağlık bakanlığı denetimlerinde yer alan talimat ve prosedürlerin eksik ya da yanlış yapılmasından dolayı görülebilecek cezai şartlar
- Kapasite ve personel eksikliği sorunu
- Personelin bilgi eksikliği ve SGK mevzuatına hakim olmaması

Projenin Amacı

- SGK hizmet sözleşmesi ve sağlık bakanlığı denetimlerinde yer alan talimat ve prosedürlerin eksik ya da yanlış yapılmasından dolayı görülebilecek cezai şartların önüne geçilmesi (Talimat ve prosedürlere örnek: Bozuk, zamanı geçmiş ilaç, tıbbi malzeme bulundurma cezası 50 000 TL, Sağlık güvencesi olmayan hastadan ücret talep etme cezası 10 000 TL, Trafik kaza zedelerinden ücret talep etme cezası 10 000 TL)
- Kapasite ve personel eksikliği sorununun giderilmesi ve hasta memnuniyetinin artırılması

Projede Kullanılacak Kaynaklar

- Acil servis polikliniğine başvuran hastaların çocuk yoğunluklu olmasından dolayı acil servise ek çocuk hastalıkları uzmanının alınması, aylık 5 000 TL den yıllık 60 000 TL lik bir maliyet getirecektir.
- Acil servis bölümünün hemşire personel sayısının ikiye yükseltilmesi yıllık 12 000 TL lik bir maliyet getirecektir.
- Acil servis bölümünün fiziki şartlarının iyileştirilmesi teçhizatının yenilenmesi için 20 000 TL lik bir kaynak harcanmalıdır.
- Ambulansın gerekli teknik şartlara uygun hale getirilmesi için 10 000 TL lik bir kaynak harcanmalıdır.
- Personelin eğitilmesiyle mevzuat, talimat ve prosedürlere hakim hale getirilmeleri için 5 000 TL lik eğitim maliyeti gerekmektedir.

- Toplam maliyet 107 000 TL dir. Ek bir işletim masrafının olacağı beklenmemektedir.

Projenin Engelleri ve Kısıtları

- 100 000 TL üzeri bütçe ayrılan projelerde üst yönetimin onayına sunulması ve bütçe kısıtı nedeni ile uygulamaya konulması zordur.
- SGK mevzuatına göre, tıp merkezinde bir sene boyunca acil servisten kuruma faturalanan hasta sayısının yıllık poliklinik hasta sayısına oranının %30 'u geçmemesi gerekmektedir. Geçtiği takdirde SGK tarafından karşılanmamaktadır.
- SGK hastalarının, tedavileri için kullanılan sarf malzemelerin ücreti alınmamaktadır.
- Acil servis polikliniğinde SGK katılım payı alınmamaktadır (6,5- 8,5 TL)

Yukarıdaki yazılan kısıtlar göz önüne alınarak yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda, bu projenin başarılı olma olasılığı % 85 dir.

Projenin Kazançları

- Projenin uygulanmasıyla hasta memnuniyetinin artırılması ve bunun sonucunda da tıp Merkezinin karlılığını % 10 oranında artırması öngörülmüştür. Yıllık kazancının ortalama 36 000 TL olacağı hesaplanmıştır.
- Oluşabilecek cezai durumlardan dolayı görülebilecek zararların giderilmesi sağlanacaktır. Bunun tıp merkezine yıllık ortalama 50 000 TL lik bir tasarruf getireceği öngörülmüştür.
- Toplam kazanç 86 000 TL dir.

Projenin Tamamlanma Süresi

Yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda projenin üç ayda tamamlanması ön görülmüştür. Bu da 0.25 yıla eşittir.

Yukarıdaki veriler denklem 2. 1 de yerine konulursa,

$$PPI = \frac{86000 \times 0.85}{107000 \times 0.25} = 2.73$$

Üçüncü Projenin ismi

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı

Problemin İfadesi

- SGK mevzuatından dolayı kota aşımı sorunu vardır, buna göre her bir uzman hekim ve fizyoterapistin günlük bakabileceği hasta sayısının 16 adet fizik tedavi seansı yada 8 adet rehabilitasyon seansı ile kısıtlı olmasıdır.
- Personel eksikliği sorunu
- Tedavi verilen yerin konforsuz ve alan olarak yetersiz olması
- Kotanın dolu olması nedeni ile hastalara verilen tedavi başlama sürelerinin (3- 4 ay kadar) çok uzun olması ve hasta memnuniyetinin olumsuz etkilenmesi

Projenin Amacı

Kapasite ve personeli artırarak müşteri memnuniyetini ve merkezin karlılığını arttırmak

Projede Kullanılacak Kaynaklar

- İki fizyoterapist alınması 72 000 TL lik bir maliyet oluşturacaktır.
- Yeni yerin inşaat maliyeti 70 000 TL dir.
- Teçhizat maliyeti 25 000 TL dir.
- Toplam maliyet 167 000 TL dir. Ek bir işletim masrafının olacağı beklenmemektedir.

Projenin Engelleri ve Kısıtları

- Personel uyum problemi
- Açılacak yeni yerin, ruhsatının alınması

Yukarıdaki yazılan kısıtlar göz önüne alınarak yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda, bu projenin başarılı olma olasılığı % 95 dir.

Projenin Kazançları

- İki personelin alınması ile artan kotadan dolayı işletmeye yıllık 200 000 TL kazanç sağlanacaktır.
- Hasta tedavilerinin başlama tarihlerinin kısa zamana verilmesi ve hasta memnuniyetinin artması ile personelin etkin kullanımını sağlanacaktır.

Projenin Tamamlanma Süresi

Yöneticilerle yapılan beyin fırtınaları sonucunda projenin üç ayda tamamlanması ön görülmüştür. Bu da 0.25 yıla eşittir.

Yukarıdaki veriler denklem 2. 1 de yerine konulursa,

$$PPI = \frac{200000 \times 0.95}{167000 \times 0.25} = 4.55$$

3.2.2.2. Fizibilite Analizlerinin Hesaplanması

Laboratuar sürecinin projesi, acil servis sürecinin projesi ve fizik tedavi rehabilitasyon sürecinin projesi için fizibilite analizleri sırasıyla tablo 37, tablo 38 ve tablo 39'de hesaplanmıştır. Bu sayede her proje için ağırlıklandırılmış proje puanları hesap edilmiştir. Tablolarda kullanılan nicel veriler, işletmedeki yöneticilerle yapılan beyin fırtınası sonucu elde edilmiştir.

Tablo 37: Laboratuvar Süreci Projesinin Fizibilite Analizi

Projenin Adı: Laboratuvarda Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi	Proje No: 1
Kara Kuşak:	Uzman Kara Kuşak:
Ağırlıklandırılmış Proje Puanı: 6.48	Değerlendirme Tarihi:

Kriter	Puan	Ağırlık	Ağırlıklandırılmış Puan
1.Sponsorluk	9	0.23	2.07
2.Kazançlar 2.1.Dış Müşteriler: 2.1.1. Müşteri Tatmini 2.1.2. Kalite İyileştirme (CTQ) 2.2. Paydaşlar 2.2.1. Finansal Getiriler 2.2.2. Çevrim Süresini Kısaltma 2.2.3. Gelirlerin Artırılması 2.3.İç Müşteriler: 2.3.1.Çalışanların Memnuniyeti 2.4.Diğerleri(tedarikçi,çevre... vb.)	Genel kazanç puanı 3	0.19	0.57
3.Takım dışındaki kaynakların uygunluğu	9	0.16	1.44
4.Kara kuşağın mesaisiyle ilgili kapsam	3	0.12	0.36
5.Çıktı	9	0.09	0.81
6.Tamamlanma zamanı	3	0.09	0.27
7.Takım Üyeliği	9	0.07	0.63
8.Proje Beyanı	9	0.03	0.27
9.Altı sigma yaklaşımının değeri	3	0.02	0.06
TOPLAM		1.00	6.48

Tablo 38: Acil Servis Süreci Projesi için Fizibilite Analizi

Projenin Adı: Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi	Proje No: 2
Kara Kuşak:	Uzman Kara Kuşak:
Ağırlıklandırılmış Proje Puanı: 5.20	Değerlendirme Tarihi:

Kriter	Puan	Ağırlık	Ağırlıklandırılmış Puan
1.Sponsorluk	9	0.23	2.07
2.Kazançlar 2.1.Dış Müşteriler: 2.1.1. Müşteri Tatmini 2.1.2. Kalite İyileştirme (CTQ) 2.2. Paydaşlar 2.2.1. Finansal Getiriler 2.2.2. Çevrim Süresini Kısaltma 2.2.3. Gelirlerin Artırılması 2.3.İç Müşteriler: 2.3.1.Çalışanların Memnuniyeti 2.4.Diğerleri(tedarikçi,çevre... vb.)	Genel kazanç puanı 3	0.19	0.57
3.Takım dışındaki kaynakların uygunluğu	9	0.16	1.44
4.Kara kuşağın mesaisiyle ilgili kapsam	3	0.12	0.36
5.Çıktı	3	0.09	0.27
6.Tamamlanma zamanı	3	0.09	0.27
7.Takım Üyeliği	1	0.07	0.07
8.Proje Beyanı	3	0.03	0.09
9.Altı sigma yaklaşımının değeri	3	0.02	0.06
TOPLAM		1.00	5.20

Tablo 39: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci Projesi için Fizibilite Analizi

Projenin Adı: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı	Proje No: 3
Kara Kuşak:	Uzman Kara Kuşak:
Ağırlıklandırılmış Proje Puanı: 6.60	Değerlendirme Tarihi:

Kriter	Puan	Ağırlık	Ağırlıklandırılmış Puan
1.Sponsorluk	9	0.23	2.07
2.Kazançlar 2.1.Dış Müşteriler: 2.1.1. Müşteri Tatmini 2.1.2. Kalite İyileştirme (CTQ) 2.2. Paydaşlar 2.2.1. Finansal Getiriler 2.2.2. Çevrim Süresini Kısaltma 2.2.3. Gelirlerin Artırılması 2.3.İç Müşteriler: 2.3.1.Çalışanların Memnuniyeti 2.4.Diğerleri(tedarikçi,çevre... vb.)	Genel kazanç puanı 3	0.19	0.57
3.Takım dışındaki kaynakların uygunluğu	9	0.16	1.44
4.Kara kuşağın mesaisiyle ilgili kapsam	3	0.12	0.36
5.Çıktı	9	0.09	0.81
6.Tamamlanma zamanı	9	0.09	0.81
7.Takım Üyeliği	3	0.07	0.21
8.Proje Beyanı	9	0.03	0.27
9.Altı sigma yaklaşımının değeri	3	0.02	0.06
TOPLAM		1.00	6.60

3.2.2.3. Projeler İçin Yatırımın Geri Dönüş Oranlarının Hesabı

İncelediğimiz 3 adet proje için yatırımın 1 yıl sonundaki geri dönüşüm oranı, verilerin 2. 3 deki denklemde yerine konmasıyla her bir proje için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 40: Laboratuvar Süreci Projesinin ROI Hesabı

Projenin Adı	Laboratuvar Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi
Yıllık Kazanç Fırsatının Boyutu	32 000 TL
Projenin Tahmini Maliyeti	31 600 TL
Projenin Tamamlanma Süresi	3 AY
Yatırımın İlk Yılda Geri Dönüşüm Oranı	$(32\ 000 / 31\ 600) \times 100 = \% \mathbf{101}$

Tablo 41: Acil Servis Süreci Projesinin ROI Hesabı

Projenin Adı	Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi
Yıllık Kazanç Fırsatının Boyutu	86 000 TL
Projenin Tahmini Maliyeti	107 000 TL
Projenin Tamamlanma Süresi	3 AY
Yatırımın İlk Yılda Geri Dönüşüm Oranı	$(86\ 000 / 107\ 000) \times 100 = \% \mathbf{80.4}$

Tablo 42: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Süreci Projesinin ROI Hesabı

Projenin Adı	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı
Yıllık Kazanç Fırsatının Boyutu	200 000 TL
Projenin Tahmini Maliyeti	167 000 TL
Projenin Tamamlanma Süresi	3 AY
Yatırımın İlk Yılda Geri Dönüşüm Oranı	$(200\ 000 / 167\ 000) \times 100 = \% \mathbf{120}$

3.2.2.4. Ölçme Aşamasının Değerlendirilmesi

Ölçme aşamasında, seçilen 3 kritik alt süreçte uygulanacak projeler 3 ayrı kriter kullanılarak değerlendirilmiştir. Ölçme aşamasında bulunan veriler sayesinde projeler bir sıraya konur ve en uygun proje seçilir. Tablo 43’de bütün veriler bir arada görülmektedir.

Tablo 43: Proje Değerlendirme Özeti

Projenin Adı	PPI Değerleri	Ağırlıklandırılmış Proje Puanları	ROI Oranları	Yorum
Laboratuarda Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi	3.65	6.48	101	İkinci
Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi	2.73	5.20	80.4	Üçüncü
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı	4.55	6.60	120	Birinci

Tablo 43’deki verilerden de açıkça görüldüğü gibi işletmenin büyüme stratejine göre ilk önce uygulanılacak olan proje, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı adlı projedir. Çünkü Pareto Öncelik İndeksi, Yatırımın Geri Dönüş Oranı ve Ağırlıklandırılmış Proje puanı en yüksek olan bu projedir. Ağırlıklandırılmış proje puanlarının ve PPI’ların birbirine yakın olduğu veya bir kriterde yüksek, diğer bir kriterde düşük değerler alan projeler için sponsorun yorumuna danışılır. Sponsorun istediği projeyi seçme yetkisi vardır.

3.2.3. Seçilen Projenin Uygulanması

Bu çalışmanın sonuçları şirket yöneticileri tarafından beğenilmiş ve uygulamaya değer bulunmuştur. İyileştirilmesine karar verilen fizik tedavi ve rehabilitasyon süreci için dört ay boyunca gerekli iyileştirmeler yapılmıştır. Daha sonra iyileştirmeler yapılan fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğinden hizmet almış 100 hasta ile, 5'li Likert ölçeğiyle hazırlanmış tablo 43'deki anket çalışması yapılarak bu sürecin kısa dönem sigma değeri hesaplanmıştır. Ankette 100 hastaya, 22 tane soruya katılıp katılmadıkları yüz yüze sorulmuştur. Likert ölçeği, 1.Kesinlikle Katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3. Orta Derecede Katılıyorum, 4. Katılıyorum, 5. Kesinlikle Katılıyorum, şeklinde derecelendirilmiştir. Ankette sorulara 1. Kesinlikle Katılmıyorum ve 2. Katılmıyorum cevabını veren hastalar memnuniyetsiz (hata) olarak kabul edilmiştir. Tablo 44'te iyileştirme projesinin önce ve sonrasında, fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğinden hizmet alan 100 hasta için tespit edilen memnuniyetsiz hasta sayıları gösterilmiştir.

Tablo 44: İyileştirme Projesinden Önce ve Sonraki Memnuniyetsiz Hasta Sayıları

CTQ	İyileştirme Projesinden Önce Fizik Tedavi Süreci için Memnuniyetsiz Hasta Sayıları	İyileştirme Projesinden Sonra Fizik Tedavi Süreci için Memnuniyetsiz Hasta Sayıları
1. Poliklinikteki havalandırma sistemi iyidir.	4	2
2. Poliklinik modern bir görünüme sahiptir.	5	2
3. Poliklinik ısı bakımından konforludur.	1	1
4. Sağlık hizmeti için kullanılan araç gereçler yeni ve temizdir.	3	1
5. Yeterli sayıda danışma elemanı ve doktor vardır.	41	27
6. Hasta kabulde bekleme süresi makuldür.	13	9

7. Test sonuçları için bekleme süresi makuldür.	7	6
8. Muayene için bekleme süresi makuldür.	8	8
9. Çalışanlar temiz ve düzgün görünüşlüdür.	0	1
10. Hemşireler güler yüzlü ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	0	1
11. Danışma personeli güler yüzlü, ilgili ve hastaya yeterince zaman ayırır.	5	4
12. Çalışanlar hastanın bir sorunu olduğu zaman, sorunu çözmek için samimi ilgi gösterir	9	7
13. Doktorlar güler yüzlü ve ilgilidir.	21	19
14. Doktorlar hastayı dinler ve hastaya yeterince zaman ayırır.	24	21
15. Doktorlar konularında uzman ve tecrübelidir.	18	16
16. Doktorlar uygulayacağı tedavi hakkında hastayı bilgilendirir.	19	20
17. Doktorlar tıbbi müdahaleleri doğru tutum doğrultusunda yaparlar.	11	12
18. Tıbbi raporlar her zaman doğrudur	3	2
19. Kullandığı tıbbi donanım ve teknoloji yeterlidir.	20	16
20. Bilgi akışı doğru işler ve sistemli bir hizmet prosedürü vardır	11	10
21. Sağlık hizmetinin fiyatı uygundur.	25	24
22. İyi bir itibarı vardır.	18	12
TOPLAM	266	221

Tablo 44'te iyileştirmenin yapıldığı fizik tedavi ve rehabilitasyon alt sürecinde, iyileştirme projesinin uygulanmasından sonra toplam hata sayısının 221 olduğu bulunmuştur. Yeni alt sürecin DPMO değeri, toplam hata sayısının, hasta sayısı ile soru sayısının çarpımıyla bulunan sayıya bölünmesiyle aşağıdaki gibi bulunur.

$$DPMO = \frac{221}{100 \times 22} \times 1000000 = 100455$$

Bu değer için Ek-1 deki tablodan bakılarak, yeni fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğinin kısa dönem sigma değeri $\sigma_{ST} = 2.78$ olduğu bulunmuştur. İyileştirme öncesi $\sigma_{ST} = 2.67$ olan sigma değerinde yükselme olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Edwards Deming Japonlara danışmanlık yaparak TKY nin bu ülkede benimsenip yayılmasını sağlamıştır. Japonların Amerika'daki Quasar firmasında yaptıkları uygulamalarla, istatistiksel süreç kontrol tekniklerinin önemini kavrayan Amerikalılar, Motorola firmasının öncülüğünde süreçlerdeki varyasyonları kontrol ederek ve süreçleri iyileştirerek Altı Sigma metodolojisini ortaya çıkarmışlardır. Amerikalı firmaların uygulamasıyla Amerika kıtasında yayılan Altı Sigma, daha sonra Avrupalı firmaların dikkatini çekmiş ve Avrupalı firmalar tarafından da uygulanmaya başlanmıştır. Son 10- 15 yıldır ülkemizde Arçelik, Borusan, Bosch ve Delphi gibi kurumsal firmaların üretim süreçlerinde kullanılmaktadır.

Yapılan literatür araştırmalarında Türkiye'de hizmet sektöründe ve özellikle hastanelerde Altı Sigma'nın uygulanmadığı görülmüştür. Bunun yanında Altı Sigma'nın temellerini oluşturan süreç yönetim uygulamalarının devlet hastanelerinde uygulandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'de bazı özel ve kamu hastaneleri süreç yönetimi tabanlı ISO belgelerine sahiptir. Sonuç olarak hastaneler Altı Sigma uygulamalarına geçmeye hazır hale gelmektedirler.

Bu çalışmada iki sene önce süreç yönetimine geçen ve Altı Sigma çalışmalarına başlayan bir hastanede uygulama yapılmıştır. Literatür araştırmalarında, hizmet sektöründe DPMO'nun hesaplanmasındaki güçlükten dolayı, Altı Sigma'nın uygulanmasını anlatan çok az sayıda yayın olduğu görülmüştür. Şekil 2 üretim sektörü için gösterilmiştir ve spesifikasyon limitlerinin dışında kalan alanları kabul edilemez bölge olarak adlandırmaktadır. Hastanelerde ise doktor muayenesinin üst ve alt spesifikasyon sınırlarının 15 ile 20 dakika arasında olmasını kabul ettiğimiz zaman, 25 dakikada muayene olan bir hastanın memnuniyetsiz olduğu düşünülemez. Uygulamadaki bu güçlüğü aşabilmek için, ilk önce hastaların belirlediği CTQ'lar tanımlanmış ve daha sonra 5'li Likert ölçeğiyle hazırlanan anket çalışması seçilen örneklem grubu üzerinde uygulanmıştır. Memnuniyetsiz hasta sayıları hata olarak kabul edildiği için DPMO ve Altı Sigma seviyeleri hesaplanmıştır.

Süreç yönetimi tabanlı organizasyonların kurulmasıyla, birçok ana sürecin, alt sürecin ve destek süreçlerin bulunduğu görülmektedir. Bu süreçlerden hangilerinin seçilip iyileştirilmesi gerektiği ve elde bulunan projelerden hangilerinin öncelikli olarak uygulanacağı, firmanın rekabet gücünü arttırıp ayakta kalabilmesi için hayati öneme sahiptir. Firmadaki paydaşların bu sorulara sezgilerinin yerine verileri kullanarak bilimsel cevaplar vermeleri gerekmektedir. Bu çalışmada hangi süreçlerin seçilip, hangi projelerin uygulanması gerektiği konusunda bilimsel yöntemler anlatılmış ve uygulanmıştır. Bu bilgiler gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalara ve stratejik kararlar alması gereken yöneticilere ışık tutacaktır.

Proje seçimi ve onayı, Altı Sigma yaklaşımının ilk adımını oluşturmaktadır. Yanlış seçilen bir proje bütün kaynakların israf olmasına ve en önemlisi Altı Sigma kültürünün şirket tarafından benimsenmesine engel olacaktır. Doğru seçilmiş bir projeye şirketteki paydaşların (iç ve dış müşteriler, hissedarlar) memnuniyeti arttırılacak, şirketin karı yükselecek ve bu sayede Altı Sigma yaklaşımının bir kültür olarak yerleşmesi sağlanacaktır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde, Altı Sigmanın teorik bilgileri anlatılmıştır. Altı Sigmanın tanımı, faydaları ve ilkelerinden sonra, iyileştirme planının (DMAIC)

tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamaları anlatılmıştır. Bu aşamalardaki istasyonlar tanımlanmış ve kullanılan bazı teknikler açıklanmıştır. Bölümün sonunda, Altı Sigma organizasyonunun yapısı anlatılmıştır. Organizasyon yapısında, liderlik konseyi, yönetim temsilcisi, sponsor, uzman kara kuşak, kara kuşak ve yeşil kuşağın görev tanımlarıyla sorumlulukları açıklanmıştır.

İkinci bölümde, proje kavramı açıklandıktan sonra proje seçim yöntemlerinden bazıları olan pareto öncelik indeksi (PPI), fizibilite analizi, yatırımın geri dönüş oranı ve kalite fonksiyon yayılımını kullanarak projelerin seçimini sağlayan dört tekniğin teorik bilgileri anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, tezin teorik kısmında açıklanan bilgiler özel bir hastanede uygulanmıştır. Hastanedeki süreçlerin kısa dönem sigma değerleri hesap edilmiş ve uygulanacak olan iyileştirme projelerine, pareto öncelik indeksiyle projelerin seçimi, yatırımın geri dönüş oranını bularak projelerin seçimi ve fizibilite analizi yaparak projelerin seçimi yöntemleri uygulanarak, işletmede iyileştirme yapılacak proje seçilmiştir.

Uygulamanın birinci kısmında işletme ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve ikinci kısmında uygulamanın yol haritası anlatılmıştır. Uygulama proje seçimi ile sınırlı olduğu için Altı Sigmanın iyileştirme planı olan DMAIC döngüsünden, sadece tanımlama ve ölçme aşamaları değerlendirilmiştir. Tanımlama aşamasında ilk olarak, ana sürecin yüksek seviyede haritalandırılması (SIPOC) tanımlanmıştır. Mevcut kaynakların daha verimli kullanılması için iyileştirilmesi yapılacak üç tane kritik alt sürecin tanımlanmasına karar verilmiştir. Bunun için hastaneye bir gün içinde gelen hastaların hangi polikliniklerden hizmet aldıklarını gösteren, tablo 33'deki frekans dağılımlarına bakılmıştır. En yüksek frekans acil servis polikliniğinde olduğu için acil servis alt süreci, hastanedeki bütün polikliniklerin kullandığı hasta kapasitesi en yoğun olan laboratuvar alt süreci ve son olarak mevcut hastalara yeterli hizmeti veremeyen fizik tedavi ve rehabilitasyon alt süreci kritik alt süreçler olarak tanımlanmıştır. Firma yetkilileriyle yapılan beyin fırtınaları ve seçilen 30 kişilik bir hasta grubuna bir hastaneden ne bekledikleri ve hizmetin neleri kapsamaması gerektiği yüz yüze sorularak, hastane için kritik kalite karakteristikleri (CTQ) tanımlanmıştır.

Daha sonra müşteri memnuniyetsizliğinin ana nedenleri ve bunların alt nedenlerinin tanımlamasına yönelik olarak balık kılıçığı diyagramı çizilmiştir.

Tanımlama aşamasının son kısmında, ana sürecin kısa dönem sigma değeri ile kritik alt süreçlerin kısa dönem sigma değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bunun için hastaneden hizmet almış hastalardan, tesadüfen seçilmiş üç tane 100 kişilik ve bir tane 400 kişilik olmak üzere 4 tane hasta grubuyla, yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket beşli Likert ölçeğiyle hazırlanmış ve hastaların her bir CTQ'ya katılıp- katılmadıkları sorulmuştur. Likert ölçeği, 1. Kesinlikle Katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3. Orta Derecede Katılıyorum, 4. Katılıyorum, 5. Kesinlikle Katılıyorum, şeklinde derecelendirilmiştir. Ankette sorulara 1. Kesinlikle Katılmıyorum ve 2. Katılmıyorum cevabını veren hastalar memnuniyetsiz (hata) olarak kabul edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda ana sürecin kısa dönem sigma seviyesinin $\sigma_{ST} = 2.77$ olduğu hesaplanmıştır. Aynı şekilde yapılan hesaplamalarda, laboratuvar alt sürecinde, acil alt sürecinde ve fizik tedavi rehabilitasyon alt sürecinde kısa dönem sigma değerleri sırasıyla 2.73, 2.69 ve 2.67 bulunmuştur.

Hastanede kaliteyi arttırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak için bir yıl önce, Altı Sigma metodolojisini uygulayan bir danışmanla çalışıldığı ve bunun sonucunda alt süreçler için kısa dönem sigma değerlerinin hesaplandığı hastane yöneticileri tarafından ifade edilmiştir. Eski değerler ve yeni değerlerden yararlanılarak tablo 36 oluşturulmuştur. Tablo 36'da açıkça görüldüğü gibi, bir yıl önceki kısa dönem sigma değerleri 3'ün üstündeyken, artan müşteri memnuniyetsizliği sonucunda bu değerler 3'ün altına inmiştir. Tablo 8'de belirtildiği gibi sigma seviyesinin 2 civarında olması işletmeye çok büyük bir kalitesizlik maliyeti getirmektedir. Hastane yetkilileriyle yapılan toplantılarda 2 Sigma seviyesindeki kuruluşların rekabet edici olmadıkları ve eğer durumlarını değiştirmezlerse kötü durumlara düşebilecekleri belirtilmiştir. Hastane üst yönetimiyle yapılan toplantıda bu durum anlatılmış ve tezin sonunda iyileştirilmesine karar verilecek alt süreç için uygulanacak olan projeye en kısa sürede yatırım yapılmasına karar verilmiştir.

Ölçme aşamasında, seçilen üç alt süreç için uygulanmak istenen, Laboratuarda Stok Kontrolü Sisteminin Geliştirilmesi, Acil Servis Polikliniğinin Çalışma Düzeninin Geliştirilmesi ve Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı Projesi tanımlanmıştır. Şirketin karlılığını, verimliliğini ve müşteri memnuniyetini optimum düzeyde etkileyecek olan projeyi seçmek için, bu üç projenin pareto öncelik indeksleri, fizibilite analizleri ve projelerin yatırımın geri dönüş oranları hesaplanmıştır. Bulunan değerlerin en büyüğünü seçmek üzere sonuçlar büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Bunun için tablo 43 oluşturulmuştur. Tablo 43'den yararlanılarak, uygulanan üç kriter için hesaplanan değerleri en yüksek olan 'Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı' adlı projenin öncelikle uygulanmasına karar verilmiştir.

Proje uygulandıktan sonra fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğinin kısa dönem sigma değeri $\sigma_{ST} = 2.78$ olarak hesap edilmiştir. Eski fizik tedavi ve rehabilitasyon polikliniğinin kısa dönem sigma değeri 2.67 olduğu göz önüne alınırsa, projenin çok kısa bir sürede müşteri memnuniyetini arttırdığı görülmektedir. İyileştirme projesi öncesinde, bu poliklinikte günlük 32 hastaya bakılırken projeden sonra bu sayı alınan 2 fizyoterapist sayesinde 64'e çıkmıştır. Kotanın dolu olması nedeniyle hastalara verilen tedaviye başlama süreleri 3- 4 aydan 1 aydan daha az sürelerle indirilmiştir. Polikliniğin fiziki şartları düzenlenip iyileştirildiği için bekleme süreleri azaltılmış, daha modern ve konforlu ortamda hizmet verilmesi sağlanmış bunun sonucunda da iç ve dış müşterilerin memnuniyeti arttırılmıştır. Finansal olarak, iyileştirme projeden sonra hizmet verilen hasta sayısının 2 katına çıkmasıyla, polikliniğin gelirleri %100 artmıştır. Sonuç olarak projemiz amacına ulaşmış ve müşteri memnuniyeti ile şirketin karlılığı arttırılmıştır.

Tablo 44 dikkatlice incelendiğinde, kısa dönem sigma değerinin 3 ün üzerine çıkamamasının ana nedeninin, özellikle doktorların ve diğer hastane personelinin hastalarla olan ilişkisinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Hastanın hastaneye gelişiyle başlayan ve reçetesini alarak hastaneyi terk etmesiyle son bulan süreçte hastane personelinin dış görünüş ve davranışlarını düzenlemeleri gerekmektedir. Bunun için uzman bir danışmandan yardım alınarak meslek içi eğitimlere önem verilmesi önerilmiştir. Bu çalışmanın bir sonraki adımı olarak,

- Sağlık sektöründe kapsamlı bir Şekilde yapılacak çalışmalar ile sağlık sektörünün geneline yönelik tüm yönleriyle CTQ'lar belirlenebilir. Bu sayede sağlık sektöründe üzerinde durulması gereken CTQ'lar belirlenmiş olacağından, temel yol gösterici metrikler sayesinde hizmet kalitesinde artışlar sağlanabilir.
- Tablo 43 incelendiğinde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğinin Kapasite ve Kota Artırımı projesi, yapılan tüm hesaplamalarda en yüksek puanı verdiği için seçilen proje olmuştur. Projelerden her biri üç yöntemden ayrı ayrı en yüksek puanları alsaydı durum daha karmaşık bir hal alacaktı. Yapılacak ileri çalışmalar ile bu duruma yönelik çözümler geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Ada, Erhan, Burcu Aracıoğlu ve Yiğit Kazançoğlu, “ **Türk işletmelerinde Verimlilik Artışı için Altı Sigma Yönetim Sistemi Modeli**”, Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 16- 18 Haziran 2004, s. 4.

Akın, Besim, **İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri**, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1996.

Aklin, Erdoğan, Kemal Yıldırım, Mustafa Özer, **İktisada Giriş**, Anadolu Üniversitesi Yayını No:1472, Eskişehir, 2005.

Arçelik, **Altı Sigma Sarıkuşak Eğitimi Notları**, Cilt- 2, Eylül 2004.

Arıcı, Hüsnü, **İstatistik Yöntemler ve Uygulamalar**, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları, Ankara, 1981.

Atmaca, Ediz, Girenes S. şule, Literatür Araştırması: Altı Sigma Metodolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, **İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi**, 2009, Cilt:14, Sayı: 3, s. 111- 126.

Bal, J. , Process analysis tools for process improvement, **The TQM Magazine**, 1998, Vol: 10, Iss: 5, s. 342- 354.

Barutçugil, İsmet, **Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri**, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa, 1984.

Bass, Issa, **Six Sigma Statistics with Excel and Minitab**, The McGraw-Hill Companies, United States of America, 2007.

Baş, Türker, **Altı Sigma**, Kalite Ofisi Yayınları, No: 5, Ankara, şubat 2005.

Bezirci, G. **Hizmet İşletmelerinde Süreç İyileştirme ve Bir Uygulama**, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2006.

Bircan, H. , Gedik, H. , “Tekstil Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Uygulaması Üzerine Bir Deneme”, **C.Ü. İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt: 4, Sayı: 2, 2003, s. 69- 79.

Bonstingl, John Jay, **Schools of quality**. Virginia, United States of America, Corwin Pres Inc. , 1996.

Box, George Edward Felham, Bisgaard S. , The scientific context of quality improvement, **Quality Progress**, Vol: 20, No: 6, June 1987, s. 54- 61.

Bozkurt R. , **Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri**, MPM Yayınları, No:630, 4.Basım, Ankara, 2003.

Brassard, M., Finn, L., Ginn, D. ve Ritter, D. **The Six Sigma Memory Jogger II. A Pocketguide of Tools for Six Sigma Improvement Teams**, 2002, Goal/ QPC, ABD, s. 49.

Breyfogle W. Forrest, Cupello M. James, Meadows Becki, **Managing Six Sigma**, John Wiley & Sons Inc. New York, 2001.

Brue, Greg, Launsby G. Robert, **Design for Six Sigma**, The McGraw-Hill Companies, United States of America, 2003.

Byrne G. , Norris B. , Baldrige Seviyesi Performansını Yönetmek, **Altı Sigma Forum**, Sayı: 2, Yıl: 1, 2005, s. 9- 18.

Burnak, N. , **Toplam kalite yönetimi – istatistiksel süreç kontrolü**, Eskişehir, Tekam Yayınları, 1997.

Can, Nevin, **Altı Sigma Yaklaşımı Kullanılarak Diferansiyel Kovan Üretimi Sürecinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Araştırma**, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

Chambers, John, William Cleveland, Beat Kleiner, ve Paul Tukey, **Graphical Methods for Data Analysis**, Wadsworth International Group, Duxbury Pres. , USA, 1983.

Chan, L. K. , Cheng, S. , W. , Spring, F. , A. ,A New Measure of Process Capability, Cpm, **Journal of Quality Technology**, Vol: 20, No: 3, 1988, s. 162- 175.

Chien, T.K. , Su, C.T. , Using the QFD Concept to Resolve Customer Satisfaction Strategy Decisions, **International Journal of Quality & Reliability Management**, Vol. 20, No. 3, 2003, s. 345- 359.

Choi, B. C. , Owen, D. , D. , A Study Of A New Process Capability Index, **Communication Statistic**, Vol: 19, No: 4, 1990, s. 1231- 1245.

Chowdhury, Subir, **Six Sigma: The Human Side of Management**, Fairfield Country Business Journal, Michigan, 2001, s. 11.

Coronado, Ricardo Banuelas, Jiju Antony, Critical Success Factors for Successful Implementation of Six Sigma Projects in Organizations”, **The TQM Magazine**, Vol:14,No: 2, 2002, s. 92- 99.

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

Çabuk Yıldız, Selman Karayılmazlar, Altı Sigma Yaklaşımı, **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt: 12, Sayı: 17, 2010, s. 93- 99.

Çimen, Seçil, ‘**Servis Ve Yedek Parça Satışı Gerçekleştiren Bir Hizmet İşletmesinin Satış Sürecinde Altı Sigma Metodu Ve Bir Uygulama**’, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008.

Davis, Duane, **Business Research For Decision Making**, Duxbury Pres, USA, 1996.

Devor, R.E. Chang, T. ve Sutherland J.W. , **Statistical Quality Design and Control**. McMillan, USA, 1992.

Doğan, Ü. , **Kalite Yönetimi ve Kontrolü**, İstiklal Matbaası, Türkiye, 1991.

Eckes, George, **Six Sigma Team Dynamics: The Elusive Key To Project Success**, John Wiley & Sons Inc. USA, 2003.

Eckes, George, **Herkes İçin Altı Sigma**, çev. Banu Adıyaman, Kapital Medya Hizmetleri A.Ş. İstanbul, 2005.

Eckes, George, **Six Sigma For Everyone**, John Wiley & Sons, Inc. , New Jersey, 2003.

Efil, İ. , **Yönetimde Kalite Çemberleri Ve Uygulama Örnekleri**. Bursa, Uludağ Üniversitesi Yayınları, 4 üncü baskı, 1997.

Egermayer, F. Pareto Analysis in Incoming Inspection At Vendor, **Eurepan Organization for Quality Control**, Vol: 32, Iss: 2, 1988, s. 16- 22.

Erdoğan Ömer, **İplik Eğirmede Bilgisayar Destekli Proses Kontrol**, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

Floyd, A. , Laurent, C.J. , Gauging: An Underestimated Consideration In The Application of Statistical Process Control, **Quality Engineering**, Vol: 8, No: 1, 1995, s. 13- 29.

Friedlob, George Thomas, Franklin James Plewa, **Understanding Return On Investment**, John Wiley & Sons. Inc. , New York, 1996.

Genç, Suat, **Altı Sigma Klavuzu**, İstanbul Sanayi Odası, İSO Yayın No: 2009/ 29, İstanbul, 2009.

Gijo, E. V. , Rao, T. S. , Six Sigma İmplementation-Hurdles and More Hurdles, **Total Quality Management**, 2005, Vol:16, No: 6, s. 721–725.

Gitlow, S. Howard, Levini M. David, **Six Sigma For Green Belts And Champions**, Prentice Hall, United States of America, 2005.

Gopalakrishnan, P. , **Purchasing and Materials Management**, Tata McGraw- Hill Publishing Company Limited, Delhi, 2006.

Gordon M. Joseph, **Six Sigma Quality for Business & Manufacture**, Elsevier Science B. V. Netherland, 2002.

Gözübatık K. ,**İKK ve Süreç Kontrolündeki Gelişmeler**, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1997.

Gupta, Praveen, **The Six Sigma Prformance Handbook**, The McGraw-Hill Companies, United States of America, 2005.

Gümüsoğlu, Şevkinaz, Hülya H. Tütek, **Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım**, Beta Basım Yayım Dağıtım A. Ş. , İstanbul, Şubat 2008.

Gürsakal, Necmi. **Altı Sigma Müşteri Odaklı Yönetim**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Ekim 2005.

Gürsakal, Nemci, Ayşe Oğuzlar, **Altı Sigma**, Vipaş A.Ş. , Bursa, 2003.

Güzel, Gülten, **Tekstilde Pamuğun Standardizasyonunun Önemi Üzerine Bir Araştırma**, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

Hahn J. Gerald, Hill J. William, Hoerl W. Roger, Zinkgraf A. Stephan, ‘ The Impact of Six Sigma Improvement’, **The American Statistician**, August 1999, Vol 53, No.3, s. 208- 215.

Harry, Mikel J. ,Prem S. Mann, Ofelia C. De Hodgins, Richard L. Hulbert, Christopher J. Lacke, **The Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements**, John Wiley & Sons Inc. , New Jersey, 2010.

Harry, Mikel, Richard Schroeder, **Six Sigma – The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations**, Doubleday, New York, 2000.

Hasdemir, Fırat, **Altı Sigma Tekniğinin Makine Genel Hat Verimliliğine Etkilerinin Araştırılması**, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008.

Hoerl, W. Roger, Six Sigma Black Belts: What Do They Need to Know?, **Journal of Quality Technology**, Canada, Vol. 33, No. 4, October 2001, s. 391- 406.

Hunter, R.P. , **Automated Process Control Systems Concepts and Hardware**, Prentice-Hall Inc., USA, 1987.

Işığışok, Erkan. ,**Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası**, Sigma Center Yönetim Sistemleri, Bursa, Aralık 2005.

Jackson K. Harry ve Normand L. Frigon, **Fulfilling Customer Needs**, John Wiley & Sons. Inc. 1998.

Juran, J.M., Gryna F.M. , **Quality Planning and Analyssis**, Mc- Graw Hill Inc., USA, 1980.

Juran, J. M. , Gryna F. M. , **Quality Planning and Analysis**, 3rd Edition. New York, Mc-Graw Hill Inc. , 1993.

Kane, V. E. , **Process Capability Indices**, Journal of Quality Technology, Vol:18, No:1, 1986, s. 41- 52.

Kansoy, Okşan, Esra Dirgar, Altı Sigma Nedir? , **e-Journal of New World Sciences Academy**, Volume: 4, Number: 1, Article Number: E0002, 2008, s. 14- 23.

Karagöz, İbrahim, **Altı Sigma Yönteminin Orta Ölçekli İşletmelerde Uygulanabilirliğinin Analizi Ve Örnek İşletme Uygulaması**, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

Kartal, M. , **İstatistiksel Proses Kontrolü**, Kariyer Matbaası, Ankara, 1999.

Kavuncubaşı, Şahin, Kısa Adnan, **Sağlık Kurumları Yönetimi**, Anadolu Üniversitesi Yayın No:1469, Eskişehir, 2002.

Köse, Mehmet Sait, **Altı Sigma ve Firmaların Altı Sigma'ya Bakış Açısı: Sivas ve Kayseri ili Örneği**, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.

Kumar, Dhirendra. **Six Sigma Best Practices: A Guide To Business Process Excellence For Diverse Industries**, J. Ross Publishing, USA, 2006.

Küçük, Orhan, **Standardizasyon ve Kalite**, Seçkin Yayınevi, Ankara, 2004.

Lagrosen, Y. , Lagrosen S. **The Effects of Quality Management a Survey of Swedish Quality Professionals**, International Journal of Operations and Production Management, 2000, Vol: 25, Iss: 10, s. 940- 952.

Lester, R. H. , Enrick, N. L. ve Mottley, H. E. , **Quality Control For Profit**, Marcel Dekker Inc. , USA, 1992.

Maleyeff, John, Kaminsky Frank C. , Six Sigma and Introductory Statistics Education, **Education & Training**, Volume 44, 2002, s. 82- 89.

Melloy, B. J. , Chandra, M. J. , **Consequences of Using the C_{pk} Index to Estimate the Proportion of non-conforming Items**, International Journal of Production Research, Vol: 30, No: 10, 1992, s. 2253- 2263.

Met, L. Ömer, **Toplam Kalite ve Stratejik Yönetimde Yeni Eğilimler**, Gazi Kitabevi, Ankara, Ocak 2007.

Michael, George L. , **Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions**, McGraw-Hill, New York, 2003.

Misra, Krishna B. , **Handbook of Performability Engineering**, Springer-Verlag London Limited, 2008.

Monks, Joseph G. , **Schaum's Outline of Theory and Problems of Operations Management**, McGraw-Hill Inc. , USA, 1996.

Munro, Roderick A. ,Matthew J. Maio, Mohamed B. Nawaz, Govindarajan Ramu, Daniel J. Zrymiak, **The Certified Six Sigma Green Belt Handbook**, ASQ, Quality Pres, USA, 2007.

Noori, H. , Padford, R. , **Production and Operations Management**, McGraw-Hill Inc., USA, 1995.

Odabaşı, Yavuz, **Girişimcilik**, Anadolu Üniversitesi Yayını No: 1567, Eskişehir, 2005.

Özcan, Selami, İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayinde Bir Uygulama, **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 2, Sayı 2, 2001, s. 151- 174.

Özdemir, Ali, **Yönetim Biliminde İleri Araştırma Yöntemleri Ve Uygulamalar**, Beta Basım A.Ş. İstanbul, 2008.

Özgül, Nilgün, Tekstilde Standardizasyon ve Önemi, **Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi**, Ege Üniversitesi, Cilt:11, Sayı: 1, 2001, s.190- 198.

Özveri, Onur, **Ölçüm Sistemleri ve Süreç Yeterlilik Analizi Tekniklerinin İşletmelerde Uygulanması Üzerine Bir Araştırma**, Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Doktora Tezi, 2001.

Özveri, Onur ve Tuğba Karpat Türksever, Kalite Fonksiyon Yayılımının (KFY) Dekoratif Cam Üretimine Uygulanması, **Dokuz Eylül Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 2006, Cilt: 8, Sayı: 4, 2006, s. 234- 246.

Pande S. Peter, Neuman P. Robert, Cavanagh R. Roland, **The Six Sigma Way**, McGraw Hill, New York,2000.

Pande S. Peter, Neuman P. Robert, Cavanagh R. Roland, **The Six Sigma Way Team Fieldbook**, McGraw Hill, New York, 2002.

Pande S. Peter, Neuman P. Robert, Cavanagh R. Roland, **Six Sigma Yolu**, Çev. , Nafiz Güder, Güneş Tokcan 1.Basım. İstanbul, Klan Yayınları, 2003.

Patır, Sait, Kalite Anlayışında Altı Sigma Yaklaşımı, **Eletronik Sosyal Bilimler Dergisi**, Bahar-2008, Cilt: 7, Sayı: 24, s. 63- 83.

Pries, Kim H. , **Six Sigma For The Next Millennium: a CSSBB Guidebook**, ASQ, Quality Pres, USA, 2006.

Polat, Akın, Birol Cömert ve Tümer Arıtürk. **Altı Sigma Vizyonu**, Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara, 2005.

Polat, Akın, Birol Cömert ve Tümer Arıtürk. **Altı Sigma Nedir?** , Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara, 2003.

Pyzdek, Thomas, **The Six Sigma Project Planner**, The McGraw- Hill Companies, United States of America, 2003.

Pyzdek, Thomas, **The Six Sigma Handbook**, The McGraw-Hill Companies, United States of America, 2003.

Pyzdek, Thomas, **Pyzdek's Guide to Statistical Process Control, Application and Special Topics**, ASQS Publish, USA, 1992.

Rath & Strong Management Consultants, **Six Sigma Pocket Guide**, Lexington, Massachuesetts, 2003.

Revelle J. B. , **Manufacturing Handbook of Best Practices An Innovation, Productivity and Quality Focus**, CRC Press LLC, Danver, USA, 2001.

Sabancı Holding, **Altı Sigma Yeşil Kuşak Eğitim Notları**, Sabancı Holding Kurumsal Yönetim Platformu, İstanbul, 2007.

Sekaran, Uma, **Research Methods for Business, A Skil Building Approach**, Second Ed. , John Wiley & Song Inc. 1992.

Scholtes, R. Peter, Brian L. Joiner ve Barbara J. Streibel, **The Team Handbook**, Oriel Incorporated, USA, 2003.

Shankar Rama, **Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide**, ASQ, Quality Pres, Milwaukee, USA, 2009.

Sehwail Loay, De Yong Camille, Six Sigma in Health Care, **MCB University Press International Journal of Health Care Quality Assurance Incorporating Leadership in Health Services**, Vol: 16, Iss:3, 2003, s. 1- 12.

Sleeper, Andrew D. , **Design for Six Sigma Statistics; 59 Tools for Diagnosing and Solving Problems in DFSS Initiatives**, The McGraw-Hill Companies, Inc. , United States of America, 2006.

Sofyalıoğlu, ığdem, Bulanık Analitik Hiyerarsi Süreci ile Uygun Altı Sigma Metodolojisinin Seçimi, **Yönetim ve Ekonomi Dergisi**, Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Manisa, Cilt:16, Sayı:2, 2009, s. 1- 17.

Stolovitch, Harold D. , James A. Pershing, Erica J. Keeps, **Handbook of human performance technology: principles, practices, and potential**, John Wiley&Sons Inc. , Pfeiffer, San Francisco, 2006.

Su, Chao-Ton, Chia-Jen Chou, A Systematic Methodology for the Creation of Six Sigma Projects: A Case Study of Semiconductor Foundry, **Expert Systems with Applications**, Vol: 34, Iss: 4, 2007, s. 2693- 2703.

Taha, H. A. , **Operations Research, Development of Industrial Engineering**, University of Arkansas, Macmillan Publishing co. Inc. , New York, 1976.

Tannock, J. D. T. , Choise of Inspection Strategy Using Quality Simulation, **International Journal of Quality and Reliability Management**, Vol:12, No:5, 1995, s. 75- 84.

Taylor,W.A. , **Optimization and Variation Reduction in Quality**, McGraw-Hill, Inc., USA, 1991.

Taylor, M. Gerald, **Lean Six Sigma Service Excellence**, The Performance Management Group I.L.C. , Florida, 2009.

Tong, L. I. , Chen, J. P. , Lower Confidence Limits of Process Capability Indices for Non-Normal Process Distributions, **International Journal of Quality and Reliability Management**, Vol:15, No:8/9, 1998, s. 907- 919.

Torog, James, The Whree and Y: A 1-2 Model for Project Success, **Quality Progress**, April 2004, Vol: 37, No:4, s. 42- 51.

TSE, **TS EN ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi – Şartlar**, Türk Standatları Enstitüsü, Ankara, 2001.

Turan Hamit Aykut, Şenkayas Hüseyin ve Başaloğlu Canan, Altı Sigma'nın Kobi'lerde Farkındalılığı, Ayırt Edici Faktörler Ve Uygulama Karakteristikleri, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt: X, Sayı: II, 2008, s.57- 78.

Wadsworth, H. M. , Spephens, K. S. ve Godfrey, A. B. , **Modern Methods For Quality Control And Improvement**, John Wiley and Sons, Singapore, 1986.

Williams, M. A. , Bertels, T. , Dershin, H. **Six Sigma Pocket Guide**. (12.edition) Massachusetts: Rath&Strong Management Constultants, 2004.

Wilson, Mario Perez, **Six Sigma Understanding the Concept, Implication and Challenges**, Advanced System Consultants, New York, 1999.

Yavuz, Elif “**Altı Sigma Yöntemi ve Uzaktan Eğitimde Bir Uygulama**”, Sakarya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Sakarya 2005.

Yükçü, Süleyman, **M.S.U.G.T.' ne Göre Kalite Maliyetlerinin Muhasebeleştirilmesi**, (Kalite Muhasebesi), Anadolu Matbaacılık, İzmir, 1999.

Yüzer, Ali Fuat, **İstatistik**, Anadolu Üniversitesi Yayını, No: 1448, Açıköğretim Fakültesi, Eskişehir, Eylül 2006.

İNTERNET KAYNAKLARI

Pyzdek, Thomas, What is a Black Belt? Who are they and what do they do? , **Quality Digest**, February 2000, <http://www.sixsigmatraining.org/PDF/2000-02.pdf> (21.10.2010).

Işığışok, Erkan, **Mükemmelliğe Giden Yolda Altı Sigma TÖAİK (DMAIC) Modeli**, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Mayıs 2007, <http://web.inonu.edu.tr/~eisemp8/bildiri-pdf/isigicok.pdf> (15.01.2011)

Togay, M. Alper, Can Demir, Elvan B. Menteşe, H. Ülker Duman, **6 Sigma Tekniklerinin Kullanımı İle Yüksek Basınç Alüminyum Dökümde Porozite Sakatının Azaltılması**, http://www.componenta.com/UserFiles/componenta/File/PDF/4%20D%C3%B6k%C3%BCm%20Kongresi_Tebliğ_6%20Sigma%20tekniklerinin%20kullanimi.pdf (16.01.2011)

Wyper Bill, Harrison Alan, **Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: A Case Study**, <http://www.citehr.com/16983-six-sigma-methodology-hr-function-case-study.html> (21.02.2011)

<http://www.sixsigmaspc.com/dictionary/DO-defectopportunity.html> (11.06.2010)

www.spac.com.tr (11.06.2010)

<http://www.procen.com.tr/altisigma5.htm> (24.06.2010)

<http://www.uyurgezer.net/six-sigma-nedir-kullanim-alanlari-felsefesiilkeleri-t92025.html?s=f7d5940a7084675e7e7c97bcf1157bd7&> (28.06.2010)

<http://office.microsoft.com/tr-tr/excel-help/HA001034607.aspx> (17.08.2010)

http://www.merasimsek.com/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=43 (18.08.2010)

http://en.wikipedia.org/wiki/Run_chart (19.08.2010)

<http://www.ikademi.com/orgutsel-davranis/449-surec-analizi.html> (19.08.2010)

<http://www.izoagra.com/download/sigma.pdf> (27.09.2010)

<http://www.alialtugkoca.com/arsiv/taguchitaguciyaklasimiyla-deney-tasarimi/>
(28.09.2010)

http://www.slidefinder.net/d/deney_tasar%C4%B1m%C4%B1_nedir/13968124
(28.09.2010)

<http://www.serki.com/index.php?bolumsec=terimler&id=8r98ra> (28.09.2010)

<http://www.bucosev.com/istefirsat/egitimsunumlari/kalite/6.pdf> (30.09.2010)

<http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o18s3.pdf> (05.10.2010)

<http://www.procen.com.tr/altisigma4.htm> (18.10.2010)

<http://isletmemuhendisi.blogspot.com/2007/03/ynetim-ve-organizasyon.html>
(20.10.2010)

<http://muratsevgi.blogspot.com/2007/01/yatirim-projelerinde-roi-nin.html>
(29.12.2010)

EKLER

EK- 1 Süreç Performans İndeksi ve Sigma Dönüşüm Tablosu

Süreç Performans İndexi (Cpk)	Kısa Dönem Süreç Sigması	Uzun Dönem Süreç Sigması	Verim	DPMO	100,000 Olasılık Başına Düşen Hata	10,000 Olasılık Başına Düşen Hata	1,000 Olasılık Başına Düşen Hata	100 Olasılık Başına Düşen Hata
2	6	4.5	99.99966	3	0.34	0.034	0.0034	0.00034
1.97	5.9	4.4	99.99946	5	0.54	0.054	0.0054	0.00054
1.93	5.8	4.3	99.99915	9	0.85	0.085	0.0085	0.00085
1.9	5.7	4.2	99.9987	13	1.34	0.134	0.0134	0.00134
1.87	5.6	4.1	99.9979	21	2.1	0.207	0.021	0.0021
1.83	5.5	4	99.9968	32	3.2	0.32	0.032	0.0032
1.8	5.4	3.9	99.995	48	4.8	0.48	0.048	0.0048
1.77	5.3	3.8	99.993	72	7.2	0.72	0.072	0.0072
1.73	5.2	3.7	99.989	108	10.8	0.08	0.11	0.011
1.7	5.1	3.6	99.984	159	15.9	1.6	0.16	0.016
1.67	5	3.5	99.98	233	23.3	2.3	0.23	0.023
1.63	4.9	3.4	99.97	337	33.7	3.4	0.34	0.034
1.6	4.8	3.3	99.95	483	48.3	4.8	0.48	0.048
1.57	4.7	3.2	99.93	687	68.7	6.9	0.69	0.069
1.53	4.6	3.1	99.90	968	97	10	0.97	0.097
1.5	4.5	3	99.87	1,350	135	13	1.3	0.13
1.47	4.4	2.9	99.81	1,866	187	19	1.9	0.19
1.43	4.3	2.8	99.74	2,555	256	26	2.6	0.26
1.4	4.2	2.7	99.65	3,467	347	35	3.5	0.35
1.37	4.1	2.6	99.5	4,661	466	47	4.7	0.47
1.33	4	2.5	99.4	6,210	621	62	6.2	0.62
1.3	3.9	2.4	99.2	8,198	820	82	8.2	0.82
1.27	3.8	2.3	98.9	10,724	1,072	107	11	1.1
1.23	3.7	2.2	98.6	13,903	1,390	139	14	1.4
1.2	3.6	2.1	98.2	17,864	1,786	179	18	1.8
1.17	3.5	2	97.7	22,750	2,275	228	23	2.3

1.13	3.4	1.9	97.1	28,716	2,872	287	29	2.9
1.1	3.3	1.8	96.4	35,930	3,593	359	36	3.6
1.07	3.2	1.7	95.5	44,565	4,457	446	45	4.5
1.03	3.1	1.6	94.5	54,799	5,480	548	55	5.5
1	3	1.5	93.3	66,807	6,681	668	67	6.7
0.97	2.9	1.4	91.9	80,757	8,076	808	81	8.1
0.93	2.8	1.3	90.3	96,801	9,680	968	97	9.7
0.9	2.7	1.2	88.5	115,070	11,507	1,151	115	12
0.87	2.6	1.1	86.4	135,666	13,567	1,357	136	14
0.83	2.5	1	84.1	158,655	15,866	1,587	159	16
0.8	2.4	0.9	81.6	184,060	18,406	1,841	184	18
0.77	2.3	0.8	78.8	211,855	21,186	2,119	212	21
0.73	2.2	0.7	75.8	241,964	24,196	2,420	242	24
0.7	2.1	0.6	72.6	274,253	27,425	2,743	274	27
0.67	2	0.5	69.1	308,538	30,854	3,085	309	31
0.63	1.9	0.4	65.5	344,578	34,458	3,446	345	34
0.6	1.8	0.3	61.8	382,089	38,209	3,821	382	38
0.57	1.7	0.2	57.9	420,740	42,074	4,207	421	42
0.53	1.6	0.1	54.0	460,172	46,017	4,602	460	46
0.5	1.5	0	50.0	500,000	50,000	5,000	500	50
0.47	1.4	-0.1	46.0	539,828	53,983	5,398	540	54
0.43	1.3	-0.2	42.1	579,260	57,926	5,793	579	58
0.4	1.2	-0.3	38.2	617,911	61,791	6,179	618	62
0.37	1.1	-0.4	34.5	655,422	65,542	6,554	655	66
0.33	1	-0.5	30.9	691,462	69,146	6,915	691	69

Süreç Performans Indexi (Cpk)	Kısa Dönem Süreç Sıgması	Uzun Dönem Süreç Sıgması	Verim	DPMO	100,000 Olasılık Başına Düşen Hata	10,000 Olasılık Başına Düşen Hata	1,000 Olasılık Başına Düşen Hata	100 Olasılık Başına Düşen Hata
0.30	0.9	-0.6	27.4	725,747	72,575	7,257	726	73
0.27	0.8	-0.7	24.2	758,036	75,804	7,580	758	76
0.23	0.7	-0.8	21.2	788,145	78,814	7,881	788	79
0.20	0.6	-0.9	18.4	815,940	81,594	8,159	816	82
0.17	0.5	-1	15.9	841,345	84,134	8,413	841	84
0.13	0.4	-1.1	13.6	864,334	86,433	8,643	864	86
0.10	0.3	-1.2	11.5	884,930	88,493	8,849	885	88
0.07	0.2	-1.3	9.7	903,199	90,320	9,032	903	90
0.03	0.1	-1.4	8.1	919,243	91,924	9,192	919	92
0.00	0	-1.5	6.7	933,193	93,319	9,332	933	93

Kaynak: Eckes, 2003: 124.