

168027

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ALTI SİGMA YÖNTEMİ VE  
UZAKTAN EĞİTİMDE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Endüstri Müh. Elif YAVUZ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜH.**  
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Semra BORAN**

**Haziran 2005**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


**ALTI SİGMA YÖNTEMİ VE  
UZAKTAN EĞİTİMDE BİR UYGULAMA**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

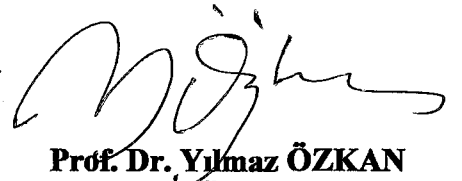
**Endüstri Mühendisi Elif YAVUZ**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez .. / .. /2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

  
**Yrd. Doç. Dr. Semra BORAN**  
**Jüri Başkanı**

  
**Prof. Dr. Ercan ÖZTEMEL**  
**Üye**

  
**Prof. Dr. Yılmaz ÖZKAN**  
**Üye**

## **TEŞEKKÜR**

Bu tezin oluŐmasında bŸyŸk katkısı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Semra BORAN'a, bana her zaman en uygun çalışma ortamını sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mustafa TURAN'a, başta Öğr. Gör. Selçuk NAM ve Öğr. Gör. Fırat KÜÇÜK olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma, her zaman yanımda olan, annelerim Şerife DÜLGER, Selma YAVUZ, babalarım Naci DÜLGER, Adnan YAVUZ ve Erdemciğime sonuz teşekkürler.

EŐim Cenk YAVUZ'a: YaŐadığım her başarı ve güzellikte olduğu gibi bu çalışmada da en bŸyŸk pay senin.

**Elif YAVUZ**

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
DEĞİŞKENLİK - VARYANS / STANDART SAPMA ve İYİLEŞTİRME OLANAĞI.....	3
2.1. Değişkenliğin tanımı ve türleri.....	3
2.2. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları.....	7
2.3. Değişkenlik (Standart Sapma / Sigma) ve Kusurlu Oranı İlişkisi.....	9
2.3.1. Dağılım ve Normal Dağılım.....	9
2.4. Kusur - Kusurlu ve Kusurlu Oranı.....	12
2.4.1. Kusurlu oranı ve standart sapma (sigma) ilişkisi.....	14
2.5. Standart Normal Dağılımın Tersi İle Sigma Değerini Hesaplama.....	18
BÖLÜM 3.	
ALTI SİGMA.....	21
3.1. Sigma Nedir?.....	21
3.2. Altı Sigma Nedir ve Niçin Önemlidir?.....	22
3.3. Doğuşu, Gelişimi ve Uygulama Örnekleri.....	25

3.4. Altı Sigma Yaklaşımının Amaçları, Temel Özellikleri ve Getirileri..	30
3.4.1. Altı Sigma yaklaşımının amaçları.....	30
3.4.2. Altı Sigma yaklaşımının temel özellikleri.....	31
3.4.3. Altı Sigma yaklaşımının sağladıkları.....	32
3.5. Altı Sigma Adımları.....	32
3.6. Altı Sigma Çalışma Grupları (Kuşaklar).....	34
3.6.1. Üst kalite konseyi.....	35
3.6.2. Yönetim temsilcisi .....	36
3.6.3. Şampiyonlar (Sponsorlar).....	37
3.6.4. Uzman kara kuşaklar.....	37
3.6.5. Kara kuşaklar.....	38
3.6.6. Beyaz kuşaklar.....	39
3.6.7. Sarı kuşaklar.....	39
3.6.8. Yeşil kuşaklar.....	39
3.7. Proje Seçimi.....	39
3.8. Altı Sigma Uygulama Stratejisi ve İlkeleri.....	41
3.8.1. Altı Sigma uygulama stratejisi.....	41
3.8.2. Altı Sigma'nın ilkeleri.....	44
3.9. Altı Sigma'nın Başarıyla Uygulanması için Gerekli Koşullar.....	44
3.10. Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi.....	46
3.11. Akademik Açından Altı Sigma Yaklaşımının Bazı Üstünlükleri.....	49
3.12. Altı Sigma'nın Değeri (3 $\sigma$ - 6 $\sigma$ Karşılaştırması).....	50
3.13. Altı Sigma Yöntemi.....	52
3.13.1. Tanımlama aşaması.....	54
3.13.2. Ölçme aşaması.....	55
3.13.3. Analiz aşaması.....	56
3.13.4. İyileştirme aşaması.....	57
3.13.5. Kontrol aşaması.....	58
3.16. Altı Sigma Yönteminde Kullanılan Araçlar.....	59
3.17. Hizmet ( Servis ) Sektöründe Altı Sigma.....	60
3.17.1. Hizmet sektöründe Altı Sigma uygulamanın faydaları.....	62

3.17.2. Hizmet sektöründe Altı Sigmanın başarı ile uygulanmasında esas etkenler.....	62
3.18. İmalat ve Hizmet Sektörlerinde Altı Sigma Uygulamalarının Kıyaslanması.....	65
3.19. Hizmet Organizasyonlarında Kritik Kalite Karakteristikleri (CTQ Critical To Quality).....	67
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>ALTI SİGMA UYGULAMASI.....</b>	<b>69</b>
4.1. Uzaktan Eğitim Hizmeti Veren Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nun Kısa Tanıtımı.....	69
4.2. Uzaktan Eğitim.....	73
4.2.1. Uzaktan eğitimin amaçları.....	76
4.2.2. Uzaktan eğitimin avantajları.....	76
4.2.3. Uzaktan eğitimin dezavantajları.....	78
4.2.4. Ortam, teknoloji ve uzaktan eğitim uygulamaları ilişkisi...	78
4.3. Altı Sigma Yönteminde Kullanılan Araçlar ve Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nda Uygulaması.....	79
4.3.1. Süreç yönetimi.....	80
4.3.2. Pareto analizi.....	83
4.3.3. Beyin fırtınası.....	86
4.3.4. Neden-Sonuç diyagramı.....	93
4.3.5. Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA).....	96
4.3.5.1. Ders seçimi işleminde problemin analizi.....	105
4.4. İyileştirme Aşaması.....	109
4.5. Kontrol Aşaması.....	114
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>117</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>120</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>123</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>124</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$\sigma$	: Sigma (Küçük Harf)
$\Sigma$	: Sigma (Büyük Harf)
$\sigma^2$	: Varyans
$\bar{x}$	: Proses Ortalaması
SQL	: Sigma Quality Level (Sigma Kalite Seviyesi)
KBD	: Kaynağı Belirlenebilen Değişkenlik
RD	: Rassal Değişkenlik
CSFs	: Critical Success Factors (Kritik Başarı Faktörleri)
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
DPMO	: Defects Per Million Opportunities (Milyonda Hata Olasılığı)
DPU	: Defects Per Unit (Birim Başına Hata Sayısı)
ppm	: Parts Per Million (Milyon Başına Parça Sayısı )
ANOVA	: Analysis of variance (Varyans Analizi)
FMEA	: Failure Modes and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
JIT	: Just In Time (Tam Zamanında Üretim)
DMAIC	: Define - Measure - Analyse - Improve - Control (Tanımlama - Ölçme - Analiz - Geliştirme - Kontrol)

CTQ	: Critical to quality (Kritik Kalite Karakteristikleri)
MS Project Management	: Microsoft Project Management
RÖS	: Risk Öncelik Numarası
TDPU	: Total Defects Per Unit (Ünite Başına Toplam Hata Sayısı)
PUKÖ	: Planla Uygula Kontrol Et Önlem Al





## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Değişkenliğin değişimi.....	5
Şekil 2.2.	Normal dağılımların parametrelerine bağlı farklılıkları.....	10
Şekil 2.3.	İki yandan sınırlı tolerans aralığı durumunda kuramsal kusurlu oranı (olasılığı) $P = P1+P2$ , kusursuz oranı (olasılığı) $Q = 1- P$	13
Şekil 2.4.	Altı sigma uygulamasında kuramsal en az kusurlu oranı milyarda 2.....	17
Şekil 2.5.	Altı sigma uygulamasında gerçekleşen kusurlu oranı milyonda 3.4.....	17
Şekil 3.1.	Sigma seviyesi ve DPMO değişimi.....	23
Şekil 3.2.	Altı sigma çalışmasında yer alan oyuncuların ilişkileri.....	35
Şekil 3.3.	Fayda / Çaba grafiği.....	40
Şekil 3.4.	$3\sigma$ ile $6\sigma$ karları.....	51
Şekil 3.5.	$6\sigma$ ' ya doğru beklenen gelişim.....	52
Şekil 3.6.	$3\sigma$ ' dan $6\sigma$ ' ya doğru milyonda hata sayılarında meydana gelen değişim.....	52
Şekil 3.7.	Altı Sigma uygulama metodolojisi.....	53
Şekil 3.8.	İşletmelerin Altı Sigma uygulama nedenleri.....	64
Şekil 3.9.	İşletme stratejileri-müşteri sesi entegrasyonu.....	68
Şekil 4.1.	Adapazarı Meslek Yüksek Okulu organizasyon şeması.....	69
Şekil 4.2.	Süreç tanımı.....	80
Şekil 4.3.	Eğitim süreçlerinin MS Project Management programı ile takibi	82
Şekil 4.4.	Stoğa bağlı para ve ürün ilişkisi.....	84
Şekil 4.5.	Hata türleri için Pareto analizi.....	86
Şekil 4.6.	Balık kılıcı diyagramı.....	93
Şekil 4.7.	Kayıt yenileme işlemi için neden-sonuç (Ishikawa) diyagramı...	95

Şekil 4.8.	FMEA prosesi.....	101
Şekil 4.9.	Ders seçimi akış şeması.....	113



## TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Normal dağılımlarda eğri altındaki alanın standart sapmaya bağlı bölünüşü – tolerans sınırları ve kusurlu / kusursuz oranları ilişkisi.....	14
Tablo 2.2.	Tolerans aralığı genişliği ve standart sapma ilişkisinin kusurlu (ya da kusursuz) oranına yansımaları ve süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasında gerçekleşmesi ile orta noktadan $\pm 1.5\sigma$ sapması durumlarında kusurlu / kusursuz sayı ve oranlarının değişimi.....	16
Tablo 2.3.	Kusurlu oranı ve milyonda kusurlu sayısı.....	18
Tablo 3.1.	Altı Sigma uygulama stratejisi.....	42
Tablo 3.2.	Altı Sigma yönteminde kullanılan araçlar.....	59
Tablo 3.3.	Altı Sigma gelişimi için kritik başarı faktörleri.....	63
Tablo 4.1.	Öğretim teknolojilerinin uzaktan öğretim uygulamalarında kullanımı.....	79
Tablo 4.2.	Pareto analizi sonuçları.....	85
Tablo 4.3.	Pareto analizine göre sınıf ve öncelikler.....	85
Tablo 4.4.	Problemin ifade edilmesi.....	89
Tablo 4.5.	Güz Yarıyılı için hata tablosu.....	92
Tablo 4.6.	Şiddet değerlendirme kriterleri.....	102
Tablo 4.7.	Keşfedilebilirlik değerlendirme kriterleri.....	104
Tablo 4.8.	Olasılık değerlendirme kriterleri.....	104
Tablo 4.9.	FMEA tablosu.....	106
Tablo 4.10.	Hata türlerine ait RÖS değerleri.....	108
Tablo 4.11.	Önceliklendirilmiş hata türleri ve RÖS değerleri.....	109
Tablo 4.12.	Bahar Yarıyılı için hata tablosu.....	114
Tablo 4.13.	Yıllara göre alınan öğrenci sayısı.....	116

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, Kalite, Kalite Yönetimi, Müşteri Memnuniyeti, Uzaktan Eğitim, Adapazarı Meslek Yüksek Okulu

Altı Sigma, etkili ve verimli bir hizmet sunmak için disipline edilmiş bir yaklaşımdır. Altı Sigma'nın sonuçlara odaklanması, hata oranlarını, kalitesizliği ve maliyetleri azaltması, bunların tam aksine karlılığı, müşteri memnuniyetini ve pazar payını artırıcı özellikleri ile işletmelere rehberlik ederek yol gösterecek bir yönetim ve işletme felsefesidir.

Altı Sigma; organizasyonun temel süreçlerini, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, değerlendirmek ve iyileştirmek için, şimdi ve gelecekte, tüm çalışanların bilgilerinin ve kantitatif metotların etkin olarak kullanılmasıdır. Altı Sigma yaklaşımı, süreç gücü ve insan gücünü çok iyi bir şekilde bir araya getirerek sinerji sağlamakla birlikte birkaç önemli sürecin iyileştirilmesinden, tüm organizasyonun yeniden yapılanmasına kadar çok farklı ölçeklerde kullanılabilir.

Altı Sigma Tekniği müşteri memnuniyetini arttırmak ve bu şekilde işletme karını arttırmak için stratejik problem çözme tekniklerini kullanır. Bu çalışmada da hedeflenen başarı budur. Çünkü diğer TKY faaliyetlerinde olduğu gibi Altı Sigma'da da öncelikli hedef, müşteri memnuniyetini sağlamak ve bu memnuniyetin getirisi olarak da işletme karını yükseltmek olmalıdır. Geçmiş yıllarda yaşanan deneyimler bu gerçeği bir kez daha doğrulamaktadır.

Bu çalışmada, Altı Sigma yönteminin hizmet sektöründe uygulanabilirliği incelenmiş ve bir hizmet kurumu olan Adapazarı Meslek Yüksekokulunda uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma, öğrenci görüşlerinin en rahat alındığı ortam baz alınarak en fazla sorun yaşanan konuların pareto analizi ile belirlenmesi ile başlamıştır. İkinci aşamada bu soruna neden olan tüm nedenler incelenip FMEA tekniği ile detaylandırılmıştır. Ortaya çıkan sonuca göre mevcut sistem yeniden tasarlanarak öğrencilerin hizmetine sunulmuş ve meydana gelen hata oranında %75'lik bir düşüş gözlenmiştir.

# **SIX SIGMA METHOD AND ITS APPLICATION IN DISTANCE EDUCATION**

## **SUMMARY**

**Keywords:** Six Sigma, Quality, Quality Management, Customer Satisfaction, Distance Education, Adapazarı Vocational School

Six Sigma is a disciplined approach to present an effective and efficient service. Six Sigma is a management philosophy that focuses on the results, reduces error ratios, poor quality and costs contrary it increases profits, customer satisfaction and market share, and guides companies to a beneficial future.

Six sigma is a way of using the knowledge of all staff – employees and the quantitative methods effectively to evaluate and improve the basic processes of the organization and the requirements of the customers, for now and future. Six Sigma creates a synergy by uniting process and human power in a stylish way, therefore may be used in a wide range like improving some processes and reformation of an entire company.

Six Sigma method uses strategic problem solving techniques in order to increase customer satisfaction and company benefits relevantly. Experiences gathered in history prove that reality. This is the success aimed in this study.

In this study practicability of utilizing the Six Sigma method in service sector and an application is realized in Adapazarı Vocational School (Adapazarı Meslek Yüksek Okulu), an education association. Study started with determining the most complicated problems of the student by the Pareto Analysis. In the second stage every reason causes these problems are examined (studied) and detailed BY FMEA technique. Existing system is designed again and served for students use due to the results gained, finally an error reduction of 75% is observed.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde önemi her geçen gün daha da artan kalite olgusunun giderek rekabet edebilme aracı olarak uygulanması sonucunda, bu alanda yeni yaklaşımların oluşması doğal bir sonuçtur. Altı Sigma da bu alanda geliştirilmiş yeni bir yaklaşım olup, hata oranlarının azaltılmasından fazlasını içeren bir yönetim felsefesidir ve geçtiğimiz yüzyılın en iyi yönetim fikirlerini ve en güçlü araçlarını içerir.

Altı Sigma'yı diğer yaklaşımlardan ayıran nokta, kendisinden önceki pek çok yaklaşımın en başarılı yönlerini bünyesinde toplaması ve sahip olduğu çok güçlü araçlarla bu yaklaşımların vaat ettiklerini gerçeğe dönüştürebilmesidir. Motorola, GE, Allied Signal, Nokia, Ford, Shell, Arçelik, Polaroid gibi çok sayıda şirketin Altı Sigma uygulamaları ile birlikte karlarının milyonlarca hatta milyarlarca dolar arttığını ifade etmeleri, Altı Sigma'nın bu iddiasını doğrulamaktadır.

İşletmelerin mükemmelliğe erişme yolunda toplam organizasyonel bazda performanslarını ve karlılık düzeylerini artırmak için oldukça etkili ve sonuçlar üzerinde yoğunlaşan Altı Sigma, üretim süreçlerini olduğu kadar, diğer iş süreçlerini de mükemmelleştirmeye odaklanan bir sistemdir.

Altı Sigma iş proseslerimizin kalitesinin ölçümü ve geliştirilmesinde uçak motoru üretiminden, herhangi bir servis hizmetine kadar çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Ancak tüm aşama işlemlerinin uygulanış şekli değiştiği için hizmet sektöründe farklı bir şekilde yorumlanır. Bir organizasyonun üretim aşamalarında etkili olan Altı Sigma, hizmet performansında etkili iyileşmeler olmasını sağlayan, temel hizmet süreçlerindeki değişimi ve katma değeri olmayan aktiviteleri azaltmanın devamlı ve özenli bir uğraşdır. Hizmet sektöründe altı sigmanın odak noktası, imalat süreçlerindeki gibi hataları saymak ve üzerinde uğraşmak değil, hata ile sonuçlanabilecek fırsatların sayısıdır [28].

Bu çalışmada amaç, Adapazarı Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin şikâyetlerini azaltacak iyileştirmeler yapmak, memnuniyeti artırmak ve bu değişimin sonucu olarak da öğrenci sayısının artmasını sağlamaktır. Yapılan iyileştirmeleri ve kalite düzeyini sayısal olarak ifade edebilmek için Altı Sigma yönteminin kullanılması uygun görülmüştür.

Bu çalışmada öncelikle Altı Sigma'nın temeli olan değişkenlik kavramı ve Altı Sigma ile ilişkisi, daha sonra Altı Sigma yöntemi ve Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nda bu yöntemin uygulanması ve son olarak da sonuç bölümü yer almaktadır. Uygulamaya ilişkin olarak; Adapazarı Meslek Yüksekokulunda Altı Sigma yöntemi adım adım uygulanmış ve ele alınan konu ile ilgili hata oranının standart sapmasında %63 lük bir azalma görülmüştür. Bir başka deyişle,  $2,89\sigma$  düzeyinde çalışan bir proses  $3,44\sigma$  düzeyine çıkarılmıştır.

## BÖLÜM 2. DEĞİŞKENLİK -VARYANS / STANDART SAPMA VE İYİLEŞTİRME OLANAĞI

### 2.1. Değişkenliğin tanımı ve türleri

Değişkenlik, aynı türden olayların bize göre aynı sayılan koşullarda bile isteğimiz/kontrolümüz dışında az/çok farklı sonuçlarla ortaya çıkmasıdır. [1] Ortam ya da koşulların değişmesi ile bu farklılaşmaların daha da büyüyüp, belirgin hale geldiğini görürüz.

Değişkenlik iki bileşenli bir büyüklüktür. Bu bileşenler,

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

Kaynağı belirlenebilen değişkenlik, sistemler için

- İnsan,
- Makine,
- Malzeme,
- Yöntem (Metot),
- Ortam

şeklinde verilebilen temel etmenler(faktörler) ile ilgili, bunlardan bir ya da daha çoğunun belirli bir yönde değişmiş olması sonucu ortaya çıkan bir farklılaşma olarak düşünülür. Bu değişkenlik,

- Normal koşullarda oluşandan daha büyüktür ve bu sayede fark edilir,
- İstenirse önlenbilir, dolayısıyla yönetilebilir,
- İsteğimiz dışında oluşuyorsa, hata olarak değerlendirilir,
- İsteğimiz ile oluşuyorsa, başarı ya da iyileşme anlamına gelir.



- Adı ne olursa olsun, sonuç “ DEĞİŞME “ ya da “ DEĞİŞİM “ dir .

Yani,

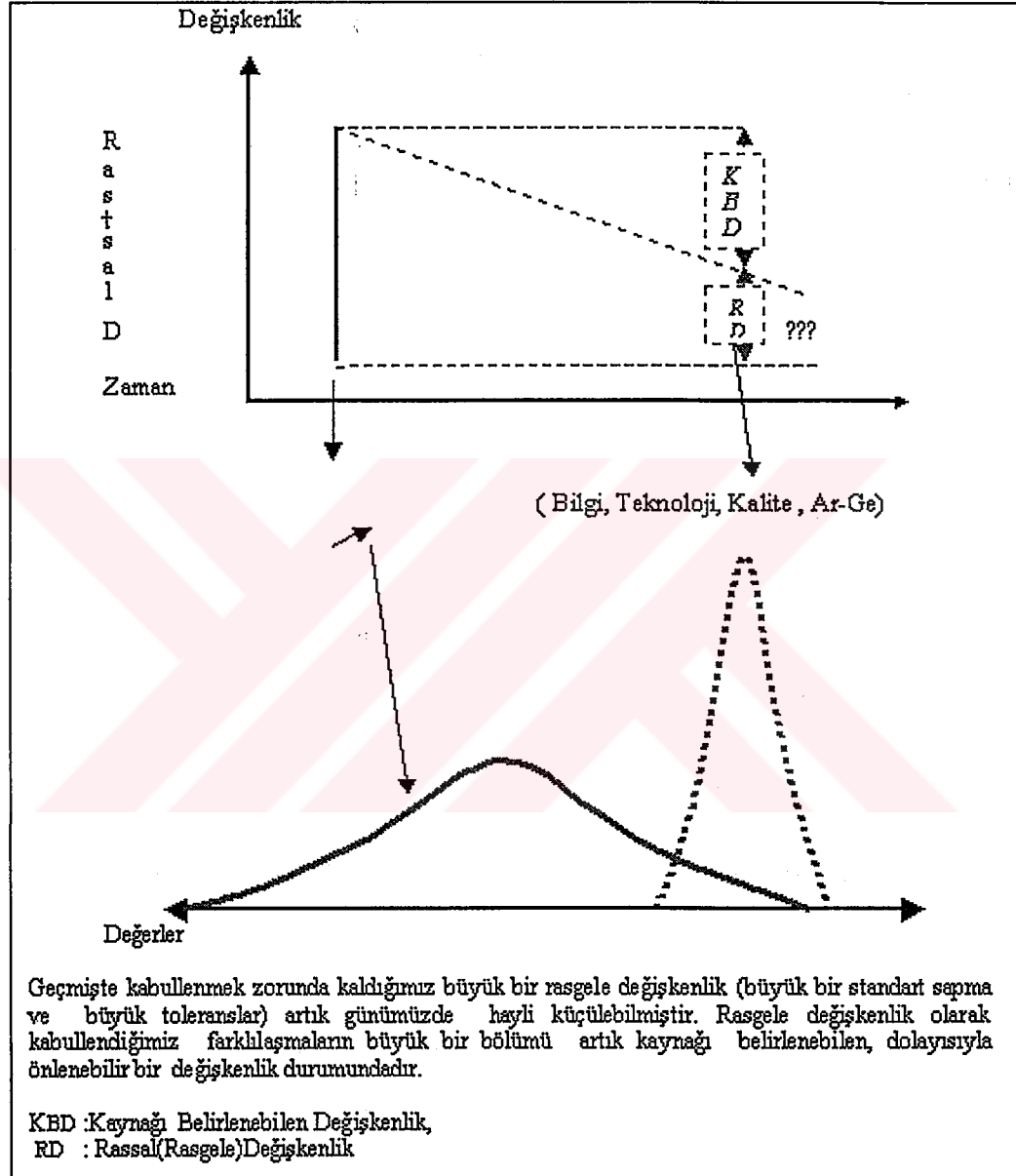
- Koşullar değişmiştir,
- Sistemin parametreleri ve dolayısıyla davranışları değişmiştir,
- Sistemin çıktısı değişmiştir.

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

- Çok küçük ve rassal olarak artı ya da eksi yönde oluşabilen farklılaşmalardır,
- Bir olasılık dağılımı modeli ile ( olasılık ölçeğinde) ölçülebilir,
- Bize göre değişmemiş sayılan koşullarda oluşur, dolayısıyla sistem ve çıktısı değişmemiştir.
- Araştırma-Geliştirme ile küçültülebilir: Bunun için;
  - Üst yönetimin istek ve desteği gerekir,
  - Bilgi, motivasyon, teknoloji destekleri gerekir,
  - Ar-Ge kültürü gerekir. Bu sayede insan, makine, malzeme, metot ve ortam açısından iyileştirmeler başarılabilsin.

Rasgele değişkenlik olarak algıladığımız değişkenlik, aslında gelecekte keşfedilmeyi bekleyen kaynağı belirlenebilen değişkenliği içerir. Bu keşifler yapıldıkça rasgele değişkenlik olarak kabullenmek zorunda kalacağımız değişkenlik de küçülecektir. Son yılların moda söylemlerinden birisi olan, “ değişmeyen tek şey değişimdir ” ifadesi, “ değişkenlik bile değişir ” şeklinde de anlaşılmalıdır [1]. Bunun için de rasgele değişkenliği kaçınılmaz olarak kabullenmek yerine, onunla savaşmaya ve olabildiğince önlemeye ya da küçültmeye çalışmak gerekiyor. Bu bağlamdaki savaşın en zor aşamasının kazanılma aracının adı “Altı Sigma “ olarak yerleşmiş bulunmaktadır. Bu savaşın bir anlamda zoru başarmak olduğu, bunun için de özel programlara, özel olarak yetiştirilmiş savaşçılara / uygulamacılara gerek olduğu

açıktır. Burada uygulamacıların da sıkı birer savaşçı olmaları gereği, yeşil / sarı / kara kuşak şeklindeki adlandırılış ve nitelendirilişler ile de vurgulanmış olmaktadır. Rassal değişkenliğin küçültülebildiği gerçeği aşağıda bir şekilde yansıtılmıştır:



Şekil 2.1. Değişkenliğin değişimi [1]

Bu şekilden de görüldüğü gibi, geçmişte kabullenmek zorunda olduğumuz, daha doğrusu rasgele değişkenlik olarak algıladığımız değişkenliğin önemli bir bölümünü belirli nedenlere dayandırarak, nedenlerini keşfederek, önleme olanağına kavuşmuş

durumdayız. Hatta bu değişkenliğin tamamının önlenmesini bile hedefleyebiliriz. Nitekim sıfır kusur ve sıfır tolerans, artık çağdaş kalite hedefleri arasında yer almaktadır. Biliyoruz ki, önleyemediğimiz bir değişkenlik varsa, kaçınılmaz olarak buna uygun bir teknik toleransımız da olmak zorundadır. Sonuç olarak, hedefimiz değişkenliği kader olarak kabullenmemek, onu yok etmeye çalışmak olmalıdır [1].

Son ürünümüzde oluşan değişkenlikler hatalı ürünlere neden olmaktadır. Amacımız ise son ürünlerdeki hataya neden olan değişkenlikleri azaltmaktır. Bu amaçla son ürünüme hiç bir şey yapamayacağımız için, prosesimizin önemli girdileri ile oynayarak, son ürünlerdeki değişkenliğimizi azaltmaya çalışırız. Girdi değişkenliklerimizi küçülterek çıktı ürünümüzdeki hataları yok etmeyi hedefleriz. Bu önemli az girdileri doğru belirlememiz halinde, çıktı değişkenliğimizi girdilerimiz cinsinden ifade eden bir matematiksel model oluşturabiliriz. Bu model her zaman için %100 doğru bir denklem olmamasına karşın, istatistik sayesinde elde edilen, işimizi daha iyi yapmamızı temin edecek faydalı bir denklem olacaktır. Hataları azaltmak için üretimcilerden beklediğimiz şey, bu model doğrultusunda değişkenlikleri azaltmaktır [2].

Kuşkusuz, kusurlu oranının sıfır olmasını ya da sıfır toleransı güvenceye alacak bir sistem oluşturmayı hedeflemekte bir sakınca yok, ancak bu hedef ne kadar gerçekleştirilebilir? Bunun gerçekçi olarak yanıtlanabilmesi için de şu soruları yanıtlamamız gerekiyor:

- Kullandığımız teknoloji ne kadar sapmayla çalışmaya uygundur?
- Uymak zorunda olduğumuz ulusal ya da uluslararası standartlara göre zorunlu toleranslar en az ne kadardır?
- Kullandığımız girdiler ne denli sapmasız olabilecektir?
- Uyguladığımız yöntemler ne denli sapmalıdır?
- Çalışanların bilgi, deneyim, beceri, motivasyon düzeyi ne denli sapmasızlığa uygundur?

- Yönetim sistemimiz katılımcılığı, bireysel gelişmeyi ne ölçüde sağlayabilmektedir?
- Araştırma - iyileştirme - geliştirme kültürü ne ölçüde gelişmiştir ve kusursuzluk / sapmasızlık arayışında katkısı ne olacaktır?
- Gelişen ve değişen bilgi kaynakları ile ne denli buluşabiliyoruz ve bunun gelişmemize katkısını ne ölçüde güvenceye alabiliyoruz?
- Başkalarından, daha iyi olanlardan ne denli öğrenebiliyoruz?

Bu sorulara, kendi gerçeklerimize uygun olarak vereceğimiz yanıtlar sonunda standart sapmamızın (sigmamızın) ne kadar büyük olabileceğini, dolayısıyla ne oranda kusurluya razı olmamız gerekeceğini belirleyebilmiş olacağız.[1]

## 2.2. Değişkenliği Ölçme ve Çözümleme Araçları

Değişkenlik, ancak olasılık ölçeğinde ölçülüp değerlendirilebilen bir kavramdır. Bilimsel olarak stokastik alanı tamamen bu konu ile ilgilidir. İstatistik de bu alanın içindedir.

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

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

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad (2.1)$$

Burada;

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

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

$\epsilon$  : Hata (rassal değişken)

Altı Sigma şirketlerinde, X' ler ve Y' ler üzerine kurulu bir dil kullanmak artık alışkanlık haline gelmiştir. Yine de değişken denilince, birden fazla anlam olabileceğini bilmek gerekir; örneğin Y şu anlamlara gelebilir:

- Stratejik hedef
- Müşteri gereksinimleri
- Kazançlar
- Müşteri memnuniyeti
- Toplam iş verimliliği

X' ler ise şu anlamlara gelebilir:

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

Müşteri gereksinimleri ve dolayısıyla beklentilerini en iyi şekilde karşılayabilmek için, bu girdiler ile çıktılar arasında sürecin yarattığı ilişkinin doğru biçimde belirlenmesi gereklidir. Bunu yapabilmenin yolu süreç yönetiminden geçmektedir. Dolayısıyla, çıktıları oluşturan süreç iyi tanımlanmalı ve ilişkiler doğru olarak belirlenmelidir [3].

Eğer bağımsız değişkenler,

- Nitel (faktör / etmen) iseler, Varyans analizi (ANOVA, MANOVA),
- Nicel iseler, regresyon analizi,
- Bir kısmı nitel ve diğer kısmı nicel iseler kovaryans analizi çözümlenme yöntemleridir [1].

Bu yöntemlerle değişkenlik, bağımsız değişkenlere (etmenler / faktörler) göre bileşenlerine ayrılır. Bunların büyüklüklerine göre önem dereceleri belirlenir. Sonuçta hangi faktör ya da bağımsız değişkenin ilgilendiğimiz Y'nin değişkenliğini ne ölçüde etkilediği saptanabilir. Dolayısıyla Y'nin varyansını küçültmek için hangi faktör ya da değişkenlere yönelik iyileştirme yapmamız gerektiğini belirleme olanağına sahip oluruz. Buradaki sorun bağımsız değişkenlerin (faktörlerin) ve bunların alabileceği değerlerin saptanmasıdır. Bunun için istatistik bilgisi önemlidir. Ancak ondan da önemli olan, ilgili sorunun doğasını, iç dinamiklerini, nelerden ne ölçüde etkilenebileceği gibi boyutlarının iyi bilinmesidir. Burada o işi iyi bilen, deneyimli kişiler son derece önemlidir. Bu tür çalışmalarda istatistiksel deney planlaması (Design of Experiments) gerekli yöntemsel araçları sunmaktadır. Bu yüzden ki, Kara Kuşak eğitimlerinde DoE önemli bir ağırlığa sahiptir [1].

## 2.3. Değişkenlik (Standart Sapma / Sigma) ve Kusurlu Oranı İlişkisi

### 2.3.1. Dağılım ve Normal Dağılım

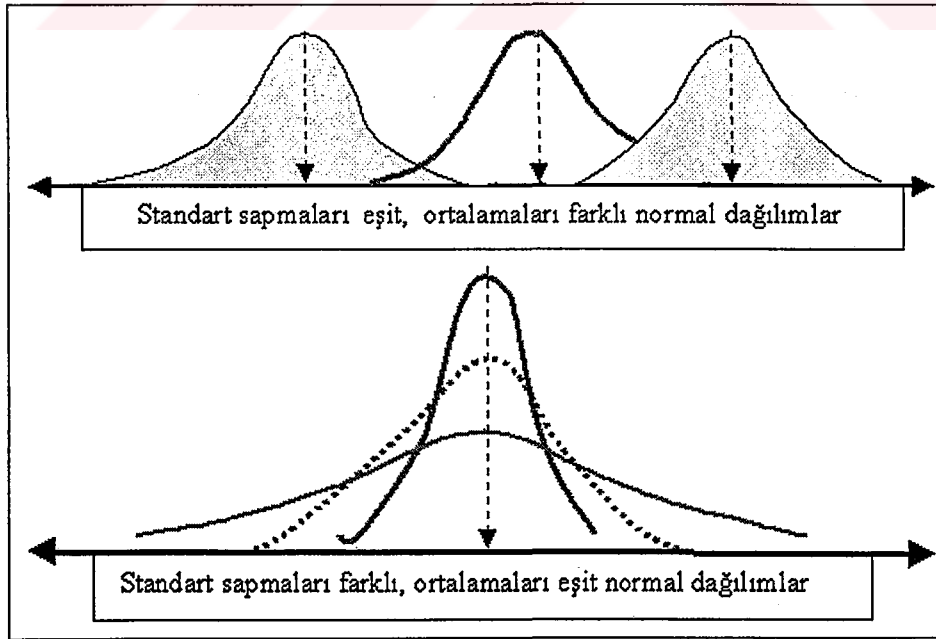
Değişkenliğin neden olduğu belirsizlikle baş edebilmek için bir sistem, ortam ya da koşullar buluşmasında ortaya çıkabilecek bütün değerlerin, en küçüğü ile en büyüğü arasında nasıl bir dağılım gösterdikleri, hangi değerlerin hangi sıklıkta (ya da olasılıkla) karşımıza çıkabileceğini yansıtan olasılık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

Bu bağlamda karşımıza çıkan en temel kavram olasılık dağılımı (ya da sıklık dağılımı) ve buna ilişkin de en ünlü model normal dağılımdır. Bu dağılım, şekli çan

görünümünde olduğu için çan eğrisi olarak da anılır. Sistemlerin normal sayılan koşullarda- ender olarak ya da özel olarak ortaya çıkmış koşullar dışında – ürettikleri değerlerin gerçekten çan eğrisi gibi bir dağılım şekli verdiği görülüyor. Dolayısıyla normal koşulların ürettiği dağılım anlamında normal dağılım adı haklı olarak kabul görüyor. Bu özellik, aynı zamanda bir süreç ya da sistemin davranışlarında bozucu nedenlerin etkili olup olmadığını da kısa yoldan algılama amacıyla da kullanılabilir. Süreçlerin ürettikleri dağılımlar normal dağılım özelliklerinden ciddi olarak uzaklaşıyorsa, burada bir bozucu etkenin rol oynamış olabileceği akla gelir. Bu ilk izlenim ayrıntılı olarak araştırılarak kanıtlanmaya çalışılmalıdır.

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

- Çan şeklinde bir eğriye sahiptir (çan eğrisi),
- İki parametrelidir. Bu parametreler ortalama ve standart sapma (ya da varyans) dır. Bu demektir ki, normal dağılımlar ortalamaları ve/veya standart sapmalarının değerine göre farklılaşırlar; ya merkezleri (ortası) aynı ekseninde farklı yerdedir ya da yayılışları farklıdır (şekillerde yansıtıldığı gibi):



Şekil 2.2. Normal dağılımların parametrelerine bağlı farklılıkları [1]

- Kuramsal olarak, eksi sonsuzdan artı sonsuza kadar ( $-\infty$ ,  $+\infty$ ) olan bir aralıkta dağılırlar.
- Ortalamaya göre simetrik, tek tepeli ve  $x =$  ortalama için en büyük değeri (maksimum) alırlar. Bu en büyük değer standart sapmanın büyüklüğü ile ters orantılıdır ( $1/\sigma\sqrt{2\pi} \approx 1/2.5\sigma$ ).
- Eğri altında kalan toplam alan (toplam olasılık) 1'e eşittir.
- Eğri altında kalan toplam alan (toplam olasılık) 1'in standart sapmaya bağlı bölünüşü aşağıda yansıtıldığı gibidir:
  - Değerlerin %68.27'si ( $\mu \pm 1\sigma$ ) aralığında bulunur. Yani bir normal dağılımda ortalamadan  $\mp$  bir standart sapma uzaklıktaki sınırlar, olanaklı sonuçların %68.27'sini içine alır.
  - Değerlerin %95'i ( $\mu \pm 1.96\sigma$ ) aralığında bulunur. Yani bir normal dağılımda olanaklı bir değer ( $\mu \pm 1.96\sigma$ ) aralığında bulunması olasılığı 0.95'tir. ( $\mu \pm 2\sigma$ ) aralığı ise değerlerin %95.45'ini içerir.
  - Değerlerin %99 'u ( $\mu \pm 2.58\sigma$ ) aralığında bulunur. Bu demektir ki, bir normal dağılımda olanaklı değerlerin %1'i bu aralığın dışında bulunacaktır. Normal dağılımlar ortalama  $\mu$  'ye göre simetrik olduklarından %0,5'i ( $\mu \pm 2.58\sigma$ )'de küçük ve %0,5 'i de ( $\mu \pm 2.58\sigma$ )' den daha büyük olabilecektir.
  - Değerlerin %99.73 'ü ( $\mu \pm 3\sigma$ ) aralığında bulunur. Yani herhangi bir normal dağılımda olanaklı değerlerin ancak on binde 27'si (0,0027) bu aralığın dışında bulunabilecektir. Bunun da yarısı, on binde 13,5 bir uçta, diğer yarısı da diğer uçta bulunacak demektir.



- Değerlerin %99,9 'u ( $\mu \pm 3.29\sigma$ ) aralığında bulunur.
- Değerlerin %99.994'ü ( $\mu \pm 4\sigma$ ) aralığında bulunur.
- Değerlerin % 99,9999998 'i ( $\mu \pm 6\sigma$ ) aralığı içinde bulunur.  
Bu aralığın dışındakiler ancak milyarda 2 oranındadır

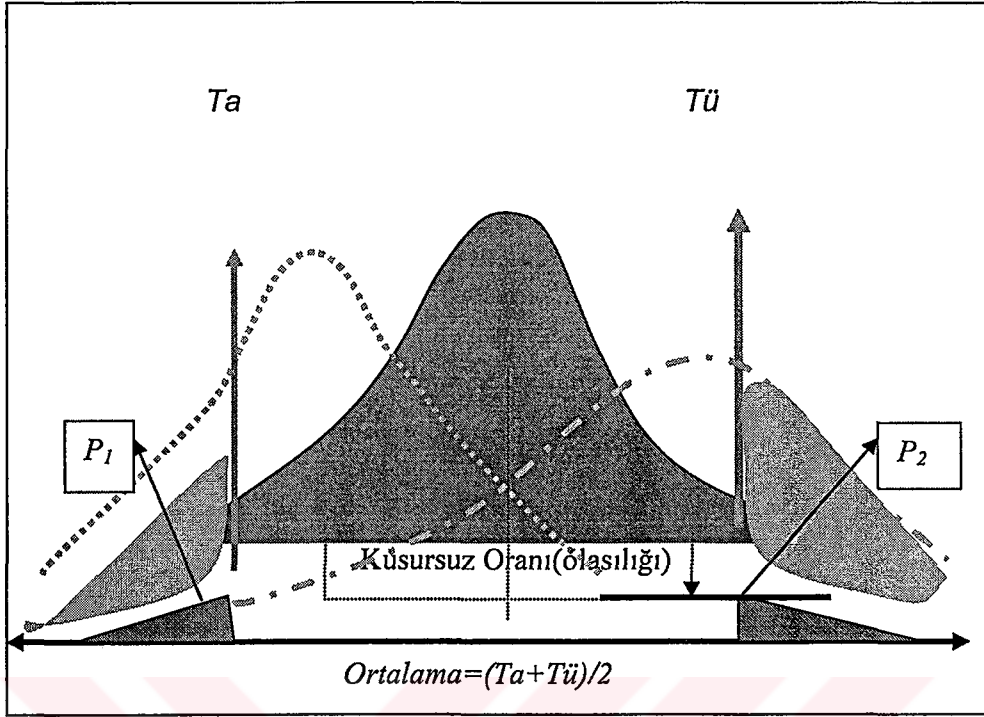
#### 2.4. Kusur - Kusurlu ve Kusurlu Oranı

Bir ürün için geçerli ölçü ve toleranslar kusur, kusurlu ve kusursuz için de temel ölçütlerdir.

Bir ürünün ilgilenilen kalite özeliği (değişken)  $X$  için gerçekleşen değer  $x$ , Tolerans alt sınırı  $T_a$  ve üst sınırı da  $T_u$  olmak üzere,

- İki yanlı tolerans sınırlaması halinde,  $T_a \leq x \leq T_u$  ise kusursuz, değilse kusurlu (standart dışı) demektir.
- Bir yanlı tolerans sınırlaması durumunda  $T_a$  ya da  $T_u$  verilmesine göre,  $x \leq T_a$  (ya da  $x \geq T_u$ ) ise kusurlu anlamına gelecektir.

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



Şekil 2.3. İki Yandan sınırlı tolerans aralığı durumunda kuramsal kusurlu oranı (olasılığı)  
 $P = P_1 + P_2$ , kusursuz oranı (olasılığı)  $Q = 1 - P$  [1]

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

Söz konusu kuramsal kusurlu ya da kusursuz oranlarının hesabı, ilgili normal dağılımda tolerans sınırları dışında kalan alanın hesabı demektir. Bunun için de ilgili normal dağılım fonksiyonunun ilgili aralıktaki entegralinin belirlenmesi gerek ve yeterdir. Bunların değerleri tablolar halinde verilmiştir.

### 2.4.1. Kusurlu oranı ve standart sapma (sigma) ilişkisi

Ürünlerin ilgili X özeliği (değişkeni) açısından gerçekleşen değerleri, ortalaması  $\mu$  (mü) ve standart sapması  $\sigma$  (sigma) olan bir normal dağılım olarak modellendiğinde, bu dağılımın  $T_a$  ve  $T_u$  ile sınırlanan uç bölgelerinin alanının kusurlu oranı anlamına geldiği yukarıda açıklanmıştır. Diğer taraftan normal dağılımlarda eğri altında kalan alanın standart sapmaya bağlı olarak bölünüşü de özetlenmiştir. Bunlara göre uygulamada karşılaşılabilecek bazı özel durumlara ilişkin veriler aşağıda bir çizelge halinde ve onu izleyen şekillerle yansıtılmışlardır.

Tablo 2.1'de teknik toleransların bir yönde ya da iki yönde sınırlama şeklinde verilmiş olması durumlarına göre, bir yönde ve iki yönde kusurlu oranları ile kusursuz oranlarının, tolerans aralığı genişliği ( $T_u-T_a$ )'nın sigma ölçeğindeki değerine bağlı olarak ulaşabileceği değerler yansıtılmaktadır. Bu çizelgenin nasıl okunacağına ilişkin bir kaç örnek aşağıda verilmektedir.

Tablo 2.1. Normal dağılımlarda eğri altındaki alanın standart sapmaya bağlı bölünüşü – tolerans sınırları ve kusurlu / kusursuz oranları ilişkisi

Sınırlar	Kusurlu Oranı %		Kusursuz Oranı %	
	Bir Yönde( $T_a/T_u$ )	İki Yönde( $T_a,T_u$ )	Bir Yönde( $T_a/T_u$ )	İki Yönde( $T_a,T_u$ )
$\mu \pm 1.00\sigma$	15.87	31.73	84.1345	68.2689
$\mu \pm 1.96\sigma$	2.50	5.00	97.50	95.00
$\mu \pm 2.00\sigma$	2.275	4.55	97.725	95.45
$\mu \pm 2.50\sigma$	<b>0.621</b>	<b>1.242</b>	<b>99.379</b>	<b>98.76</b>
$\mu \pm 2.58\sigma$	0.500	1.00	99.50	99.00
$\mu \pm 3.00\sigma$	<b>0.135</b>	<b>0.27</b>	<b>99.73135</b>	<b>99.73</b>
$\mu \pm 3.29\sigma$	0.05	0.1	99.95	99.90
$\mu \pm 3.50\sigma$	0.02326	0.04653	99.97674	99.95347
$\mu \pm 4.00\sigma$	0.003167	0.006334	99.996843	99.993666
$\mu \pm 4.50\sigma$	<b>0.0003398</b>	<b>0.0006795</b>	<b>99.99966</b>	<b>99.99932</b>
$\mu \pm 5.00\sigma$	0.00002867	0.00005733	99.9999716	99.99994267
$\mu \pm 6.00\sigma$	<b>0.0000009866</b>	<b>0.000001973</b>	<b>99.999999</b>	<b>99.9999980</b>
$\mu \pm 7.00\sigma$	0.00000000128	0.00000000256	99.9999999987	99.9999999974

Örneğin;

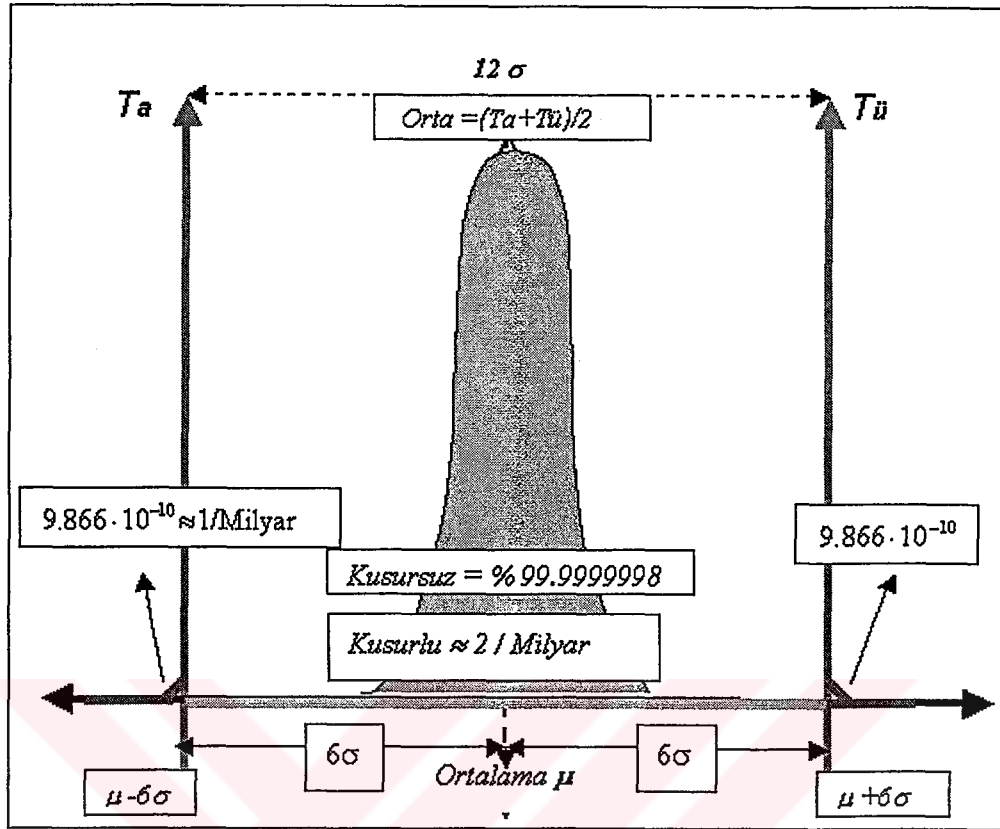
- Yalnızca Ta ya da Tü verilmiş ve bu sınır ortalamadan bir standart sapma uzakta bulunuyorsa, yani Ta ve Tü için  $(\mu \pm \sigma)$  değeri geçerli ise, bir yönde oluşabilecek kusurlu oranı yaklaşık %15.87 ve kusursuz oranı yaklaşık %84.13 olarak gerçekleşebilecektir.
- Hem Ta ve hem de Tü ile sınırlama geçerli ve bunların değeri  $(\mu \pm \sigma)$  ise, kusurlu oranı iki yöndeki sınır taşmaları ile oluşacak ve bu durumda kusurlu oranı yaklaşık %31.73 ve dolayısıyla kusursuz oranı da yaklaşık %68.27 olarak gerçekleşebilecektir.
- $(\mu \pm 4.50\sigma)$  durumunda, bir yönde oluşabilecek kusurlu oranı yaklaşık milyonda 3.4 (3.398) ve kusursuz oranı da yaklaşık milyonda 999997 olabilecektir. Hem Ta ve hem de Tü ile sınırlanıyorsa, iki yönlü kusurlu oranı yaklaşık milyonda 6.8 ve kusursuz oranı da yaklaşık milyonda 999993.2 düzeyinde gerçekleşebilecektir.
- Eğer Ta ve Tü için geçerli değerler  $(\mu \pm 6.00\sigma)$  olarak belirleniyorsa, kusurlu oranı bir yönlü sınırlama halinde yaklaşık milyarda 1 ve iki yönlü sınırlama halinde de yaklaşık milyarda 2 düzeyinde olacaktır.

Deneyimler göstermiştir ki, proses ortalaması teknik tolerans aralığı ortasından  $\pm 1.5\sigma$  sapabilmektedir [1]. Bu durumda olası kusurlu ya da kusursuz oranları değişecektir. Bu değerler aşağıda karşılaştırmalı olarak bir çizelgede verilmişlerdir.

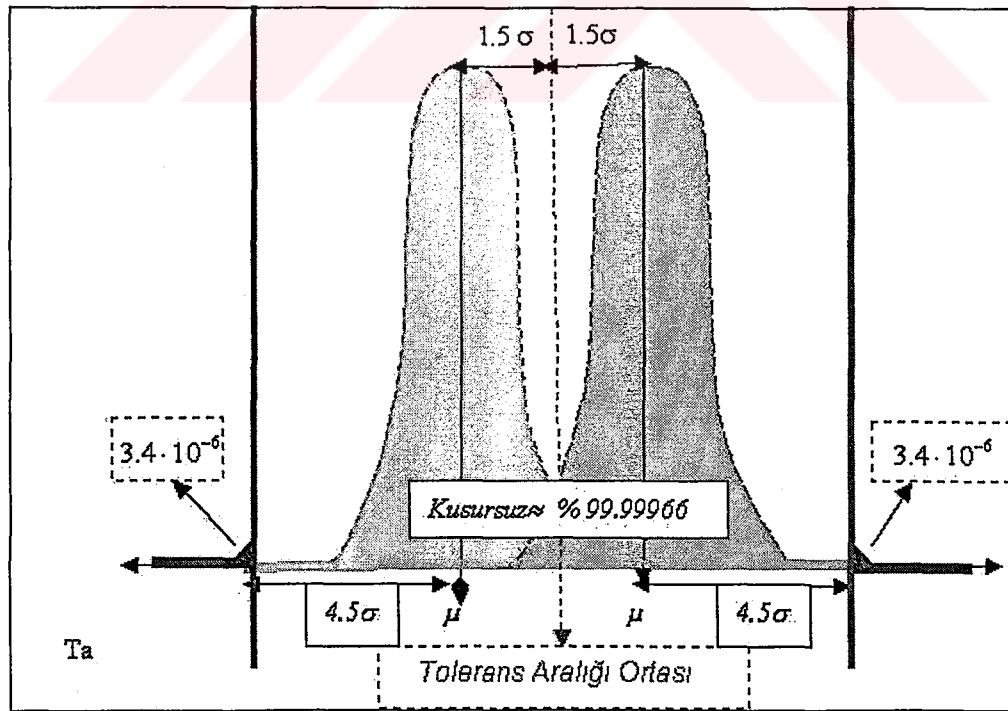
Tablo 2.2. Tolerans Aralığı Genişliği ve Standart Sapma İlişkisinin Kusurlu (ya da Kusursuz) Oranına Yansımaları ve Süreç Ortalamasının Tolerans Aralığı Ortasında Gerçekleşmesi ile Orta Noktadan  $\pm 1.5\sigma$  Sapması Durumlarında Kusurlu / Kusursuz Sayı ve Oranlarının Değişimi

<i>M i l l y o n d a</i>							
		<i>K u s u r l u</i> (Toplam)		<i>K u s u r s u z</i> (Toplam)			
<i>Adı</i>	<i>Tol. Aral. Gen.</i>	<i>Süreç Ortalaması</i>		<i>Süreç Ortalaması</i>			
		<i>Ortada</i>	<i><math>\pm 1.5\sigma</math> Sap</i>	<i>Ortada</i>		<i><math>\pm 1.5\sigma</math> Sapmalı</i>	
	<i>Tü-Ta</i>	<i>Sayısı</i>	<i>Sayısı</i>	<i>Sayısı</i>	<i>%</i>	<i>Sayısı</i>	<i>%</i>
<i>1<math>\sigma</math></i>	<i>2<math>\sigma</math></i>	<i>317,311</i>	<i>697,672</i>	<i>682,689</i>	<i>68.27</i>	<i>302,328</i>	<i>30.23</i>
<i>1.5<math>\sigma</math></i>	<i>3<math>\sigma</math></i>	<i>133,614</i>	<i>501,350</i>	<i>866,386</i>	<i>86.63</i>	<i>498,650</i>	<i>49.87</i>
<i>2<math>\sigma</math></i>	<i>4<math>\sigma</math></i>	<i>45,500</i>	<i>308,771</i>	<i>954,500</i>	<i>95.45</i>	<i>691,229</i>	<i>69.12</i>
<i>2.5<math>\sigma</math></i>	<i>5<math>\sigma</math></i>	<i>12,420</i>	<i>158,727</i>	<i>987,581</i>	<i>98.76</i>	<i>841,273</i>	<i>84.13</i>
<i>3<math>\sigma</math></i>	<i>6<math>\sigma</math></i>	<i>2,700</i>	<i>66,810</i>	<i>997,300</i>	<i>99.73</i>	<i>933,190</i>	<i>93.32</i>
<i>3.5<math>\sigma</math></i>	<i>7<math>\sigma</math></i>	<i>465.3</i>	<i>22,750</i>	<i>999,535</i>	<i>99.53</i>	<i>977,250</i>	<i>97.73</i>
<i>4<math>\sigma</math></i>	<i>8<math>\sigma</math></i>	<i>63.3</i>	<i>6,210</i>	<i>999,937</i>	<i>99.99</i>	<i>993,790</i>	<i>99.38</i>
<i>4.5<math>\sigma</math></i>	<i>9<math>\sigma</math></i>	<i>6.8</i>	<i>1,350</i>	<i>999,993</i>	<i>99.999</i>	<i>998,650</i>	<i>99.87</i>
<i>5<math>\sigma</math></i>	<i>10<math>\sigma</math></i>	<i>0.6</i>	<i>233</i>	<i>999,999</i>	<i>99.9999</i>	<i>999,767</i>	<i>99.98</i>
<i>6<math>\sigma</math></i>	<i>12<math>\sigma</math></i>	<i>0,002</i>	<i>3.4</i>	<i>999,999,998</i>	<i>99.999999</i>	<i>999,997</i>	<i>99.9997</i>

Bu oranların normal dağılım modeli uyarınca hesaplanması (Tü-Ta) = 12 $\sigma$  durumu (altı sigma) aşağıda da bir şekil ile yansıtılmıştır [1].



Şekil 2.4. Altı Sigma uygulamasında kuramsal en az kusurlu oranı milyarda 2 [1]



Şekil 2.5. Altı Sigma uygulamasında gerçekleşen kusurlu oranı milyonda 3.4 [1]

## 2.5. Standart Normal Dağılımın Tersi İle Sigma Değerini Hesaplama

Yalnızca Ta ya da Tü verilmiş ve bu sınır ortalamadan bir standart sapma uzakta bulunuyorsa, yani Ta ve Tü için  $(\mu \pm \sigma)$  değeri geçerli ise, bir yönde oluşabilecek kusurlu oranı yaklaşık %15.87 ve kusursuz oranı yaklaşık %84.13 olarak gerçekleşebileceğini önceki kısımlarda anlatılmıştı.

Tablo 2.3. Kusurlu oranı ve milyonda kusurlu sayısı

Sınırlar	Kusurlu Oranı %	Milyonda Kusurlu Sayısı		
		Bir Yönde (Ta/Tü)	İki Yönde [Ta, Tü]	Süreç Ortalaması Ortada $\pm 1.5\sigma$ Sapmalı
$\mu \pm 1.00\sigma$	15.87	31.73	317,311	697,672
$\mu \pm 3.00\sigma$	0.135	0.27	2700	66810
$\mu \pm 6.00\sigma$	0.00000009866	0.0000001973	0,002	3,4

Tüm bu değerler sürekli bir x rasgele değişkeninin normal dağılım eğrisi altında kalan alan ile ilgilidir. Bir başka deyişle sürekli bir x rasgele değişkeni için olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0 \quad (2.2)$$

ise x normal dağılıma sahiptir. Burada;

$\mu$  = Normal dağılımın ortalaması  
 $\sigma$  = Normal dağılımın standart sapması  
 $e = 2,71828$   
 $\pi = 3,14159$  dur

$f(x)$  olasılık yoğunluk fonksiyonu olduğundan,  $f(x)$  eğrisi altında kalan alan 1'dir. O halde;

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx = 1 \quad (2.3)$$

olur.

Olasılık değerinden yola çıkarak  $\sigma$  değerine ulaşmak istiyorsak o zaman  $z$  değerini hesaplamak gerekir. Bunun için;

$z = (X - \mu) / \sigma$  dönüşümü yapılır ve  $f(z)$  şöyle hesaplanır:

$$f(z) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{z}{\sigma}\right)^2} \quad (2.4)$$

MS Excel' de NORMSTERS formülü ile yani normal dağılımın tersini kullanarak süreç ortalamasının teknik tolerans sınırları ortasından ne kadar saptığını hesaplayabiliriz. Yani olasılık değerini girerek  $z$  değerine ulaşabiliriz. Bu  $z$  değeri de bize prosesimizin Sigma değerini bir başka deyişle üretim kalitemizi gösterir.

$$= \text{NORMSTERS}(1 - \text{kusurlu sayısı} / \text{toplam üretim sayısı}) \quad (2.5)$$

Örneğin,

$$= \text{NORMSTERS}(1 - 15/100)$$

$$= 1,036433389$$

$$\approx 1$$

Buna göre; 100 birim üretim yapan bir firmanın kusurlu üretim oranı %15 ise bu üretim prosesinin sigma değeri 1'dir diyebiliriz. Çünkü bu kusurlu oranında üretim yapan bir prosesin dağılımı çizildiğinde süreç ortalamasının bir yönde teknik tolerans sınırları ortasından  $1\sigma$  kadar kaydığı görülür. Eğer  $T_a$  ya da  $T_u$  değerlerinin ikisi belirlenmiş ise o zaman her iki yönde %15 kusurlu oranı olacağı için toplam kusurlu oranı %30 olacaktır.

Benzer şekilde milyonda 3 kusurlu oranı ile çalışan ve süreç ortalamasının ortada olduğu durumda bir prosesin sigma değeri

$$= \text{NORMSTERS}(1 - 3/1000000)$$

$$= 4,526389323$$



Yani bu proses süreç ortalamasının ortada olduğu durumda 4,5  $\sigma$  kalitesinde üretim yapıyor demektir. Eğer bu ortalama teknik tolerans sınırları ortasından  $\pm 1.5\sigma$  kadar kaydırılırsa bu durumda prosesin Sigma değeri

$$\begin{aligned} &= \text{NORMSTERS}(1-3/1000000)+1.5 \\ &= 6,026389323 \\ &\approx 6 \end{aligned}$$

Yani üretim prosesimizin ortalama değeri teknik tolerans sınırları ortasından  $\pm 1.5\sigma$  kadar sapsmış demektir. Bu da 6  $\sigma$  kalitesinde üretim yaptığımızı gösterir.



## BÖLÜM 3. ALTI SİGMA

### 3.1. Sigma Nedir?

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

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

### 3.2. Altı Sigma Nedir ve Niçin Önemlidir?

Altı Sigma, Toplam kalite yönetiminin önemli odak noktalarından biri olan süreçlerin kalitesinin ölçümü ve iyileştirilmesinde, kullanılabilen bir yöntem, bir metodolojidir [4].

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

- *Teknik tolerans sınırları* =  $\left[ \frac{T_a + T_{\bar{u}}}{2} \pm 6\sigma \right]$  , yani
- $(T_{\bar{u}} - T_a) = 12 \text{ Sigma}$ , dolayısıyla
- Tolerans üst sınırı  $T_{\bar{u}} = \frac{T_{\bar{u}} + T_a}{2} + 6\text{Sigma}$  ve
- Tolerans alt sınırı  $T_a = \frac{T_{\bar{u}} + T_a}{2} - 6\text{Sigma}$
- Süreç yeteneği (yeterliliği) endeksi  $C_p = 2.0$  ,

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

Altı Sigma arkasında sürekli olarak ürün ve proses değişkenliğini azaltmak olan bir felsefedir. Çevresel durumlardaki küçük değişimler, operatörün performansı, malzeme ve makine kalite problemlerine sebep olabilir. Bu nedenle, Altı Sigmanın önemli amacı, değişimi tanımlamak ve ölçmek amacıyla nedenlerini bulmak ve yine bu değişimi azaltmak ve kontrol etmek amacıyla etkin operasyonel araçlar geliştirmektir [5].

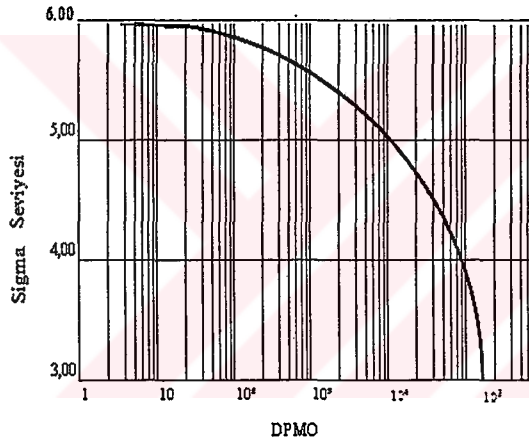
“Altı Sigma gerçekten çok farklı / yeni bir şey midir ?” sorusunun yanıtı oldukça çeşitlilik gösteriyor. Toplam kalite yönetimini doğru okuyanlar, onu bilinçli olarak yaşama geçirmeye çalışanlar için Altı Sigma, son 20 yıldaki TKY çalışmalarının doğal bir sonucudur ve hatta onun uzantısıdır. Araç ve yöntemlerinin pek çoğu TKY kökenlidir. General Electric ve Motorola gibi firmalarda zaten “kalite” ve “Altı Sigma” ayrılamayan iki kavramdır.

Burada yeni olan, süreç ortalamasının tolerans aralığı ortasından  $\pm 1,5\sigma$  kadar sapabileceği, dolayısıyla milyonda 3,4 kusurluya ulaşılabilen gerçeğinin Motorola'nın deneyimleri ile ortaya konmuş olmasıdır. Ayrıca istatistiksel

yöntemlerin ve özellikle de istatistiksel deney planlamasının bilinçli, istekli ve etkin kullanımının vazgeçilemez önemde olduğunun anlaşılmasıdır.

Altı Sigma, ispatlanmış kalite prensipleri ve tekniklerinin yüksek dereceli, odaklanmış ve ciddi bir uygulamasıdır. Altı Sigma neredeyse sıfır hataya yakın bir iş performansını amaçlar [6].

Altı Sigma operasyonel bir problemi matematiksel araçları kullanıp çözebilmek için istatistiksel bir problem haline ve sonuçlarını da pratik çözümlere dönüştürür. Yaygın bir yazılım olan MINITAB, Altı Sigmayı şöyle tanımlar: Finansal olarak ölçülebilen sonuçlar üzerine odaklanarak hata oranını düşüren, müşteri memnuniyetini artıran ve süreçleri geliştiren bilgi tabanlı bir metodolojidir [7].



Şekil 3.1. Sigma seviyesi ve DPMO değişimi [7]

Müşteri memnuniyetini sağlamak ise pazar araştırmalarından başlar, ürün planlama ve ürün tasarımı ile devam eder ve ürünün müşteriye sunumundan sonra da devam eder. Bu çabanın nerede bittiğini tam olarak belirlemek imkânsızdır. Bu çaba, ürünün müşterideki doğal kullanım süresinin sonuna kadar sürer [8].

Günümüzde Altı Sigma başlığı altında pazarlaması yapılan, aslında yalın bir Altı Sigma düzeneği değil, kontrol dışı değişkenliğin küçültülmesi, hataların önlenmesi yolunda verilen sistemli bir savaş anlamına geliyor. Günümüze değin kalite yönetimi / toplam kalite yönetimi / mükemmellik arayışı / başarılı kurum oluşturma adına verilen emeğin, kazanılan birikimlerin, deneyimlerin istatistiksel yöntemlerin bilinçli

ve istekli kullanımı eşliğinde başarı yolunda kullanılması çabasıdır. Kavramsal olarak değişik kesimler kendi açılarından önemli gördükleri boyutu ön plana çıkararak tanımlamalar vermektedir. Bunlara ilişkin birkaç örnek aşağıda verilmektedir:

1. Öncelikle istatistiksel bir ölçümdür. Ürünlerimizin, hizmetlerimizin ve proseslerimizin ne kadar iyi olduğu hakkında bize bilgi veren bir ölçüm tekniğidir. Altı Sigma metodu ürünlerimize, hizmetlerimize ve proseslerimize benzeyen veya benzemeyen diğer ürünler, hizmetler ve prosesleri karşılaştırmamızı sağlar. Bu durumda bize diğerlerinden ne kadar ileride veya geride olduğumuzu gösterir. En önemlisi nereye gitmemiz gerektiğini ve bunu başarmak için ne yapmamız gerektiğini söyler. Başka bir ifadeyle Altı Sigma Toplam Müşteri tatminini yarışında bize yolunuzu gösteren bir ölçü aletidir. Örneğin Bir prosesin 6 sigma kalite düzeyinde olması, onun sınıfının en iyisi (*best in class*) olduğu anlamını taşımaktadır. Bu düzeydeki bir proses bir milyon üründe veya hizmette sadece 3 adet hatalı ürün veya hizmet üretme kabiliyetindedir. Diğer taraftan bir diğer prosesin 4 sigma kalite düzeyinde olması, onun ortalama kalite düzeyinde olduğunu gösterir. Bu da bir milyon ürün veya hizmette 6200 hatalı ürün veya hizmetin üretilmesi anlamını taşımaktadır. Bu hassasiyette sigma, ürünlerimizin, hizmetlerimizin ve proseslerimizin yeterliliklerini ölçen ve karşılaştırma imkânını sağlayan bir ölçüm skalasıdır.
2. İkinci olarak, Altı Sigma bir işletme ve yönetim stratejisidir. İşletmelerin rekabet üstünlüğü kazanmalarında içerdiği stratejiler ve çağdaş yönetim anlayışı ile rehberlik yapar. Bunun nedeni de oldukça basittir. Proseslerin sigma düzeyleri yükseldikçe, ürün kalitesi yükselir ve maliyetler azalır. Doğal olarak sonuçta müşteri daha çok tatmin olmaya başlar.
3. Üçüncü olarak, Altı Sigma bir felsefedir. Bu daha çok değil daha akıllı çalışma felsefesidir. Bunu yaptığımız her işte gittikçe daha az hata yapma şeklinde açıklayabiliriz. Proseslerimizde sapma yaratan kaynakları tespit edip zararsız hale getirdikçe, sigma düzeyimiz sürekli artacaktır. Bu da proses kabiliyetlerimizin artacağı ve hataların azalacağı anlamına gelmektedir [28].

Altı Sigma yaklaşımı bir iş aktivitesinin kabiliyetinin ölçümünde bir kıyaslama (benchmarking) metodu olarak kullanılabilir. Altı Sigma yöntemi ile tüm ürünlerin veya hizmetlerin sigma skalası boyutunda kalite düzeyleri ölçülebilmektedir.

Altı Sigma, iş proseslerinin ölçümü ve geliştirilmesi için istatistiksel tekniklerin kullanıldığı bir yönetim yöntemidir. Altı Sigma, bir milyon ayrı faaliyette hata ölçümü yapmaktır ve yalnızca üretime değil pazarlama, satış ve tasarım gibi tüm proseslere uygulanır [9].

### 3.3. Doğuşu, Gelişimi ve Uygulama Örnekleri

Altı Sigma Japon kalite fikirleri ve kontrol sistemlerinin süreç iyileştirilmelerinde kullanılması amacı ile Motorola şirketi tarafından geliştirilmiştir. İşletmelerdeki mevcut problemleri çözmek, Altı Sigma kalitesinde yeni ürün ve süreçler tasarlamak için oluşturulmuş, kendini kanıtlamış bir proje yönetim yaklaşımıdır. [10]

Aslında Motorola Altı Sigma yönteminin resmi olmayan yaratıcısıdır. Bazı yazarların Motorola'nın Altı Sigma kalite girişimine 1960' ların ortalarında başladıklarını söylemesine karşın, Motorola' da Altı Sigma sürecinin uygulanması ilk olarak 1980'lerde başlamıştır. Motorola'nın Altı Sigma'ya açık katılımı ise 1982' de olmuştur. Bu başlangıç üretim odaklı bir kalite iyileştirilme programının uygulanması idi [11].

Altı Sigma'nın Motorola' da uygulanmasının sağlayan en önemli etken bir Japon firmasıdır. İlk zamanlarda Motorola şirketinin yöneticileri şirket içinde yaşanan problemlerin çözümünü şirketin dışında aramışlardır. Ta ki bir Japon firması, Motorola'nın ABD' deki bir televizyon fabrikasını satın alana kadar. Fabrika yönetimi Japonlara geçtikten sonra hata oranının bir anda yirmi kat azalması, Motorola yöneticilerinin ilk kez kendi yönetim şekillerini sorgulamasına yol açmıştır [12].

Yöntemin 1980'li yılların ortalarında Motorola tarafından geliştirildiği söylenmesine karşın, yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır:

- 1900 ve 1920' li yıllar arasında Frederick W. Taylor' un geliştirdiği Bilimsel Yönetim ve İstatistik teorileri,
- Henry Ford' un seri üretim hatlarını 84 ayrı istasyona ayırıştırarak Tam Zamanında Üretim ve Yalın Üretim uygulamalarını ilk olarak kullanması,
- Walter Shewhart ve Joseph M. Juran'ın 1920 ve 1924 arasındaki kalite çalışmaları sonucunda üretim süreçlerindeki kaliteyi değerlendirmek üzere geliştirdikleri Kontrol Grafikleri ve modern İstatistiksel Proses Kontrol yöntemleri,
- 1950'li yıllarda Japon kalitesinin en bunalımlı dönemlerini yaşadığı zamanlarda, Japonlara danışmanlık desteği sağlayarak Japon kalite devriminin yapılmasına büyük katkı sağlayan Dr. W. Edward Deming, Dr. Joseph M. Juran ve Dr. Armand Feingenbaum'un uygulamaları ve sonuçta Japonlar'ın üstün rekabet gücüne ulaştığı 1970' li yıllar.

1970'li yıllarda Japon'ların kalite devrimi meyvelerini vermeye başlamış ve Japon' lar, müşteri beklentilerini karşılayan ucuz ürünleriyle Amerikan pazarında egemen olmuşlardır. Birçok Amerikan şirketi gibi, Motorola da Japon'larla rekabet etme yeteneğinden yoksun, her geçen gün pazar kaybetmeye ve küçülmeye devam eden bir durumdadır. Öyle ki, 1970'li yıllarda, Amerika'da televizyon üretimi yapan Quasar adındaki şirketini yüksek kalitesizlik maliyetleri nedeni ile Japonlar'ın ünlü bir holdingi olan Maysushita'ya satmak zorunda kalırlar. Matsushita 1970'li yıllarda Motorola'dan satın aldığı Quasar'da yeniden bir kalite devrimi yaratarak, istatistiksel teknikleri televizyon üretim proseslerinin geliştirilmesinde kullanmış, hata oranlarını birkaç yıl içinde %3 seviyelerine kadar düşürmüştür. Amerika' da Amerikan işçisi ile elde edilen bu başarısı, tüm Amerikan endüstrisi ile paylaşmak üzere, Amerika Kalite Derneği'ne (Amerikan Society of Quality) raporlanmıştır.

Diğer yandan 1980'li yılların başında çoğu Amerikan şirketi gibi Japonlar karşısında sürekli Pazar kaybeden Motorola, kötüye gidişi durdurmak amacıyla, kapsamlı araştırmalar, ürün kıyaslamaları yapmaya başlamıştır. Motorola mühendislerine göre

Japon ürünleri kalitesiz olduğu için ucuzdur. Müşteri ise kaliteli ürünü değil, ucuz ürünü tercih ettiği için, Japon ürünlerine yönelmektedir. Öte yandan, Japonların ürünlerini bu kadar ucuza satabilmelerinin ardında, Japonya'daki ucuz malzeme ve ucuz işçiliğin yattığı gibi saptamalarda bulunmuşlardır. Onlara göre, kalitesiz Japon ürünlerini tercih eden müşteriler, uzun vade de sorunlar yaşayacak ve kaliteli ürün almak için tekrar Motorola'ya döneceklerdir.

Birçok Amerikan firması da, Japonların taktiklerinin, Amerikan endüstrisini yok etmeye yönelik bir tehdit oluşturduğu söylemleri ile Japon ürünlerine kotalar, yoğun vergiler konulması için Amerikan hükümetine baskı yapmışlardır. Sonuçta bulunan çözüm, 1980'li yıllarda Japon ürünlerine uygulanan yüksek vergi oranları ve kotalar olmuştur. Fakat bu önlem de kötüye gidişi durduramamıştır. Hayatta kalabilmek için Japon ürünleri ile rekabet etmekten başka seçenekleri kalmamıştır.

Kalite kavramını yorumlamayı öğrenen Motorola, artı rekabet için müşterilerine gitmeye ve onların fikirlerini daha dikkatli anlama yoluna girmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda, müşteriler, Motorola ürünleri ile Japon ürünlerinin aynı fonksiyonları yerine getirmesine rağmen, Motorola'nın çok pahalı olduğunu, bu nedenle de Japon ürünlerini tercih ettiklerini söylemişlerdir. Motorola uzmanlarına göre, kalitesiz Japon ürünleri ile Motorola ürünlerinin müşteri için farkı olmayan fonksiyonları yerine getirmesi imkânsızdı. Çünkü onlara göre, Japonların kullandığı malzemeler kalitesizdi ve ayrıca Japonlar üretim proseslerinde yapılması gereken birçok kontrolü yapmıyorlardı.

Bu yargılara karşı en net cevaplar, Amerikan Kalite Derneği'nden gelmiştir. Amerika Kalite Derneği Motorola'ya ait olan Quasar firmasında Japonların uyguladığı iyileştirmeleri anlatan raporu uzmanlarına sunarak süreçlerdeki verimsizliklerin, tamir ve kontrol maliyetlerinin ne kadar büyük boyutlara ulaşabildiğini göstermiştir. Japonların ucuz ürünlerinin gerisinde Japonya'daki ucuz işçilik ve ucuz malzemeler olmadığı, Amerika'da Amerikan işçisi ve malzemesi ile üretim yapan Quasar'da son derece düşük üretim maliyetlerine ulaşabildiği bu raporda açıkça belirtilmiştir.



Bu olaydan sonra Japonlar ve Japon üretim teknikleri başka bir gözle kıyaslanmışlardır. Ürün kalitesinden çok süreçlerin kalitesini gösteren yeterlilik indeksleri, şirketin rekabet gücünü belirleyen çok önemli bir gösterge haline gelmişti. Süreçte var olan hatalar belirli bir disiplin altında ölçülerek, istatistik yardımıyla analiz edilmeli ve iyileştirilmeliydi. Öyleyse Japonlar gibi ürün kalitesinden daha çok, ürünün üretildiği sürecin kalitesinin sorgulandığı bir yönetim tarzı oluşturulmalı ve bunu iyileştirmek için de müşteri beklentilerinin çok iyi belirlendiği bir yöntem düzenlenmeliydi.

Motorola başkanı, kuruluşunu köklü bir değişime itme kararı almıştır. Bundan sonra kendisinin ilk sorgulayacağı indeksin süreç kalitesi olacağını belirterek, bu konu üzerinde hemen çalışmaların başlatılmasını istemiştir. İşte bu çalışmalar, Altı Sigma'yı gün yüzüne çıkarmıştır. Böylelikle Motorola şirketleri verimliliklerini "sigma seviyesi" adını verdikleri bir indeksle takip etmeye başlamışlardır. Bunu iyileştirmek için de odaklanmış projeler belirlemişler ve bu projeleri hedeflerine ulaştırmak için, DMAIC (Define-Measure-Analysis-Improve-Control) adı verilen ve kendilerinin derlediği problem çözme modelini oluşturmuşlardır.

1985' li yıllardan sonra Motorola Japon ürünleri ile rekabet edebilen, faaliyet karlılığını hissedilir şekilde arttıran bir yapıya kavuşmuştur. Motorola'nın başarı hikâyesini duyan Amerikan şirketleri de Altı Sigma metodunu kullanmaya ve başarılı iş sonuçları elde etmeye başlamışlardır. Özellikler 1995 yılında General Electric'in metodolojiyi stratejik bir araç olarak kullanmaya başlaması ile yayılım kıtalar arasında hızla gerçekleşerek, global boyutlara ulaşmıştır.

Şu anda General Electric, Motorola, Texas Instruments, LG, Allied signal, Volvo vs. gibi birçok global şirket tarafından süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılan bu yaklaşım, doğru bir sistematik çerçevesinde uygulandığında, belirgin finansal kazançlar sağlamaktadır.

İlk olarak üretim sektörlerinde uygulanmaya başlanan Altı Sigma, 1995'li yıllarda hizmet süreçlerinde kullanıma paralel olarak değişime uğramış ve ilk uygulama adımı olarak, müşteri sesinin ve kalite öncelikli hedeflerin belirlenmesinde kullanılan

Tanımlama aşaması yöntemiyle ilave olmuştur. Bu noktadan itibaren Altı Sigma, hizmet süreçlerinin iyileştirilmesinde de kullanılmaya başlanmıştır. American Express, Citibank, J.P.Morgan, GE Capital gibi şirketler de, bankacılık, pazarlama ve lojistik gibi sektörleri de içine alacak şekilde uygulama alanını genişletmiştir [10].

Motorola'nın stratejisi ve kendisini kaliteye adanması, bütün dünyada başta otomotiv sektörünün üyeleri olmak üzere sayısız organizasyon tarafından takdir görmüştür. Birçok organizasyon bu başarılı programını uygulayabilmek için Motorola'ya yaklaşmışlardır. IBM, Motorola'nın başarısının izinden gitmek için Altı Sigma tekniklerini uygulayan ilk şirketlerden birisidir. Altı Sigma, hızla uygulamalarını her tip ve düzeydeki organizasyonlar için sürekli sağlayan kritik bir başarı faktörü haline gelmiştir.

Altı Sigma tarihinde diğer büyük olay 1991'de Jack Welch'in GE'nin CEO'su olmasıyla gerçekleşti. Welch, Altı Sigma'yı "GE'nin bugüne dek önüne koyduğu en çetin ve abartılı hedef" olarak nitelemişti. 1995'te GE Altı Sigma'yı uygulamaya başladı. Şirket 96-99 yılları arasında 2,2 milyar dolar kâr elde etti [23].

- **Altı Sigma Uygulayan Diğer Firmalar**

Motorola'da doğmuş olan Altı Sigma özellikle de 1995'ten sonra bütün dünyada önemli büyük işletmelerin ilgisini çekmiş ve uygulayanların sayısı üstel bir artış göstermiştir. 1999 yılı Fortuna- 500 listesi içindeki işletmelerin 40 tanesi ve bu 500 içinde ilk 100'e girenler içinde de 14 tanesi Altı Sigma uygulayıcısıdır. Bu ilgiye diğer firmalar da katılmıştır: Bombardier, Citibank, Freztech, Invensys, Maxwell, Medrotonics, Pilkington, Shimano, Wipro,.. gibi.

Doğal olarak büyük işletmelerle birlikte çalışan pek çok küçük ve orta ölçekli işletme de, birlikte çalıştıkları büyük işletmelerin bir koşul olarak Altı Sigma istemeleri nedeniyle bu yola mecbur olmuşlardır. Benzeri durumlar ISO 9000 yayılmasında da yaşanmıştır.

Bu dikey yayılma yanında tüm endüstri kesimlerinde, pek çok ülkede ve kıtada uygulama bularak yatay bir yayılma da yaşamıştır. Günümüzde hava taşımacılığında kimya, elektroteknik, metal işleyen endüstrilere kadar yayılmaktadır. Fiat, Ford, Volvo, Naistar ve Borg-Warner gibi firmaların da bu yolu benimsemeleri Altı Sigma'nın otomotiv alanında da önemli bir geleceğe sahip olacağını gösteriyor. Benzer şekilde hizmet üretiminde, örneğin, finans kesiminde uygulamalarının yayıldığı gözleniyor.

Altı Sigma ABD'de başlayan yolculuğunu Avrupa ve Asya'da sürdürmektedir. Bugün artık İngiltere, Almanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İspanya, Türkiye'de (Arçelik, Aselsan, TEI, ...) olduğu gibi Japonya, Çin, Güney Kore Altı Sigma'nın hızla yayılma olanağı bulduğu ülkelerdendir [14].

### **3.4. Altı Sigma Yaklaşımının Amaçları, Temel Özellikleri ve Sağladıkları**

#### **3.4.1. Altı Sigma yaklaşımının amaçları**

Toplam kalite yönetiminde de olduğu gibi, Altı Sigma ile varılmak istenen temel hedef; müşteri isteklerini koşulsuz ve kısıtsız olarak sağlayarak müşteri mutluluğunu ve pazar payını olabildiğince yükseltmektir.

Bunun için başarılması gerekenler ise;

- Kalite beklentilerini tam olarak ve ilk seferde karşılamak,
- İstenen kaliteyi uygun fiyatla/maliyetle sunabilmek,
- İstenen kaliteyi uygun fiyatlarla tam zamanında sunabilmektir.

Bunların sağlanabilmesi öncelikle kalitesizlik maliyetlerinden ve kapasite/zaman kayıplarından kurtulmayı gerektirir. Yani ilk seferde doğru yapmak, planlı ve hızlı çalışabilmek, süreçlerde en kısa yolu oluşturacak iyileştirmeleri sağlayabilmek gerekiyor. Bu nedenle Altı Sigma yaklaşımında hedeflenen iyileştirme çabası:

- Değişkenliği olabildiğinde küçültebilmek,
- İşlem sürelerini olabildiğince kısaltmak,
- Maliyetlerde olabildiğince küçülme sağlayabilmek

olarak belirginleşmektedir.

Bu amaçlara ulaşabilmek için toplam kalite öğretisi ile tanıdığımız her yöntem ve araç uygulama bulabilmektedir. İstatistiksel yöntemlerin isteyerek ve bilerek uygulama gereği Altı Sigma kapsamında iyice belirginleşiyor. İyileştirme süreçlerinde KAIZEN yerine ar-ge ve proje çalışmaları, buna koşut olarak da istatistiksel deney tasarımı ayrıcalıklı bir konum kazanıyor. Amatörlerden çok profesyonel iyileştiriciler (Kara Kuşaklar) önem kazanıyor.

#### 3.4.2. Altı Sigma yaklaşımının temel özellikleri

- Asıl hedefi müşteri memnuniyetini ve pazar payını yükseltmektir. Bunun için işletmede kültür değişimi, stratejik iyileştirmeler ve sorun çözüm yeteneğinin geliştirilmesi gerekir,
- Tepe yönetimin desteğine bağlıdır,
- Bilgi / deneyim ve teknoloji tabanlıdır,
- Sistemli ve projeye dayalı çalışılır,
- Her düzeyde İstatistik ve özellikle İstatistiksel deney planlaması etkin ve istekli kullanılır,
- Ar-ge yaklaşımı gerektirir,
- Öğrenen organizasyon özelliğindedir,
- Değişkenliği, işlem zamanlarını ve maliyetleri küçültmek önemli bir hedefdir,
- Sorun çözücü, amaca uygun etkin bir eğitim/danışmanlık desteği gerektirir,
- Sonu olmayan bir sürekli iyileştirme sürecidir. Altı Sigmanın ötesi de vardır.

### 3.4.3. Altı Sigma yaklaşımının sağladıkları

- Değişkenlik küçülür,
- İş/işlem süreleri kısalır,
- Hatalar azalır,
- Maliyetler küçülür,
- Üretkenlik / verimlilik yükselir,
- Sadık müşteri çoğalır,
- Pazar payı büyür,
- Kültür değişimi yaşanır,
- Ürün ve servis gelişir.
- Çalışanların/Paydaşların yaşam standartları ve mutlulukları artar.
- Başarı ve özgüven artışı İyileştirme isteklerini kamçılar.

### 3.5. Altı Sigma Adımları

1. Bir prosesin sigma kabiliyetinin geliştirilmesindeki ilk adım, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerinin tespitidir.
2. Sonra bu ihtiyaç ve beklentileri karşılayacak bir süreç haritası oluşturulmalıdır. Bu prosesin tüm adımlarını tespit eden bir proses akış diyagramı oluşturulması anlamına gelmektedir. Bu çalışma da her proses adımı için başarı kriterleri tespit edilmelidir.
3. Daha sonra tespit edilen bu başarı kriterlerini karşılamayan unsurlar tespit edilmeli ve bunlar " ünite başına toplam hata sayısı - TDPU" olarak kayıt edilmelidir ve TDPU değeri sigma değerine dönüştürülmelidir.

Sigma değeri ile proseslerimizin kalite düzeylerini müşteri ihtiyaç ve beklentileri ile karşılaştırma imkânını elde etmekteyiz.

Karşılaştırma tamamlandığında ikinci adım olarak, "Karakteristiği kendi sınıfında diğerlerinden en iyi yapan nedir?" sorusu sorulmalıdır. Eğer bu sorunun cevabı belirli

ise, iyileştirme çalışmaları o yöne doğru yönetilmelidir, cevabın belirsiz olduğu durumlarda proseslerimizdeki değişimlerin kaynağı takip edilmeli ve bu doğrultuda değişim azaltma çalışmaları uygulanmalıdır. Bunu takiben çözümler doğrulanıp standart hale getirilerek bir diğer hata kaynağına geçilmelidir. Bu çevrim müşteri tatmini ve mutluluğu elde edilinceye kadar defalarca işletilmelidir. Sürekli müşteri tatmini ve mutluluğu testleri ile çalışmalarımız kontrol edilip doğrulanmalıdır. Bu sonu gelmeyen bir süreç haline getirilmelidir.

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

% 10 veya daha yüksek başarısızlık maliyetlerinin yükü altında çalışan 4 sigma şirketlerinin durumunu düşünebiliyor musunuz? Yapılan benchmarking çalışmaları birçok Amerikan " ve Avrupa şirketinin 3 ve 4 sigma aralığında olduğunu ve birçok Japon firmasının da 6 Sigma kalite düzeyinde olduğunu göstermektedir.

Tipik bir şirketin 4 Sigma düzeyinde ve dünya sınıfı şirketlerinin de 6 Sigma düzeylerinde olduğu kolaylıkla görülebilmektedir. Bu bilgiler temelinde bir şirketin dünya pazarında rekabet edebilmesi için 6 Sigma düzeyinde işletim performansına doğru yönelmesi gerekmektedir. Eğer yaptığımız işlerdeki performanslarımızı ölçmezsek, çevremizdeki ve tüm dünyadaki rakiplerimizle kendimizi karşılaştıramayız.

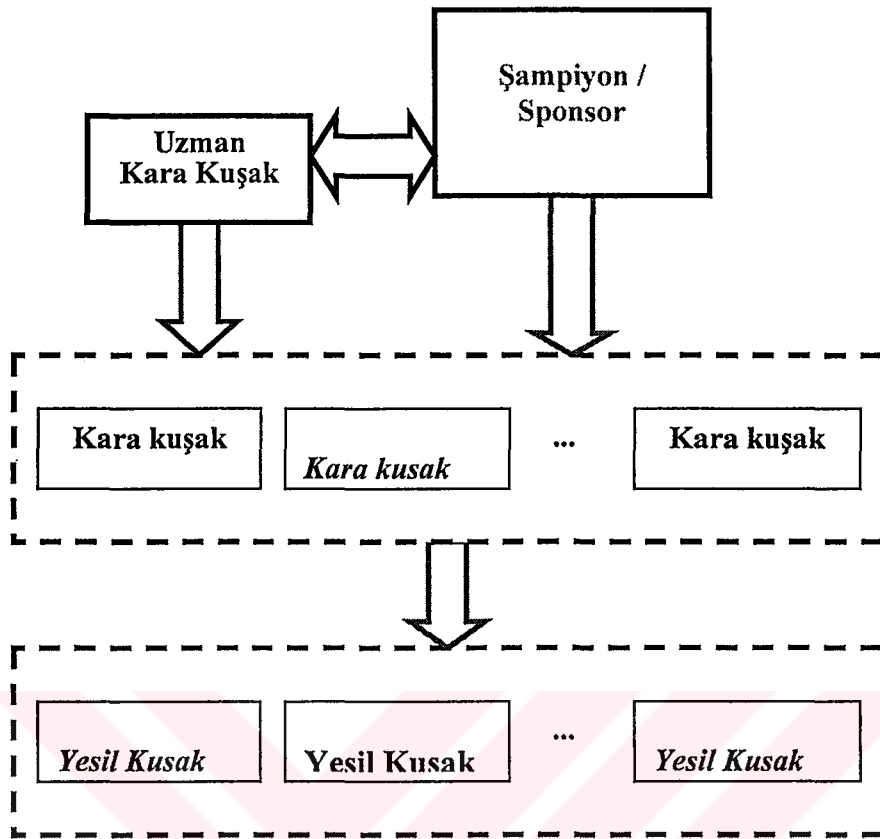
3 ve 6 Sigma arasında yapılan işlerdeki hata miktarı açısından yaklaşık 19650 kat farklılık vardır. 0.9 Sigma kalite düzeyi bir milyon üretim veya işlemden 66807 hatayı, 6 sigma kalite düzeyi ise sadece 3,4 hatayı oluşturur. Dünyada birkaç sınıfının en iyisi rekabetçi firmanın (özellikle birçok Japon Firması) 6 sigma kalite düzeyinde

olduğunu ve 3 veya 4 Sigma kalite düzeyindeki firmaların bunlarla kesinlikle rekabet edemeyeceğini yukarıdaki rakamlar açıklıkla ortaya koymaktadır. Son iki yılda bu bilinçte olan ve 3 – 4 Sigma kalite düzeyinde olan birçok Amerikan ve Avrupa firması 6 Sigma yolculuğuna başlamış bulunmaktadır.

Altı Sigma yönetim anlayışını ve yöntemlerini kullanarak 6 Sigma kalite düzeyine ulaşmış, 4 Sigma firmalarında yapılan incelemelerde bunun minimum 4 yıllık bir süreç olduğunu görmekteyiz. Bu yolda işletmelerin eski düşünce ve paradigmalarını terk ederek yeni yaklaşımlarla yaptıkları tüm işlerin kabiliyetlerinde önemli geliştirmeler yapmaları gerekmektedir. Yetkilendirilmiş, çeşitli liderlik ve mantık teknikleri ile donatılmış, güçlendirilerek motive edilmiş, inisiyatif sahibi örgüt çalışanları, yaptıkları tüm işlerin performans ve kabiliyetlerini sürekli geliştirerek işletmenin belirli periyot içinde sınıfının en iyisi olmasını ve rekabet edebilmesini sağlayacaklardır. Bu yolda yine Altı Sigma yönetim anlayışı işletmelere rehberlik yaparak doğru yönü göstermektedir.

### **3.6. Altı Sigma Çalışma Grupları (Kuşaklar)**

Altı Sigma'nın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu denklemin insan gücü tarafıdır. Altı Sigma çalışmasında çeşitli oyunculara adlar verilmiştir. Şekil 3.4' de bunlar arasındaki ilişki gösterilmektedir. Kuşaklar kendi çalışma alanlarına göre eğitime tabi tutulurlar. Bu eğitimler, Altı Sigma uygulamasının başarıya ulaşabilmesinde kritik bir önem sahiptir. Altı Sigma eğitimi süreç çıktısını artırmak, kalitesizlik maliyetini azaltmak ve istatistiksel araçların kullanımı yoluyla kapasite artışını sağlamak amacıyla tasarlanmış bir programdır. Eğitimler genellikle bir grup danışman tarafından insanları eğitmek, ana süreç iyileştirme projelerini desteklemek ve temel ve ileri Toplam Kalite Yönetimi araçlarında yetenekli olmak amacıyla verilir.



Şekil 3.2 Altı Sigma çalışmasında yer alan oyuncuların ilişkileri [25]

### 3.6.1. Üst kalite konseyi

Altı Sigma'da projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Fakat kabul edileceği gibi eğer üst yönetim bu projeleri yeterli önem ve desteği vermezse hiçbir sonuç elde edilemez.

Altı Sigma hataları azaltmakla ilgilidir. Aynı zamanda temel ürün ve hizmet tasarımı, hata oranlarının ölçümünü, gerçek verileri derlemeyi, düzenlemeyi ve eğitimi de içerir. Bu aynı zamanda Altı Sigma yönteminin niçin üst yönetimin desteğine ihtiyaç duyduğunun nedenidir [15].

Daha açık bir ifade ile eğer üst yönetim Altı Sigma hakkında bilgi edinmek için zaman harcamaz, bu iş için en nitelikli personeli görevlendirmez ve ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamazsa Kara Kuşakların başarı şansı olmayacaktır.



Bunun için özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olacaktır. Bu konseyin başlıca görevleri;

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara 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 çözmek,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak, şeklinde özetlenebilir.

### 3.6.2. Yönetim temsilcisi

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

- Altı Sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak icrasını sağlamak,
- Gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmalık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- Altı Sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
- Proje seçimi ve takımların oluşturulmasında kalite şampiyonu/şampiyonlarına yardımcı olmak,
- Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,

- Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek, uygun gördüklerinden yetkisi dâhilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite şampiyonlarına her konuda destek olmak,
- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmak, şeklinde özetlenebilir.

### 3.6.3. Şampiyonlar (Sponsorlar)

Bunlar projeleri saptayan kıdemli yöneticilerdir. Bu kıdemli yönetim liderleri Altı Sigma çalışmalarının başarısından sorumludur. Projeleri onaylarlar, onlara kaynak sağlar ve aksaklıkları çözümlerler. Bazı işletme liderleri şampiyondur. Şampiyonların çoğu doğrudan işletme liderlerine rapor verirler. Şampiyonlar kalite programında tam zamanlı çalışmak zorunda değiller, ama programın başarısını garantilemek için gerektiği kadar zaman vermeleri bekleniyor[12].

Kalite Şampiyonun başlıca görevleri;

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

### 3.6.4. Uzman kara kuşaklar

Kara kuşaklar arsından seçilen, şirketlerde Altı Sigma konusunda teknik danışman gibi çalışan uzmanlardır. Altı Sigma programının devamlılığını sağlamak için kara kuşak gruplarını belirleyip eğitimleri düzenlerler. Bunun dışında kara kuşak projelerini kolaylaştırır ve üst yönetimi desteklerler. Her şeyden önce öğretmendirler

ve kara kuşaklara danışmanlık yaparlar. Grup liderleri diğer çalışanların birer temsilcileridir. Bu kişilerin yaptıkları iş yalnızca kendileri için olmamalıdır. Ne yapmak istediklerini ve neler yapmaları gerektiğini bilmeleri gerekir, sadece destek yeterli değildir katılım olmalıdır. Eğer bir işi lider kendisi yapmayacaksa kimseyi yerine göndermemelidir. Olaylara geniş bakış açıları olmalı işlere çalışanlarla birlikte katılmalıdırlar.

Üst düzey yöneticiler Altı Sigma çalışmalarının başarıya ulaşmasından sorumludurlar. Altı Sigma uygulanacak projelere kaynak bulurlar, belirlenmiş olanları onaylar ve projenin başarıya ulaşmasını engelleyen bariyerleri kaldırırılar.

### 3.6.5. Kara kuşaklar

Kara kuşaklar, Altı Sigma araçlarını iyi bilen ve projelerinde uygulayan, şirketlerdeki Altı Sigma programının itici gücüdürler. Projeler için takım oluşturur, projeleri yönetirler ve şirketlere kazanç sağlarlar. Altı Sigma metotlarının kullanılması için önderlik etmek, eğitim vermek, başarıya ulaşmak için yeşil kuşakların oluşmasını, teknik ve yöntemlerin transferini sağlamak ana amaçlarındandır.

Kara kuşaklar organizasyondan seçilir. Üretimi, ürün yapısını ve çalışan personelin niteliklerini iyi bilen kişilerdir. Altı Sigma metotlarının kullanılması için öncülük ederler. Başarılı kalite düzeyi organizasyonun içinden gelir. Bu yüzden de kara kuşaklara ihtiyaç vardır.

Kara kuşaklar, müşteri memnuniyetine veya verimliliğin artmasına etkisi olan temel işlemleri ölçme, analiz etme, geliştirme ve kontrol etme amacıyla kurulan ekiplerin liderleridir. İyi bir Altı Sigma çalışması yapmak için kara kuşaklar güçlü kişiliklere sahip olmalıdır.

Kara kuşaklar, eğitimlerle güçlü ve kendisine güvenen, güvenilir bir yapıda olmaları sağlanmalıdır. Onlara eski deneyimleriyle karar verebilme yetkileri de verilmelidir. Çalışacakları projelerde, ustabaşı, denetçi ve operatörlerin işbirliği ile takımlar

oluşturur. Organizasyonlarda Altı Sigma ağı oluşması için çalışanları eğitir, yeni stratejiler ve metotları tanıtır, çalışanlara bire bir destek verir.

Kara kuşakların odak noktasını, Altı Sigma felsefesinin derinliğine anlaşılmasının sağlanması, teori ve uygulama taktikleri, proses kontrol teknikleri geliştirmesini sağlamak oluşturur.

### **3.6.6. Beyaz kuşaklar**

Bu çalışma grubunun amacı, Altı Sigma temel istatistik yöntemlerin anlaşılmasını, bazı temel proses kontrol prensiplerinin bilinmesini ve her türlü gelişmenin sağlanması için katılanların diğer kişilere bildiklerini aktarmasını sağlamaktır.

### **3.6.7. Sarı kuşaklar**

Proses kontrol tekniklerini ve temel Altı Sigma kavramları üzerinde yoğunlaşarak, istatistiksel olarak sunulan sonuçları anlamak, yorumlamak ve prosesi geliştirmek için başkalarına da ilham vermek, ön ayak olmak gibi çalışmalarda bulunurlar.

### **3.6.8. Yeşil kuşaklar**

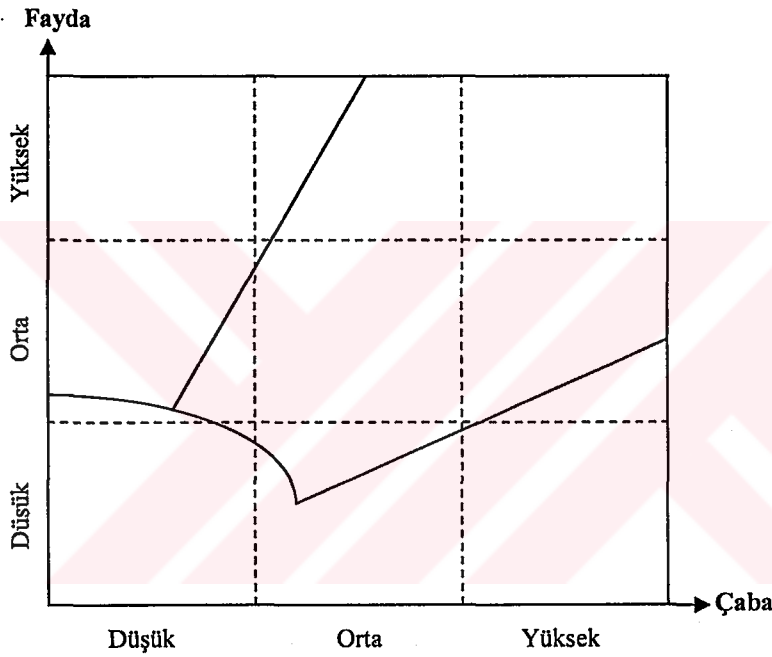
Altı Sigma araçlarının daha çok ölçüm araçlarını iyi bilen, diğer araçlar konusunda temel bilgilere sahip kara kuşak projelerinde takım elemanı olarak çalışan kişilerdir. Amacı, istatistik ve temel Altı Sigma metotlarını kullanan kişi ve kişileri oluşturmaktır. Projelerde sarı kuşak ile takımlar oluşturularak problemlerin çözümü için fikir yürütmek, onları destekleme ve yol göstermek görevleri arasındadır.

## **3.7. Proje Seçimi**

Altı Sigma uygulaması dâhilinde hangi projelerin uygulamaya alınacağı ve proje önceliklendirmesi önemli bir kritik başarı faktörüdür [17]. Altı Sigma'yı uygulamaya yönelik olarak gösterilen çabaların etkinliğini belirlemek için önemli bir anahtar faktör etkili proje seçimidir. Bazı Altı Sigma programları kendi güçlerini yaymada

başarısız olmuşlardır. Bunun en önemli nedeni özellikle proses sahibi ve yöneticiler tarafından uygun görülen, ancak gereksiz projelerde kara kuşakların sahip olduğu nadir ve güçlü bilgileri (kaynakları) kullanmalarındır.

Projeler “değer ortaya çıkaran” özelliği ile “çaba gerektiren” özelliğinin karşılaştırılıp, ikisinden birinin tercih edilip diğerinden vazgeçilmesine bağlı olarak seçilmelidir. Bu amaç için en güçlü araçların biri kazanç(fayda)/çaba grafiğidir. Şekil 3.3.’ de bu durum gösterilmiştir [18].



Şekil 3.3. Fayda / Çaba grafiği [25]

- Yüksek dereceli istenen fırsatlar - Sol üst kısımdaki projeler en çok arzulan projelerdir.
- Potansiyel olarak Arzulan fırsatlar - Sağ üst kısımdaki projeler potansiyel olarak arzulanır, ancak genellikle iyi karar vermek için daha fazla analiz ihtiyacı gerektirir.
- Az / Arzu edilmeyen fırsatlar – Sol alt kısımdaki projeler genellikle bir takım uygulaması için az arzu edilen projelerdir. Bu alan genellikle “çabuk başarılı sonuç” fırsatlarını içerir.

- En az arzu edilen fırsatlar – Sağ alt kısımdaki projeler en az arzu edilen projelerdir.

Proje seçiminde fayda ve çaba şunları içerir;

#### Faydalar

- Stratejik uygunluk
- Gelir artışı
- Maliyet düşüşü

#### Çabalar

- Personel ihtiyaçları
- Projenin uzunluğu
- Kapital maliyeti

Bir Altı Sigma projesini değerlendirmek bilimsel bir faaliyet olduğu kadar aynı zamanda bir sanattır. Bunun, Altı Sigma bireysel olarak kara kuşakların başarısı için kritik bir önemi vardır. Birçok kara kuşağın başarısız olmasının nedeni proje seçiminde yeterince ayırım yapamamaları ve alternatifler arasındaki farkı görememelerindedir. Eğer proje seçimi baştan savma yapılırsa, Altı Sigma çabaları başarısızlıkla sonuçlanabilir [25].

### **3.8. Altı Sigma Uygulama Stratejisi ve İlkeleri**

#### **3.8.1. Altı Sigma uygulama stratejisi**

Altı Sigma'nın yayılımını sağlamak için üç strateji vardır:

1. Altı Sigma organizasyonu
2. Altı Sigma mühendislik organizasyonu
3. Stratejik olarak seçilmiş proje ve bireyler

Tablo 3.1.'de, bu üç stratejinin güçlü ve zayıf yönleri, kurs içeriği ve personel eğitimi konularında yapılan karşılaştırmaları ve her bir stratejinin ana hatlarını içeren bir taslak görülmektedir.

Birinci strateji olan Altı Sigma organizasyonu organizasyonun her alanındaki tüm bireylerin Altı Sigma uygulaması içinde yer alan temel kavramlar ve araçları içeren bir eğitim yöntemini kullanır. Bu metodu kullanarak organizasyon boyunca yüksek

seviyede farkında olma sağlanabilir, ortak bir dil ve problem çözme yaklaşımı adapte edilebilir.

Altı Sigma mühendislik organizasyonu stratejisi birinci stratejinin aksine şirketin tasarım ve imalat mühendislik departmanlarındaki gelişme ve eğitime odaklanır. Bu durumda kaynaklar daha fazla dikkate alınır ve proje uygulamalarının üzerinde durulur.

Üçüncü kategori olan stratejik seçim stratejik olarak seçilmiş olan çalışanların gelişmesini kapsar. Bu bireyler organizasyon için kritik amaçlar ve ihtiyaçlar tarafından tanımlanmış olan karmaşık projelere atanırlar. Bu stratejide ilk iki stratejiye kıyasla eğitim hususunda yüksek oranda bir esneklik vardır. Eğitim, çok güçlü proje odağına göre (gerekli olacak biçimde) sağlanır [20].

Tablo 3.1. Altı Sigma uygulama stratejisi

	Altı Sigma organizasyonu	Altı Sigma mühendislik organizasyonu	Stratejik olarak seçilmiş proje ve kişiler
<b>Eğitilmiş personel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tüm çalışanlar</li> <li>- Şirketin müdürleri ve üst düzey yöneticiler</li> <li>- Mühendisler</li> <li>- Operatörler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mühendislik kadrosu</li> <li>- Tasarım/ürün</li> <li>- İmalat/süreç</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stratejik olarak seçilmiş bireyler</li> <li>- Proje yürütücüleri</li> <li>- Resmi olmayan liderler</li> </ul>
<b>Kurs içeriği</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genel bakış</li> <li>- Felsefe ve temel kavramlar</li> <li>- Temel araç ve metotlar</li> <li>- Proje çalışması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genel bakış</li> <li>- Felsefe ve temel kavramlar</li> <li>- Temel araç ve metotlar</li> <li>- İleri-temel araçlar</li> <li>- Proje çalışması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genel bakış</li> <li>- Felsefe ve temel kavramlar</li> <li>- Temel ve ileri araç ve metotlar</li> <li>- Bireysel projeler için gerekli olan spesifik metot ve araçlar</li> <li>- Proje çalışması</li> </ul>

<b>Güçlü yönler</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Farkında olmanın yüksek seviyesi</li> <li>- Ortak dil</li> <li>- Ortak araç seti ve problem çözme yaklaşımı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Odaklanılmış kaynaklar</li> <li>- Mühendisler için daha geniş araç seti</li> <li>- Eğitimde bireyler arasında benzer geçmiş</li> <li>- Proje uygulamalarına verilen daha fazla ilgi-özen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizasyonel amaçlara göre sıraya konulmuş projeler</li> <li>- Eğitim için daha az ilk masraf</li> <li>- Eğitim içeriğinde yüksek oranda esneklik</li> <li>- En güçlü projeye odaklanma</li> </ul>
<b>Ortak zayıflıklar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gelişme için isteksizlik eğilimi</li> <li>- Sloganlara odaklanma</li> <li>- Toplu eğitim için gerekli kaynak miktarının çokluğu</li> <li>- Problem çözme veya süreç iyileştirme için esnek olmayan yol haritası</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizasyonun her alanında ortak dil eksikliği</li> <li>- mühendislik ve operasyonların dışındaki konularda yayılma zorluğu</li> <li>- Yöneticilere günlük mühendislik sorumluluklarına kendilerini etkin biçimde entegre edecek eğitimin sağlanamaması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eğitilen çalışanların izolasyonu</li> <li>- Ortak dil eksikliği</li> <li>- Altı Sigma dışındaki projelere entegre olma zorluğu</li> <li>- Gelişme için seçici davranış gösterme eğilimi</li> </ul>

Altı Sigma Operasyonel Mükemmellik Modeli, müşteri beklentileri doğrultusunda, kalite ve maliyet kriterlerini birleştirerek, iyileştirme faaliyetlerinin önceliklendirilmesini sağlar.



Altı Sigma uygulayan şirketlerde verimsizliğe neden olan ve sigma seviyesini düşüren problemler projeleri tetiklemektedir. Bu projeler ise kara kuşaklar önderliğindeki takımlar tarafından hedeflerine ulaştırılmaktadır. Hedefine ulaşan projeler arttıkça işletmenin toplam verimsizlikleri azalmakta, dolayısıyla sigma seviyeleri yükselmektedir.

Atlanan her sigma derecesi, şirket karlılığında %5-10'luk net kar artışı anlamına gelmektedir. Altı Sigma metodunun uygulamaya başlanması halinde, karlılığın hızla arttığı görülür.

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

### 3.8.2. Altı Sigma'nın ilkeleri

- Gerçek Müşteri Odağı
- Verilere Dayalı Yönetim
- Proses Odağı
- Proaktif Yönetim
- Sınırsız İşbirliği
- Kusursuzu İste Başarısızlığa Tolerans Göster

### 3.9. Altı Sigma'nın Başarıyla Uygulanması için Gerekli Koşullar

Her tür çabada olduğu gibi Altı Sigma uygulamalarında da başarı için öncelik ve özellik arz eden koşullar şöyle sıralanabilir:

1. Üst yönetimin inanması, istemesi, ortam ve olanak sağlaması,
2. Uygun nitelikte insan kaynakları- Kara Kuşaklar-
3. Bilgi ve teknoloji,
4. Çalışma ilkeleri.

Her konuda olduğu gibi, fırsat, olanak, kaynak, yetki, izin verecek olanların istemediği, destek vermediği konularda başarı şansı yoktur. Bu gerçek Altı Sigma için de tartışmasız olarak geçerlidir. Hatta daha da önem kazanarak geçerli oluyor. Zira başlangıçta eğitim ve donanım açısından ciddi yatırımlar da gerekebilecektir. Her ne kadar sonuçta karlı olursa da, önce yatırımı yapmak gerekiyor. Dolayısıyla en tepedekilerin bilgilenmesi, ilgilenmesi, istemesi, desteklemesi, ortam yaratması ve sıkı bir şekilde takipçi olarak yılmadan arkasında durması gerekiyor ki başarılı olunabilsin.

Teknoloji ve özellikle elektronik destekler (otomasyon, robot vb.), bilgi teknolojileri alanındaki hızlı gelişmeler her alanda olduğu gibi Altı Sigma uygulamalarında da başarının da temelini oluşturmaktadır. Bilgi teknolojileri, hem işletme içi, hem de işletme dışı iletişim, bilgi yönetimi, ölçme ve değerlendirme bağlamında yaşamsal önemdedir. Bugünkü yüksek duyarlılıktaki ölçme gereçlerimiz olmasa, günümüzün başarıları düşünülemezdi. Ölçemediğimizi yönetemeyiz, dolayısıyla iyileştiremeyiz [1].

Altı Sigma için en önemli kadroların (kara kuşaklar) eğitiminde ve istatistiksel yöntemlerin başarı ile uygulanmasında yazılım destekleri gerekiyor. Örneğin pazarlanan eğitim programlarında SPSS programı gibi programlar önemli bir destek işlevi görüyor. Teknolojiye, bilgiye, insana yatırım yapmadan, ar-ge kültürü ile buluşmadan Altı Sigma uygulamacı olduğunu sanmak, henüz yürütmeyi öğrenmekte olan bebeğin yetişkinler sınıfında 100 metre yarışlarında iddia sahibi olması gibi bir anlam taşır [1].

Altı Sigma hareketinin önemli bir özelliği, ölçme ve iyileştirme süreçleri için yeterli nitelikte kadrolara sahip olma koşuludur. Bu kadrolar yeşil kuşak, kara kuşak, uzman kara kuşak, sarı kuşak ve beyaz kuşak gibi tanımlamalarla nitelik ve işlevleri belirtilmiş oluyor. Bilgi ve teknoloji açısından değişkenliği yönetebilecek düzeyde donatılmamış kuruluşların, adını Altı Sigma da koysalar, henüz Altı Sigma hedefinden uzak olacakları açıktır. Altı Sigma ile ulaşılan başarıların altında bilgi birikimimizin ulaştığı düzey önemli bir etkidir. Bu bağlamda toplam kalite yönetimini doğru okumak da önem kazanmaktadır.

### 3.10. Altı Sigma ve Toplam Kalite Yönetimi

Toplam kalite yönetimi,

- Sınırsız bir daha iyiyi arama stratejisidir,
- Daha iyide sınırsızlığın çağdaş karşılığını doğru anlamaktır:
  - Sıfır kusur,
  - Sıfır tolerans,
  - Sıfır gecikme / sıfır stok (JIT),
  - Sıfır hiyerarşi,
  - Sıfır kirlilik.
- Daha iyi, birey-çalışan ve müşteri mutluluğu içindir, dolayısıyla müşteri ve insan odaklıdır.
- Amaçları-süreçleri ve araçları ile bir bütün, dinamik bir sistemdir.
- İyileşme amacına hizmet edecek her amaç, her süreç ve her araç, hangi alanda hangi amaçla geliştirilmiş olursa olsun- bir toplam kalite aracı olmaya adaydır. İyileşme yolunda her yeniliğe sonuna kadar açıktır.
- Bilgi ve teknoloji tabanı yetersiz /eksik olan ortamlarda serpilemez.
- Bilgi, eğitim ve motivasyonla başarı aracı haline gelirse etkili olabilir
- Bir başarı aracı olabilmesi aynı zamanda teknolojik olanaklara bağlıdır. Teknoloji olmadan başarıya ulaşılması boş bir hayaldir.
- Planlı çalışarak başarıya ulaşılabilir. Bu bağlamda PUKÖ çevrimi iyi anlaşılmalıdır.

- Çalışanların sürekli katkısı ile başarılan sürekli iyileştirme ve sistemli-projeli araştırmalar sürekli iyileştirme/gelişme katarını taşırlar,
- Sistemin asıl itici gücü " biz " kültürüne ulaşmış işletme iklimidir (katılımcı - işi yapan en iyi bilir - etkin bir iletişim ve paylaşım).
- Toplam kalite yönetimi yaşayarak öğrenilen bir sistemdir. Taklit edilerek bir yere varılamaz. Bu, uzunca bir zaman, sabır, inanç, dayanma, takip gerektiren bir süreçtir.

Toplam kalite yönetiminin doğru anlaşılmasında kimi önemli engeller şöyle sıralanabilir:

- Bilgi tabanı çok zayıf, alt yapısı yetersiz ve bu yoldaki geçmişi kısa olan, henüz kalımsal bir değişim yaşayamamış işletmelerin çoğunlukta olması,
- Yöneticilerin/patronların uzun süre beklemeye, bir dizi eğitim ve danışmanlıklarla zaman/kaynak kaybetmeye tahammülleri olmaması,
- Bilgi/eğitim verecek olanların kısa zamanda kendi uzmanlıklarını ilan edenlerden oluşması,
- EFQM modeli uyarınca yapılan bir özdeğerlendirme yalnızca bir ölçme-değerlendirme işlemidir. Toplam kalite felsefesini iyi anlamadan EFQM modeli ile buluşanların toplam kalite felsefesini EFQM den ibaret sanıyor olmaları,
- Hepsinin özeti, bilgi ve deneyimi eksik, köksüz/yüzeysel ve yetersiz olduğu için deneme-yanılmaya ve abartılı yenilik ve başarı vaatlerine oldukça elverişli bir ortam olması.

Adı ne olursa olsun, başarı için engel olan bu nedenler ortadan kaldırılması çok önemli ve öncelikli bir koşuldur.

Altı Sigma'ya özgü olmayan, ancak Altı Sigma uygulamalarında da başarı için gerekliliği tartışmasız olan bazı temel çalışma ilkeleri vardır. Toplam kalite kültürü ile buluşmuş olanlar için bu tür ilkelerin yeni bir şey olmadığı da açıktır. Örneğin, müşteri odaklılık, olgular ve verilere dayanan yönetim, süreç odaklı yönetim ve

iyileştirme, önde giden (proaktif) yönetim, her kademenin katılım-işbirliği, mükemmellikçilik.

Altı Sigma adı altında sunulan sistem ya da stratejiler kalite alanındaki arayış ve anlayışların sonucu olarak, zoru başarmak ya da zirveye tırmanabilmek için atılması gereken adımlardan oluşuyor. Bu açıdan dün olduğu gibi, bugün de kalite her şeydir. Ama verimlilik ve başarı da kalitenin ayrılmaz yol arkadaşları olmak zorundadır. Dolayısıyla, her işletme için başarıya ulaşabilmek, mevcut bilgi ve teknoloji düzeyinin elverdiği ölçünün de üstüne çıkmak üzere daha iyiyi aramayı gerektiriyor.

Ulaşılan gelişmelerin altında yatan temel etmenler,

- İnsana yatırım yapmak,
- Bilgiye yatırım yapmak,
- Teknolojiye yatırım yapmak,
- Her iyinin bir daha iyisi olacağı gerçeğini unutmamak ve onu aramak

şeklinde özetlenebilir. Yoksa adlara, unvanlara takılmanın bir anlamı yoktur.

Sonuç olarak,

1. Kusurlu oranını milyonda 3,4 düzeyine düşürmenin sihirli formülü 6-Sigma değil, işletme koşullarının, 6-Sigmayı uygulayabilecek bir düzeye gelebilmiş olmasıdır.
2. Standart sapması (sigma) yeterli düzeyde küçük olmayan işletmelerde sigmayı yeterince küçültmeden, uygulamanızın adı 6-Sigma da olsa, alınan sonuçlar buna uygun olamayacaktır.
3. Altı Sigma ya da Toplam Kalite Yönetimi gibi ayrımlar yerine, bunların gereklerini doğru olarak yerine getirmeye çalışmak yeterlidir.

4. İstatistik, gerek işletmenin günlük işleyişinde nabzının tutulması, iyileştirme / geliştirme için vazgeçilmez öneme sahiptir. Bu gerçek, Altı Sigma ile iyice anlaşılmalı olursa, büyük bir kazanım sağlanmış olacaktır. Yüzeysel, isteksiz ve zora katlanmadan, almış olmak için alınan istatistik kursları ile bir yere varılamayacağı artık anlaşılmıştır.
5. İşletme başarısı için önemli olan, iyileşmeyi / gelişmeyi sürekli hale getirebilmektir. Dolayısıyla, bu amaca hizmet edecek yeni araçlara toplam kalite yönetimi zaten açıktır. Bu bağlamda, Altı Sigma yaklaşımı da bir Toplam Kalite Yönetimi aracı olarak benimsenmelidir. Toplam kalite yönetimi ile koşulları uygun hale getirilmiş işletmelerde 6-Sigma uygulanması zaten kaçınılmaz şekilde gündeme gelecektir ve gelmelidir [1].

### 3.11. Akademik Açıdan Altı Sigma Yaklaşımının Bazı Üstünlükleri

1. Altı Sigma, finansal getirisi olan, bir organizasyonun operasyonel fonksiyonları için ölçülebilirlik ve sayılabilirlik konularına odaklanmış yeni bir strateji olarak yerini almıştır. Temel fonksiyonlar üzerinde belirgin etki veya değişiklik yaptırmayan hiçbir Altı Sigma projesi, net olarak tamamlanmış veya başarılı değildir.
2. Bir Altı Sigma projesinin başarıyla gelişme sağlayabilmesi için gerekli olan tüm destek araçlarının kullanılmasını şart koşan bu metodoloji, güçlü ve istekli liderler tarafından eşsiz öneme sahip bir metodoloji olarak görülmektedir.
3. Problem çözümünde gelişme sağlanabilmesi için Altı Sigma yöntemi, insan kaynakları, müşteri odaklılık, kuşak sistemi, proje yönetimi, istatistiksel analiz, ölçüm sistemleri analizleri gibi teknikler ile entegre olarak çalışması gereken bir sistemdir.
4. Altı Sigma yöntemi, iş süreçlerindeki problemleri iyileştirmek için çeşitli araçlar ve teknikler kullanır ve bunları belirli bir programa göre şekillendirir,

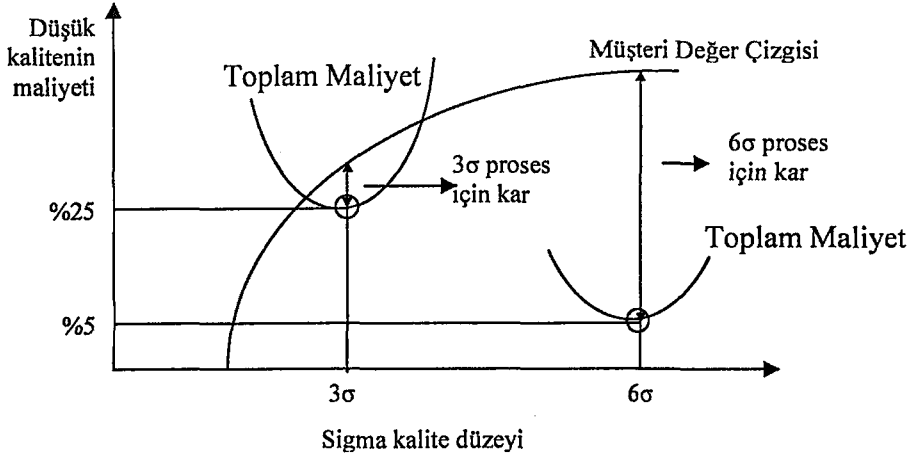
disipline eder. Altı Sigma yöntemi, içerisindeki her bir araç ve teknik uygulanmak üzere bir role sahiptir ve bir Altı Sigma projesinin başarılı veya başarısız olmasında araçların ve tekniklerin ne zaman, nerede, ne için ve nasıl entegre edilebileceğinin ve bu tekniklerin nasıl uygulanabileceğinin kararı ile ilgilidir.

5. Altı Sigma yöntemi, şampiyonlar, kara ve yeşil kuşakların yönetimi, gelişmesi ve uygulamasını temel alan yeni bir altyapı yaratır.
6. Altı Sigma yöntemi, hipotezler, varsayımlar, önsezilerin yerine, elde edilen bulgular ve bunların etkilerini, temel olarak çeşitli kararlar alınmasının önemini vurgular. Altı Sigmanın gücü, yapısında ölçümlerin temel alınmasından gelir. Sezgi ve yorumlardan ziyade ölçümlerin kurumsal kültürün bir parçası olması gerektiğine inanılmalıdır.
7. Altı Sigma yöntemi, hata oranını düşürmek ve değişkenliği azaltmak için başarılı sonuçlar verdiği kanıtlanmış istatistiksel araç ve teknik uygulamalar kullanmaya teşvik eder ve istatistiksel düşünme mantığını benimser. [22]

### 3.12. Altı Sigma'nın Değeri (3 $\sigma$ - 6 $\sigma$ Karşılaştırması)

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

3σ kalite düzeyinde işleyen bir işletme, satışlarından elde ettiği gelirin %25'ini düşük kalite için harcarken, 6σ kalite düzeyinde işleyen bir işletme için bu oran %5'tir (Şekil 3.4.).

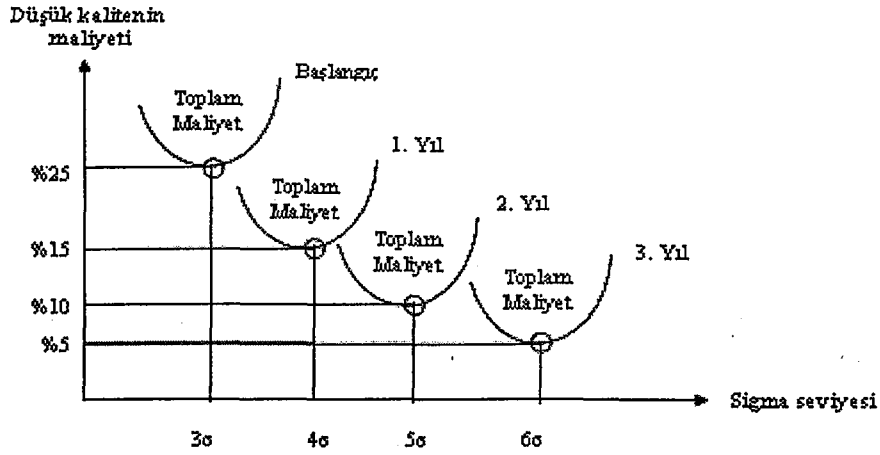


Şekil 3.4. 3σ ile 6σ karları [25]

3σ kalite düzeyini işletebilecek düzeyde olan bir işletme, varolan sisteminin dışında daha iyi kalite düzeyine ulaşmayı denerse bu, işletme için maliyet artışına sebep olur. Aynı zamanda hem daha iyi kalite hem de düşük maliyetlere ulaşılacak yeni sistemler geliştirilmelidir. Bu aşamada Altı Sigma sistemine ihtiyaç duyulur. Altı Sigma bir varış yeri ya da son nokta değildir, Altı Sigma sürekli gelişim için bir yolculuktur.

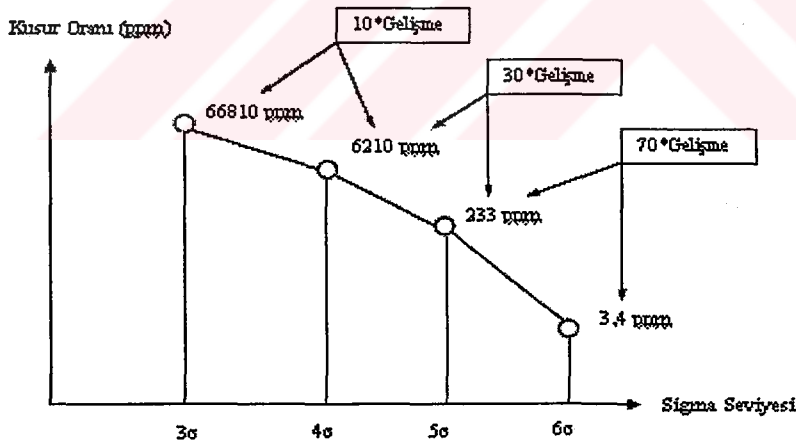
Tabii ki hiçbir işletme 3σ' dan 6σ' ya büyük bir atlama ile geçemez. Bunun yerine, genel performans önce 3σ' dan 4σ' ya, daha sonra 5σ' ya ve bunun gibi artan şekilde, insanların eğitimi ve sistemlerin yeniden tasarımı ve geliştirilmesi ile gelişecektir. Şekil 3.5, 6σ' ya doğru beklenen gelişimi göstermektedir [33].





Şekil 3.5. 6σ' ya doğru beklenen gelişim [25]

Altı Sigma, müşterilere, yatırımcılara ve çalışanlara daha iyi değerler sağlamayı amaçlar. 3σ' dan 6σ kalite düzeyine doğru milyonda kusur sayıları doğrusal olarak azalmazlar. Gelişme 3σ' dan 4σ' ya 10 kat, 4σ' dan 5σ' ya 30 kat, 5σ' dan 6σ' ya 70 kat olmaktadır (Şekil 3.6). Bu da 6σ kalite düzeyine ulaşmanın işletme yararları açısından önemini kanıtlamaktadır [6].



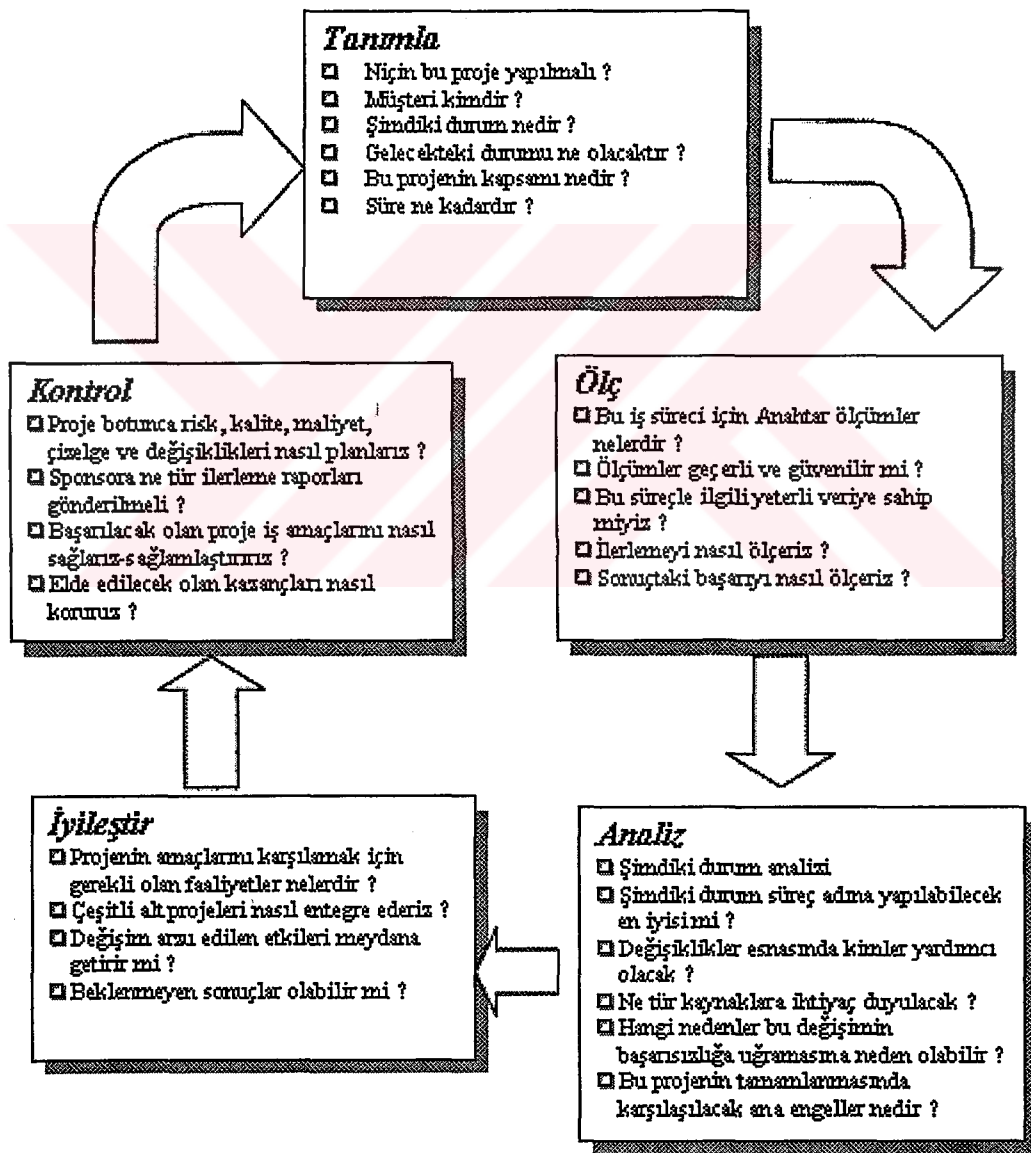
Şekil 3.6. 3σ' dan 6σ' ya doğru milyonda hata sayılarında meydana gelen değişim [25]

### 3.13. Altı Sigma Yöntemi

Altı Sigmanın amacı müşteri tatminin ve şirket performansını arttırmaktır. Bunun için sistem ve süreçlerde müşteri tatmini ve şirket performansı olumlu yönde etkileyecek değişiklikler yapılmalıdır. Ancak bu değişikliklerin uygun bir planlama olmaksızın gerçekleştirilmesi mümkün değildir.

Bilimsel metodun işletme faaliyetlerine uygulanmasında kullanılan çok sayıda iyileştirme modeli bulunmaktadır. Fakat bu modellerin hemen hemen hepsinin W.Edwards Deming' in PUKÖ (Planla, Uygula, kontrol et, Önlem al) döngüsüne dayandığı söylenebilir.

Altı Sigma yönteminde de DMAIC döngüsü (Tanımla, Ölç, Analiz, iyileştir, Kontrol) kullanılmaktadır. Temel olarak PUKÖ döngüsünden büyük bir farklılık göstermeyen DMAIC döngüsünde sadece ölçme ve iyileştirme süreçleri özel olarak vurgulanmış ve bu süreçler ayrı birer aşama olarak ifade edilmiştir[25].



Şekil 3.7. Altı Sigma uygulama yöntemi [25]

### 3.13.1. Tanımlama aşaması

Projenin hedefleri, sınırları ve terminlerinin belirlenmesi ile beraber, çıktı ve potansiyel girdilerin tanımlanması amaçlanır. İyileştirme faaliyetinin hedefleri tanımlandığı aşamadır. En önemli hedefler müşterilerden elde edilir. Operasyonel seviyede bir hedef üretim departmanının çıktı miktarını artırmak olabilir. Proje seviyesinde hedef belirli süreçler için hata oranını düşürmek ve çıktı miktarını artırmak olabilir. Hedefler müşterilerden, paydaşlardan ve çalışanlardan direk iletişim yoluyla elde edilir.

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

- Seçilen projenin organizasyonun imkân ve kabiliyetlerine uygun olması,
- Daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması
- Problemlerin net ve mümkün olduğunca sayısal olarak tanımlanması

şeklinde özetlenebilir.

Dolayısıyla ilk olarak, tespit edilen problemin organizasyonunun elindeki imkân ve kaynaklarla çözülebilecek nitelikte olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca seçilen problemin, organizasyon için önemli bir sıkıntı kaynağı olduğundan ve düzeltilmesi halinde büyük yarar sağlayacağından emin olunması gerekmektedir. Bir başka deyişle; faydasına ve getirisine inanılmayan projelere girilmemelidir. Yine bu aşamada süreç ve müşteri hakkında bilgi toplanır. Seçilen ve tanımlanan projenin daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması önemlidir. Bu aşamanın çıktısı;

1. Müşterilerin kim olduğu, ihtiyaçları ve beklentileri
2. Müşteri açısından kalite kritikleri
3. Proje takım beyanı (kim ne yapıyor, proje amaçları saptanır, anahtar çıktılar, projenin faydaları, maliyet vb..)

4. Müşterilerin bizden gerçekten ne istediklerini anlamak için veriler (müşteri anketleri, kıyaslamam verileri,...)
5. Sürecin tanımı (Ana süreci ayrıntılarıyla planlamak için süreç haritalama gibi yüksek seviyeli araçları kullanılır.)

### 3.13.2. Ölçme aşaması

Bir önceki adımda tanımlanmış olan hedefler ile ilgili ilerlemeyi izlemeye yardımcı olacak geçerli ve güvenilir ölçümler geliştirme/kurma aşamasıdır. Çıktı ve potansiyel girdilerin doğru ölçülüp ölçülmediği test edilir, doğru bir ölçüm sistemine sahip olduktan sonra çıktı ve girdilerin mevcut yeterlilikleri belirlenir.

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

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

Altı Sigma basamakları içerisinde, verilen önem ve değer, harcanan para ve zaman açısından en fazla göz ardı edilen aşamanın ölçüm olduğu söylenebilir. Ölçüm sırasında somut bir sonuç elde edilmediğinden bu parlayan bir basamak değildir. Bu nedenle bu basamak bir an önce geçme eğilimi yaygındır. Fakat bu doğru değildir. Çünkü kantitatif veriler Altı Sigma'nın temelini oluşturur. İyi veri olmaksızın iyi kararlar alınmaz. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek mümkün değildir. Bu aşamanın çıktısı;

1. Sürecin mevcut performansı
2. Problemi ya da problemin oluşumunu açıklayan veriler
3. Problemin daha özel ve detaylı bir tanımıdır.

### 3.13.3. Analiz aşaması

Bu aşamanın amacı problemin asıl nedenlerini tanımlamak ve bunların nedenlerini doğrulamaktır. Nerede, ne zaman ve nasıl şeklinde sorularak çıktıları etkileyebilecek potansiyel girdilerden önemli az olanların önemsiz çoklardan ayrıştırılması sağlanır. Bir başka deyişle, istenen hedeflere ile sistem veya sürecin var olan performansı arasındaki farkı elimine etmek için yol/yöntemlerin tanımlamak için sistemin analiz edildiği aşamadır. Var olan altyapının ne olduğu belirlenerek başlanır. Belirleyici ve tanımlayıcı veri analizleri gibi istatistiksel araçlar kullanılır.

Bu aşamada öncelikle her bir problemin işletme karına, müşteri tatminine, performansa ve üretkenliğe etkilerini belirlenmelidir. Ayrıca rakiplerin aynı alanlarda yaşadıkları problemlerle yapılacak olan kıyaslamalar (benchmarking) organizasyona çok değerli bilgiler sağlayacaktır. Seçilen problemle ilgili olarak onlar ne gibi önlem almaktalar, performansları organizasyon ile karşılaştırıldığında nasıl gibi sorular ile kıyaslama yapılmalıdır. Çok sayıda şirket performanslarını sayıya dökmeden önce, kendilerinin alanlarında kalite, etkinlik ve müşteri tatmini konusunda en iyi olduklarını düşünürler. Fakat çevreye baktıktan ve kendilerini rakipleri ile karşılaştırdıktan sonra genellikle düşündükleri kadar istisnai olmadıklarının farkına varırlar.

Eğer mevcut durum ile ideal durum arasındaki fark yeterince büyük değilse ya da kapatılması halinde organizasyona önemli bir avantaj sağlamayacaksa bir sonraki probleme geçilmesi mantıklı olacaktır. Diğer yandan problemin, genel performansı ve rekabet gücünü önemli derecede etkilediği sonucuna varılırsa, bu kıymetli maden üzerinde çalışmaya başlanabilir.

Burada cevaplanması gereken bir diğer önemli soru da hataların niçin yapıldığı ve bunların nasıl onarılacağıdır. Doğru bir analiz yapılırsa, elde edilecek rakamlar

organizasyona cevapları verecektir. Eğer ihtiyaç duyulan rakamlara elde edilmediyse, geri dönülmeli ve yeni bir analiz yapılmalıdır.

Eğer hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna cevap verebiliyorsa, ihtiyaç duyulan bilgiye ulaşılmıştır denilebilir. Fakat yalnız belirtilere odaklanılmamalı, altta yatan nedenler de bulunmalıdır. Eğer problemi arama işlemi yarı yolda bırakılırsa, yarım bir çözüm elde edilmesi kaçınılmaz olabilir.

Bu aşama şunları içerir:

1. Hatanın veya kusurun ana(kök) nedenleri nedir?
2. Veri anlama (serpilme diyagramı, histogramlar vb. gibi basit istatistiksel araçları kullanarak)
3. Veriyi analiz etmek için ANOVA, hipotez testi, regresyon analizi gibi araçları kullanılmalıdır.
4. İyileştirme aşaması için önemli birkaç neden seçilir.

#### **3.13.4. İyileştirme aşaması**

Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Ancak zihindeki çözümler hemen uygulamaya konulmadan önce, bundan önceki üç basamaktan elde edilen kazanımların gözden geçirilmesi yararlı olacaktır. Bu gözden geçirme sonucunda problemin;

- Herkes tarafından anlaşılabilir derecede net ve ayrıntılı olarak tanımlandığını,
- Mevcut imkân ve kaynaklarınızla çözülebilecek nitelikte olduğunu,
- Giderilmesi halinde şirketinize büyük yarar sağlayacağını,
- Çözümüne yardımcı olacak doğru verilere sahip olduğunu ve
- Temel nedenlerinin ve bunların nasıl giderileceğinin doğru olarak belirlendiği

düşünülyorsa eldeki çözümler denenmeye başlanabilir.

Bu aşamada önemli az girdilerin, değişik durumlarda sistematik araçlar yardımıyla çıktı değişkenliği üzerindeki etkileri incelenir. Çıktının en iyilenmesini sağlayacak önemli az girdilerin dereceleri belirlenir. Daha iyi, daha ucuz ve daha hızlı iş yapabilmek için yeni yollar bulmada yaratıcı olunur. Yeni yaklaşımları uygulamak için proje yönetimi ve diğer planlama ve yönetim araçlarını kullanılır. İyileştirmeyi geçerli kılmak için istatistiksel metotlar kullanılır.

Bu aşama şunları içerir:

1. Hata veya kusurlar ortadan nasıl kaldırılabilir?
2. Probleme neden olan anahtar değişkenleri tanımla
3. Çözümleri belgelendir
4. Test sonuçları ve ölçüm sonuçları

### 3.13.5. Kontrol aşaması

Bu aşamanın amacı uygulanan iyileştirme planını ve elde edilen sonuçları değerlendirmek ve elde edilen kazançların sürdürülmesi ve artırılması için yapılması gerekenleri ortaya koymaktır. Yeni sistemin kontrol edildiği aşamadır. Çünkü çıktının en iyi duruma getirilmesi kadar orada tutulması (stabilizasyonun sağlanması) da önemlidir. Belirlenen önemli girdilerin seçilmiş durumlarında devam ettiğini kontrol etmek, çıktı üzerindeki değişkenliğin azaltılmasını sağlayacaktır [11]. Diğer yönetim sistemleri, operasyonel talimatlar, prosedürler, politikalar vb. araçlar yardımı ile iyileştirilmiş sistem oturtulur ve sürekliliği sağlanır.

Bu aşamanın çıktıları;

1. İyileştirmeye konu olan sürecin son durumu
2. İyileştirme sonucu sağlanan kazançlar
3. İyileştirme sonucu ortaya çıkan fırsatlar
4. Tavsiyelerdir.

Günümüz işletmelerinde de temel problem nasıl başarılı olunacağından ziyade nasıl başarılı kalınacağıdır. Bununla ilgili çok sayıda başarı hikâyesi de mevcuttur. Ancak eğer biraz zihnimizi zorlarsak bunların pek çoğunun uzun vadeli olmadığını hatırlarız. Çok sayıda şirkette yıldızların sönmesi parlaması kadar doğal karşılır. Ancak ister farkında olunsun ister olunmasın bunun şirkete faturası büyüktür. Çünkü başarının sürdürülememesi, tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesi demektir. İşte bu nedenle “kontrol”, Altı Sigma’nın en önemli aşamasıdır. Bu aşamada özetle;

- İlk dört aşama sonunda sağlanan kazançlar değerlendirilir,
- Bu kazançların sürdürülmesi ve artırılması için neler yapılabileceği kararlaştırılır.

### 3.16. Altı Sigma Yönteminde Kullanılan Araçlar

Altı Sigma'nın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır [12].

Altı Sigma uygulama yönteminde kullanılan araçları aşamalarına göre şu şekilde sınıflayabiliriz. Her bir aşamada problemin türüne göre Tablo 3.4'te gösterilen araçların bir veya birden fazlası kullanılabilir.

Tablo 3.2. Altı Sigma yönteminde kullanılan araçlar

TANIMLAMA	ÖLÇME	ANALİZ	İYİLEŞTİRME	KONTROL
Süreç Şeması	Proje Yönetimi	Çok Değişkenli	Rassal Bloklama	Lojistik Regresyon
HTEA (FMEA)	dpu/RTY	Analizler	Çoklu Regresyon	İPK
Sebeç-Sonuç	Tanımlayıcı	Korelasyon	Deney tasarımı	Güvenilirlik
Matrisi	İstatistik	Hipotez testleri	Tam Faktöryel	Shainin Metodları
Beyin Fırtınası	Grafiksel Analizler	Güven aralıkları	Deneyler	Tolerans Analizi
	ÖSA (Gage R&R)	T-testi	2k Faktöryel	Altı Sigma
	Cp,Cpk	F-testi	Deneyler	Toleranslandırılması
	Z-tahminleri ve normal dağılım	Ki-kare Testi	Kesirli Faktöryel	
		ANOVA	Deneyler	
			Cevap Yüzeyi	
			Metodu	
			ANCOVA	



### 3.17. Hizmet ( Servis ) Sektöründe Altı Sigma

Altı Sigma, tüm aşama işlemlerinin uygulanış şekli değiştiği için hizmet sektöründe farklı bir şekilde tanımlanır. Bir organizasyonun üretim aşamalarında etkili olan Altı Sigma, hizmet performansında etkili iyileşmeler olmasını sağlayan, temel hizmet süreçlerindeki değişimi ve katma değeri olmayan aktiviteleri azaltmanın devamlı ve özenli bir uğraşdır ve Altı Sigma, etkili ve verimli bir hizmet sunmak için disipline edilmiş bir yaklaşım sunar.

Hizmet sektöründe Altı Sigma için hata veya başarısızlık, “müşteri gereksinimlerini karşılamayan her şey” olarak tanımlanır [28].

Hizmet sektöründe Altı Sigma'nın odak noktası, imalat süreçlerindeki gibi hataları saymak ve üzerinde uğraşmak değil, hata ile sonuçlanabilecek fırsatların sayısıdır. Bir başka deyişle, verilen hizmetin ve süreçlerinin sigma kalite seviyesi (SQL) ni belirlemek için daha önce yaşanan başarısızlıkların türlerini net bir şekilde tanımlamaya ihtiyaç vardır.

Buradan şu sonucu çıkartmak mümkündür: Bir hizmet sektöründe geçmişte yaşanan başarısızlıklar, o işletmenin yaptığı hataları analiz edip, tekrarlamaması için fırsat olarak görülür. Bu kavram daha önce tanımladığımız değişkenlik türleri ile yakından ilgilidir: Tüm sistemler için kalitenin düşmesine sebep olan tek şey; hedefe ulaşmayı engelleyen, kontrolü zor fakat kontrol sınırları altına çekilmesi gereken tüm sapmaların sebebi değişkenliktir ve iki sınıfta incelenir: Kaynağı belirlenebilen değişkenlik ve rassal değişkenlik (bkz. Bölüm 2).

İşletmelerin önceki başarısız deneyimleri kalitelerinin düşmelerine sebep olmuştur fakat aynı zamanda bu başarısızlıkları analiz edilebilmesi bu başarısızları kaynağı belirlenebilen değişkenlik sınıfına sokar, bu durum ise tüm süreçlerin hatasız olabildiğini sağlamak için bir fırsattır. Çünkü ancak problemin kaynağı belirlenebilmesi durumunda çözüm üretilebilir.

Örneğin, aşağıda bir müşteri hizmetlerinde, müşteri memnuniyetsizliği ve daha ilerisinde müşteri kaybına neden olabilecek hatalar ile sonuçlanabilecek fırsatlar verilmiştir:

- Müşteri hizmetleri görevlisi tarafından müşteriye verilen bilginin doğruluğu,
- Cevap verilmeyen telefon sayısı,
- Müşteriye yardımcı olabilecek bir görevliye ulaşmak için hatta bekletme zamanı,
- Müşteriyi karşılayan görevlinin tavrı, selamlama şekli,
- Müşteriye ait verilerin sisteme girilip, problemin çözülmesine kadar geçen zaman,
- Gerekli olan bilgileri tamamlamak için başka birimlere yönlendirme zamanı,
- Telefon hattındaki bir başka müşteriye yardımcı olma isteği ve gösterilen kibarlık,
- Görüşme sonundaki müşteriye gösterilen tavır.

Altı Sigma Yöntemi, müşteriler ile ilgili deneyim sahibi olmak için bu ölçütler ışığında önemli problem adreslerinin kesin olarak belirlenmesinde ve kesin olarak çözüme ulaştıracak güçlü stratejiler geliştirmede büyük bir rol oynamaktadır. Odak noktasını aşağıdaki anahtar konular oluşturmalıdır.

- İşletmemizin, müşterilerimizin kritik ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan temel proseslerimiz nelerdir?
- Temel proseslerimizin kritik kalite karakteristikleri nelerdir ve bu karakteristikleri nasıl tanımlıyor ve ölçüyoruz?
- Proseslerimizde hatalar neden dolayı oluşuyor ve bu hataları ne sıklıkta yapıyoruz?
- Bu hataların müşteri memnuniyetsizliğine etkisi nedir?
- Bu hataların meydana gelmesini engellemek için hangi stratejileri geliştirebilir ve uygulayabiliriz?

Günümüzde Altı Sigma, istatistiksel veya istatistiksel olmayan araç ve tekniklerin etkin kullanımı aracılığı ile hizmet performansında ve operasyonel faaliyetlerde mükemmelliğe ulaşmak için stratejik bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir [28].

### 3.17.1. Hizmet sektöründe Altı Sigma uygulamanın faydaları

Hizmet veren işletmeler Altı Sigma işletme stratejisini kendi işletmelerine adapte etmekle aşağıdaki faydaları elde edebileceklerdir:

- İşletmenin tüm bölümlerinde çapraz fonksiyonlar arasında takım çalışması yapmayı geliştirir
- Problem ile savaşmaya dayalı yaklaşımdan problemi önlemeye dayalı bir kurumsal kültüre geçiş sağlar
- Çalışanların moralini yükseltir
- Hizmetin ulaşmasını hızlandırmak amacıyla, sistematik bir eleme yöntemiyle işletmenin kritik süreçlerindeki katma değeri olmayan işlem adımı sayısını azaltır
- Düşük kalite maliyetlerini azaltır
- Çalışanların iş memnuniyetini artırmak için, onların da yardımıyla çeşitli araç ve teknikler kullanarak değişik türlerdeki problemleri çözebilmek için destek verir
- Süreçlerdeki çeşitliliğin sistematik olarak düşürülmesiyle verilen hizmetin sürekli aynı kalite seviyesinde olmasını sağlar
- Tahminler ve önsezilerden ziyade verilere ve meydana gelen olaylara dayandığı için yönetimin etkin kararlar almasını sağlar.

### 3.17.2. Hizmet sektöründe Altı Sigmanın başarı ile uygulanmasında esas etkenler

Hizmet üreten organizasyonların Altı Sigma yöntemini başarı ile uygulanmalarında etkili olan kritik başarı faktörleri, Altı Sigma yöntemini uygulama nedenleri ve proje seçimlerinde öncelik kriterlerini analiz etmek için İngiltere'de pilot bir uygulama

yapılmış ve bunun için Altı Sigma uygulayan 40 hizmet organizasyonu üzerinde araştırmalar yapılmıştır [28].

Yapılan bu araştırmada şletmelerin Altı Sigma'nın başarı ile uygulanmasında etkili olan kritik başarı faktörleri ile ilgili olarak; verilen cevapların 1 ile 5 arasında değerlendirilmesi istenmiştir.

1. En Az Derecede Önemli
2. Az Önemli
3. Önemli
4. Çok Önemli
5. Kritik

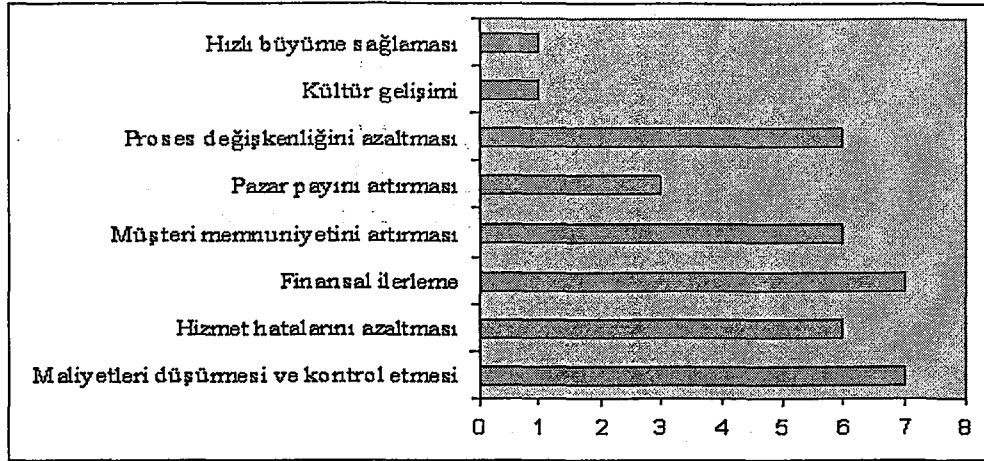
Aşağıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere Altı Sigma'nın şletme stratejileri ile ilişkisi en büyük kritik başarı faktörüdür. Bir diğer şaşırtıcı sonuç, proje yönetimi becerisinin önemi yüksek oranda çıkmasıdır. Buradan şunu anlıyoruz ki, başarılı Altı Sigma deneyimleri için projenin çerçevesinin çizilmesi, takibi ve değerlendirilmesi iyileşmenin sağlanabilmesi için gereklidir.

Tablo 3.3. Altı Sigma gelişimi için kritik başarı faktörleri

Ranking (Değişim Aralığı)	CSFs (Critical Success Factors) (Kritik Başarı Faktörleri)	Ortalama	Standart Sapma
1	Altı Sigma ile İşletme Stratejilerinin İlişkisi	4,55	0,6852
2	Müşteri odaklılık	4,40	0,6583
3	Proje yönetiminin becerisi	4,40	0,5164
4	Liderlik yönetimi ve yönetimin kararlılığı	4,22	0,7208
5	Organizasyonel altyapı	4,15	0,5297
6	Doğru projenin seçimi ve önceliklendirme	4,05	0,7246
7	Kültürel değişimin yönetimi	3,70	0,8346
8	Finansal sorumluluk ile altı sigmanın entegrasyonu	3,50	0,8233
9	DMAIC metodolojisinin anlaşılabilirliği	3,15	0,6162
10	Üzerinde çalışma ve eğitim	3,10	0,5789
11	Projenin izlenmesi ve sürekli gözden geçirilmesi	3,02	0,7865
12	Teşvik edici programlar	2,96	0,4534
13	Firma genelinde kararlılık	2,85	0,2349

Aşağıdaki grafik bu araştırma neticesinde işletmelerin Altı Sigma kullanma nedenlerini göstermektedir.

#### İŞLETMELERİN ALTI SİGMA UYGULAMA NEDENLERİ



Şekil 3.8. İşletmelerin Altı Sigma uygulama nedenleri [28]

Yine aynı araştırmada firma sorumlularına proje seçimleri ve öncelik kriterleri ile ilgili sorular yöneltilmiş ve aşağıdaki faktörlerin doğru proje seçiminde etkili olduğu görülmüştür:

- Projenin üretim hattına etkisi
- Projenin müşteri memnuniyeti üzerinde etkisi
- Yürütülen projenin maliyeti
- Düşük kalite maliyeti
- Stratejik amaçlarla ve hedeflerle olan bağlantısı
- Projenin riski
- Projenin yürütülmesi için ihtiyaç duyulan uzman seviyesi

Bir Altı Sigma programında doğru projenin seçimi başarılı sonuçlar almada ve uzun vadede işletme bünyesine kabul edilmesinde en büyük faktördür. Proje seçimi sürecinde 3 önemli konunun

1. Sürecin sesi
2. Müşterinin sesi
3. Stratejik İşletme amaçlarının sesi

olduğu görülmüştür.

### **3.18. İmalat ve Hizmet Sektörlerinde Altı Sigma Uygulamalarının Kıyaslanması**

Kalite yönetimi ve geliştirmeye dair yapılmış çalışmaların çoğu imalat sektöründe ürün kalitesini geliştirmek için tasarım kökenlidir. Bununla birlikte, birçok kalite uzmanı kalite yönetimi anahtar prensiplerinin hizmet sektöründe başarılı bir şekilde uygulanabileceğini savunmuştur. Şimdi, Altı Sigma'nın imalat ve hizmet sektörlerindeki uygulamalarını kıyaslayalım.

İmalat sektöründe, ürün kalitesinin ve süreçlerin performansının bir göstergesi olabilecek nitelikte olan çeşitli ölçüm türlerinin kullanımı yaygındır. Hizmet sektöründe, ölçüm genellikle göz ardı edilen bir çalışma alanıdır ve bu yüzden de birçok hizmet veren işletme tarafından kalitenin gelişimi yeterli olarak tanımlanmamıştır.

İmalat süreçlerinde, Altı Sigma projelerinin uygulanmasından önce süreç haritalarının kullanımı yaygındı. Birçok hizmet süreçlerinde ise akış şemaları ve süreç haritalarının kullanımı yaygın değildir.

İmalat endüstrilerinde, ölçüm sistem analizi açıkça tanımlanmıştır. Oysaki hizmet endüstrilerinde verilerin kalitesi ve doğruluğu büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerçek durumu normal ve doğru bir şekilde göstermeyen bu veriler veri aktarma/değerlendirme tekniklerinin kullanımının etkinliğini azaltabilir.

Hizmet süreçleri, imalat süreçlerine kıyasla çok daha fazla işin yapılmasına engel bozucu etkenlerden veya kontrol edilemeyen faktörlerden etkilenebilir. Samimiyet,

yardım etme isteği, doğruluk gibi insanın davranışsal karakteristikleri, müşterilere verilen hizmetin kalitesini belirleyen hizmet süreçlerinin üzerinde çok fazla etkilidir.

Hizmet süreçlerinde, zamanlama karakteristikleri (örneğin teslim zamanı) ve hizmetin hatalı olmasına neden olan karakteristikler (aylık müşteri şikâyetleri sayısı, hesaplama hataları) üzerinde durulmalıdır.

Altı Sigma yaklaşımının hizmet sektöründe uygulanabilirliğini belirlemek için İngiltere’de 28 firma üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Ancak 23 firmadan alınan veriler, analiz için uygun verilerdir. İlk grup sorular firma büyüklüğü, Altı Sigma uygulayıp uygulamadığı, kalite departmanının olup olmadığı gibi işletmeyi tanıma amaçlıdır. İkinci grup sorular pratikte Altı Sigma uygulayan profesyoneller ve akademisyenler tarafından hazırlanmış 40 değişken sorudan oluşmaktadır. Bu 40 soru 13 kritik başarı faktörü altında gruplandırılmıştır. Firmaların %80i 1000 kişiden fazla çalışanı olan büyük işletmelerdir. Alınan verilerin %80i resmi kalite yönetimi sistemi dokümanlarından elde edilmiş. Şirketlerin %70inde Altı Sigma deneyimi üç yıldan az sürmüş, %23ünde 3 ila 5 yıl arasında zaman almış ve %7si 5 yıldan fazla bir süredir kullanmaya devam etmektedir.

Yapılan araştırmaya göre hizmet sektöründe en fazla kullanılan teknikler

- Beyin fırtınası
- Süreç haritalama
- Ok diyagramı
- Neden sonuç diyagramı
- Kıyaslama
- Pareto analizi vs.

En az kullanılan teknikler

- İstatistiksel proses kontrol
- Deney tasarımı
- Poka-yoke
- Kano modeli vs.

### 3.19. Hizmet Organizasyonlarında Kritik Kalite Karakteristikleri (CTQ Critical To Quality)

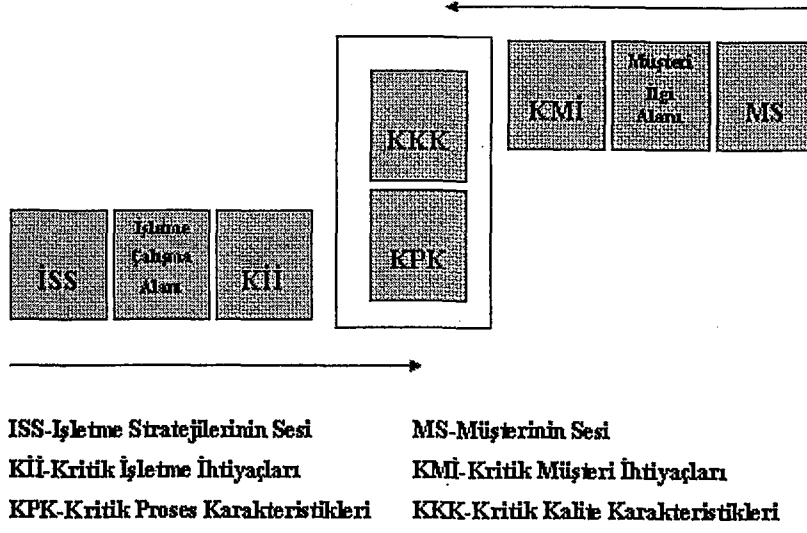
Altı Sigmayı uygulamak için öncelikle bir prosesin kritik kalite karakteristiklerini (CTQ) tanımlamak gerekir. Peki, kritik kalite karakteristikleri ne demektir? Kritik kalite karakteristikleri, bir prosesin çıktıları üzerindeki önemli etkiye sahip öğeleridir. Bu öğeleri tanımlamak önemli derecede kaliteyi artırmak ve maliyetleri düşürebilecek olan iyileşmelerin nasıl yapılacağını görmek için hayati önem taşır [4].

Hizmet organizasyonlarında kritik kalite karakteristikleri ise, müşteriyi memnun etmek için olması gereken performans standartları veya spesifikasyon limitleri üzerinde anahtar rol oynayan ölçülebilir karakteristiklerdir. Tüm tasarım çalışmaları veya iyileştirmeler bahsedilen müşteri memnuniyetini sağlamak için karşılamamız gereken müşteri ihtiyaçları ile aynı paralelde olmalıdır.

Kritik Kalite Karakteristikleri, iç veya dış müşteriler tarafından tanımlanmış ürün veya hizmet özelliklerini gösterir. Bu özellikler, alt ve üst spesifikasyon limitlerini veya herhangi bir diğer faktör ile ilgili olabilir. Bir kritik kalite karakteristiği genellikle, “işin spesifik özellikleri, niteliği üzerinde herhangi bir değişikliğe sebebiyet verecek hizmet veya ürün ile ilgili niteliksel ifadeler” olarak yorumlanır. Bir başka deyişle, müşterinin bir hizmet veya üründen ne beklediği detaylardır [16].

Aşağıdaki şekilde basitçe ifade edildiği gibi, Altı Sigma kalitesine ulaşabilmek için prosese ve müşterilere ait ölçülebilir kriterlerin tanımlanarak kritik müşteri ihtiyaçları ve süreçlerin kritik ihtiyaçları birbirine entegre edilmelidir.

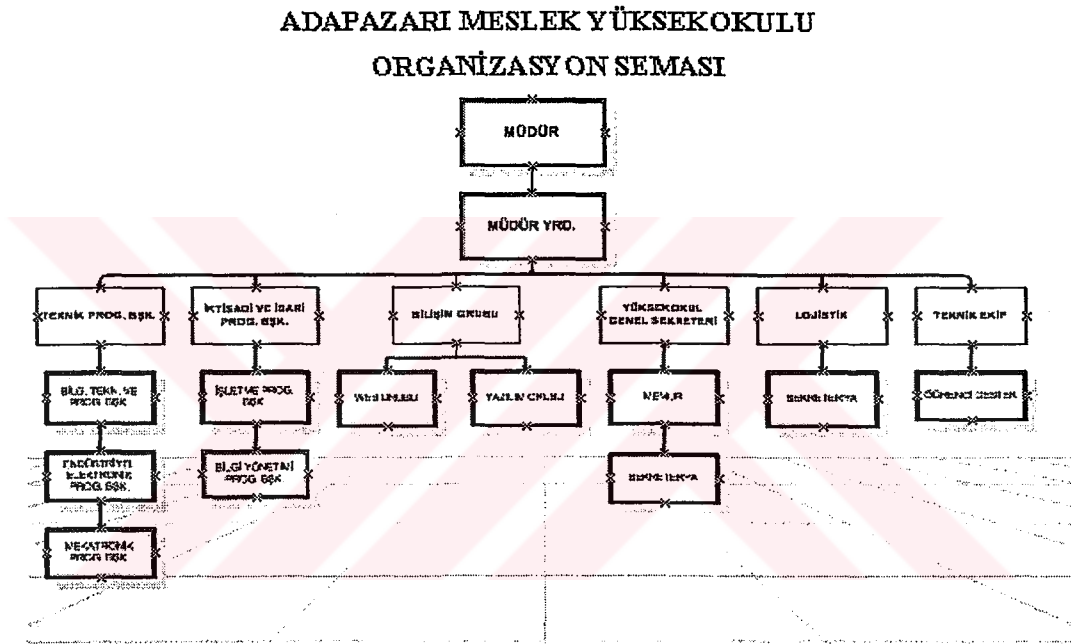




Şekil 3.9. İşletme stratejileri-müşteri sesi entegrasyonu [36]

## BÖLÜM 4. ALTI SİGMA UYGULAMASI

### 4.1. Uzaktan Eğitim Hizmeti Veren Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nun Kısa Tanıtımı



Şekil 4.1. Adapazarı Meslek Yüksekokulu organizasyon şeması

Sakarya Üniversitesi Adapazarı Meslek Yüksekokulu “Sürekli Gelişim” ilkesini benimsemiş, teknolojiyi üst düzeyde kullanan ve Türkiye’de uzaktan eğitim sistemini başarıyla uygulayan ilk meslek yüksekokuldur. Adapazarı Meslek Yüksekokulu bünyesinde yer alan programlar:

- Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama
- Endüstriyel Elektronik
- Mekatronik
- Bilgi Yönetimi
- İşletme

programlarıdır. Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama, Endüstriyel Elektronik, Mekatronik programlarından mezun olan öğrenciler tekniker, Bilgi Yönetimi ve İşletme programlarından mezun olan öğrenciler meslek elemanı ünvanı alır.

Adapazarı Meslek Yüksekokulu, öğretim sistemi olarak tüm dünyada kullanımı giderek yaygınlaşan en yeni sistemini, İnternet destekli öğretimi benimsemiştir. 50'şer kişilik sanal sınıfların bulunduğu Adapazarı Meslek Yüksekokulunda, öğrenciler öğretim üyelerine e-posta, forum veya sohbet ortamları ile soru sorabilmekte ve özel yardım alabilmektedir. Bu sayede öğrenciler sanal sınıf rahatlığı ile çekinmeden istedikleri soruları sorabilir. Bu imkânlar sayesinde öğrencilerin derslere devamlılığı ve katılımcı olmaları sağlanır. Normal sınıf ortamında soru sorma gücünü yaşayan çekingen öğrenciler bile, sanal sınıf ortamında rahatça soru sorabilmekte, katılımcı olabilmektedir.

Adapazarı Meslek Yüksekokulunda ödevler, kısa sınavlar ve yıl içi sınavları İnternet üzerinden yapılır. Final sınavları ise SAÜ Esentepe Kampüsü'nde yapılır.

#### **Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nda verilen hizmetler**

Adapazarı Meslek Yüksekokulu öğrencileri ana sayfadan şifreli giriş yaptığına:

- Derslerini izleyebilir,
- Forum Platformundaki tartışmalara katılabilir,
- Derslere ilişkin sohbet modüllerine katılabilir,
- Çevrimiçi sınavlara katılabilir,
- Yılsonu sınavlarının takvimi görüntüleyebilir,
- Sınav notlarını ve transkriptini görüntüleyebilir,
- Derslerde hazırladığı ödevlerini yönetebilir, notunu ve öğretim üyesinin yorumlarını okuyabilir,
- Proje derslerini yönetebilir, her aşamada öğretim üyesi yorumlarını okuyabilir,
- E-postalarına erişebilir,

- Sık sorulan sorular ve yönetmeliklerde arama yapabilir ve sorun bildirebilir,
- Staj başvurusunu takip edebilir, aşamalarını görüntüleyebilir,
- Çevrimiçi ders kaydını ve yaz okulu başvurusunu yapabilir,
- Kişisel bilgilerini güncelleyebilir,
- Anketlere katılabilir,
- Çevrimiçi onaylı öğrenci belgesi, transkript belgesi ve Ek G askerlik belgesi talep edebilir.

Kısacası kampus ortamında yapılabilecek tüm işlemleri uzaktan, modüller kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte öğrencilerin en az aşağıda önerilen özelliklere sahip bir bilgisayar kullanım imkânına sahip olmaları gerekmektedir.

1. Windows XP Home/Professional Edition işletim sistemi kurulmuş Pentium 3 veya üzeri bilgisayar
2. En az 128 MB RAM ( 254 MB önerilir )
3. CD-ROM ya da DVD-ROM sürücü
4. VGA ya da daha yüksek çözünürlükte ekran (1024x748)
5. Mouse
6. Ses Kartı ve Hoparlör
7. Modem + telefon hattı + internet desteği (Telefon ücretleri öğrenciye aittir)

Bu yeterlilikler Windows 2000 Server, Windows XP Server, Office 2000 Professional ve Office XP için alt sınır olarak öngörülmüştür. CD-ROM ortamındaki videoların izlenebilmesi için CD-ROM ya da DVD-ROM sürücü ile Ses Kartı ve Hoparlör gerekmektedir. Gerekli bazı yazılımlar Adapazarı Meslek Yüksekokulu tarafından sağlanır.

Uzaktan eğitimin açık öğretimden tek ve en önemli farkı, çeşitli iletişim araçları ile ders sorumluları, öğrenciler ve kurum yöneticileri arasında bir iletişim ortamının olmasıdır. Bu şartın sağlanmaması durumunda sadece kayıt haftası ve final haftasında öğrenciler ile bir araya gelen ders sorumluları ve kurum yöneticileri, açık öğretimden farksız bir eğitim hizmeti vermiş olurlar.

Adapazarı Meslek Yüksekokulu, öğrencileri ile arasında etkin bir iletişimin sağlanması için destek birimleri oluşturmuştur. Bunlar;

- **Adapazarı Meslek Yüksekokulu Forumu**

Foruma bildirilen sorunlar kurum yöneticileri tarafından okunmakta ve hafta sonu dâhil en geç 48 saat içinde bildirilen sorunlara çözüm getirilmektedir. Tüm Adapazarı Meslek Yüksekokulu personeli bildirilen bu sorunlara cevap vermekle yükümlüdür. Forum, en etkin iletişim ortamıdır. Öğrenciler istek ve şikâyetlerini en yoğun olarak Adapazarı Meslek Yüksekokulu Forumunda dile getirmektedir. Çünkü forumda birbirlerinden destek alabilme ortamı edinmektedirler.

- **Adapazarı Meslek Yüksekokulu e-mail Servisi**

Gelen mailler her gün incelenmekte ve genellikle aynı gün içerisinde cevap verilmektedir. Bir adet personel sadece mailleri cevaplandırmakla görevlendirmiştir.

- **Telefon hizmeti (Müşteri Hizmetleri)**

Hafta içi her gün hizmet veren bu servis, öğrencilere her konuda yardımcı olmaktadır. Örneğin, internet bağlantısı bittiği veya kesildiği durumlarda öğrencini ders kayıt durumu, transkript değerlendirmesi ve çeşitli tavsiyeler, onaylı belge isteyen öğrencilere, onların adına istedikleri belgeleri talep edip kargo ile adreslerine göndermeleri... gibi.

Bu üç etkileşim ortamından öğrencilerin en fazla tercih ettikleri ve okul yöneticilerinin de destek verdikleri iletişim ortamı forum ortamıdır. Adapazarı Meslek Yüksekokulu öğrencileri, istek ve şikâyetlerini en yoğun olarak Adapazarı Meslek Yüksekokulu forumunda dile getirmektedir. Forum, öğrencilerin, ders sorumlularının (öğretim üyelerinin) ve sistem yöneticilerinin birbirleri ile her türlü iletişim kurabildiği bir etkileşim ortamıdır. Tüm ilgililerin bu istek ve şikâyetlerini hem eğitim kalitesini ölçmek hem de müşteri memnuniyetini sağlamak amacı ile Adapazarı Meslek Yüksekokulu destek birimlerine sunmaları sağlanmış ve

önerilmiştir. Bu benimsenen anlayış toplam kalite yönetiminin de bir gereğidir çünkü uzaktan eğitim veren bir eğitim kurumunda ancak bu tür ortamlar aracılığı ile iletişim sağlanabilir ve verilen hizmet hakkındaki görüşleri alınabilir, çeşitli iyileştirmeler gerçekleştirilebilir.

Eğitim kalitesini ölçmek ve müşteri memnuniyetini sağlamak amacı ile tüm ilgililerin (öğrenciler, ders sorumluları ve forum yöneticileri) istek ve şikâyetlerini Adapazarı Meslek Yüksekokulu destek birimlerine sunmaları önerilmiş ve sağlanmıştır. Aynı zamanda bu ortam, müşterilerin sesinin en iyi dinlendiği ortamdır. Diğer problem çözme tekniklerinde olduğu gibi Altı Sigma tekniğinde de en önemli adımı problemin tanımlanması aşaması oluşturur. Altı Sigma uygulayacağımız problem seçiminde Pareto Analizi kullanılması uygun görülmüştür.

Ele alınan Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nda yaşanan süreçlerin, hedeflenen farklı sonuçlar ortaya çıkmasına neden olan durumlar; yani hedefe ulaşmaya engel, süreçlerin kalitesini düşüren nedenler bu çalışma ile incelenmiş ve bu nedenlerin kaynağı belirlenebilir durumda olması süreçlerin hatasız veya daha az hata ile işlemesi için bir fırsat olarak görülmüştür.

#### **4.2. Uzaktan Eğitim**

Uzaktan eğitim en temel biçimiyle bir öğretmen ile öğrencinin fiziksel bir uzaklıkla ayrılmasından doğan bir gereksinimdir. Bununla birlikte ses, video, bilgisayar verisi ve basılı yayın gibi teknolojiler, genellikle yüz yüze eğitimin yerini alan bir köprü görevi görür. Bu yolla verilen eğitim programları, yetişkinlere aldıkları eğitime ek olarak yeni eğitim olanakları sağlar. Zaman mesafe ya da fiziksel engelli kişiler içinse bu sistem, buldukları iş-ev ortamında bilgilerini artırma, eğitimlerini sürdürme olanağı demektir [29].

Uzaktan eğitim 1800'lerin sonunda baskı temelli yazışmalı çalışmaların ortaya çıkmasıyla başladı [29]. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte uzaktan eğitim büyük kitlelerin öğrenme gereksinimleri açısından potansiyel çözüm olarak görüldü. Film, radyo, televizyon gibi iletişim araçları bu kavramın oluşmasını sağladılar. Buradaki

en büyük avantaj "iyi" bir ders vericiyi binlerce defa kopyalayarak öğrenciye hem ses, hem de görüntü olarak ulaştırmaktı. Kitabın sadece görüntü olarak ulaşmasından daha zengin bir ortam elde edilmişti. Sınıfın getirdiği fiziksel yakınlık ortadan kalkmış ama zamansal bağımlılık devam ediyordu. Yayın saatini kaçırmamak gerekiyordu. Bir başka sorunda etkileşimin olmamasıydı. Bunlar tek yönlü bilgi aktaran mekanizmalardı.

İşte bu açılardan internet, uzaktan eğitim seçeneği olarak tartışılmaz üstünlüklere sahip bir teknoloji olarak karşımıza çıkıyor. Radyo -televizyonun bütün avantajlarına ek olarak zamansal özgürlüğü ve iki yönlü iletişimi getirmektedir. Ayrıca kişiye özel olmak gibi ek avantajları da vardır [30].

Bütün bu avantajlara rağmen birçok eğitimcinin uzaktan eğitim ile ilgili kuşkuları vardır. Uzaktan eğitimin yüz yüze eğitime kıyasla ne kadar etkili olabileceği ile ilgili kuşkulardır bunlar. Ancak, uzaktan eğitimle yüz yüze eğitimi karşılaştıran araştırmalara göre etki bakımından ikisi arasında göze batacak büyük bir fark yoktur. Dikkatli bir planlama ve ders ile öğrenci gereksinimlerinin doğru olarak belirlenmesi ile etkili bir uzaktan eğitimden bahsetmek mümkündür [29].

Son zamanlarda yapılan bir çalışma internet ve uzaktan eğitimin etkililiği hakkında bize daha çarpıcı bir bilgi vermektedir. Zuhul Özer'in Bilim ve Teknik dergisinde yayınlanan haberine göre California'da yapılan bir çalışma, tüm öğrenimlerini yalnızca internet kanalıyla gerçekleştiren öğrencilerin, var olan düzen içinde öğrenenlere göre daha iyi öğrendiklerini ortaya koymuştur. Çalışma California Eyalet Üniversitesi'nde 33 sosyoloji öğrencisi üzerinde yapılmıştır. Sınıf rast gele ikiye bölünmüş ve gruplardan biri 14 hafta boyunca, haftada bir gün bir sınıf içinde geleneksel yöntemle eğitim görmüştür. "On-line" adı verilmiş olan diğer gruptaki öğrenciler ise bu eğitim döneminin başında ve sonunda sınav için bir araya gelmişler ve hiçbir öğrenci kendisinin bir deneyin parçası olduklarını bilmemektedirler.

On-line grubu, rasgele oluşturulmuş üçerli gruplar halinde, elektronik postayı kullanarak eğitimini sürdürmüştür. www'deki haftalık tartışmalara katılmışlardır. Nihayet eğitimin sonunda yapılan sınavlar da ise bu gruptaki öğrenciler %20 daha

yüksek notlar almışlardır. Ayrıca sanal öğrencilerin on-line çalışmaları sırasında tartışmaya daha açık olmalarının daha başarılı olmalarına neden olduğunu ileriye sürülmektedir. Sanal öğrenciler bir profesörle yüz yüze etkileşim içinde olmamanın getirdiği rahatlığı taşımaktadırlar [31].

Uzaktan eğitim ile ilgili bir diğer yanlış kanı ise uzaktan eğitimin kendi kendine öğrenebilecek kişilere yönelik bir uygulama sanılmasıdır. Elbette ki ders notları, ödevler, sanal laboratuvarlar gibi on-line uygulamalar, öğrencinin değerlendirmekte özgür olduğu şeyler. Ancak eğitim uzaktan verildiğinde, öğrenci kendi bilgi ve ilgilerini öteki öğrencilerle ve eğitmenle paylaşamayacaktır. İşte bu yüzden aradaki boşluğu kapatmak için teknolojinin bir köprü görevi üstlenmesi gerekiyor. Bunun için de internete dayalı uzaktan eğitimde, etkileşimi sağlamak amacıyla forum, e-posta, söyleşi gibi ortamlar sağlanır. Bunun yanı sıra öğrencilerin katılımını, öğretmenlere soru yönelmelerini kolaylaştıracak ortamlar da sağlanır.

Ayrıca İnternet'e dayalı uzaktan eğitim hazırlayanlar bazı eğitim yöntemlerinin gelişen internet teknolojisiyle hazırlanmasının (etkileşimli çoklu ortam, bireysel öğrenci izlenmesi, rahat ve sınırsız tartışma ortamı) çok daha etkin ve başarılı olacağı görüşündeler. Çünkü yöntem, öğretmenin yardımı ve ortak çalışmaların yanında öğrencinin kendi başına öğrenmesini sağlıyor. Ayrıca artık yaşam boyu eğitimin önem kazanması ve bu yoldan verilen bir eğitimin yer ve zamandan bağımsızlığı da tercih nedeni oluyor [29].

- **Dünya'da uzaktan eğitimin uygulamaları**

İnternet'e dayalı uzaktan eğitimin en sık kullanıldığı alanlar bilgisayar-iletişim teknolojileri, işletme, mühendislik ve fen bilgileri. Dünyada en yaygın kullanıldığı ülkeler ise ABD, Avustralya ve İngiltere. ABD'de University of Phoenix'te 40 bin, University of Maryland'da 15 bin sanal öğrenci bulunuyor. İllinois Üniversitesi'nde ise 8 master programı bulunuyor. Stanford Üniversitesi'nin Elektrik Bölümü'nün İnternet üzerinden verdiği Yüksek Lisans derecesi bulunuyor [29].



- **Türkiye'de uzaktan eğitimin uygulamaları**

YÖK 1999 yılı sonlarında uzaktan eğitim konusunda olumlu adımlar atmıştır. Artık bir yüksek öğretim kurumu bir başka yüksek öğretim kurumundan uzaktan içerik alabilecek. Dersler uzaktan verilebilecek. Bunlar sınıftaki derslerden farklı tutulmayacak. Ayrıca YÖK içerik geliştirme konusunda da destek olacaktır. Bütün bu gelişmeler internet üzerinden eğitimi de kapsamaktadır [30].

#### **4.2.1. Uzaktan eğitimin amaçları**

1. Daha fazla kitleye erişim sağlamak
2. Fiziksel uzaklık boyutunu eğitim sürecinden kaldırmak
3. Eğitim maliyetlerini düşürmek
4. Eğitimin verilmesi düşünülen hedef kitleye daha hızlı erişebilmek
5. Eğitim sürecini çabuklaştırmak
6. Klasik dersane ortamının getirebileceği psikolojik baskıları yok etmek
7. Öğrenmeyi hızlandırmak
8. Öğrencileri öğrenme sürecinde daha fazla aktif hale getirmek [32]

#### **4.2.2. Uzaktan eğitimin avantajları**

1. Mekândan bağımsızlık,
2. Zamandan bağımsızlık,
3. İçerik kalitesinin yüksekliği,
4. Farklı öğretim ortamları ve materyalleri,
5. Uygun maliyet,
6. Saklı bilgilere ulaşım,
7. Öğrenci için katılımcı bir ortam oluşması [32].
8. Eğitime uzaktan eğitim yoluyla etkileşimin katılması eğitimin niteliğini yükseltir. Ayrıca uzaktan eğitim uygulamaları geleneksel müfredatı zenginleştirir ve etkinliğini artırır [31].
9. İletişim ve ulaştırma gibi alanlarda görülen altyapısal farklılıklar yanında, kültürel ve toplumsal seviye farklarının da bilinçli olarak yapılacak uzaktan

eğitim uygulamalarıyla azaltılabilmesi ve bu uygulamanın yurt çapında yaygınlığının sağlanması mümkündür. Bu ise, eğitimin fırsatlar bakımından daha da demokratikleşmesi anlamına gelmektedir [31].

10. Uzaktan eğitim başarı ile uygulanabilirse isteyen herkese yükseköğrenim şansı verilebilir. Bu başarılırsa niversite sınavına ya gerek kalmayacaktır, ya da önemi azalacaktır. Böylece eğitim sistemimiz en önemli hastalığı olan "ğrenmek değil test yapmak" hastalığından kurtulacaktır. Uzaktan eğitim ile bir başka önemli sorun olan fırsat eğitliği sorunu da bir lde iyileştirilebilir [30].

Günümüzde nitelikli bir insan hangi özelliklere sahip olmalıdır sorusuna Şu yanıt verilebilir:

- Bilgiye ulaşabilen
- Araştıran
- İletişim kurabilen
- Birlikte alışabilen
- Sürekli ğrenen (ğrenmeyi ğrenme)
- Bilgiyi paylaşabilen
- Teknolojiyi kullanabilen

Bu nedenle eğitim süreci bilgiye ulaşma, bilgiyi analiz etme, değerlendirme, örgütleme ve paylaşma yollarını öğretmek durumundadır [30].

Eğitim sisteminin istenen bu özellikleri verip vermediği bütün dünyada tartışılmakla beraber, olumlu yanıt vermek için çalışılmaktadır. Değerlik deneyler yapılmakta ve modeller geliştirilmektedir. Öğrenci merkezli, senaryo temelli, "yaparak öğren", "kuralı kendin bul" şeklindeki yaklaşımlar güncellik kazanmıştır. Bunların yanında çok önemli bir dizi gelişmenin de yaşandığı bir gerçektir. Bu gelişmelere yol açan etmenleri ise iletişim, bilişim teknolojileri ve internet şeklinde söylemek mümkündür.

Bilgi kaynağının dilediğini yayınlayabilme özgürlüğünü ilk defa internet sağlamıştır. Yine daha önce yayınevlerinin veya medya kuruluşlarının süzgecinden geçen bilgiye ulaşılabilirken şimdi herkes kendi tercih ettiklerine ulaşma imkânına erişmiştir [33].

#### 4.2.3. Uzaktan eğitimin dezavantajları

1. Öğrenci-öğretici ve öğrenci-öğrenci arasında yüz yüze bir iletişimin olmaması. İnsanların kişisel özellikleri göz önüne alındığında birçok insan için bu vazgeçilmez bir ihtiyaçtır.
2. Uzaktan öğretimde kullanılan öğretim materyalleri çeşitliliğine rağmen birçok öğretim kurumu bu tür materyalleri hazırlayacak uzman kadrolara sahip olmadığı için bu imkândan tam olarak faydalanılmaması,
3. Öğreticilerin geleneksel öğretim kurumlarında kullandıkları, en önemli iletişim araçlarından biri olan beden dili uzaktan öğretimde kullanılamamaktadır.
4. Uygulamalı bilimler olarak da tanımlanan fizik, kimya ve biyoloji gibi derslerin internet üzerinden verilmesi, bu tip derslerin temelini oluşturan laboratuvar uygulamalarının kullanımını engellemektedir.
5. Takım çalışması gerektiren derslerin internet üzerinden verilmesi sorun oluşturabilmektedir [32].

#### 4.2.4. Ortam, teknoloji ve uzaktan eğitim uygulamaları ilişkisi

Uzaktan öğretim uygulamalarının birçoğunda farklı eğitim, öğretim fonksiyonları doğrultusunda değişik teknolojilerin karışımı kullanılmaktadır. Uzaktan öğretimde kullanılan teknolojileri basılı materyal, ses teknolojileri, görüntü teknolojileri ve elektronik ortam başlıkları altında toplayabiliriz. Aşağıdaki tablo ortam, teknoloji ve uzaktan eğitim uygulamaları ilişkisi özetlenmektedir [34].

Tablo 4.1. Öğretim teknolojilerinin uzaktan öğretim uygulamalarında kullanımı

Ortam	Teknolojiler	Uzaktan Eğitim Uygulamaları
Metin (text)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basılı materyal</li> <li>• Bilgisayarlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ders üniteleri</li> <li>• Destekleyici materyal</li> <li>• Veritabanları</li> <li>• Elektronik yayıncılık</li> </ul>
Ses (Audio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kasetler</li> <li>• Radyo</li> <li>• Telefon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programlar</li> <li>• Telekonferans</li> </ul>
Görüntü (Video)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yayımlama</li> <li>• Video kasetleri</li> <li>• Fiber optik</li> <li>• Uydu</li> <li>• Video konferans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programlar</li> <li>• Dersler</li> <li>• Video konferans</li> </ul>
Elektronik ortam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilgisayarlar</li> <li>• Telefon</li> <li>• Uydu</li> <li>• ISDN</li> <li>• CD-ROM</li> <li>• CD-I (İnteraktif CD)</li> <li>• CD-V (Video CD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilgisayar destekli öğretim</li> <li>• E-posta</li> <li>• Ses ve grafik</li> <li>• Veritabanları</li> <li>• Çoklu ortam</li> </ul>

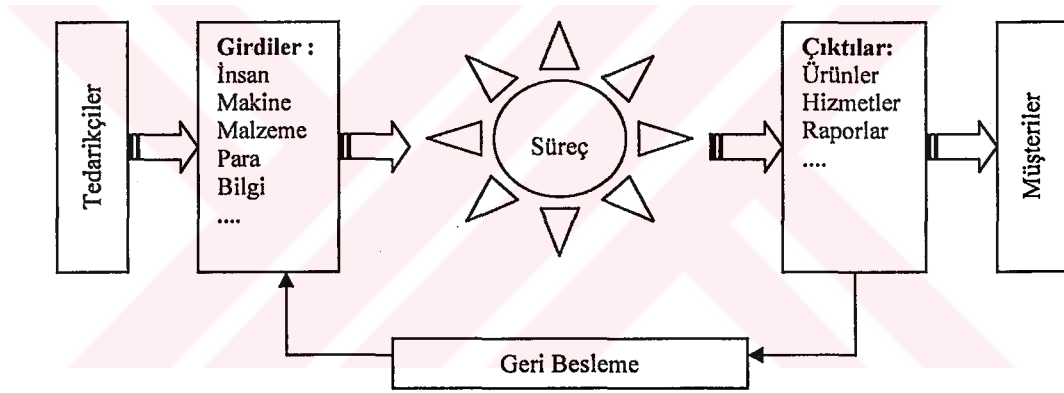
### 4.3. Altı Sigma Yönteminde Kullanılan Araçlar ve Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nda Uygulaması

Bu çalışmada, Altı Sigma araçlarından süreç yönetimi, pareto analizi, beyin fırtınası, neden sonuç diyagramı ve FMEA tekniği kullanılmıştır. Bahsedilen tekniklerin açıklaması ve nasıl kullanıldığı aşağıdaki kısımlarda anlatılmıştır. Altı Sigma yönteminde kullanılan diğer araçlar ise önceki bölümlerde gösterilmiştir (bkz. Tablo 3.4).

### 4.3.1. Süreç yönetimi

Süreç, elde bulunan girdileri belirli operasyonlardan geçirerek çıktılara dönüştürme eylemi olarak tanımlanmaktadır. Burada insan, malzeme, makine, para, gibi kaynakları (girdiler) işleyip onlara değer katarak (operasyon veya işlemler) müşteri isteklerini karşılayacak ürün veya hizmetlere (çıktılara) dönüştürmek için bir dizi işlem kastedilmektedir. Şekil 4.1 bu durumu göstermektedir.

İyi bir süreç yönetimi, ancak her süreç için gerek duyulan girdilerin zamanında, istenilen yerde ve olması gereken şekillerde bulunduğu durumlarda mümkündür. Aksi takdirde sürecin ihtiyaçları ve gerekleri yerine getirilmemiş olur. Bu da zaman kaybı ve verimlilik düşüşü demektir.



Şekil 4.2. Süreç tanımı [24]

Sadece ürün veya hizmetleri üretmek için yapılan işleri süreç olarak görmemek lazımdır. Aynı zamanda idari işler, pazarlama, satış, satış sonrası hizmetler, insan kaynakları, bakım-onarım, evrak işleri, birimler arası iletişim vb. üretilen hizmetleri destekleyen birçok çalışma da süreç kapsamı içerisinde düşünülmelidir. Bir organizasyonda süreçlerin tek tek belirlenmesi, tanımlanması, her sürecin, girdileri, işlemleri, kullanılan yöntem ve metotları, çıktıları belirlenmeli ve dokümanite edilmelidir. Bunun neticesinde iş tanımlarının oluşturulması ve katma değeri olmayan eylemler ile çalışanların uğraştırılmaması sağlanmalıdır.

Süreç yönetimi bir organizasyonda süreçlerin tanımlanması, tedarikçilerin ve müşterilerin ortaya çıkartılması, sürecin sorumlularının ve yapılacak işlemlerin

belirlenmesi, işlemleri gerçekleştirmek için gerekenlerin ortaya konulması, yapılan işlerin performansının ölçülmesi gibi süreç ile ilgili bütün eylemleri kapsamaktadır.

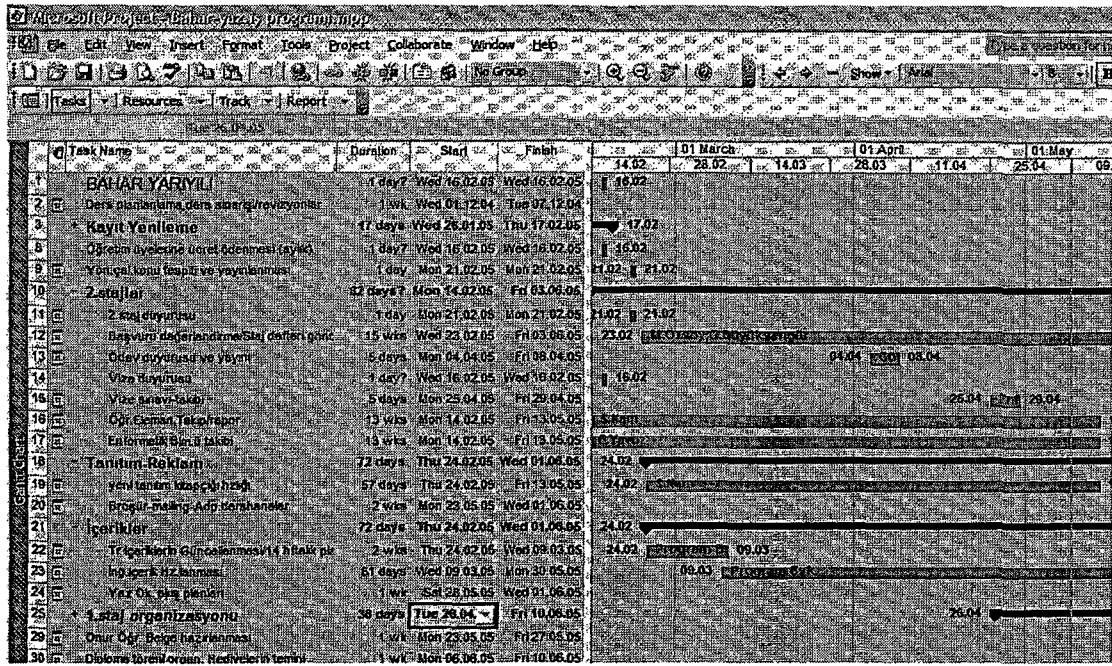
Süreç yönetiminin elemanları şöyle sıralanabilir:

- Süreçlerin tanımlanması ve dokümantasyonu,
- Süreçler arası ilişkilerin belirlenmesi,
- Süreç sahiplerinin belirlenmesi,
- Sürecin tedarikçisi ve müşterilerinin belirlenmesi,
- Sürecin hedeflerinin ortaya konulması,
- Sürecin performansının ölçülmesi,
- Sonuçların gözden geçirilmesi,
- Sürecin iyileştirilmesi

Süreç yönetiminin son elemanı olan sürecin iyileştirilmesi ile müşteri beklentilerinin karşılanması hedefini tutturma oranı daha da artar [24].

Adapazarı Meslek Yüksekokulunda süreç yönetimi aşağıdaki gibi uygulanmıştır: 2004-2005 Eğitim Öğretim yılı başında güz yarıyılına başlaması ile birlikte sistem analizi çalışmalarına başlanmış ve kurulu sistemin işleyişini engelleyen, kaliteyi düşüren durumlar incelenmiştir.

Süreç yönetimi ile öncelikle tüm süreçler analiz edilip, tanımları yapılmıştır. Her bir sürecin adı, sorumlusu, başlama ve bitiş tarihleri MS Project Management programı yardımı ile belirlenmiş ve böylece işlerin denetimlerinin kolayca yapılması ve hataların daha iyi analiz edilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.3. Eğitim süreçlerinin MS Project Management programı ile takibi

### • Proje seçimi aşaması

Bir Altı Sigma programında doğru projenin seçimi başarılı sonuçlar almada ve uzun vadede işletme bünyesine kabul edilmesinde en büyük faktör olduğu daha önceki bölümlerde anlatılmıştı. Proje seçimi sürecinde 3 önemli konunun

- Müşterinin sesi (VOC-Voice of Customer)
- Sürecin sesi (CTP-Critical to process)
- Stratejik İşletme amaçlarının sesi (VOB-Voice of the business)

olduğu daha önce söylenmişti. Bu bağlamda bu proje için, müşteri sesinin en iyi dinlendiği yer Adapazarı Meslek Yüksekokulu forumudur çünkü karşılıklı etkileşimin en yoğun olduğu forum ortamıdır. Bu ortamda öğrenciler her türlü görüş, soru ve şikâyetlerini bildirdikleri için Toplam Kalite Yönetimi faaliyetleri açısından müşteri nabzının tutulduğu yerdir. Burada belirtilen öğrenci (müşteri) görüşleri sistem yöneticileri açısından önemli bir kriterdir, aynı zamanda bu çalışma için öğrenci görüşlerinin alındığı en sağlıklı ortamdır. Dolayısıyla problem seçiminde

öğrencilerin sesleri dinlenerek eğitim süreçlerinde en fazla sıkıntı çektikleri konuların ele alınmasına karar verilmiştir. Bu yaklaşım, müşteri memnuniyetinin de bir gereğidir.

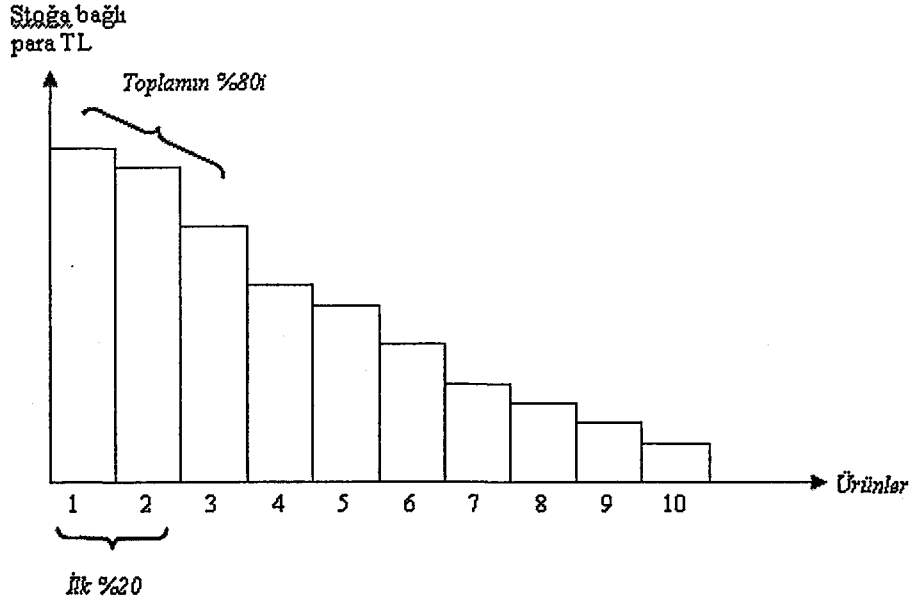
#### 4.3.2. Pareto analizi

Pareto analizi, kaliteyi etkilediği düşünülen tüm faktörlerin değerlendirilmesine yardımcı olan bir tekniktir. 80/20 ilkesi kısaca; girdilerle çıktılar arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı temeline dayanan bir ilkedir. En temel özelliği, toplam çabanın yalnızca kritik yüzde yirmisinin, ulaşılan sonucun yüzde seksenine doğrudan etki ettiği gözlemdir. 80/20 ilkesi uzun yıllardır, özellikle iş hayatında kaynakların kullanılmasında, odak noktalarının belirlenmesinde etkili ve verimli bir yaklaşım olmuştur. 80/20 ilkesi; belirlenen hedeflere daha az çaba ve kaynak ile varılması yolunu açmaktadır. 80/20 ilkesinin uygulanabileceği örnekler:

- Yöneticilerin karşılaştığı problemlerin %80'i, çalışanların %20'sinden kaynaklanır.
- Bir öğretmenin öğrencileri için ayırdığı zamanın %80'ini öğrencilerin %20'si işgal eder.
- Müşteri şikâyetlerinin %80'i, %20'lik proje, ürün, servis ya da personelden kaynaklanır.
- Telefon görüşmelerinin %80'ini telefon defterindeki isimlerin %20'si ile gerçekleştirir.
- Toplantılarda alınan tüm kararların %80'i, toplantı zamanının %20'lik kısmında alınır.
- Giyiminizin %80'inde tüm kıyafetlerinizin %20'sini kullanırsınız.

Ünlü iktisatçı Pareto, araştırmaları sırasında işletmelerde stoklara bağlı paranın %80'inin ürünlerin sadece %20' sine ilişkin olduğunu tespit etmiştir. Başka bir ifade ile, bağlı paranın dağılımı bir hayli dengesizdir.





Şekil 4.4. Stoğa bağı para ve ürün ilişkisi [25]

Pareto'nun bu gözlemi, bugün "80/20 Kuralı" diye bilinen ilişkiye yol açmıştır. Gerçekten de herhangi bir sonuca neden olan faktörler önemlerine göre sıralandığında Şekil 4.2 deki görünüm ortaya çıkmaktadır. Bu gerçekten hareketle, önemliyi önemsizden ayırt etmekle Pareto Analizi yaygın olarak kullanılır. Örneğin, kalite sorunlarının büyük kısmını çözmek için hata kaynaklarının en önemlilerini ortadan kaldırmak yetmektedir.

Bu çalışmada Pareto analizi Altı Sigma iyileştirme projesini uygulayacak problemin seçiminde kullanılmıştır.

Altı Sigma tekniğini uygulamak için Xi değişkeni şu şekilde tanımlanmıştır:

**Xi:** Bildirilen Şikâyet / Sorun Sayısı

2004–2005 Eğitim Öğretim yılı Güz yarı yılı boyunca Adapazarı Meslek Yüksekokulu forumuna bildirilen sorun/şikâyet türleri ve mesaj sayıları:

Tablo 4.2. Pareto analizi sonuçları

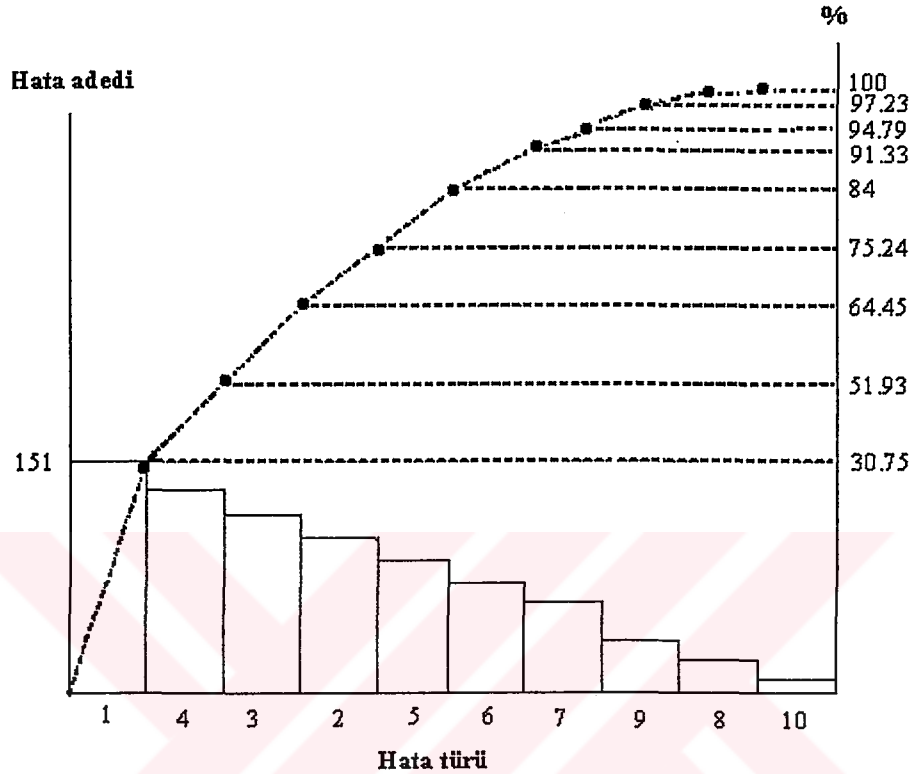
0,80-0,20 İLKESİ / PARETO ANALİZİ							
ŞİKAYET TÜRÜ		Frekans (X <sub>i</sub> )	Σ Fr.	Sıralı Tür	Frekans (%)	Kümülatif (%)	
1	Ders Seçimi	151	151	1	30,75	30,75	0,8
2	TTnet Paketi, Internet Bağlantısı Sorunları	53	104	4	21,18	51,93	
3	HİB Dergisi Ulaşım Sorunları	41	41	3	12,42	44,45	
4	Kredi(Burs) İmkânları	104	53	2	10,79	75,24	
5	Sınav Sonuçları /CAWIS Sorunları	43	43	5	8,74	84	0,2
4	Stajlar	34	34	4	7,34	91,33	
7	Yatay Geçiş	17	17	7	3,47	94,79	
8	Adres Değişikliği	9	12	9	2,44	97,23	
9	Mezun Olabilme Şartları	12	9	8	1,83	99,04	
10	Diğer	5	5	10	1,02	100	
TOPLAM		491	491	-	100	100	1

Tablo 4.3. Pareto analizine göre sınıf ve öncelikler

ORAN	SINIF	ÖNCELİK
80%	A	1. Öncelik
%85-%95	B	2. Öncelik
%95-%100	C	3. Öncelik

Tablodan anlaşılacağı üzere sorunların %40 ye yakın bir kısmı ders seçimi ile ilgilidir. Yani eğitim sisteminin kullanıcıları (müşteriler) tarafından yaşanan sıkıntılar incelendiğinde, en fazla sıkıntı çektikleri konunun kayıt yenileme işlemi

olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla birinci önceliğin bu konuya verilmesi gerektiği uygun görülmüştür.



Şekil 4.5. Hata türleri için Pareto analizi

Üzerinde çalışılacak Altı Sigma projesi, müşterilerin sesini dinleyip seçildikten sonra problemin detaylarına geçilebilir.

#### 4.3.3. Beyin fırtınası

Belirli bir konuda grup halinde ve tam bir özgürlük içinde, çok sayıda fikir üretmek amacı ile yapılan ortak fikir jimnastiğidir. Beyin fırtınasının en önemli özelliği katılımcıların her türlü fikirlerini her hangi bir endişe olmaksızın söyleyebilmeleridir. Fikirler çok basit, oldukça ters, komik veya gülünç olabilir. Ortaya atılan fikirler değişik şekillerde yorumlanabilirler. Toplantı esnasında her şeyi konuşmak başkalarının düşüncelerinden ilham almak mümkün olmalıdır. Katılımcıların ise sürekli neşeli olmaları beklenmektedir. Fikirlerin iç içe girmeleri, olayların farklı boyutlarının tartışılması, problemlerin gerçek sebeplerin daha kolay bulunmasını

sağlamaktadır. Beyin fırtınası ile bu faydanın yakalanması hedeflenmektedir. Beyin fırtınası iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

- Katılımcılar fikirlerini sıra ile söylerler.
- Katılımcılar fikirlerini her zaman söyleyebilirler.

Bazı durumlarda katılımcılar, fikirlerini, basit veya saçma olur düşüncesi ile belirtmekte kaygı duymaktadırlar. Bu, çok önemli fikirlerin ortaya atılmasını önlemektedir. Bu gibi durumlarda fikirlerin kağıtlara yazılması ve bir tahtada alt alta sıralanması yoluna gidilebilir. Daha sonra sıra ile bütün fikirler tartışılabilirler. Fikirlerin kime ait olduğu bilinmez.

Beyin fırtınası uygulamasında genel olarak 4 aşamalı bir uygulama söz konusudur:

- Başlama

Beyin fırtınası kuralları belirlenir, katılımcılara hatırlatılır. Beyin fırtınası yapılacak konu katılımcılara anlatılır ve herkesin aynı şeyi anlaması sağlanır. Burada problemin herkes tarafından aynı şekilde anlaşılması çok önemlidir. Aksi takdirde herkes farklı telden çalar ve tartışmaları tek noktada toplamak zorlaşır.

- Fikir üretme

İlgili konu hakkında katılımcıların fikirlerinin not edilmesi aşamasıdır. Bir tahtada, bu fikirler listelenir. Fikirlerin kimler tarafından söylendiği önemli değildir. İçerikleri tartışmalıdır.

- Fikirlerin tartışılması

Tahtada listelenen fikirler tek tek tartışılır. Fikirler daha detaylı hale getirilir. Ne söylenilmek istendiği açık olarak ortaya konulur. Herkesin aynı şeyi anlaması tekrar sağlanmış olur. Konu ile ilgisi olmayan fikirler ayıklanır. Konunun önemli elemanları, faktörler, etkileri ve etkileşimleri ortaya konularak çözüm aranacak sorunlar ve kaynakları belirlemeye çalışılır.

- Eylem Planları

Ortaklaşa belirlenen çözümlerin gerçekleştirilmesi için eylem planlarını yapma aşamasıdır. Yapılacak çalışmalar ve sorumluları belirlenir. İyileştirme çalışmaları ile koordinasyon sağlanarak bu çalışmaların yürütülmesi karara bağlanır.

Beyin fırtınası yapacak ekibin fazla kalabalık olması gerekmez. 5-8 kişilik bir grup, her türlü çözümü tartışmak için yeterlidir. Beyin fırtınası yapacak olan bireylerin çözülecek problem ile ilgilerinin olması da önemlidir. Katılımcıların beyin fırtınası konusunda eğitilmeleri ve amaçlarının mümkün olduğu kadar çok fikir üretmek olmasının sağlanması lazımdır. Bu toplantılarda makam ve mevki farklılıklarının tamamen ortadan kaldırılması gerekir.

Beyin fırtınası problem çözmeye oldukça güçlü bir teknik olmasına rağmen suistimal edilmesi oldukça kolaydır. O nedenle kurum personelinin toplam kalite yönetimi ve iyileştirme felsefesi belirlendikten sonra bu tekniği kullanmaya başlamalarında fayda vardır. Bu teknik kullanılarak çözülen problemler kurum içinde duyurularak teknikten faydalanıldığının diğerlerine gösterilmesi de çok faydalı olur [24].

Beyin fırtınası tekniği bu projenin tanımlama aşamasında aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

- Tanımlama aşaması

Proje seçimi aşamasında Altı Sigma uygulanacak olan konunun ders seçimi süreci olduğu belirlendikten sonra tanımlama aşamasında bu sürece ait detaylar tanımlanır.

- Ders seçimi işlemi

Ders seçimi işlemi iki aşamalı bir işlemdir: Harç Ödeme ve Ders seçimi işlemleri. Öğrenciler öncelikle sene başında belirlenen öğrenim giderlerini ilgili bankaya yatırmaları ve banka verilerinin sistem sorumluları tarafından kontrol edilmesi ile "Harç Ödeme" işlemi tamamlanmış olur. Daha sonra web üzerinden ana sayfadan şifreli giriş yapıp "Ders Kayıt Sayfası" bağlantısına tıklayıp, almak istedikleri

dersleri seçmek suretiyle kayıt yenileme işlemini yapmaktadırlar. Daha sonra veritabanına kaydedilen bu bilgiler ışığında sınıf listeleri oluşturulur ve eğitim dönemi başladığında öğrencilerin hesaplarına seçtikleri dersler açılır.

Bu sürecin işleyişinde, öğrencilerin ders seçimini hatalı yapmaları sonucunda veya çeşitli etkenlerden dolayı veritabanının hizmet verememesi sonucunda oluşan hatalardır.

- **Problemin İfadesi**

Tablo 4.4. Problemin ifade edilmesi

Ne?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hangi süreçte?</li> <li>• Ne yanlış?</li> <li>• Açık veya fırsat ne?</li> </ul>
Nerede? Ne zaman?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemi nerede gözleyebiliriz?</li> <li>• Ne zaman gözleyebiliriz?</li> </ul>
Problem ne kadar büyük?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problem ne kadar büyük?</li> <li>• Nasıl ölçülecek?</li> </ul>
Etki?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemin etkisi nedir?</li> <li>• Bir hareket yapmanın veya yapmamanın yararı ne?</li> </ul>

Bu tabloyu bizim iyileştirme projemiz için oluşturursak şu durum ortaya çıkar:

- **Kayıt yenilemede yaşanan problemin ifadesi**

Ne?

- Kayıt yenileme sürecinde, ders seçimi esnasında gerçekleşen hatalı seçimler
- Öğrencilerin hatalı ders seçimi yapmaları

Nerede? Ne zaman?

- Adapazarı Meslek Yüksekokulu derslerim modülü veritabanı
- Ders kayıt haftası boyunca ve sonrasında

Problem ne kadar büyük?

- Hatalı ders seçimi yapılmasından dolayı oluşan hataların düzeltilmesi büyük bir işgücü gerektirmektedir.
- Hatalı ders seçimi sayısı her iki dönem için de sayılmak suretiyle ölçüm yapılacaktır.

Etki?

- Hatalı ders seçimi yapan öğrenciye ulaşılması, hatanın bildirilmesi, ne yapılması gerektiğinin anlatılması ve sorunun öğrenci tarafından düzeltilmesi gerekmektedir. Bu da aynı işlemin ikinci veya daha fazla sayıda yapılmasına sebebiyet verdiği için hem sistem sorumlularına zaman kaybettirmekte, daha fazla işlem yapılmasını gerektirmekte hem de çalışan insanların veriminin düşmesine sebep olmaktadır.
- Bu durumun iyileşmesi için yapılacak hareket, daha kısa zaman diliminde daha az işgücü ile işlemin hatasız olarak gerçekleşmesine olanak sağlayacaktır.

Problemin ve amacın açık bir şekilde ifade edilmesi, projenin takibi, değerlendirilmesi ve sonuçlarının analiz edilmesinde çok önemli bir faktördür. Altı Sigma yaklaşımında problemin ifadesi belirtileri açıklarken, amacın ifadesi ise somut sonuçlar ile açıklanır.

Amacın ifade edilmesindeki yapı üç unsur ile açıklanabilir:

1. Neye ulaşılabileceğinin tanımlanması:

Amaç, “hatayı azalt”, “karı arttır”, “sorunu ortadan kaldır” gibi fiillerle anlatılmalıdır. Bu amaçla “iyileştirin” ifadesinin kullanılması uygun değildir, çünkü bu ifade çalışılacak konu için bulanık bir ifade olabilir.

2. İstenilen sonuçlar için ölçülebilir bir hedef:

Hedef, istenilen maliyet tasarrufunu, zaman tasarrufunu, süre azaltılmasını, hataların ortadan kaldırılmasını yüzdeler veya sayılar olarak nicelleştirmelidir.

3. Projenin biteceği tarihin veya sonuçların elde edileceği zamanın belirlenmesi:

İşin başında belirlenen bu tarih daha sonra revize edilebilir. Ancak, bu tarihin belirlenmesi kaynakların kullanımını ve personelin zaman ayırmasını gerektireceği için önemlidir [35].

Bu bilgiler doğrultusunda, proje konumuz olan kayıt yenileme ile ilgili amacımızı ifade edelim:

- Amaç, ders seçimi sürecinin işleyişi esnasında yapılan hataları azaltmak.
- Hedef, bahar eğitim döneminin kayıt yenileme haftasında (5 gün) tüm kayıt yenileme işlemlerinin hatasız olarak bitirilmesi.
- Projenin biteceği tarih, Nisan 2005 ayı sonu.

- **Ölçme aşaması**

Ölçme aşaması, bir önceki adımda belirlenen konu ile ilgili verilerin toplanması aşamasıdır. Bu Altı Sigma projesi için tanımlanan problem, hatalı ders seçimi olduğu için ölçüm aşamasında güz yarıyılında yapılan hatalı ders seçimi sayısını ölçmemiz gerekmektedir.

2004–2005 eğitim dönemi güz yarıyılı ders kayıt haftasında Adapazarı Meslek Yüksekokulu veritabanındaki hatalı ders seçimi sayısı: 143



Tablo 4.5. Güz yarıyılı için hata tablosu

Eğitim dönemi	Yarıyılı	Veritabanındaki Hatalı ders seçimi sayısı	Toplam ders seçimi yapan öğrenci sayısı
2004–2005	GÜZ	143	1745

- Ders seçimi sürecinin sigma değeri

Ders seçimi işlemine verilen eğitim hizmetinin bir sürecidir. Toplam ders seçimi yapan öğrenci sayısı aynı zamanda bize toplam fırsat sayısını verir çünkü bu örnek için 1745 kişi 1745 hatasız ders seçimi yapılması fırsatını doğurur. Toplam hata sayısı/ Toplam fırsatların sayısı bize kusurlu oranını verir. Bu değeri 1'den çıkardığımızda kusursuz oranını (kusursuz olma olasılığını) elde ederiz. Yeni değerimiz bu olduğuna göre normal dağılımın tersini kullanarak aradığımız 143/1745 kusurlu oranını veren z değerine ulaşmış oluruz. Altı Sigma tekniğine göre, süreç ortalaması tolerans aralığı ortasından  $\pm 1,5\sigma$  kadar sapabilir ve ancak bu durumda milyonda 3,4 kusurlu oranına ulaşılır. Normal dağılıma ek olarak  $\pm 1,5\sigma$  kadar kaydığımız için formüle eklememiz gerekir. Dolayısıyla prosesimizin sigma değeri;

$$\text{Prosesin Sigma Değeri} = \text{NORMSTERS}(1 - 143/1745) + 1,5$$

$$\text{Prosesin Sigma Değeri} = 2.89 \text{ olur.}$$

$$\text{Hatalı oranı (p)} = 143/1745 = 0,08$$

$$\text{Kusursuz oranı (q)} = 1 - (p) = 0,92$$

Mevcut durumun hatalı oranının standart sapması  $\sigma_{p1}$ ;

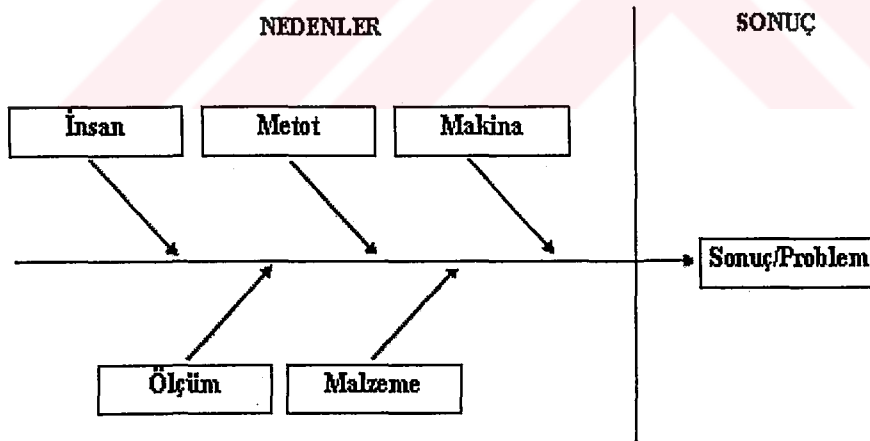
$$\sigma_{p_1} = \sqrt{\frac{(0,08) \cdot (0,92)}{1745}} = 0,00645 \quad (4.1)$$

Bu aşamaya kadar olan aşamalar, karakterizasyon kısmı bundan sonraki üç adım optimizasyon kısmıdır.

#### 4.3.4. Neden-Sonuç diyagramı

Japon kalite devriminin mimarlarından Prof. Kaoru Ishikawa, işletmelerde kalite sorunlarının nedenlerini belirlemek için bir metot geliştirilmiştir. Bir hayli başarılı olan ve kendi adı ile de anılan bu yöntem “Balık Kılıcı Diyagramı” da denmektedir. Uygulaması oldukça basit olan bu yöntem, sorunun nedenlerini sistemli bir biçimde araştırmaya yöneliktir (Şekil 4.4).

Diyagramın sol tarafında “Nedenler”, sağ tarafında da “Sonuç” yer alır. Tek bir sonuç –genellikle bir sorun- inceleme konusudur. Nedenler ise ana gruplar halinde ele alınır; her ana nedenin alt nedenleri vardır. Tipik olarak sorun bir kalite özelliğidir. Örneğin; boyut, sertlik, dayanıklılık vb. özellikler veya fire oranı, hatalı ürün oranı gibi sorunlardır. Nedenler ise kimyasal yapı, imalat yöntemi, kullanılan ölçüm cihazı veya elemanın iş bilgisi vb. gibidir



Şekil 4.6. Balık kılıcı diyagramı [25]

Bir balık kılıcı diyagramı aşağıdaki sıra içinde geliştirilir:

1. Araştırılacak sorun bir kutu içine alınır ve kalın bir okla gösterilir.

2. Bu soruna sebep olabilecek ana nedenler birer kutu içine alınarak bu oka bağlanır.
3. Her ana nedenin hataya sebep olabilecek alt nedenleri işaretlenir.
4. Beyin fırtınası, pareto analizi gibi teknikler kullanılarak, tüm alt nedenler (temel nedenler) tanımlanıncaya kadar diyagram dallandırılır.
5. Çalışmayı yapan grup üyeleri en önemli nedenleri belirler.
6. Belirlenen bu nedenlerin doğrulanması için veri toplanır, incelenir ve yorumlanır. Sorun giderilene dek araştırmaya devam edilir.

Aslında balık kılıçığı diyagramı herhangi bir işletme sorununa uygulanabilecek kadar genel bir yöntemdir. Örneğin, sorun “satışların az olması” ise, ana nedenleri başka faktörlerde aramak uygun olacaktır. Böyle bir konuda ana nedenler:

- Pazarlama metodu
- Ürünün pazara uygunluğu
- Satış elemanları
- Marka imajı
- Dağıtım kanalları
- Fiyatlandırma/finans stratejisi

olabilir. Önemli olan, konuya uyan ana nedenleri belirlemek ve sorunun kaynaklandığı tüm temel nedenleri bulmaktır. Fazla ayrıntılı bir diyagram zarar getirmez; yeterli ayrıntıyı içermeyen bir diyagram ise yanıltıcı olabilir.

Neden –Sonuç Analizinin yararları şunlardır:

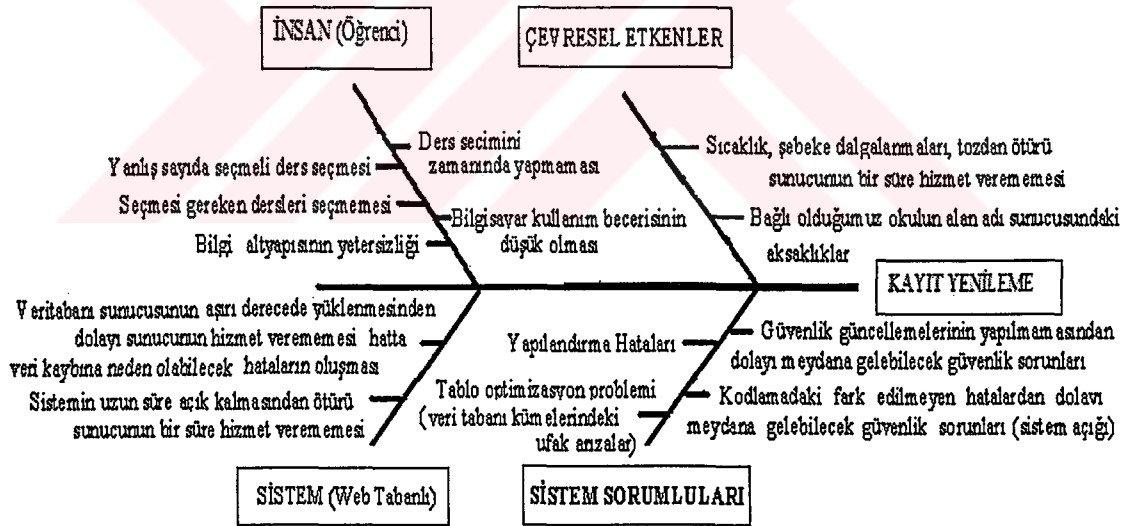
1. Yöntem, sorunların üzerine giden aktif bir yönetimi geliştirir.
2. Diyagramın hazırlanması iletişimi güçlendirir. Herkesin dikkatini bir noktaya toplamasını sağlar.
3. Başlı başına eğitici bir çalışmadır, herkesin bilgisini geliştirir.
4. Verilerin toplanmasını ve konuya bilimsel biçimde yaklaşmayı sağlar.
5. Konuya hâkimiyeti sınamak için eşsiz bir tekniktir.
6. Tüm sorunlara uygulanabilir.

Bütün sayılan nedenlerden ötürü, yöneticiler her sorunla ilgili olarak balık kılıcı diyagramının uygulanmasını istemelidirler[25].

- **Analiz aşaması**

Analiz aşamasında değişik etmenlerin ilgilenilen özellik (değişken) üzerindeki etkilerine ilişkin analizler yapılır. Bu problem için, kayıt yenileme sürecinde problemlerin ortaya çıkmasına sebep olan nedenlerin analizinin yapılması ve hata türlerinin etkilerini görebilmek için FMEA Tekniğinin uygulanması ve Neden-Sonuç diyagramı kullanılması uygun görülmüştür. Neden\_Sonuç diyagramı oluşturmada ana sorunun ve dallarının oluşması beyin fırtınası yöntemi ile sağlanır.

Kayıt yenileme sürecinin daha sağlıklı işlemesi için, mevcut sistem analiz edilmiş ve öğrenci, sistem, çevresel etkenler ve sistem sorumluları faktörlerinin etkileri beyin fırtınası yapılarak incelenmiştir.



Şekil 4.7. Kayıt yenileme işlemi için neden-sonuç (Ishikawa) diyagramı

İyileştirme takımı kayıt yenileme işlemi sırasında hataların oluşmasına neden olabilecek tüm nedenleri neden-sonuç diyagramı yardımıyla çözümlenmiştir.

#### 4.3.5. Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA)

FMEA, hataların oluşmasını etkileyen faaliyetlerin bulunmasını ve böylece hatalı ürünlerin tutulmasını ve müşteriye ulaşmamasını sağlar. FMEA nihai ürünün müşteri isteklerini ve beklentilerini karşılaması için ürün ve süreç tasarım karakteristiklerini analiz etmeye yardımcı olan bir araçtır.

Hata Türü ve Etkileri Analizi ( Failure Mode and Effect Analysis) ilk kez 1960-65 yılları arasında NASA (Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesi) tarafından 1969 yılında aya insan indirecek olan Apollo projesinde uygulanmıştır.

Aya insan indirecek olan aracın bir tek ve çok pahalı bir ürün olması nedeniyle, sistemin kesinkes arıza yapmaması isteniyordu. Bu amaç, ancak ürünü oluşturan bütün parçaların çok yüksek bir güvenilirliğe sahip olması sayesinde gerçekleşebilirdi. Böylesine ciddi ve şansa hiç yer bırakmayacak bir projede Hata Türü ve Etkileri Analizi gibi ayrıntılı ve sistemli bir çalışmadan yararlanılmıştır.

Hata türü ve Etkileri Analizi, 1970'li yıllarda ABD uçak sanayisinden başlayarak 1980'li yıllarda ise otomotiv sanayinde Ford, Renault, Citroen ve Fiat gibi firmalarda uygulanmıştır. Örneğin, Renault bu yöntemi AMDEC adıyla uygulamıştır.

Hata Türü ve Etkileri Analizi; üründeki hatanın sistemin bütünü üzerindeki etkisinin (büyük, küçük veya önemsiz) önceden değerlendirilmesini sağlar, değiştirilmesi veya düzeltilmesi gereken tasarım karakteristiklerinin önceden teşhis edilmesine yardımcı olur.

HTEA, *sistematik* bir yaklaşımdır. Çünkü ;

- i) tüm ürün bileşenleri göz önüne alınır,
- ii) her bileşen için bütün hata türleri teşhis edilmelidir,
- iii) analizin tüm adımları kaydedilir.

Bu yöntemde, üründe oluşması beklenen hatalar önem derecelerine göre belirlenir, ortaya çıkma olasılıkları ve meydana getirecekleri etkilere göre hangi hataların daha kritik olduğunun saptanması şeklinde bir kritiklik analizi yapılır [25].

FMEA'nın kullanım yeri:

- Yeni sistemler, ürünler veya süreçler tasarlandığında
- Var olan tasarım veya süreçler iyileştirildiğinde
- Başka alanlarda kullanılan tasarımlar yeni uygulamalara taşındığında
- Sistem, ürün veya süreç fonksiyonları tamamlandıktan sonra fakat üretim için özel bir donanım seçilmeden veya üretim izni verilmeden önce kullanılan bir tekniktir.
- Ürün tasarımı, uygulaması, çevre, malzeme, üretim ya da montaj sürecinde değişiklik olduğu zaman ise FMEA gözden geçirilir.

Dört tür FMEA vardır. Bunlar:

1. Sistem FMEA
2. Tasarım FMEA
3. Süreç FMEA
4. Servis FMEA

**Sistem FMEA:** Sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksikliklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır. Hedefi, sistemin kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır. Sistem FMEA'nın faydaları şunlardır:

1. Sistemi etkileyen potansiyel problemlerin bulunabileceği alanlar daralır,
2. Sistem içerisinde uygulanacak prosedürler için bir temel oluşturulmasına yardımcı olur.
3. Sistem içerisindeki fazlalıkların tespit edilmesine yardım eder,
4. Optimum sistem tasarım alternatiflerinin seçilmesinde yol gösterir.

**Tasarım FMEA:** Ürünün tasarım aşamalarında görülebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini belirler ve gereken takip ve düzeltme faaliyetlerine olanak sağlar. Hedefi, tasarım kalitesini, güvenilirliğini ve korunabilirliğini artırmaktır. Tasarım FMEA uygulanması ile,

1. Tasarım geliştirme faaliyetleri ile ilgili önceliklerin belirlenir
2. Ürün hatalarının, ürün tasarım aşamasında iken belirlenmesinin sağlanır
3. Potansiyel güvenlik konularının belirlenerek risklerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olur ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesinin sağlar
4. Önemli ve kritik özelliklerin belirlenmesine yardım eder
5. Ürünlerle ilgili tasarım ve doğrulamaların testi sırasında kullanılacak bilgileri sağlamaya yardımcı olur.

Tasarım FMEA'nın uygulanması sonucunda, potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi ile potansiyel hata türlerinin Risk Öncelik Sayısı tarafından ağırlıklandırılmış bir listesi elde edilir. Test, kontrol veya teşhis yöntemleri kullanılarak potansiyel parametrelerin listesi ile kritik ve önemli özelliklere yönelik, tavsiye edilen potansiyel faaliyetlerin listesi yardımıyla hata türü ve güvenlik sorunlarını ortadan kaldıracak veya hataları azaltacak potansiyel tasarım faaliyetlerini tespit etmek mümkün olacaktır.

**Süreç FMEA:** Süreç FMEA, sürecin işleyişi sırasında meydana gelebilecek potansiyel veya bilinen hata türlerini tanımlayan ve sürece yönelik takip ve düzeltme faaliyetlerine olanak sağlayan bir metottür. Üretim veya montaj sürecinin analizine yardımcı olması ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerinin belirlenmesi, kritik veya önemli olan özellikleri tespit etmesi ve kontrol planı oluşturmada yardımcı olması özellikleri ile fayda sağlayan bir metottür.

Bu tekniğin uygulanmasıyla potansiyel kritik veya önemli özelliklerin bir listesi hazırlanarak, bunlara yönelik öngörülen potansiyel faaliyetlerin listesi yapılır. Potansiyel hata türlerinin risk öncelik sayısı ile belirlenen listesi üzerinde, bu hata türlerinin sebeplerini ortadan kaldıracak, ortaya çıkan hataları azaltacak ve katsayısı

yardımla proses yeterliliğinin geliştirilemediği durumlarda, hata nedenlerinin ve belirlenmesinin etkinliğini arttıracak potansiyel bir liste oluşturulur.

**Servis FMEA:** Servis FMEA organizasyondaki aksaklıkların analiz edilmesinde ve servisin, müşteriye henüz ulaşmadan analiz edilmesinde yardımcı olur. Bu analizin uygulanması ile geliştirme faaliyetleri arasında önceliklendirme yapılması ve değişiklik için açıklamaların kaydedilmesi sağlanır. Bu çalışma, süreç üretim hattından kaldırılmadıkça hiç bir zaman bitmez. İş akışının, sistem ve proses analizinin etkin bir şekilde yapılmasında, işteki hataların ve kritik önemli işlerin belirlenmesinde ve kontrol planlarının oluşturulmasında yol göstermesi gibi avantajlar da sağlar.

Yapılacak olan bir FMEA tekniği uygulaması aşağıda özetlenmiş olan fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar;

1. Proses ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın bile oluşumunun engellenmesini sağlamak için hata türlerini sistematik olarak gözden geçirir.
2. Proses ya da hizmeti ya da bunların fonksiyonelliğini etkileyebilecek her türlü hatayı ve bu hatanın etkilerini tanımlar.
3. Tanımlanan bu hatalardan hangilerinin proses ya da hizmet operasyonlarında daha kritik etkilerinin olduğunu belirler, bu yüzden meydana gelebilecek en büyük hasarı ve hangi hata türünün bu hasarı üretebileceğini tanımlar.
4. Montaj, montaj öncesinde, proste hataların oluşum olasılığını ve bunun nereden kaynaklanabileceğini (dizayn, operasyon, vb.) belirler.
5. Diğer kaynaklardan elde edilmesi mümkün olmayan hata oranlarını ve türlerini tanımlayarak gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
6. Güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
7. Bir ürün için değişikliklerin olabilecek etkilerini tanımlar.
8. Yüksek riskli bileşenlerin nasıl güvenilir hale getirilebileceğini tanımlar.
9. Montaj hatalarının olabilecek kötü etkisinin nasıl giderilebileceğini tanımlar.

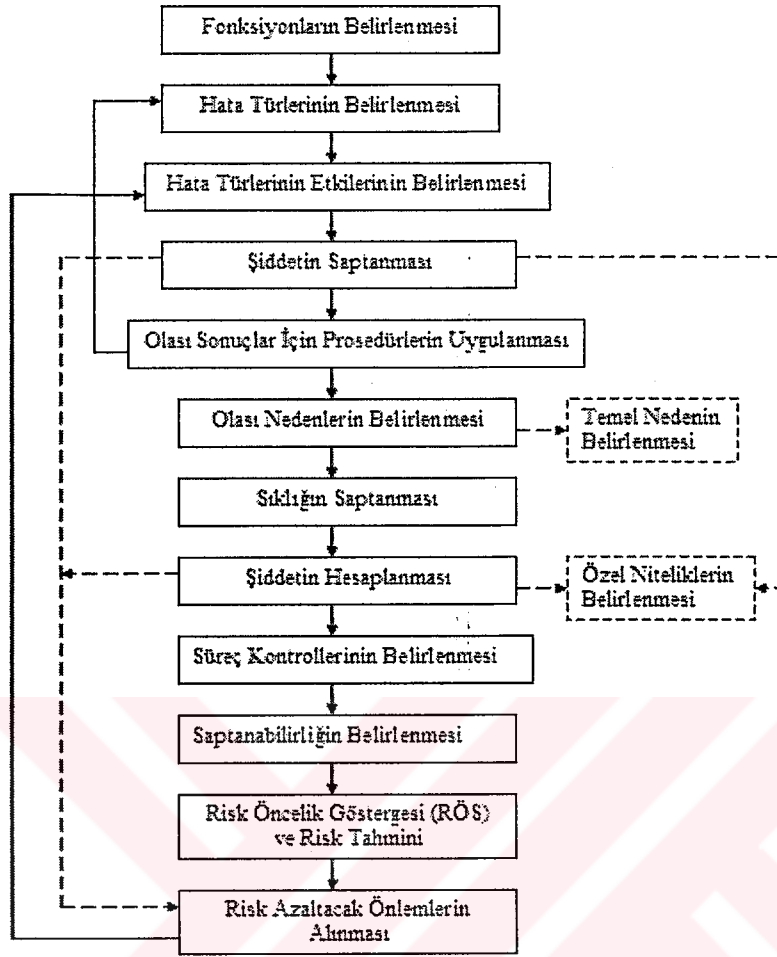


Genel olarak Hata Türü ve Etki Analizi sürecinde takım şu unsurları belirlemeye çalışmalıdır:

- Analize konu olan kısmın fonksiyonu,
- Sorun çıkarma potansiyeli,
- Sorunun etkileri,
- Bu sorunun olası nedenleri,
- Bu nedenlerin bulunabilirliği,
- Bu sorunların önlenmesi için alınabilecek önlemler.

Hata Türü ve Etki Analizi dokuz temel aşamadan oluşmaktadır:

1. FMEA amaçları ve düzeylerinin belirlenmesi için FMEA planlaması.
2. FMEA'nin gerçekleştirilmesi için özel prosedürlerin, temel kuralların ve kriterlerin tanımlanması.
3. Fonksiyonlara, etkileşim alanlarına, faaliyet aşamalarına, faaliyet türlerine ve çevreye göre sistemin analizi.
4. Proseslerin, karşılıklı bağlantıların ve bağımlılıkların gösterilmesi için hata ağacı şemalarının, görev ve güvenilirlik şemalarının oluşturulması ve analizi.
5. Potansiyel hata türlerinin tanımlanması.
6. Hata türlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesi ve sınıflandırılması.
7. Hataları önleyecek ve kontrol edecek önlemlerin tanımlanması.
8. Önerilen önlemlerin etkilerinin değerlendirilmesi.
9. Sonuçların belgelendirilmesi [38].



Şekil 4.8. FMEA prosesi [38]

S,P, D, RÖS harfleriyle gösterilen sembollerin anlamları aşağıda verilmiştir:

**S:** Zararın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddet, ciddiyet

**P:** Her bir zarar modunun oluşma olasılık değeri

**D:** Zarar meydana getirecek durumun keşfedilebilirliği

**Risk Öncelik Sayısı (RÖS):** Şiddet, olasılık ve keşfedilebilirliğin çarpımıdır. Risk öncelik numarası tehlike derecesine göre her bir hata türünün sınıflandırılmasını ve en yüksek riske sahip olan noktaların giderilmesini sağlar, FMEA' nun ana amacı olası hata türlerini belirlemek ve takımın buna yönelmesini sağlamaktır [26].

$$RÖS = S(\text{şiddet}) \times P(\text{olasılık}) \times D(\text{keşfedilebilirlik}) \quad (4.1)$$

- **FMEA Formunun İşlenmesi**

FMEA soldan sağa doğru doldurulur. Biri ürün/süreç için hata türleri belirlenir. Her hata türünün bir çok etkisi, her etkinin bir çok sebebi olabilir. Her sebebin kontrol edilmesi için bir yöntem vardır veya yoktur. Bütün bu sütunlar ağırlıklandırılır, böylece problemler dikkat çekecek şekilde işaretlenmiş olur.

**Hata türleri:** Bir ara ürün, sistem ya da sürecin istenen fonksiyonunu gerçekleştirememesidir.

**Hata etkileri:** Bir sistem ya da alt sistemde ortaya çıkan hatanın sonucudur, müşteri üzerindeki etkisidir. Bölgesel ve genel olmak üzere iki tip etki söz konusudur. Bölgesel etkide diğer parçalar etkilenmez. Genel etkide diğer fonksiyonlar ve parçalar etkilenebilir.

**Şiddet:** Etkinin müşteri üzerinde ne kadar belirgin olduğunu gösterir. Tablo 4.2 de şiddet değerlendirme kriterleri verilmiştir. 1'den 10'a kadar sıralanan kategoride 10 en kötü durumu belirtir.

Tablo 4.6. Şiddet değerlendirme kriterleri

ŞİDDET ETKİ SINIFLANDIRMASI		
Etki	Şiddetin Etki Kriterleri	Önemlilik Değeri
Etki yok	Ürün veya alt süreç üzerinde hiçbir etkisi yok.	1
Çok ufak etki	Müşterinin muhtemelen farkına varamayacağı, ürün veya hizmet performansı üzerinde çok ufak bir etkidir. Bu önemsiz hata bazen fark edilir.	2
Ufak etki	Müşterilerin çok ufak tepki vereceği, ürün veya hizmet performansı üzerinde ufak bir etkidir. Bu önemsiz hata çoğu zaman fark edilir.	3
Küçük etki	Müşteriye çok ufak iş çıkartacak, ürün veya hizmet performansı üzerinde küçük etkidir. Bu önemsiz hata müşteriler tarafından fark edilir fakat önemsenmez.	4

Orta etki	Müşteri üzerinde bazen memnuniyetsizlik yaratır. Ürün veya hizmet performansı üzerinde orta derecede etkilidir. Önemsiz kısım üzerindeki hata onarım gerektirir.	5
Önemli etki	Müşteri üzerinde sıkıntı yaratır. Ürün veya hizmet performansını düşürür fakat onarılabılır. Hizmetin sürmesini engellemez.	6
Büyük etki	Müşteri memnuniyetsizliğine yol açar. Hizmet üzerinde büyük etkisi vardır. İşlemin yeniden yapılmasına neden olur. Ürün/hizmet performansı üzerinde etkilidir fakat fonksiyonelliği devam eder. Alt sistem tamamlanamaz.	7
Çok büyük etki	Büyük oranda müşteri memnuniyetsizliğine yol açar. Süreç/hizmet üzerinde çok büyük etkisi vardır, sistem bileşenleri(malzemeleri, araç gereçleri) zarar görür. Ürün/hizmet/sistem tamamlanamaz.	8
Tehlikeli etki	Potansiyel felaket getirici etkidir. Kaza yoktur fakat ürün veya hizmet üretiminin durmasına sebep olabilir. Güvenilirliğe ilişkindir. Zamana bağımlı hatadır. Süreç operasyonlarının akışında aksamaya neden olur. Müşterinin duyduğu güveni duygusu (müşteri sadakati) tehlikeye girer.	9
Felaket getirici etki	Aniden ortaya çıkan, müşterinin duyduğu güven üzerinde olumsuz etkili, felaket getirici etkidir. Müşteri kaybedilir.	10

**Keşfedilebilirlik :** Müşteriye ulaşmadan önce hatayı yakalama yeteneğidir. Tablo 4.3' te keşfedilebilirlik değerlendirme kriterleri verilmiştir. Her kategori 1'den 10'a kadar sıralanır. 1 hatanın yakalanma olasılığının en yüksek olduğu durumu belirtir.

**Sebep :** Her hata türü için olası sebepler listelenir. Hatanın nasıl önlenilebileceğini ve düzeltilebileceğini gösterdiği için FMEA' nın bu adımı önemlidir.

**Kontrol :** Hatayı engellemek için yapılan kontrollerdir.

**Olasılık :** Hatanın ortaya çıkma olasılığıdır. Tablo 4.4 te olasılık değerlendirme kriterleri verilmiştir.

Tablo 4.7. Keşfedilebilirlik değerlendirme kriterleri

Etki	Keşfedilebilirlik Kriterleri	Keşfedilebilirlik
		Derecesi
Hemen hemen kesin	Bilinen güvenilir keşif kontrolleri ile kısa süreli süreçlerde kullanılır.	1
Çok yüksek	Çok yüksek olasılıkla hata bulunabilir.	2
Yüksek	İyi olasılıkla hata bulunabilir.	3
Orta yüksek	Orta yüksek olasılıkla hata bulunabilir.	4
Orta	Orta olasılıkla hata bulunabilir.	5
Düşük	Düşük olasılıkla hata bulunabilir.	6
Küçük	Küçük bir ihtimal ile hata bulunabilir.	7
Çok küçük	Çok küçük bir ihtimal ile hata bulunabilir.	8
Uzak	Uzak bir ihtimal ile hata bulunabilir.	9
Hemen hemen imkânsız	Hatanın bulunabilirliği hemen hemen imkânsızdır.	10

Tablo 4.8. Olasılık değerlendirme kriterleri

Hatanın bulunma olasılığı	Olasılık Kriterleri	Olasılık değeri
Hemen hemen imkansız	Hata oluşma olasılığı yok	1
Uzak bir ihtimal	Hata oluşma olasılığı nadiren muhtemeldir	2
Çok küçük bir ihtimal	Hata oluşma olasılığı çok küçüktür	3
Küçük bir ihtimal	Hata oluşma olasılığı küçüktür	4
Düşük bir ihtimal	Ara sıra hata oluşabilir	5
Orta derecede bir ihtimal	Muhtemelen hata oluşur	6
Orta yüksek bir ihtimal	Hata sık sık tekrarlanır	7
Yüksek bir ihtimal	Hata oluşma olasılığı yüksektir	8
Çok yüksek bir ihtimal	Hata oluşma olasılığı çok yüksektir	9
Hemen hemen kesin	Hata oluşma olasılığı hemen hemen kesindir.	10

#### 4.3.5.1. Ders seçimi işleminde problemin analizi

Bu işlem sırasında karşılaşılan problemler şu şekildedir:

- Öğrenci seçmesi gereken dersleri seçmiyor. İki dönem önce zorunlu olarak aldığı herhangi bir dersten kalmasına, final sınavına girmemesine veya devamsızlık durumundan dolayı başarısız olup tekrar alması gerekmesine rağmen bu dersi seçmemesi nedeniyle karşılaşılan durumdur. (FF, GR, DZ durumlarından birinde olup ders seçimi yapmaması)
- Öğrenci yanlış sayıda seçmeli ders seçiyor. Öğrencinin tercihine bırakılan seçmeli ders seçiminde fazla veya eksik sayıda ders seçimi yapıyor.
- Öğrenci, vefat, sağlık sorunları, ev, iş değişikliği... gibi kişisel mazeretlerden dolayı ders kayıt yenileme haftasında ders kaydını yenilemiyor.
- Tablo optimizasyon problemi (Öğrenci verilerinin kaydedildiği veri tabanı kümelerindeki ufak arızalar)
- Veri tabanı sunucusunun fazla yüklenmesi
- Veritabanı sunucusunun düzensiz yapılandırılması
- Bağlı olduğumuz okulun alan adı sunucusundaki aksaklıklar (örneğin, alan adına karşılık gelen IPyi çözümleyememe yani Adapazarı Meslek Yüksekokulu.sakarya.edu.tr=193.140.253.25 eşitliğini sağlayamama)
- Çevresel etkenlerden (sıcaklık, şebeke dalgalanmaları, toz) veya sistemin uzun süre açık kalmasından ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi
- Veritabanı sunucusunun aşırı derecede yüklenmesinden veya sistem yetkilisinin yapılandırmasındaki hatalardan dolayı sunucunun hizmet verememesi hatta veri kaybına neden olabilecek hataların oluşması
- Güvenlik güncellemelerinin yapılmamasından veya kodlamadaki fark edilmeyen hatalardan dolayı meydana gelebilecek güvenlik sorunları (sistem açığı)

Ortaya çıkan hataları daha detaylı olarak incelemek ve bu hataların etkilerini görebilmek için FMEA tekniği kullanılmıştır. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi FMEA analizi yardımıyla olası zarar meydana getirecek durumlar önceden

sezilerek önlemler geliştirilir ve böylece olası zararların artış olasılığı giderilir. RÖS katsayısının en büyük değerinden başlanarak önlemlerin alınmasına başlanır, çünkü en büyük zararlar RÖS'nin en büyük değerlerine isabet etmektedir.

Tablo 4.9. FMEA tablosu

SÜREÇ	HATA TÜRLERİ	HATA ETKİLERİ	S	NEDENLER	P	KONTROL	D	RÖS
Ders seçimi	Öğrenci bilgi alt yapısının yetersizliği	Öğrencinin yanlış ders seçimi yapması	4	Öğrencinin yapılan açıklamaları ve ilgili modüllü yeterince araştırmaması	5	Yapılan ders seçimi sayısı kontrolü	4	180
	Öğrenci seçmesi gereken dersleri (FF,DZ,GR) seçmiyor	Öğrenciye ulaşmak, hatayı açıklamak, düzelmesini istemek ve sonucunu kontrol etmek gerekiyor (zaman ve para israfı)	9	Öğrencinin ders seçimi yaparken bilinçsiz davranması	10	Yapılan zorunlu ders seçimi sayısı kontrolü	8	720
	Öğrenci yanlış sayıda seçmeli ders seçiyor	Öğrenciye ulaşmak, hatayı açıklamak, düzelmesini istemek ve sonucunu kontrol etmek gerekiyor (zaman ve para israfı)	9	Öğrencinin yapılan açıklamaları ve ilgili modüllü yeterince araştırmaması	9	Yapılan seçmeli ders seçimi sayısı kontrolü	7	547
	Öğrenci zamanında ders seçimi yapmıyor	Kayıt işlem zamanının uzamasına, idari işlerin tekrar yapılmasına neden oluyor (öğrenci işleri)	5	Maddi imkansızlıklar, vefat, sağlık sorunları, ev, iş değişikliği... gibi kişisel mazeretler	4	Yapılan ders seçimi sayısı kontrolü	1	30
	Öğrencinin bilgisayar kullanım becerisinin düşük olması	Öğrencinin hatalı ders seçimi yapması	8	Öğrencilerin bilgisayar sistemlerine uzak bir eğitim alması	2	Hatalı ders seçimi yapıp yapılmadığının kontrolü	7	112

	Veritabanı sunucusunun aşırı derecede yüklenmesinden ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	Hizmet aksar ve müşteri memnuniyetsizliği oluşur	7	Bazı önemli haftalarda tüm öğrencilerin aynı zamanda yüklenmesi	4	Veri tabanı sunucusunun kontrolü	3	84
	Sistemin uzun süre açık kalmasından ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	Hizmet aksar ve müşteri memnuniyetsizliği oluşur	4	Sistem bakımının düzenli takip edilmemesi	3	Veri tabanı sunucusunun kontrolü	2	34
	Sıcaklık, şebeke dalgalanmaları, tozdan ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	Hizmet aksayabilir	10	Sistem bakımının düzenli olmaması	1	Veri tabanı sunucusunun düzenli bakımı	1	10
	Bağlı olduğumuz okulun alan adı sunucusundaki aksaklıklar	Öğrenci açısından zaman kaybına yol açabilir, dolayısıyla müşteri memnuniyetsizliği oluşabilir	4	Çeşitli internet bağlantısı sorunları	5	İnternet servis sağlayıcısı (Internet Service Provider) ile görüşme	1	30
	Yapılandırma Hataları	Karakter görünüm problemleri, performans problemleri gibi çeşitli sorunlar oluşabilir	4	Genel sunucu yapılandırma hataları	2	Yapılandırma denetimi	5	40
	Güvenlik Sorunları	Veri kaybı olabilir, kişisel bilgilerin çalınmasına neden olabilir, verilen hizmetlerin istismarına neden olabilir	9	Sistem sorulusunun güncelleme işlemlerini düzenli yapmaması	3	Veritabanı güncellemelerin in düzenli kontrolü	2	54
	Kodlamadaki fark edilmeyen hatalardan dolayı meydana gelebilecek güvenlik sorunları	Sitem açığı meydana gelebilir ve veritabanındaki bilgiler kaybedilebilir, çalınabilir	9	Sistem sorumlusunun kodlama yaparken hata yapması	3	Sürekli kararlılık testleri yapılması	4	142



	Tablo optimizasyon problemi (Öğrenci verilerinin kaydedildiği veri tabanı kümelerindeki ufak arızalar)	Sistem sorumlusuna fazladan bir iş yükü getirir	2	Veritabanı trafiğinin çok olması	7	Veritabanına ve tablolarına Analiz işlemi yaptırılır	10	140
--	--	---	---	----------------------------------	---	--	----	-----

FMEA tablosundan hata türlerini ve bu hata türlerine ait RÖS değerlerini alalım:

Tablo 4.10. Hata türlerine ait RÖS değerleri

HATA TÜRÜ	RÖS DEĞERİ
Öğrenci bilgi alt yapısının yetersizliği	180
Öğrenci seçmesi gereken dersleri (FF,DZ,GR) seçmiyor	720
Öğrenci yanlış sayıda seçmeli ders seçiyor	567
Öğrenci zamanında ders seçimi yapmıyor	30
Öğrencinin bilgisayar kullanım becerisinin düşük olması	112
Veritabanı sunucusunun aşırı derecede yüklenmesinden ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	84
Sistemin uzun süre açık kalmasından ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	36
Sıcaklık, şebeke dalgalanmaları, tozdan ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	10
Bağlı olduğumuz okulun alan adı sunucusundaki aksaklıklar	30
Yapılandırma hataları	40
Güvenlik sorunları	54
Kodlamadaki fark edilmeyen hatalardan dolayı meydana gelebilecek güvenlik sorunları	162
Tablo optimizasyon problemi (Öğrenci verilerinin kaydedildiği veri tabanı kümelerindeki ufak arızalar)	140

Tablo 4.11. Önceliklendirilmiş hata türleri ve RÖS değerleri

SIRALI HATA TÜRÜ	SIRALI RÖS DEĞERİ
Öğrenci seçmesi gereken dersleri (FF,DZ,GR) seçmiyor	720
Öğrenci yanlış sayıda seçmeli ders seçiyor	547
Öğrenci bilgi alt yapısının yetersizliği	180
Kodlamadaki fark edilmeyen hatalardan dolayı meydana gelebilecek güvenlik sorunları	142
Tablo optimizasyon problemleri (Öğrenci verilerinin kaydedildiği veri tabanı kümelemindeki ufak anızalar)	140
Öğrencinin bilgisayar kullanım becerisinin düşük olması	112
Veri tabanı sunucusunun aşırı derecede yüklenmesinden ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	84
Güvenlik sorunları	54
Yapılandırma hataları	40
Sistemin uzun süre açık kalmasından ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	34
Bağlı olduğumuz okuluın alan adı sunucusundaki aksaklıklar	30
Öğrenci zamanında ders seçimi yapmıyor	30
Sıcaklık, şebeke dalgalanmaları, tozdan ötürü sunucunun bir süre hizmet verememesi	10

RÖS değerlerini incelediğimizde hata türlerinin öncelikle öğrenci kaynaklı olduğunu görüyoruz. Buradan hareketle sistem üzerinde yapılacak iyileştirme öğrenci kaynaklı yapılan hataları azaltacak yönde olmalıdır.

#### 4.4. İyileştirme Aşaması

Analiz aşamasından elde edilen sonuçlara göre, iyileşme yapılacak konu öğrencilerin inisiyatifine bırakılan kısım ile ilgilidir. Hatalı ders seçimine neden olan hata türlerini incelediğimizde, öncelikle şu hata türleri neden olmuştur.

- Öğrenci seçmesi gereken dersleri (FF,DZ,GR) seçmiyor
- Öğrenci yanlış sayıda seçmeli ders seçiyor
- Öğrenci bilgi alt yapısının yetersizliği

Mevcut istemdeki işleyişe göre öğrenciler, ders seçimi modülüne giriş yaparak önlerine çıkan penceredeki derslerin yanına işaret koyarak bir sonraki dönemin derslerini seçmektedirler. Öğrencilerin ders seçimi yaptıkları esnada, bire bir iletişimde bulunamayacağı gerçeğinden hareketle, yapılacak olan iyileştirme öğrencilerin yaptıkları bu hatalara izin vermeyecek şekilde olması gerektiği ile karşılaşılmıştır. İyileştirme takımı yapılacak olan iyileştirmenin mevcut ders seçimi sistemi aşamalarını yeniden düzenlemek ve ilgili modülü yeniden yapılandırmak ile ilgili olduğuna karar vermiştir.

Öğrenciler, öğrenim giderlerini bankaya yatırdıktan sonra, ders seçimi modülüne girerek bir sonraki dönemin derslerini seçerler. Bununla ilgili olarak koşullar şu şekildedir:

Birinci sınıf öğrencilerinin, intibak dönemlerinde oldukları için ilk yarıya ait dersleri otomatik olarak seçilir. Herhangi bir ders seçimi yapmalarına gerek yoktur. Yine birinci sınıf öğrencilerinin, ikinci yarıyıldan ders seçimi yapmaları için hiçbir şart aranmamaktadır yani öğrencinin birinci yarıyıl ortalaması 1.40 barajından düşük olsa bile ikinci yarıyla ait tüm dersleri seçebilir. Dolayısıyla birinci sınıf öğrencileri için ders seçimi işleminde genellikle sorun yaşanmamaktadır.

Şayet, öğrencinin ikinci yarıyıl sonundaki genel ortalaması  $\geq 1.40$  ise öğrenci üçüncü yarıyıldan ders alabilir. Fakat  $\leq 1.40$  ise öğrenci 3. yarıyıldan ders alamaz. Bu durumda 2 yarıyıl önceki (1. yarıyıl) dönem ortalamasının  $\geq 1.40$  olup olmadığına bakılır. Şayet 1.yarıyıl ortalaması  $\geq 1.40$  ise 3. yarıyıldan ve uygun göreceği 1.yarıyıl derslerini alabilir. Şayet 1. yarıyıl ortalaması  $< 1.40$  ise; 1. yarıyıla ait FF, GR ve DZ derslerine ve istediği takdirde başarılı diğer derslerine dönem başında kayıt olarak ortalamasını yükseltmeye çalışır. FF, DR ve DZ notlu dersler mutlaka tekrar alınıp başarılımalıdır. Öğrenci 2. yarıyıl sonunda başarısını değerlendirir ve uygun gördüğü takdirde yaz okulunda açılan derslere kayıt olup, ortalamasını iyileştirebilir. Alt yarıyıldardan alınabilecek ders saati sayısı, kayıt yaptırılan üst yarıyıl ders saatinin 1/3'ünden çok olamaz (küsuratlar her zaman yukarı tamamlanır).

Öğrencilerin not ortalamalarını yükseltebilmeleri ve bir üst dönemden ders alabilmeleri için mutlaka FF, GR, DZ derslerini alt dönemden almak zorundadır. Ancak en çok problem bu noktada çıkmaktadır. Öğrenciler, her dönem sadece o döneme ait dersleri seçtikleri ve bu dersleri seçmedikleri için, birçok noktada tekrarlar yapılmak zorunda kalınmaktadır.

Bir başka sorun, bazı öğrenciler o döneme ait 4 adet seçmeli dersten 2 adet seçmeleri gerektiği halde, bazı öğrenciler kredilerini tamamlamak amacıyla daha fazla sayıda veya fazla ders yükü getirmemesi bakımından daha az sayıda ders seçimi yapmaktadırlar.

Yine bir başka sorun, bazı öğrencilerin bilgi alt yapısının yetersiz olmasıdır. Çünkü öğrenciler bu konu ile ilgili duyuruları incelemeyen veya sormadan ders seçimlerini dikkatsizce yapmaktadırlar veya gerekli aşamaları tamamlamadan ders seçim bilgilerini veritabanına göndermektedirler.

Ortaya şu sonuç çıkmaktadır, ders seçimi süreci aşamalarında öğrencilerin yukarıda anlatılan hatalarını gidermek için,

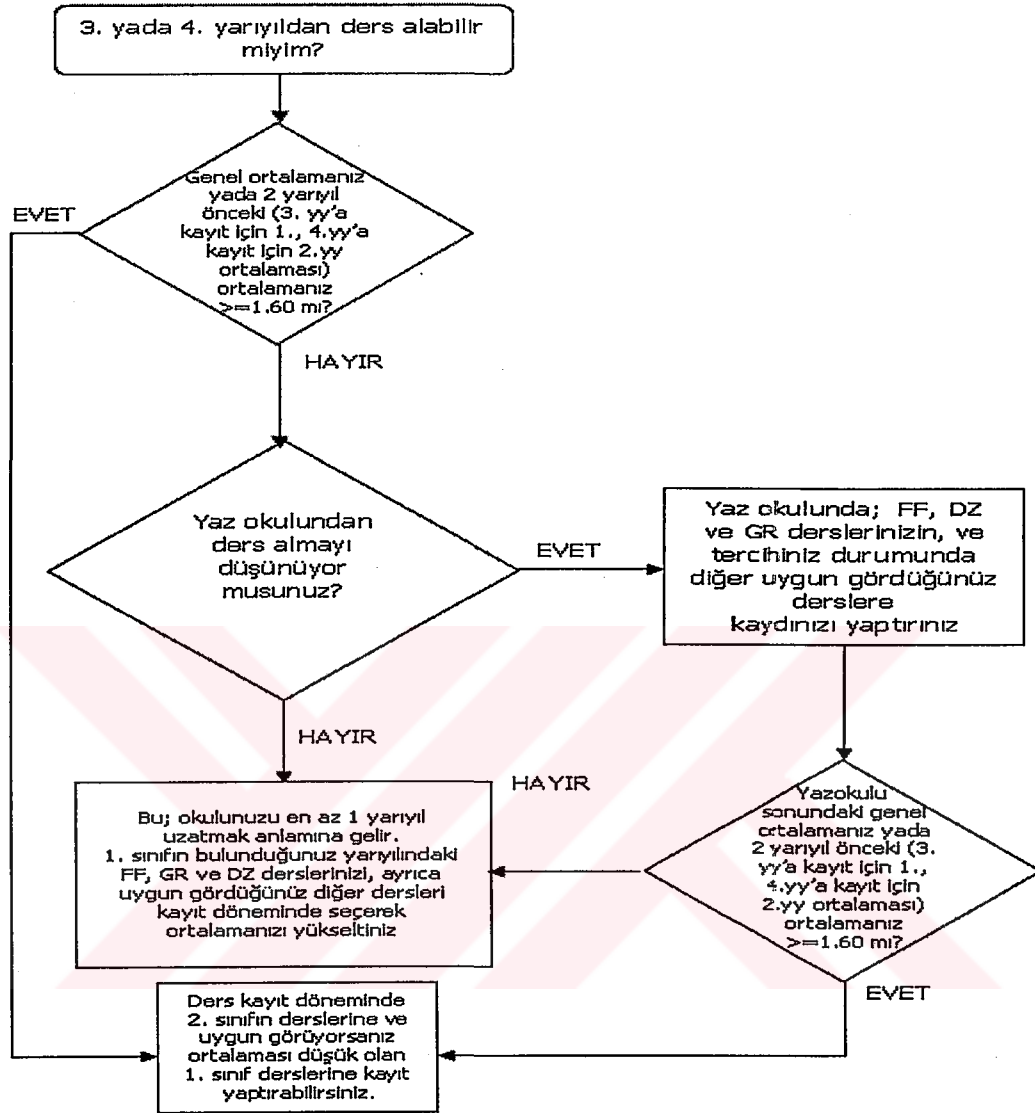
1. Onların yapmaları gereken bazı ders seçimlerini sistem otomatik olarak yapmalıdır. Şöyle ki, eğer bir öğrencinin 2 alt dönemine ait FF, DZ, GR olan dersleri varsa onların seçimine bırakmadan sistem otomatik olarak bu seçimi onların adına yapmalıdır. Yani karşılına ders seçimi sayfası geldiği zaman daha önceden FF, DZ, GR olan dersler seçilmiş ve değiştirilemez özellikte olmalıdır.
2. İçinde bulunulan döneme ait seçmeli dersler her programın seçmesi gerektiği kadar ders seçimi yapabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Örneğin, endüstriyel elektronik programında 4.yarıyıla ait 4 tane seçmeli ders tercihlerine sunulur ve 2 tanesini seçmeleri gerekir. Yani tasarlanan sisteme göre, modül 4 dersten 2 adet dersti seçmeleri durumunda işlemi tamamlamalarına izin vermelidir. Şayet, 1 tane veya 3 tane ders seçimi

yapmaları halinde sistem hata vermeli ve “2 adet seçmeli ders seçimi yapmalısınız” şeklinde bir uyarı mesajı çıkmalıdır.

3. Bazı öğrencilerin bilgi altyapısı, duyurulara ve sürekli forumda destek verilmesine rağmen yeterli düzeyde değildir ve bunun sonucunda eksik işlem yapmaktadırlar. Not ortalamalarını yükseltebilmelerine ve gerektiği takdirde yaz okulundan ders alabilmelerine yardımcı olmak için ders seçimi sayfası karşlarına gelmeden önce, nasıl ders seçimi yapmaları gerektiğini anlatan akış şeması karşlarına gelmelidir.

Güz yarıyılına sona ermesi ile birlikte iyileştirme takımı, bir sonraki dönemde (bahar dönemi) daha az hata ile ders seçimi işleminin yapılabilmesi için bu değişikliklere uygun olarak ilgili modül yeniden tasarlanıp bahar yarı yılında hazır hale getirilmesi için gerekli çalışmalara başlamıştır.

15 günlük sömestr döneminde yani ders seçimi modülü yukarıda anlatılan koşullarla uyumlu olarak yeniden yapılandırılmış ve deneme testlerinden geçirilmiştir. Her bir programın bahar yarıyılına ait seçimli ders alternatifleri hazırlanmış ancak öğrencilerin seçimine sınırlı sayıda seçim yapmalarına izin verecek şekilde programlandırılmıştır. Yine şayet bir öğrencinin iki alt dönemdeki derslerinden herhangi biri FF, DZ veya GR ise sistem otomatik olarak seçecek şekilde programlandırılmıştır. Aynı zamanda ders seçimi yapmadan önce karşlarına nasıl yapmaları gerektiğini anlatan akış şeması çıkartılarak ve öğrencilerin hata yapması engellenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Ders Seçimi Akış Şeması

Bahar yarıyılı kayıt dönemi başlamasıyla birlikte yeni tasarlanan modül öğrencilerin erişimine açılmıştır. 07-11 Şubat 2005 tarihleri arasında Adapazarı Meslek Yüksekokuluna kayıtlı toplam 1503 öğrenci bu hafta boyunca ders seçimlerini yapmıştır. Güz yarıyılında kayıt yaptıran öğrenci sayısı 1745 idi. Aradaki 242 kişinin 249u okulunu uzatmış, beş programdan ara dönemde mezun olan öğrenci sayısıdır. 13 öğrenci de birinci yarıyıldan sonra çoğunlukla maddi problemlerden dolayı kaydını sildirmiştir.

#### 4.5. Kontrol Aşaması

Bahar yarıyılı kayıt yenileme haftasının sona ermesiyle ders seçimi sürecine ait prosesin sigma değeri ölçümü alınmış ve aşağıdaki sonuç ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.12. Bahar yarıyılı için hata tablosu

Eğitim dönemi	Yarıyılı	Veritabanındaki Hatalı ders seçimi sayısı	Toplam ders seçimi yapan öğrenci sayısı
2004-2005	BAHAR	39	1503

Toplam hata sayısı (number of total defect ): 39

Toplam fırsatların sayısı (number of total opportunities): 1503

Ölçme aşamasında olduğu gibi yine normal dağılımın tersini kullanarak prosesimizin sigma değerini hesaplayabiliriz. Yeni dönem için ders seçimi ile ilgili veritabanındaki hatalı ders seçimi yapan öğrenci sayısı 39, toplam ders seçimi yapan öğrenci sayısı 1503' tür. Aynı şekilde kusurlu oranı 39/1503 olduğundan yola çıkarak, yeni sigma değerimiz

Prosesin Sigma Değeri=NORMSTERS(1-39/1503)+1,5

Prosesin Sigma Değeri=3,44 olur.

Hatalı oranı (p)= 39/1503=0,025 0,00402

Kusursuz oranı (q)=1-(p)=0,975

İyileşme sonucunda oluşan durumun hatalı oranının standart sapması  $\sigma_{p2}$ ;

$$\sigma_{p_2} = \sqrt{\frac{(0,025) \cdot (0,975)}{1503}} = 0,00402 \quad (4.2)$$

Yapılan iyileşme sonucunda hatalı oranının standart sapmasında, ilk duruma göre % 43'lük bir azalma görülmüştür.

Yeni tasarlanan sistemin işleyişinde herhangi bir hata ile karşılaşılmamıştır. Prosesin sigma değerinde gözlenen artış bize yapılan işlemin daha az hatayla karşılaşıldığını doğrulamaktadır. Buna paralel olarak Adapazarı Meslek Yüksekokulu forumuna bildirilen sorun/şikâyet sayısı belirgin olarak azalmış ve müşteri memnuniyetinde artış gözlenmiştir.

Bu iyileştirmeler hem öğrenci hem de çalışan memnuniyetini sağlamaktadır ve memnuniyetin yansımaları gerek final döneminde öğrencilerle yapılan görüşmelerde, gerek eğitim dönemi boyunca öğrenci ile olan iletişimlerde (mail, telefon gibi) gerekse forum ortamında ortaya çıkmaktadır.

Deneyimler göstermiştir ki, Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nun tanıtım ve reklâmını en iyi öğrenciler yapmaktadır çünkü Türkiye'nin her ilinden öğrencinin kendi buldukları ortamda aldıkları eğitim sisteminden memnuniyetlerini anlatması, yapılan reklâm, tanıtım gibi araçlardan çok daha fazla etkili ve daha geniş çapta olmaktadır. Çünkü bahsedilen eğitimi alan kişinin fikirlerini aktarması inandırıcılığı artırmaktadır. Toplam kalite yönetiminde de olduğu gibi, Altı Sigma ile varılmak istenen temel hedef; müşteri isteklerini koşulsuz ve kısıtsız olarak sağlayarak müşteri mutluluğunu ve pazar payını olabildiğince yükseltmektir. (bkz. Bölüm 3.3.1) Müşteri memnuniyetini sağladığımız oranda, bu eğitimi alan öğrenciler olumlu yönde reklâmı yapacak ve diğer öğrencilerin Adapazarı Meslek Yüksekokulunu tercih etmeleri yönünde olumlu bir etkisi olacaktır. Keza yukarıda yapılan iyileştirmelerin sonuçları alınmış, 2004 yılında Adapazarı Meslek Yüksekokulunu tercih eden öğrenci sayısı yaklaşık %300 artış göstermiştir.



Tablo 4.13. Yıllara göre alınan öğrenci sayısı

YILLARA GÖRE ALINAN ÖĞRENCİ SAYILARI						
	Bilg. Tekn. ve Prog.	Bilgi Yönetimi	İşletme	Mekatronik	Endüstriyel Elektronik	TOPLAM
2003	54	21	74	74	87	310
2004	244	141	234	213	323	1175

Dolayısıyla amacımız hem kaliteli bir eğitim hizmeti vermek, eğitim süreçlerindeki hataları azaltmak bunların sonucunda da müşteri memnuniyetini sağlayarak tercih edilme oranımızı (Pazar payını) artırmak olmalıdır. Tüm bunların başarıldığı takdirde, tercih edildikçe işletmenin geliri otomatik olarak artmaktadır. Tüm işletmelerin olduğu gibi Adapazarı Meslek Yüksekokulu'nun da stratejik amaçlarından birisi de budur.

## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Özellikle iş süreçlerindeki sonuçlara ve karlılığa olan etkisi ile iyileştirme faaliyetlerinin sıçramalı biçimde yapılmasını sağlayan Altı Sigma, bugün dünyada ve Türkiye’de birçok kurumun ciddi karlar elde etmesini sağlamıştır. Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, organizasyon içerisinde gerçekleştirilen Altı Sigma uygulamaları ile birlikte, işletmelerin ürün ve hizmet maliyetinde düşüşler, kalite seviyesinde ve müşteri tatmininde artışlar ve kayıplar açısından da azalmanın olduğu görülmüştür. İşletmeler bunu önce kaliteyi artırma yolu ile daha sonra bunun doğal bir sonucu olan maliyetlerdeki düşüş yolu ile sağladılar. Zira işletmelerin daha az hata yapmaları neticesinde, müşteri memnuniyetinde artış ve maliyetlerde düşüş olacaktır.

Günümüzde Altı Sigma, istatistiksel veya istatistiksel olmayan araç ve tekniklerin etkin kullanımı aracılığı ile hizmet performansında ve operasyonel faaliyetlerde mükemmelliğe ulaşmak için stratejik bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Teknik anlamda ise, Altı Sigma milyonda 3.4 adet kusurlu üretim anlamına gelir.

Altı Sigma ile müşteri memnuniyeti ve işletme stratejik amaçları entegre edilebilmektedir. Bu sayede Altı Sigma projesi ile birlikte diğer TKY faaliyetlerinin getirisi kısa vadede işgücünün etkin kullanılması ile görülmektedir. Uzun vadede ise tercih edilme oranında artış görülmesi ve dolayısıyla işletme gelirlerinin artması beklenmektedir.

Altı sigma yönteminin Motorola şirketinde doğması ve 1995 yılında General Electric’in metodolojiyi stratejik bir araç olarak kullanmaya başlaması, sonrasında da diğer imalat şirketlerinde kullanımının yaygınlaşması bu yöntemin hizmet sektöründe imalat sektörüne nazaran daha az uygulama alanı bulmasına sebep olan etkenlerden biridir. Bir diğeri, bu yöntemin diğer TKY araçlarından farkının, istatistik temelli olması, verilerin ve veri analizinin önemli olmasıdır. Çünkü hizmet endüstrilerinde verilerin kalitesi ve doğruluğu büyük bir problem olarak karşımıza

çıkmaktadır. Gerçek durumu normal ve doğru bir şekilde göstermeyen bu veriler veri aktarma/değerlendirme tekniklerinin kullanımının etkinliğini azaltabilir.

Hizmet sektöründe Altı Sigma'nın odak noktasını, imalat süreçlerindeki gibi hataları saymak ve üzerinde uğraşmak değil, hata ile sonuçlanabilecek fırsatların sayısı oluşturur.

Ayrıca, hizmet süreçleri, imalat süreçlerine kıyasla çok daha fazla işin yapılmasına engel bozucu etkenlerden veya kontrol edilemeyen faktörlerden etkilenebilir. Samimiyet, yardım etme isteği, doğruluk gibi insanın davranışsal karakteristikleri, müşterilere verilen hizmetin kalitesini belirleyen hizmet süreçlerinin üzerinde çok fazla etkilidir.

Bununla birlikte Altı Sigma, işletmelerin rekabet üstünlüğü kazanmalarında içerdiği stratejiler ve çağdaş yönetim anlayışı ile rehberlik yapan işletme ve yönetim stratejisi olması ve daha çok değil daha akıllı çalışma felsefesi olarak da tanımlanması, bu yöntemin hizmet süreçlerinde de uygulanabileceğini bize göstermektedir.

Bu çalışmada Adapazarı Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin şikâyetlerini azaltacak iyileştirmeler yapmak, memnuniyeti artırmak, uzun vadede bu ve bunun gibi müşteri odaklı çalışmaların sonucu olarak da öğrenci sayısının artmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Yapılan iyileştirmeleri ve verilen hizmetin kalite düzeyini sayısal olarak ifade edebilmek için Altı Sigma yöntemi uygulanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda bu proje ile 2004–2005 eğitim-öğretim dönemi güz yarıyılı boyunca yaşanan süreçler incelenerek, müşteri memnuniyetini artırmaya yönelik ve aynı zamanda daha az iş gücü kullanarak sistem iyileştirmesine gidilmiştir. Öncelikle tüm süreçler analiz edilerek, sorumluları ve süreleri atanmıştır. Böylece her bir sürecin ve sorumlularının denetimi kolaylaşmıştır. Altı Sigma projenin başarılı olmasında önemli bir faktör olan proje seçiminde, müşterilerin sesi, stratejik işletme amaçlarının sesi ve sürecin sesi (ihtiyaçları) göz önünde bulundurulmuştur. Altı Sigma metodolojisinin uygulanacağı projenin seçiminde pareto analizi kullanılmıştır. Pareto analizi sonucunda öğrencilerin en fazla sıkıntı çektikleri ve dolayısıyla hata yaptıkları konunun ders seçimi ile ilgili olduğu görülmüş ve iyileştirmenin bu konuda

hataları azaltacak yönde olması gerektiği anlaşılmıştır. Neden sonuç diyagramı kullanılarak ders seçimi sürecinde hata oluşmasına neden olabilecek tüm faktörler incelenmiş ve her bir hata türü FMEA tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Ortaya çıkan sonuç, hataların büyük oranda öğrenci merkezli olduğu yönündedir. Buradan hareketle iyileştirme aşamasında yeniden yapılandırılacak olan sistemin (ders seçimi modülünün) öğrencilerin bu hataları yapmasına izin vermeyecek şekilde tasarlanmasına karar verilmiştir.

Bu çalışma, asıl hedef olan  $6\sigma$  kalite düzeyine ulaşmak için geliştirilebilir bir başlangıç çalışmasıdır. Ele alınan konu ile ilgili hata oranının standart sapmasında %63 lük bir azalma görülmüştür. Bir başka deyişle,  $2,89\sigma$  kalite düzeyinde çalışan bir proses  $3,44\sigma$  kalite düzeyine çıkarılmıştır.

Bu ve bunun gibi diğer müşteri odaklı projelerin sonuçları, önümüzdeki yıllarda tercih edilme sıralamasında artış olması ile beklenmektedir. Tercih edilmede artışın olması, beraberinde Adapazarı Meslek Yüksekokulu ve Sakarya Üniversitesi'nin gelirinde artış getirecektir.

Bu çalışmada ile aynı zamanda Altı Sigma'nın eğitim hizmeti veren bir kurumda başarı ile uygulanabildiği gösterilmeye çalışılmıştır. Altı Sigma sonu olmayan bir sürekli iyileştirme sürecidir. Dolayısıyla değişen stratejik işletme amaçları ve müşterilerin beklentileri sürekli olarak incelenmeye devam edilmeli ve Altı Sigma projeleri geliştirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] KASA H., "Altı Sigma Gerçeği" Bildirisi, Altı Sigma Deneyim Paylaşımı Sempozyumu, Boğaziçi Üniversitesi
- [2] POLAT A., 2003, Tasarım sürecinde Altı Sigma ve Altı sigma Metodunun Toplam Kalite ve Tasarım Süreçlerindeki Yeri, 2003, Kalite Derneği, İstanbul
- [3] PANDE P., NEUMAN R.P., CAVANAGH R.R., 2002, Six Sigma Yolu : GE, Motorola ve Zirvedeki Diğer Firmaların Performansını Yükseltme Yöntemler, Çeviren : Nazif güder, Dharma Yayınları
- [4] ARGÜDEN Y., 2002Altı sigma ve Toplam Kalite Yönetimi, İş, Güç Bakış : İş Yaşamı Dergisi, Sayı : 6, Aralık
- [5] HOERL R.W., 2001, Six Sigma Black Belts : What Do They Need to Know?, Journal of Quality Technology, Volume : 33, Number : 4, PP : 391- 406
- [6] PYZDEK T., 2003, The Six Sigma Handbook : A Complete Guide for Green Belts, Black Belt, and, Managers at All Levels, McGraw-Hill, New York
- [7] GOH T.N., XIE M, (2004), "Improving on the six sigma paradigm", The TQM Magazine Volume: 16 Number:4 pp:235-240
- [8] YAMAK O., 1998, Kalite Odaklı Yönetim, Panel Matbaacılık, İstanbul
- [9] İLZE T., 2002, Altı Sigma Sistemi' nde Hedef ; Mükemmellik, İş Fikirleri, Dünya Yayıncılık, Temmuz-Eylül, İstanbul
- [10] Altı sigma mükemmellik Modeli (Nedir)?, 2003, S.P.A.C. Altı sigma Danışmanlık, Ankara
- [11] HENDERSON K.M., EVANS J.R., 2000, Successful Implementation of Six Sigma : Benchmarking General Electric Company, Benchmarking : An International Journal, Volume : 7, Number : 4, PP : 260-281
- [12] BAŞ T., 2003, Kalite Ofisi Yayınları, Yayın No :5
- [14] DÜLGER Elif, "Altı Sigma ve Taguchi Yöntemi", Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Endüstri Müh. Bölümü, 2003

- [15] DALE B.G., WILLIAMS R.T., WIELE T.V.D., 2000, Marginalisation of Quality: is there a case to answer ?, The TQM Magazine, Volume : 12, Number : 4, PP : 266-274
- [16] <http://www.isixsigma.com/library/content/c030407a.asp>
- [17] ANTONY J., BHAIJI M., 2002, Key Ingredients for a successful six sigma Program, Warwick Manufacturing Group, School of Engineering University of Warwick, UK
- [18] GEORGE M.L., 2002, Lean Six Sigma : Combining Six Sigma Quality with Lean Speed, McGraw-Hill, Newyork
- [19] FUQUA N.B., Six Sigma Programs, 1999, Start : Selected Topics in Assurance Related Technologies, Volume : 6, Number : 5
- [20] INGLE S., ROE W., 2001, Six Sigma Black Belt Implamentation, The TQM Magazine, Volume : 13, Number : 4, PP: 273-280
- [21] YAZICI S., 2000, Mükemmellikte Yeni Arayışlar : EFQM Mükemmellik Modeli ve Örgütsel Öğrenme, Kalder Yayınları, Önce Kalite Dergisi, Sayı : 39, Yıl : 7,Eylül – Ekim
- [22] ANTONY J.,(2004), "Some Pros And Cons Of Six Sigma: An academic Perspective", The TQM Magazine Volume:16 Number:4 pp:303-306
- [23] [http://www.geocities.com/alti\\_sigma.htm](http://www.geocities.com/alti_sigma.htm)
- [24] ÖZTEMEL E., 2001, Belediyelerde Toplam Kalite Yönetimi, Değişim Yayınları, Adapazarı
- [25] KARAKÖSE M.A., "Altı Sigma Ve Türkiye Uygulaması" Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, 2004
- [26] ATAŞ B., "Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Endüstri Müh. Bölümü, 2001
- [28] ANTONY J., (2004), "Six Sigma in the UK service organizations: Results from a pilot survey", Managerial Auditing Journal Volume:19 Number:8 pp:1006-1013, UK
- [29] ÖZAYGEN A., "İnternete Dayalı Uzaktan Eğitim" Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 2000,Sayı: 388,Sayfa:100-103
- [30] BİNGÖL H., "Öğrenmenin "e-"leşmesi,Uzaktan Eğitim ve Türkiye "TBD Bilişim Kültür Dergisi, Eylül 2000, Sayı:75, Sayfa: 82-85
- [31] ÖZER Z., "İnternet Daha mı İyi Öğretiyor?" Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 1997, Sayı: 352,Sayfa: 8

- [32] SEYMEN Ö.F., "İnternet Destekli Öğretimde Sistem Analizi:SAÜİDÖ Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, İşletme ABD, 2004.
- [33] BİNGÖL H., ÇİÇEKÇİ B., "Bilişim Teknolojileri Işığında Eğitim" Bilişim'99, 13-15 Mayıs 99,ODTÜ say:22-27
- [34] ÖZDEN Y.,"Uzaktan Eğitim Taslak Raporu", Türkiye 2. Bilişim Şurası Eğitim Çalışma Grubu, 2004
- [35] GÜRSAKAL N., OĞUZLAR A., "Altı Sigma" Kitabı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:205, s. 54-55, Bursa, 2003
- [36] ISLAM K A., "Developing E-Learning The Six Sigma Way"
- [37] BRUE G., "Six Sigma For Managers", Briefcase Boks, 2002
- [38] <http://www.tisk.org.tr/yayinlar.asp?sbj=ic&id=1426>



## EK A. FMEA FORMU

SÜREÇ	HATA TÜRLERİ	HATA ETKİLERİ	S NEDENLER	P KONTROL	D RÖS	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER/ EYLEMLER
Sürecin adı	İlgili süreçte oluşan hata türü (1)	1. Hata türünün etkileri	1. hata türünün oluşmasındaki nedenler	1. hata türünün meydana gelmemesi için yapılacak kontroller	1. hata türüne ait S,P,D değerlerinin çarpımı	
	İlgili süreçte oluşan hata türü (2)	2. Hata türünün etkileri				
	İlgili süreçte oluşan hata türü (3)	3. Hata türünün etkileri				
	....					



## ÖZGEÇMİŞ

22 Ekim 1980 tarihinde Adapazarı'nda Şerife – Naci DÜLGER çiftinin ilk çocukları olarak dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Adapazarı'nda tamamladıktan sonra 1999 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2003 yılında mezun oldu. Mezuniyetinden hemen sonra Eylül 2003'te Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği anabilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Öğretim Görevlisi alım sınavlarında başarılı olarak 6 Ağustos 2004 tarihinde Adapazarı Meslek Yüksek Okulu'nda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı, daha sonra da Bilgi Yönetimi Bölümü Program Başkanlığı'na getirildi.

23 Ağustos 2003 tarihinde hayatını Elif DÜLGER iken Cenk YAVUZ ile birleştiren Elif YAVUZ, halen Adapazarı Meslek Yüksek Okulu Bilgi Yönetimi Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışma hayatına devam etmektedir.