

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HİZMET İŞLETMELERİNDE ALTI SİGMA VE
OTELCİLİK SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**

Aydok MORALIOĞLU

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Avunduk

2010

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**HİZMET İŞLETMELERİNDE ALTI SİGMA VE OTELCİLİK SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

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

AYDOK MORALIOĞLU

İmza

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Aydok MORALIOĞLU
Anabilim Dalı : Toplam Kalite Yönetimi
Programı : Toplam Kalite Yönetimi
Tez Konusu : Hizmet İşletmelerinde Altı Sigma Ve Otelcilik
Sektöründe Uygulaması
Sınav Tarihi ve Saati :/...../ 2009:.....

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliği'nin 18. maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

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

BAŞARILI OLDUĞUNA	<input type="radio"/>	OY BİRLİĞİ	<input type="radio"/>
DÜZELTİLMESİNE	<input type="radio"/>	OY ÇOKLUĞU	<input type="radio"/>
REDDİNE	<input type="radio"/>		

ile karar verilmiştir.

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

- * Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fulbright vb.) aday olabilir.	<input type="radio"/>	Evet
Tez mevcut hali ile basılabilir.	<input type="radio"/>	
Tez gözden geçirildikten sonra basılabilir.	<input type="radio"/>	
Tezin basımı gerekliliği yoktur.	<input type="radio"/>	

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

.....	<input type="checkbox"/>	Başarılı	<input type="checkbox"/>	Düzeltilme	<input type="checkbox"/>	Red
.....	<input type="checkbox"/>	Başarılı	<input type="checkbox"/>	Düzeltilme	<input type="checkbox"/>	Red
.....	<input type="checkbox"/>	Başarılı	<input type="checkbox"/>	Düzeltilme	<input type="checkbox"/>	Red

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Hizmet İşletmelerinde Altı Sigma Ve Otelcilik Sektöründe Uygulaması

Aydok MORALIOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Toplam Kalite Yönetimi Anabilim Dalı

Toplam Kalite Yönetimi Programı

Günümüz işletmelerinin çalışma koşulları geçmiş dönemlere oranla çok daha karmaşıktır. Bunun temel sebebi işletmenin karşısında her geçen gün daha nitelikli ürün arayan ve bilinç düzeyi yükselen bir tüketici kitlesi bulmasıdır.

Bu anlamda özellikle 1960'lardan sonra kalite ve kalite kontrolü kavramı işletme ve endüstri ilişkileri alanında kendine önemli bir yer bulmuştur.

Kalite araştırmalarının, kendi içinde bir bilim dalı haline gelmesinin ardından pek çok kalite çalışma tekniği ortaya çıkmıştır. Günümüzde bunun en yaygın kullanılanı altı sigmadır. Bu teknik sonuca (çıktıya) odaklanmak yerine tüm üretim süreçlerini ele alarak hangi üretim noktasında ürünün, amaçlanan spesifikasyonlara uymadığını belirleyerek anında sürece müdahale imkanı verir.

6 sigma, salt bir ürünün kalitesinin kontrol edilmesi değil, başlı başına bir yönetim stratejisidir. İşletmedeki yönetim biçiminde, çalışan ilişkilerinde ve üretim süreçlerinde kökten değişim yapılmasına zemin hazırlar. Ancak ne var ki geçmişten günümüze altı sigma hep üretim sektörünü ilgilendiren bir sistem olarak yanlış algılanmıştır. Oysa altı sigma hizmet sektöründe de sorunlara oldukça etkili çözümler sunmaktadır.

Yapmış olduğum bu tez altı sigmanın sadece üretim yapan işletmelerle ilgili bir sistem olmadığını göstermeye ve bu konudaki araştırma boşluğunu doldurmaya yöneliktir. Bu kapsamda tezde altı sigma özellikle hizmet sektörü ile ilişkilendirilerek anlatılmıştır. Tezin son bölümünde ise ülkemizin önde gelen otellerinden The Marmara otelinde uygulamaya yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Altı sigma, hizmet sektörü, Kalite.

ABSTRACT

Master Thesis

Six Sigma in Service Enterprises and its Application in Hotel Business

Aydok MORALIOĞLU

Dokuz Eylül University

Institute of Social Sciences

Department of Total Quality Management

Total Quality Management Program

Working conditions of today's enterprises are much more complicated than the previous years. The major reason of this is enterprises' facing with a consumer type who looks for more qualified product and who gets more conscious day by day.

In this sense, quality and quality control concepts has got an important place in business and industry relation areas especiall after 1960s.

After the quality researches became a science area, a number of quality studying techniques has emerged. Today, the most common of these techniques is six sigma. Instead of focusing the result (output), this technique handles all production processes and makes it possible to intervene the process immediately as it determines the production point in which the product is different from aimed specifications.

Six Sigma is not the control of a salt product but a kind of management strategy. It makes it possible to make changes in management style, worker relations and production processes in a business. However, for years, six sigma has been thought as a system for production sector. Nevertheless, six sigma comes up with solutions effectively in service sector.

This thesis that I prepared is to show that six sigma is not a system just for the proction businesses and to fill the research blanks in this area. In this sense, six sigma has been explained relating to service sector. In addition, an application which was made in The Marmara Hotel, one of the best hotels in our country, takes place in the last part of the thesis.

Key words: Six sigma, service sector, Quality

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	ii
YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE HİZMET SEKTÖRÜ

1.1 ALTI SİGMA NEDİR ?	4
1.2 ALTI SİGMA TANIMLARI VE FELSEFESİ	5
1.3 İSTATİSTİKSEL OLARAK ALTI SİGMA.....	5
1.4 ALTI SİGMA UYGULAYAN KURULUŞLARA BAKIŞ.....	8
1.4.1 Motorola	8
1.4.2 Allied & Signal	9
1.4.3 General Electrics'in Altı Sigma Uygulamaları.....	11
1.5 ALTI SİGMANIN SAĞLADIĞI YARARLAR	12
1.6 ALTI SİGMANIN İLKELERİ	13
1.6.1 Müşteri Odaklılık	13
1.6.2 Verilere Dayalı Yönetim.....	13
1.6.3 Süreç Odaklılık	14
1.6.4 Proaktif Yönetim	14

1.6.5 Sınırsız İş Birliği.....	15
1.6.6 Mükemmeliyetçilik, Başarısızlığa Tolerans	15
1.7. HİZMET SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMANIN ÖNEMİ.....	16
1.7.1.6 Sigmanın Hizmet Sektöründe Uygulanmasını Engelleyen Bazı Yalın Düşünceler	16
1.7.2 Hizmet İşletmelerinde Altı Sigma Uygulanmasının Yararları	18
1.7.3 Hizmet Sektöründe 6 Sigma Uygulamaları ve Sonuçlar	20
1.7.3.1 Citibank Group (Bankacılık).....	20
1.7.3.2 Copeland Companies	20
1.7.3.3 JP Morgan (Uluslararası Yatırım Bankası).....	20
1.7.3.4 Sağlık Sektörü	21
1.7.3.5 British Telecom Wholesale.....	21

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA ARAÇLARI

2.1 SÜREÇ ŞEMALARI VE ÖLÇÜLERİ.....	22
2.1.1 Süreç Akış Şeması	22
2.1.2 Süreç Akış Şemasının Yararları.....	22
2.1.3 Süreç Akış Şemasının Sonuçları.....	23
2.1.4 Süreç Akış Şemasının Adımları.....	23
2.2 SEBEP-SONUÇ MATRİSİ.....	23
2.2.1 Temel Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması	23
2.2.2 S-S Matrisinin Oluşturulmasının Adımları.....	24
2.3 GAGE R&R.....	24
2.3.1 Tekrarlanabilirlik (Repeatability)	25
2.3.2 Yeniden Üretilbilirlik (Reproducibility)	26
2.3.3 R&R Çalışma Türleri.....	26

2.3.4 R&R uygulamasının adımları	26
2.4 Yeterlilik Analizi	27
2.5 Çok Değişkenli Analizi	29
2.6 Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)	30
2.7 Deney Tasarımı(DOE).....	38
2.8 İstatistik Süreç Kontrolü/Kontrol Planları.....	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ALTI SİGMA YÖNTEMLERİNİN ARDINDAKİ KAVRAMLAR

3.1 Tanımlama Aşamaları	68
3.2 Ölçme aşamaları	71
3.3 Analiz adımları:	77
3.4 Sürecin İyileştirilmesi.....	78
3.5 Sürecin Kontrolü	79

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ALTI SİGMA TAKIMINDA ROLLER VE SORUMLULUKLAR

4.1 Üst Kalite Konseyi	82
4.2 Yönetim Temsilcisi	83
4.3 Kalite Şampiyonu	84
4.4 Uzman Kara Kuşak	84
4.5 Kara Kuşak	85
4.6 Yeşil Kuşak	92

BEŞİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMANIN BİR HİZMET İŞLETMESİNDE UYGULAMASI

5.1 HİZMET İŞLETMESİNİN PROFİLİ	95
5.2 Uygulamanın yapılma yöntemi	96
5.2.1 Tanımlama:	97

5.2.2 Ölçme aşaması:	98
5.2.2.1 Yetersiz personel için hata fırsatları:.....	100
5.2.2.2 Memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği:.....	100
5.2.2.3 Personel eğitim yetersizliği:	101
5.2.2.4 Otelde yapılan zamansız bakımlar:	102
5.2.3 Analiz aşaması	103
5.2.4 İyileştirme aşaması.....	104
5.2.4.1 Karar Verme Matrisinin Oluşturulması	104
5.2.4.2 İkinci İyileştirme Şok Anket Uygulaması Yapılması	108
5.2.5 Kontrol aşaması	109
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	111
KAYNAKÇA.....	113

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Süreç Değişkenlik Kaynakları

Şekil 2.2: FMEA Çizelgesi Örneği

Şekil 2.3: Taguchi Parametre Tasarımı Deneyi

Şekil 2.4: Üretim Sürecindeki Dağılımı Gösterir Çetele Tablosu

Şekil 2.5: Uygunsuz Malzeme Çetele Tablosu

Şekil 2.6: Pareto Diyagramı Örneği

Şekil 2.7: Sebep Sonuç Diyagramı Örneği

Şekil 2.8: Serpilme Diyagramı Örnekleri

Şekil 2.9: Histogram Örneği

Şekil 2.10: Normal Dağılım Eğrisi

Şekil 2.11: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 2.12: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 2.13: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 2.14: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 2.15: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 2.16: Proses Kontrol Çizelgesi

Şekil 3.1: Yüksek Düzey DMAIC Geliştirme Metodolojisi

Şekil 3.2: Yemek Hazırlama İçin Müşteri Gereksinimleri

Şekil 3.3: Süreç Haritası Sembolleri

Şekil 3.4: Yiyecek İletim Süreci Süreç Haritası

Şekil 3.5: Ölçüm Gerektiren Alanlar

Şekil 5.1: Housekeeping Balık Kılçığı Diyagramı

Şekil 5.2: Günlük Hata Sayısı Pareto Diyagramı

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Hata Sayıları Sigma Düzeyi

Tablo 1.2: Hata Sayıları Sigma Düzeyi

Tablo 1.3: Sigma Düzeyi ve Göreceli Satış Maliyetleri

Tablo 1.4: Hizmet Sektöründe Altı Sigmanın Faydaları

Tablo 2.1: Hataların Önlenmesinde Eski-Yeni Düşünce Farkları

Tablo 3.1: Kesikli Veri Toplama Formu

Tablo 5.1: DMAIC Modeli

Tablo 5.2: Housekeeping Departmanı Günlük Hata Sayısı

Tablo 5.3: Karar Verme Matrisi

Tablo 5.4: Çetele Tablosu

GİRİŞ

Son yıllarda globalleşmenin iyiden iyiye hayatımıza yerleşmesi, şirketler arasında rekabetin de giderek artmasına ve global bir boyuta taşınmasına yol açmaktadır. Günümüzde tüketiciler, üretilen mal ve hizmetlere, dünyanın neresinde olursa olsun kolayca erişebilmektedirler. Bu sebeple günümüz işletmeleri ayakta kalabilmek için global düşünmek zorundadırlar. Örneğin, Amerika'da filizlenen yeni bir yaklaşım kısa zamanda tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Şöyle ki; aynı kalitedeki ürün ya da hizmeti en ucuza mal eden firma, ürününü ya da hizmetini anında tüm dünyaya pazarlayabilmektedir.

80'li yıllarda Motorola'dan çıkıp tüm dünyayı saran 6 sigma yaklaşımı kaliteli ürün ya da hizmetin düşük maliyetle üretilmesi konusunda bizlere önemli bir sistematik yaklaşım sunmuştur. Başlangıçta uygulamaları üretim sektörü ile ilgili olan bu sistematik yaklaşım daha sonraları kendine hizmet sektöründe(finans ,sağlık, turizm, ulaştırma vb..) de yer bulmuştur. Ülkemizde ise henüz oldukça yeni olan 6 sigma yaklaşımı popülaritesini giderek arttırmaktadır. Ancak, bugüne kadar ülkemizdeki altı sigma uygulayıcıları genel olarak üretim işletmeleri ile sınırlı kalmıştır. Ne var ki, 6 sigmanın hizmet işletmeleri için de önemi büyüktür. Altı sigmanın hizmet işletmeleri açısından faydalarına bazı örnekler verebiliriz. Örneğin, sağlık sektöründe bu sistemin uygulanması direkt olarak insan yaşamını etkilediğinden bu sektörde hataların minimum seviyeye indirilmesi insan yaşamını tehdit edebilecek hataların oluşmadan engellenmesini sağlayacaktır ya da bir finans kuruluşunda yapılacak en ufak hatanın sebep olacağı ekonomik sorunların büyüklüğünü tahmin etmek zor değildir. Örnekleri çoğaltmak pek tabii mümkündür.

Yaptığım bu tez beş ana başlığın detaylı olarak anlatımından oluşmaktadır. Bu başlıkların içeriklerini kısaca şu şekilde açıklayabiliriz:

Çalışmanın birinci bölümünde önce altı sigmanın çeşitli kitaplarda yer alan tanımlarına, altı sigmanın felsefesine, istatistik ile olan bağına, ilkelerine, altı sigmayı uygulayan öncü kuruluşların bu metodolojiden sağladığı yararlarla, ve son olarak da altı sigmanın hizmet işletmelerinde ki önemine değinilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde altı sigma uygulamalarının yapılmasını sağlayan araçlar ortaya konmuştur.

Bu kapsamda:

- Süreç akış şemaları,
- Sebep sonuç matrisleri,
- Gage r&r,
- Yeterlilik analizleri,
- Çok değişkenli analizi,
- Hata türü etkileri analizi (FMEA),
- Deney tasarımı,
- İstatistik süreç kontrol planları gibi araçların tanımları ne işe yaradıkları ve ne şekilde uygulandıkları hakkında bilgiler verilmiştir.

Bu bölümün son kısmındaki istatistik süreç kontrol planları maddesinde ise,

- Veri toplama teknikleri,
- Veri analizi konularına yer verilmiştir.

Veri analizi konusu kapsamında çetele tabloları, sebep sonuç diyagramları, histogramlar, proses yeterlilik analizleri, proses kontrol çizelgeleri, pareto analizi, serpilme diyagramları, regresyon analizi gibi istatistiksel tabanlı veri analiz tekniklerine yer verilmiştir. Bu istatistiksel araçların ne işe yaradıkları, nasıl uygulandıkları konularına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde altı sigma metodolojisini temelini oluşturan DMAIC (TÖAİK) metodolojisi kapsamlı şekilde anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde altı sigma takımlarında yer alan kişilerin üstlendikleri roller ve sorumluluklara değinilmiştir.

Tezin son bölümünde ise 6 sigmanın Antalya The Marmara Oteli'nde yapılan kapsamlı uygulamasına yer verilmiş ve tez sonuçlar ve öneriler kısmıyla sonlandırılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE HİZMET SEKTÖRÜ

1.1 ALTI SİGMA NEDİR ?

Altı sigma 1980'lerin ortasında Motorola'da ortaya çıkan yüksek düzey istatistiksel araçlar kullanan kalite geliştirme tekniğidir. Sıklıkla operasyonel düzeyde şirketlerde maliyetlerin azaltılması, iş çevrim sürelerinin azaltılması ve süreçlerin iyileştirilmesine yardım etmek amacıyla kullanılır. Altı sigmanın değeri günümüzde iş yöneticileri tarafından iyice anlaşılmıştır. Son zamanlarda altı sigma ile ilgili birçok makale ve kitaplar yayımlanmaktadır.

Ancak, altı sigma hakkında daha az bilinen ise, altı sigmanın şirketlere iş stratejileri formüle etmede yüksek değerli liderlik yaklaşımı, felsefe ve metodoloji değişimine hizmet etmesidir.

Stratejik altı sigma kural ve uygulamaları, firmalara örnek olarak şu şekillerde yardım edebilir.

- Var olan ya da yeni iş stratejileri ve görevleri formüle etmede,
- Sürekli ve giderek karmaşıklaşan müşteri gereksinimleri ile baş etmede,
- Firmaların globalleşme çabalarını arttırmada,
- Firma birleşmelerine olanak sağlamada,
- Altyapı ve birleşik stratejiler ile ilgili olan uygulamaların etkinliğinin sağlanmasında kazanç artışının büyümesini sağlama konusunda,
- Yeniliklerde hızlanma pazarlama kanallarının geliştirilmesinde,
- Müşteri hassasiyeti savaşını kazanmada,
- Sistematik ve sürdürülebilir bir kültürel değişim sağlamada ,
- Finansal ve birleşik raporlamayı geliştirmede,
- İş riskini yönetme ve azaltmada.

1.2 ALTI SİGMA TANIMLARI VE FELSEFESİ

Altı sigma, çoğunlukla, hataları her bir milyonda 3.4 e kadar düşürmeyi amaç edinmiş kalite geliştirme sistemi olarak tanımlanır. Altı sigma konusunda birçok tanım ve değerlendirme bulunmaktadır. Süreçteki ortalama varyans miktarını tanımlayan sigmanın kökü istatistikten gelmektedir. İş dünyası açısından bakıldığında altı sigma şu şekilde tanımlanabilir: Müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını karşılamak, hatta aşmak amacı ile etkinlik ve verimliliği tüm operasyonlarda geliştirmekte kullanılan bir iş stratejisidir. Altı sigma hakkında yukarıdaki tanımlardan farklı olarak bir tanım yapılmıştır. Şimdi bu tanımlara bir göz atalım:

Altı sigma her bir süreçte mükemmellikten azını hedeflemeyen, istatistik temeli olan kapsamlı bir metodolojidir.

Minitab altı sigmayı kayıpları azaltmak müşteri tatminini yükseltmek ve süreçleri geliştirmek için finansal süreçlere odaklı bir bilgi sistemi olarak tanımlamıştır.

Farklı tanımlar üzerinde göz gezdirdiğimizde, birçok tanımın odak noktası altı sigmanın istatistiksel temelli felsefesidir. Şimdi diğer birkaç tanıma göz atalım; Altı sigma işçiler, müşteriler, paydaşlar ve tedarikçiler tarafından paylaşılabilen ve bunun yanında müşteri odaklı olarak, kalite seviyesini yükselten ve işletmelerin finansal performansını geliştiren faydalı bir felsefedir.

Altı sigma müşteri için kritik öneme sahip olan süreçler ve performans karakteristiklerine odaklanarak iş süreçlerinde kusurları, hataları elemeyi amaçlayan iyi kurulmuş bir yaklaşım şeklidir.

1.3 İSTATİSTİKSEL OLARAK ALTI SİGMA

İstatistikte altı sigma, veri kümesinin standart sapmasını tanımlar. Sigma, verilerin ortalamadan ne kadar saptığının ölçülmesini sağlamaktadır. Normal dağılışı, süreçlerde birçok veri kümesini tanımlar. Bir veri kümesi normal dağılıma

uyduğunda ± 3 sigma aralığında verilerin % 99.73'ü bulunur. Şimdi bir firmanın ideal aritmetik ortalamasına uyan normal bir varyasyon ile tek aşamalı olarak ürün ürettiğini düşünelim. İdeal aritmetik ortalama için dizayn spesifikasyonunun ± 4 sigma spesifikasyonuna uyduğunu varsayalım. Bu durumda ürünlerin %99.9937' si ± 4 sigma aralığına düşer. Bu durumda %0.0063'ü aralığın dışına düşer bu oran her 1 milyonluk üretim için tek aşamalı bir süreçte 63 kusurlu parça ortaya çıkmaktadır. 63 kusurlu üretimi 1 milyonluk üretim için küçük görülebilir(sıfır hataya eşit olmasa da). Ama doğal varyasyon ek olarak, aritmetik ortalama değeri kendisi $\pm 1,5$ sigmalık aralıklarda yer değiştirmektedir. Bu yer değiştirme olduğunda yukarıda belirttiğimiz tartıştığımız tek aşamalı süreç ± 4 sigma aralığında %99.379 oranına düşmektedir. Yani % 0.0621'lik kısım dışarıda kalmaktadır ki, bu bir milyonluk parça sisteminde 6210 kusur anlamına gelmektedir.

Yukarıda tartıştığımız konular tek aşamalı üretim sürecini esas almaktaydı. Ama gerçekte durum böyle değildir. Süreçlerin birden çok aşamalı olması dolayısıyla yukarıda bahsedilen her aşamanın hatalı olma oranları süreç sayısı arttıkça katlanarak artmaktadır. Her aşamanın ± 4 sigma aralığındaki oran kadar kusurlu sayısı içerdiği bir 100 aşamalı süreç düşünecek olursak, istatistiksel olarak her bir aşama için olan bağımsız esneklikler artacaktır. Genel olarak ürünlerin %53.64'ü spesifikasyon limitleri içine düşer. Bu da %46.36'lık bir kısmın spesifikasyon limitleri dışına düştüğünü gösterir ki böylesine bir oran her bir milyonluk ürün veya hizmet için 436.000 hatalı parça anlamına gelmektedir.

Günümüzde, birçok üretici 4 sigmalık spesifikasyon limitlerini karşılamak için ± 3 sigma ile süreçlerini sürdürmektedir ki bu da çok yüksek düzeylerde kusurlu hizmet ya da ürünün ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Fakat süreçlerin ± 6 sigmalık bir düzeyde olduğu durumlarda neredeyse sıfıra yakın bir hatalılık oranı ile karşılaşmaktadır. Bu durum birçok sürecin birleşiminden oluşan süreçler içinde geçerlidir. Genel olarak çok aşamalı süreçlerde ortaya çıkan kusurlu sayılar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Aşama/ bölümlerin sayısı	±3 sigma (%)	±4 sigma (%)	±5 sigma (%)	±6 sigma (%)	
1	93.32	99.379	99.9767	99.99966	
10	50.08	93.96	99.768	99.9966	
100	0.10	53.64	97.7	99.966	
1000	0.0	0.20	79.24	99.661	

Tablo 1.1: Hata Sayıları Sigma Düzeyi

Milyonda kusurlu olasılıkları	İlgili sigma düzeyi
66,810	3.0
22,750	3.5
6,210	4.0
1,350	4.5
233	5.0
32	5.5
3.4	6.0

Tablo 1.2: Hata Sayıları Sigma Düzeyi

Eğer tasarım ±6 sigmalı bir düzeyi yakalayabilirse ürünlerin %99.99966'sı spesifikasyon limitleri arasında olur. Başka bir deyişle, 1 milyonluk bir üretimde yalnızca 3.4 hatalı hizmet yada ürün üretilmiş olur. (Şekil 2). Ancak bu sayı/oran tek aşamalı bir süreç için geçerlidir. Fakat altı sigmalı düzeyde 100 aşamalı bir süreç olsa bile, kusurlu oranı 3.390 olacaktır. Tablo 2 herhangi bir sigma düzeyi için ilgili kusurlu sayısını göstermektedir. Bu değerler tek aşamalı süreçler için geçerlidir.

Motorolla'nın 1986 yılında yaptığı kıyaslama Motorolla 4 sigma düzeyinde üretim yaparken sektördeki en başarılı firmaların 6 sigma düzeyinde üretim yaptığını ortaya çıkardı. Günümüzde birçok firma 3 sigma düzeyinde üretim yapmaktadır. Bu firmaların 1000 aşamalı bir üretim süreci içerisinde bulunması demek neredeyse bütün üretilen mal ya da hizmetlerin bir şekilde kusurlu olması anlamına gelmektedir. Bu durumu bir örnekle ortaya koyacak olursak, örneğin bir kitap içerisinde bulunan yazım hatalarını düşünelim; eğer bu kitap 3 sigma düzeyinde basılmışsa bu her bir sayfa için 7.6 kusurlu kelime olduğunu gösterir. 4 sigma düzeyinde basılmışsa her bölümde 1 kusurlu kelime anlamına gelir, 6 sigma düzeyinde basılmışsa tüm kütüphanedeki kitapların içerisinde yalnızca 1 tane hatalı kelimeyi ifade eder. Şirketlerin büyük bir kısmı, üç ile dört sigma arasında faaliyet gösterir. Bu da yaklaşık olarak 1 .000.000 işlemde, 67.000 ile 6.000 hataya karşılık gelir. %99 doğrulukla çalışan bir işletmenin, 3,8 sigma seviyesinde faaliyet gösterdiği söylenebilir. Fakat %1'lik hata oranı dahi pek çok durumda kabul edilemez. Bu oran günde 20.000 mektubun kaybolması, haftada 5.000 hatalı ameliyat ve günde 4 uçak kazası demektir. Sigma sayılar ile hata oranları arasındaki bu logaritmik ilişki yüksek sigma değerlerinin yüksek kaliteli ürün ve hizmetleri meydana getirmesi vurgulanmaktadır. (Behara, Ravi S. :1995)

1.4 ALTI SİGMA UYGULAYAN KURULUŞLARA BAKIŞ

1.4.1 Motorola

Motorolla, Malcolme Baldrige kalite ödülleri ilk yılı olan 1988 yılında bu ödülü altı sigma sayesinde kazandığında maliyetleri azaltması ve kaliteyi yükseltmesi ile gündeme geldi. 1987 yılında Motorolla 4 sigma düzeyinde üretim yapmaktaydı. Bu düzey Motorolla'nın 3.4 hata düzeyinde üretim yapan Japon rakipleri ile karşılaştırıldığında milyonda 6200 kusurlu parça üretmesi anlamına geliyordu. Doğal olarak bu yüksek kusurlu oranı Motorolla'nın maliyetlerinde artışa, karlarında azalışa ve pazar payını yitirmesine sebep oluyordu. Motorolla müşterilerinin çoğu polisler, itfaiyeciler gibi acil durum kuruluşlarından oluşuyordu. Bu müşterilerin uluslararası pazarda kaybedilmesi Motorolla'nın finansal olarak çöküşü anlamına geliyordu.

Motorolla'nın bu korkunç durumu üzerine şirketin genel müdürü Bob Galvin aşağıdaki şekilde özetlenebilecek bir emir verdi:

Ürün kalitesini on kata çıkarmak, ürün kalitesini dört yılda yüz katına çıkarmak ve 5 yıl içerisinde altı sigma hedefine ulaşmak.

6 sigmanın asıl hedefi kusurlu sayısını azaltmaktır. Kusurların azaltılması elde edilen karların arttırılması anlamına gelir. Daha fazla elde edilen kazançlarsa müşterinin daha fazla tatmin edilmesini sağlar bu yüzden nihai amaç net gelirin arttırılmasıdır. Motorola'nın nihai hedefi kusurlu sayısını milyonda 3.4'e ulaştırmaktı ki bu seviye 4 yıllık periyot için düşünüldüğünde Motorola'nın 2 milyon dolarlık kârı söz konusuydu. (Mc Clusky, 2000)

Motorolla'nın 1990'da 6 sigma ilkelerini uygulayarak yeniden dizayn edip üretim yaptığı alanlardan biri çağrı cihazlarının üretim süreciydi. Çağrı cihazları 1990 yılında yeni teknoloji bir üründü ve Motorola'nın çağrı cihazı fiyatları oldukça yüksekti. (1500 dolar) Ayrıca üretimi tam 18 ay sürmekteydi. Bu üretim süreci büyük ölçüde değişiklikler yapılarak yeniden tasarlandı. Bunun sonucu olarak üretim süresi 18 aydan 72 dakikaya, maliyet ise 1500 dolardan 200 dolara geriledi. (Mc Clusky, 2000). 6 sigma uygulamaları şirkete süreç odaklılık getirdi ve bunun sonucu olarak da maliyet ve süreç iyileştirmelerinde çok ciddi başarılar sağlandı. 2002 yılında ise Motorola bir kez daha 6 sigma uygulamalarından dolayı Malcolm Baldrige kalite ödülüne layık görüldü.

1.4.2 Allied & Signal

Genel olarak Amerikan firmaları kısa sürede ölçülebilen sonuçlar gösteren konulara ya da süreçlere önem verirler ki bu da 6 sigma metodolojisi ile mümkündür. 6 sigmanın verimlilik ve süreç iyileştirilmesi konusundaki başarısı Motorola tarafından belgelenince, üst düzey yöneticiler altı sigmadan büyülendiler. Allied& Signal'in CEO'su Larry Bossidy de bu yöneticilerden bir tanesidir.

Teknoloji ve üretim firması olan Allied&Signal 6 sigmayı 1990 yılında uçak mühendislerinin yeniden sertifikalandırılmasında kullandı. Böylece uçak mühendislerinin yeniden sertifikalandırılması sürecinin 42 aydan 33 aya indirilmesi sağlandı.(Scwable, 2004). Aynı zamanda şirket 6 sigma uygulamalarını kalite geliştirme süreçlerinden çoğuna uygulamaya başladı. Şirket, 6 sigma uygulamalarında 1999 yılına kadar 600 milyon dolar kazanım elde ettiğini açıklamıştır. 6 sigma takımlarını, büyük miktardaki kusurlu ürün azalmasının, tasarım ve yeniden tasarım iyileşmelerinin sebebi olarak gösterdiler. Allied&Signal bu ilerlemeleri gerçekleştirmeyi başarabildi, çünkü altı sigma disiplinli bir yaklaşım kullanarak kusurları veri biriktirip ve analiz etmek için minimize etmeyi sağlayabilen süreçtir. Şirketin yöneticilerinden biri şöyle demiştir:

“6 sigma bizim düşünme ve iletişim şeklimizi değiştirdi. Biz hiçbir zaman süreç ya da müşteriyi konuşmazdık. Fakat şimdi günlük konuşmamızın bir parçası haline geldi.” (Scwable,2004)

Sigma düzeyi göreceli satış maliyetleri

Sigma düzeyi	Milyonda Kusur Olasılığı	Kalite Düzeyi (yüzde)	Satışların Yüzde Olarak Maliyeti
1	691,000	31.0	>40
2	369,000	69.00	20-40
3	67,00	93.30	15-30
4	6,200	99,40	10-20
5	230	99,98	5-10
6	3.40	99.9997	0-5

Kaynak: The Rise and Revival of Six Sigma Quality (Mc Clusky, 2000)

Tablo 1.3: Sigma Düzeyi ve Göreceli Satış Maliyetleri

1.4.3 General Electrics'in Altı Sigma Uygulamaları

Motorolla 1995'te altı sigma'nın başarısını açıkladıktan ve Larry Bossidy gibi (Allied&Signal) altı sigmaya inanlar ortaya çıktıktan sonra, Jack Welch(General Electrics CEO) altı sigma araçları ile geniş çaplı uygulamalar yapacağını işaretini verdi. Jack Welch bu kapsamda GE'nin 1995'te olan resmi toplantısında, Larry Bossidy'den altı sigma ile ilgili bir konuşma yapmasını istedi. Konuşmanın konusu, Allied Signal'in altı sigma vasıtası ile kâr marjı ve süreçlerini nasıl arttırdığıydı. Bu konuşmadan sonra Welch kendi liderliğinde bir takım kurarak altı sigmaya bir giriş yapmış oldu. GE'nin altı sigmada öncelikli konuları ürünlerin globalleştirilmesi, ürün hizmetleri ve elektronik ticareti. Bu öncelikli konular uygulandı ve maliyet, süreç iyileştirmeleri konularında çok ciddi iyileşmeler sağlandı. (GE Annual Report, 1997). Tüm bölüm liderleri kendi sorumlu oldukları bölümlerde altı sigmayı planlayıp uyguladılar. Jack Welch şahsi olarak uygulama ve iyileştirmelerle alakalı olan altı sigma toplantılarında yer aldı.

Straight from the Gut adlı kitabında, Jack Welch 1998 yılında GE'nin altı sigma yatırımlarından 750 milyon dolar kazanım elde ettiğini ifade etmiştir. Ayrıca 1999 yılındaki kazanımların 1.5 milyar dolar olacağını umduğunu söylemekteydi. Ayrıca GE'de 1996 yılında %14.8 olan marjinal büyüme 2000 yılında %18.9'a çıkmıştı. Dünya çapında 30 fabrikasıyla GE Plastik her yıl %3'lük birleşik bir büyüme sağlamıştı. Bu doğrultuda GE Plastik sermaye olmaksızın her yıl bir fabrika açabiliyordu. 1999'daki yıllık raporunda 2 milyar dolarlık kârını vurguluyor ve geleceği düşünerek şirketin konumunu koruması üzerinde duruyordu. Jack Welch altı sigma ile ilgili görüşlerini şöyle özetlemiştir:

“6 sigma GE'yi sonsuza dek değiştirmiştir. Kara kuşak eğitimlerinden ve ortaya çıkan 6 sigma fanatiklerinden tutun da, mühendislere yöneticilere ve bu şirketi yeni binyıla taşıyacak olan bilimcilere ve üst düzey üst düzey liderlere varıncaya kadar, bu şirketteki herkes, bundan böyle bu şirketin çalışma yöntemi olan altı sigmaya yürekten inanmıştır.” (Pande, 2004)

1.5 ALTI SİGMANIN SAĞLADIĞI YARARLAR

Kalıcı başarıya götürür: Altı sigma kapalı döngü sistemi şeklinde olan sürekli gelişmeye olanak sağlayan beceri ve kültür oluşturur.

Herkes için performans hedefi belirler: Büyüklüğün önemi olmaksızın herhangi bir şirkette herkesi aynı hedefin etrafında toplayarak ortak bir çalışma ortaya koymak çok güçtür. Çünkü her bireyin dahası her departmanın kendi içerisinde kendi beklendikleri ve hedefleri vardır. Fakat herkes için ortak olan bir şey varsa o da ürün, hizmet ya da bilgilerin müşteriye ulaştırılmasıdır. Altı sigma kalıcı bir hedefe ulaşmak gayesiyle bu ortak çalışma çevresinde toplanarak bu yapıdan faydalanır.

Müşteriye verilen değerin arttırılmasını sağlar: Altı sigma'nın özünde müşteri odaklılık, müşteriler ve potansiyel müşteriler için değer kavramının ne anlama geldiğini inceleyerek öğrenip bu değerin müşterilerle karlı bir biçimde nasıl paylaşılacağını planlamaktır. Bu konuda oldukça idealist olan Jack Welch düşüncelerini şöyle ifade etmektedir:“Kalitemizi öyle özel, müşterilerimiz için öyle yaşamsal hale getirmek istiyoruz ki ürünlerimiz onlar için tek seçenek haline gelsin.”

İyileştirme oranını arttırır: Altı sigma diğer kalite araçlarının birçoğundan sistematik biçimde yararlanır. Altı sigma, performansın yalnızca iyileştirilmesini değil aynı zamanda iyileştirmenin de iyileştirilmesine olanak sağlayan sistematik bir araçtır.

Öğrenmeyi ve bilginin yayılımını destekler: ALTI sigma, gelişmelerin ve iyileşmelerin bütün kuruluş tarafından paylaşımını arttırmaya yönelik bir yaklaşımdır.

Stratejik deęiřimi gerçekleřtirir: Yařadığımız 21. yūzyılda iř dūnyasında kurumları bařarıya gōtūrecek gerek ufak tefek deęiřiklikler olsun, gerek būyūk deęiřiklikler olsun iřletmelere būyūk kolaylıklar saęlayacaktır. (Pande, 2004)

1.6 ALTI SİGMANIN İLKELERİ

1.6.1 Mūřteri Odaklılık

1980’li, 1990’lı yılların toplam kalite yōnetimi dalgasından etkilenmiř kuruluřları, politikalarını, mūřteri beklentilerini karřılamak ve ařmak olarak belirlediler.” Ancak, çok az kuruluř bu sōzūnū yerine getirmek amacı ile mūřterinin ihtiyaç ve beklentilerini anlamak konusunda çaba sarf etti. Hatta çaba sarf eden kuruluřların bile mūřteriyi gōz ardı etmeleri sonucu, elde edilen verilerden saęlanan fayda kısa sūreli oldu.

Altı sigma toplam kalite anlayıřından farklı olarak performansın ōlūmū ōncelikli olarak mūřteriden bařlar. Altı sigmada ki iyileřtirme ōlū birimi olarak mūřteri tatmini ve deęeri ūzerindeki etki ile tanımlanır.

1.6.2 Verilere Dayalı Yōnetim

Gūnūmūzde ōlūme, bilginin yōnetimine, biliřim teknolojilerine verilen ōneme raęmen, birçok kararın fikirlere ya da varsayımlara dayandıęı bir gerçektir. Altı sigma yaklařımında hangi ōlūmlerin iř performansını deęerlendirme konusunda kritik ōneme sahip olduęu net olarak belirtilmiřtir.

Daha açık ifade etmek gerekirse altı sigma, yōneticilerin karar ve ōzūmleri desteklemek amacıyla iki temel soruyu cevaplandırmaya yardımcı olan bir araçtır:

- Hangi veri ve bilgilere gerçek anlamda ihtiyaç olduğu
- Veri ve bilgilerden en fazla fayda sağlamanın yolu

1.6.3 Süreç Odaklılık

Altı sigmada süreçler eylem nerede gerçekleşiyorsa oradadır. Altı sigma ister ürün ve hizmetler tasarlanırken, ister performans ölçümü yapılırken, ister verimi ve müşteri memnuniyeti arttırırken, dahası iş yönetilirken hangisi olduğu fark etmeksizin başarının anahtarı olarak süreçleri görür.

Bugüne kadar altı sigmadan sağlanan kazanımların temelinde süreçlerin müşteriye değer sağlamak için kullanılması yatmaktadır.

1.6.4 Proaktif Yönetim

Proaktif yönetim kavramı, genelde reaktif olma kavramının tersi olduğu düşünülür ve olayların gerçekleşmesinden önce harekete geçerek önlem alma anlamı taşır. Ancak, gerçekte, proaktif yönetim iş dünyasında başarı sağlamak için edinilen iş alışkanlıklarını ifade eder. Bunlardan bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz: İddialı hedefler oluşturmak, oluşturulan hedefleri sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek, problemlerin önüne geçilmesini hedefleyen anlayışa sahip olmak, körü körüne yapılan işlerin doğruluğunu savunmak yerine işlerin neden böyle yaptığımızı sorgulamak.

Özünde proaktif olmak sıkıcı ve aşırı derecede analitik olmanın ötesinde bir kavramdır. Değişim ve yaratıcılığın başladığı noktadır. Reaktif davranışların sonucu olarak krizden krize atlanması kişiyi çok meşgul eder ve kişinin işlerin üzerinde bir yerde olduğu gibi yanlış bir düşünceye kapılmasına sebep olur. Aslında bu durum yönetimin iş kontrolünü kaybettiğinin bir göstergesi olarak karşımıza çıkar.

Altı sigmanın içeriğinde reaktif alışkanlıklar yerine, ihtiyaçlara tam anlamı ile cevap verebilen proaktif bir yönetim tarzının benimsenmesini sağlayacak araç ve yöntemler barındırır.

1.6.5 Sınırsız İş Birliği

Sınırsızlık Jack Welch'i iş hayatında başarıya götüren ilkelerden bir tanesidir. Bir şirketin çalışanları, tedarikçileri, müşterileri arasındaki bağ çok önemlidir ve bu grupların kendi aralarında kuracağı sınırsız bir işbirliğinin faydaları oldukça yüksek olacaktır. Müşteriye değer yaratmayı amaçlayan gruplar arasındaki rekabet ve iletişimsizliğin faturası olarak her gün milyarlarca dolar masada bırakılır. Altı sigma, insanların geniş çerçeve içerisinde kendi üstlendikleri rolleri ve yaptıkları faaliyetlerin diğer birimlerle olan ilişkisini anlamalarına olanak sağlar. Bunun sonucu olarak da kurum içerisindeki farklı birimlerin ya da aynı birimlerin işbirliği yapma fırsatları artar. Altı sigmada sınırsız işbirliği karşılıksız fedakârlık olarak algılanmamalıdır. İş birliği aynı zamanda süreçler arasındaki ilişkilerin ve son kullanıcıların gerçek ihtiyaçlarının anlaşılmasını sağlar. Buna ek olarak, müşteri ve süreç bilgisinin konuyla ilgili tüm personel ve şahıslar tarafından görülmesine olanak sağlar.

1.6.6 Mükemmeliyetçilik, Başarısızlığa Tolerans

Bir işte mükemmeliyeti ararken başarısızlıklara karşı nasıl ve neden hoşgörölü olunabilir ki! Unutulmamalıdır ki, başarının yolu başarısızlıktan geçer ve her başarısızlık muhakkak ki bize bir şeyler öğretir. Tarihin en önemli buluşlarından biri olan ampulü icat eden Edison da bu ilkeyle hareket etmişti. Çevresindeki herkes ona deli gözüyle bakarken o her başarısızlıktan yeni bir şey öğrendiğinin altını çiziyordu. Bu bağlamda, bir takım riskler almadan bir takım şeyleri ortaya koymak mümkün değildir. Eğer insanlar yapacakları uygulamaların sonuçlarından korkarlarsa daha iyi hizmet, daha düşük maliyet, daha yüksek kalite vb. hedeflere ulaşmayı denemezler. Bu durumda, Edison'un yaklaşım ile düşünürsek hiçbir şey öğrenmemiş olurlar. Burada, sonucu da tahmin etmek zor olmasa gerek. Sonuç elbette durgunluk, yozlaşma ve ölüm olacaktır.

Tüm bunlara ek olarak 6 sigmada performansın iyileştirilmesi amacıyla kullanılan araç ve yöntemler ciddi miktarda risk yönetimi içermektedir. 6 sigma için

yola çıkmış bir kuruluş tabii ki mükemmelleşme yolunda yürüyecektir. Ancak, yolda ortaya çıkan bazı başarısızlıklara hoşgörülü olacaktır. (Pande, 2004)

1.7. HİZMET SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMANIN ÖNEMİ

Yılmaz ve Chatterjee tarafından tanımlanan bir araştırma göstermiştir ki taşımacılık, bagaj taşımacılığı, bavul taşımacılığı, faturalama ve bunun gibi birçok servis süreci 3.5 sigmalık kalite düzeyinin altında hizmet vermektedir. Bu sigma düzeyi milyonda 23000 kusurluluk oranını beraberinde getirmektedir. Söz ettiğimiz bu servis süreçlerini 4 sigmalık bir kalite düzeyine çıkardığımız zaman kusurluluk oranı milyonda 6210 düzeyine inecektir. Bu durum 3.7 katlık bir süreç iyileşmesini ifade etmektedir. Sonuç olarak, bu iyileşme 6 sigma gibi bir süreç iyileştirme sistemi uygulayan şirkete finansal kazanç olarak geri döner. Servis süreçlerindeki düşük kalitede üretim süreçlerinde olduğu gibi ekstra maliyet yaratmaktadır. Çünkü aynı işin tekrar yapılması zaman kaybına yol açar. Bu da maliyetlerin artmasına sebep olur. (Bisgaard ve Freisleben, 2004). Aslına bakılırsa dünyadaki en gelişmiş ülkeler artık genellikle üretime dayalı ekonomiler değildir. Bu ülkelerde gerçekte ekonomi finans hizmetleri, sağlık, e-ticaret ve lojistik gibi hizmet sektörlerine kaymaktadır. Üretim ise işgücü ve buna bağlı olarak üretim maliyetleri nispeten daha düşük olan Çin, Hindistan, Tayvan, Türkiye vb. ülkelerde yapılmaktadır. Bu yüzden taşıma ve lojistik gibi hizmet sektörlerindeki hataları azaltmak daha etkin ve verimli bir ulaştırma yapılması açısından oldukça yerinde bir karar olacaktır. Bir başka önemli neden ise günümüz müşterilerinin sağlanan hizmetin ortalamadan ne kadar saptığını hissetmesi ve buna önem vermesidir. 6 sigmanın hedefi de buna paralel olarak süreç değişkenliğini kabul edilebilir bir hedef içerisinde tutmaktır.

1.7.1.6 Sigmanın Hizmet Sektöründe Uygulanmasını Engelleyen Bazı Yalın Düşünceler

6 sigma üretim sektöründe oldukça ilgi çekmesine rağmen ülkemizde hizmet sektöründe uygulamaların oldukça yetersiz olduğunu görmekteyiz. Uzmanların görüşüne göre, hizmet sektöründe yer alan kuruluşların 6 sigmadan uzak

durmalarının sebebi, bu kuruluşların 6 sigmayı üretim ile alakalı bir çözüm olarak düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Hizmet sektörünün üstesinden gelmesi gereken en önemli düşüncelerden bir tanesi, işletmeler insan merkezli olduğu için ölçülecek hataların bulunmasının zor olmasıdır. Uzmanlar bu fikrin kesinlikle yanlış olduğu görüşündedir.

Hizmet sektöründe çalışan insanlar arasındaki yaygın görüş ise 6 sigmanın çok karmaşık istatistiksel araç ve teknikler gerektiren bir sistem olması yanılıdır. Oysaki düşük kalite ile ilgili problemlerin çoğu ile süreç haritalama, sebep-sonuç analizi, pareto analizleri, kontrol tabloları vb. basit istatistiksel araçlar ile başa çıkılabileceği bir gerçektir. Hizmet sektöründe çalışanların diğer bir yanılığı ise 6 sigmanın çok ciddi eğitim masrafına sebebiyet verdiği görüşüdür. Şu da bir gerçektir ki 6 sigma uygulaması için en yetenekli insanlar seçilerek onların değişim ajanları olmaları amacıyla eğitim verilir ve bu durum doğal olarak da belli bir maliyeti beraberinde getirir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki, 6 sigmanın uygulanması ile elde edilen kazançlar maliyetlerden yüksektir ki bu ispatlanmış bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.7.2 Hizmet İşletmelerinde Altı Sigma Uygulanmasının Yararları

Tablo 1.4: Hizmet Sektöründe Altı Sigmanın Faydaları

Hizmet	Problem	Sonuç	Faydalar
Sağlık	Hastanedeki radyoyoloji çıktısını arttır ve her radyoloji için birim maliyeti düşür	Radyoloji çıktısında belirgin gelişim ve birim maliyetinin düşürülmesi	Radyoloji çıktısında % 33 artış
	Yüksek medical ve labaratuvar hataları nedeniyle düşük hasta güvenliği	Düşük maedikal ve labaratuvar hataları	Birim radyoloji çıktısı için %22 düşüş radyoloji sürecinde 1.2 milyon dolarlık tasarruf
	Acil departmanında aşırı kalabalık	Acil departmanından hastanın yatılı hasta pozisyonuna geçişinde azaltılmış geçiş süresi	Yıllık 600 bin dolarlık kar ve artan hasta güvenliği
Bankacılık	Müşteri şikayetlerini azaltma	Müşteri memnuniyetinde artış ve şikayetlerde azalma	Müşteri memnuniyetinde%10.4 lük artış
	İç hat ve dış hat geri aramalarının aşırılığına ek olarak uzun kredi verme süreci	İç hat ve dış hat geri aramalarında düşüş, kredi verme işlemleri süresinde azalma	Müşteri şikayetlerinde %24 lük düşüş
	Müşteri ile yüzleşme sürecinde yüksek sayıda aksamalar(hesap açma)	Müşteri ile yüzleşme sürecinde ki aksaklıkların azaltılması	İç hat geri aramalarında %80 e varan azalma
	Ticari hatalara bağlı olarak yüksek Pazar kayıpları	Ticari hatalarda önemli ölçüde düşüş	Artan müşteri memnuniyeti
	Yatırım bankacılığında ki elektronik işlemlerle ilgili yüksek maliyetler	Talep doğrulama ile ilgili süreçlerde maliyetin azalması	Süreç etkinliğinin gelişmesi
	Yenilenmiş kredi kartlarının aylık olarak yüksek miktarda geriye dönmesi	Yenilenmiş kartların geriye dönüşün aylık bazda azaltılması	Çevirim süresinde %30 un üzerinde azalma
			Milyonlarca dolarlık tasarruflar
Finansal hizmetler	Yüksek idari maliyetler	Idari maliyetlerde azalma	Bankacılık birimi çalışanlarının moral düzeylerinde artış
	Müşteriler için Kabul edilemez havale süresi	Havale süreci süresinde %40 a varan azalma	Kusurlu oranı milyonda 13500 den 6000 e düşmüş
	Hesaplar departmanında alacaklı hesaplarında	Gelişmiş nakit akışı	Bu projeden elde edilken tasarruflar yaklaşık olarak yıllık 75000 dolardır
			Bu projeden elde edilken tasarruflar yaklaşık olarak yıllık 700000 dolardır.
			Buradan elde edilen kazanç yıllık yaklaşık 350000 dolarn

	problemler		üzerindedir
Kamu hizmetleri	Düşük hizmet iletimi	Hizmet iletiminde gelişim	Bu projeden elde edilken tasarruflar yaklaşık olarak yıllık 1,5 milyon doların üzerindedir
	Müşteri memnuniyetsizliğine maliyete sebep olan Yüksek sözleşme şikayetleri	Altı sigma uygulamasından sonra şikayetlerde düşüş	Yıllık şikayetlerde 109 dan 55 e düşüş
Diğer	Lojistik şirketine düşük iletim performansı	Teslimatlarda azalan hata oranı	400000 dolar kazanç sağlandı
	Wall street yatırımcı ve tüccarlarının aylık yayımında önemli hatalar	Habercilik ve hesap hatalarında azalma	Tahmini 1.2 milyon dolar tasarruf

(Bisgaard, 2004)

6 sigmanın yalnızca üretim işletmelerine yarar sağladığını düşünen işletmeleri, 6 sigmayı hizmet işletmelerinde uygulamak ve geliştirmeye ikna etmek için izlenecek en iyi yol aşağıda belirtilen 3 istatistiksel ilkedir.

- Bütün işler birbirine bağlı süreçlerden oluşur,
- Tüm süreçler değişkenlik gösterir,
- Bütün süreçler değişkenlik gösteren veri üretir.

Bu arada bizim sorumluluğumuz değişkenliği anlayarak azaltmak için etkin stratejiler

tasarlamaktır. (Hoerl ve Snee, 2002)

Hizmet işletmelerinde altı simayı uygulamak aşağıdaki yararları sağlar:

- Etkin yönetim kararları verildi.
- Önsezi ve hislere dayanmak yerine ağırlıklı olarak veri ve gerçeklere dayanır. Böylece doğru yapılanmamış ya da disipline edilmemiş problem çözme metotları, ortaya çıkan hatalar önemli ölçüde azaltılabilir.
- Müşterinin beklenti ve ihtiyaçlarını iyi anlamak özellikle hizmet kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bu durum, müşteri tatmini ve bağlılığı üzerinde çok etkilidir.

- Etkili ve güvenilir içsel operasyonlar, daha büyük pazar payı ve daha fazla tatmin olmuş paydaş yaratmaya yardımcı olur.
- İşletmede problem çözmek için gelişen değişik araçlar ve teknikler, çalışanların daha yüksek iş tatmini sağlamasına öncülük eder.
- Sistematik eleme yoluyla gereksiz işlemlerin azalması, daha hızlı hizmet iletimini sağlar.
- Hizmetlerde varyasyonun azalması daha tutarlı öngörülebilir hizmet kalitesi sağlar.
- Bölümler arası takım çalışmasını tüm organizasyonda geliştirir.
- İşletme kültürünü reaktif olmaktan çıkarıp proaktif olmasına olanak sağlar.
- Daha tutarlı, öngörülebilir hizmet iletimi sağlar.

1.7.3 Hizmet Sektöründe 6 Sigma Uygulamaları ve Sonuçlar

1.7.3.1 Citibank Group (Bankacılık)

Global finans donanımı, müşterinin kredi talebinden almasına kadar geçen süre %67 oranında azaldı. (Üç günden bir güne düştü). (Rucker,2000)

1.7.3.2 Copeland Companies

İşlem durumu çevrim süresini 28 günden 15 güne düşürdü.

1.7.3.3 JP Morgan (Uluslararası Yatırım Bankası)

Müşterilerin karşılaştığı çek defteri düzenleme, ödeme işlemleri, hesap açma işlemleri gibi işlemlerde hataları azalttı. Bu durum etkinliği arttırdı, müşteri tatminini arttırdı ve çevrim süresi %30 oranında azaldı. (www.helpingmakeit happen.com)

1.7.3.4 Sağlık Sektörü

Radyoloji çıktısını %33 arttırdı. Her radyoloji prosedürü maliyetini %21.5 azalttı. Kazançlarını 1.2 milyon dolar arttırdı. (Thomerson, 2001)

Hasta bakımı ve laboratuvar hataları ve dolayısıyla hasta güvenliği arttırıldı. (Buck,2001)

1.7.3.5 British Telecom Wholesale

- Müşteri memnuniyet düzeyini arttırdı.
- Daha sağlıklı ve etkin süreçler oluşturdu.
- Sermaye masrafı düştü.
- Hatalarda önemli düşüş sağlandı.
- İş işlemleri için ortak bir dil yarattı.
- İş karları 100 milyon doları aştı.
- Finansal hizmetler
- Yönetim maliyetleri yıllık 74.000 doların üzerinde azaldı.
- Yıllık kazanç fırsatları 286.000 doları aştı.
- Gereksiz süreçlerin maliyetlerin azaltılması yolu ile 7.000.000 dolar kazanıldı. (Buck, C. 2001)

İKİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMA ARAÇLARI

2.1 SÜREÇ ŞEMALARI VE ÖLÇÜLERİ

2.1.1 Süreç Akış Şeması

Zaman içinde süreçte meydana gelen değişikliklerden kaynaklanan değişkenliğin azaltılması ve kontrolün sağlanması amacıyla sürecin yazılı hale getirilmesi olarak tanımlanır.

2.1.2 Süreç Akış Şemasının Yararları

Sebeup-Sonuç matrisine girdi sağlar,

- Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne (HTEA) girdi sağlar,
- Kontrol Planının özetlenmesine yardımcı olur,
- Süreç Yetenek Analizi'ne girdi sağlar,
- Çok Değişkenli Analizlere girdi sağlar,
- Ekip faaliyetlerinin izlenmesinde kullanılabilir,
- Ekip tartışmalarını yönlendirir.
- Sürecin şekilsel gösterimini araç sağlar. Araçlar bize;
- Katma değer yaratan ve yaratmayan tüm süreç adımlarını,
- Temel süreç girdilerini,(X'ler)
- Temel süreç çıktılarını,(Y'ler)
- Veri toplama noktalarını,
- HTEA'da kullanılacak ilk Kritik Girdileri tanımlar.

Not: Şekilsel gösterim firma tarafından tanımlanacak birtakım semboller yardımı ile yazılı hale getirilir.

2.1.3 Süreç Akış Şemasının Sonuçları

- Ölçüm çalışmasına ihtiyacı olan sistemleri tanımlar.
- Süreç Yeterlilik Analizleri için kritik çıktıları tanımlar.
- Kontrol Planındaki eksiklikleri tanımlar
- Gereksiz adımların tespit edilmesini sağlar.

2.1.4 Süreç Akış Şemasının Adımları

- Genel girdilerin ve önemli müşteri çıktı değişkenlerinin listelenmesi,
- Katma değer yaratan ve yaratmayan adımların tanımlanması,
- Sürecin her adımında temel çıktıların gösterilmesi,
- Temel girdilerin listelenmesi ve süreç girdilerinin sınıflandırılması,
- Kontrol edilebilir ve kritik girdiler için operasyon spesifikasyonlarının ve süreç hedeflerinin eklenmesi.

2.2 SEBEP-SONUÇ MATRİSİ

Müşteri gereksinimleri ile süreç girdilerini ilişkilendiren bir tablolama yöntemidir. S-S matrisi, aşağıdakilerin önceliklerine göre sıralandırılmasına yardımcı olarak, önemli konuların tanımlanmasında ekibe yardımcı olur:

- Önemli müşteri gereksinimleri,
- Bu gereksinimleri potansiyel olarak etkileyebilecek süreç girdileri.

Ayrıca, sayısal çıktı veren S-S matrisi, süreç iyileştirme aşamasında belirli önceliklerin tespit edilmesinde kullanılabilir.

2.2.1 Temel Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması

- Temel müşteri gereksinimlerinin (çıktıların) tanımlanması,
- Çıktının önceliklendirilmesi ve sıralanması,

- Süreç akış şeması temelinde tüm süreç adımlarının ve malzemelerin(girdilerin) tanımlanması,
- Her girdi ile çıktı arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi, Korelasyon değerleri ile öncelik faktörlerinin çarpılması ve her girdi için toplanması.

Düşük değer: Girdi değişkenindeki değişimler çıktı değişkeni üzerinde küçük etki yapar. Yüksek değer: Girdi değişkenindeki değişimler çıktı değişkeni üzerinde büyük etki yapar.

Oluşturulan tablo HTEA'nin başlangıcıdır. Çıktı değişkenleri (gereksinimler) doğru olmadığında bu potansiyel etkileri gösterir. Girdi değişkenleri doğru olmadığında, bu sebepleri gösterir.

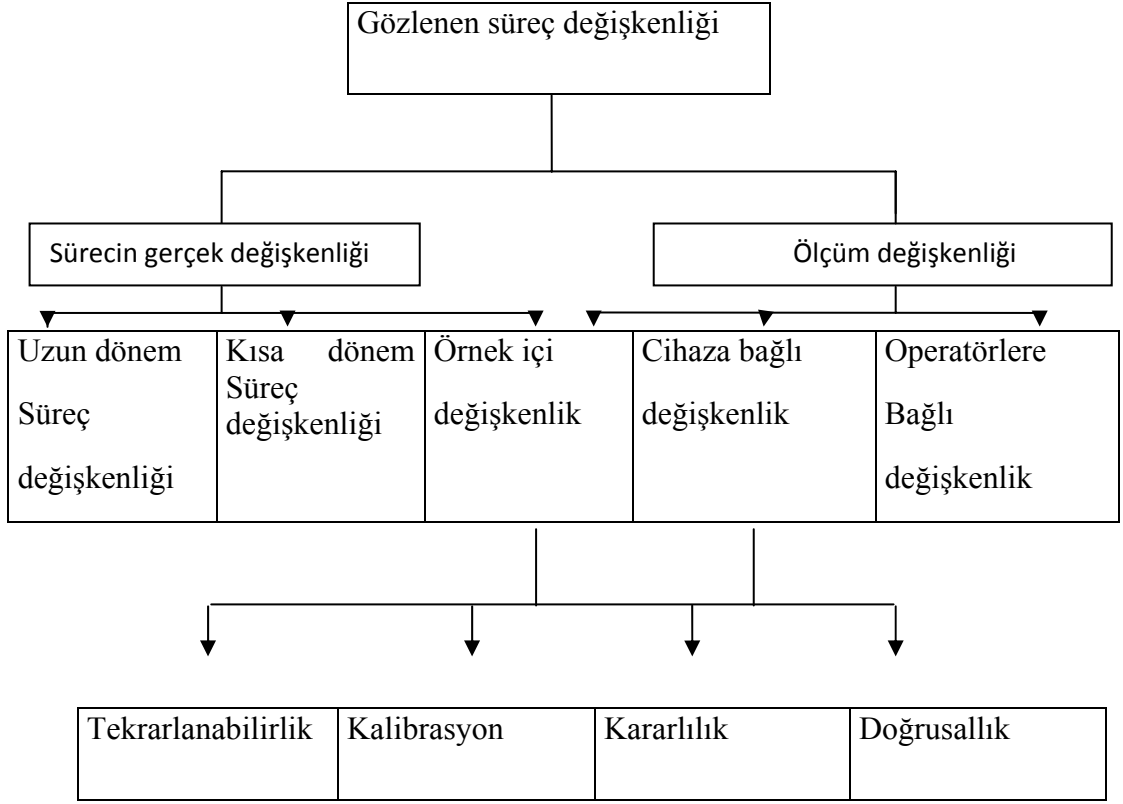
2.2.2 S-S Matrisinin Oluşturulmasının Adımları

- Temel süreç çıktı değişkenlerinin listelenmesi,
- Her değişkenin müşteriye önem derecesine göre 1-10 ölçeğinde puanlanması,
- HTEA sürecini başlatmak üzere en önemli girdi değişkenlerinin seçilmesi,
- Seçilen her girdi değişkeninin nasıl yanlış olabileceğinin belirlenmesi,
- Bunun HTEA tablosunda Sebep sütununa yerleştirilmesi.

2.3 GAGE R&R

Ölçüm sistemi değişkenliği Gage Repeatability & Reproducibility (tekrar edilebilirlik ve yeniden üretilebilirlik) çalışması ile belirlenir. Öncelikle belirtilmelidir ki, amacımız, değişkenlik kaynaklarını tespit ederek bunu belirli sınırlar içerisinde tutmaktır. Süreç değişkenlik kaynakları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Şekil 2.1: Süreç Değişkenlik Kaynakları



Gerçek süreç değişkenliğini ortaya çıkarmak için ölçüm sisteminden kaynaklanan değişkenlik öncelikle tanımlanmalı ve sürecinkinden ayrıştırılmalıdır. Ölçüm hatasının başlıca nedenleri tekrarlanabilirlik (repeatability) ve yeniden üretilebilirliktir. (reproducibility, operatörlere bağlı değişkenlik).

2.3.1 Tekrarlanabilirlik (Repeatability)

Aynı parçanın aynı karakteristiğinin bir ölçüm cihazı kullanılarak birçok kere bir kontrol elemanı tarafından ölçüldüğünde ortaya çıkan değişkenliktir.

2.3.2 Yeniden Üretilirlik (Reproducibility)

Aynı parça üzerinde aynı karakteristiğın birçok kere farklı kontrol elemanlarınca aynı ölçün cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerin ortalamasındaki değişkenliktir.

2.3.3 R&R Çalışma Türleri

- Nicel Gage R&R
Sayılar
Ölçü birimleri
- Nitel Gage R&R
Öznel (kozmetik kusurlar)
Kusurların dağılımı
Hissetme /Görme

2.3.4 R&R uygulamasının adımları

- Cihazı kalibre edilmesi ya da kalibre edildiğinden emin olunması,
- Birinci operatörün bütün örneklerini rassal bir sırada ölçmesinin sağlanması
- İkinci operatörün bütün örneklerini rassal bir sırada ölçmesinin sağlanması
- Bütün operatörler için aynı işlemlerin tekrar edilesi
- 2. ve 4. adımların gereken sayı kadar tekrar edilmesi
- R&R çalışması istatistiklerini belirlemek için verilen formun kullanılması
 - Tekrarlanabilirlik (repeatability)
 - Yeniden üretilebilirlik (reproducibility)
 - % R&R
 - Her denemenin standart sapması
 - % Tolerans Analizi
- Sonuçların analiz edilmesi ve gerekirse izleme faaliyetlerinin belirlenmesi

2.4 Yeterlilik Analizi

Bir prosesin üretim yeteneğini tanımlama yollarından birisi proses yeterlilik analizidir. Proses yeteneği " bir prosesin sağlayabildiği en az kalite değişkenliği " olarak tanımlanabilir. Proses yeteneği insan, cihaz, materyal, metot ve çevre faktörlerine bağlı olup bu faktörlerin değişiminden etkilenmektedir.

Proses yeterliliğini ölçmeden önce;

- Proses tanımlanmalıdır.
- Spesifikasyonlar tanımlanmalıdır.

Spesifikasyonlar ve standartlar belirlenirken işletmelerin çok sık yaptıkları hatalardan birisi, müşteri isteği standart işletme spesifikasyonlarının birbirine karıştırılmasıdır.

- Müşteri kendi fabrika şartlarına, ulusal veya uluslararası standartlara göre, kendisine göre spesifikasyonlarını belirleyebilir.
- Yapılan ürün için ulusal ve uluslararası standartlar bulunabilir.
- İşletmenin; müşteri, ulusal ve uluslararası standartların dışında daha dar sınırlar içinde kendi spesifikasyonlarını oluşturarak proses yeterlilik analizine başlamasında fayda vardır.

Bir imalat prosesinin tolerans sınırları içinde kalıp kalmadığı ölçülebilir. Proses kontrol altında tutulduğunda 6s değeri yaygın olarak kullanılır. Bunun ölçüsü olarak 6s açıklığı tanımlanır ve bu "Doğal Toleranslar" olarak adlandırılır. . Proses yeteneği, proses çıktılarının önemli bazı parametrelerini (çap, sıklık, geçme v.b) ölçmeye yönelik olarak yapılır. Böyle bir analiz ile;

- Prosesin toleranslara uygunluğu gözlenir.
- Örnek alma sıklıkları belirlenir.
- Taşeronlar arasında seçim yapmak için bir kriter sağlanabilir.
- Alınacak önlemlerle imalat prosesinde değişkenlik azaltılır.

Proses yeterlilik analizinin sonuçları temel olarak aşağıdaki dört soruyu yanıtlamalıdır.

- Prosesin ortalaması nedir?
- Prosesin standart sapması nedir?
- Prosesin ortalaması zamanla nasıl değişmektedir?
- Prosesin sapması zamanla nasıl değişmektedir.

Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesinde Cp ve Cpk olarak isimlendirilen proses yetenek indeksleri kullanılır. Bunlardan Cp indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, Cpk indeksi ise prosesin hem yayılımını, hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. Cp ve Cpk indeksleri, proses yeteneğinin uygunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesidir. Bu indislerin hesaplanmalarını gözden geçirelim:

Cp İndeksi

$$Cp = (USL - LSL) / 6s$$

Cpu İndeksi

$$Cpu = (USL - Ortalama) / 3s$$

Ortalama: Verilerin aritmetik ortalaması

CpL İndeksi

$$CpL = (Ortalama - LSL) / 3s$$

Ortalama: Verilerin aritmetik ortalaması

Cpk İndeksi

$$Cpk = Cp - \frac{1}{2}(Ortalama - Nominal) / 3s \frac{1}{2}$$

Ortalama: Verilerin aritmetik ortalaması Nominal: USL ile LSL arasındaki aritmetik ortalama Proses yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu indekslerin değerlendirilmesi aşağıdaki gibidir.

- $Cpk > 1.33$ ise proses yeterlidir.
- $1.33 > Cpk > 1.00$ ise proses kabul edilir.
- $> Cpk$ ise proses yetersizdir.

Dünyada proseslerin iyi çalışıp çalışmadıkları, istenilen spesifikasyonlarda üretip üretmedikleri sadece bu değerın söylenmesi ile kişiler o proses hakkında karar verebilmektedir. Artık sözle biz en iyi çalışıp en iyiyi üretiriz kelimelerinin rakamsal desteklere ihtiyacı vardır bu da Cpk'dır. Cpk si 1.00 altında çalışan bir proses her

zaman doğruyu üretiyor demek mümkün değildir. 1.33 üzerinde olması kabul edilir proses olarak görülse bile 1980 yılından sonra bu rakam 1.66'ya çıkmıştır.

Yeterli bir proseste analiz yapıldığı zaman hatalara yol açabilecek sonuçlar ortaya çıkabilir. Bunun sebepleri ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

- Ortalama bozukluğu: Proses ortalaması toleransların orta noktasından sapmalar gösteriyorsa, düzeltilmesi gerekir.
- Karışık parti: Aynı şartlar altında üretilmemiş birimlerin bulunması.
- Üretim prosesinde eğilimler: Proseste meydana gelen ani değişiklikler malzeme, operatör v.b. gibi herhangi bir değişmeye bağlı olması. .

Yeterlilik analizi sırasında çıkan sonuçların bu gözle de değerlendirilmesinde fayda vardır.

2.5 Çok Değişkenli Analizi

Çok değişkenli (multivariate) istatistiksel analiz, incelenen olay ve çevresindeki çok sayıda içsel ve dışsal (endojen ve ekzojen) faktörleri dikkate alarak, problemi doğasındaki yapısına ilişkin bilgilere göre (gerçek oluşumuna göre) incelemek ve çözümlere ulaşmak için geliştirilmiş yöntemler bütünüdür. Çok değişkenli istatistiksel yöntemler değişik amaçlarla uygulanmaktadır. Bunlar;

- Veri indirgeme
- Kümeleme ve Sınıflama
- Ölçekleme
- Çok değişkenli hipotezlerin test edilmesi

Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler

Hotelling T Testi 2

- Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA, Multivariate Analysis Of Variance)
- Çok Değişkenli Kovaryans Analizi (MANCOVA, Multivariate Analysis Of Covariance)

- Ayırma Analizi(Discriminant Analysis)
- Kümeleme Analizi(KA,Cluster Analysis)
- Anabileşenler Analizi(ABA,Principal Component Analysis,PCA)
- Faktör Analizi(FA,Factor Analysis)
- Çok Boyutlu Örnekleme Analizi(MDS,MultiDimensional Scaling)
- Setlerarası Korelasyon Analizi(Canonical Correlation Analysis)
- Çok Değişkenli Regresyon Analizi(Multivariate Regression Analysis)
- Uyum Analizi(CA,Correspondence Analysis)

2.6 Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

Firmalar piyasada rekabet edebilmek için, çeşitli operasyonlardaki hatalarını önlemek veya risklerini azaltmak mecburiyetindedirler. FMEA veya HTEA; sistem, tasarım, proses veya serviste oluşabilecek hataların değerlendirmesini ve bu tür hataların (problemler, yanlışlıklar, riskler v.s.) sürekli azaltılmasını hedefleyen özel bir metodolojidir. . Hataların önlenmesine yönelik olan çalışmalarda eski ve yeni düşünce sistemleri karşılaştırıldığında şu durum ortaya çıkmaktadır. .

Eski Düşünce	Yeni Düşünce
Iskarta(hurda)ların gözlenmesi	Iskarta(hurda)ların önüne geçilmesi
Güvenirliğin ortaya konulması	Güvensizliğin azaltılması
Problemlere çözüm üretilmesi	Problemlerin önlenmesi

Tablo 2.1: Hataların Önlenmesinde Eski-Yeni Düşünce Farkları

1965-1970 yılları arasında ABD’de Silahlı Kuvvetlerde kullanılmıştır. Endüstride ilk kullanım Japon NEC firması tarafından başlatılmış, daha sonra otomotiv ve tekstil sektöründe yaygın uygulama alanı bulabilmiştir. FMEA yönteminin uygulanabilmesi için aşağıda yer alan dört ön şartın herkes tarafından anlaşılması ve izlenmesi gerekmektedir.

- Müşteri belirlenmelidir.
- İncelenen fonksiyon ve amaç herkes tarafından bilinmelidir .
- Problemlerin önceliği belirlenmelidir.
- Düzeltici faaliyetlerde devamlı iyileşme sağlanmalıdır.

İyi planlanmış bir FMEA Analizi;

- Her hatanın sebebini/sebeplerini ve etkilerini belirlemelidir.
- Potansiyel hataları tanımlamalıdır.
- Olasılık, şiddet ve belirlenebilmeye bağlı olarak hataların önceliğini ortaya koymalıdır.
- Problemlerin takibi ve düzeltici faaliyetlerin uygulanması safhalarında yol gösterici olmalıdır.

FMEA Analizinin başarılı sonuç vermesi, çıkarılan sonuçların iyileşme ve gelişme stratejisi içinde kabul görmesine bağlıdır. Aksi durumda FMEA dinamiklik özelliğini kaybeder. FMEA'nın başlıca dört tipi olup, bunlar arasında aşağıda yer alan ilişkinin varlığından söz edilebilir.

FMEA çalışmasında, yeni bir ürün geliştirirken veya dizaynı oturmuş bir üründe önemli bir değişiklik veya geliştirme yapılırken, prototip imalatında ya da seri üretimde özellikle sonucu kullanıcıya ulaşabilecek olası hatalar, bunların cinsi, sebepleri, etkileri, kritikliği, ortaya çıkma sıklıkları, frekansı tahmin edilebilir. Bu amaçla bir çalışma ekibi oluşturulur. Bu ekibe mühendislik, dizayn bölümü, imalat bölümü ve kontrol bölümü dahil edilir. Ayrıca imalat aşamasındaki bir ürünün toplanan verilerine göre tespit edilen çalışmalar da FMEA analizleri olarak kabul edilir. Teorik olarak ürün ve proses tasarım aşamasında uygulanan FMEA çalışmaları, pratikte imalat aşamasına geçildikten sonra da kullanılabilir.

FMEA analiz çalışmalarında yapılan tahminler sonucunda alınacak olan önlemler şunlardır;

- Operasyon sırası değişikliği,
- Resim-dizayn değişikliği,
- Tezgah değişikliği veya yeni tezgah ilavesi,

- Yeni/ilave ölçme ve kontrol metotları,
- Yeni/ilave ölçme ve kontrol aletleri,
- Aparat/takım ilavesi veya değişikliği/tadilatı,
- Yeni/ilave kalite kontrol noktaları oluşturulması.

Yukarıdaki önlemlerin biri veya birkaçı uygulanarak, sonuçlar izlenir, gerekli görülürse FMEA çalışması yenilenmek suretiyle, ek önlemlere başvurulur. FMEA analizi sadece ürün dizaynında değil, proses dizaynında ve servis aşamasında da kullanılabilir. Mühendisler ve orta kademe yöneticiler tarafından yürütülen bu yöntem; dizaynı, siparişi, mal alımı oturmuş bir üründe o günkü teknolojik eğitim ve müşteri istek ve beklentilerine yanıt vermek amacına da hizmet etmektedir. .

FMEA Tekniğinde Kullanılan Yardımcı Elemanlar

FMEA tekniğinde kullanılan yardımcı elemanlardan bazıları şunlardır:

Hata Modu

Sistemlerde arıza veya hatalara neden olan mekanizmalar bir bütünlük içerisinde meydana gelen rassal veya doğal olaylar olabilir. Hataların mekanizmalara veya sebep olan parçalara göre ayrı ayrı ele almak ve sonra hataların bağımsız olması koşuluyla, sistemin güvenilirliğini genellemek, parça hatalarına göre inceleyip önlem almak olasıdır. Bunlara hata modları denilmekte ve hata sebepleri ile karıştırılmaması gerekmektedir.

Hataların Etkisi

Gerçekleşmesi olası hatalar üzerinde çalışarak, hata veya hataların üretim prosesi, servis veya diğer parçalara yansımaları ve tümünün performansı üzerindeki etkisi belirlenir.

Hataların Kritikliği

Prosesteki potansiyel hatalar araştırılarak ürünün farklı parçaları üzerindeki hatalar izlenerek, güvenlik riski ve toplam fonksiyonu üzerindeki şiddeti tespit edilir. . FMEA üretimin operasyonunda, dizaynın her aşamasında, gelişiminde veya ürünün kullanımında uygulanabilir FMEA, henüz daha dizayn aşamasında meydana çıkması olası hataların etkilerine karar verilerek sebeplerin ortadan kaldırılmasıdır. Ürünün her parçası için bu yöntemi kullanmak ekonomik değildir. Ancak ürünlerdeki kritik operasyon belirlenip, metod yalnızca onlar için kullanılmalıdır. . ABD ve Japonya’da çok etkin olarak uygulanmakta olan FMEA’ya bir çizelge hazırlanır. Bu çizelgede firmaların üretim sistemlerine uygun detaylar vardır. Firmalar kendilerine en uygun çizelgeyi hazırlarlar. Aşağıda basit bir FMEA çizelgesi görülmektedir.

Şekil 2.2: FMEA Çizelgesi Örneği

Proses/ Fonksiyonlar	Muhtem el Hata Modu	Hatanın Etkileri	P	S	D	C	Önlemler
-------------------------	------------------------------	---------------------	---	---	---	---	----------

FMEA analizi, parçalar üzerinde bütün tesir ve etkileri hesaba katan, araştırma ve geliştirme bölümü tarafından yapılan dizayn hesaplarının gösterimi ile alakalıdır. Yöntemin ilgilendiği hatalar şu sebeplerden meydana gelir; kırılma, deformasyon, eskimişlik, çatlakların çoğalması, titreşim, sızıntı, ani duruşlar, korozyon/aşınma, kısa devreler vb...

Çalışmalarda hedef kitle müşteridir. FMEA analizi yardımıyla kritik durumlar önceden sezilerek önlemler geliştirilir ve böylece kritik durumların artış olasılığı giderilir. Tüketici yanılmamalıdır. Ürünün güvenilirliğini veya uygunluğunu azaltmayan bir takımın hataların dahi tüketici tarafından fark edilmesi önemlidir. Bu tür hataların oluşma olasılığını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

Oluşma Olasılığı

- Muhtemel ($P > [10]^{-3}$)
- Mümkün değil ($10^{-6} < P < 10^{-3}$)
- Hiç mümkün değil ($10^{-9} < P < 10^{-6}$)
- İmkansız ($P < [10]^{-9}$)

Şiddet (Ciddiyet)

- Tesirsiz
- Kritik değil
- Kritik
- Çok kritik

Fark Edilebilirlik

- Fark edilmez
- Fark edilmeyebilir
- Fark edilebilir
- Çok aşıkâr

Bu ölçülere göre analizler yapılır ve sonuçlar tabloya kaydedilir. Sonuçta kritik sayılar ortaya çıkarılır ve kritik olayların meydana gelmeleri önlenmeye çalışılır. Böylece kalite geliştirme programı, hataları kaldırmak suretiyle sağlanmış olur. RÖS katsayısının en büyük değerden başlanarak işlem devam ettirilir. Çünkü en etkin hatalar RÖS'nin en büyük değerlerine isabet etmektedir. Özetlersek RÖS katsayısı burada yöntemin kullanımında belirleyici rol oynamaktadır.

FMEA'nın gerekliliğine karar verirken göz önünde bulundurulması gereken noktalar şunlardır;

- Üretim başlamadan önce olası proses yetersizliklerini belirlemek,
- Ürünün seri üretimine başlamadan önce olası tasarım yetersizliklerini belirlemek,

- Yasalara uygunluğu veya emniyeti olumsuz yönde etkileyebilecek hata türlerinin olasılıklarını belirlemek,
- Önemli ve kritik özellikleri tanımlamak.

Burada Önemli özellik ürün veya prosesin kalite özellikleridir. Bunlar FMEA ekibi tarafından veya müşteri tarafından belirlenir. Kriter özellikler ise, yasalara uygunluğu veya güvenilirliğe uygunluğu etkileyebilecek özelliklerdir. Bunlar resim veya prosedürlerde mutlaka tanınmış olmalıdır.

FMEA çalışmaları potansiyel hataların ortadan kaldırılmasına bağlı müşteri tatminini amaçlayan bir yöntem olduğundan olabildiğince erken başlatılmalı, bütün veri ve bilgilerin hazır olması beklenmemelidir. Burada önemli olan eldeki verilerle yapılabileceklerin en iyisini yapmaktır. FMEA'nın başlatılmasını gerekli kılan nedenler şunlardır:

- Daha önceden belirlenmiş tasarımlar veya prosesler değiştirildiğinde,
- Daha önceden belirlenmiş tasarımlar veya prosesler için yeni uygulamalara başlanacağına,
- Daha önceden belirlenmiş tasarım veya proseslerde önemli hatalar görüldüğünde,
- Yeni prosesler veya ürünler tasarlanması durumunda.

FMEA'nın yürütülmesi bir ekip işidir. Çalışma ekibi üç ile yedi kişiden oluşabilir. Tercihen beş kişi uygundur. Ekibe katılanların incelenmekte olan ürünün tasarım, imalat, montaj ve kontrol işlemleri konularında sorumlu ve deneyimli olmaları gerekmektedir. Ekibin doğal üyeleri Araştırma, Mühendislik. Üretim ve Kalite temsilcileridir. Çalışma konusuyla ilgili diğer bölümlerdeki elemanlar da katılabilirler. Bir ekip lideri seçilir. Buna FMEA eğitimi almış olan bir amatör;

- Ekibin çalışmasını düzenler,
- Toplantı gündemini belirler,
- Toplantının yönlendirilmesini yapar,
- Toplantı notlarının alınması ve sonuçta toplantı raporunun hazırlanmasını sağlar,
- Çalışmaların devamlılığı için gerekli önlemleri alır.

Çalışma ekibiyle ilgili dikkat edilecek hususlar:

- Çalışılan konuya ilgisiz kişiler ekibe dahil edilmemesi
- Aşırı kalabalık katılımcılar
- Yetersiz animatör
- Tek bir bölümden katılan kişilerce ekip oluşturulması
- Ekip çalışma kurallarına uyum sağlanamaması

FMEA ekibi değerlendirmeler ve analizler sonuçlanana değin, çalışmalarına hedeflerine uygun şekilde süreci üç saati geçmeyecek toplantılar düzenler. Genellikle FMEA çalışmaları iki ayı geçmemeli ve konu küçük kapsamlara bölünmelidir. FMEA'nın amacı bilinen potansiyel hatalar müşteriye ulaşmadan engellemek olduğu için bazı tahminler yapılmalıdır. Önceliğin belirlenmesi metodun en önemli noktası olup, bunu sağlayan üç kriter şunlardır:

- Olasılık, hatanın frekansdır.
- Şiddet (Ciddiyet), hatanın ciddiyeti ve etkileridir.
- Fark edilebilirlik, müşteriye ulaşmadan önce hatanın belirlenmesi işlemidir.

Bu kriterlerin değeri 1'den 10'a kadar olmak üzere sayısal olarak belirlenir. Öncelik ise bu üç kriterin değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan bu üç kriterin çarpılmasıyla bulunan risk öncelik sayısına (RÖS) göre tespit edilir. Günümüzde FMEA, bir ürünün dizayn aşamasında, diğeri ise proses aşamasında olmak üzere iki şekilde yapılır.

Dizayn FMEA

Yeni ürünler ve prosesler planlandığı zaman, mevcut planlar ve dizaynlar değiştirilebileceği zaman FMEA kullanılır. Yeni bir ürünün dizaynında kullanılmalıdır. Bu ürün henüz imalata ulaşmadan ürün fonksiyonları tanımlandıktan sonra oluşturulur.

Proses FMEA

Üretim sırasında herhangi bir hata oluşuyorsa, prosesin neden bu hatayı meydana getirdiğini incelemek için yapılır. Bu amaçla planlanmış üretimin dizayn karakteristiklerini analiz eder ve imalat ve kontrol proseslerinde yapılması gerekenlerin üzerinde yoğun bir çalışma yapar.

FMEA, dizaynın her aşamasında, gelişiminde üretim operasyonunda veya ürünün kullanımında uygulanabilir. Birçok ürünün parçası için FMEA yapmak yerine, üründeki kritik operasyon takip edilip, yalnızca o parçalar için FMEA yönteminin uygulanması daha ekonomik olacaktır. FMEA çalışmalarına fonksiyon analizi ışık tutmaktadır. Fonksiyon analizi, üzerinde çalışılan sistemin daha iyi anlaşılması, FMEA'nın uygulanması, araştırma ve geliştirme ile ilişkilerin geliştirilmesi, tamir-bakım ve maliyet kontrol edilebilirlik parametrelerinin hesaba katılması, farklı parçalar arasındaki bağlantılardan sonuçlanan hataların ortaya konulması gibi konularda yardımcı olmaktadır. Analizin uygulanacağı sistem bir bütün olarak göz önünde bulundurulmalı ve sistemle alakalı olan faktörlerin hesaba katılması sağlanmalıdır. Öncelikle fonksiyonlar tespit edilmelidir. Fonksiyonların anlaşılmasında 3 ana safha vardır.

- İhtiyaçların karşılanması,
- Fonksiyonların tanımlanması,
- Fonksiyonel blok diyagramların oluşturulması.

İhtiyaçların Karşılanması amacıyla, bir ürün veya sistemin arasındaki ilişkilerin çeşitli fonksiyonlarla ortaya konulması için aşağıdaki soruların sorulması gereklidir.

- Kimin için hizmet gereklidir.
- Yapılan hizmet ne sağlar.
- Bu harekete neden ihtiyaç vardır.

Fonksiyonların tanımlanması ile ilgili olarak şunlar açıklanabilir. Herhangi bir sistem çevresi ile çeşitli şekillerde temastadır. Sistem kendi ana fonksiyonlarını

yerine getirirken aynı zamanda çevrenin baskısıyla yaptığı bazı işlevleri de yerine getirmektedir. Ana fonksiyonlara, akış fonksiyonları da denebilir. Çünkü sistemin başından sonuna kadar kontrollü akışa uyum sağlarlar. Sistemi oluşturan parçaların temel fonksiyonları ise dizayn fonksiyonlarıdır.

Fonksiyonel Blok Diyagramlar yardımıyla fonksiyonları ve birbirleriyle olan ilişkilerini izlemek, dış çevre, sistemin parçalarının her biri, ana akışlar ve tepki akışları, iç dizayn ve akışları, sistem elemanları arasında gerçek veya gayri resmi ilişkileri gösteren temasları görmek mümkün olmaktadır.

Blok diyagramlar, fonksiyonel parçaların karşılıklı ilişkilerini, birbiriyle olan bağımlılıklarını ve operasyonları tanımlayarak FMEA yönteminde kullanılan ekipmanların tüm seviyelerinde, hata modlarının etkilerini takip etmenizi sağlar. Bunlar operasyonların bağımlı veya bağımsız olduğunu göstermektedir. Ürünlerin farklı fonksiyonlarından olan servis fonksiyonları, tüketici tarafından belirtilen ihtiyaçlara göre planlanır. Bunlar kullanılan teknolojiden bağımsızdır. Bu tür fonksiyonlar ihtiyaçları karşılayabilecek nitelikte olup, aynı zamanda estetik görünümle de ilgilidir.

Servis fonksiyonlarından daha önemli olan teknik fonksiyonlar ise dizayna bağımlı olup, güvenilirlik analizinde bu fonksiyonlar yardımıyla hata modlarının neticeleri ve izlenmeleri sağlanmaktadır.

<http://www.onlinekalite.com/htmdosyalar/hataturleri.htm>

2.7 Deney Tasarımı(DOE)

Deney Tasarımı daha önce geliştirilmiş olmasına rağmen, bu kavramı ürün performansındaki varyansın azaltılması için ilk uygulayan kişi Taguchi olmuştur. Taguchi deney tasarımının kullanımının şu noktalarda önemli olduğunu belirtmiştir: (Box and Bisgaard, 1987: 60)

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

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

Bunlardan ilk üç tanesi Taguchi'nin parametre tasarımı adını verdiği kategorilerdir. Taguchi deney tasarımında, ürün ya da sürecin performans karakteristiğini etkileyen faktörleri şu şekilde belirlemektedir: (Logothetis, 1992: 300)

1. Kontrol Edilebilen Faktörler (Tasarım Faktörleri)

Bunlar değerleri tasarım ya da süreç mühendisi tarafından kolayca belirlenebilen faktörlerdir.

2. Kontrol Edilemeyen Faktörler (Gürültü Faktörleri)

Bunlar çoğu kez üretim ortamı ile ilişkili olan varyansın kaynaklarını oluştururlar. Genel performansı, ideal olarak, bunlardaki varyansa duyarlı olmamalıdır. Kontrol edilebilen faktörler kendi içinde üçe ayrılmaktadır:

a. Sinyal Faktörleri (Hedef Kontrol Faktörleri)

Bunlar söz konusu olan ortalama tepki düzeyini etkileyen faktörlerdir.

b. Varyans Kontrol Faktörleri

Bunlar tepkideki varyansı etkileyen faktörlerdir.

c. Maliyet Faktörleri

Bunlar ortalama tepkiyi ya da varyansı etkilemeyen ve ekonomik koşullara göre belirlenen faktörlerdir.

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

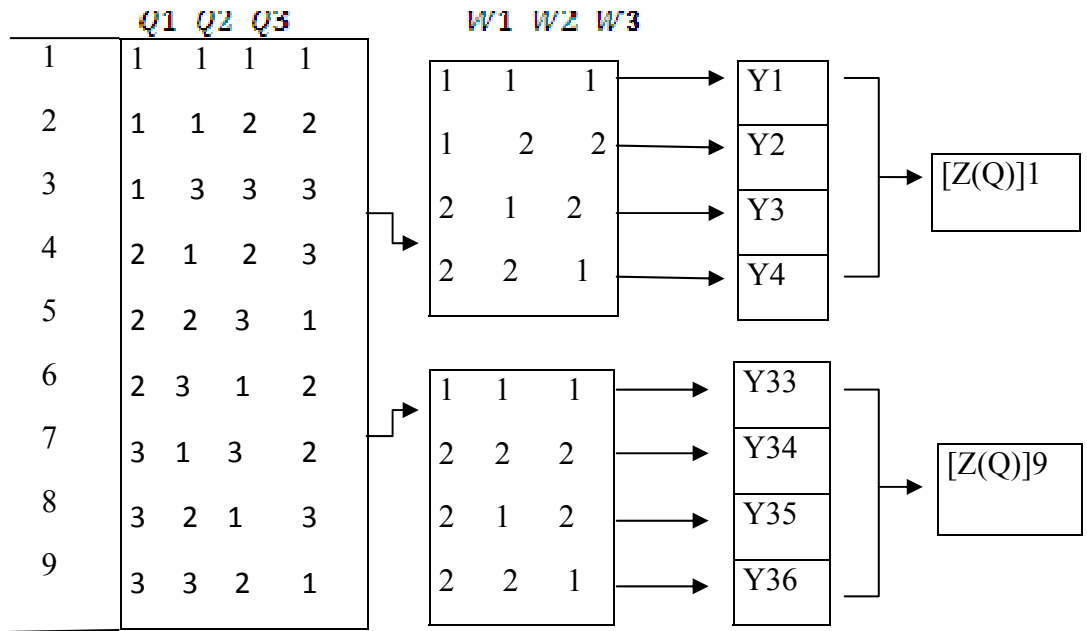
Tasarım parametrelerinin belirlenmesi için yapılan deneyin amacı gürültü faktörlerinin performans karakteristiğı üzerindeki etkisini minimize eden tasarım parametreleri değerlerini belirlemektir. Bu işlem,

- Deneyde Tasarım parametreleri değerlerini sistematik olarak değıştirme yoluyla,
- Her bir deney için gürültü faktörlerinin etkisini karşılaştırarak gerçekleştirilir.

Parametre tasarımı deneyi iki bölümden oluşur: Tasarım parametre matrisi ve gürültü faktörleri matrisi. Taguchi'nin parametre tasarımı deneyi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir: (Kackar, 1986: 182)

Şekil 2.3: Taguchi Parametre Tasarımı Deneyi

Tasarım parametre	gürültü faktörü	performans	performans
Matrisi	karakteristiği	istatistiği	Matrisi
Test no	tasarım parametreleri		gürültü faktörleri



Parametre matrisi ürün ya da süreçten sorumlu mühendisin seçtiği değerlerden oluşur. Bu değerler ürünün ya da sürecin tasarım spesifikasyonlarını belirler. Tasarım parametre matrisinin sütunları tasarım parametrelerini, satırları ise test değerlerinin farklı bileşimlerini ifade eder. Gürültü faktörleri ürünün performans karakteristiklerinin hedef değerlerden sapmasına neden olan değişkenlerdir. Gürültü faktörleri matrisi gürültü faktörlerinin test değerlerini belirler. Bu matrisin sütunu ise gürültü faktörlerini, satırları ise gürültü düzeylerinin değişik bileşimlerini ifade eder. Deneyin tamamı tasarım parametreleri ile gürültü faktörleri matrisinin bileşiminden oluşur. Her deneyde tasarım parametreleri matrisi gürültü faktörleri matrisinin tüm satırlarıyla karşılaştırılır. Böylece yukarıdaki örneği ele alırsak her deneyde dört

deneme bulunmaktadır ve bunların her biriyle gürültü faktörleri matrisindeki gürültü düzeylerinin bir bileşimi oluşturulur. Performans karakteristikleri dokuz deneyin her bir dört denemesi için tek tek değerlendirilir.

Taguchi tasarım parametreleri ve gürültü faktörleri matrisini oluşturmak için ortogonal dizinin (Orthogonal Arrays) kullanılmasını önermektedir. Ortogonal dizin tasarım parametrelerinin değişik sayıdaki değerlerinin belirlenmesini sağlar. Ayrıca karşılıklı olarak çift dengeleme özelliği nedeniyle deneme sayılarını minimize eder. (Kackar, 1985: 185) Örneğin otomobil direksiyonunun geliştirilmesinde mühendisler bu ürünün performansını etkileyen 13 adet kritik tasarım değişkenini belirlemişlerdir. Bu örnekte mühendislerin her bir değişken için karşılaştırma amacıyla standart, düşük ve yüksek değer belirlemeleri durumunda, 1.594.323 adet deney alternatifi söz konusu olacaktı. Ancak Taguchi her seferinde tek bir değişken yerine, ortogonal dizini kullanarak bu deney sayısını 27'ye düşürülmüştür. Böylece deneyleri yaparken bazı faktörleri aynı anda değiştirme yoluna gitmiştir. Böylece faktörlerin ortalama etkilerini belirlemede az sayıda deney yeterli olmaktadır. Direksiyon örneğinde yaklaşık 1,5 milyon deney yerine sadece 27 deney yeterli olmuştur (Taguchi and Clausing, 1990: 72).

Performans karakteristiklerinin yukarıdaki şekildeki gibi sürekli olması durumunda performans istatistiği adı verilen bir ölçütü hesaplamak için tasarım parametreleri matrisinin her bir deneyinden elde edilen çoklu gözlemler kullanılır. Hesaplanan performans istatistik değerleri tasarım parametrelerinin değerlerine ilişkin daha iyi tahminlerin elde edilmesinde kullanılır. Taguchi performans istatistiği ölçütü olarak sinyal-gürültü oranının kullanmasının gerekliliğini de ileri sürmüştür. (Byrne and Taguchi, 1987: 23)

Sinyal, ürünün (ya da unsurlarının veya alt montajın) bize vermeye çalıştığı şeydir. Gürültü ise sinyali olumsuz olarak etkileyen müdahalelerdir. Bunlar bazen ürünün bünyesinde yer alan unsurlardan ya da dışarıdan gelen müdahalelerdir.

Sinyal/Gürültü oranı belirlenen kontrol faktörleri düzeyinde fonksiyonun robust'lığını değerlendirir. Parametre tasarımının amacı kayıpları azaltarak robust'lığı arttırmaktır. Bu oran aynı zamanda hedef performans civarındaki varyansı da ölçer. S/N oranı varyansa neden olan kontrol edilemeyen faktörlerin mevcut olması durumunda performansın istikrar ve güvenilirliğini ölçer. (S. Taguchi, 1995: 27-33) Taguchi yetmişten fazla sinyal-gürültü oranı geliştirmiştir. Bunlardan geniş ölçüde uygulanan ve jenerik hale gelen üç tane sinyal-gürültü oranı aşağıda verilmektedir. (Barker, 1986: 35)

Tip N : Hedef değer en iyi (ürün boyutları, elektrik voltajı vb.)

$$S/N = 10 \log (Y^2 / N^2)$$

Burada ,

Y : Y değerlerinin (performans karakteristiklerinin değerlerinin) ortalaması

S : Y değerlerinin standart sapmasıdır.

Tip S : En küçük en iyi (gürültü, zararlı maddeler, kirlenme vb.)

$$S/N = - 10 \log (\Sigma Y^2 / n)$$

Tip B : En büyük en iyi (güç, mukavemet vb.)

$$S/N = - 10 \log [\Sigma (1 / Y^2) / n]$$

Bu üç tür problemde de amaç sinyal-gürültü oranını maksimize etmektir. Bunların maksimize edilmesi, bir yandan sinyali arttırırken, diğer yandan da varyansı azaltmaktadır. Parametre-tasarım deneyi fiziksel deneyler ya da bilgisayar simülasyon deneyleri aracılığıyla gerçekleştirilebilir.

2.8 İstatistik Süreç Kontrolü/Kontrol Planları

Bilgiye ulaşmanın çok çabuk ve kolay gerçekleştiği, müşteri beklentilerinin sürekli arttığı ve teknolojinin süratle ilerlediği bir dönemdeyiz. Bu şartlarda işletmelerin ticari piyasada rekabet edebilmeleri gitgide zorlaşmaktadır. Ayakta kalmak için, hızlı, verimli ve kaliteli üretimden başka çare gözükmemektedir.

Ancak bu üç unsurun aynı anda elde edilmesi çok zordur. Zira üretimi hızlandırmak genellikle hata oranını yükseltir. Kalite standartlarına bağlı olarak belirlenen toleransların daralması ise verimin düşmesine yol açar; şart koşulan kalite

gerekliliklerini sağlamayan mamullerin miktarı artar. Bu uygunsuz mamuller de ya yeniden işleme tabi tutulur veya hurdaya ayrılır. Her iki durum da malzeme, işgücü ve zaman kaybı demektir.

Bu birbirleriyle çakışıyor gibi görünen hedeflere ulaşabilmek ve uygun olmayan ürün oranını düşürebilmek, bunu yaparken de belli kalite maliyetlerini aşmamak, geçmişte kullanılan geleneksel Kalite Kontrol teknikleriyle pek mümkün değildir. Zira bitmiş ürünün kalitesinin kontrolü, istenen kalite standardının doğrulanmasını sağlarsa da pahalı ve verimsizdir. Bu nedenle günümüzdeki Kalite Yönetimi felsefesi, ürünün kavram olarak ortaya çıkışından kullanım ömrünün sona ermesine kadar geçen tüm evrelerinin izlenmesine dayanmaktadır (“Life Cycle Approach”).

Süreç Kontrolü adı verilen bu yöntemde, tüm süreç boyunca :

- Hedef kaliteden sapmalar ve uygunsuzluklar tespit edilir.
- Uygunsuzluğa yol açan gerçek sebepler ortaya çıkarılır.
- Buna bağlı olarak belirlenen düzeltici/önleyici faaliyetler uygulanır.

Hataların görünür belirtileri (semptomlar) ile kökeninde yatan sebepler genellikle çok farklı olduklarından, uygun “tedaviye” başlanabilmesi için iyi bir “teşhis” kaçınılmazdır. Verimin artırılması için hayati önem taşıyan doğru teşhise varabilmek için ise, objektif verilerin kullanıldığı, bilimsel temellere dayanan yöntemlerden faydalanmak gerekir.

İstatistiksel yöntemler bu kriterleri sağladıklarından, süreç kontrolü mekanizmasında yaygın kabul görmektedirler. Burada da İstatistiksel Süreç Kontrolü yöntemi ve bu yöntemin, üretim aşamalarında ürün kalitesinin yükseltilmesi amaçlı kullanım tekniklerine değinilecektir. İstatistik yöntemlerin kullanıldığı diğer bir alan olan “Örnekleme ile Kalite Kontrol”, yani üretim sonrası parti içinden rastgele alınan numunelere göre kabul/ret kararı verme metodu ise bu yazının kapsamı haricindedir. Bu konunun kapsamında olan örnekleme, muayene metotları, numune alma planları

ve Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi (AQL) hakkında bilgi edinmek için TS 2756 standardına başvurulabilir.

Üretim Süreçlerinin Kontrolünde İstatistiksel Yöntemlerin Rolü

Uygunsuzluğun Oluşumu

Uygunsuzluk, (bir ürün veya hizmete ait) karakteristiklerin; sözleşme, spesifikasyon veya onaylanmış diğer bir tanımda belirtilen gereksinimleri sağlamaması durumudur. Uygunsuzluk, seri üretimin var olduğu her yerde karşılaşılan bir problemdir. Çünkü kalite karakteristikleri daima üründen ürüne farklılık gösterir. Aynı malzemenin kullanıldığı, aynı üretim proseslerinin geçerli olduğu ve aynı kişi/cihazların kullanıldığı bir seri üretimde elde edilen çıktılar dahi hiçbir zaman birbirinin aynı olmayacaktır. Zira aynı veya değişmez görülen tüm bu girdiler ve araçlar, bünyelerinde küçük veya büyük farklılıklar barındırırlar.

İşte bu gibi tüm etmenler ürün/hizmet kalitesine etki ederek çıktı özellikleri üzerinde değişkenlik meydana getirirler. Bu değişkenlik (varyasyon), her seri üretimin doğal bir sonucudur.

Ürünün uygun veya uygunsuz olma durumunu (ya da uygunsuzluk oranını) belirleyen ise kabul kriterleridir. Kabul kriterleri genellikle müşteri tarafından belirlenirler ve belli bir ürün/hizmetin kabul edilebilir olması için taşınması gereken asgari şartları tanımlarlar. Bu tanım aralığı ne kadar dar tutulursa, ürün kalitesindeki varyasyon sonucunda bu aralığın dışına çıkarak uygunsuzluğuna karar verilen ürünlerin oranı da o kadar yüksek çıkacaktır. Kabul aralığını değiştirmek mümkün olmadığından verimi yükseltmek için geriye kalan tek yol, değişkenliği azaltmaktır.

Her türlü ürün veya hizmet için geçerli bir altın kural olan “değişkenliğin azaltılması” ise ancak, o ürün/hizmeti ortaya çıkarmak için kullanılan tüm proseslerin analizi ile mümkündür; zira herhangi bir prosesin kalitesindeki değişim, o prosese etki eden tüm faktörlere ait değişkenliklerin bileşimidir.

Proses Analizi ve Sebebin Tanımlanması

Ürün/hizmetin türü ve kullanılan prosesin çeşidi ne olursa olsun, değişkenliğe yol açan sebepler çok da farklılık göstermezler. Kalite karakteristiklerine etki edebilecek faktörler teoride sayılamayacak kadar çok da olsalar, pratikte karşılaşılan ana etmenler altı grupta toplanabilir. Bunlar aşağıdaki gibidir.

- Malzeme (Hammadde)
- Makine
- Üretim Metodu
- İşgücü
- Çevre (Ortam) Şartları
- Muayene ve Deneyler

Burada sonuncu faktör olarak zikredilen “Muayene ve Deneyler” aslında ürün kalitesi üzerinde değişkenliğe yol açmazlar; ancak muayene ve deneyde kullanılan test/ölçüm cihazlarının kalibrasyonuna ve muayene/deneyi yapan kişinin algılamasına bağlı olarak değerlendirme sonucuna etki ederler. Örneğin belli bir muayene komisyonu tarafından uygun olarak kabul edilen bir ürün, belki başka bir komisyonca uygunsuz bulunabilir.

Etkin bir problem çözme süreci, aşağıdaki adımları içerir:

- Tanım; sorun tanımlanır.
- Gözlem; sorunun karakteristik özellikleri (semptomlar) gözlemlenir.
- Analiz; hayati sebepler ortaya çıkarılır.
- Aksiyon; sebeplerin ortadan kaldırılmasına yönelik faaliyet başlatılır.
- Doğrulama; faaliyetin, hedeflenen çözüm için uygunluğu denetlenir.
- Standartlaştırma; sebeplerin tekrarını önleyici tedbirler alınır.
- Gözden geçirme; sebep-sonuç ilişkileri ve uzun vadeli önlemler irdelenir.

Süreç kontrolünde Gözlem – Analiz – Aksiyon - Doğrulama çevriminin başarısı, ancak döngüdeki tüm işlemlerin doğru olmasıyla mümkündür; ancak yine de bu adımların en kritiği Analiz aşamasıdır. Çünkü sebeplerin teşhisinde yapılacak

bir hata, düzeltici önlemin de yanlışlığına yol açacak ve zincirleme etkileşim sonucunda prosesin kalitesi daha da düşecektir.

Tanının ortaya konmasında, prosesin geçmişi ve tanıyı koyanın tecrübesi hiç şüphesiz inkar edilemez. Bazen sezgiler de bu konuda yol gösterici olabilir. Ancak prosesin uygulamaya yeni konmuş olması, ortaya çıkan uygunsuzlukların daha önce görülmemiş olması gibi olağanüstü durumlarda da doğru sebebe ulaşabilmek ve kişi/prosesten bağımsızlığı sağlamak için objektif yöntemlere başvurmak gerekir. İstatistiksel yöntemler, kalite gerekliliklerinin karşılanması ve proses veriminin yükseltilmesinde vazgeçilmez öneme sahiptir. Ne var ki başarıya ulaşmada etken unsur, bu yöntemlerin bilinmesinden ziyade doğru bir şekilde kullanılmasıdır. Ancak bu sayede Deming'in ifade ettiği Sürekli İyileştirme felsefesi yakalanmış olur.

Veri Toplama Teknikleri

İstatistiğin temeli veriye dayandığına göre, veri toplama da istatistiğe dayalı kontrol için kritik öneme sahiptir. Bu konuda dikkat edilmesi gerekli konular şu başlıklar altında toplanabilir:

- Hedefler Net ve Açık Tanımlanmalıdır. Veri toplanmadan önce, bu verinin ne işe yarayacağı ve hangi amaçlar doğrultusunda kullanılacağı belirlenmelidir. Bunun için de kontrol edilecek süreçlerin önceden belirlenmiş olması şarttır. Kalitede veri toplamanın amaçları aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.
 - Üretim sürecinin gözlenmesi ve denetimi (Sürekli İyileştirmeye yönelik)
 - Uygunsuzluk analizi
 - Muayene/deney
- Ölçümlerin güvenilirliği sağlanmalıdır. Ölçüm cihazlarının kalibrasyonu, ölçüm aralığı, çevre şartları ve nesnellik gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Ayrıca OT-VT (Otomatik Tanıma / Veri Toplama) tekniklerinin kullanılması, veri toplarken oluşacak hız kaybı ve kişiye bağlı hataların önüne geçecektir.

- Tüm bunlardan sonra toplanan verilerin, kullanılacak istatistik yöntemine uygun olarak kaydedilmesi ve sonraki işlemleri kolaylaştıracak şekilde bir araya getirilmesi gerekir. Verilerin alındığı tarih/saat, veriyi kaydeden şahıs, üretimin yapıldığı donanım ve üreten kişi, üretilen parti (lot) gibi kritik bilgiler, mutlaka veriyle birlikte işlenmelidir. Ayrıca verinin görsel olarak analizini çabuklaştıracak şekilde düzenlenmesi de (örneğin çetele tablosu tutulması) hataların daha çabuk tespitini sağlar.

Veri Analizi

Toplanan verilerin analizinde 7 temel metot yaygın olarak kullanılmaktadır:

- Çetele Tablosu
- Pareto Analizi
- Sebep-Sonuç Diyagramı
- Serpilme Diyagramı + Regresyon Analizi
- Histogram + Proses Yeterlilik Analizi
- Proses Kontrol Çizelgeleri
- Sınıflandırma

Kaoru Ishikawa, kaliteye ilişkin problemlerin % 95'inin bu 7 temel istatistiksel teknikle çözümlenebileceğini söylemektedir. Geriye kalan % 5 için ise ileri seviye yöntemlerin uygulanması gerekmektedir (Tasarlanmış Deneyler, Çoklu Regresyon Analizleri, Yöneylem Araştırmaları).

Çetele Tablosu

Çetele Tablosu, veriyi toplarken kullanılan bir metot olup, veriye ait istatistik özelliklerin anında görülebilmeye olanak sağlar.

Şekil 2.4: Üretim Sürecindeki Dağılımı Gösterir Çetele Tablosu

	Deviation	Checks				Frequency
		5	10	15	20	
	-10					
	-9					
Specification	-8					
	-7					
	-6					
	-5	X				1
	-4	X	X			2
	-3	X	X	X		4
	-2	X	X	X	X	6
	-1	X	X	X	X	9
8.300	0	X	X	X	X	11
	1	X	X	X		8
	2	X	X			7
	3	X				3
	4	X				2
	5	X				1
	6	X				1
	7					
Specification	8					
	9					
	10					
					Total	55

Üretim Sürecindeki Dağılımı Gösterir Çetele Tablosu

Şekilde, ürünün seçilen karakteristik özelliğine ait ölçümler alınmış ve hedef değerden sapmasına göre çeteleye işlenmiştir. Çeteleye bakıldığında ortalama değer, sapma aralığı, ve dağılım adetleri bir arada görülebilmektedir. Verilerin çeteleye işlenmesi, analiz metodu olarak histogramın kullanıldığı durumlarda da kolaylık sağlar. Şekil XXXX TEKİ çetele tablosunda uygunsuz malzeme, hata türüne göre ayrıştırılarak kaydedilmiştir. Bu tür bir kayıt ise Pareto Analizinde bize yardımcı olur.

Şekil 2.5: Uygunsuz Malzeme Çetele Tablosu

Check Sheet		
Product:	Date:	
Manufacturing stage: final insp.	Section:	
Type of defect: scar, incomplete crack, misshapen	Inspector's name:	
Total no. inspected: 1525	Lot no.:	
Remarks: all items inspected	Order no.:	
Type	Check	Subtotal
Surface scars	//////	17
Cracks	//////	11
Incomplete	//////	26
Misshapen	///	3
Others	////	5
	Total:	62
Total rejects	//////	42

(<http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o7s1.pdf>)

Uygunsuz Malzeme Çetele Tablosu .

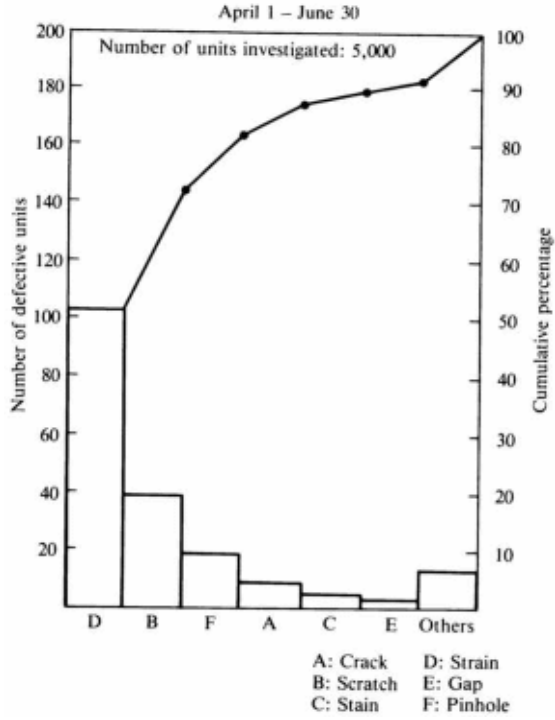
Pareto Analizi .

İtalyan ekonomi uzmanı V. Pareto, 1897 yılında, gelir dağılımının eşit olmadığını gösteren bir formül geliştirmiştir. Benzer bir teori 1907'de Amerikan iktisatçısı M.C. Lorenz tarafından da grafik olarak ortaya konmuştur. Her iki meslektaş, gelirin çok büyük bir diliminin, küçük bir azınlık tarafından sahiplenildiğine dikkat çekmişlerdir. Hatta bu oran 20/80 olarak açıklanmış; yani gelirlerin % 80'inin, % 20'lik bir gruba ait olduğunu iddia etmişlerdir. Bu hipotezi Dr. J.M. Juran, Kalite Kontrol alanına uygulayarak problemlerin sınıflandırılmasında "hayati azınlık" ve "önemsiz çoğunluk" kavramlarını getirmiştir. "Hayati azınlık" (vital few), sayıca az, fakat önemce büyük etmenlerden oluşur. "Önemsiz çoğunluk"

(trivial many) ise sayıca çok olmalarına rağmen etkileri fazla olmayan faktörleri barındırır. Juran, hayatın geneline uygulanabilecek bu kurala Pareto Prensibi adını vermiştir. Bu prensibe göre uygunsuzlukların çok büyük bölümü belli birkaç sebebe dayanmakta ve bu sebeplerin tespiti, sorunların giderilmesinde kilit rol oynamaktadır.

- Pareto Analizinde aşağıdaki işlem sırası takip edilir.
- İncelenecek problemlerin cinsi, toplanacak bilgiler ve bunların sınıflandırma şekli belirlenir. Bilgi toplama metodu ve süresine karar verilir.
- Veriler, problem tiplerine göre sınıflandırılmış bir çetele tablosu üzerine işlenir. Her sınıfa ait toplam ve yüzdeleri belirtilir. Seçilmiş sınıfların dışında kalan problemler, en son grup olarak “diğerleri” hanesine işlenir.
- Dikey eksenin toplam ve yüzdelerini, yatay eksenin de grupları gösterdiği bir çubuk diyagramı oluşturulur.
- İlk çubuğun sağ üst köşesinden başlayarak kümülatif toplam ve yüzdeleri gösteren Pareto eğrisi çizilir.

Şekil 2.6: Pareto Diyagramı Örneği



(<http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o7s1.pdf>)

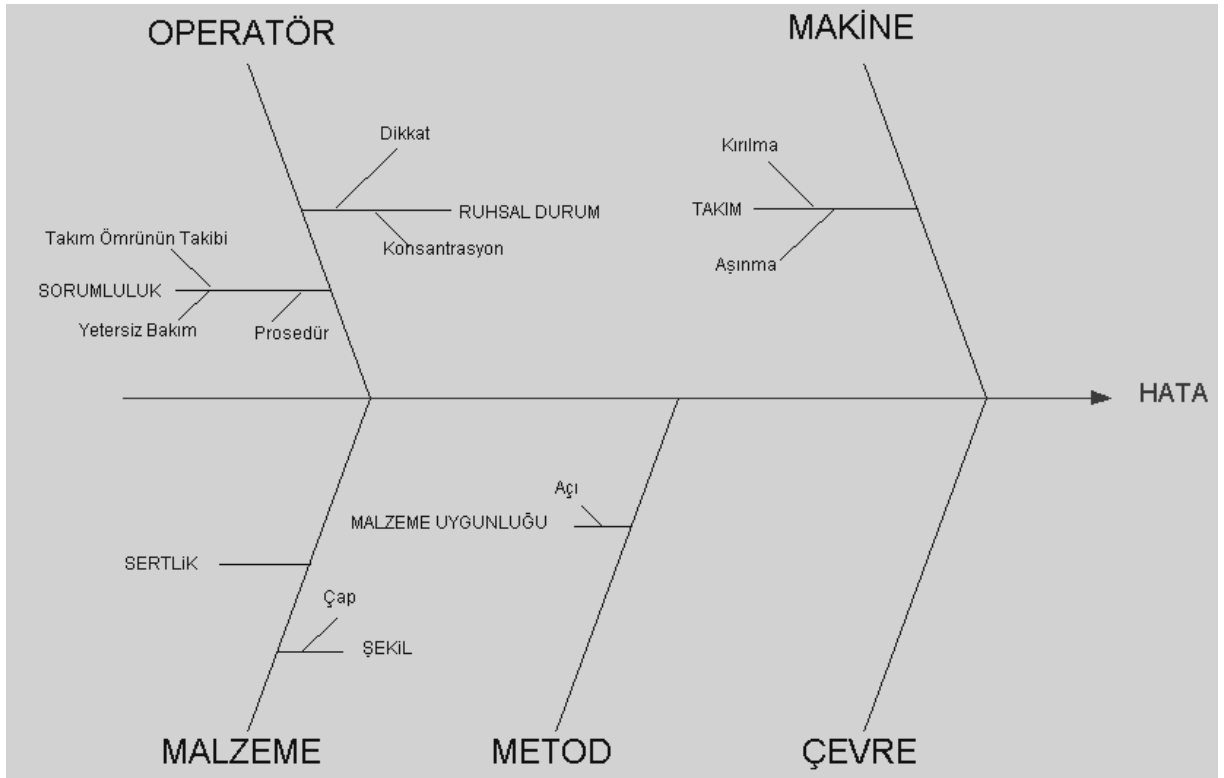
Asıl amacı hayati problemleri ve sebeplerini ortaya çıkarmak olan Pareto Analizinde aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir .

- Değişik sınıflandırmalara gidip farklı Pareto diyagramları denenmelidir.
- “Diğerleri” sınıfının yüzdesi küçük olmalıdır. Aksi takdirde sınıflandırmanın düzgün yapılmadığı anlaşılır.
- Verilere mali anlamlar yükleyerek dikey eksene bu değerleri taşımak daha isabetli sonuçlar verir.
- Herhangi bir problem etkisi küçük de olsa eğer çabuk ve kolayca çözüme kavuşturulabiliyorsa, öncelik ona tahsis edilmelidir.
- Semptomlara dayalı olarak yapılacak bir analizin ardından, sebepleri araştıran bir analiz mutlaka hazırlanmalıdır. Semptomlar; kalite uygunsuzluğu (tamir, yeniden işlem, hurda, iade vs.), maliyet, sevkiyat veya emniyet ile ilgili görünen sorunlardır. Sebepler ise, işletmen, teçhizat, hammadde veya yöntemler olabilir.

Sebeup-Sonuç Diyagramı

İstatistiksel yöntemler kullanarak sonuçlardan hareketle sebeplere ulaşabildiğine göre, sonuçlarla bunları doğuran sebepler arasındaki çapraşık ilişkinin ortaya çıkarılması ve görsel olarak masaya konması gerekmektedir. Bunu ise en kolay olarak Sebeup-Sonuç Diyagramları ile yapılabilir.

İlk defa 1953 yılında Kaoru Ishikawa tarafından kullanılan bu metot, daha sonra Japonya’da büyük ilgi görmüş ve Japon Endüstri Standartları (JIS) Kalite Kontrol terminolojisine dahil edilmiştir. Orada geçen tanımıyla Sebeup-Sonuç Diyagramı, “kalite karakteristikleriyle etmenler arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram”dır. “Balık kılıçığı diyagramı” olarak da bilinen bu diyagram, omurgasını ilgili kalite karakteristiğinin (sonuç) oluşturduğu, sebeplerin ise önemine göre (ana sebep / tali sebep) kılıçıkları teşkil ettiği bir gösterim metodudur .



Şekil 2.7:Sebeup-Sonuç Diyagramı Örneği

Omurganın sağına yazılmalıdır. Daha sonra birinci derecede etki eden faktörler büyük kılçıklarla, onlara bağlı ikincil etkenler de küçük kılçıklarla gösterilir. Tüm olası sebepleri ortaya dökülebilmek için genellikle geniş katılımlı “beyin fırtınası” toplantıları düzenlenir. Diyagramın oluşturulmasında şu hususlara dikkat edilmelidir;

- Tüm sebeplerin aktarılabilmesi için her kesimin görüşü alınmalıdır.
- Karakteristik somut olarak tanımlanmalı ve ölçülebilir olmalıdır.
- Her karakteristik için ayrı bir diyagram hazırlanmalıdır.
- Etkenler çözülebilir nitelikte olmalıdır.
- Sebeplerin önemini tayin ederken objektif davranmalıdır.
- Zaman içinde diyagramın güncelleştirilmesi gerekir.

Pareto Analizi ve Balık Kılçığı Diyagramının birlikte kullanılması, genellikle pratikte tercih edilen metottur. Önce “hayati” karakteristikler Pareto Analizi kullanılarak keşfedilir. Daha sonra ise Sebep-Sonuç Diyagramı ile bu karakteristiğe etki eden faktörler açığa çıkarılır. Bu faktörlerin düzeltilmesi ile problemin % 95 oranında çözümlenmesi mümkün olabilmektedir.

Serpilme Diyagramları

Sebep-sonuç arasındaki ilişkinin kurulmasında değişkenler arasındaki bağıntının doğru biçimde ortaya konabilmesi çok önemlidir. Zira bir prosesi kontrol ederken hangi parametreyle ne şekilde oynanması gerektiği bilinmelidir. Aksi takdirde durum daha da kötüleşip işin içinden çıkılmaz hale gelebilir.

Bu aşamada serpilme diyagramları kullanılır. Kalite iyileştirmesinde kullanılan serpilme diyagramlarının sağladığı yararlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Bir kalite karakteristiği ile ona etki eden faktör arasındaki bağıntıyı (korelasyon) bulmaya yardımcı olur.
- Birbirine bağımlı iki kalite karakteristiği arasındaki bağıntıyı (korelasyon) bulmaya yardımcı olur.

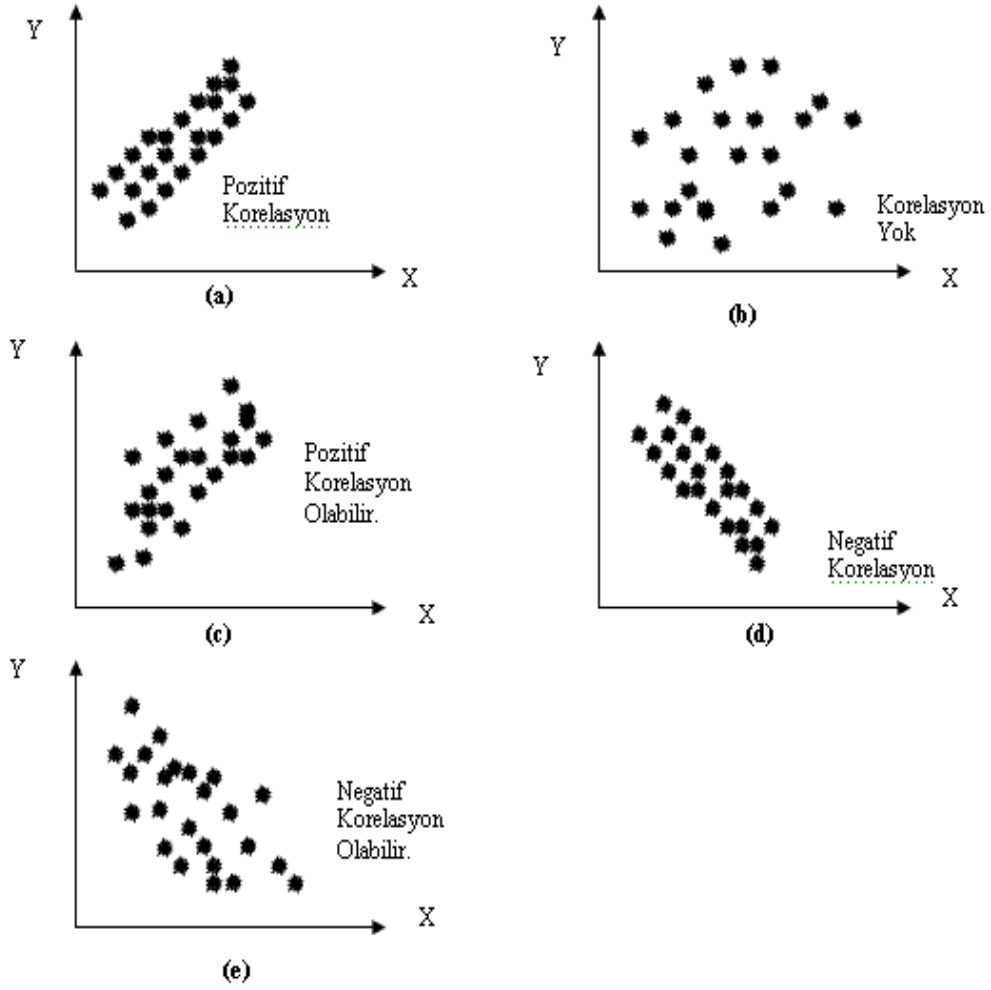
- Bir kalite karakteristiğini etkileyen birbiriyle ilişkili iki faktör arasındaki bağıntıyı (korelasyon) bulmaya yardımcı olur.

Bir serpilme diyagramı şu adımlara uyularak hazırlanmalıdır :

- Bağıntısı incelenecek değişkenler, (x,y) veri çiftleri halinde bir tabloya kaydedilmelidir.
- En az 30 değer çifti alınması tavsiye edilir.
- Değerlerin alt ve üst sınırları tespit edilerek diyagram x,y eksenleri oluşturulur.
- Alışıl gelmiş uygulamada x eksenini bağımsız değişkeni (etki eden faktör), y eksenini bağımlı değişkeni (kalite karakteristiği) temsil eder.
- (x,y) veri çiftleri diyagrama noktalar halinde işaretlenir.

Bu şekilde hazırlanmış bir diyagram Şekil 2.6 da gösterilmektedir.

Şekil 2.8: Serpilme Diyagramı Örnekleri



(SINIKSARAN, Enis; "İstatistiksel Yöntemler",
Sigma Yayınları, İstanbul, 2000, s.382.)

İşin en kritik noktası, elde edilen diyagramın doğru bir biçimde yorumlanabilmesidir.

Serpilme analizinde, önce ana öbek dışına düşen noktaların varlığına bakılır. Bu noktalar genelde ölçüm hatasından veya doğal değişkenlikten kaynaklanırlar. Bu noktalar göz önüne alınmaksızın ana öbeğin şekline bakılır. Serpilme Diyagramı ile belli bir bağıntının varlığı ortaya konduktan sonra, sıra bu ilişkinin formüle edilmesine gelir. Bunun için Regresyon Analizi adı verilen bir yöntem kullanılır. Bu yöntemde, korelasyonun doğrusal (1. derece) olduğu varsayılarak, diyagramdaki

noktalara en yakın geçen bir doğru oturtulur. Bu Regresyon Doğrusunun genel denklemi şu ifadeyle belirtilebilir :

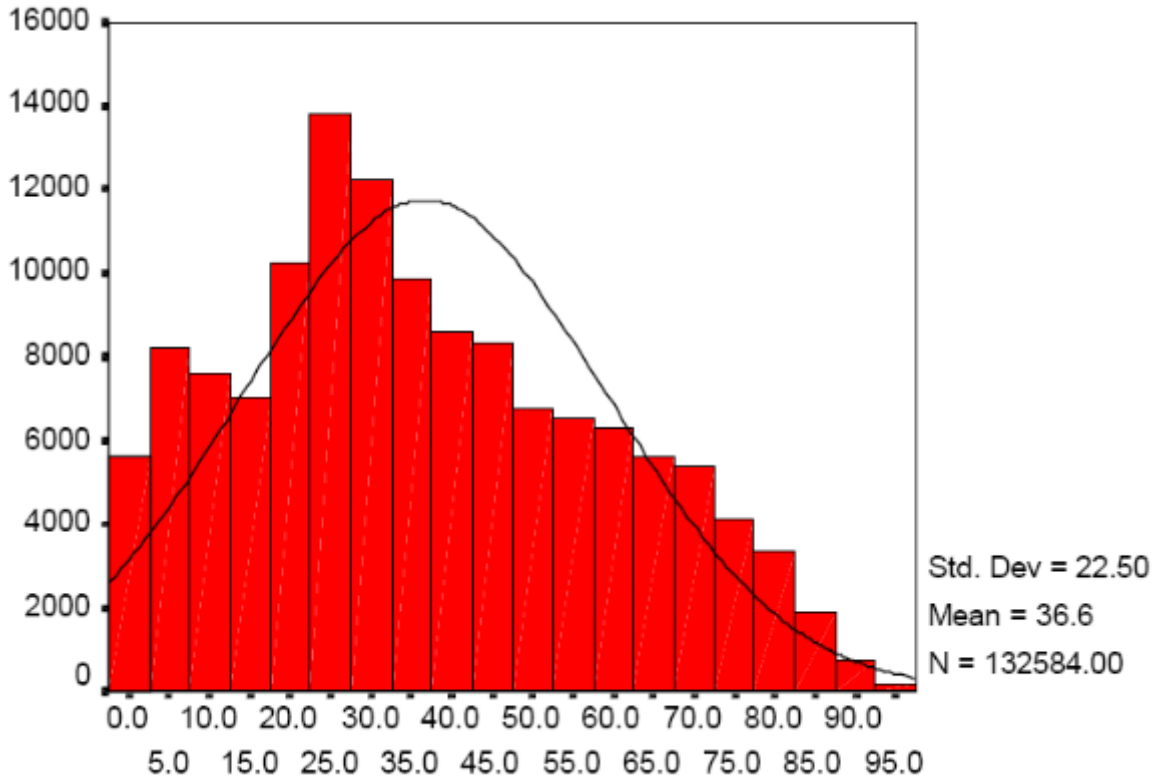
$$y = \alpha + \beta x$$

Bu denklemde α regresyon sabiti, β ise regresyon katsayısı olarak isimlendirilirler. Regresyon Analizinde denklem oluşturulurken, öbeğin dağılma karakteristiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Histogram

Histogram, belli bir veri kümesinin sıklık diyagramı halinde gösterilmesi olarak ifade edilebilir. Çetele tablosu örneğindeki verilerin, bir çubuk diyagramı haline getirildiği farz edilirse, elde edilecek olan şekil, büyük ihtimalle bir normal dağılım eğrisi olacaktır.

Şekil 2.9: Histogram Örneği



Bir Histogram Örneği

Şekildeki çubukların tepe noktalarını birleştirdiğimizde (kesikli çizgi) bu örnek kümeye ilişkin dağılım eğrisini elde ederiz. Örnek adedini sonsuza kadar artırdığımızda ise eğri düzgünleşerek Şekil 2.8'deki “normal dağılım eğrisi” ortaya çıkacaktır. “Çan eğrisi” veya “Gauss eğrisi” olarak da adlandırılan bu eğri bize Genel Değişkenliğin sebep olduğu dağılımı göstermektedir.

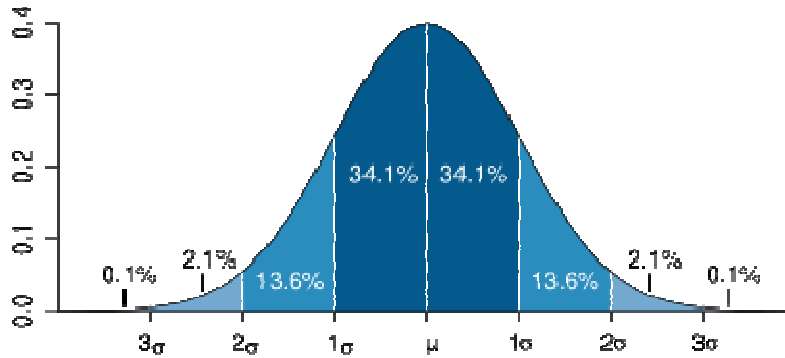
Genel Değişkenlik, her türlü sürecin doğal ve vazgeçilmez sonucu olup, şu özelliklere sahiptir:

- Tamamen rassaldır (random).
- Dağılımın alt ve üst sınırları tahmin edilebilir.
- Yapısaldir; yani bizzat sistemden kaynaklanır ve bu nedenle çözüm, idari seviyede verilecek kararlara bağılıdır (örneğin ölçüm hassasiyetinin yükseltilmesi, donanım toleranslarının azaltılması).

Bunun dışında ortaya çıkabilecek özel değişkenlikler olabilir ve şu nitelikleri sağlarlar,

- Belli bir sebebe dayalı olduklarından, karakteristiğın değerini sabit bir yöne çekerler (sac kalınlığının düşmesi gibi).
- Öngörülebilir alt/üst limitleri yoktur.
- Çözümü teknik seviyededir.
-

Şekil 2.10: Normal Dağılım Eğrisi



(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Standard_deviation_diagram_micro.svg)

Koyu mavi ortalamadan bir standart sapma daha küçüktür. Bir normal dağılım için bu (koyu mavi) eğrinin altında kalan alan, toplam alanın %68'ini kapsar. Ortalamadan iki standart sapma aralığında noktalar için eğrinin altında kalan alan (açık, orta ve koyu mavi alan) toplam alanın %99.7'sini kapsar.

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[x-\mu]^2}{2\sigma^2}}$$

f(x)=

Bu eğride iki parametre vardır: Ortalama değer (μ) ve standart sapma (σ). Ortalama değer, şekilden de görüldüğü gibi sıklığın en yüksek olduğu noktadır. Standart sapma ise dağılımın genişliğini belirten bir değer olup, ortalamanın her iki yanındaki bir bandın genişliğini verir. Bu σ bandının içinde bütün örneklerin % 68.3'ü bulunmaktadır. Benzer şekilde 2σ bandı tüm örneklerin % 95.4'ünü, 3σ bandı ise % 99.7'sini içine almaktadır (Şekil 11). Bir başka deyişle herhangi bir örneğin, 3σ bandının dışında kalma olasılığı yalnız 0.003'tür. μ ve σ değerleri, aşağıdaki formüller ile hesaplanabilir.

$$\mu = \sum xP(x)$$

$$\mu = \int x f(x) dx$$

$$\sigma^2 = \sum (x - \mu)^2 P(x)$$

$$\sigma^2 = \int (x - \mu)^2 f(x) dx$$

Bir üretim sürecine etki eden birçok parametre olduğuna göre süreçteki toplam standart sapma, her bir parametrenin neden olduğu standart sapmanın bileşkesidir :

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2$$

Üretilen mamullerin karakteristikleri ölçülüp, (μ, σ) çiftine bakılarak bir sürecin, belli bir üretim için yeterli olup olmadığına karar verilebilir. Proses Yeterlilik Analizi olarak bilinen bu yöntemde, sürecin doğal dağılımıyla nihai ürün

için istenen kabul kriterleri karşılaştırılır. Genel kural, kabul kriteri olarak seçilen alt/üst limit aralığının (SU-SL), 6σ değerinden büyük olmasıdır; zira bu durumda $(\mu \pm 3\sigma)$ ürün verimi % 99.7 olacaktır. $(SU-SL) / 6\sigma$, Süreç Yeterlilik Katsayısı (CP) olarak adlandırılır. $CP < 1$, sürecin yetersiz olduğunu gösterir. Uzun vadede $CP > 1$ yeterli ise de geçmişi uzun olmayan süreçler için $CP > 1.33$ olması tercih edilir. Eğer kabul kriteri olarak sadece üst veya sadece alt limit belirlenmişse, bu durumda $C = (SU - \mu) / 3\sigma$ (üst limit mevcut) veya $C = (\mu - SL) / 3\sigma$ (alt limit mevcut) kabul edilecektir. Hem alt ve hem de üst limit verilen süreçlerde Proses Yeterlilik Katsayısı haricinde, dağılımın simetrik olmasına ve alt/üst limit aralığının ortasına düşmesine dikkat edilmelidir. Proses Yeterlilik Analizinin sonucuna güvenebilmek için, en az 50 örnek alınmış olması tavsiye edilir.

Proses Kontrol Çizelgeleri

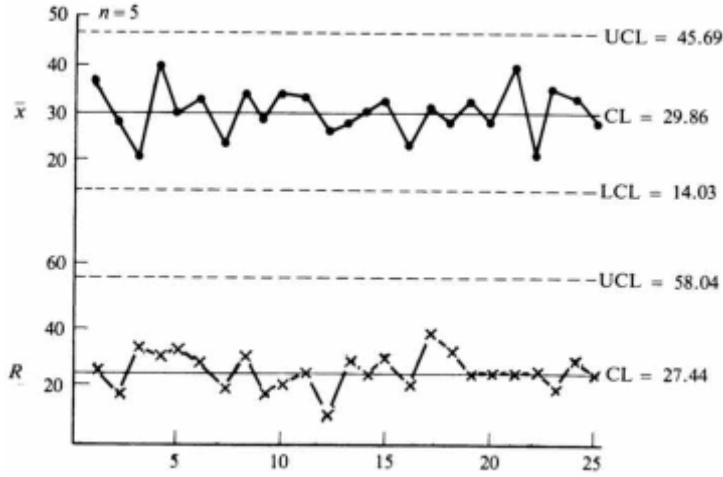
Kontrol Çizelgesi kavramı, ilk olarak 1924 yılında Bell Telephone Laboratories elemanlarından W.A. Shewhart tarafından geliştirilmiştir. Kontrol çizelgesinin amacı, genel değişkenlik faktörlerini özel değişkenlik etmenlerinden ayırarak süreçteki anormal değişimlerin önüne geçmektir.

Bir proses kontrol çizelgesi genel olarak, bir merkezi hat ile bunun altına ve üstüne simetrik olarak çizilen kontrol limitlerinden oluşur. Merkezi hat, karakteristiğin hedef değerini; limitlerle sınırlanmış alan ise müsaade edilen kontrollü alanı gösterir. Süreç devam ettikçe elde edilen değerler çizelgeye işlenir (Şekil-2.9). Bu şekilde sürecin istatistiksel özellikleri görsel biçimde sunulmuş olur. Bu işlem süreç esnasında operatörün denetimine kolaylık sağladığı gibi, aynı zamanda çizelge değerlerinin analiziyle sürekli bir proses iyileştirmesine gidilebilir. Süreç değerlerinin kontrol limitleri dışına çıkması, süreçte özel değişkenliğin mevcut olduğunu gösterir. Bu durumda, daha önce anlatılan yöntemler kullanılarak sebeplerin araştırılması ve düzeltici/önleyici faaliyetlerin başlatılması yoluna gidilir.

Kontrol alanı genişliği olarak, daha önce histogram konusunda anlatıldığı üzere $\pm 3\sigma$ genişliği seçilir. Bu tür çizelgelere de 3σ -kontrol çizelgesi adı verilir. 3σ -

kontrol çizelgelerinde, genel değişkenliğe bağlı olarak kontrol dışına çıkma olasılığı 0.03'tür.

Şekil 2.11: Proses Kontrol Çizelgesi



Proses Kontrol Çizelgesi

Süreç Kontrolünde gözlemlenecek karakteristiğın (kontrol karakteristiği) seçiminde, şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Sürecin durumunu doğru olarak yansıtabilmelidir
- Süreç dışından etkileşim en az düzeyde olmalıdır.
- Ölçümler anında alınabilmelidir.
- Örnekleme ve ölçüm ekonomik olmalıdır.

Belli bir karakteristiğın bu şartları yerine getirmemesi durumunda, bu şartları sağlayan ve önceki karakteristik ile sıkı ilişkisi olan alternatif bir karakteristik kullanılabilir (örneğin bir silindir için kütle ölçümü pahalıysa onun yerine uzunluğun ölçülmesi). Kontrol Çizelgesi uygulamalarında, örnekler gruplar halinde alınır. Grubun kendi içinde hesaplanan ortalaması, çizelgeye örnek değeri olarak işlenir. Pratikte grup örnek adedi (n) olarak 3-5 gibi değerlerin seçilmesi uygun olur. Örneklerin gruplar halinde alınması, çizelgeyi herhangi bir değişkenliğe daha duyarlı hale getirir. Bu şekilde yapılan örneklemede her bir grubun s standart sapması, tek tek örneklerin standart sapmasına oranla daha düşüktür. ($\sigma = \sigma / \sqrt{n}$; n : gruptaki

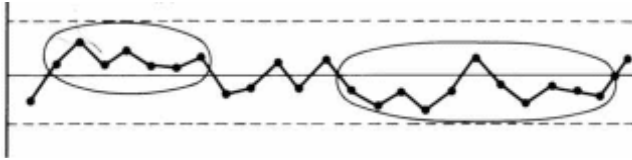
eleman adedi). Bu nedenle Alt ve Üst Kontrol Sınırlarının hesaplanmasında σ değeri kullanılmalıdır. *Grup birey n grup*

Çizelgeye dayalı kontrolde aşağıdaki şartlar bir araya geldiğinde süreç kontrol dışına çıkmış sayılır:

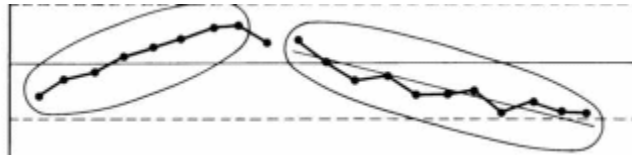
- Bir veya daha fazla noktanın sınır dışına çıkması (Şekil-2.13).
- Art arda 7 noktanın hepsinin, ortalamasının altında veya üstünde kalması (Şekil-2.14).
- Art arda her 11 noktadan 10'unun, her 14 noktadan 12'sinin veya her 20 noktadan 16'sinin ortalamasının altında veya üstünde kalması (Şekil-2.15).
- Art arda 7 noktanın artan veya azalan bir eğilim göstermesi (Şekil-2.16).
- 3σ çizgisi yakınındaki her üç noktadan ikisinin, 2σ çizgisi dışına taşması (Şekil-2.17).
- Noktaların periyodik değişim göstermesi (Şekil-2.17).
- Noktaların büyük çoğunluğunun 1.5σ aralığı içinde kalması (Şekil-).

Bu durum istenen bir özellik gibi görünse de, dağılımın normal olmadığına işaret eder. Ya limitler yanlış seçilmiştir; ya da örnek grupları hatalı oluşturulmuştur.

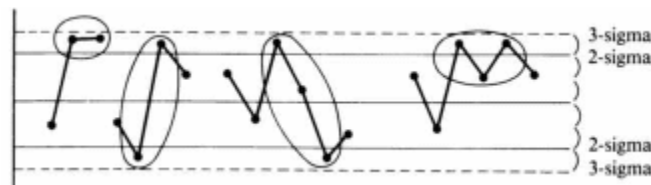
Şekil 2.12: Proses Kontrol Çizelgesi



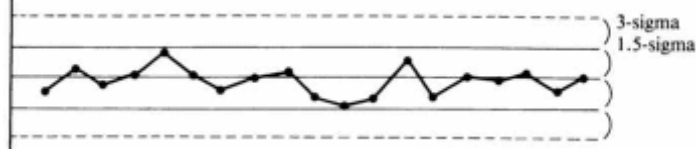
Şekil 2.13: Proses Kontrol Çizelgesi



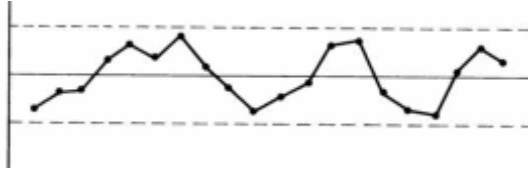
Şekil 2.14: Proses Kontrol Çizelgesi



Şekil 2.15: Proses Kontrol Çizelgesi



Şekil 2.16: Proses Kontrol Çizelgesi



Proses Kontrol Çizelgesinde Kontrol Dışı Durumlar

Görüldüğü gibi sürecin kontrol dışına çıkması ya ortalama değer in aşağı/yukarı kaymasından, ya da dağılımın büyümesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin makine ayarlarının bozulması, ortalama değer in değişmesi sonucunu doğurabilir. Makine aksamının aşınması ise toleransların artmasına ve değerlerde dağılmanın büyümesine sebep olur. Prosesin analizini kolaylaştırmak için, grup ortalama değerlerinin ve aralıkların (en büyük değer/en küçük değer) kaydedildiği iki ayrı çizelge hazırlanabilir. Bu çizelge çiftine “x-R Kontrol Çizelgesi” adı verilir.

x-R çizelgesinde ürün kalitesine ait bir karakteristik (uzunluk, ağırlık, yoğunluk vb.) sürekli olarak ölçülerek, grupların ortalama değerleri ve aralıkları kaydedilmektedir. Ancak karakteristiğin ölçülemediği, yalnızca uygun / uygunsuz kararı verilebildiği durumlarda bu çizelgenin yerine, Niteliksel Kontrol Çizelgesinden faydalanılır.

Niteliksel Kontrol çizelgelerinin, uygunsuzluğun kayıt şekline göre şu türleri kullanılmaktadır:

- np çizelgesi: Hatalı ürün adedi kaydedilir.
- p çizelgesi: Hatalı ürün yüzdesi kaydedilir.
- c çizelgesi: Toplam hata adedi işlenir.
- u çizelgesi: Ürün başına hata adedi işlenir.

Tabakalama

Tabakalama (stratification) tek başına bir analiz metodu olmayıp, her metot için kullanılabilen genel bir yaklaşımdır. Süreç kontrolünün temelinde değişkenliklerin sebebini bulmak varsa, bu sebeplerin ortaya çıkarılmasında da toplanan verinin sınıflandırılması kilit rol oynamaktadır.

Tabakalama, verinin değişkenlik kaynaklarına göre gruplara ayrılarak kaydedilmesi ve işlenmesi olarak tarif edilebilir. Örneğin, bir çorap imalathanesini ele alalım. Bu işyerinde çoraplar, değişik tezgahlarda, farklı operatörler tarafından farklı zaman dilimlerinde üretileceklerdir. Çoraptaki kaçığı uygunsuzluk olarak nitelersek, üretimdeki kaçık çorap yüzdesinin kontrolü bize proses hakkında fikir verebilir. Ancak bu oranın ani artış gösterdiği bir durumda elimizdeki grafik tek başına bir işe yaramayacaktır. Çünkü hatanın, teçhizattan mı, insandan mı, yoksa hammaddeden mi kaynaklandığı bu grafikten görülemeyecektir. Ancak veriler toplanırken; üreten tezgah no., kullanan operatör, vardiya, kumaş parti no., hatta uygun durumlarda ölçüm cihazı ve ölçüm yapan kişinin de birlikte kaydedilmesi durumunda, bu parametreler bazında analiz yapılması mümkün olur. Pareto diyagramı, histogram ya da kontrol şeması metotlarından hangisi uygulanacaksa, bunlar her parametre için ayrı ayrı düzenlenmelidir. Karmaşık durumlarda, sebep-sonuç diyagramlarına işlenen muhtemel nedenlerin her biri için ayrı bir inceleme yapmak gerekebilir.

Tabakalamanın, Serpilme Diyagramları üzerinde nasıl önemli bir rol oynadığı ise daha önceki bölümlerde anlatılmıştır.

Toleransa Göre Süreç Kontrolü

Bu teknik (pre-control), seri üretimdeki bir prosesin denetlenmesinde ve uygunsuzluğa doğru bir eğilimin önceden tespitine yöneliktir. Oldukça basit olan bu yöntemde, ürünün kabule esas karakteristikleri operatör tarafından sürekli izlenmektedir. Değerlerin limitlere yaklaşması halinde proses anında durdurulmakta

ve müdahale edilebilmektedir. Genellikle sık ayar gerektiren prosesler için düşük maliyetli bir kontrol metodudur.

Sürecin izlenmesine yönelik olarak imalat esnasında belirli aralıklarla ikişer çift örnek alınır. (A,B) çiftleri olarak adlandırılan bu ölçümler, kabul kriterlerine dayandırılan bir çizelgeye işlenir .

Kabul kriteri olarak sadece alt limit veya sadece üst limit belirtilmişse referans hattı, bu sınır ile en iyi ürünün değeri arasındaki mesafenin %75'ine oturtulur . Pratikte ölçü alma sıklığı, her iki ayar arasında 6 örnekleme yapılacak şekilde belirlenir.

<http://www.yenifrm.com/istatistiksel-proses-kontrol-t125228.html>)

Alfa riski

Yeniden ayar gerekmediği halde bu sinyalin alınması riski. Bu risk, yukarıdaki karar mekanizması dikkate alınarak hesaplandığında en kötü ihtimalle %2'dir. Yani her 50 ayardan ikisi gereksiz yere yapılmış olacaktır (biri ilk yanlış sinyalde, ikincisi ise birincide bozulan ayarı düzeltmek için !).

Beta riski

Bu ise alfa riskinin tersidir; yani yeniden ayar gerektiği halde bunun fark edilmeme olasılığıdır. İki ayar arasında 6 çift örnek alındığı durumda da bu oran %1'den küçüktür. (<http://www.frmtr.com/muhendislik-mimarlik-peyzaj-mimarligi/761928-istatistiksel-proses-kontrol.html>)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ALTI SİGMA YÖNTEMLERİNİN ARDINDAKİ KAVRAMLAR

Herhangi bir iş çevresinde çalışmak mücadele ve gayret gerektirebilir. Birçok iş hızlı adımlarla ilerler. Yapılırken yüksek miktarda enerji gerektiren işler bir kerede doğru yapılmalıdır. Bu işleri havuzun karşısına geçmekte olan bir ördeğe benzetebiliriz. Suyun yüzeyinde ördek sakince geziniyormuş gibi görünmesine rağmen suyun altında büyük bir hızla ayaklarını çırpılmaktadır. Altı sigma, proje düzeyinde daha etkin ve verimli olmayı başarmaya çalışan taktiklerdir. Altı sigma, ister bir yiyecek siparişi alma ister yiyeceği hızlı ulaştırma süreci olsun, beş kişi ya da sekiz kişinin içinde buldukları sürece bireysel olarak katkıda bulunmaya çabalayarak süreci geliştirmeye çalışmalarıdır. Proje düzeyindeki altı sigma takımına katılabilmek için 4 aydan 6 aya kadar değişebilen sürelerde eğitime katılım gereklidir. Ayrıca, çalışma zamanının yüzde yirmisi kadarını altı sigma çalışmalarına ayırmak gerekir. Bununla birlikte, altı sigma çalışmalarının yanı sıra normal, düzenli çalışmalarınızı sürdürmeli, ekstra çalışmadan şikâyet edilmemelidir. Yönetim, altı sigma çalışmalarına önemli ölçüde kaynak ayırmaktadır. Çalışanlar, altı sigmayı ekstra yapılacak bir iş olarak değil, aksine işlerini daha iyi yapabilme fırsatı olarak görmelidirler. Altı sigmayı kavramsal olarak anlayabilmek için okuldaki bilimsel içerikli dersler düşünülebilir. Bilimsel metot hakkında bir şeyler hatırlayabiliyorsanızdır. Bilimsel metot bir problem belirler, bu problemin büyüklüğünü ölçer, problemin neden var olduğunu tanımlar ve bu problemin aşılması için çözümler kümesi ortaya koyar.

Uygulamaya konan altı sigma teknik ve araçları bilimsel bir metot ile ilgilidir. Şekil x bilimsel metot ile ilgili olan altı sigma dilinin adımlarını göstermektedir.

Altı Sigmanın 5 adımı

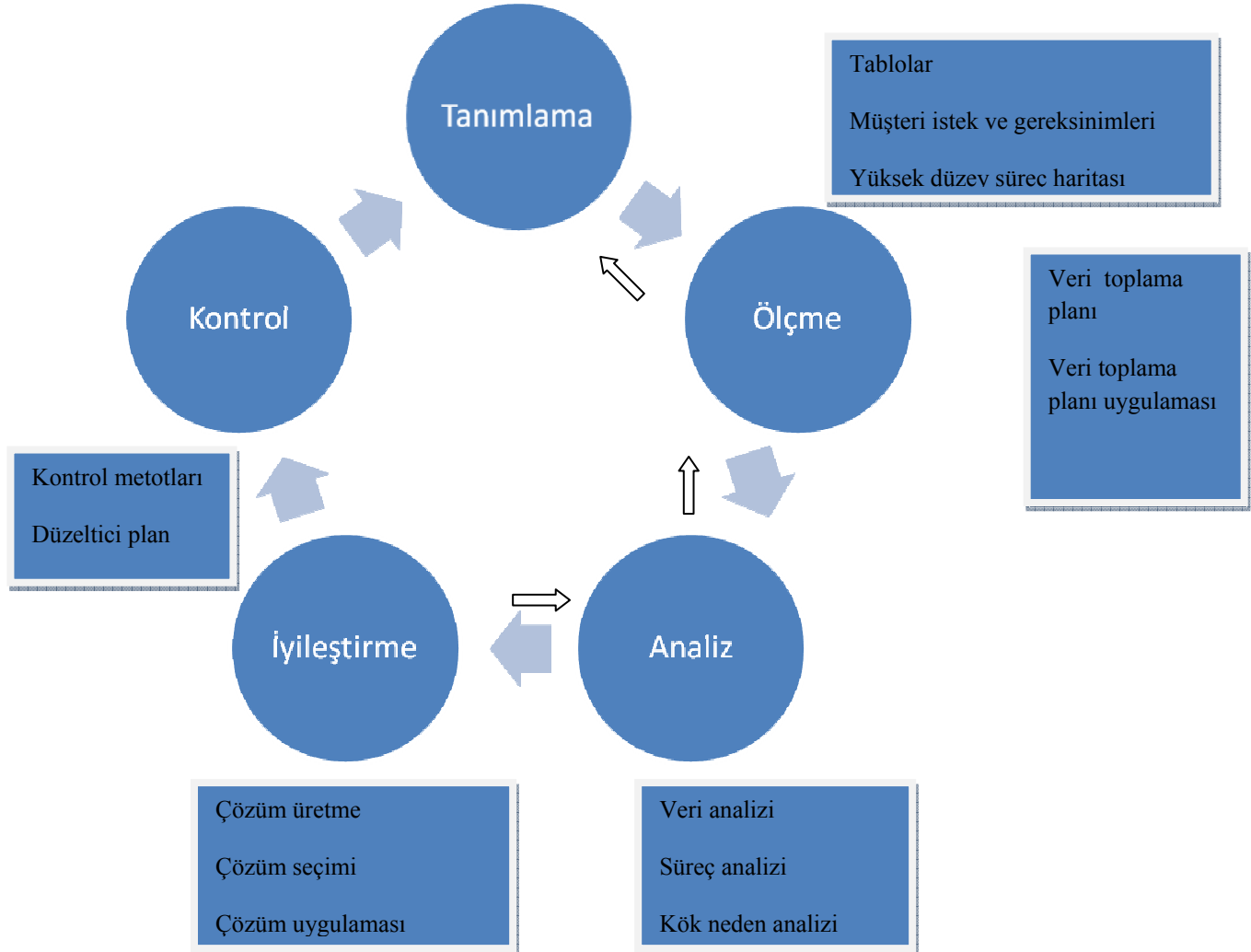
Altı sigma beş ana basamak şeklinde uygulamaya konur. Figürden görüldüğü gibi ilk adım tanımlamadır. Tanımlama aşamasında proje takımı oluşturulur, ana sözleşme oluşturulur, müşteri ihtiyaç ve gereksinimleri belirlenir ve değerlendirilir.

İkinci adım ölçme aşamasıdır. Bu aşamada geçerli sigma düzeyi hesaplanır.

Uygulamanın üçüncü adımı analizdir. Bu süreçte takım, veri ve süreçleri analiz eder. Son olarak düşük sigma düzeyine sebep olan kök nedenler belirlenir.

Dördüncü aşama ise iyileştirme aşamasıdır. Bu aşamada takım altı sigma performansını yükseltmek için çözüm önerileri yaratır ve sunar. Son aşama kontrol aşamasıdır. Burada, teknikler ve araçlar yeni geliştirilen süreçlere uygulanır. Böylece gelişen sigma düzeyi kalıcı hale getirilmiş olur. Şekilden de görüldüğü gibi, tanımlama aşaması üç alt basamaktan oluşur. Bu alt basamaklar tollgate olarak adlandırılır. Bu tollgatelerden her bir takımın ilerleme sağlayabilmesi için “tanımla, ölç, analiz et, iyileştir, kontrol et” aşamalarının her birinde tanımlanmalıdır. Bu basamaklar ilk harfleri alınıp kısaltılır, ve dmaic olarak adlandırılır.

Şekil 3.1: Yüksek Düzey DMAIC Geliştirme Metodolojisi



3.1 Tanımlama Aşamaları

Tanımlamanın üç alt basamağı vardır.

- Ana sözleşme,
- Müşteri gereksinim ve istekleri,
- Üst düzey süreç haritası,

The Charter

Charter, altı sigma takımı çalışanlarının amacını gösteren ve motivasyon sağlayan belgelerin toplanmasıdır. İçeriği iş açısından bu bir iki cümleden oluşur ve projenin neden yapılması gerektiği, diğer projelerden neden daha öncelikli olduğu ve projenin stratejik iş amaçlarını, etkilerini gösterir.

Problem belirleme: Bu, problemle ilgili kısa ölçülebilir bir tanımdır. Ayrıca problemin ne zamandan beri süregeldiğini mümkün olduğu kadar spesifik tanımlar, istenen ve mevcut durum arasındaki boşluğu tanımlar ve problemin etkisini tanımlar. Kimseyi suçlamadan çözümlere ikna eder ya da kök nedenleri belirtir.

Proje kapsamı: Altı sigma takımının neye odaklanması gerektiğini daha da önemlisi nelerden kaçınması gerektiğini belirtir. 6 sigma takımları genellikle sonunu açıkça tanımlayamazsa neyin çalışıp neyin çalışmadığını belirleyemez.

Hedefler ve amaçlar: Hedefler ve amaçlar 6 sigma takımlarının var oldukları 4- 6 ay içerisinde başarmaya çalıştıkları amaçlardır. Tipik olarak yeni oluşmuş altı sigma takımı problemin %50 sini geliştirmeyi amaçlamalıdır.

Aşamalar: Aşamalar 6 sigma takımının ne zaman nerede olması gerektiğini gösterir. Örneğin tanımlama ve ölçme aşamaları 8 haftadan fazla sürmemelidir. Analizler ölçümden sonraki altı haftaya kadar yapılmalıdır, iyileştirmeler 12 hafta süresince uygulanmalıdır. Bu aşamaların sonucu olarak altı sigma takımı, iyileştirme

uygulamasına ayrılan 12 haftanın bitiminde kontrol aşamasını uygulamaya hazır olmalıdır.

Müşteri ihtiyaç ve gereksinimleri: Her projenin müşterisi vardır. Müşteriler, iyileştirilmesi hedef alınan ürün ya da hizmetlerin alıcısıdır. Her müşterinin tedarikçisinden istekleri vardır. Yemek siparişi gönderme projesinde Paula Pangborey'nin çalışması proje takımı için süreçleri kolaylaştırmıştır. Paula'nın stratejik düzeydeki çalışma süresinde, p müşterinin sipariş verme işleminin yiyecek hazırlama süreci içerisinde olduğunu anladı. Müşterinin ihtiyacı yemek siparişinin iletilmesiydi. Bu konudaki müşteri gereksinimleri; iletim zamanı, kesin yiyecek kalitesi ve yiyeceğin tazeliğiydi. Bu örnekte proje sahibi altı sigma takımına yiyecek iletimin daha kolay yaptırmayı amaçlamaktadır. Şekil 3.3 tanımlama aşamasının ikinci adımın tamamlamak için gerekli olan elemanları tanımlamaya yardım eden müşteri gereksinimleri ağacını göstermektedir.

Üst Düzey Süreç Haritası

Tanımlama aşamasının üçüncü ve son adımı üst düzey süreç haritasının oluşturulmasıdır. Sürecin tanımını yapacak olursak süreç girdileri olan ve bunlara değer yükleyerek çıktı üreten aktivite ve basamaklar serisidir. Kritik olan bu son adımda oluşturulan üst düzey süreç haritasıdır. Eski bir deyişle “Bir resim binlerce kelimeye bedeldir.” Bu yorumlar üst düzey süreç haritasına uygulanır. Süreç haritasını oluşturmada kullanılan semboller Şekil 3.4te gösterilmiştir.

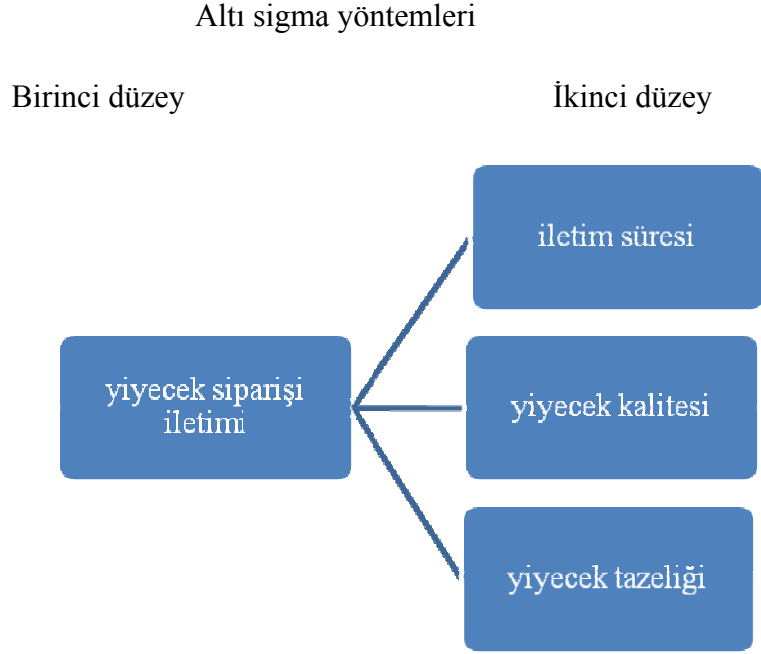
Üst düzey süreç haritası oluşumuna yardım etmek için takım tedarikçilerinin, girdilerin, sürecin, çıktıların ve müşterilerin farkında olmalarıdır. Üst düzey süreç haritası aşağıdaki gibi oluşturulmalıdır.

- Sürecin adı(isim kullanılır)
- Başlama ve bitiş zamanı belirlenmeli
- Sürecin çıktıları belirlenmeli(adlar kullanılır)
- Sürecin müşterileri tanımlanır
- Sürecin tedarikçileri tanımlanır

- Sürecin girdileri tanımlanır

Sürecin başlangıcı ile bitimi arasında bulunan süreçlerin 5 ila 7 arasında bulunduğu fikrini taşımalıdır.

Şekil 3.2 Yemek Hazırlama İçin Müşteri Gereksinimleri Tablosu



Şekil 3.3: Süreç Haritası Sembolleri

Sürecin başlangıç / bitimi



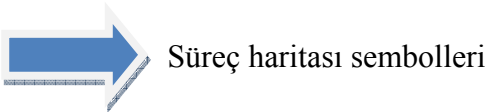
Karar noktası



Süreçte basamak



Süreçte yön



Süreç haritası sembolleri

Yiyecek siparişi projesinde takım beyin fırtınaları yapar. Daha sonra takım beyin fırtınalarını değerlendirmeyi düşünür. Çoğu zaman takımın olacağını umduğu şey süreç sürerken olmaz. Tablo 3.5 yemek siparişleri için iyi bir sipoc göstergesidir.

3.2 Ölçme aşamaları

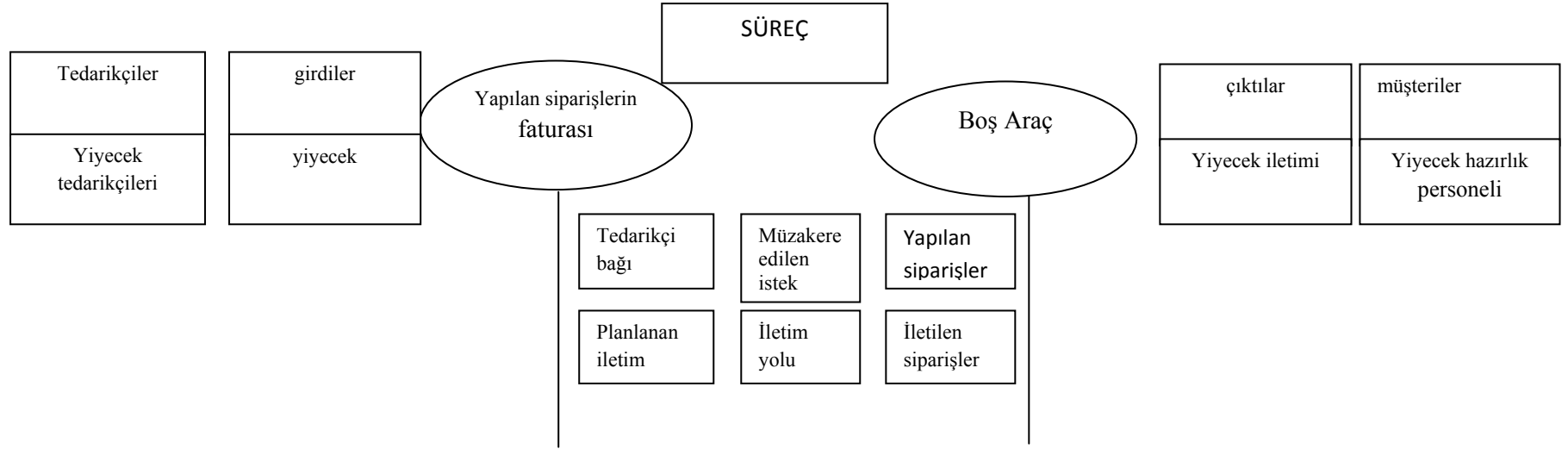
Bu aşamada iki temel basamak vardır. Veri toplama planının oluşturulması ve veri toplama planının uygulanması. Eğer 6 sigma takımı ilk kez oluşturulmuşsa bu aşamaya karşı bir endişe söz konusudur. Aslında endişeye gerek yoktur. Dmaic'in ölçüm aşaması göreceli olarak kolay bir basamaktır. Dmaic'in ölçüm aşamasın 6 sigma takımının içinde bulunduğu sürecin etkinlik ve verimliliğini geliştirmeye çalıştığını göz önünde bulundurması önemlidir. Çıktı ölçümlerine yapılan etkinlik uygulamaları müşteri ve tedarikçilerin verimliliği açısından önemlidir. Verimlilik ölçümleri maliyetler, işçilik, zaman dilimi ya da süreç haritasındaki başlangıç ve bitiş zamanları açısından süreç içerisindeki olayları tanımlar. Şekil 3.6 ölçümün nerelerde yapılması gerektiğini üç bölge şeklinde göstermektedir. Bu üç noktada çıktı ölçümleri müşteriler için önemlidir. Girdideki ölçümler ise işinizi yapmanız için önemlidir ve tabi ki sürecin kendisi önemlidir.

Veri toplama planının yapılması

Veri toplama planı dokuz sütuna sahiptir. Her sütun sigma temeline dayanarak son sütunu hesaplamada önemli rol oynar. Aşağıda sütunlar ve tanımlar listelenmiştir.

Ne ölçülecek: Veri toplamının ilk sütununda, takım DMAIC'in tanımlama aşamasında belirlenen gereksinimleri sağlamalı ve bunları ilk kolona yerleştirmelidir.

Şekil 3.4: Yiyecek İletim Süreci Süreç Haritası



Şekil 3.5: Ölçüm Gerektiren Alanlar

Girdi Ölçümleri (tedarikçi etkinliği)	Süreç Ölçümleri (sizin etkinliğiniz)	Çıktı Ölçümleri (sizin etkinliğiniz)
Tedarikçileriniz için belirlediğiniz temel kalite ölçümlerinizi	Süreç etkinliğinizin ölçümleri Çevrim süresi Maliyet Değer İşçilik	Müşteri istek ve gereksinimlerini ne oranda karşıladığımız

Ölçümün çeşidi: Takımlar veri toplamada iki önemli hata yaparlar. Birinci tip hata ölçümün yetersiz yapılması, ikinci tip hata ise gereğinden fazla ölçüm yapılmasıdır. Bu ikinci kolon proje takımının çok az ya da çok fazla veri toplaması gerektiğini gösterir. Tipik olarak buradan iki ya da üç çıktı ölçümü bulunur, bir ya da iki girdi ölçümü ve en az bir süreç ölçümü elde edilir. Bu rehberi kullanarak proje takımı çok az ya da çok fazla veri toplayıp toplamadıklarını belirleyebilirler.

Verinin çeşidi: İki tip veri vardır. Birinci tip kesikli veridir. Kesikli veriye örnek olarak erkek/bayan, açık/kapalı, iyi/kötü gösterilebilir. Sürekli veri, süreklilik arz eden ağırlık, uzunluk, dakikalar, günler gibi verilerdir. Sürekli veriler süreç hakkında daha fazla şey gösterebildiklerinden kesikli verilere tercih edilirler. Örneğin, çocuğunuzun başındaki ağrı kesikli veri toplamaya örnektir. Fakat çocuğun ateşi ölçülürse daha kesin bir bilgi elde edeceğimiz açıktır. Böylelikle çocuğun sağlığı için gerekli önlemleri alabiliriz.

Operasyonel tanımlar: Operasyonel tanım herhangi bir kanunun konuyla ilgili herkes tarafından belirsizlik olmadan kolayca anlaşılabilir olmasıdır.

Operasyonel tanımları ortaya çıkarmak proje takımı için zordur. Çünkü toplanan veriler kişilerin bireysel görüşleri ile çatışabilir ve bunun sonucu olarak hemen kabul görmeyebilir. Bu yüzden ölçülen verilerin sonuçları hakkında tüm çalışanların uzlaşmaya varması oldukça önemli bir aşamadır.

Hedefler: Hedef ölçümü, müşterilerin ürün ya da hizmetten bekledikleri ideal performanstır. Örneğin, bir yiyecek siparişinin iletişimde hedeflenen süre 6 dakikadır. Spesifikasyon limitleri ise 4-8 dakika arasındaki değerlerdir. Bu limitlerin altında veya bunları aşan spesifikasyon limitleri müşteriler tarafından kabul edilemez.

Veri toplama formları: İki tip veri toplama formu mevcuttur. Biri sürekli diğeri ise kesikli veriler için kullanılır. Kesikli verileri toplama formu dört aşamadan oluşur:

1. Kusurun ne olduğu tanımlanır,
2. Kusurların nedenleri kodlanır ya da kategorilendirilir,
3. Toplanan veriler için zaman çatisı tanımlanır,
4. Toplanan veriler için anlamlı bir tablo oluşturulur.

Şekil 3.7 bir hipermarkette 5 dakikadan fazla beklemelerin nedenlerinin kodlandığı kesikli bir veri toplama formu örneğidir.

Sürekli veriler için, 6 sigma proje takımı frekans dağılım kontrol formu kullanılmalıdır. Bu tür bir kontrol listesi verilen her bir olay için ölçüm ya da ölçüm serilerinin sayısının hücreler içerisine yerleştirilerek oluşturulur. Şekil 3.8 ise yiyecek üretimi sürecinden toplanmış verileri içeren sürekli dağılım kontrol listesi örneğidir.

ilgilenilen	sıklık	yorumlar
Fiyat kontrolü	142	İdari yardım gerekli
Para olmayışı	14	
Unutulmuş bir şey	12	
Hatalı kayıt	44	
	86	
Önemsememe	52	
	8	
Yanlış şey		
Diğer		

Tablo 3.1: Kesikli Veri Toplama Formu

Örnekleme: Örnekleme mevcut süreçten verilerin bir kısmının alınarak istatistiksel yöntemler aracılığı ile genellemeye gidilmesi yöntemidir. Bunun kullanılma amacı, kitle ölçümünün neredeyse imkansız olması ya da zaman ve para açısından aşırı maliyet yaratmasıdır. Örneklemenin doğru bir biçimde yapılabilmesi için her bir örneklem geniş bir kitleden rastgele seçilmelidir.

Veri toplama planının kullanılması: İkinci aşama veri toplama planını alıp uygulayarak temel sigma düzeyinin oluşturulmasıdır.

Temel sigma düzeyinin hesaplanması: Temel sigma düzeyini belirlemede kullanılan birçok yöntem vardır. En kolay yollarından biri proje için bir ünite, kusur ve fırsat belirlemektir. Örneğin yiyecek siparişi iletimi, birim yiyecek siparişi iletimi, kusur siparişin erken ya da geç gitmesi olarak oluşturulabilir. Ama proje düzeyinde sigmayı hesaplamak daha derinlere inmek istenir. Yemek siparişi takımı farklı iki tane daha müşteri gereksinimini sıralayabilir: iletilen yiyeceğin kalitesi ve tazeliği. Takım bu gereksinimlerin sağlanmasındaki sigma düzeyini hesaplarken hepsini ayrı ayrı ya da hepsini birleştirerek hesaplama konusunda özgürdür. Eğer takım bir sigmayı hesaplamak istiyorsa bir milyon fırsattaki kusur sayısını hesaplamalıdır.

Yani takım kaç tane erken ya da geç sipariş iletimi yaptığını, tazeliikle ilgili kaç problem yaşadığını, kaç kere istenen kaliteye uymayan sipariş gönderdiğini belirlemelidir. Örneği devam ettirsek;

yiyecek sipariş ünitesi: iletim

yiyecek siparişinde kusurlar: erken ya da geç iletim süresi

Sipariş edilen yiyecekteki kalite belirsizliği

Sipariş edilen yiyeceğin taze olmaması

Olasılık sayısı: 3(yukarıda ki seçeneklerden her biri bir kusur üretir)

Yiyecek sipariş takımının 50 gözlemlik bir örneklemeden bulduğu kusurlar aşağıda ki gibidir:

Erken ya da geç iletim süresi: 13

Kalitede ki belirsizlik: 3

Taze olmayan yiyecek: 0

Bu verilere dayalı olarak milyonda ortaya çıkan kusur sayısını aşağıda ki eşitlik yardımı ile hesaplarız:

$$\frac{\text{Kusur sayısı}}{1,000,000}$$

Ünite sayısı \times fırsat sayısı

Bu örnekte, 50 gözlem içinde, 16 kusurlu ve 3 fırsat olduğu görülmektedir. Bu yüzden hesaplama aşağıdaki şekilde yapılır:

$$\frac{16}{50 \times 3}$$

$0.107 \times 1,000,000 = 106,666.7$ milyondaki kusurlu olasılığıdır.

Bu değer tablodan bakıldığında 2.7 ila 2.8 arasında ki bir sigma düzeyi değerine karşılık gelmektedir.

3.3 Analiz adımları:

Üç tip analiz aşaması vardır: Veri analizleri, süreç analizleri ve kök-neden analizleri. Çoğu kişi tarafından analiz DMAIC'in en önemli aşaması olarak görülür. Bu proje takımlarının hangi süreçleri gerçekleştireceği konusundaki fikirlerde önyargılı olmasından kaynaklanmaktadır. Ölçmeden sonra iyileştirme aşamasına atlamak isteyeceklerdir. Aşağıdaki örnek bu konuyu anlamamıza yardımcı olabilir:

Eski Denver havaalanı(stapleton) gecikmeler konusunda problemler yaşıyordu. Heyecanlı politikacılar sorunun kök nedenini bulmaya çabalayarak canlarını sıkmak istemiyorlardı. Eğer isteselerdi sorunun kök sebebinin birbirine paralel olan uçak pistleri olduğunu bulabilirdi. Ancak hiçbir analiz olmadan iyileştirme aşamasına geçerek çözümün yeni havaalanı yapmaktan geçtiği hükmüne vardılar. Yani direkt olarak iyileştirme aşamasına atlamak istediler. Maalesef yeni havaalanı oldukça pahalıya mal oldu ve yerel kullanıcılar için uygunsuz bir yer teşkil ediyordu. Altı sigma takımlarında da aksi bir durum söz konusu değildir. Çoğu takım sorunun gerçek sebebinin analiz etmede direkt olarak iyileştirme aşamasına atlamak istemektedir. Bu yüzden altı sigma takımlarının takım olarak başarılı olabilmeleri için veri ya da süreçlerin analizi sonuçlarıyla bağlantılı olması önem taşımaktadır.

Veri analizleri: DMAIC' in ölçüm aşaması süresince toplanan veriler analiz edilmeye ihtiyaç duyar. Özellikle de takım bazı müşteri gereksinimlerinin etkinliğini geliştirme amacındaysa. Analizin çeşidi ölçüm aşamasında toplanan verilerin kesikli ya da sürekli olmasına göre değişkenlik gösterir.

Kesikli veri analizleri: Varyasyonun altı sigma takımının sigma düzeyini geliştirme çabalarının karşısında bir düşman olarak düşünür. Eskiler der ki "görebildiğimiz düşmanla savaşmak her zaman daha kolaydır." Bu yüzden düşmanların varyasyon olarak adlandırılan istatistiksel fotoğrafını çekeriz. Eğer ölçüm aşamasında topladığımız veriler kesikli ise kullanılan en yaygın istatistiksel araçlar pasta grafikleri ve pareto diyagramlarıdır.

Sürekli veri analizleri: Ölçüm aşamasında toplanan sürekli değişkenler frekans dağılım tablosu kullanılarak bir araya getirilir. Daha önce de belirttiğimiz gibi sürekli veriler ile çalışmak daha çok şeyin açığa çıkarılabilmesi açısından tercih edilir.

Süreç Analizleri: İyileştirmede etkinliğe daha fazla odaklanmış proje takımlarında, süreç analizleri başarıda kritik rol oynar. Süreç analizleri en yüksek etkinliğin sağlanması için detaylı süreç haritaları ve daha detaylı analizleri içerir.

Kök-Neden Analizleri: Analizin en önemli aşaması kök neden analizleridir. Daha önceden de belirttiğimiz gibi altı sigma takım üyeleri birçok takım kök neden analizlerin önemsemeden iyileştirme aşamasına atlamak ister. Ancak kök neden analizinin doğru bir şekilde yapılması altı sigma takımının hedeflerini başarabilmesinde anahtar rol oynar.

Kök neden analizlerinin üç aşaması:

Proje takımları aşağıda ki üç önemli basamağı kök neden analizlerinde uygun şekilde uygulamalıdır.

1. Açılış adımı: bu safhada proje takımı mevcut sigma performansı konusunda tüm mümkün açıklamalar ile ilgili beyin fırtınalarını yapar.

2. Daraltma adımı: bu safhada proje takımı mevcut sigma performansı için mümkün olan açıklama listesini daraltır.

3. Kapanış adımı: bu safhada proje takımı sigma performansını açıklayan daraltılmış liste değerlendirir.

3.4 Sürecin İyileştirilmesi

Bu aşama problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı andır. Ancak zihnimizdeki çözümleri hemen uygulamaya koymadan, bundan önceki üç basamaktan elde ettiklerimiz gözden geçirmemiz gerekmektedir. Bu gözden geçirme sonucunda problemin;

- Herkes tarafından anlaşılabilir derecede net ve ayrıntılı olarak tanımlandığını,

- Mevcut imkân ve kaynaklarınızla çözülebilecek nitelikte olduğunu,
- Giderilmesi halinde şirketimize büyük yarar sağlayacağını,
- Çözümüne yardımcı olacak doğru verilere sahip olduğumuzu,
- Temel nedenlerinin ve bunların nasıl giderileceğinin doğru olarak belirlendiğini düşünüyorsak elimizdeki çözümleri denemeye başlayabiliriz.

Tabii ki bu çözümler insanların daha çok çalışmasını, daha fazla gayret göstermesini öngören tavsiyeler olmayacaktır. İş dünyası da bundan pek farklı değildir. Hedefler çoğunlukla yöneticilerin içgüdüleri doğrultusunda belirlenir. Genel kurul toplantısında, verimliliği % 5 arttırma kararı alınır ve bu tüm şirkete duyurulur. Fakat bunun nasıl yapılacağı belli değildir. Pekiyi verimliliği her hangi bir yöntem olmaksızın % 5 arttıracığımıza inanıyorsak bunu neden %10 hatta % 30 yapmıyoruz? Bu hedefleri tutturmak zorunda olan orta kademe yöneticilerinin tek umutları ise çalışanların daha fazla gayret göstermesidir. İş dünyasındaki çözümler ise daha iyi bir tahmini, daha iyi bir programlamayı, daha iyi bir prosedürü ya da daha iyi bir ekipmanı içerebilir. Bu “lütfen daha fazla gayret gösterin” yaklaşımından oldukça farklıdır.

3.5 Sürecin Kontrolü

Günümüz işletmelerinde de temel problem nasıl başarılı olunacağından ziyade nasıl başarılı kalınacağıdır. Hepimiz çok sayıda başarı hikâyesine şahit olmuşuzdur. Ancak, eğer biraz zihnimizi zorlarsak bunların pek çoğunun uzun vadeli olmadığını hatırlarız. Çok sayıda şirkette yıldızların sönmesi parlaması kadar doğal karşılanır. Ancak, ister farkında olalım ister olmayalım bunun şirketimize faturası büyüktür. Başarının sürdürülememesi, tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesine yol açar. İşte bu nedenle “kontrol”, altı sigmanın en önemli aşamasıdır. Bu aşamada özetle;

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

- Altı sigmanın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır.

Bilgiye ulaşmanın çok çabuk ve kolay gerçekleştiği, müşteri beklentilerinin sürekli arttığı ve teknolojinin süratle ilerlediği bir dönemdeyiz. Bu şartlarda işletmelerin ticari piyasada rekabet edebilmeleri gitgide zorlaşmaktadır. Ayakta kalmak için, hızlı, verimli ve kaliteli üretimden başka çare gözükmemektedir.

Ancak, bu üç unsurun aynı anda elde edilmesi çok zordur. Zira üretimi hızlandırmak genellikle hata oranını yükseltir. Kalite standartlarına bağlı olarak belirlenen toleransların daralması ise verimin düşmesine yol açar; şart koşulan kalite gerekliliklerini sağlamayan mamullerin miktarı artar. Bu uygunsuz mamuller de ya yeniden işleme tabi tutulur veya hurdaya ayrılır. Her iki durum da malzeme, işgücü ve zaman kaybı demektir. Bu birbirleriyle çakışıyor gibi görünen hedeflere ulaşabilmek ve uygun olmayan ürün oranını düşürebilmek, bunu yaparken de belli kalite maliyetlerini aşmamak, geçmişte kullanılan geleneksel kalite kontrol teknikleriyle pek mümkün değildir. Zira bitmiş ürünün kalitesinin kontrolü, istenen kalite standardının doğrulanmasını sağlarsa da pahalı ve verimsizdir. Bu nedenle günümüzdeki Kalite Yönetimi felsefesi, ürünün kavram olarak ortaya çıkışından kullanım ömrünün sona ermesine kadar geçen tüm evrelerinin izlenmesine dayanmaktadır (“Life Cycle Approach”). Süreç Kontrolü adı verilen bu yöntemde, tüm süreç boyunca:

- Hedef kaliteden sapmalar ve uygunsuzluklar tespit edilir.
- Uygunsuzluğa yol açan gerçek sebepler ortaya çıkarılır ve buna bağlı olarak belirlenen düzeltici/önleyici faaliyetler uygulanır.

Hataların görünür belirtileri (semptomlar) ile kökeninde yatan sebepler genellikle çok farklı olduklarından, uygun “tedaviye” başlanabilmesi için iyi bir “teşhis” kaçınılmazdır. Verimin artırılması için hayati önem taşıyan doğru teşhise varabilmek için ise, objektif verilerin kullanıldığı, bilimsel temellere dayanan yöntemlerden faydalanmak gerekir. İstatistiksel yöntemler bu kriterleri sağladıklarından, süreç kontrolü mekanizmasında yaygın kabul görmektedirler. Bu

çalışmada İstatistiksel Süreç Kontrolü yöntemi ve bu yöntemin, üretim aşamalarında ürün kalitesinin yükseltilmesi amaçlı kullanım teknikleri arz edilecektir. İstatistik yöntemlerin kullanıldığı diğer bir alan olan “Örnekleme ile Kalite Kontrol”, yani üretim sonrası parti içinden rastgele alınan numunelere göre kabul/ret kararı verme metodu ise bu yazının kapsamı haricindedir. Bu konunun kapsamında olan örnekleme, muayene metotları, numune alma planları ve Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi (AQL) hakkında bilgi edinmek için TS 2756 standardına başvurulabilir. (Eckes, G. 2003)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ALTI SİGMA TAKIMINDA ROLLER VE SORUMLULUKLAR

Altı sigmanın aşamalarına geçmeden önce bu aşamalarda rol alacak ekibin tanıtılması ve yerine getirmeleri görevler ile alacakların sorumlulukların belirtilmesi gerekmektedir.

Altı sigmanın başarısı herkesin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Bu denklemin insan gücü tarafıdır. Herkes üstüne düşen görevi en iyi şekilde yaparsa takımın başarısı da o kadar kalıcı olur. Ayrıca bu görev tanımları içerisinde iyi bir iş çıkaramamanın sonuçları ve başarının sağlayacağı ödüllerde yer alır. Takımın başarısında bu tanımların rolü büyüktür. Bu nedenle altı sigma organizasyonlarında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilir. İlk bakışta Uzakdoğu sporlarının yapıldığı bir kulübün organizasyon yapısını andıran bu unvanlar altı sigmanın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir. Bu nedenle altı sigma uygulamalarına geçmeden önce şirketimiz için uygun yapıyı belirlememiz gerektiği söylenebilir. Aşağıda Motorola, General Electrics ya da Arçelik gibi büyük çaplı şirketlerde görülebilecek ayrıntılı bir yapı verilmiştir. Şirketimizin büyüklüğü ve uygulamanızın kapsamına göre bu görevleri birleştirebilir ya da ek görevler oluşturabiliriz. Ayrıca bu yapının sabit olmadığı değişen ihtiyaçlara göre yenilenebileceği unutulmamalıdır.

4.1 ÜST KALİTE KONSEYİ

Altı sigmada projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Fakat bizim de kabul edeceğimiz gibi eğer üst yönetim bu projeleri yeterli önem ve desteği vermezse hiçbir sonuç elde edilemez. 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.

4.2 YÖNETİM TEMSİLCİSİ

Altı sigma gayretleri üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmediği sürece başarısızlık şansı yüksektir. Bu tür bir görevlendirme Altı sigmaya 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 dahilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aŐanları st kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite Şampiyonlarına her konuda destek olmak,
- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde st kalite konseyine sunmak Şeklinde zetlenebilir.

4.3 KALİTE ŞAMPİYONU

Kalite Şampiyonu, iyileştirme projelerini st Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişi/kiŐilerdir. Aslında altı sigma Takımlarını, Toplam Kalite Yönetiminin emberlerinden ayıran temel fark da buradadır. Kalite emberlerinde iyileştirme konularının seçimi ve projelerin yürütülmesi tamamen çember üyelerinin sorumluluğundayken, altı sigmada bir miktar yönlendirme söz konusudur. Ancak bu yönlendirme takımların insiyatiflerini ve yaratıcılıklarına zarar vermemeli, fakat işletme amaçlarına doğrudan katkı sağlamayan projelerle zaman harcamalarını önlemelidir. Kalite Őampiyonun başlıca görevleri;

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

4.4 UZMAN KARA KUŞAK

Altı sigma ile ilgili her konuda en st düzey teknik bilgiye sahip uzmandır. Bu görev, altı sigma çalışmalarının baŐlangıcında dış kuruluşlardan kiralanan bir danışman tarafından yürütülebilir. Uzman Kara KuŐaęın başlıca görevleri;

- İyileştirme takımlarına başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,
- Kalite Şampiyonlarına projelerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak,
- İyileştirme projelerinden elde edilen sonuçları yönetim temsilcisi için bir araya getirmek ve özetlemek,
- Altı sigma konusunda eğitim vermek,
- Çalışanları bilgilendirmek suretiyle altı sigmanın organizasyon çapında benimsenmesine katkı sağlamak şeklinde özetlenebilir.

4.5 KARA KUŞAK

İyileştirme Takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara Kuşak görevini yürüten kişi asli görevini proje tamamlanıncaya kadar bir başkasına devreder. Proje bitiminde ise aynı göreve devam edebileceği gibi daha üst bir göreve terfi edebilir. Kara Kuşaklar, Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar. Bunun için Kara Kuşaklar, Uzman Kara Kuşak ya da dış eğitim kuruluşları tarafından ortalama dört ay süreli eğitime tabii tutulurlar. Ancak eğitim bir hafta ders üç hafta uygulama şeklinde icra edildiğinden, Kara Kuşaklar birinci haftanın sonunda küçük çaplı projelere liderlik edebilirler. Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- İyileştirme projesini yönetmek ve projenin zamanında tamamlanmasını sağlamak,
- Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmek,

- Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak şeklinde özetlenebilir.

Siyah Kuşaklar Neleri Bilmeli?

Temelde istatistiğe dayanan ve Motorola, Allied Signal, General Electric gibi küresel anlamda büyük firmalar tarafından uygulanan 6 sigma anlayışı, kara kuşak yöneticiler tarafından uygulanır. Thomas Pyzdek kitabında, kara kuşakların bilmesi gereken ve çoğunluğu istatistiğe dayanan 101 noktayı sıralamıştır. Bu noktaları sıralayacak olursak:

- Genel anlamda altı sigma nicel düşünmeye yönelik olmalıdır.
- Bir altı sigma siyah kuşaklısı, en az yardım ile genellemeleri eyleme uygun amaçlara dönüştürmede verileri kullanabilmelidir.
- Bu amaçlara ulaşmak için örnek olaylar oluşturabilmelidirler.
- Ayrıntılara ulaşmak için ayrıntılı palan yapma becerisine sahip olmalıdır.
- Amaçlar doğrultusundaki gelişimleri lider ve müşterilerin anlayabileceği ölçülerle ölçmelidir.
- Altı sigma yolu ile elde edilen kazançları sürdürmek için kontrol sisteminin nasıl oluşturulacağını bilmelidir.
- İlk hedeflere ulaştığında dahi sürekli gelişimin mantığını anlamalı ve iletişimini sağlayabilmelidir.
- Altı sigmadan elde edilen kazançları nicelleştirecek araştırmalara yakın olmalıdır.
- Farklı sigma düzeyleri ile farklı ppm düzeyleri arasındaki ilişkileri bilmeli ya da bulacak niteliğe sahip olmalıdır.(altı sigma=3,4 ppm)
- Çeşitli sigma düzeylerine karşılık gelen kötü kalitenin yaklaşık göreceli maliyetlerini bilmelidir.
- İş gören ve müşteri taramalarından elde edilen verileri nicel olarak nasıl analiz edeceğini bilmelidir. Buna geçerlilik ve güvenilirlik taramaları ile taramalar arasında ki farklar da dahildir.
- Değişim ile ilgili çeşitli bireylerin rollerini anlamalıdır(şampiyonlar, teknik liderler.vb)

- Müşteri taramaları için testleri tarayabilme ve analiz edebilme kabiliyetine sahip olmalıdır.
- İki veya daha fazla tarama sonuçları kümesi verildiğinde, onların arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.
- Müşterinin bekleme süresinin değerini nicelleştirebilmelidir.
- Kısmen tamamlanmış bir kalite fonksiyonunun yayılımı matrisi verildiğinde onu tamamlayabilmelidir.
- Belirli bir süre içinde tutulan veya yatırılan paranın değerini hesaplayabilmelidir. Buna belirli bir miktarın şimdiki değeri ile gelecekteki değeri de dahildir.
- Çeşitli dönemler için şimdi ki değeri veya gelecekteki değeri hesaplayabilmelidir.
- Nakit akımlarının net şimdiki değerini hesaplayabilmeli ve bu sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.
- Bir projenin başa baş noktasını hesaplayabilmelidir.
- Nakit akımların iç getiri oranlarını hesaplayabilmeli ve sonuçları proje seçmek amacı ile kullanabilmelidir.
- Altı sigma için kötü kalitenin maliyeti mantığını bilmeli diğer bir deyişle, eğer kötü kalitenin maliyeti analizi belirli bir süreç için optimumun altı sigmadan az olduğunu ortaya koyarsa ne yapılacağını açıklayabilmelidir.
- Kötü kalitenin maliyetine ilişkin temel kategorileri bilmeli ve maliyetleri doğru kategorilerde sınıflama becerisine sahip olmalıdır.
- Zaman serileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, istatistiksel trend analizi yapabilmelidir.
- Zaman serileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, maliyetlerin çeşitli kategorilere dağılımı konusunda istatistiksel testler yapabilmelidir.
- Bir proje ile ilgili işler verildiğinde, bitirme zamanları ve ilişkileri verildiğinde projenin en erken tamamlanma zamanları ile en geç tamamlanma zamanlarını ve boş zamanları hesaplayabilmelidir. Aynı zamanda hangi görevlerin kritik patikada olduğunu belirleyebilmelidir.

- Bir proje görevleri için maliyet ve zaman verileri verildiğinde, normal ve crash eğrilerini ve minimum toplam maliyet eğrisini hesaplayabilmelidir
- Kıyaslamamanın temel ilkelerine yakın olmalıdır.
- Kıyaslamamanın kısıtlamalarına yakın olmalıdır.
- Bir örgüt yapısı ve ekip elemanları, süreç sahipleri ve sponsorlar verildiğinde; düşük başarı olasılıklı projeleri belirleyebilmelidir.
- Çeşitli ölçülerin sınıflayıcı, sıralayıcı, eşit aralıklı gibi çeşitli ölçek düzeylerini belirleyebilmelidir.
- Belirli bir ölçekte elde edilmiş veriler verildiğinde, bunlarla belirli bir istatistiksel yöntemin analiz için uygulanıp uygulanmayacağını belirleyebilmelidir.
- Uygun olarak toplanmış bir veri kümesi verildiğinde yanlılığın, tekrarlanabilirliğin, yeniden üretilebilirliğin, kararlılığın doğrusallığın hesaplanması gibi tam bir ölçme analizi yapabilmelidir.
- Ölçme sistemi matrisi verildiğinde, belirli bir ölçme sisteminin sürecin belirli bir parçasında kullanılıp kullanılmayacağını bilmelidir.
- Üretim dizisi bilinen bir veri kümesi ile üretim dizisi bilinmeyen bir veri kümesi için sigmaların nasıl farklı hesaplanacağını bilmelidir.
- Aıag ve gage r&r incelemesi sonuçları verildiğinde, ölçme sistemine ilişkin çeşitli sonuçları inceleyebilmelidir.
- “bulunduğu durumu” ve “olması istenen durumu” sözel betimlemeleri verildiğinde süreç haritalarını hazırlayabilmelidir.
- Bir ham veriler tablosu verildiğinde, verilerin frekans dağılımını hazırlayabilmeli ve bunu bir histogram oluşturmak için kullanabilmelidir.
- Bir gruplanmış frekans dağılımından yararlanarak, dağılımın ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabilmelidir.
- Bir dizi problem verildiğinde, bunların frekansları için pareto diyagramı çizebilmelidir.
- Bölümlere göre problemleri belirleyen bir liste verildiğinde, bir çapraz tablo oluşturabilmeli ve bu bilgileri ki-kare analizinde kullanabilmelidir.
- Bir tabloda x ve y çiftleri verildiğinde, ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirleyebilmelidir.

- Ürünleri ve süreçleri daha dirençli yapabilmek için doğrusal olmama durumlarını nasıl kullanacağını bilmelidir.
- Bir zaman dizisi şeklinde veriler verildiğinde, bir diziler grafiği oluşturarak nasıl yorumlayabileceğini bilmelidir. Buna dizi uzunluğunu hesaplamak, dizi sayısını hesaplamak ve nicel trend değerlendirmesi de dahildir.
- Verilerin üstel ya da erlang dağılımından geldiği söylendiğinde, dizi grafiğinin standart x ortalama grafiğine tercih edilmesi gerektiğini bilmeli.
- Bir ham veri kümesi verildiğinde, merkez eğilim, değişkenlik ve biçime ilişkin ölçüleri hesaplayıp yorumlayabilmelidir.
- Bir ham veri kümesi verildiğinde, bir histogram oluşturabilmelidir.
- Bir kök-yaprak diyagramı verildiğinde, yeniden bir diyagram üreterek diyagramın doğruluğunu belirleyebilmelidir.
- Bir kutu diyagramı verildiğinde, birinci ve üçüncü kartiller ile medyanyı belirleyebilmelidir.
- Parametrik olmayan yöntemleri ne zaman uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.
- Ne zaman analitik istatistiksel yöntemleri uygulayıp uygulamayacağını bilmelidir.
- Ayrık olaylar gibi, bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramını bilmelidirler.
- Faktöriyel, permütasyon ve kombinasyon kavramlarını ve bunları olasılık dağılımlarında nasıl kullanacağını bilmelidir
- Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için beklenen değerlerin nasıl hesaplanacağını bilmelidir.
- Örneklerden elde edilen tek değişkenli istatistikleri hesaplayabilmelidir.
- Güven aralıkları hesaplayabilmelidir. .
- Birikimli ibr frekans grafiğinden değerleri okuyabilmelidir.
- Binom, Hipergeometrik, Poisson, Normal, Üstel, Ki-Kare, t ve F gibi sık kullanılan olasılık dağılımlarına aşina olmalıdır.
- Bir veri kümesi verildiğinde, doğru biçimde hangi dağılımın kullanılması gerektiğini bilmelidir.

- Örneklemeden hesaplanan belirli bir istatistik ile varsayılan bir parametrenin analizi için farklı tekniklerin gerektiğini bilmelidir. Verilere ilişkin yeterli bilgi verildiğinde, bunlara uygun doğru tekniğin seçimi ve uygulamasını yapabilmelidir.
- Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiği seçmeli, hazırlamalı ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığına karar vermelidir.
- Bunun aynı sık kullanılan kontrol grafiklerinin tümü için geçerli olmalıdır.
- Varyans analizine ilişkin varsayımları bilmeli verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir.
- Bir olası nedenler listesinden hangi nedenin en büyük olasılıkla rassal olmayan bir regresyonun hataları örüntüsünü olduğunu açıklayabilmelidir.
- Kontrol grafikleri gösterildiğinde bunları yorumlayabilmelidir.
- Ön kontrolün mekaniklerini anlayabilmelidir.
- Verilerde otokorelasyon olduğunda beklenen tartılı hareketli ortalama grafiği EWMA kullanmalıdır.
- Alt gruplara ayrılmış ve kontrol altında veriler verildiğinde, süreç yeterlilik analizi yapılabilir. Buna yeterlilik endekslerinin hesaplanması ve yorumlanması, hata yüzdelerinin tahmin edilmesi ve kontrol limitlerinin hesaplanması dahildir.
- Sürekli yeterlilik endeksleri için gerekli varsayımlar bilinmelidir.
- Tekrarlı 2 karesi tam faktöriyel deney verildiğinde bütün ANOVA tablosunu hesaplayabilmelidir.
- Deney tasarımı yapabilmeli ve ilkelerini bilmelidir.
- Bir deney planı verildiğinde, istenilen güce ulaşmak için deneyin doğru tekrar sayısını bulabilmelidir.
- Çeşitli türden deneysel modeller arasındaki farkları bilmelidir.
- Rassallaştırma ve bloklama kavramlarını anlamalıdır.
- Bir veri kümesi verildiğinde, Latin kare analizi yaparak sonuçları yorumlamasını bilmelidir.

- Tek yönlü ANOVA ve çift yönlü ANOVA'nın tekrarlı ve tekrarsız biçimlerini tam ve kesirli faktöriyel tasarımlar ile tepki düzeyi tasarımlarını bilmelidir.
- Uygun deneysel sonuçlar verildiğinde, en dik çıkışın yönünü hesaplayabilmelidir.
- Bir değişkenler kümesi ve bunların iki düzeyi verildiğinde, doymuş bir tasarım kullanarak izleme deneyi için doğru deneysel tasarımı belirleyebilmelidir.
- Böyle bir deney için veriler verildiğinde, hangi temel etkilerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli ve bu faktörlerin etkilerini ifade edebilmelidir.
- İki veya daha fazla kategorik değişkenlerden oluşan veri kümesi elimizde olduğunda ki- kare testi uygulayarak örneklemeler arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.
- Altı sigma kara kuşaklısı, bilmeli ve anlamlı temel temel etkilerle hangi iki faktörün etkileşimlerinin karıştığını belirleyebilmelidir.
- Deneysel verilerden en dik yükselişin yönünü ifade edebilmelidir.
- Katlamalı tasarımları anlamalı ve belirli bir karışmayı temizleyen katlamalı tasarımı belirleyebilmelidir.
- Bir bileşik veya merkezi bileşik tasarım oluşturmak için nasıl arttırabileceğini bilmelidir.
- Bir deneyin koyduğu teşhisi değerlendirebilmelidir.
- Y değişkeni için dönüşümü belirleyebilmeli ve doğru dönüşümü uygulayabilmelidir.
- İkinci dereceden bir tepki düzeyi denklemini verildiğinde, durağan noktayı hesaplayabilmelidir.
- Veriler verildiğinde, durağan noktanın maksimumu minimumu yoksa eğer noktası olduğunu belirleyebilmelidir.
- İkinci dereceden bir kayıp fonksiyonunu kullanarak belirli bir sürecin maliyetini hesaplayabilmelidir.
- Basit ve çoklu doğrusal regresyon modeli uygulayabilmelidir.

- Regresyonların artıklarında ki örüntülerden kullanılan regresyon modelinin doğru olup olmadığını belirleyerek gerektiğinde doğru regresyon modelini uygulayabilmelidir.
- Regresyon ve korelasyon arasındaki farkları bilmelidir.
- Kontenjans tablolarına ki-kare analizi uygulayabilmelidir.
- Temel güvenilirlik analizi hesaplamalarını uygulayabilmelidir.
- Alt sistemler için bozulma oranları verildiğinde, altı sigma kara kuşaklısı, bozulmalar arası ortalama zaman hedeflerini oluşturmak için güvenilirlik dağıtımını yapabilmelidir.
- Çeşitli sistem konfigürasyonları için sistem güvenilirliğini hesaplayabilmelidir.
- Hata türü ve etkileri analizi FMEA analizi sonuçlarını anlayabilmelidir.
- Hata ağacı sonuçlarını anlayabilmelidir.
- Dayanıklılık ve stres dağılımları verildiğinde, bozulma olasılıklarını hesaplayabilmelidir.
- İstatistiksel tolerans uygulaması yaparak basit montajlar için tolerans ayarlaması yapabilmelidir. İstatistiksel toleransları en kötü durum toleransı ile nasıl karşılaştıracağını bilmelidir.
- Altı sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır.

4.6 YEŞİL KUŞAK

İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personelden oluşur. Yeşil Kuşakların temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmeleri ve bilgisayar yazılımları yardımı ile analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmaları gerekmektedir. Bunun için Yeşil Kuşaklar proje takımlarının belirlenmesini müteakip ortalama iki hafta süre ile eğitime tabii tutulurlar. Daha önce Yeşil Kuşak eğitimi almış çalışanlar bu eğitime girmeyebilirler.

Ekibin Oluşturulması

Wess Henley'in adını verdiği Henley yasasına göre, eğer bir ekibin baskın olan özelliği cehalet ve yanlış bilgi ise, bu değerler zaman içerisinde üstel olarak artar. Tam tersi durum söz konusu ise, zaman içinde bilgi ve doğru enformasyon üstel olarak artacaktır. İncelemeye alınan süreç içerisinde çalışan bireyler, süreci iyileştirmek ve gerekli verileri toplayıp analiz etmek amacıyla çalışırlar. Ekibin üyelerinin tam zamanlı çalışması nadiren görülür. Ekibin üyeleri normal işleri ile ekibindeki işleri arasında koordinasyonu sağlamak için yöneticileri ile görüşmelidirler. Ekibin üyeleri seçilirken uygun olan 5 üyeye bir lider şeklindedir. Bu durumun sebebi ekibin büyüdükçe herhangi bir şeyi yapmanın daha uzun zaman almasıdır. Ayrıca ekibe gerektiğinde yeni üyeler katılabilmektedir.

İyi bir ekibin üyesinde olması gereken özellikleri sıralayacak olursak:

- Müşteri, ürün ve sürece ilişkin iyi bilgi sahibi olma,
- Probleme veya sürece ilişkin veriye ulaşabilme,
- Diğer ekibin üyeleri ile uyumlu bir biçimde çalışma isteği,
- Haftada 3-4 saatini ekibe ve veri toplamaya ayırabiliyor olma,
- Statükoya meydan okuyabilme yeteneğidir.

Bu nedenle bir ekibin oluşturulurken aşağıda ki noktalara dikkat edilmelidir:

- Ekibin amaçları grup elemanları tarafından açık bir şekilde anlaşılmalıdır,
- Ekibin elemanları duygu ve düşüncelerini açık olarak ifade edebilmeliler,
- Katılım ve liderli, grup elemanlarına dağıtılmalıdır,
- Uygun karar alma gen yöntemleri esnek olarak kullanılabilirler,
- Güç ve etki, ekibin içinde yaklaşık olarak eşit olmalıdır,
- Farklı düşüncelerden olan çatışmalar desteklenmelidir,
- Ekibin içinde bağlılığın yüksek olmasına dikkat edilmelidir,
- Ekibin problem çözmeye uygunluğu yüksek olmalıdır,
- Ayrıca ekibin üyeleri şunları yapmaya istekli olmalıdır,
- Anlaşılmayan her türlü soruyu sormak ve çalışmalara aktif olarak katılmalıdır,
- Veri toplama ve analiz için talimatları toplamalıdır,

- Başkalarını aktif olarak dinlemelidir,
- Toplantılarda verilen görevleri yerine getirmek ve sonuçları ekibe rapor etmelidir,
- Ekibin çabalarını zaman zaman gözden geçirerek toplantı sürecini iyileştirmelidir. (Gürsakal, Necmi)

BEŞİNCİ BÖLÜM

ALTI SİGMANIN BİR HİZMET İŞLETMESİNDE UYGULAMASI

5.1 HİZMET İŞLETMESİNİN PROFİLİ

The Marmara Otelleri, ülkemizin en önemli zincir otellerinden biridir. Bu otelleri açılış tarihlerine göre sıralayacak olursak sıralama şu şekildedir:

1978/79: Pendik 212 Guest House

1984: The Marmara Suadiye Residence

1990: The Marmara İstanbul

1990: The Marmara Esmâ Sultan (Delux parti ve eğlence merkezi)

1997: The Marmara Çamlıca Residence Block A

1998: The Marmara Çamlıca Residence Block B

1998: The Marmara Manhattan

1999: The Marmara Bodrum

2004: The Marmara Pera

2005: The Marmara Antalya

2005: The Marmara Pendik Residence

Benim bu tezde incelemeye alacağım otel 2005 yılında halkaya eklenen ülkemizin turizm merkezi sayılan Antalya'da bulunan The Marmara Antalya Otelidir. Otel, toplamda 696 yatak barındıran ve yıllık olarak ortalama 100.000 kişiyi ağırlayan bir şehir merkezi otelidir. Bu otelde uyguladığımız altı sigma çalışması otelin housekeeping departmanında yapılmıştır. Bu departmanın tercih edilmesinin sebebi otelin şehir merkezinde olması itibariyle iyileştirme çalışmaları sonuçlarının en belirgin olarak housekeeping departmanının iyileştirilmesiyle ortaya çıkması gerçeğidir. Sorumlu müdürlerden aldığımız bilgiler itibari ile bu durumun sebebi otelin şehir merkezinde olması ve havaalanına yakın olması sonucu otele gelen misafirlerin Antalya'nın Kemer, Beldibi, Belek gibi turistik ilçelerini ziyaret eden misafirlerinin aksine otelde daha uzun süre kalmasıdır. Bu uzun konaklamanın sebebi temel olarak birçok önemli kişinin ve uçuş personelinin (havaalanına yakınlık nedeniyle) oteli, tatil yapmak için değil yaşamak için kullanmasından

kaynaklanmaktadır. Bu kişilerin normal bir evde yaşamayı tercih etmeme sebebi, evdeki temizlik ve konforun sağlanması güçlüdür. Dolayısıyla, bu kişilerin öncelikli tercihi, temizlik ve konforun en üst seviyede olduğu oteller olacaktır. Yukarıda sözünü ettiğimiz bilgiler ışığında, tezim, The Marmara Oteli'nde housekeeping departmanında uygulanan altı sigma çalışmasından oluşmaktadır. Tezimin amacı ise housekeeping memnuniyet oranlarını arttırmaya yönelik altı sigma çalışması yaparak otelin müşteri sayısı ve bunun sonucu olarak kazançlarını arttırmaktır.

5.2 UYGULAMANIN YAPILMA YÖNTEMİ

Bu uygulamada otelde housekeeping departmanındaki sorunlar belirlenmiş ve Ocak-Mart ayları arasındaki dönemde uygulama yapılmıştır. Uygulamada, altı sigmanın temel felsefesi olan DMAIC yaklaşımı ilkeleri temel alınarak housekeeping müşteri memnuniyetindeki sigma seviyesi yükseltilmeye çalışılmıştır.

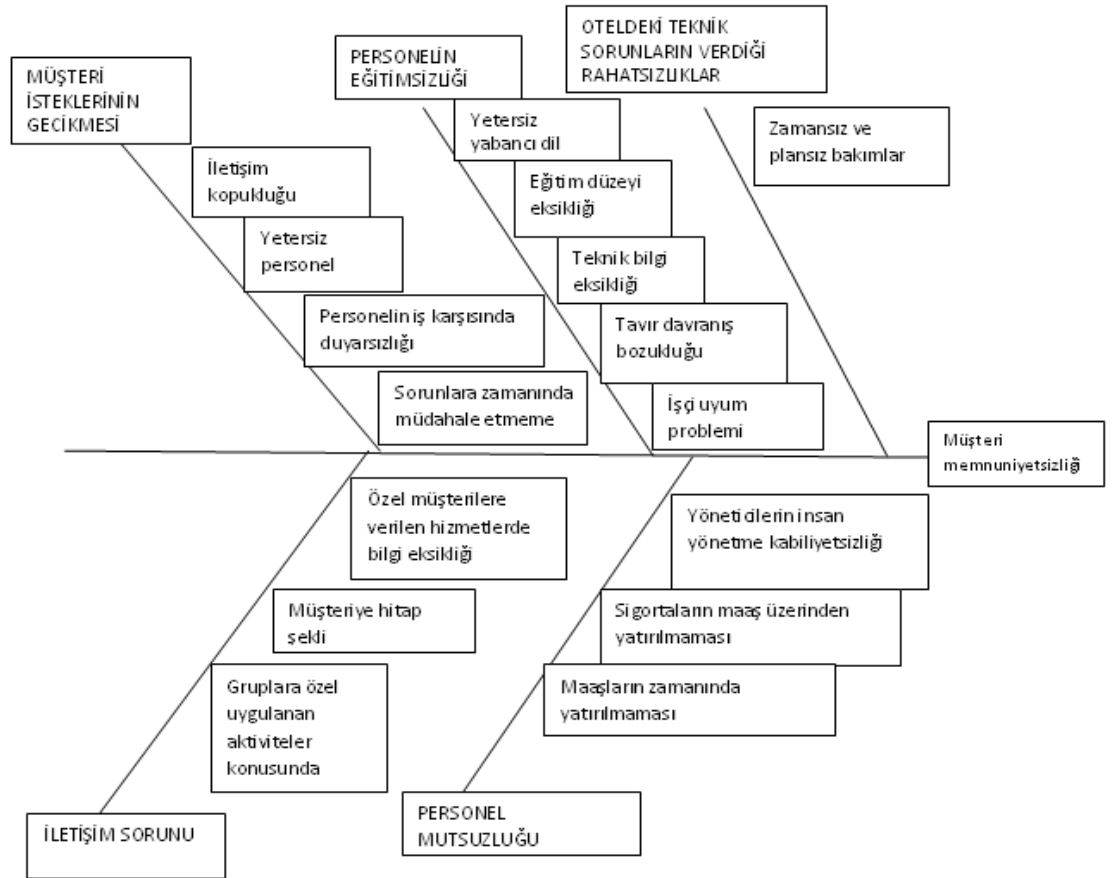
Aşama	Faaliyet	Yöntem
Tanımlama(define)	İyileştirme alanlarının tespiti	Sebep sonuç diyagramları
Ölçme	Yapılan hata tespiti formalarından alınan sonuçlar	Çetele tablosu
Analiz	Sonucu en yüksek düzeyde etkileyen nedenlerin tespiti	Pareto analizi
İyileştirme	Karar verme matrisi yardımıyla çözüm geliştirme	Karar verme matrisi
Kontrol	Uygulamanın yapıldığı zaman aralığında iyileştirme çalışmalarının amacına ulaşp ulaşmadığının kontrolü	Çetele tablosu

Tablo 5.1: DMAIC Modeli

5.2.1 TANIMLAMA:

Bu aşamada housekeeping departman şefleri tarafından beyin fırtınası yapılarak balık kılıcı diyagramı oluşturuldu. Bu diyagram, housekeeping departmanından kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliği konularını içermektedir.

Şekil 5.1: Housekeeping Balık Kılıcı Diyagramı



Balık kılıcı diyagramında müşteri memnuniyetsizliğine yol açan faktörler kapsamlı şekilde oluşturulduktan sonra, diyagramda yer alan faktörlerden en fazla hangilerinin müşteri memnuniyetsizliğine sebep olduğunu ortaya çıkarmak amacı ile hata tespit formu oluşturuldu.

5.2.2 Ölçme aşaması:

Bu aşamada, oluşturulan hata tespit formları departmanda bulunan üç şefe dağıtılarak, onlardan bu formları günlük olarak eksiksiz biçimde doldurmaları talep edildi. Hata tespit formuna göz atacak olursak, form şu şekildedir:

GÜNLÜK HATA TESPİT FORMU	Hata	Adet
Müşteri İsteklerinin Geç yapılması		
Departmanlar arası iletişim kopukluğu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yetersiz personel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personelin işe karşı duyarsızlığı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personel Eğitimi yetersizliği		
Yabancı dil yetersizliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eğitim düzeyi eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teknik bilgi eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personelin tavır ve davranış bozukluğu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sezonluk işçi uyum problemi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İletişim Sorunu		
Özel müşterilere verilen hizmetler hakkında personelin bilgisizliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müşteriye hitap şekli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gruplara özel aktiviteler hakkında bilgisizliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personel Mutsuzluğu		
Maaşların zamanında yatırılmaması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sigortaların maaş üzerinden yatırılmaması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yöneticilerin insan yönetme kabiliyetsizliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zamansız yapılan bakımlar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TOPLAM		

Yukarıda görülen tablonun oluşturulma amacı çetele tablosunu oluşturacak verilerin toplanmasıdır. Bu kısım yukarıda görülen DMAIC metodolojisinin ölçme aşamasını oluşturmaktadır. Yararlanılan çoğu kaynakta bu aşamanın çok dikkatli yapılması sıkça önerilmektedir. Bu tavsiyeler ışığında personel, çok dikkatli bir veri toplama uygulamasını hayata geçirmiştir. Çünkü, ölçümlerin sağlıklı yapılmaması halinde uygulama gerçekleri yansıtmayacaktır. Uygulamanın ölçme aşaması 1 ay sürmüştür. Yukarıda belirtildiği üzere 3 şef hata tespit formlarını günlük olarak eksiksiz doldurmuştur. Toplanan veriler sonucunda üzerine eğilmesi gereken konular aşağıdaki çetele diyagramı vasıtasıyla saptanmıştır.

Hata numarası	Hatanın türü	Karşılaşılan hata sayısı (günlük)
1	Yetersiz personel	0,16
2	Memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği	0,2
3	Personel eğitim yetersizliği	1.05
4	Zamansız yapılan bakımlar	0,1
	TOPLAM	1,51

Tablo 5.2: Housekeeping Departmanı Günlük Hata Sayısı

Yukarıda görülen çetele diyagramını oluşturduktan sonra, sıra, günlük olarak incelenen problemlerle ilgili hata fırsatı sayılarını hesaplamaya geldi. Hata fırsatlarının hesaplanmasının temel amacı, otelin mevcut sigma seviyesinin ortaya çıkarılmasıdır. Hata fırsatları oteldeki 3 şef ve housekeeperin katılımı ile gerçekleşen beyin fırtınası yöntemi ile hesaplandı. Hata fırsatlarını oluşturan etmenler şunlardır.

5.2.2.1 Yetersiz personel için hata fırsatları:

- Zemin temizliği kusurları,
- Banyo temizliği kusurları,
- Cam silme kusurları,
- Buklet malzemeleri tamamlamada eksiklikler,
- Toz almada dikkatsizlik olmak üzere beş türüdür.

Not: Burada, aslında, beyin fırtınası sonucunda daha fazla hata fırsatı elde edilmiştir. Fakat, çok nadir olarak karşılaşılan eksiklikler hesaba katılmamıştır. Çünkü, temel olan öğeler dışında yazılan sebepler sigma seviyesinin gereksiz yere çok yüksek çıkmasına sebep olmaktadır. Bu da aslında yolunda gitmeyen işlerin yolundaymış gibi görünmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden, ileriki kısımlardaki hata fırsatı oluşumlarında da yine aynı yol takip edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında hata fırsatı şu şekilde hesaplanmıştır;

Hata fırsatı sayısı = Hata türü sayısı x Günlük temizlenen oda sayısı

Hata fırsatı sayısı = 5 x 100 = 500 olarak bulunur

Karşılaşılan günlük hata sayısı: 0,16

Not: Burada günlük temizlenen oda sayısının 100 olma sebebi uygulamanın yapıldığı sırada, otelin 232 odasının kış sezonu nedeniyle ortalama doluluk oranının 100 oda olmasından kaynaklanmaktadır. İleriki hesaplamalarda da hep otelin 100 odasının dolu olduğu ve her odada ortalama bir kişinin olduğu varsayılmıştır. Normalde oteldeki her oda minimum iki kişiliktir ancak kış aylarında gelen ziyaretçiler daha önce de belirtildiği gibi genel olarak toplantı grupları, havacılık personeli ve oteli ev amaçlı kullanan kişilerden oluşmaktadır. Bu yüzden ortalama kalan kişi sayısı bir olarak belirlenmiştir.

5.2.2.2 Memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği:

Bu hata türüne sebep olan hata fırsatlarını şu şekilde sıralanmıştır;

- Odaya bornoz koyulmaması,

- Terlik bırakılmaması,
- Diş ve tıraş setinin koyulmaması,
- Kese konmaması,
- Klimaların müşteri gelişinden önce açılmaması.

Şimdi yukarıda gördüğümüz eksiklikleri açıklamaya çalışacağım. Yukarıda bilinçli olarak bazı malzemelerin odalara konmaması ve kasıtlı olarak hataya yönelik söz konusudur. Bu konuyu oteldeki yetkililerle görüştüğümde bu hataya yönelimin mecburi olduğundan bahsettiler. Şöyle ki, oteldeki oda fiyatlarının kış aylarında kimi zaman maliyetinin altında satıldığını, örneğin otelde yaz aylarında 90-100 euro olan oda fiyatlarının kış aylarında 40-45 euro seviyelerine kadar gerilediğini ve bu zararı telafi edebilmek için yaz aylarında yapılan bazı uygulamaların kış aylarında tasarruf amaçlı olarak yapılmadığını söylediler. Bunun da doğal olarak şikayetlere sebep olduğundan bahsettiler. Ayrıca burada şikayetleri daha da arttıran kış aylarındaki müşterilerin yaz aylarına oranla daha sürekli müşteriler olması, iş gereği sık sık aynı yere gelmesi ve sık sık aynı sorunlarla karşılaşılmasıydı.

Hata fırsatı sayısı = Hata türü sayısı x Günlük ortalama giriş yapan oda sayısı

Hata fırsatı sayısı: $5 \times 50 = 250$

Karşılaşılan günlük hata sayısı: 0,2

Burada ortalama günlük giriş yapan odaların sayısının baz alınma sebebi, bu tip hataların müşterinin ilk geldiği andaki hatalar sınıfına girmesinden kaynaklanmaktadır.

5.2.2.3 Personel eğitim yetersizliği:

Personel eğitim yetersizliğine sebep olan hata fırsatları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- İş kazaları eğitimsizliği,
- Cam silme eğitimsizliği,
- Oda temizlik ve paspas konusundaki eğitimsizlik,
- Banyo temizliği eğitimsizliği,
- Kullanılacak kimyasallar konusunda ki eğitimsizlik,

- Hijyen eğitimsizliği mate arabası kullanımı konusunda ki eğitimsizlik,
- Yabancı dil yetersizliği,
- Teknik bilgi eğitimi yetersizliği,
- Oteldeki aktiviteler ve grupların değişken programları konusundaki bilgisizlik.

Bu hatalarla karşılaşma personelin odaya girmesi ile oluşur. Günlük ortalama temizlenen oda sayısı 100 olduğundan hata fırsatı sayısı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

Hata fırsatı sayısı = hata türü sayısı x ortalama günlük girilen oda sayısı

Hata fırsatı sayısı = 9 x 100 = 900

Karşılaşılan günlük hata sayısı: 1,05

5.2.2.4 Otelde yapılan zamansız bakımlar:

Zamansız yapılan bakımlardan kaynaklanan hatalar aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Klima menfez içi temizliği,
- Odaların boyanması, (uygulamanın yapılışı sırasında The Marmara otelinin tüm tavanları boyanmaktaydı, çünkü otelin tavanları sıva görünümünde düşünülmüştü fakat gelen yoğun müşteri şikayetleri sonucu tavanların boyanmasına karar verildi. Bu nedenle bu sezona özel bir hata türüdür, ilerleyen yıllarda tekrarı söz konusu değildir.)
- Su tesisatı kontrolü,
- Elektrik tesisat kontrolü.

Yukarıda sıralanan bu maddeler housekeeping ile alakalı işler olmasa da, buralarda oluşan rahatsızlıkların birinci derecede housekeeping departmanına yansıdığı bilinen bir gerçektir. Oluşabilecek hata fırsatı sayısını hesaplayacak olursak;

Hata fırsatı sayısı = hata türü sayısı x ortalama dolu oda sayısı

Hata fırsatı sayısı = 4 x 100 = 400

Karşılaşılan günlük hata sayısı: 0, 1

olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tüm bu veriler ışığında otelin mevcut sigma performansını rahatlıkla belirleyebiliriz.

Toplam hata sayısı: $0,16 + 0,2 + 1,05 + 0,1 = 1,51$

Toplam hata fırsatı sayısı: $500 + 250 + 900 + 400 = 2050$

Hata fırsatına bağlı olarak sigma seviyesini hesaplama yoluna gidersek;

Formül = toplam hata sayısı / toplam hata fırsatı sayısı

Fırsatta hata sayısı = $1,51 / 2050 = 7,365 \times 10^{-4}$

Milyon fırsatta hata sayısı = fırsatta hata sayısı x 1000000

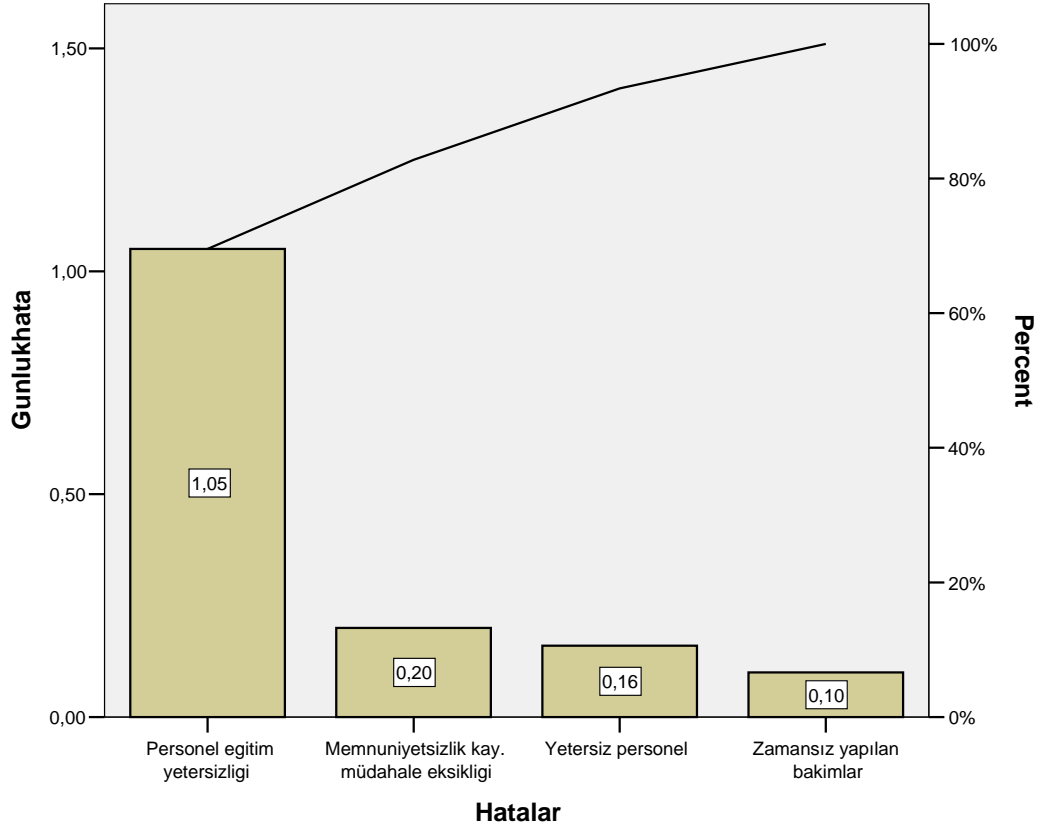
Milyon fırsatta hata sayısı = $7,365 \times 10^{-4} \times 1000000$

= 736,5 sonucu elde edilir. Bu rakama karşılık gelen sigma seviyesine kontrol tablosundan bakıldığında yaklaşık olarak 4,65 sigma değerine ulaşılır.

5.2.3 Analiz aşaması

Ölçüm aşamasının sonuçlarına ulaşıldıktan sonraki aşama, verilerin analiz edilmesidir. Bu veriler ışığında bir pareto şeması oluşturulmuştur.

Şekil 5.2: Günlük Hata Sayısı Pareto Diyagramı



5.2.4 İyileştirme aşaması

Bu aşamada karar verme matrisinden yararlanılmıştır. Bu matristen yararlanılarak, iyileştirme yapılacak alanlar ve yöntemleri, minimum maliyet maksimum fayda sağlanacak şekilde belirlenmiştir.

5.2.4.1 Karar Verme Matrisinin Oluşturulması

Ortaya atılan alternatif fikirler:

- Personele temel eksiklikleri gidermeye yönelik eğitim verilmesi,
- Housekeeping departmanına yeni personel alınması,
- Temelinde poka-yoke ye dayanan şok anket uygulaması yapılması,

- Zamansız yapılan bakımların önlenmesi amaçlı geçici süreli personel alınmasıdır

Çözümün maliyeti:

- A. Çözümün işletmeye sağlayacağı maliyet,
- B. Çözümün etkililik derecesi,
- C. Çözümün mevcut durumda uygulanabilir oluşu,
- D. Çözümün getireceği ek faydaları,

Karar Verme Matrisi

KRİTERLER	KRİTER AĞIRLIKLARI	ALTERNATİF ÇÖZÜMLER							
		1	TOPLAM	2	TOPLAM	3	TOPLAM	4	TOPLAM
A	10	100	1000	90	900	100	1000	20	200
B	9	90	810	90	810	90	810	80	720
C	8	90	720	50	400	100	800	30	240
D	7	80	560	70	490	90	630	70	490
TOPLAM			3090		2600		3240		1550

Tablo 5.3: Karar Verme Matrisi

The Marmara Oteli Housekeeper başkanlığı, 1 asistan ve üç şefinin yardımı ile gerçekleştirilen bu karar aşamasında, dört farklı kriter önemliliklerine göre 10 puan üzerinden değerlendirilip numaralandırılmıştır. Ekip A kriterinin önemlilik düzeyini 10, B kriterinin önemlilik düzeyini 9, C kriterinin önemlilik düzeyini 8 ve D kriterinin önemliliğini 7 puan olarak belirlemiştir. Alternatiflerdeki değerlendirme ise, 100 puan üzerinden yapılmıştır. Arkasından, bu ağırlıklar her bir alternatife ekip tarafından verilen puanla çarpılarak her alternatif için toplam puanlar belirlenmiştir.

Bu puanları sıralanacak olursa:

- Personele temel eksiklikleri gidermeye yönelik eğitim verilmesi 3090 puan,
- Housekeeping departmanına yeni personel alınması 2600 puan,
- Temelinde poka-yoke ye dayanan şok anket uygulaması yapılması 3240 puan,
- Zamansız yapılan bakımların önlenmesi amaçlı personel alınması 1670 puan almıştır.

Ortaya çıkan bu tablo üzerine ekip personele temel eksiklikleri giderici eğitim vermeye ve temelinde poka-yoke düşüncesine dayanan şok anket yapmaya karar vermiştir. Burada bu iyileştirmelerin neden seçildiği hakkında ekiple fikir alışverişinde bulunuldu. İyileştirme ekibinin açıklamalarına göre ikinci alternatif yani Housekeeping departmanına yeni personel alınması fikrinin kabul edilmeyiş nedeni, uygulamanın housekeeping departmanına getirdiği ekstra yoğun maliyetlerdir. Ekip öncelikle mevcut kaynakların maksimum düzeyde kullanılması için çaba sarf etmeyi uygun bulmuştur.

Dördüncü Alternatifin (zamansız yapılan bakımların önlenmesi amaçlı geçici süreli personel alınması) kabul edilmeyiş sebebi ise bu alternatifin önemli ölçüde maliyet gerektirmesi ve mevcut durumda uygulanma zorluğuymdu.

İyileştirme ekibinin karar verdiği alternatiflerin kabul edilme sebeplerine gelindiğinde ise, iyileştirme ekibi birinci alternatifin hem maliyet açısından avantajlı oluşu, etkililiğinin yüksek olması ve uygulanabilirliğinin çok rahat olmasını sebep olarak gösterdi.

Üçüncü alternatifin (şok anket uygulaması yapılması) kabul edilme sebebi olarak ise yine uygulama maliyetinin azlığı, etkililiğinin yüksek olması, uygulanabilir olmasının yanında birçok dolaylı katkıya sebep olması beklentisiydi.

İyileştirmelerin yapılması aşaması

Personele Temel Eksiklikleri Gidermeye Yönelik Eğitim Verilmesi

Daha önceki bölümde otelde hataya sebebiyet veren eğitimsel eksikliklerden söz etmiştim. Bu bölümde ise eğitimin hangi alanlarda ve ne şekilde verildiği üzerinde durulacak.

Aslında temel iş eğitimleri günümüz otellerinin hali hazırda uyguladığı yöntemdir. Bizim burada eksikliğini gördüğümüz şey eğitimlerin veriliş şekliydi. Şöyle ki; normal koşullarda eğitimler çalışanlara işe ilk giriş esnasında verilecektir. Ancak verilen bu eğitimlerin çoğu çeşitli sebeplerden dolayı etkisiz kalmaktadır. Eğitimlerin yetersiz kalmasına sebep olan faktörlerden en önemli iki tanesini sıralayacak olursak:

1. Turizm patlaması sonucu temel eğitim seviyesi düşük kişilerin sektörde yoğun bir şekilde bulunması (ilk ve orta öğrenim mezunları) nedeniyle otele giriş esnasında hızlıca verilen eğitimleri yeterince kavranamaması ve hızlı şekilde unutulmasıdır,
2. Otellerde yaşanan yoğun personel devinimi nedeniyle sürekli olarak personel değişmektedir. Ayrıca sezonluk ve ekstra işler (sünnet düğünleri, düğünler, toplantılar) için alınan personel de başka bir etkidir. Bu kişilere verilen eğitimler işlerin sıkışıklığından dolayı aceleyle yapılmakta, yüzeysel kalmakta ve bu da müşteri memnuniyetsizliğine yol açan birçok hatayı beraberinde getirmektedir.

İşte bu faktörlerin müşteri memnuniyeti düzeylerine verdiği zararı minimuma indirmek amacı ile iyileştirme yöntemi olarak her sabah housekeeping personelinin görev dağılımı için yaptığı olağan toplantısında 15-20 dakikalık bir eğitimin verilmesine karar verildi. Ayrıca uygulamanın başarısını pekiştirme amaçlı olarak şefler zaten olağan olarak gün içerisinde, elemanlarını kontrol ederken sabah verilen eğitimlerden, elemanlara sorular yönelterek eğitimin etkinliğini artırma yoluna gittiler. Eğitimlerin içeriği şu şekilde açıklanabilir.

Eğitimler 10 başlık altında her 10 günde bir başa dđnmek suretiyle 3 ay boyunca verilmiştir. Verilen eğitimler şunlardır;

- İş kazaları eğitimi,
- Cam silme eğitimi,
- Oda temizlik eğitimi ve standartları (paspas çekme),
- Banyo temizliği eğitimi,
- Temizlik esnasında kullanılacak kimyasalların eğitimi,
- Hijyen eğitimi ve mate arabasının kullanılması,
- Housekeeping ile ilgili temel kelimeleri içeren yabancı dil eğitimi,
- Teknik bilgi eğitimi,
- Yabancı dil eğitimi,
- Otel hakkındaki aktivite ve grupların değişken program akışının personele aktarımı. (Örneğin Sun Express kaptanları üniformalarını günde bir kez ücretsiz yıkatma hakkına sahip ya da Novartis grubuna masaj %30 indirimli vb..)

5.2.4.2 İkinci İyileştirme şok Anket Uygulaması Yapılması

Karşımıza ikinci iyileştirme metodu olarak çıkan yöntem ise şok ankettir. şok anket, müşterilerin otele ilk girdiği gün doldurdıkları ankettir. Bu anketin içeriğine değinilecek olursa, şok ankette müşterinin otele girdiği ilk gün otel hakkındaki izlenimi genel anlamda bir anket aracılığıyla alınır. Anket içerisinde müşterinin ilk gün rahatsızlık duyduğu her şeyi iletmesine olanak tanıyan kapalı ve açık uçlu sorular mevcuttur. Bu iyileştirme metodunun, memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği başlığı altında incelenilen sorunlu ve önlenmesi güç kısma tam bir çare olacağı öngörölmüş ve uygulamaya geçilmiştir. Uygulama çerçevesinde otele giriş yapan her yeni odaya şok anket yapılmıştır. Memnuniyetsizlik kaynaklarına müşteri gittikten sonra değil, konaklamanın ikinci günü, hemen müdahale edilmiştir. Bu yöntem, temelde, müşterilerin otelin housekeeping departmanından şikayetçi olarak ayrılmasını otomatik olarak önleme amaçlıdır. Ayrıca uygulama daha da ileri götürölmüşür. Bu şikayetçi müşterilerin kayıtları tutularak bir dahaki sefere bu müşterilerin oteli ziyareti halinde özel istekleri onlar

daha istemeden yerine getirilmeye başlanmıştır. Bu uygulamadaki etkinlik ve bunun müşteri memnuniyetine katkısı konusunda departmanın beklentisi oldukça yüksekti, çünkü başta da bahsettiğim gibi kış aylarında oteli ziyaret eden müşterilerin çoğunluğu zaten oteli sık sık ziyaret eden havayolu personeli, ev amaçlı kullanan işadamları ve toplantı gruplarıydı. Bu kişilerin özel isteklerinin bilinmesi hata şansını minimuma indirecekti. İşte bu öngörüler çerçevesinde şok anketler üç ay boyunca yeni giriş yapan ziyaretçilere uygulandı ve uygulamamızın bir sonraki aşaması olan kontrol aşamasında sonuçlar gözden geçirildi.

5.2.5 Kontrol aşaması

Uygulamamızın son ayağı olan bu aşamada, öncelikle hata verilerini tespit etmeye yarayan hata tespit formları yeniden şeflere dağıtılarak tekrar bir hata tespiti yapılmıştır. Bu ikinci hata tespit formlarının doldurma süresi 15 gün olarak belirlenmiştir. Uygulama sonrası oluşan yeni hatalar aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere tekrar bir çetele tablosunda toparlanmıştır. ,

Hata numarası	Hatanın türü	Karşılaşılan hata sayısı (günlük)
1	Yetersiz personel	0,1
2	Memnuniyetsizlik kaynaklarına müdahale eksikliği	0,03
3	Personel eğitim yetersizliği	0,1
4	Zamansız yapılan bakımlar	0,1
	TOPLAM	0,39

Tablo 5.4: Çetele Tablosu

Toplam hata fırsatı sayısı: $500 + 250 + 900 + 400 = 2050$

Hata fırsatına bağlı olarak sima seviyesini hesaplama yoluna gidersek;

Formül = Toplam hata sayısı / Toplam hata fırsatı sayısı

Fırsatta hata sayısı = $0,33 / 2050 = 1,6097 \times 10^{-4}$

Milyon fırsatta hata sayısı = Fırsatta hata sayısı x 1000000

Milyon fırsatta hata sayısı = $1,6097 \times 10^{-4} \times 1000000 = 160,97$ sonucu elde edilir. 5,15 sigma seviyesi yeni sigma seviyesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu sonuca göre otelde 3 aylık uygulamanın sonucunda yapılan iki iyileştirme sayesinde sigma seviyesi başta hesaplanan 4.65 değerinden 5.15 değerine yükselmiştir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan 3 aylık çalışma neticesinde sigma değerinde beklenen artış sağlanmıştır. Tezimin bu son kısmındaki temel amaç otelin bu iyileştirmeden sağlayacağı housekeeping memnuniyet oranındaki artış ve bunun otelin yıllık bazdaki reel getirilerine yansımalarıdır. Bu amaçla uygulamanın en başında otelde housekeeping müşteri memnuniyetini ölçen anketler tekrar şefler vasıtası ile otel misafirlerine dağıtılmıştır. İki hafta süresince 100 adet form toplanarak yeniden bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme neticesinde

1. Başlangıçta %84 olan müşteri memnuniyet oranı %96 olarak karşımıza çıkmıştır,
2. Anketin son üç sorusuna verilen cevaplar ortalama olarak %85 ten %89.6 ya yükselmiştir.
3. Yiyecek içecek departmanı ve misafir servislerini ilgilendiren konulardaki memnuniyet oranlarında önemli bir değişkenlik gözlemlenmemiştir (Sonuçları yorumlama da kolaylaştırıcı bir etki yapmıştır). İkinci maddede belirtilen son üç soru çalışmadan sağlanması beklenen reel getiriye net biçimde görmek konusunda en çok yardımcı olacak sorulardır. Çünkü, bu sorular otelde bir daha ki sefere kalma konusunda eğilimi ölçmeye yöneliktir.

Yukarıda açıkladığımız bu rakamlar otel yetkilileri tarafından memnuniyetle karşılanmıştır. Ayrıca housekeeper ın elindeki kaynaklara göre otelde bugüne kadarki en yüksek housekeeping müşteri memnuniyetinin sağlandığı bildirilmiştir. Bu aşamadan sonra durumun reel getirisinin hesaplanmasına geçilmiştir. Bu reel getirinin birçok etkenden etkilenmesinin hesaplamayı karmaşıklaştırması, bu işin reel sonuçlarını görmemizi güçleştirmekteydi. Bu konuyu biraz açacak olursak hizmet sektöründeki iyileştirme çalışmalarında üretim süreçlerinde olduğu gibi sonuçları kesin olarak görmemiz güçtür. Çünkü süreçler birçok farklı etmeden yüksek değişkenlik göstermek suretiyle etkilenebilir. Örneğin o yıl turizm sektöründe değişen birçok koşula bağlı olarak ani bir yavaşlama görülebilir, (terör, salgın hastalık, dolar veya euro krundaki oynaklık, kentin cazibesini yitirmesi ya da cazibe kazanması, ülkeler arası siyasal sorunlar vb.) ya da rakip oteller açılabilir. İşte bütün

bunlar otellerin üzerinde, onları aşan sorunlardır. Ancak bu demek değildir ki müşteri sayısında olabilecek artış konusunda bir fikir sahibi olamayız. Biz tüm bu oteli aşan sorunların sabit olduğunu varsayarak kabaca bir hesaplama yapabiliriz. Otelin genel müşteri memnuniyeti anketine bakacak olursak bu anketin yalnızca otelin housekeeping departmanı memnuniyetini değil diğer departmanları da ilgilendiren sorular içerdiğini görürüz. Diğer departmanları ilgilendiren sorulara verilen cevaplarda beklendiği üzere önemsenecek bir değişiklik olmaması daha önce de belirttiğim gibi ankette çıkarılmasını kolaylaştırmıştır. Bu durumda %84 ten %96 ya çıkan Housekeeping müşteri memnuniyeti oranı, genel anketteki son üç soruya verilen cevaplarda %4.6lık pozitif etki yaratmıştır. Otelden aldığımız veriler ışığında, otele kış aylarında gelen müşteri sayısı 25,000'dir. Bunun bir sonraki kış sezonunda 26,150 olmasını beklemekteyiz. Bu da kişi başı kış harcamasının otelde 80 Euro ve ortalama kalma süresinin 7 gün olduğunu hesaba kattığımızda, kişi başı 560 Euro ekstradan gelir elde edilmesi anlamına gelmektedir. Elde edilen 560 Euro tutarını gelecek sene beklenen kişi sayısı artışı(1150) ile çarpıldığında, otelin bu altı sigma uygulamasından elde etmesini beklediğimiz reel getiriyi: 1150×560 Euro eşittir 644000 Euro elde edilir. Bu da altı sigma uygulamasının basit iyileştirmelerle bile bir hizmet işletmesine ne kadar büyük katkılar sağladığının sayısal anlamdaki göstergesidir. Yapılan bu çalışmada altı sigmaya ayrılan bütçenin düşüklüğü de görülmektedir. Buradan hareketle daha büyük bütçeler ve üst yönetimin tam desteğini almış daha kapsamlı projelerle hizmet işletmelerinin de üretim işletmeleri gibi büyük karlar sağlayabileceğini görmüş olduk.

KAYNAKÇA

Antony, J., Antony, F.J., Kumar, M., Cho B.R. (2007). Six Sigma in Service Organizations: Benefits, Challenges and difficulties, Common Myths, Empirical Observations and Success Factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(3):294-310.

Barker, Thomas, R., "Quality Engineering by Design: Taguchi's Philosophy", *Quality Progress*, Dec. 1986, pp. 32-33.

Behara, R.S., Fontenot, G.F., Gresham, A. (1995). Customer Satisfaction Measurement and Analysis Using Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(3):9-18.

Bisgaard, S. and Freiesleben, J. (2004), "Six sigma and the bottom line", *Quality Progress*, Vol. 37 No. 9, pp. 57-62.

Box, George E.P. and Soren Bisgaard, "The Scientific Context of Quality Improvement", *Quality Progress*, June 1987, pp. 54-61.

Buck, C. (2001), "Applications of six sigma to reduce medical errors", *ASQ Congress Proceedings*, Milwaukee, pp. 239-42.

Chakrabarty, A., Tan, K.C. (2007). The Current State of Six Sigma Application in Services. *Managing Service Quality*, 17(2):194-208.

Customer satisfaction measurement and analysis using six sigma

Ravi S. Behara *Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, Texas, USA, and*
Gwen F. Fontenot

Eckes, G. (2003). *Six Sigma for everyone*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Gürsakal, N. (2005). *Altı Sigma: Müşteri Odaklı Yönetim*. Ankara: Nobel Yayın.

Hoerl, R.W. and Snee, R.D. (2002), "Statistical thinking – improving business performance", Duxbury, Thomas Learning, Belmont, CA.

Kackar, Raghu N., "Off-Line Quality Control, Parameter Design, and The Taguchi Method", *Journal of Quality Technology*, Vol. 17, No: 4, Oct. 1985, pp. 176-187.

Kackar, Raghu N., "Taguchi's Quality Philosophy: Analysis and Commentary", *Quality Progress*, 1986, 21-29.

Logothesis, N., *Managing For Total Quality, From Deming to Taguchi and SPC*, Prentice-Hall, New York, 1992.

Marketing Solutions, Mabank, Texas, USA, and Alicia Gresham Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, Texas, USA

Pande, P. S., Neuman, R.P., Cavanagh, R.R. (2004). *Six Sigma Yolu*. İstanbul: Klan Yayınları.

Pande, P.S., Neuman, R.P., Cavanagh, R.R. (2000). *The Six Sigma Way: How GE, Motorola and other Top Companies are Honing their Performance*. New York: McGraw-Hill.

Taguchi, Genichi and Don Clausing, "Robust Quality", *Harvard Business Review*, Jan.-Feb. 1990, pp 65-75.

Taguchi, Shin, "Taguchi's Quality Engineering Philosophy and Methodology", içinde, *Quality Up, Costs Down*, ed. William E. Euroka ve Nancy E. Ryan

Taner, M.T., Sezen, B., Antony, J. (2007). An Overview of Six Sigma Applications in Healthcare Industry. *International Journal of Health Care*, 20(4):329-340.

Rucker, R. (2000), "Citibank increased customer loyalty with defect-free processes", Journal of Quality and Participation, pp. 32-6.

Thomerson, L.D. (2001), "Journey for excellence: Ketucky's Commonwealth Health Corporation adopts six sigma approach", ASQ's 55th Annual Quality Congress Proceedings, pp. 152-8.

Yilmaz, M.R. and Chatterjee, S. (2000), "Six sigma beyond manufacturing – a concept for robust management", IEEE Engineering Management Review, Vol. 28 No. 4, pp. 73-80.

<http://www.frmtr.com/muhendislik-mimarlik-peyzaj-mimarligi/761928-istatistiksel-proses-kontrol.html>

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Standard_deviation_diagram_micro.svg

Sınıksaran, E. (2000). *İstatistiksel Yöntemler*. İstanbul: Sigma Yayınları.

<http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o7s1.pdf>

<http://www.yenifrm.com/istatistiksel-proses-kontrol-t125228.html>

http://besiktasforum.net/forum/istatistik/26358-istatistiksel-proses-kontrol/#_ftn1

<http://www.onlinekalite.com/htmdosyalar/hataturleri.htm>