

TC  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME YÖNETİMİ  
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE BİR SANAYİ  
İŞLETMESİNDE ALGILAMA UYGULAMASI**

BURAK GÜLER

06713008

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. İSMAİL DUYMAZ

İSTANBUL,2011

TC  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME YÖNETİMİ  
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE BİR SANAYİ  
İŞLETMESİNDE ALGILAMA UYGULAMASI

BURAK GÜLER

06713008

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:.....

Tezin Savunulduğu Tarih:.....24.01.2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Duymaz

Jüri Üyeleri: Prof. Nurullah Gültekin

Yard.Doç.Dr.Ceren Erdin Gündoğdu

İSTANBUL , Ocak 2011

## ÖNSÖZ

Yirmi birinci yüzyılda sürdürülebilir büyüme ve sürdürülebilir rekabet kavramları öne çıkacaktır. Bunun için işletmelerin bir yandan etkin ve etkili çalışmaları, diğer yandan da üretimdeki kaynak israflarını en aza indirmeleri ve üretimdeki hata oranlarını minimum kılmaları şart olmaktadır. Bu çalışmanın konusunu teşkil eden altı sigma metodolojisi, üretimdeki kaynak israflarının ve hata oranlarının mümkün olduğunca azaltılmasını amaçlayan yöntemlerden biridir.

Altı sigma metodolojisi hem yönetim, hem de istatistik bilimini kapsayan diğer kalite yönetim sistemlerinin en iyi yönlerini birleştiren ve üzerine artı değer katan iyileştirmeler ekleyen bir yönetim sistemidir.

Tez çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, bana her konuda yol gösteren değerli hocalarım Sayın Prof.Dr. İsmail Duymaz'a ve Sayın Arş.Gör.Dr. Arzu Karaman'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde katkısı olan tüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve her türlü manevi ve maddi özveride bulunan, beni her konuda daima destekleyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

**Ocak, 2011**

**Burak Güler**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZ.....	ix
ABSTRACT.....	x
1.GİRİŞ.....	12
2. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ.....	13
2.1. Altı Sigma Tanımı ve Amacı.....	13
2.2. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi.....	15
2.3. Altı Sigma Kavramları.....	16
2.3.1. Kararlılık.....	16
2.3.2. Değişkenlik.....	16
2.3.3. Normal Dağılım.....	17
2.3.4. Altı Sigmada Grafikselleştirme.....	19
2.3.4.1. Histogram.....	20
2.3.4.2. Nokta Gösterimi.....	20
2.3.4.3. Kutu Gösterimi.....	21
2.3.4.4. Seyir Grafiği.....	22
2.3.4.5. Kontrol Grafiği.....	22
2.3.4.6. Serpme Grafiği.....	23
2.3.5. Altı Sigma'da Ölçüm.....	24
2.3.5.1. Proses Yeterliliği.....	24
2.3.5.2. Birim Başına Hata.....	25
2.3.5.3. Milyon Başına Hata.....	25
2.4. Altı Sigma Uygulama Aşamaları.....	26
2.4.1. Tasarımda Altı Sigma (DFSS).....	26
2.4.2. Tanımlama.....	28
2.4.2.1 Tanımlama Aşamasında Kullanılan Araçlar.....	29
2.4.2.1.1 Proje Onay Formu.....	29
2.4.2.1.2 Süreç Akış Şeması.....	31
2.4.2.1.3 SIPOC Diyagramı.....	33
2.4.2.1.4. Süreç Haritalama.....	34
2.4.2.1.5. Müşterinin Sesi.....	35
2.4.3. Ölçme.....	37
2.4.3.1 Ölçme Aşamasında Kullanılan Araçlar.....	39
2.4.3.1.1 Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R).....	39
2.4.3.1.2 Veri Toplama.....	40
2.4.3.1.3 Kıyaslama (Benchmarking).....	42
2.4.3.1.4 Örneklem Dağılımı.....	42
2.4.3.1.5. Prosesin Sigma Değerinin Hesaplanması.....	43
2.4.4. Analiz.....	43
2.4.4.1. Analiz Aşamasında Kullanılan Araçlar.....	45
2.4.4.1.1. Beyin Fırtınası ve Sebep&Etki Diyagramı.....	45
2.4.4.1.2. Hipotez Testi.....	47

2.4.4.1.3. İstatistiksel Anlam Testleri .....	49
2.4.4.1.4. Korelasyon ve Regresyon Analizi.....	53
2.4.4.1.5. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA) .....	57
2.4.5. İyileştirme .....	62
2.4.5.1. İyileştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar .....	63
2.4.5.1.1. Hata Önleme .....	63
2.4.5.1.2. Deneysel Tasarım .....	64
2.4.6. Kontrol .....	65
2.4.6.1. Kontrol Aşamasında Kullanılan Araçlar .....	66
2.4.6.1.1. İstatistiksel Proses Kontrol .....	66
3. ÜRETİMDE ALTI SİGMA UYGULAMALARI .....	68
3.1. Üretim Sektöründe Altı Sigma Uygulamasının Yararları .....	68
3.2. Üretim Sektöründe Altı Sigma Yayılımı .....	70
3.3. Üretim Sektöründe Altı Sigma Rollerini .....	70
3.3.1. Üst Kalite Konseyi.....	71
3.3.2. Yönetim Temsilcisi.....	72
3.3.3. Şampiyon.....	73
3.3.4. Uzman Kara Kuşak.....	74
3.3.5. Kara Kuşak .....	74
3.3.6. Yeşil Kuşak .....	75
3.3.7. Ekip Üyesi.....	75
3.3.8. Finans Sorumlusu.....	75
3.4. Üretim Sektöründe Altı Sigma Projeleri .....	76
3.5. Altı Sigma ve İşletme Performansı İlişkisi .....	77
4. BİR SANAYİ İŞLETMESİNDE ALTI SİGMA ALGILAMASI İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA .....	83
4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi .....	83
4.2. Araştırma Soruları ve Hipotezler .....	83
4.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	84
4.4. Araştırmanın Evreni ve Yöntemi.....	84
5. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	85
6. SONUÇ .....	106
KAYNAKLAR .....	109
ÖZGEÇMİŞ .....	113
Ek 1: Anket Soruları .....	114

## TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1 : Cp ve Cpk indislerinin karar noktaları .....	25
Tablo 2.2 : Tanımlama aşamaları ve kullanılan araçlar .....	29
Tablo 2.3 : Ölçme aşamaları ve kullanılan araçlar .....	39
Tablo 2.4 : Analiz Aşamaları ve Kullanılan Araçlar .....	45
Tablo 2.5 : Örnek FMEA Çizelgesi .....	57
Tablo 2.6 : Hata Olasılığı Değerlendirme Tablosu .....	58
Tablo 2.7 : Hatanın Saptanabilirliği Tablosu .....	58
Tablo 2.8 : Etki Önem Derecesi Tablosu .....	59
Tablo 2.9 : İyileştirme Aşamaları ve Kullanılan Araçlar .....	63
Tablo 2.10 : Kontrol Aşamaları ve Kullanılan Araçlar .....	66

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 – Kontrol Grafiği .....	17
Şekil 2.2 – Normal Dağılım Eğrisi .....	18
Şekil 2.3 – Girdi ve çıktı tipine göre analiz yöntemleri.....	19
Şekil 2.4 – Histogram .....	20
Şekil 2.5 – Nokta Gösterimi.....	21
Şekil 2.6 – Kutu Gösterimi.....	21
Şekil 2.7 – Seyir Grafiği.....	22
Şekil 2.8 – Kontrol Grafiği .....	23
Şekil 2.9 – Serpme Grafiği .....	23
Şekil 2.10 – Müşteri limitleri ve hatalar grafiği.....	27
Şekil 2.11 – Süreç Akış Şeması.....	32
Şekil 2.12 – Örnek SIPOC Diyagramı .....	33
Şekil 2.13 – Kano Modeli .....	37
Şekil 2.14 - Sebep&Etki Diyagramı .....	46
Şekil 2.15 – Değişkenler Arasında İlişkisiz Durum.....	55
Şekil 2.16 – Değişkenler Arasında Kuvvetli Pozitif ve Negatif İlişki .....	55
Şekil 2.17 – Değişkenler Arasında Zayıf Pozitif ve Negatif İlişki .....	55
Şekil 2.18 – Veri Türüne Göre İPK Grafiklerinin Seçimi.....	68
Şekil 3.1 – İşletmelerde Altı Sigma Yayılımı .....	70
Şekil 3.2 – Verimlilik İçin Altı Sigma Yayılımı .....	77
Şekil 3.3 – Verimlilik Evi .....	81
Şekil 5.1 – Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi .....	85
Şekil 5.2 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi.....	86
Şekil 5.3 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi .....	87
Şekil 5.4 – Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi .....	87
Şekil 5.5 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi ...	88
Şekil 5.6 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi .....	89
Şekil 5.7 - Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi ..	89
Şekil 5.8 - İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi .	90
Şekil 5.9 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi .....	91
Şekil 5.10 - Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi .....	92
Şekil 5.11 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi .....	93
Şekil 5.12 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi .....	93
Şekil 5.13 - Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi.....	94
Şekil 5.14 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi.....	95
Şekil 5.15 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi.....	95
Şekil 5.16 – Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi.....	96
Şekil 5.17 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi .....	97

Şekil 5.18 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi .....	97
Şekil 5.19 – Proje Adeti/Beyaz Yaka Sayısı ile Saha Arıza Oranı Hedefine Ulaşma Oranı Grafiği .....	99
Şekil 5.20 - Proje Adeti/Beyaz Yaka Sayısı ile Üretim Verimliliği Hedefine Ulaşma Oranı Grafiği .....	99
Şekil 5.21 – H1 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	101
Şekil 5.22 – H2 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	101
Şekil 5.23 – H3 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	102
Şekil 5.24 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	103
Şekil 5.25 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	104
Şekil 5.26 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu .....	105



## ÖZ

### ALTI SİGMA METODOLOJİSİ VE BİR SANAYİ İŞLETMESİNDE ALGILAMA UYGULAMASI Burak GÜLER Ocak, 2011

Tezimizin konusu olan Altı Sigma Metodolojisi önce teorik bir çerçevede ele alınarak irdelenmiş, daha sonra bir sanayi işletmesindeki algılaması hakkında anket uygulamasına konu olmuştur. Anket uygulaması, dayanıklı tüketim malları sektöründe faaliyet gösteren ve Türkiye'nin önemli üretim tesislerinden birinde gerçekleştirilmiştir.

Tezimizin birinci bölümünde Altı Sigma Metodolojisi teorik olarak ele alınıp açıklanmıştır. Bu bölümde öncelikle altı sigma tanımına, amacına ve tarihsel gelişimine yer verilmiş; daha sonra altı sigma aşamaları istatistiksel ve yönetsel açılardan irdelenmiştir. Bu bölümde teorik bilgilere yer verilmiş olup altı sigma aşamaları kısmında pratik olarak kullanılan araçlara yer verilmiştir.

Tezimizin ikinci bölümünde üretim sektöründe altı sigma uygulamalarına teorik anlamda değinilmiştir. Üretim sektöründe faaliyet gösteren bir firmada altı sigma daha farklı anlamda uygulanmalıdır. Bu bölümde üretim sektöründe altı sigma yayılımının nasıl olması gerektiği açıklanmaya çalışılmıştır.

Tezimizin son bölümünde bir sanayi işletmesinde altı sigma metodolojisi ile ilgili algılama uygulamasına yer verilmiştir. Bu uygulama Türkiye'nin önde gelen üretim tesislerinden birinde beyaz yakalı çalışanlara uygulanmıştır. Bu çalışma ile aktif olarak altı sigma metodolojisi uygulanmakta olan bir sanayi işletmesindeki beyaz yakalı çalışanların nasıl bir algıya sahip oldukları ölçülmek istenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Altı sigma, DMAIC, Sanayi sektörü altı sigma, algılama

## **ABSTRACT**

### **SIX SIGMA METHODOLOGY AND PERCEPTION APPLICATION IN A INDUSTRY COMPANY**

**Burak GÜLER**

**January, 2011**

Six sigma methodology, which is the subject of my thesis, is examined both in theoretical and practical ways. Practice is applied in one of the important production factories of Turkey which is active in the durable consumer goods sector. And this practice is applied by questionnaire method.

In the first section, the six sigma methodology is defined in a theoretical way. In this section, firstly, six sigma definition and goals, six sigma methodology's historical background and then six sigma steps are defined in managerial and statistical way. Also in this section commonly theoretical information is defined and in six sigma steps sub-section practically used tools are defined.

In the second section, six sigma applications in the production sector are defined theoretically. Also in this section how to be six sigma deployment in the production sector, is defined.

In the last section, perception application is applied in a production company to understand six sigma methodology. This application is applied to one of the important production factories' white collar employees. In this application, in a production company, which is six sigma methodology is actively applied, how white collar employees react to six sigma methodology is tried to measure.

**Keywords** : Six sigma, DMAIC, Industry sector six sigma, perception

## 1.GİRİŞ

Günümüzde hayatımıza internetin girmesi ve küreselleşmenin büyük yol alması ile yaşam akışımız farklı bir boyut kazanmıştır. Bu değişiklik günlük yaşantımızı etkilediği kadar iş yaşamını da etkilemiştir. Bugün yerel şirketler bile yaşantımıza giren internet ile daha geniş perspektifli düşünmek, gelişmeleri takip etmek, bir nevi küresel bir şirket olmak zorunda olduklarını hissetmektedirler. Bu gelişmeleri takip edemeyen yerel şirketlerin başarı şansları giderek azalmaktadır.

Dünyadaki bu değişim ile müşterilerin beklentileri de, şirketlerin başarıyı yakalamadaki yöntemleri de farklılaşmıştır. Eski anlayışa göre sadece üretmek, müşteriye istediği zamanda ürünü sunabilmek şirketler için önemli bir başarı kriteri iken günümüzde sadece bu faaliyet kesinlikle yeterli değildir. Artık müşteriler istedikleri zamanda ürün temin edebilmenin yanında bu ürünün benzer ürünlerden farklı olmasını istemektedirler. Bu farklılık kalite anlamında olabileceği gibi tamamen yenilikçi bir tasarım ile müşterilerin hayatlarını farklı bir şekilde yönlendirebilecekleri özelliklerle de olabilmektedir.

Tüm bu amaçlar ile, büyük şirketler gelişen ve değişen müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına yeni yönetim anlayışları geliştirmeleri gerekliliği fark etmişlerdir. İlk olarak 1960'lı yıllarda Motorola Firması Altı Sigma Yönetim Anlayışı ile ilgilenmeye başlayarak bu anlamda ilk adımı atmıştır. Çalışmalar yirmi yıl boyunca Motorola'nın müşteri ihtiyaçlarını yakalayabilmek için sürdürülmüş ve geliştirilmiştir. 1980'li yıllarda Motorola bu yaklaşımı uygulama sürecine sokmuştur. Altı Sigma Yönetim Anlayışı tamamen yenilikçi düşünce tarzını benimsemiş olup, hep daha iyiye ulaşmayı hedeflemektedir. Altı Sigma Anlayışına göre, iyileştirme ve yenilikçilik hiçbir zaman bitmemektedir. Müşteri ihtiyaçları önceden tahmin edilmeli ve maksimum ölçüde karşılanmalıdır. Altı Sigma Yönetim Anlayışı'nın bu temel özellikleri ile Motorola Firması gelişen dünya şartları çerçevesindeki müşteri gereksinimlerini karşılayabilmiş ve böylece küresel bir firma olarak yoluna devam edebilmiştir.

Motorola ile başlayan bu yeni anlayışı bir çok küresel ve yerel firma kendi bakış açıları ile uygulamış ve başarıyı yakalamışlardır.

## 2. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

Altı sigma günümüzde tüm dünyada sanayi işletmeleri tarafından yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem kimi zaman bir yönetim felsefesi olarak; kimi zaman da istatistik bilimini kullanan bir kalite iyileştirme aracı olarak ele alınıp değerlendirilmektedir.

### 2.1. Altı Sigma Tanımı ve Amacı

Altı sigma'nın anlamını iki farklı açıdan değerlendirmek gerekmektedir. Bunlar altı sigmanın istatistiksel olarak teknik açıdan anlamı ve müşteri ve yönetim açısından anlamıdır.

İstatistiksel olarak teknik açıdan tanımı:

Sigma, Yunan alfabesinde kullanılan bir harftir. Büyük harf sigma ( $\Sigma$ ) toplam simgesi olarak bilinmektedir. Küçük harf sigma ( $\sigma$ ) ise standart sapma olarak bilinmektedir. Standart sapma istatistiksel olarak bir dağılım ya da yayılma ölçüsüdür. Standart sapma ne kadar büyük olursa, bir sistemin çıktıları o kadar dağılmış anlamındadır. Yani standart sapmanın büyümesi sistemi kararsızlaştırmaktadır. İdeal bir sistemde standart sapma sıfır olmalıdır.

Teknik bir sistemde sigma değeri sistemin ne kadar iyi çalıştığını gösteren bir ölçüm değeridir. Sigma değeri ne kadar yüksek ise, proses o kadar iyi gerçekleşiyor anlamına gelmektedir. Örneğin; 6 sigma'da çalışmakta olan bir sistemde hata yapma olasılığı milyonda 3.4 olarak hesaplanırken, 1 sigma'da çalışmakta olan bir sistemde hata yapma olasılığı milyonda 690.000 olarak hesaplanmaktadır.

Müşteri ve Yönetim açısından tanımı:

Altı Sigma yaklaşımında müşteri ve yönetim açısından birçok tanım mevcuttur. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

“Altı sigma, temel düzeyde, aynı anda hem verimliliği hem etkililiği iyileştirmeye yönelik bir girişimdir.<sup>1</sup>”

“Altı Sigma operasyonel mükemmellik yaklaşımıyla koşulsuz müşteri tatminine yönelik başarı anahtarları olarak tanımlanabilir.<sup>2</sup>”

---

<sup>1</sup> George Eckes, **Herkes İçin Altı Sigma**, 2.bs. (İstanbul: MediaCat, 2007), 11.

“Altı Sigma, mükemmel yakın bir ölçümü gösteren, altı standart sapmayı ya da bir milyon operasyondaki 3,4 adet hatayı temsil eden gerçek performanstır.”<sup>3</sup>

Altı sigma tanımlamasını detaylıca inceleyen Peter S. Pande “6 Sigma Yolu” kitabında birçok altı sigma tanımına yer vermektedir. Ona göre; “Altı sigma, süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için mühendis ve istatistikçilerin kullandığı ileri derecede teknik bir yöntemdir.”<sup>4</sup> “Altı sigma, müşteri taleplerini karşılama konusunda mükemmel yakın bir hedefdir.”<sup>5</sup> “Altı sigma, bir şirketi müşteri memnuniyeti, karlılık ve rekabet gücü açılarından daha ileri bir konuma taşıyacak kültür değişimini amaçlayan kapsamlı bir çaba oluşudur.”<sup>6</sup>

Robert S. Pande bu açıklamaları irdeledikten sonra kendince en kapsamlı tanımlamayı yapmıştır. Bu altı sigma tanımlaması;

“İşte başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için kapsamlı ve esnek bir sistem. Altı sigmayı işleten benzersiz mekanizma, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama; gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanma; iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir.”<sup>7</sup>

Robert S. Pande'nin yapmış olduğu bu tanımlama altı sigma tanımlamaları içerisinde en kapsamlı olan tanımlamadır.

Yukarıdaki tanımlardan da görüldüğü gibi, altı sigma yaklaşımı ile ilgili çok farklı algılamalar olabilmektedir. Altı sigma genel anlamda çok farklı amaçlara hizmet edebilmektedir. Ancak altı sigma temel olarak “iş problemlerinin kök sebeplerini analiz eden ve onlara çözüm bulan, verilerle çalışan yüksek performanslı bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım iş çıktılarını doğrudan pazarın gereksinimleriyle bağdaştırır.”<sup>8</sup>

Altı Sigma Metodolojisinde amaç, süreçlerimizde sıfır hata oranlarına, yani mükemmellik modeline ulaşmaktır. Bu doğrultuda Altı Sigma metodu kesinlikle Toplam Kalite Yönetimi'ne (TKY) alternatif bir model değil, aksine TKY'yi bütünleyen bir metodolojidir. Altı Sigma metodolojisi, mükemmellik modeli için, neler yapmamız gerektiğinden çok, nasıl yapabileceğimizin yöntemlerini tarif etmekte; bu amaçla veri bilimi (istatistik) tekniklerini kolay ve uygulanabilir araçlar olarak süreç iyileştirmelerinde kullanmaktadır.<sup>9</sup>

---

<sup>2</sup> <http://www.borusanmannesmann.com/yalin-6-sigma/yalin-6-sigma-nedir.aspx>

<sup>3</sup> Michael C. Thomsett, **Getting Started in Six Sigma**, 1.bs. (New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2005), 6.

<sup>4</sup> Peter Pande, Robert Neuman, Roland Cavanagh, **Six Sigma Yolu**, 1. bs. (İstanbul: Klan Kitap, 2004), 12.

<sup>5</sup> Peter Pande, Robert Neuman, Roland Cavanagh, a.g.e., 13.

<sup>6</sup> a.g.e., 13.

<sup>7</sup> a.g.e., 13.

<sup>8</sup> Mert Türksel, “Altı Sigma Metodolojisi ve Tedarikçi Bazında Uygulanması”, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008), 5.

<sup>9</sup> [http://www.kalder.org.tr/preview\\_content.asp?contID=752&templID=1&regID=2](http://www.kalder.org.tr/preview_content.asp?contID=752&templID=1&regID=2)

## 2.2. Altı Sigma'nın Tarihsel Gelişimi

Altı sigmanın istatistik kimliğinden kurtulup yönetim anlayışı olarak algılanıp süreçlere entegre edildiği yer, bir diğer anlamda altı sigma'nın başladığı yer Motorola'dır. Motorola'da mühendis olarak çalışan Mikel Harry çeşitli süreçler içerisindeki varyasyonlar üzerinde çalışmaya başlamıştır. Bu çalışmaları sırasında Mikel Harry çeşitli süreçlerde yaşanan varyasyon farklarının ölçülmesinin önemini fark etmiştir. Varyasyonların önemini aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

Bir restoranda yemek almak için gün bazında sırada beklediğiniz süreler;

Pazartesi: 14 dakika

Salı: 12 dakika

Çarşamba: 2 dakika

Perşembe: 24 dakika

Cuma: 8 dakika'dır.

Bu hafta boyunca ortalama sırada bekleme süreniz 12 dakikadır. Yine de sırada 12 dakika bekleyeceğinizi bilmeniz gerçek durumu tanımlamamaktadır. Çarşamba günü sadece 2 dakika beklemiş olmanıza rağmen, bir gün sonra 24 dakika beklemiştiniz. Müşteriler ortalamaları değil, varyasyonları dikkate alırlar. Müşteriler için bekleme süresinin 2 dakika mı, yoksa 24 dakika mı olacağı konusundaki belirsizlik hoş karşılanmayacaktır. Dolayısıyla bekleme süreleri arasındaki varyasyonları eşitlemeyen işletmeler müşteri kaybedeceklerdir.

Mikel Harry'nin yukarıdaki örnekte açıklanan varyasyonlar arası farklılığının önemini fark etmesiyle Motorola'da en fazla varyasyona sahip süreçler üzerinde durulmaya başlanmıştır. Kötü varyasyonlu süreçleri kontrol altına alınmış ve süreçlerin etkinliği ve verimliliği büyük ölçüde arttırılmıştır. Yalnızca süreçlerdeki verimlilik arttırılmakla kalmamış, aynı zamanda CEO Bob Galvin'e çalışmalarında aktif olarak yer vermişlerdir. Tüm bu aşamalarda Altı Sigma bir yönetim felsefesi olarak benimsenmiştir. Motorola bu çalışmaları sonrasında altı sigma felsefesini kullanarak, Ulusal Kalite Ödülünü alan ilk firma ünvanını almıştır.<sup>10</sup>

Altı sigma tekniklerini kritik bir başarı faktörü olarak Motorola'dan sonra General Electric ve Allied Signal uygulamış ve dört yıldan kısa sürede milyarlarca dolar kazanç sağlamışlardır. Altı sigma sayesinde Motorola'nın ulusal kalite ödülünü almasının yanında altı sigma tarihindeki diğer büyük bir olay ise, 1991'de Jack Welch'in GE'nin CEO'su olmasıyla

---

<sup>10</sup> Eckes, a.g.e., 14.

gerçekleşmiştir. Welch üst düzey kurmaylarından altı sigmayı benimsemelerini istemiştir. GE altı sigmayı 1995'de uygulamaya başlamış ve 1996-1999 döneminde dört yıllık süreçte 2.2 milyar dolar kâr etmiştir.

Allied Signal, Motorola ve GE ile bağlantılı başka bir başarı öyküsüdür. Allied Signal 1995'te altı sigma çalışmalarına başlamış ve 1999'da altı sigma konusunda geniş kapsamlı personel eğitimi ve altı sigma ilkelerinin uygulanmasıyla, yılda 600 milyon dolardan daha fazla tasarruf etmiştir. Allied Signal altı sigma ekipleri, sadece tekrar işlerden kaynaklanan maliyetleri azaltmakla kalmayıp, aynı ilkeleri uçak motorları gibi yeni ürünler içinde uygulayarak, tasarımdan tescile kadar geçen 42 aylık süreyi 33 aya indirmiştir.<sup>11</sup>

## 2.3. Altı Sigma Kavramları

### 2.3.1. Kararlılık

Bir sürecin zaman içinde nasıl davrandığı, kararlılık kavramıyla ilişkilidir. Kararlılık, sabit bir ortalama ve zaman içinde kestirilebilir bir değişkenlik ile ifade edilir.<sup>12</sup>

Dağılımın merkezinin sayısal temsili üç farklı yolla gösterilebilir:

1. Ortalama: Her bir gözlemin toplamının gözlem sayısına bölümüyle ortaya çıkar. Çok uçtaki değerlerden fazlaca etkilenir.
2. Medyan: Tüm gözlemler küçükten büyüğe doğru dizilir ve ortadaki değer medyanı verir. Çok uçtaki değerlerden etkilenmez.  $(N+1)/2$  formülü ile hesaplanır.
3. Mod: En fazla gözlenen değeri ifade eder. Ortalama ve medyan için destekleyicidir.<sup>13</sup>

### 2.3.2. Değişkenlik

Altı Sigmanın en önemli kavramlarından biri değişkenliktir. Çünkü değişkenlikler ürün veya proseslede hata oluşmasına neden olmaktadır.<sup>14</sup>

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

- Kontrol edilebilir değişkenlik: Zaman içinde kararlı ve tutarlı değişim desenleri ile karakterize edilir.

<sup>11</sup> Hürmüz Mine Kurt, "Altı Sigma ve İstatistiksel Uygulamaları", (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008), 8.

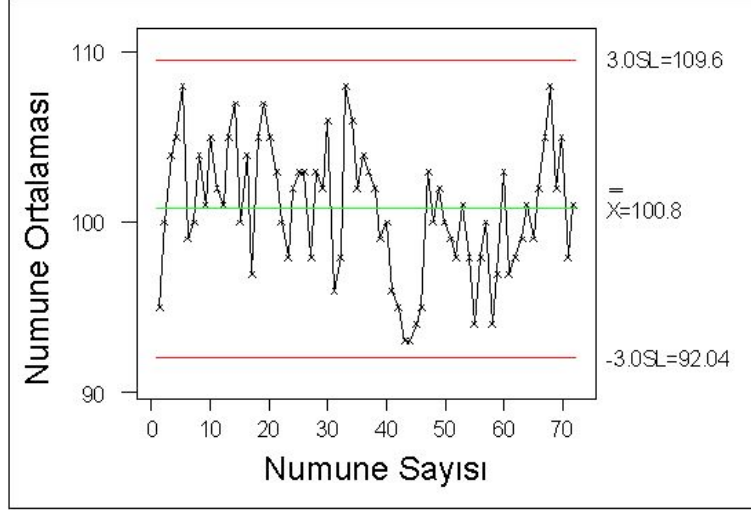
<sup>12</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>13</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Siyah Kuşak Eğitim Notları.

<sup>14</sup> [http://www.kalder.org.tr/preview\\_content.asp?contID=752&templID=1&regID=2](http://www.kalder.org.tr/preview_content.asp?contID=752&templID=1&regID=2)

- Kontrol edilemeyen değişkenlik: Zaman içinde farklı ölçülerdeki değişim ile karakterize edilir.

Şekil 2-1'de kontrol edilebilen ve edilemeyen değişkenlikler görülmektedir.<sup>15</sup>



Şekil 2.1 – Kontrol Grafiği

Süreçlerde her zaman bir değişkenlik olacaktır. Eğer ki, çıktıdaki toplam değişkenlik süreç spesifikasyonlarına kıyasla küçük ve süreç hedefteyse ya da süreç zaman içinde kararlıysa değişkenliğe katlanılabilir. Değişkenliği ölçmek için üç farklı yol vardır;

1. Değişim aralığı: Bir veri grubundaki en küçük değer ile en büyük değer arasındaki mutlak farktır.
2. Varyans: Bir veri grubundaki en küçük değer ile en büyük değer arasındaki mutlak farktır.
3. Standart sapma: Varyansın pozitif kareköküdür.<sup>16</sup>

### 2.3.3. Normal Dağılım

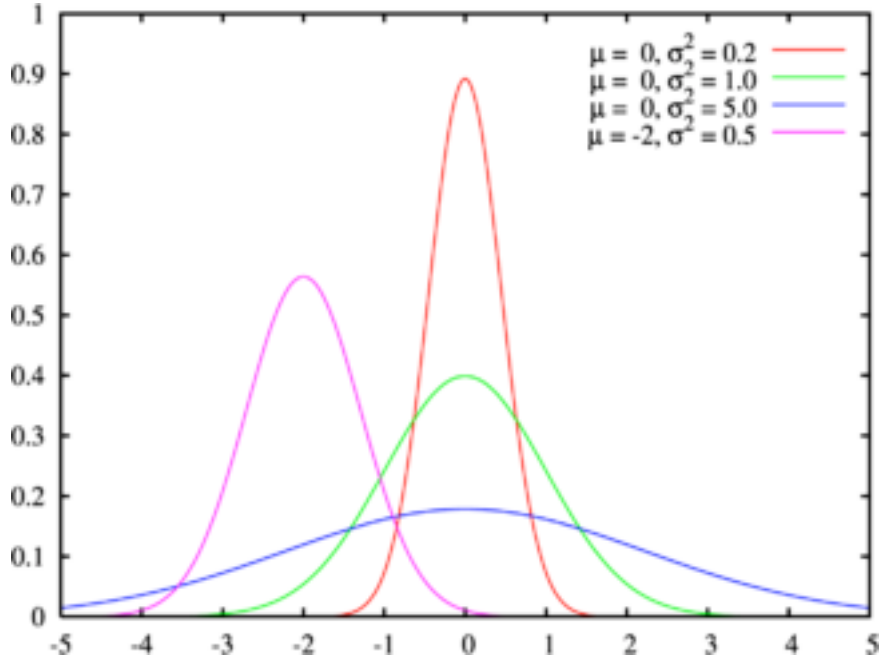
Altı sigmanın temeli normal dağılımdır. Standart normal dağılım ortalaması sıfır, standart sapması bir olan özel bir dağılımdır. Bu dağılım geniş bir uygulama alanına sahiptir ve birçok sistem bu dağılım ile tahmin edilmektedir. Şekil 2-2'de standart normal dağılım yeşil çizgi ile görülebilir. Geleneksel normal dağılım modelinin gerçek sisteme birebir uyum göstermesi imkansız gibidir, fakat sık sık kullanılabilen bir model olarak kullanışlıdır.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>16</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>17</sup> Türksel, a.g.e., 16.





Şekil 2.2 – Normal Dağılım Eğrisi

Normal dağılım ilk olarak 1733 yılında Moivre tarafından p başarı olasılığı değişmemek koşulu ile binom dağılımının limit şekli olarak elde edilmiştir. 1774'te Laplace hipergeometrik dağılımını limit şekli olarak elde edildikten sonra 19. Yüzyılın ilk yıllarında Gauss'un katkılarıyla da normal dağılım istatistikte yerini almıştır.

Normal dağılımın ilk uygulamaları doğada gerçekleşen olaylara karşı başarılı bir şekilde uyum göstermiştir. Dağılımın göstermiş olduğu bu uygunluk adının Normal Dağılım olması sonucunu doğurmuştur. Normal dağılım çan eğrisi şeklindedir ve simetrik bir dağılıştır.<sup>18</sup>

Normal dağılımı oluşturan veriler iki türe ayrılır:<sup>19</sup>

- Nitel Veri: Belirli sınıflarda kategorize edilebilen ve sayılabilen verilerdir. Sadece sonlu sayıda sayı değerleri mevcuttur. Bu değerler anlamlı olarak alt gruplara ayrılamazlar. Ufak parçalara ayrılırsa bir anlam ifade etmezler.

<sup>18</sup> <http://kisi.deu.edu.tr/hamdi.emec/ist1-7.pdf>

<sup>19</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

- Nicel Veri: Nicel veri bir ölçek ile ölçülebilen veridir. Sayısal olarak her türlü değeri alabilir ve anlamlı olarak alt gruplara ayrılabilir. Ufak parçalara ayrılır ve bir anlam ifade eder.

Yukarıda tanımı verilen bu veri türlerini ölçmek için dört çeşit ölçek kullanılmaktadır. Bunlar:<sup>20</sup>

1. Nominal ölçek: Bu ölçekte elemanlar kategorilere ayrılır. Sıralama bir anlam ifade etmemektedir.
2. Ordinal (Sıralama) ölçek: Veriler sıralanmış kategorilerde gösterilir. Sıralanan veriler arasındaki mesafe eşit değildir.
3. Aralık ölçeği: Ölçümler mutlak sıfır değerini içermeyecek şekilde eşit aralığa sahiptir. Değerler arasındaki fark anlamlıdır. Oranlar anlamsızdır.
4. Oran ölçeği: Farklı verileri kıyaslamak ve de aralarındaki farkı oransal olarak belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçektir. Çarpma, bölme gibi matematiksel hesaplamalar mümkündür.

Analiz yapabilmek için verilerin nitel veya nicel olmasına göre farklı istatistiksel teknikler kullanılır. Şekil 2-3'de bu istatistiksel teknikler görülebilir.



Şekil 2.3 – Girdi ve çıktı tipine göre analiz yöntemleri

### 2.3.4. Altı Sigmada Grafikselle Gösterim

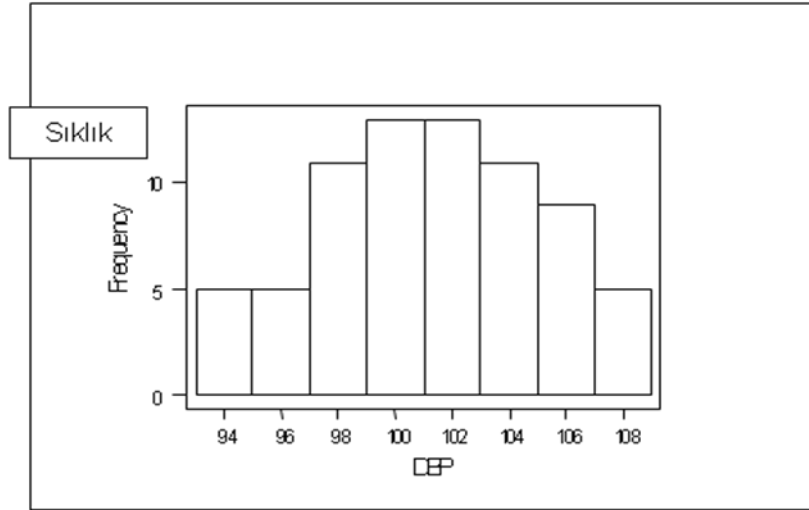
Grafikselle gösterim, bir diğer tanımlama ile grafikselle analiz, verilerden hareketle ilgilenilen süreç hakkında kolaylıkla bilgi edinilmesini sağlayan kolay ve etkili bir yoldur. Genel bir kural olarak, derlenen verilerin daha karmaşık bir araçla analizinden önce, mutlaka verilerin grafiğinin çizilmesi verilerin daha anlaşılır hale gelmesi ve etkin analizi için ideal bir

<sup>20</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

yöntemdir.<sup>21</sup> Verilerin grafiksel analizinde kullanılan en önemli grafiksel araçlar aşağıda anlatılmıştır.

#### 2.3.4.1. Histogram

Histogram, verilerin nasıl dağıldığını gösterir. Belirlenmiş spesifik kategorilerin her birinin ne kadar veri kapsadığını gösterir.<sup>22</sup> Şekil 2.4'de histogram grafiği örneği verilmiştir.



Şekil 2.4 – Histogram

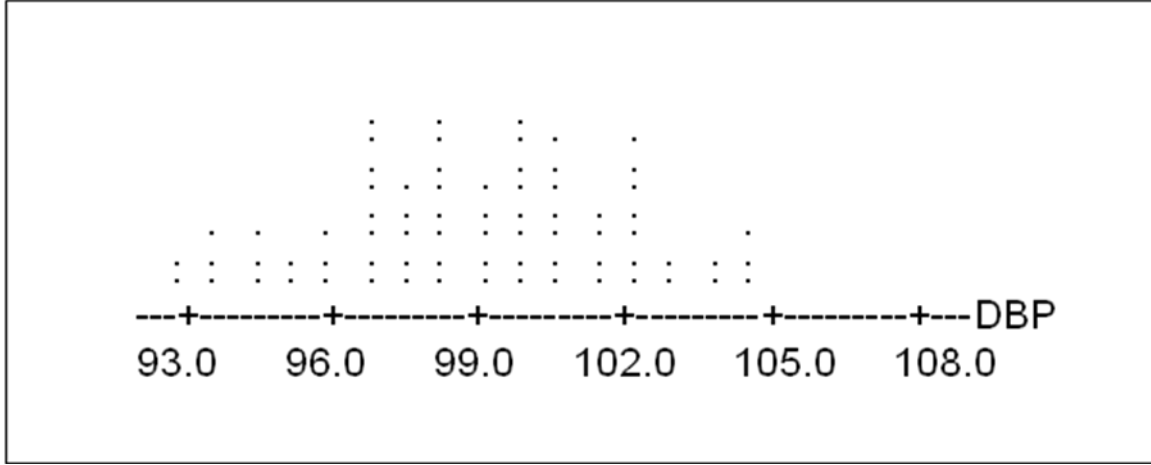
#### 2.3.4.2. Nokta Gösterimi

Verilerin nasıl dağıldığınının bir başka gösterim aracı da nokta gösterimidir.<sup>23</sup> Mantık olarak histograma benzemektedir. Şekil 2.5'de nokta gösterim grafiği örneği verilmiştir.

<sup>21</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları

<sup>22</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları

<sup>23</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları



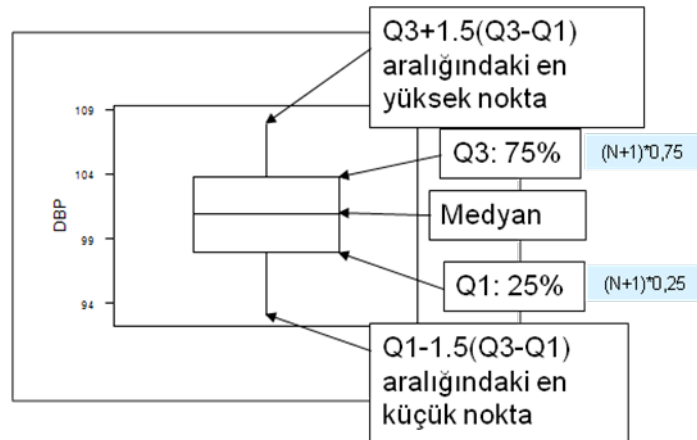
Şekil 2.5 – Nokta Gösterimi

### 2.3.4.3. Kutu Gösterimi

Verilerin nasıl dağıldığını gösteren bir grafikdir. Histograma benzer ancak farklı olarak yan çizilir.<sup>24</sup> Bu grafikte veriler grafik üzerinde beş kategoride gösterilmektedir. Bu kategoriler:

- En küçük değer,
- Verilerin dörtte birine karşılık gelen değer,
- Medyan,
- Verilerin dörtte üçüne karşılık gelen değer,
- En büyük değer'dir.

Bu gösterimde aşırı uçlarda veri olup olmadığı da görülebilmektedir. Şekil 2.6'da kutu gösterimi grafiği görülebilir.

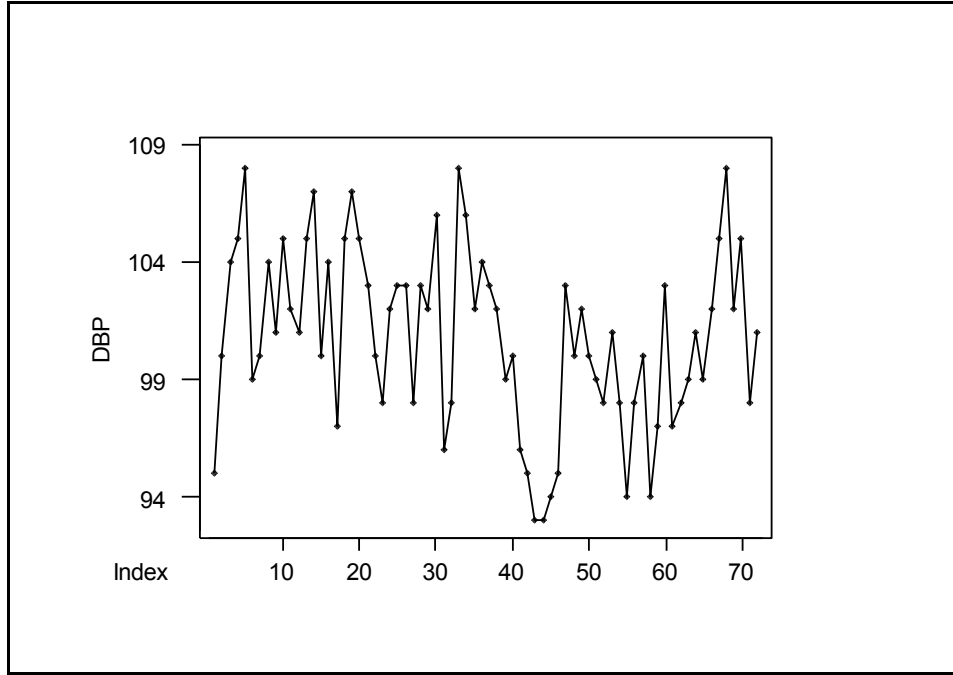


Şekil 2.6 – Kutu Gösterimi

<sup>24</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları

#### 2.3.4.4. Seyir Grafiği

Seyir grafikleri, verilerin zamana göre değişimini gösterir. Eğilim veya örüntü (zel düzenlerin) araştırılmasında kullanılır.<sup>25</sup> Şekil 2.7'de Seyir grafiği rneği görülebilir.



Şekil 2.7 – Seyir Grafiği

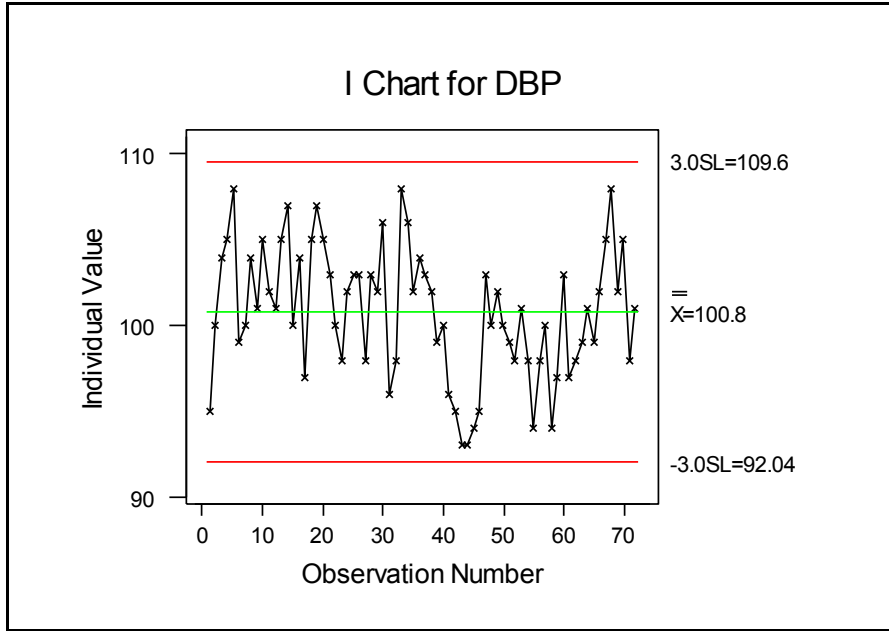
#### 2.3.4.5. Kontrol Grafiği

Kontrol Grafikleri süreç ortalamasını ve değişimini zamana göre izlemek için kullanılır. Kontrol grafiğinde sürecin kontrol altında olup olmadığı belirlenir. Seyir grafiğine benzer, ancak süreç ortalaması ile alt ve üst kontrol sınırlarını içerir.<sup>26</sup> Süreçteki değişimin ne kadarının tesadüfi ne kadarının tekil olaylar veya hareketlere bağlı olduğunu bulmak için kontrol grafiklerinden yararlanılır. Toplanan örneklerin hesaplanan ortalama değerleri grafik üzerine yerleştirilir. Belirlenen alt ve üst kontrol sınırlarını aşıp aşmadıkları belirlenir. Bir veya daha fazla noktanın bu sınırların dışında kalması durumunda süreç kontrol dışına çıkmış demektir.<sup>27</sup> Şekil 2.8'de kontrol grafiği rneği görülebilir.

<sup>25</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ő., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları

<sup>26</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ő., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

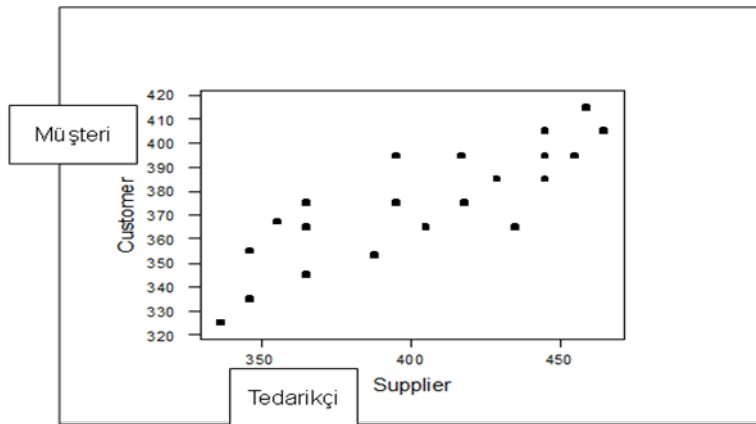
<sup>27</sup> Kurt, a.g.e., 47.



Şekil 2.8 – Kontrol Grafiği

### 2.3.4.6. Serpme Grafiği

Serpme grafikleri iki değişken arasındaki ilişkiyi araştırır. Serpme grafiğiyle değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün belirlenmesine karşın derecesi sayısal bir değerle ifade edilemez. Korelasyon analizi ile bu ilişkinin derecesi de belirlenebilir. Böylelikle yapılacak veri desteği sağlanmış olur. Kısacası bu teknik iki değişken arasındaki neden-sonuç ilişkilerini göstermek amacı ile kullanılır. Değişkenlerden birinin değişiminin diğeri üzerindeki etkisi incelenir.<sup>28</sup> Şekil 2.9'da serpme grafiği örneği görülebilir.



Şekil 2.9 – Serpme Grafiği

<sup>28</sup> Türksel, a.g.e., 21.

### 2.3.5. Altı Sigma'da Ölçüm

Bir süreci iyileştirmeden önce iyileştirmenin ne olduğunu tanımlamak gerekir. Bu tanım, bir ölçünün belirlenmesi için gereklidir. Belirli bir süreç, toplanan veri türüne dayanarak farklı şekillerde ölçülebilir. Örneğin sürekli veriler kesikli verilere göre daha fazla bilgi içerirler.

Ölçümler bir organizasyonda öncelikleri ve değerleri içerirler. Ölçüme ayrılan kaynaklar ve zaman, yönetimin proje konusu ile ne kadar ilgilendiğini gösteren önemli bir veridir. Ölçüler çeşitli finansal ve operasyonel başlıklar altında toplanabilirler.<sup>29</sup> Bu ölçülerden, bir üretim işletmesi için en önemli onları toplam süreç verimliliği (Rolled through yield - RTY) kavramıdır.

Toplam süreç verimliliği, tüm süreçlerde ilk seferinde hatasız üretim yapma olasılığıdır. Toplam süreç verimliliğinin ölçülmesi ile sürecin tanımlanması, kayıpların ortaya çıkarılması, kalite artırıcı ve maliyet düşürücü fırsatların yaratılması gibi fırsatlar sağlanır.<sup>30</sup>

#### 2.3.5.1. Proses Yeterliliği

Proses yeterliliği, istatistiksel bir ölçüt olup müşteri beklentilerine göre bir sürecin ne kadar değişkenlik gösterdiğini özetler. Bu aşamada dikkate alınan parametreler Cp ve Cpk indisleridir. Cp indisi, şartname limitleri ile proses kontrol limitleri arasındaki ilişkiyi gösterir. "ÜSL" üst spesifikasyon limitini, "ASL" alt spesifikasyon limitini ve "σ" standart sapmayı ifade edecek şekilde Cp indisi aşağıdaki eşitlikteki gibi hesaplanır.

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Cpk indisi ise, proses ortalamasının hedef değere göre konumunu ve spesifikasyon limitleri arasındaki konumunu gösterir. Cpk indisi aşağıdaki eşitliklerdeki gibi hesaplanır.

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

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

<sup>29</sup> Sami Çelebi, "Müşteri Odaklı Altı Sigma ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama", (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006), 38.

<sup>30</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

Cp ve Cpk değerlerine göre sürecin yeterliliği hakkında karar vermede Tablo 1’de verilen değerler kullanılır. Sonuç olarak Cp ve Cpk’nın 1,33’den büyük olması durumunda proses yeterliliği sağlanmış olduğundan IPK’nın “yetenek oluşturma” fazı bitirilmiş, “yeteneğin korunması” asamasına geçilmesi için gerekli ortam sağlanmış olacaktır.<sup>31</sup>

Cp>1,33	Proses yeterliliği yeterli
1<Cp<1,33	Proses marjinal olarak yeterli, daha yakından izlenmelidir.
Cp<1	Proses yeterliliği yetersiz (Proses değişkenliğinin azalması gerekli)
Cpk>1,33	Proses şartname limitlerini karşılıyor
1<Cpk<1,33	Proses marjinal olarak şartname limitlerini karşılıyor. Proses ortalaması hedeften uzaklaştıkça prosesin hata yüzdesi artabilir.
Cpk<1	Proses şartname limitlerini karşılamıyor. Proses ortalaması hedef değerden uzakta.

Tablo 2.1 : Cp ve Cpk indislerinin karar noktaları

### 2.3.5.2. Birim Başına Hata

Bütün birimlerde bulunan toplam hata sayısının birim sayısına bölünmesi ile bulunur. Bu ölçü aynı zamanda milyon başına hata ölçüsüne de dönüştürülebilir.

### 2.3.5.3. Milyon Başına Hata

Bu ölçü özellikle bir altı sigma ölçüsüdür. Birim başına hata ölçüsü yerine milyon başına hata ölçüsü kullanılarak süreçler arasındaki karşılaştırma kolaylaştırılır. Milyon başına hata genellikle ‘ppm’ birimi ile ifade edilir.<sup>32</sup>

$$PPM = \left[ \frac{\text{Toplam Hata Sayısı}}{\text{Toplam Ölçülen Parça Sayısı}} \right] \times 10^6$$

<sup>31</sup> Douglas C. Montgomery, **Introduction to Statistical Quality Control**, 4.bs. (New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001), 27.

<sup>32</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.



## 2.4. Altı Sigma Uygulama Aşamaları

### 2.4.1. Tasarımda Altı Sigma (DFSS)

Tasarımda altı sigma teorisi, altı sigma kalite seviyesinde müşteri tatmini sağlayan ürün ve süreçleri tasarlamak amacıyla istatistiksel araçları, eğitim ve ölçüleri kullanan sistematik bir metodolojidir.<sup>33</sup> Konuyu daha genel bir tanımla ele almak istersek tasarımda altı sigma, farklı alanların algısı ve anlayışı içerisinde temel bilgi alanlarından ve bu temel bilgi alanları arasındaki ilişkilerden oluşan bilimsel bir teori olarak da tanımlanabilir. Bu algılar ve ilişkiler tasarım varlığında sonuçları üretmek için bir araya getirilir.<sup>34</sup>

Kuruluşların başarısı, ürettikleri ürün ve hizmetleri, zamanında ve en düşük maliyetle üretme ürün ve hizmetlerin fonksiyonunu yerine getirme yeterliliği ile doğrudan bağlantılıdır. Ürün maliyetinin %75'i tasarım aşamasında belirlenmektedir. Dolayısıyla tasarımda yapılacak iyileştirmeler rakiplere karşı önemli üstünlükler sağlayacaktır. Altı Sigma metodunu başarı ile uygulayan firmaların en önemli kazançları 'Design For Six Sigma' (Tasarım Süreçlerinde Altı Sigma) uygulamalarından elde edilmektedir.<sup>35</sup>

Bir süreci iyileştirmenin iki yolu vardır. Bunlardan birincisi, süreçteki değişkenliği azaltarak hata oranlarını indirmek; diğeri ise, müşteriye ya da tasarım aşamasına gidip müşteri spesifikasyon limitlerinin doğruluğunu sorgulamak ve mümkünse Şekil 2.10'da olduğu gibi doğru limitleri belirleyerek hata paylarını yeniden oluşturmaktır. Kalite kavramını yeterince anlayamamış kişiler bu düzenlemeyi kalitesizliğe dönüş olarak algılayabilirler. Oysa gerçek kalite, tasarım toleranslarının ve değişkenliğinin, müşteri beklentileri doğrultusunda belirlenmesindedir.

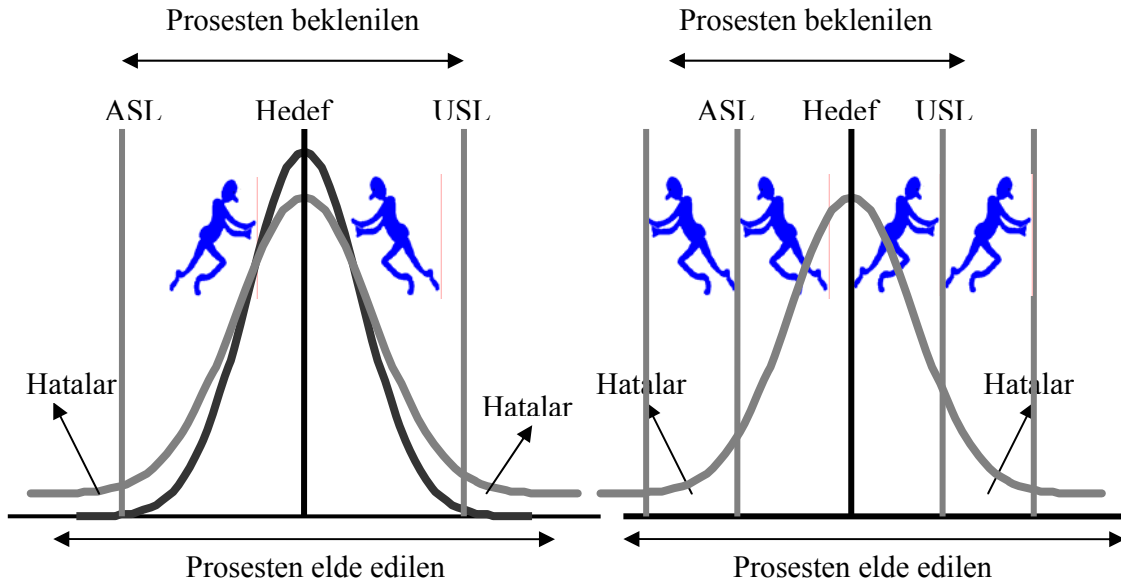
İyi bir tasarımcıdan beklenen, müşteri beklentilerini doğru algılaması ve bu doğrultuda, üretim yeterliliklerini de dikkate alarak ürün ve süreç tasarımını yapmasıdır. Bazı durumlarda tasarımcılar kendi tasarımlarını güvence altına almak isteyebilirler.

---

<sup>33</sup> Türksel, a.g.e., 72.

<sup>34</sup> <http://altisigma.org/dfss.asp>

<sup>35</sup> [http://www.kalder.org.tr/preview\\_content.asp?contID=752&tempID=1&regID=2](http://www.kalder.org.tr/preview_content.asp?contID=752&tempID=1&regID=2)



Şekil 2.10 – Müşteri limitleri ve hatalar grafiği

Deneyimler, bir ürünün maliyetinin %70 ile %80'inin tasarım aşamasında belirlendiğini göstermektedir. Üretim aşamasında ise ürün maliyetinin yalnızca %20 ile %30'u ile ilgili iyileştirmeler yapılabilmektedir. Motorola, General Electric gibi yüksek sigma seviyelerine ulaşmış firmalar, bu başarılarını, yalnızca var olan problem çözümleriyle değil, Altı Sigma'yı ürün ve sistem tasarımlarında uygulamalarıyla sağlamışlardır. Burada kullandıkları yaklaşımın adı "Tasarımda Altı Sigma"dır.<sup>36</sup>

Altı sigma için tasarım kavramını her şirket kendi yapısına yatkın bir şekilde tanımlayarak en uygun sistemi geliştirmiştir. Bu nedenle altı sigma için tasarım kavramı tanımlanan bir metodolojiden daha çok bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım altında zamanla firmaların kendilerine uygun olarak oluşturduğu döngüler bulunmaktadır. Genel durum incelendiğinde günümüzde en çok yaygınlaşan TÖAİK (Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir, Kontrol et) ve TÖADD (Tanımla, Ölç, Analiz et, Dizayn et, Doğrula) döngüleridir. Bu iki döngüden ise TÖAİK döngüsü daha fazla uygulamaya sahiptir. Arçelik-LG üretim ve tasarım süreçlerinde de TÖAİK döngüsü kullanılmaktadır. TÖAİK döngüsünün aşamaları aşağıda gösterilmiştir.

- Tanımlama (T) - Define (D)

<sup>36</sup> S.P.A.C., **Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?**, (Ankara: S.P.A.C. Danışmanlık Şirketi Yayınları, 2003), 43.

- Ölçme (Ö) - Measure (M)
- Analiz (A) - Analyse (A)
- İyileştirme (İ) - Improve (I)
- Kontrol (K) - Control (C)

Bu aşamalar sonraki bölümde detaylıca açıklanacaktır.

Altı sigma için tasarım projeleri, proje sözleşmesinin tasarımıyla başlar. Eğer ki süreç mevcutsa, projenin siyah kuşağı hangi döngünün kullanılması gerektiği konusunda doğru tespiti yapabiliyor olmalıdır. Bu tespit yapıldıktan sonra projenin kapsamı ve projede çalışacak kişiler belirlenir, hedefler konur. Bu aşamadan sonra ise belirlenen döngü kullanılarak belirlenen hedeflere ulaşmak için gerekli teknik, kişisel ve iş becerileri ortaya konmalıdır.

#### 2.4.2. Tanımlama

Tanımlama aşaması altı sigma projelerinin başlangıç aşamasıdır. Doğru ve titizlikle yapılan tanımlama aşaması ile proje çok daha hızlı yürür ve faydalı olur.

En genel anlamda tanımlama aşamasında projenin amaç ve kapsamı belirlenir. Süreç ve müşteri hakkında bilgi toplanır. Tanımlama aşamasında problem mümkün olduğunca net ve sayısal olarak tanımlanmalıdır. Problem ne kadar iyi bir şekilde tanımlanırsa olumlu sonuç alma olasılığı o kadar yükselir.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Seçilen projenin organizasyonun imkan ve kabiliyetlerine uygun olması
- Daha yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması
- Problemlerin mümkün olduğunca net ve sayısal olarak tanımlanması<sup>37</sup>
- Seçilen problemin şirket için önemli bir sıkıntı kaynağı olduğundan ve düzeltilmesi halinde büyük fayda sağlanacağından emin olunması<sup>38</sup>

Yukarıda belirtilen hususlar paralelinde proje seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bu hususlar;

---

<sup>37</sup> Elif Yavuz, “**Altı Sigma Yöntemi ve Uzaktan Eğitimde Bir Uygulama**”, (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005), 25

<sup>38</sup> Gökçe Özgen, “**Altı Sigma Metodolojisi ve Elektrik Sektöründe Bir Uygulama**”, (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006), 33

- Projeyi yapacak olan takımın deneyimi,
- Projenin odaklandığı alan; (üretim süreci mi yoksa yönetsel süreç mi?)
- Projenin amaçladığı seviye; (kurumsal mı, operasyonel mi, görevsel mi?)
- Projenin kolay bir şekilde iyileştirilip iyileştirilemeyeceği ve projenin geri kazancının hemen elde edilip edilemeyeceği,
- Diğer kriterler: düşük kazançlı süreçler, yüksek inceleme maliyeti, kapasite problemleri, müşteri memnuniyetsizliği, zayıf tedarikçi kalitesi veya dağıtımı, tasarım ile ilgili durumlar<sup>39</sup>

Bu hususlar dahilinde proje seçildikten sonra aşağıdaki tabloda görünen araçlar kullanılarak tanımlama aşaması tamamlanır.

<b>T - Tanımlama Aşaması: Proje Hedeflerini ve Müşteri Göstergelerini Tanımla</b>	
<b>Aşamalar</b>	<b>Kullanılan Araçlar</b>
* Müşterileri ve ihtiyaçları tanımla	* Proje onay formu
* Problem tanımı, hedefi ve getiriye belirle	* Süreç akış diyagramı
* Proje kara kuşağını ve ekibi belirle	* SIPOC metodu
* Kaynakları belirle	* Süreç Haritalama
* Gerekli organizasyonel destek ihtiyacını belirle	* Müşterinin sesi
* Proje planını ve zamanlamayı belirle	
* Süreç haritasını oluştur	

Tablo 2.2 : Tanımlama aşamaları ve kullanılan araçlar

### **2.4.2.1 Tanımlama Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Tanımlama aşamasında kullanılan araçlar; proje onay formu, süreç akış diyagramı, SIPOC metodu, süreç haritalama ve müşterinin sesidir.

#### **2.4.2.1.1 Proje Onay Formu**

Altı sigma projelerinde ilk adım proje onay formudur. Proje onay formunda bulunması gereken alanlar şunlardır: <sup>40</sup>

<sup>39</sup> Türksel, a.g.e., 27.

<sup>40</sup> [http://www.isixsigma.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=1258&Itemid=1&Itemid=1](http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1258&Itemid=1&Itemid=1)

Proje başlığı: Projeyi tam olarak anlatan ve özetleyen bir başlık verilmesi çok önemlidir. Proje başlığı mümkün olduğunca açık ve anlaşılır olmalıdır. İleride benzer bir çalışma yapılması durumunda önceki çalışmalar uygun konulmuş proje başlığı sayesinde bulunabilir ve önceki iyileştirmeler incelenebilir. Örnek olarak çağrı merkezi etkinliğini arttırıcı bir proje yapıyorsak, en uygun başlık Çağrı Merkezi Çevrim Süresi Azaltma veya Çağrı Merkezi Değişkenliğini Azaltma olabilir.

Kara kuşak / Yeşil kuşak: Projelerdeki iyileştirmelere yön veren kişidir. Proje liderinin kim olduğu oldukça önemlidir. Üst yönetim projede sarf edilen eforların kimin tarafından yapıldığını bilmelidir. Diğer proje üyeleri ise kime sorularını yönelteceklerini bilmelidirler.

Proje başlangıç tarihi: Proje liderinin proje ile resmi olarak ilgilenmeye başladığı tarih olarak tanımlanabilir. Bu bilgi dökümantasyon için gereklidir.

Öngörülen proje bitiş tarihi: Öngörülen proje bitiş tarihi proje liderini yönlendiren kara kuşak tarafından belirlenmelidir. Proje ekibine proje ile ilgili tüm çalışmaları yapıp istenen hedef doğrultusunda iyileştirmeleri tamamlayacak kadar süre tanınmalıdır. Proje süresi kimi organizasyonlarda projenin bir hedefi olarak da tanımlanabilir. Bazı işletmeler farklı işler için öngörülen proje süresi belirleyebilirler.

Kalite maliyeti: Bu maliyetin hesaplanması kimi zaman oldukça kolay kimi zaman ise zor olmaktadır. Eğer iyileştirme yapmak istediğimiz proses hurda üretiyorsa, bu hurda maliyeti hesaplanmalıdır. Prosesimizde sonuca ulaşmak adına bazı dönemlerde mesai yapılması gerekiyorsa, bu mesai ücreti hesaplanmalıdır. Eğer yapılan iş için birine veya bir kuruma ceza ödeniyorsa, bu masrafta hesaplanmalıdır. İyileştirme yapmak istediğimiz proses ile ilgili olarak tüm masraf da çıkarıldıktan sonra bu maliyetler toplanarak genel bir iyileştirme sonrası kazanç çıkarılır. Projeden elde edilecek kazançta göre bu projenin işletme açısından önceliği belirlenir.

Prosesin önemi: Her işletme işlerini bazı prosesler ile sürdürmektedir. İyileştirmek istediğimiz prosesin işletme açısından önemi vurgulanmalıdır. Bu sayede proje üyeleri çalıştıkları konunun önem ve önceliğinin farkına vararak konu ile daha yakından ilgilenirler.

Prosesteki problem: Prosesin işletme açısından ne kadar önemli olduğu vurgulandıktan sonra, bu prosesteki problem ve hatalar bu bölümde ele alınır.

Prosesin başlangıç ve bitiş noktaları: Prosesse konsantre olunurken ayaklar yere basmalıdır. İşletme için yapılan projede işletmeyi aşan büyük problemler çözülemez. Bu nedenle ilgilenmek istenilen prosesin başlangıç ve bitiş noktaları tanımlanmalıdır, bir diğer deyişle projenin kapsamı belirlenmelidir. Bu sayede kapsam dışı aktivitelerle boşuna vakit kaybedilmemiş olur.

Proje hedefi: Projedeki iyileştirmeler ile ilgili olarak ne gibi sayısal sonuçlar istenildiği bu bölümde ortaya konmalıdır. Hedefler mümkün olduğunca sayısal, zorlayıcı, fakat gerçekçi olmalıdır.

Proses ölçümü: Proje etkinliğinin hangi birim ile ölçüleceği belirlenir. Örneğin, ölçüm birimi olarak para birimi mi yoksa çevrim süresi mi seçilecek?

Takım Üyeleri: Projeye katkıda bulunacak takım üyelerinin kimler olacağı ve projeye ne şekilde katkıda bulunacakları belirlenir.

Proje zaman dilimi: Belirlenen proje başlangıç ve bitiş tarihi arasında projedeki hangi önemli olayların, hangi zaman periyodu içerisinde tamamlanacağı bu bölümde belirlenmelidir.

#### **2.4.2.1.2 Süreç Akış Şeması**

Süreç akış şeması, mamulün üretilmesi için gerekli materyalin ne biçimde aktığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.<sup>41</sup> Bu şemada tüm girdiler, tüm çıktılar ve meydana gelen tüm aktiviteler olmak üzere sürecin başlangıcından bitişine kadar olan tüm aşamalar gösterilmektedir. Şemalarda standart olarak kullanılan ANSI tarafından belirlenmiş semboller mevcuttur.

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

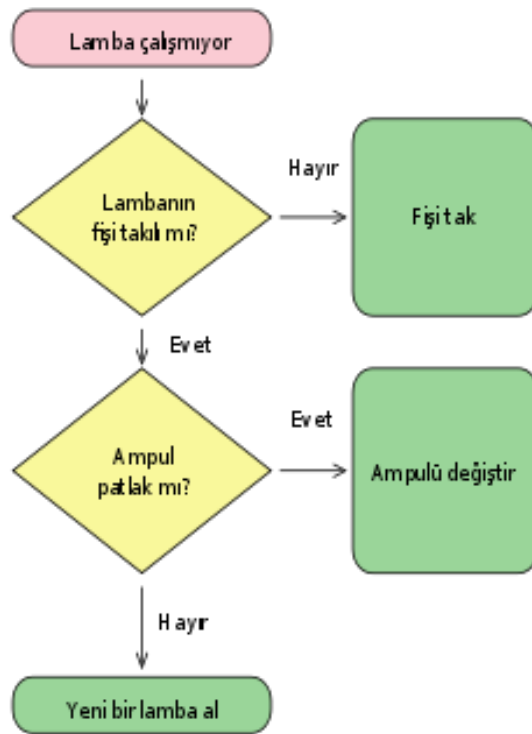
---

<sup>41</sup> <http://altisigma.org/sipoc.asp>

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

Çıktılar: Girdiler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen ürünler ve hizmetlerdir. Çıktılar müşterilere veya diğer kullanıcılara iletilir. Bununla beraber çıktılar hurda, yeniden işleme, kirlilik vb. planlanmayan ve arzulanan sonuçları da içerirler.<sup>42</sup>

ANSI tarafından belirlenen sembollere göre oluşturulmuş örnek bir süreç akış şemasını aşağıda görebilirsiniz.



Şekil 2.11 – Süreç Akış Şeması

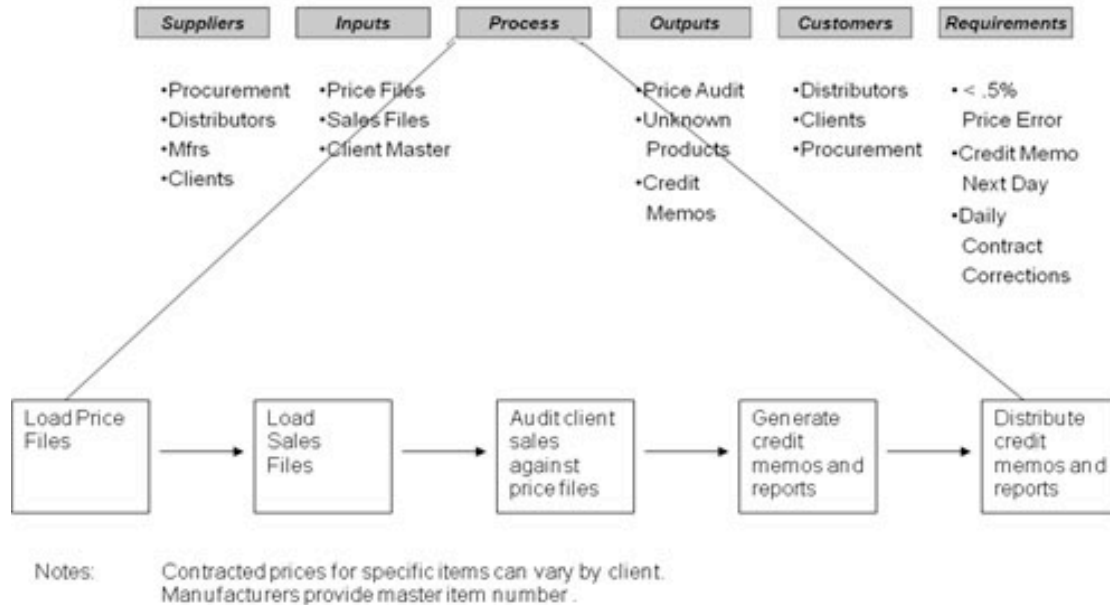
<sup>42</sup> Türksel, a.g.e., 51.

### 2.4.2.1.3 SIPOC Diyagramı

SIPOC diyagramı proje çalışması sırasında odaklanılacak olan sürecin genel bir resmini çekmek için kullanılır. Bu sayede proje çalışması sırasında incelenecek olan tüm iş süreçlerinin hangi noktasına odaklanılması gerektiği ortaya konur.

SIPOC diyagramında kullanılan kısaltmalar şu şekildedir; S(Suppliers) sürecimizin tedarikçilerini, I(Inputs) sürecimizin girdilerini, P(Process) iyileştirme yapacağımız süreç adımlarımızı, O(Outputs) sürecimizin çıktılarını ve C(Customer) ise süreç çıktılarımızı alan müşterilerimizi temsil etmektedir.<sup>43</sup>

Bu aşamada en önemli nokta ve başlangıç, sürecin herhangi bir bölümü ile ilgili herhangi bir bilgi sahibi olan herkesin bir odada toplanması ve beyin fırtınası yapmasıdır. Bu beyin fırtınası sonrasında hem süreç hakkında proje liderinde tam ve detaylı bir bilgi birikimi olacaktır ve bunun sonucu olarak sürecin neresinin aksadığı ve nasıl müdahale edilmesi gerektiği konusunda ipuçları ortaya çıkacaktır. Şekil 2.12'de örnek bir SIPOC diyagramı görülebilir.



Şekil 2.12 – Örnek SIPOC Diyagramı

<sup>43</sup> <http://www.sipoc.org/index.htm>



SIPOC diyagramı oluşturulması ve proje için gerekli verilerin çıkarılması aslında oldukça kolay bir süreçtir. Ancak dikkat edilmesi gereken husus her adımın beyin fırtınası kurallarına uygun bir şekilde yapılması gerekliliğidir.

1. Metoddaki her başlık için bir alan olmalıdır. Bu alan herkes tarafından rahatlıkla ulaşılan bir alan olmalıdır ki herkes herşeyi görebilsin ve ileri aşamalarda daha önce neler hakkında konuşulduğunu hatırlayabilsin.
2. Sürecin çıktıları tanımlanmalı ve çıktı alanına kaydedilmelidir.
3. Bu süreci alacak olan müşteriler tanımlanmalı ve müşteri alanına kaydedilmelidir.
4. Sürecin düzgün bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan girdiler tanımlanmalı ve girdiler alanına kaydedilmelidir.
5. Süreç için gerekli girdilerin tedarikçileri tanımlanmalı ve tedarikçiler kısmına kaydedilmelidir.
6. Oluşturulan listeler analiz edilerek ve üzerinde yorumlar yapılarak birleştirilmeli veya listeden çıkartılmalıdır.
7. Bu adımlar ile SIPOC diyagramı yaratılmalıdır.
8. SIPOC diyagramı proje sahibi proje kara kuşağıyla gözden geçirilmeli, gerekirse modifiye edilmelidir.<sup>44</sup>

#### **2.4.2.1.4. Süreç Haritalama**

Süreç haritalama bir şirket içerisinde tüm iş akışlarının nasıl olduğunu gösteren bir methodur. Standart akış şeması sembolleri kullanılarak, görevlerin sırasını gösteren, grafiksel bir yöntemdir. Bir şirket içerisinde çalışanların işlerini nasıl yürüttüğü konusunda fikir verir. Herhangi bir iş konusunda sonuca nasıl ulaşılabileceği hakkında fikirler verir. Haritalama işlemi sırasında uygulanacak adımlar;

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

---

<sup>44</sup> Mert Türksel, a.g.e., 52

Bir şirketteki çalışanlar, çalıştıkları bölümün süreçlerinden sorumlu değildirler. Bu sebeple çalışanların süreçleri tam olarak görebilmeleri ve anlayabilmeleri olası değildir. Bu nedenle süreçlerin başlama ve bitme safhaları göz önüne alınarak bir yerdeki tüm işlere uygulanabilecek farklı isimlendirmeler oluşturulmuştur.<sup>45</sup>

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

#### **2.4.2.1.5. Müşterinin Sesi**

'Müşterinin sesi' terimi bilinen ve bilinmeyen tüm müşteri istek ve ihtiyaçlarını ifade etmek için kullanılır.<sup>46</sup> Müşteri istek ve ihtiyaçları ne kadar iyi bilinir ve analiz edilirse, müşterilere sağlanan hizmet kalitesi de bir o kadar artar. Bu nedenle müşterinin istek ve ihtiyaçlarının tespiti aslında projemizin en önemli aşamalarından biri olmalıdır. Bu sürecin en önemli özelliği sürekli kendini güncel tutma gerekliliğidir. Bu nedenle devamlı proaktif olarak müşterinin zamanla değişebilecek istekleri mümkünse önceden tespit edilmelidir.

Noritaki Kano 1984 yılında müşteri ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla, müşteri tatmini ile kalite arasındaki ilişkiyi gösteren bir model oluşturmuştur.

Kano modeli işletmelerin müşteri beklentilerini karşılayabilme derecesi ile tüketici tatmini arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarır. Bu model bazı müşteri gereklerinde küçük bir gelişme sağlandığında müşteri memnuniyeti son derece artarken, bunun aksine diğer müşteri gereklerinde büyük bir gelişme olmasına rağmen müşteri memnuniyet derecesinin niçin sıradan bir artış gösterdiğini açıklayan bir modeldir.

Bu modele göre temelde müşterinin üründen beklediği özellikler üç şekilde tanımlanır:

---

<sup>45</sup> a.g.e., 54

<sup>46</sup> Çelebi, a.g.e., 84.

**Temel özellikler (M):** Bu özellikler, ürün üzerinde bulunması gereken ve müşteriler tarafından zaten ürünün üzerinde bulunacağı varsayılan ihtiyaçlardır. Bu özelliklerin olması memnuniyeti artırmamakla birlikte, bu özelliklerin eksikliği memnuniyeti olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin, bir arabada fren sisteminin zayıf olması müşteride tatminsizliğe yol açar. Bununla birlikte iyi bir fren sistemi müşteri memnuniyetini artırmaz.

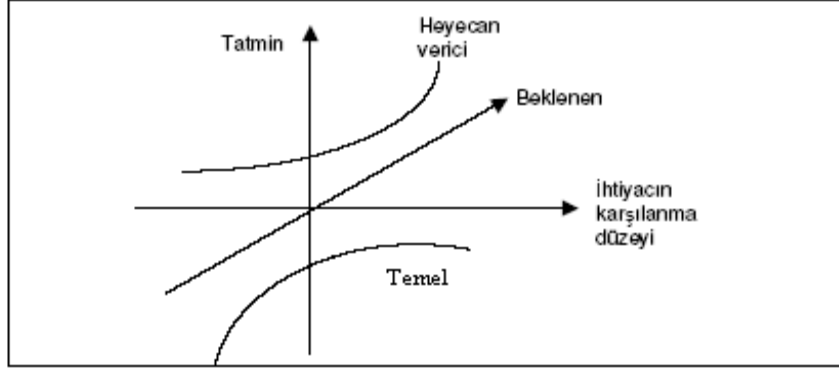
**Beklenen özellikler (O):** Bir müşteriye o üründen ne beklediği sorulduğunda alınan cevaptır. Müşterinin üründen beklediği temel performanstır. Bu gerekler yerine getirildiğinde müşteri memnuniyetine, yerine getirilmediklerinde ise müşteride tatminsizliğe yol açar. Müşteri memnuniyeti başarı derecesi ile birlikte doğru orantılı artmaktadır. Yani müşteri isteklerinin yerine getirilme derecesi artıkça memnuniyet düzeyi artmaktadır. Örneğin, bir arabadaki gaz göstergesinin iyi çalışması müşteri tarafından beklenen bir özelliktir.

**Heyecan verici özellikler (A):** Bu tür gerekler müşteriye son derece memnun eden ürün özellikleridir. Müşteri bu özelliklere karşı bir beklenti içinde değildir, ancak bu gereklerin yerine getirilmesi müşteriye memnun etmektedir. Buna karşın bu özellikleri taşımayan ürün müşteride bir tatminsizliğe neden olmaz. Müşteri memnuniyeti ile ürünün başarı durumu arasındaki ilişki artan parabolik bir davranış gösterir. Ürünün başarısı belli bir değere kadar artarken müşteri memnuniyeti daha dik bir ivmeyle artmaktadır. Bunun anlamı, ürün müşteri memnuniyetini beklenilenin ötesinde sağlamıştır. Sonuç olarak, bu özellikler rakip ürünlerden farklı olmayı sağlayan özelliklerdir.

Bu bilgiler ışığında Kano modelini Şekil 2.13'teki gibi grafiksel olarak gösterebiliriz. Yatay eksen ürün veya hizmetin müşteri beklentilerini karşılama ne derece başarılı olduğunu, dikey eksen ise ürün ve hizmetle ilgili müşteri tatmin derecesini göstermektedir. Şekilde de görüldüğü gibi temel kalite özelliklerinin üründe bulunması tatmin düzeyinde herhangi bir pozitif etki yaratmazken, bu özelliklerin üründe bulunmaması büyük bir tatminsizlik yaratmaktadır. Beklenen kalite özellikleri ne kadar karşılanırsa tatmin düzeyi de o kadar artmaktadır. Heyecan verici kalite özelliklerinin üründe bulunmaması ise tatmin düzeyi üzerinde herhangi bir negatif etki yaratmazken, bulunması tatmin düzeyini yüksek oranda arttırmaktadır.<sup>47</sup>

---

<sup>47</sup> E. Kılıç Delice, "Müşteri İsteklerinin Sınıflandırılmasında Kano Model Uygulaması", **Akademik Bilişim 2008**, (2003), 193.



Şekil 2.13 – Kano Modeli

### 2.4.3. Ölçme

Tanımlama aşamasında belirlenen odaklanılacak kritik süreç veya süreçlerin mevcut performansının nasıl ölçüleceğini belirleyen ve yapılacak ölçüm sonucunda nasıl bir performans ortaya koyulduğunu gösteren aşamadır. Bu aşamada mevcut durumu tüm yönleri ile açıklayan bilgiler toplanmalıdır. Geçerli ve doğru ölçümler olmadan mevcut süreçlerin performansını belirlemek ve çıkacak sonuçlara göre iyileştirmeler yapmak bizi doğru iş sonuçlarına götürmeyecektir. Öncelikle mevcut performansı ölçmek için gerekli veriler elde edildikten sonra bu verilerden süreçler arasındaki güçlü ve zayıf yönleri gösteren diğer bilgiler elde edilir.<sup>48</sup>

Ölçüm yapmak, kaynak, dikkat ve enerji gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle yapılması gerekli her ölçüm yerine getirilemez, bu noktada neyin ya da nelerin ölçüleceğine karar verilmesi gerekmektedir.

Altı sigma basamakları içinde verilen önem ve değer, harcanan para ve zaman açısından en fazla göz ardı edilen aşamanın ölçüm aşaması olduğu söylenebilir. Ölçüm sırasında somut bir sonuç elde edilmediğinden, bu önemli bir basamak değildir. Bu nedenle bu basamağı bir an önce atlama eğilimi söz konusudur. Ancak bu doğru değildir. Çünkü kantitatif veriler altı sigmanın temelini oluşturur. İyi veri olmadan iyi kararlar alınamayacaktır.<sup>49</sup>

<sup>48</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>49</sup> Kurt, a.g.e., 55.

Ölçme aşamasından mümkün olduğunca fazla yarar sağlamak için bu aşamanın belirli bir sistematığe göre uygulanması yararlı olacaktır.<sup>50</sup>

- a. Ne ölçüleceğini seçmek: En uygun ve doğru performans ölçülerini seçmek uygun olan ile değerli ve yararlı olanı bulma yönünde atılan bir adımdır. Ne ölçüleceği iyi saptanması ile süreç çok daha hızlı iyileşecektir.
- b. Ölçüm ile ilgili tanımın yapılması: Hesaplanmaya ve ölçülmeye çalışılacak etkenin nasıl tanımlanacağı ve nasıl ölçüleceği çok iyi anlatılmalıdır. Tanım kesinlikle belirsizliğe yol açmamalı, açık ve anlaşılır olmalıdır.
- c. Veri kaynaklarının tanımlanması: Kullanılacak verilerin doğru olması ve ölçülecek süreci mümkün olduğunca fazla oranda temsil etmesi çok önemlidir. Bunun yanında geçmiş verilerin kullanılıp kullanılmayacağı, yeni veri toplanması gerekiyor ise bunun için gerekli maliyet ve zaman planlaması yapılması gibi problemlere cevap bulunmalıdır. Veri toplama sürecine bir şekilde insan müdahalesi olacak ise dikkatsizlik çok önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu dezavantajın ortadan kaldırılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.
- d. Verilerin toplanması ve örnekleme planının hazırlanması: Gerekli olan verilerin nasıl ve kim tarafından toplanacağı projenin ölçme safhası esnasında çözülmesi gereken önemli problemlerden biridir. Aynı zamanda toplanacak olan verinin kim tarafından hangi sistematik ile toplanacağı, örnekleme yapılmasının gerekliliği, eğer yapılacak ise hangi oranda yapılması gerekliliği, ölçümlerin hangi sıklıkta alınması gerektiği belirlenmelidir. Bu adım üç ana unsur ile tanımlanabilir; formlar, kategorilere ayırma ve örnekleme.
  1. Formlar: Formlar veri toplamanın esas malzemeleridir. Her form toplanılacak veriye uygun olarak düzenlenmelidir. Formlar basit, anlaşılır ve istenilen amaca yönelik düzenlenmelidir. Formda kayıt yapacak kişinin bilgileri de mutlaka kayıt altına alınmalıdır. Bu kayıt yapacak kişinin işine daha da özen göstermesini sağlayacaktır. Toplanan verileri birleştirmek için son olarak genel bir form oluşturulmalı ve proje sahibi tarafından diğer kişiler aracılığı ile toplanan formlar birleştirilerek derlenmelidir.
  2. Kategorilere ayırmak: Bir veri hakkında daha doğru ve çok yorum yapabilmek adına toplanan veriler toplama veya derleme esnasında kategorilere ayrılmalı ve

---

<sup>50</sup> Türksel, a.g.e., 57.

bu kategorilere ayırma ile analiz etmeliyiz. Proje sahibi verileri kategorilere ayırmanın hangi aşamada yapılması gerektiğine karar vermelidir.

3. Örneklendirme: Örneklendirme belirli bir yığından alınan bir kümeyi ifade etmektedir. Süreçsel anlamda ise ana süreç içerisinde bulunan ve ana süreci mümkün olduğunca fazla temsil eden alt süreci seçmek ve kullanmak anlamında kullanılabilir. Bütünü tam anlamıyla doğru olarak temsil eden bir alt küme bulmak oldukça zordur. Örnekleme yapılırken bazı noktalara dikkat etmek gerekmektedir. Ölçünün sürekli veya kesikli olması, sürecin değişkenlik düzeyi, toplam ana kütlelerin büyüklüğü, ölçümün hangi güvenlik aşamasında olması gerektiği gibi.

- e. Ölçümün uygulanması ve son hale getirilmesi: Formların örnekleme planlarının ve tanımlama çalışmalarının planlandığı gibi gitmesini güvence altına almak için, toplanılan veri hakkında bir deneme yapılmalıdır.

Bu hususlar aşağıdaki tabloda görünen araçlar kullanılarak ölçme aşaması tamamlanır.

<b>Ö - Ölçme Aşaması: Mevcut Performansı ve Problemi Nicel olarak ifade et, süreci ölç.</b>	
<b>Aşamalar</b>	<b>Kullanılan Araçlar</b>
* Hata, fırsat ve metrikleri belirle	* Ölçüm sisteminin yeterliliği (Gage R&R)
* Detay süreç haritalarını hazırla	* Veri toplama
* Veri toplama planını hazırla	* Kıyaslama (Benchmarking)
* Ölçme sistemini doğruyla	* Örnekleme Dağılımı
* Veri topla	* Prosesin sigma değerinin hesaplaması
* Proses yeterliliğini ölç	

Tablo 2.3 : Ölçme aşamaları ve kullanılan araçlar

### **2.4.3.1 Ölçme Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Ölçme aşamasında kullanılan araçlar; ölçüm sisteminin yeterliliği, veri toplama planı, kıyaslama, müşterinin sesi ve prosesin sigma değerinin hesaplanmasıdır.

#### **2.4.3.1.1 Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R)**

Ölçümlerin doğruluklarını ve doğru kalmalarını kontrol etmek çok önemli bir prosestir. Bu nedenle proje için kurgulanan ölçüm sisteminin çok iyi olması gerekmektedir. Üretim alanında ölçüm yönteminin ne kadar başarılı olduğunu gösteren bir yöntem kullanılmaktadır.

Bu yöntem; ölçüm sisteminin yeterliliği (Gage R&R) yöntemidir. Bu yöntem bir ölçüyü çeşitli ortamlarda denemek için beş önemli kritere göre tekrarlamayı içerir. Bu kriterler;

- Doğruluk: Ölçülecek nesnenin gerçek değerine çok yakın değer olması gerekmektedir.
- Tekrarlanabilirlik: Ölçüm sistemi aynı nesneye birçok kere uygulandığında, ölçülen değerler birbirine çok yakın olmalıdır.
- Doğrusallık: Ölçüm sistemi tüm ölçüm boyunca doğru ve tutarlı değerler vermelidir.
- Aynılık: İki ya da daha fazla sayıda kişi ya da makine, aynı şeyi ölçtüklerinde aynı sonuç elde edilmelidir.
- Kararlılık: Ölçüm sistemi aynı parçaya zaman içerisinde tekrar uygulandığında aynı sonuçlar vermelidir.

Ölçüm sistemi yeterliliği göstergesi, çoğunlukla sürekli veri ölçümlerinde ve yoğunlukla ölçüm aletleri uygulanırken etkilidir. Kesikli verilerde de uygulanabilir.<sup>51</sup>

#### **2.4.3.1.2 Veri Toplama**

Projemizde doğru bir ölçüm aşamasına başlamak ve sonlandırmak için mutlaka doğru verilere ihtiyacımız vardır. Aynı zamanda daha çok verinin daha başarılı sonuçlar doğuracağı düşünülmemelidir. Kullanılmayan ve değerlendirilmeyen veri zararlıdır, gereksiz maliyetler getirir. Veriler belirli bir amaç için ve o amaca uygun yöntemler ile toplanmalı ve değerlendirilmelidir. Bu nedenle;

- Veri toplamaya geçmeden önce toplanacak veri için amaç açıkça belirlenir.
- Amaca hizmet edecek verilerin hangileri olduğu kararlaştırılır.
- Bu verilerin hangi örnekleme yöntemiyle ve nasıl toplanacağı saptanır.
- Verilerin kimin tarafından, hangi tarihte, nasıl ve hangi birimlerce toplandığı kaydedilir.
- Bu amaçla özel bir form geliştirilir.
- Verilerin istenilen hassasiyette ve doğru olması için ölçü aletlerinin uygunluğu ve güvenliği sağlanır; tekrarlanabilirlik güvence altına alınır.

---

<sup>51</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Siyah Kuşak Eğitim Notları.

Veri toplanırken Şu hususlara dikkat etmek gerekir:

- Toplanan veriler, hedeflenen amaca uygun hassasiyette olmalıdır. Yeterli hassasiyete sahip olmayan veriler bir iŐe yaramayacaktır.
- Verinin hassasiyeti, ölçü aletinin yeteneğini aŐamaz. 1/10mm hassasiyeti olan bir kumpas ile 1/100mm'lik değişkenliğin ölçülmesi anlamsız olacaktır.
- Yapılacak gözlem sayısı, uygulanacak örnekleme yöntemi ve verileri değerlendirme tekniği araŐtırılan konunun özelliklerine uygun olmalıdır.
- Veri toplanırken, her veri için geçerli olan tüm koşullar saptanmalı ve kaydedilmelidir.

Veriler, otomatik veya manuel bir yöntemle toplanabilir. Tercih edilmesi gereken yöntem manuel veri toplama yöntemidir. Veri toplanması iŐinin manuel yapılması gerekliliğinin nedenleri;

- Manuel veri toplanması iÇi yapanı sürece yaklaŐtırır, onu daha iyi anlamasını ve hissetmesini sağlar.
- Olaylar ve/veya zaman ilerledikçe veriyi toplayan kişi süreci izlerken sebep-sonuç ilişkilerini görmeye, bazı keŐifler yapmaya baŐlayacaktır. Esas amaç da bunu baŐarmaktır.
- Bu Şekilde veri toplama yaklaşımı dinamik bir hale gelecektir. Bazı verilerin gereksizliği ortaya çıkacak ve veriler toplanmayacak, kimi zaman da yeni faktörler araŐtırılarak onların verileri toplanacaktır.
- Geçici faaliyetler için manuel sistemler daha esnek ve ucuzdur.

Tabii ki yukarıda bahsedilen noktalar sonucunda otomatik sistemlerin hiçbir zaman kullanılmaması gerektiği sonucu ortaya çıkmamalıdır. AŞağıdaki noktalar dahilinde otomatik veri toplama sistemleri daha avantajlı ve faydalı olabilir:

- Değerimin çok hızlı olduğu durumlarda,
- Çok sayıda verinin aynı anda toplanması gerektiğinde,
- Sağlık veya emniyet nedeniyle manuel veri toplanmasının riskli olması halinde,
- Veri toplamanın matematiksel analizinin de yapılması gerektiğinde.
-



Veriler sonuç olarak tablolara veya formlara kaydedilir. Kaydedilen verilerden grafiksel sonuçlar da çıkarılabilir ki yorumlama için grafiksel yöntemler daha işlevsel olacaktır.<sup>52</sup>

#### **2.4.3.1.3 Kıyaslama (Benchmarking)**

Kıyaslama, yasal ve ahlaki yollardan ayrılmadan, başkalarının bazı işleri nasıl bizden daha iyi yaptığını bulma yöntemidir.

İşlerimizi deneme yanılma yolu ile gerçekleştirmenin yerine, alanında en iyi olanlara bakarak onların ürün ya da süreçlerinden hatta stratejilerinden öğrenmek, onlardan ders çıkarmak, bünyemize uyarlayarak daha iyiye ulaşmak, bir başka deyişle performansımızı iyileştirme tekniğidir.<sup>53</sup>

Kıyaslama yönteminin projede kullanılması sonuç yönünde oldukça faydalı adımlar attıracaktır. Projede ele aldığımız süreç veya süreçler ile ilgili olarak şirkette uygulanan diğer başarılı süreçler veya diğer şirketlerde uygulanan süreçleri örnek olarak alınabilir. Hiç şüphesiz bu uygulama projede iyileştirmek istenen sürece çok daha farklı yönden bakmayı sağlayacak ve iyileştirme yolunda önemli bir adım olacaktır.

#### **2.4.3.1.4 Örnekleme Dağılımı**

Anakütle, bir araştırmacının ilgilendiği ve ortak özelliğe sahip birimlerden oluşan topluluğun tamamı, örneklem ise, bu anakütlenin özelliklerini yansıtan bir parçasıdır. Bir altı sigma projesinde iyileştirmek istenen probleme ilişkin bir süreçten elde edilen veya edilebilecek olan bütün gözlem değerleri anakütle, süreçten elde edilen sınırlı zamandan oluşan verilerin oluşturduğu alt topluluk ise örneklem olarak değerlendirilir. Gözlemlemek üzere anakütleden rassal olarak seçilen birimlerden oluşan bir örneklemin birimlerinin gözlemlenmesiyle anakütle hakkında çıkarımda bulunma işine örnekleme adı verilir. Örnekleme dağılımı ise, herhangi bir anakütleden çekilebilecek tüm olanaklı örneklemelerden elde edilebilecek örneklem ortalaması, örneklem oranı ve örneklem varyansı gibi bir örneklem istatistiği ile bunların gerçekleşme olasılıklarından oluşan olasılık dağılımıdır.<sup>54</sup>

---

<sup>52</sup> Kurt, a.g.e., 55.

<sup>53</sup> <http://www.akademi.itu.edu.tr/tase/DosyaGetir/41902/KIYASLAMA.pdf>

<sup>54</sup> Kurt, a.g.e., 57.

Projeler için zaman ve maliyet oldukça önemlidir. Bu nedenle mümkün olduğunca örnekleme oranı azaltılmalı aynı zamanda örneklemlerin anakütleyi temsil oranı mümkün olduğunca arttırılmalıdır. Bu sayede zaman ve maliyet kısıtları iyi değerlendirerek en iyi sonuca gidilmiş olunur.

#### **2.4.3.1.5. Prosesin Sigma Değerinin Hesaplanması**

Ölçüm sisteminin doğruluğu yapıldıktan ve yukarıda belirtilen çeşitli yöntemlerle veriler toplandıktan sonra, toplanmış bu veriler bir dizi istatistiksel işlemde geçirilerek sürecin mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olunur. Sürecin mevcut durumu hakkında bilgi verebilecek en önemli iki parametre; prosesin ortalaması ve standart sapmasıdır. Standart sapma parametresi prosesin ortalamadan sapmasını gösteren bir ölçüm parametresidir. İdeal bir proseste ölçülen tüm değerler prosesin hedeflenen değerine eşittir. Ancak uygulamada bunun mümkün olması rastlanan bir durum değildir. Bu nedenle sapmaların hedeflenen değerden en düşük hale getirilmesi asıl amaçtır. Eğer sapmalar istenilen değerden büyük olursa bu sefer hatalar meydana gelebilecektir. Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olduğu varsayılmaktadır. Bu temel araçlar ile elde edilmiş ve hesaplanmış değerler kullanılarak süreç için yeterlilik göstergeleri hesaplanabilir.<sup>55</sup> Projelerde kullanılacak yeterlilik göstergeleri Cp ve Cpk değerleridir.

#### **2.4.4. Analiz**

Analiz aşamasının amacı problemin asıl nedenlerini tanımlamak ve bunların nedenlerini doğrulamaktır.<sup>56</sup> Dolayısıyla bu aşamanın çıktısı test edilen ve doğrulanan bir hipotez olacaktır. Bu aşamada öncelikle her bir problemin işletme karına, müşteri tatminine, performansa ve üretkenliğe etkileri belirlenmelidir. Ayrıca rakiplerin benzer alanlarda yaşadıkları problemlere yönelik yapılacak olan kıyaslamalar (benchmarking) organizasyona çok değerli bilgiler sağlayacaktır.<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> Türksel, a.g.e., 63

<sup>56</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Altı\\_sigma](http://tr.wikipedia.org/wiki/Altı_sigma)

<sup>57</sup> Hadi Özkan, "Endüstride Altı Sigma Uygulamaları", (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006), 53.

Her bir problemin işletme karına, müşteri tatminine, performansa ve üretkenliğe etkilerinin belirlenebilmesi için mevcut durum ile istenen durum arasındaki farkın ne olduğu incelenmelidir. Farkın çok büyük olmadığı durumlar ve büyük ise bile kapatılması için yapılacak çalışmaların, gerçekten firmaya yarar sağlamayacağını anlaşıldığı durumlar analiz aşamasında incelenmemelidir. Problem eğer ki firmanın yukarıda belirtilen genel performans kriterleri üzerinde önemli bir etkiye sahip ise kesinlikle üzerinde çalışılmaya başlanmalıdır. Bu şekilde bir ayırım yapabilmek için ise probleme sebep olan hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna cevap verebilecek düzeyde bilgiye sahip olmak gerekmektedir.

Bu aşamada öncelikle ele alınan probleme sebep olabilecek potansiyel faktörlerin neler olabileceği üzerinde düşünölmeli ve bunların neler oldukları belirlenmelidir. Bunlar belirlendikten sonra hangilerinin hayati derecede etkiye sahip oldukları çıkarılması için çeşitli istatistiksel analiz araçları kullanılmalıdır. Ortaya çıkarılan faktörler üzerinde iyileştirme çalışmaları başlatılır.

Analiz safhası bir çevrim olarak düşünölebilir. Çevrim, problemin nedeni olarak hipotezler üretip geliştirilerek sürdürölür. Çevrim, olası nedenleri belirlemek için sürece ve veriye bakarak başlanabileceği gibi, şüpheli bir nedeni ele alıp analiz yoluyla değerlendirdikten sonra gerçekten bir neden olup olmadığını ortaya koymak şeklinde de başlayabilir. Hedef olarak belirlenen problemin gerçek nedenlerini belirlemek için iki tane önemli girdi kaynağı vardır.

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

Verilerde ve süreçlerde bulunan bulgular bir araya getirilmelidir. Çünkü bunlardan sadece bir tanesi temel neden hakkında iyi, fakat eksik bir fikir verir.<sup>58</sup>

---

<sup>58</sup> Türksel, a.g.e., 64.

Analiz safhası aşamaları ve analiz safhasında kullanılan araçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

<b>A - Analiz Aşaması: Hataların Kök Nedenlerini tespit ve analiz et.</b>	
<b>Aşamalar</b>	<b>Kullanılan Araçlar</b>
* Performans hedeflerini belirle	* Beyin Fırtınası ve Sebep&Etki Diyagramı
* Katma değer katan/katmayan proses adımlarını belirle	* Hipotez testi
* Değişkenliğin nedenlerini belirle	* İstatiksel anlam testleri (Ki-Kare, T Testi, Anova, Manova)
* Kök nedenleri belirle	* Regresyon ve Korelasyon analizi
* $Y=f(x)$ için iyileştirilecek kritik x'leri belirle	* Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)

Tablo 2.4 : Analiz Aşamaları ve Kullanılan Araçlar

#### **2.4.4.1. Analiz Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Analiz aşamasında kullanılan araçlar; beyin fırtınası ve sebep&etki diyagramı, hipotez testi, istatistiksel anlam testleri, regresyon ve korelasyon analizi, hata türleri ve etkileri analizidir.

##### **2.4.4.1.1. Beyin Fırtınası ve Sebep&Etki Diyagramı**

Analiz aşamasında başlangıçta ve en hızlı bir şekilde çok fazla veriye gerek duymadan uygulanabilecek en iyi araç beyin fırtınası ve sebep&etki diyagramı'dır.

Beyin fırtınası tanımı; yeni fikirler oluşturmak üzere, düşüncelere engel koymaksızın, önceden belirlenmiş kurallar dahilinde yapılan fikir yaratma yöntemidir.<sup>59</sup>

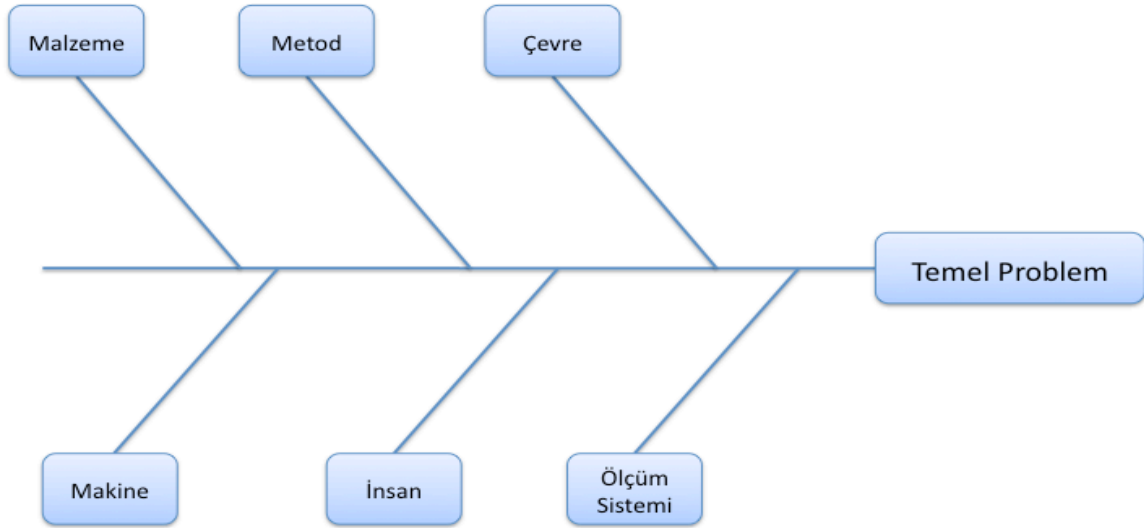
Beyin fırtınası sırasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bunlar;

- Tartışılan soru/konunun herkes tarafından net ve doğru bir şekilde anlaşılır olması gerekir.
- Fikirlerin söylenmeye başlanmasından önce herkese düşünmek için kısa bir süre tanınması uygundur. Ancak bu süre çok fazla tutulursa insanlar fikirlerini söylemeden önce kendi kendilerine yorumlama ve sınırlandırmaya kalkışabilirler.
- Bir seferde herkesin bir fikir beyan etmesi veya turu pas geçmesi sağlanmalıdır.

<sup>59</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyin\\_firtinasi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyin_firtinasi)

- Daha fazla fikir daha fazla yanıt alternatifi demektir. En radikal fikirlerin bile söylenmesi desteklenmelidir.
- Hiçbir şekilde ortaya atılan fikirlerin yargılanmasına ya da tartışılmasına müsaade edilmemelidir.
- Söylenenler söylendikleri gibi kaydedilmelidir.
- Tüm fikirler söylenene kadar seans kapatılmamalıdır.
- İddialı fikirlerin ortaya çıkması için ortam yaratılmalıdır.
- Ortamda bulunan herkesin katılımı sağlanmalıdır.<sup>60</sup>

Sebepe&Etki diyagramı, beyin fırtınası ile belirlenen problemin potansiyel nedenlerini araştırır. Bu diyagram, herhangi bir sonuç/problem ile neden olan unsurlar arasındaki ilişkinin kurulmasını sağlayan grafik bir yöntemdir. Tekniği geliştirenin adına "Ishikawa Diyagramı" veya görünüşüne bağlı olarak "Balık Kılıcı Diyagramı" olarak da adlandırılmaktadır.



Şekil 2.14 - Sebepe&Etki Diyagramı

Şekil 2.14'de bir sebepe&etki diyagramı yapısı görülebilmektedir. Bu diyagram üzerinde toplamda altı etken bulunmaktadır.

- Malzeme: Süreçte kullanılan hammaddeye verilen isim.
- Metod: Prosedürler, süreçler, iş bilgileri.
- Makine: Bilgisayarlar ve tüketilemeyen araçlar dahil olmak üzere donanım.

<sup>60</sup> Çelebi, a.g.e., 83.

- Ölçüm sistemi: Teftiş de dahil olmak üzere nitelik/nicelik tayin etmek için kullanılan teknikler.
- Çevre: İşin yapıldığı ya da diğer değişkenleri etkileyen çevre, bunun içine, doğal bir ortam olmasa da tesisler de girebilir.
- İnsanlar: Dünyanın pek çok kıtasında doğmuş birbirinden farklı yeteneklere sahip insanlar.

#### 2.4.4.1.2. Hipotez Testi

Hipotez testi, pratik bir problemi alıp istatistiksel probleme dönüştürme sürecidir. Altı sigma ile, günlük hayatımızda karşılaştığımız problemlere çözüm ararken hipotez kurmak analiz aşamasında yapılması gereken en önemli işlerden biridir.<sup>61</sup> Altı sigma projelerini uygulayan kara kuşaklar; projelerine ilişkin gözlemlerine diğer projelere veya araştırma sonuçlarına ya da teoriye dayanarak çeşitli önermeler ileri sürebilirler. Herhangi bir kara kuşağın ileri süreceği önermenin veya ortaya atacağı iddianın, istatistiksel hipotez olması nedeniyle bir frekans dağılımı vardır ve test edilebilirliği mümkündür. Örneğin, süreçlerin kalıp bağlama sürelerinin azaltılmasına yönelik bir kara kuşak projesinde; aynı tür preslerin ayar sürelerinin ortalamasının 20 dakikadan az olup olmadığının, iyileştirme öncesi ile iyileştirme sonrasında ayar sürelerinin ortalaması arasında önemli bir fark olup olmadığının veya iyileştirmeden sonra ortalama ayar sürelerinin azalıp azalmadığının belirlenmesinde hipotez testlerine başvurulur. Hipotez testlerinin oluşturulmasında veya alternatif önermelerden hangisinin doğru olduğuna, istatistiksel yaklaşım ile karar verme sürecinde bazı kavramların açıklanmasında yarar vardır.

Hipotez kurma; pratik bir problemi alıp istatistiksel olarak ifade etme sürecidir. Potansiyel faktörler için hipotezler geliştirilir. İki çeşit hipotez vardır:

Karşılaştırılan iki hipotezden birisi sıfır hipotezi iken ( $H_0$ ) diğerine alternatif hipotez adı verilir. Hipotezlerin ifade edilmesinde, mevcut olan ve eskiden beri bilinen görüş sıfır hipotezi olarak ifade edilirken, ileri sürülen iddia ve görüşe ise alternatif hipotez adı verilir. Tümevarım anlayışına sahip olan hipotez testinde bir hipotez ile onun alternatifi olan diğer bir hipotezden hangisinin örneklem istatistiği ile daha iyi bağdaştığı araştırılır. Araştırmacının doğruluğundan

---

<sup>61</sup> Özkan, a.g.e., 53.

şüphe duyduğu hipotez sıfır hipotezi, doğruluğuna inandığı hipotez ise alternatif hipotezdir.<sup>62</sup>

I. Tip Hata ( $\alpha$  hatası): Gerçekte  $H_0$  doğru olup reddediğinde ortaya çıkan hatadır. (Bir diğer deyişle sürecin iyileştiği varsayımına karşın süreç gerçekte değişmediğinde ortaya çıkan hatadır.)

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

Belirginlik Düzeyi: Alfa riskiyle aynıdır.

II. Tip Hata ( $\beta$ -hatası):  $H_0$ 'ın doğru olduğunun kabul edilmesine karşın gerçekte yanlış olduğunda ortaya çıkan hatadır (Bir diğer deyişle fark yok denmesine karşın farkın olması durumudur.)

Beta riski: II. Tip Hata yapıldığında ya da sorunun çözümü gözden kaçırıldığında üstlenebilecek risktir. Tüketici riski olarak da adlandırılır.<sup>63</sup>

Hipoteze karar verme: Hipotez testinin özü, sıfır hipotezin reddedilmesi esasına dayanır ve sıfır hipotezi her zaman reddedilmeye çalışılır. Bunun nedeni ileri sürülen iddianın geçerli olduğunu göstermektir. Bu ifade, sıfır hipotezinin taraflı olarak reddedilmeye çalışılması anlamına gelmemelidir. Nitekim, sıfır hipotezinin reddedilmesine yönelik olarak yeterli kanıt bulma zorunluluğu vardır. Aksi halde, mevcut durum veya eskiden beri bilinen görüş halen geçerliliğini koruyor demektir. Sıfır hipotezinin reddedilmemesi, sıfır hipotezini reddetmek için yeterli kanıt olmadığı veya alternatif hipotezi desteklemek için yeterli kanıt olmadığı anlamına gelir. O halde sıfır hipotezi reddedilir ise alternatif hipotez kabul edilmiş olur ve eldeki kanıtlara göre ileri sürülen iddianın geçerli olduğuna karar verilir. Aksi durumda, "sıfır hipotezi kabul edilir" yerine "sıfır hipotezi reddedilemez" yorumunun kullanılması daha uygundur.

---

<sup>62</sup> Kurt, a.g.e., 59.

<sup>63</sup> Türksel, a.g.e., 65.

Bunun nedeni, sıfır hipotez mevcut olan ve zaten kabul görmüş olan eski bir görüştür ve bu görüşün tekrar kabul görmesi yersizdir.<sup>64</sup>

### 2.4.4.1.3. İstatistiksel Anlam Testleri

Ki-kare testi: Genellikle kesikli veriyle kullanılan bir yöntemdir. Bu test; bir dağılımın hedefe uyumunu, tek bir dağılım seçildiğinde dağılım içerisindeki iki değişkenin bağımsız olup olmadığını ve değişik ana kütlelerden alınmış örneklerin oranlarının eşit olup olmadığını test edilmesi için uygulanır. Ki-kare testi nonparametrik bir istatistiksel anlam testi olup aşağıdaki örnek durumlarda uygulanabilir;

- Bir marketteki uzmanın, müşterilerin beş meyve suyundan herhangi birini tercih edip etmediğini araştırması,
- Büyük bir hastanede hastalara yeni bir tedavi prosedürü uygulandığını varsayalım, yeni prosedür için doktor ve hemşirelerin görüşleri incelenmiştir. Doktorlar yeni prosedür için hemşirelerden farklı mı düşünmüştür yoksa görüşleri aynı mıdır?

Ki-kare testinde kritik faktör aşağıdaki gibi hesaplanır.<sup>65</sup>

$$\chi^2 = \sum (O_i - E_i)^2 / E_i$$

Serbestlik derecesi = Kategori Sayısı – 1

O: Gözlenen değer (Observed)

E: Beklenen değer (Expected)

Ki-kare testi uygulanırken dikkat edilmesi gereken bazı kritik noktalar bulunmaktadır;

- Ölçümler birbirinden bağımsız olmalıdır.
- Test görülme sıklığı ile yapılmalıdır.
- Örnek sayısı yeterince büyük olmalıdır.<sup>66</sup>

---

<sup>64</sup> Kurt, a.g.e., 59.

<sup>65</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>66</sup> Özkan, a.g.e., 55.



T-testi: Hipotez testlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. T testi ile iki grubun ortalamaları karşılaştırılarak, aradaki farkın rastlantısal mı, yoksa istatistiksel olarak anlamlı mı olduğuna karar verilir. Küçük örnekleme teorisi olarak da bilinen t dağımı, küçük örneklerle de çalışmaya imkan verdiği için, araştırmacılar için büyük kolaylık sağlamaktadır. "t" testi örnek boyutunun küçük olduğu ve ana kütleyle ilişkin standart sapmaların bilinmediği durumlarda "t" dağılımından yararlanarak;

- İncelenen bir değişken açısından bir gruba ait ortalama değerinden önceden belirlenen değerden farklı olup olmadığının,
- İncelenen bir değişken açısından bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığının,
- İncelenen bir değişken açısından herhangi bir grubun farklı koşullar altındaki tepkilerinde farklılığın olup olmadığının incelenmesine yönelik hipotezleri test etmeye yönelik olarak geliştirilmiş bir analiz yöntemidir. Bu nedenle üç tür t testi bulunmaktadır. Bunlar tek grup t testi (one-sample t test), bağımsız iki grup arası farkların t testi (independent samples "t" test) ve eşleştirilmiş iki grup (paired-samples "t" test) arasındaki farklılıkların incelenmesine yönelik "t" testidir.

Tek grup "t"-Testi (one-sample test) Bu test genellikle herhangi bir konuda belirli öngörülerde bulunulduğunda bu öngörünün doğruluk derecesini test etmek amacıyla uygulanır. Örnekler:

- A işletmesinde çalışan 5000 personelin yaş ortalamasının 37 olduğu biliniyor. Rasgele seçilen 500 kişilik örneklemin yaş ortalaması 37'den farklı mıdır?
- Bir üniversitede okuyan öğrencilere günlük harcamalarının ne kadar olduğu soruluyor. Acaba öğrencilerin günlük harcamalarının ortalaması (öngörülen) 10 milyondan farklı mıdır?

Bağımsız iki grup arası farkların testi (Independent Samples "t" test):

Bir araştırmada çoğu kez farklı ana kütlelerden elde edilen gruplar arasında karşılaştırmalar yapmak gerekir. İşte bu gibi analizler T testi ile yapılır. Örnekler:

- Evli ve bekar deneklerin aylık harcamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Yönetici ve personelin işletmedeki çalışma ortamına ilişkin görüşleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Yerli ve yabancı turistlerin müşteri tatminine ilişkin görüşleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Eşleştirilmiş iki grup arasındaki farkların testi (Paired-Samples "t" testi):

Bağımsız iki grup için farkların testi konusu incelenirken grupların birbirlerinden bağımsız evrenlerden geldiği varsayımı kabul edilmekte idi. Ancak özellikle kontrollü ve deneysel çalışmalarda aynı deneklerin farklı durumlarda nasıl davrandıklarının incelenmesine gerek duyulabilir. Amaç farklı iki koşulda elde edilen sonuçların farklı olup olmadığını araştırmaktır. İlişkili ölçümler için (bağımlı durum) t testi aşağıda özetlenen 3 durum için kullanılabilir.

Birinci Durum: Bir grubun veya örneklemin iki bağımlı değişkene ilişkin ortalamalarının karşılaştırılarak ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı (önemli) olup olmadığını test etmek için kullanılır. Örnekler:

- İşletme yöneticilerinin personel motivasyonu konusunda X uygulamaya ilişkin görüşleri ile Y uygulamaya ilişkin görüşleri arasındaki fark önemli midir?
- Öğretim yöntemleri konusunda öğretmenlerin, A yöntemine ilişkin görüşleri ile B yöntemine ilişkin görüşleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

İkinci Durum: Bir grubun veya örneklemin bir değişkene ait iki farklı zamandaki ölçümlerine ilişkin ortalamalarının karşılaştırılarak söz konusu ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde önemli olup olmadığını test etmek için kullanılır. Tekrarlı ölçümler ile iki ortalamanın karşılaştırıldığı bu duruma tipik örnek araştırmalarda uygulanan ön test-son test modelidir. Örnekler:

- Öğrencilerin bilgisayar kursu almadan önce yapılan sınavdan aldıkları puanlar ile bilgisayar kursu aldıktan sonra yapılan sınavdan aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? (Bilgisayar kursu öğrenciler üzerinde etkili olmuş mudur?)
- Seçimde parti faaliyetleri ile ilgili yapılan kamuoyu yoklamalarında, halkın propaganda öncesi görüşleri ile propaganda sonrası görüşleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Üçüncü Durum: Bazı araştırmaların uygulamasının aynı örneklem veya denek grubu üzerinde gerçekleşmesi zor ve hatta bazen de (özellikle sağlık ve fen bilimleri alanlarında) imkânsızdır. Böyle araştırmalarda araştırma konusu ile ilgili aynı veya benzer özelliklere sahip örneklem kullanılır. Bu durumda, eşleştirilmiş iki grup tek bir grupmuş gibi varsayılarak iki ölçüme ilişkin ortalamalar karşılaştırılır. Burada iki grubun eşleştirilmesi, ölçüm sürecinden önce iki grup arasında ölçüm yapılacak konuda fark olmadığını varsaymak anlamına gelmektedir. Bu duruma, deney ve kontrol grupları üzerinde gerçekleştirilecek ölçümlerin karşılaştırıldığı araştırmalar örnek olarak verilebilir. Başlangıçta deney ve kontrol grupları ölçüm yapılacak konuda farksız (eş) varsayılır, daha sonra deney grubu üzerinde belirli bir

işlem gerçekleştirildikten sonra ölçüm yapılır ve bu ölçümler kontrol grubundan elde edilen ölçümlerle karşılaştırılır. İki ölçüm ortalaması arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde önemli olup olmadığı bu test ile belirlenir. Örnekler:

- Aynı davranış bozukluğu içerisindeki deneklerin bir kısmı (deney grubu) yetkililer tarafından X işlemine tabi tutulurken diğer deneklere (kontrol grubu) ise hiçbir işlem uygulanmıyor. Bu iki grubun davranışları ile ilgili ölçümler arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

- 30 ikizden oluşan 60 çocuk arasından ikizler ayrılarak 30 çocuğa farklı bir gelişim programı uygulanıyor. Çocukların gelişimlerine ilişkin ölçümler arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?<sup>67</sup>

Anova Testi: Anova testi sürekli veriler için kullanılan bir istatistiksel anlam testidir. Anova testi aşağıdaki durumlarda kullanılabilir;

- Birden fazla grubun ortalamasını karşılaştırmak istendiğinde,
- Çıktı değişkeni Y üzerindeki etkisi olan önemli X faktörlerini bulmak için,
- Aynı popülasyondan seçilmiş her bir çıktının ortalamasının belirlenmesi için,
- Hayati faktörleri belirlemek amacıyla verileri elemeye

kullanılır.

Anova analizi yapılırken dört önemli varsayımda bulunulur. Bunlar;

- Anova, tüm faktörlerin varyanslarının eşit olduğunu varsayar.
- Anova, tüm numune ortalamalarının normal olarak dağıldığını varsayar.
- Anova, numunelere ait verilerin rastgele seçildiğini varsayar.
- Anova, ölçüm safhasında anlatılan, ölçüm değişkenliğinin önemsenmeyecek kadar küçük olduğunu kanıtlayan ölçüm sisteminin yeterliliği (Gage R&R) analizinden geçtiğini varsayar.<sup>68</sup>

Anova testi nasıl uygulandığına göre birkaç tipe ayrılmaktadır:

*Tek-yönlü varyans analizi:* Bu tür analiz iki veya daha çok sayıda bağımsız gruplar arasındaki farklılıkların sınanması istenildiği hallerde uygulanır. Tipik olarak *tek yönlü varyans analizi* en aşağı üç değişik grup olduğu zaman uygulanmaktadır. İki-grup halinde daha kolay olarak t-

<sup>67</sup> <http://www.istatistikanaliz.com/t-testi.asp>

<sup>68</sup> Türksel, a.g.e., 67.

sınaması aynı sonuçları vermektedir; çünkü bu halde t-sınaması ve F-sınaması birbirine çok yakından ilişkilidir.

*Tekrarlanan ölçülerle tek-yönlü varyans analizi:* Bu tür varyans analizinde aynı elamanlara her değişik sağlatım uygulanır, yani elamanlar tekrarlanan ölçülere tabi tutulurlar. Bu yöntem kullanılırken elemanlar kalıntı etkilerine maruz kalabilirler.

*Faktöryel varyans analizi:* Bu tür varyans analizi eğer deneyci iki veya daha çok sayıda sağlanım (bağımsız)değişkenin etkilerini incelemek isterse kullanılır. En çok kullanılan faktöryel varyans analizi iki bağımsız değişken ve her değişken için iki değişik değer veya seviye olduğu  $2 \times 2$  (ikiye iki) tasarımıdır. Faktöryel varyans analizi çoklu seviyeli,  $3 \times 3$  (üçe üç) veya daha yüksek sıralı  $2 \times 2 \times 2$  (ikiye ikiye iki) v.b. deneyim tasarımlarında da kullanılabilirler. Ancak bu daha yüksek sayıda faktörler için analizler çok nadir olarak yapılmaktadır. Buna neden hesapların çok karmaşık ve uzun olması ve ortaya çıkartılan sonuçların açıklanmalarının çok zor olduğudur.

*Karışık tasarım varyans analizi:* Eğer iki veya daha çok sayıda bağımsız grupta elemanları tekrar edilen ölçüler uygulayıp sınamak istenilince bir faktöryel karışık tasarım varyans analizi gerçekleştirilebilir. Bunda bir faktör bağımsız olur ve diğer faktör tekrar edilebilir ölçülere bağlıdır.

*Çoklu değişirli varyans analizi:* Birden çok bağımlı değişken bulunduğu zaman bu tür varyans analizi kullanılır.<sup>69</sup>

Manova: Bu bölümde anlattığımız diğer tüm testler tek bir değişkene ya da etkene bağlıdır. Bir grup ya da örnek içinde elbette başka değişken ya da etkenler olabilir. Çoklu değişken analizi, çeşitli etkenlerin belirliliğini tanımlamak için kullanılır.<sup>70</sup>

#### **2.4.4.1.4. Korelasyon ve Regresyon Analizi**

Korelasyon ve regresyon analizi, ilişkileri 2 veya daha fazla etken arasında analiz eden araçları kapsar. İki etken arasında bir etkileşim varsa bu, birindeki bir değişikliği diğerindeki

<sup>69</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Varyans\\_analizi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Varyans_analizi)

<sup>70</sup> Kurt, a.g.e., 63.

değişikliğin izleyeceği anlamına gelir. İstatistiksel hesapları bu veriye uygulayarak, etkenler arasındaki etkileşimin gücü ölçülür ve birçok sonuç çıkarılabilir.

Korelasyon ve regresyon analizi ile aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

- Şüphelenilen neden (X) ve tepki ya da çıktı (Y) arasında bir bağlantı olup olmadığını görmek için hipotezleri test etmek.
- Sonuçlardaki (Y) değişik etkenlerin etkisini (X) ölçmek ve karşılaştırmak.
- Bir sürecin, ürünün ya da hizmetin belli koşullar altındaki performansını önceden bilmek.<sup>71</sup>

*Korelasyon analizi:* Korelasyon, olasılık kuramı ve istatistikte iki rassal değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve gücünü belirtir. Genel istatistiksel kullanımda korelasyon, bağımsızlık durumundan ne kadar uzaklaştığını gösterir.

İki rassal değişken arasındaki ilişkinin kuvvetini matematiksel olarak tanımlayan değere korelasyon katsayısı denir ve "r" ile gösterilir. Matematiksel olarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.<sup>72</sup>

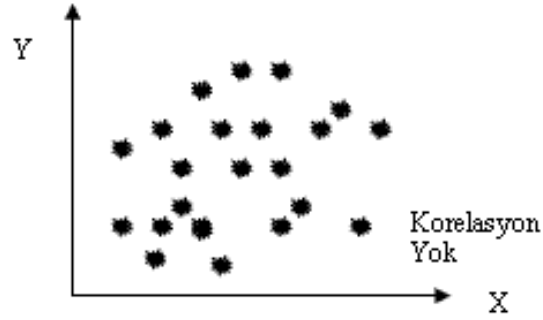
$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n - 1)s_x s_y}$$

Korelasyon katsayısı (r) -1 ile +1 arasında değer alır. Hesaplanan korelasyon katsayısının -1'e veya +1'e yakın olması korelasyonun kuvvetli olduğunu, 0'a yakın olması korelasyonun zayıf olduğunu gösterir.

---

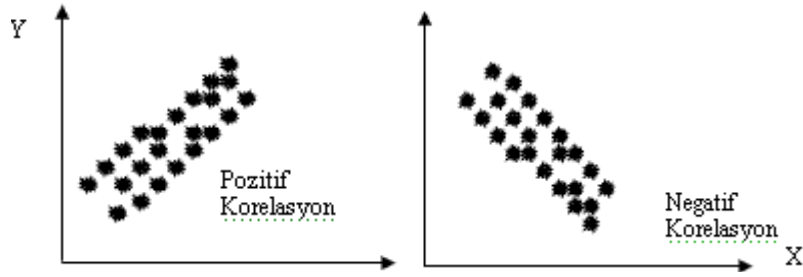
<sup>71</sup> Çelebi, a.g.e., 80.

<sup>72</sup> <http://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon>

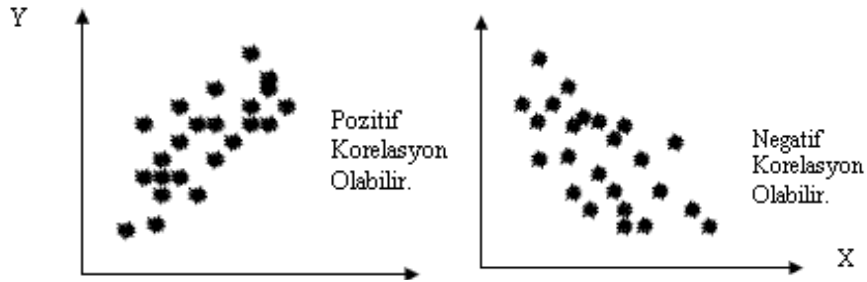


Şekil 2.15 – Değişkenler Arasında İlişkisiz Durum

Şekil 2-15’de görüldüğü üzere gelişigüzel dağılmış veriler ile yapılacak bir korelasyon analizi sonrası şekil 2-15’de ki şekil oluşacak ve değişkenler arasında korelasyon olmadığı yorumu yapılacaktır.



Şekil 2.16 – Değişkenler Arasında Kuvvetli Pozitif ve Negatif İlişki



Şekil 2.17 – Değişkenler Arasında Zayıf Pozitif ve Negatif İlişki

Grafiğin artan x eksenini doğrultusunda yükselmesi, ilişkinin pozitif olduğunu; alçalması ise, ilişkinin negatif olduğunu gösterir. İki değişken arasındaki ilişki pozitif ya da negatif olabileceği gibi, kuvvetli ya da zayıf olabilir. Şekil 2-16 ve şekil 2-17’de görülen ilişkiyle zayıf, kuvvetli negatif ve pozitif ilişki örnekleridir.<sup>73</sup>

<sup>73</sup> Kurt, a.g.e., 69.

*Regresyon analizi:* Regresyon analizi, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan analiz metodudur. Eğer tek bir değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa buna tek değişkenli (basit) regresyon; birden çok değişken kullanılıyorsa çok değişkenli(çoklu) regresyon analizi olarak adlandırılır. Regresyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkinin varlığı, eğer ilişki var ise, bunun gücü hakkında bilgi edilebilir.<sup>74</sup> Regresyon modeli anova yöntemlerinin bir adım ileri götürölmüş halidir.

Regresyonun kullanılma sebepleri:

- Potansiyel hayati öneme sahip faktörleri (X) saptamak için,
- Çıktı (Y) değerini tahmin etmek için,
- Çıktı (Y) değerini optimize etmek için,
- Çıktı (Y) değerini optimize etmek amacıyla girdi (X) değerini nereye koyacağımız saptamak için kullanılır.<sup>75</sup>

Regresyon analiz tekniğinde değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılan matematiksel modele regresyon modeli denir. Basit regresyon modeli;

$$Y = \alpha + \beta X + \epsilon$$

Şeklinde bir bağımlı bir de bağımsız değişken içeren bir modeldir. Bu modelde;

Y; Bağımlı değişken olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

X; Bağımsız değişken olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

$\alpha$ ; Sabit olup  $X=0$  olduğunda Y'nin aldığı değerdir.

$\beta$ ; Regresyon katsayısı olup, X'in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder.

$\epsilon$ ; Tesadüfi hata terimi olup ortaması sıfır varyansı  $\sigma^2$  olan normal dağılım gösterdiği varsayılır. Bu varsayım parametre tahminleri için değil katsayıların önem kontrolleri için gereklidir.

---

<sup>74</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Regresyon\\_analizi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Regresyon_analizi)

<sup>75</sup> Türksel, a.g.e., 67.

#### 2.4.4.1.5. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA), ürün ve süreçlerdeki var olan ve potansiyel hatalara ve problemlere karşı önlem almak için oluşturulan bir yöntemdir. Bu yöntem, sürecin fonksiyonu ve güvenilirliği açısından hataların etkisini ve bunları önlemenin adımlarını saptamaya yarayan sistematik bir yaklaşımdır. Hata veya arızaların ürüne yansımadan önlem alınmasını sağlama hedefini güder. İngilizce Failure Mode and Effect Analysis kelimelerinin baş harfleri ile (FMEA) anılmaktadır.

FMEA ABD’de ilk defa 1950’li yıllarda uçuş sistemlerinin kontrolünde kullanılmıştır. 1960-1965 yılları arasında aya insan indirme (APOLLO) projesinde NASA tarafından kullanılmış; 1965 yıllarında ABD Silahlı Kuvvetleri askeri standartlarına girmiştir. 1970-1975 yılları arasında endüstride kullanılmaya başlanmıştır; 1975’de bilgisayar üretiminde ve Japon NEC firmasında uygulanmıştır. 1980’de FORD; 1985’de FIAT SPA firmalarında olmak üzere özellikle otomotiv endüstrisinde yaygınlaşmıştır.<sup>76</sup>

FMEA, düzeltici aksiyon nedenlerine öncelik verecek bir “Risk Öncelik Sayısı” geliştirmek için ağırlık kriteri ile bağlantılı olarak oluşum ve hata olasılığını kullanır. Yeni veya gözden geçirilmiş bir prosesin analizi ve disipline olmuş bir hali, yeni bir model veya bileşen programının imalât planlama devreleri boyunca, potansiyel proses problemlerini beslemeye, ortaya çıktığında çözmeye ve sonuçları görüntülemeye katkıda bulunur.

FMEA’de bir çizelge hazırlanır. Bu çizelgede firmaların üretim sistemlerine uygun detaylar vardır. Firmalar kendilerine en uygun çizelgeyi hazırlarlar. Aşağıda örnek bir çizelge görebilirsiniz.

Proses/Fonksiyonlar	Muhtemel Hata Kodu	Hatanın Etkileri	P	S	D	C	Önlemler

Tablo 2.5 : Örnek FMEA Çizelgesi

Yukarıdaki çizelgede P, S, D harfleriyle gösterilen sembollerin anlamları aşağı belirtilmiştir;

P: Her bir hata modunun oluşma olasılık değeri,

S: Hatanın ne kadar önemli olduğunun değeri, şiddeti,

<sup>76</sup>[http://www.turkie.org/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:ha-ta-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57](http://www.turkie.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:ha-ta-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57)



D: Üretim veya servisten önce, müşteri tarafından henüz kullanılmadan, hataların keşfedilmesinin zorluk derecelendirmesi, saptanabilirlik.<sup>77</sup>

Yukarıda açıklanan değerlerin bulunması için aşağıdaki tablolarda belirtilen değerler kullanılır.<sup>78</sup>

Hata Olasılığı	Gerçekleşme Yüzdesi	Derece
Çok yüksek (Hata kaçınılmaz)	>%10	10
	%5	9
Yüksek (Tekrarlı hata)	%2	8
	%1	7
Orta (Arasına olan hatalar)	%0,5	6
	%0,2	5
	%0,1	4
	%0,05	3
Düşük (Nadir olan hatalar)	%0,01	2
	<%0,001	1

Tablo 2.6 : Hata Olasılığı Değerlendirme Tablosu

Hatanın Saptanabilirlik Olasılığı	Derece
Hemen hemen kesin	1
Çok yüksek	2
Yüksek	3
Ortanın üstü	4
Orta	5
Düşük	6
Çok düşük	7
Uzak bir olasılık	8
Çok uzak bir olasılık	9
Hemen hemen olanaksız	10

Tablo 2.7 : Hatanın Saptanabilirliği Tablosu

Etki	Etkinin Önem Derecesi	Derece
Etki yok	Etki Yok	1

<sup>77</sup> Ahmet Koray Ergün, "Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye'deki Uygulamaları", (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003), 105.

<sup>78</sup> Kurt, a.g.e., 75.

Çok Küçük	Önemsiz etki, hata ancak dikkatli müşteriler tarafından fark edilir.	2
Küçük	Küçük şiddette etki, hata ortalama seviyedeki dikkatli müşteriler tarafından fark edilir.	3
Çok düşük	Hata müşterilerin çoğu tarafından fark edilir.	4
Düşük	Hata müşterilerde memnuniyetsizlik yaratır.	5
Orta	Ürün kullanılabilir, ancak müşterilerde rahatsızlık yaratır.	6
Yüksek	Ürün performansı azalmış bir şekilde kullanılabilir, müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkar.	7
Çok yüksek	Ürün birincil fonksiyonlarını kaybederek kullanılmaz hale gelir, müşteri memnuniyetsizliği yüksektir.	8
Tehlikeli - ikaz var	Emniyetle ilgili bir arıza mevcuttur, hata bir ikazla meydana gelir.	9
Tehlikeli - ikaz yok	Emniyetle ilgili bir arıza mevcuttur, hata bir ikaz olmadan meydana gelir.	10

Tablo 2.8 : Etki Önem Derecesi Tablosu

RÖS: Her hatanın etkilerine göre sıralanması, düzenlenmesi veya öncelikli risk olasılığına göre derecelendirilmesi prensibine göre belirlenir. Bu kriterlerin değerleri yukarıdaki tablolarda görüleceği üzere 1'den 10'a kadar olmak üzere sayısal olarak belirlenir. Öncelik ise bu üç kriterin değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan değerlerin çarpılmasıyla bulunan risk öncelik katsayısına (RÖS) göre belirlenir. RÖS değeri P, S ve D değerlerinin çarpılmasıyla elde edilir.

$$RÖS = P(\text{olasılık}) \times S(\text{şiddet}) \times D(\text{saptanabilirlik})^{79}$$

Hata türü ve etkileri analizinin amaçları:

Hata türü ve etkileri analizi öncelikli olarak ürün ve süreç geliştirme üzerine eğilen, disiplinli bir tasarım gözden geçirme sürecidir. FMEA tekniğinin öncelikli amaçları şunlardır;

<sup>79</sup> Ergün, a.g.e., 106.

- Ürün veya süreçte oluşabilecek potansiyel hataları önceden belirleyerek bu hataların oluşmasını engellemek.
- Nihai ürünün müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşıladığından emin olmak için, planlanan imalat ve montaj süreçleriyle bağıntılı olarak bir ürünün tasarım karakteristiklerini analiz etmek.
- Potansiyel hata türleri belirlendiğinde, onları ortadan kaldırmak için düzeltici önlemleri almak veya sürekli bir şekilde onların oluşma potansiyellerini azaltmak.
- Montaj veya imalat süreci için, sistemin dayandığı neden ve ilkeleri yazılı hale getirmek.
- Titizlikle uygulandığı durumlarda, bir FMEA; süreç geliştirilmesinde mühendislerin düşüncelerini özetlemek.

Hata türleri ve etkileri analizinin sağladığı faydalar:

FMEA ile elde edilen bilgiler tasarımda, üretim sürecinde değişiklikler yapma, kullanılan malzemeyi değiştirme, kalite kontrol ve kalite kontrol ölçülerini tekrar gözden geçirme gibi kararların verilmesinde kullanıldığından, yöntem karar verme aracı olarak değerlendirilir. FMEA aşağıdaki fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar.

- Ürün, süreç ya da hizmette hataların oluşturacağı en küçük bir zararın bile oluşumunun engellenmesini sağlamak için hata türlerini sistematik olarak gözden geçirir.
- Ürün, süreç, hizmeti ya da bunların fonksiyonelliğini etkileyebilecek her türlü hatayı ve bu hatanın etkilerini tanımlar.
- Tanımlanan bu hatalardan hangilerinin ürün, süreç ya da hizmet operasyonlarında daha kritik etkilerinin olduğunu belirler, bu yüzden meydana gelebilecek en büyük hasarı ve hangi hata türünün bu hasarı üretebileceğini tanımlar.
- Montajda, montaj öncesinde, üründe ve süreçte hataların oluşum olasılığını ve bunun nereden kaynaklanabileceğini belirler.
- Diğer kaynaklardan elde edilmesi mümkün olmayan hata oranlarını ve türlerini tanımlayarak gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
- Güvenilirliğin deneysel olarak test edilebilmesi için gerekli muayene programlarının kurulmasını sağlar.
- Bir ürün için değişikliklerin olabilecek etkilerini tanımlar.

- Yüksek riskli bileşenlerin nasıl güvenilir hale getirilebileceğini tanımlar.
- Montaj hatalarının olabilecek kötü etkisinin nasıl giderilebileceğini tanımlar.

Yukarıda anlatılan mühendislik avantajlarının yanı sıra ayrıca FMEA tekniği kullanmanın getirdiği genel anlamdaki avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Hizmet veya ürünlerin kalitesini ve güvenilirliğini artırır.
- Şirketin imajını artırır.
- Rekabet avantajını artırır.
- Müşteri tatminini artırır.
- Ürün geliştirme zaman ve maliyetini azaltır.
- Tasarım geliştirme faaliyetlerinde bir öncelik sağlar.
- En uygun sistem tasarımını seçmekte kolaylık sağlar.
- Gelişim isteği doğurur.
- Organizasyon kültürünü artırır.

FMEA çalışmaları sonucunda;

- Hata giderilinceye kadar sürecin durması veya devam etmesi kararı verilir.
- Hataları önleyerek programlar hazırlanır.
- Makine, tezgah ve süreç akışını gerçekleştiren donanımda hangi elemanların yenilenmesi gerektiğini belirler.
- Tasarım ve spesifikasyonlarda ne gibi değişikliklerin yapılacağını belirler.
- İhtiyaç duyulan bakım süresi ve gerek duyulan bakım araç-gereci belirler.
- Gerekli görülen testleri belirler.
- Bakım, operasyon, kontrol talimatlarında yapılacak değişiklikler belirlenir.<sup>80</sup>

Hata türleri ve etkileri analizinin türleri:

Sistem FMEA: Tasarımın ön aşamalarında sistem ve alt sistemleri analiz ederek, sistem eksiklerinden doğan sistem fonksiyonları arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeye odaklanır. Sistem FMEA'nın faydaları : Potansiyel problemlerin bulunabileceği alanlar daralır,

---

<sup>80</sup> Çelebi, a.g.e., 70.

fazlalıkların saptanmasına ve optimum sistem tasarım alternatiflerinin seçilmesinde yol gösterir.

Tasarım FMEA: Tasarım hatalarından doğabilecek hata türlerine yönelik analizlerdir. Dizayn aşamasını da ilgilendiren bu analizler yeni ürünler ve süreçler planlandığı zaman, mevcut plan ve dizaynlar değiştirilebileceği zaman, yeni bir ürünün dizaynında kullanılmalıdır. Henüz üretime başlanmadan, ürün fonksiyonları tanımlandıktan sonra oluşturulur.

Faydaları: Tasarım geliştirme faaliyetleriyle ilgili önceliklerin belirlenmesi, Üründe çıkabilecek hatalarının, ürün tasarım aşamasında iken belirlenmesi, Önemli ve kritik özelliklerin belirlenmesine yardım etmesi vb.gibi yararları vardır.

Tasarım FMEA'sının tamamlanmış olarak kabul edilebilmesi, ancak üretim için onay ve bir başlangıç tarihinin verilmesi ile olabilir.

Süreç FMEA: Üretim veya montaj sırasında herhangi bir hata oluşuyorsa, süreçlerin neden bu hatayı meydana getirdiğini incelemek için yapılır. Bir anlamda üretim süreç analizi içindeki olası hataların süreçle ilintilerinin saptanması amacını taşır. Süreç FMEA kullanımının sağladığı yararlar ise: Üretim veya montaj süreçlerinin analizine yardımcı olması ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerini belirlemesi, kritik veya önemli olan süreçler ve özelliklerinin saptanması, kontrol planı oluşturmada yardımcı olması ve bununla ilgili plan sunmasıdır. Süreç FMEA'nın tamamlanmış olarak kabul edilebilmesi için bütün operasyonların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve kritik olan önemli özelliklerin oluşturulmasıyla mümkün olabilir.

Hizmet FMEA: Müşteriye servis ulaşmadan analiz edilmesidir. Bu analiz sayesinde; geliştirme faaliyetleri arasında önceliklendirmeler ve değişiklik için nedenler ve açıklamaların kaydedilmesi sağlanır.<sup>81</sup>

#### **2.4.5. İyileştirme**

Bu aşamada problemin temel nedenlerini ortadan kaldıracakları önlemler denenir ve uygulamaya konulur. Bu aşama aynı zamanda problemin ortadan kaldırılacağı ya da etkilerinin azaltılacağı aşamadır. Çözümler tam olarak uygulamaya konmadan önce, bundan

---

<sup>81</sup>[http://www.turkie.org/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:ha-ta-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57](http://www.turkie.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:ha-ta-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57)

önceki üç basamaktan elde edilen kazanımların gözden geçirilmesi yararlı olacaktır. Bu gözden geçirme sonucunda problemin; herkes tarafından anlaşılabilir derecede net ve ayrıntılı olarak tanımlandığı, mevcut imkan ve kaynaklarla çözülebilecek nitelikte olduğu, giderilmesi halinde şirkete büyük yarar sağlayacağı, çözüme yardımcı olacak doğru verilere sahip olduğu, temel nedenlerin ve bunların nasıl giderileceğinin doğru olarak belirlendiği düşünülüyorsa, eldeki çözümler denenmeye başlanabilir.<sup>82</sup> Bir diğer deyişle bu aşamaya kadar olan aşamalar hazırlık aşaması olarak düşünülebilirken, bu aşama uygulama aşaması olarak düşünülebilir. Bu aşamada iyileştirmeleri yönlendirebilecek bir takım soruların sorulması yararlı olacaktır;

- Hangi olası faaliyet ya da düşünceler, sorunun temel nedeninin işaret edilmesine ve amaçlara ulaşılmasına yardımcı olacaktır?
- Bu düşüncelerden hangileri, üzerinde çalışılabilir olası çözümler oluşturacaktır?
- Hangi çözüm en az maliyetle karşılıklı amaçlara ulaşılmasına yardımcı olacaktır?
- Seçilen çözümün etkili olup olmadığının denemesi nasıl yapılabilir ve sonradan nasıl kalıcı bir şekilde uygulanabilir?<sup>83</sup>

İyileştirme aşamaları ve iyileştirme aşamasında kullanılan araçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

<b>İ - İyileştirme Aşaması: Hataları Ortadan Kaldırarak Süreci İyileştirir</b>	
<b>Aşamalar</b>	<b>Kullanılan Araçlar</b>
* Deneysel tasarım uygula	* Hata önleme
* Potansiyel çözümler geliştir	* Deneysel tasarım
* Potansiyel sistemin çalışma toleranslarını belirle	
* Pilot çalışmalarla çözümleri doğrula	
* Potansiyel çözümleri düzelt veya değiştir.	

Tablo 2.9 : İyileştirme Aşamaları ve Kullanılan Araçlar

### **2.4.5.1. İyileştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar**

İyileştirme aşamasında kullanılan araçlar; hata önleme ve deneysel tasarımdır.

#### **2.4.5.1.1. Hata Önleme**

<sup>82</sup> Özkan, a.g.e., 68.

<sup>83</sup> Türksel, a.g.e., 68.

Hata önleme ile faaliyet ve iş istasyonlarının hatalı ürün veya hizmet üretme olasılığı ortadan kaldırılmaya çalışılır. Hata önleme herhangi bir sürece uygulanabilir. Daha çok imalat ile ilgili süreçlerde kullanıldığı için genelde kullanım alanının dar olduğu düşünülür. Gerçekte insan ile ilişkili her çalışma için kullanılabilir. Hata önlemenin modern versiyonu Japonya'da geliştirilmiştir. Günümüzde Ford tarafından da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hata önlemenin genel çalışma prensibi operasyon sonrası temel seviyelerde bağımsız değerlendirme araçları ile ürünü ölçmek hatalı olan parçaları kusurlu teknesine atarak hattın ilerleyen aşamalarında karşılaşılabilecek problemleri önlemektir. Böylece son aşamalardaki istasyonlar için altı sigma kalite seviyelerine ulaşma imkanı doğar. Ayrıca hatalı parçalar ölçüm değerleri geri besleme yoluyla akışın başlangıç noktasına bildirilerek girdi değişkenlerinin oluşan hataları önleyecek şekilde ayarlanması ve dengelemeleri sağlanır. Böylece hatalı parçalar elendiği için süreç hatalı parçalar üretmemiş olur.

Değerlendirmeleri yapan optik ve elektronik araçlar ucuz ve bir çok farklı tipte olduğu için geçmişe oranla günümüzde bu donanımları elde etmek daha kolaydır. Iskarta ve yeniden işleme süreç hızını ve verimliliğini düşürdüğü için mümkün olduğu sürece azaltılmalıdırlar. Böylece süreç yeteneği ve verimliliği artmış olur. Müşteri için kritik olan kalite problemlerinin önüne geçmek için, hata önleme en güçlü araçtır.<sup>84</sup>

#### **2.4.5.1.2. Deneysel Tasarım**

Deneysel tasarım, bir süreci etkileyen hayati öneme sahip faktörler (X) ile sürecin çıktıları (Y) arasındaki ilişkiyi elde etmeye yarayan organize ve yapısal bir metoddür. Deneysel tasarım yapılma amaçları aşağıda verilmiştir;<sup>85</sup>

- Hayati öneme sahip girdi (X) değişkenlerinin çıktı (Y) değişkeni üzerine ne miktarda etkiye sahip olduğunu göstermek amacıyla kullanılır.
- Optimum değeri karşılaştırılmış olan çıktı (Y) değişkeni, karşılaştırılmış değerine ulaşmasını sağlayacak optimum girdi (X) değişkenlerinin değerlerinin ne olması gerektiğini belirlemek amacıyla kullanılır.
- Tüm süreçlerin etkinliğini kontrol etmek amacıyla kullanılır.

---

<sup>84</sup> Ergün, a.g.e., 75.

<sup>85</sup> Türksel, a.g.e., 69.

Bu amaçlar için başarılı bir deneysel tasarım yapabilmek için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Problemi belirlemek.
- İyi amaçlar belirlemek.
- Çıktıları belirlemek.
- Girdiyi etkileyen faktörleri belirlemek.
- Girdi faktör değerlerini belirlemek.
- Deneysel tasarım yönteminin seçilmesi.<sup>86</sup>

Deneysel Tasarımın üç temel çeşidi bulunmaktadır;

1. Tam faktöriyel deneysel tasarım
2. Kesirli faktöriyel deneysel tasarım
3. Cevap yüzeyi deneysel tasarım<sup>87</sup>

Deneysel tasarımda ortaya çıkan sonuçlara göre, girdilerin alması gereken optimal değerlerde olabilmeleri için potansiyel çözüm yöntemleri bulunmalıdır. Potansiyel sistemin operasyon toleransları tanımlanmalıdır. Tüm bu potansiyel çözümlerin hata oluşturma durumları değerlendirilmeli ve ortaya koyacakları iyileştirme boyutları pilot bir uygulama ile doğrulanmalıdır.<sup>88</sup>

#### **2.4.6. Kontrol**

Kontrol aşamasının amacı, uygulanan iyileştirme planını ve elde edilen sonuçları değerlendirmek ve elde edilen kazançların sürdürülmesi ve artırılması için gerekenleri ortaya koymaktır. Bu aşamanın çıktıları; iyileştirmeye konu olan sürecin son durumu, iyileştirme sonrası sağlanan kazançlar, iyileştirme sonucu ortaya çıkan fırsatlar ve tavsiyelerdir. Günümüz işletmelerinde temel problem nasıl başarılı olacağından çok, nasıl başarılı kalınacağıdır. Bununla ilgili çok sayıda başarı hikayesi mevcuttur. Ancak, eğer biraz zihninizi zorlarsanız bunları pek çoğu uzun vadeli değildir. Çok sayıda şirkette yıldızların sönmesi,

---

<sup>86</sup> Birant Akarslan, “**Altı Sigma Metodu ve Bir Şirket Uygulaması**”, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004), 56.

<sup>87</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

<sup>88</sup> Türksel, a.g.e., 70.



parlaması kadar doğal karşılanır. Çünkü, başarının sürdürülememesi, tüm çaba ve kaynakların boşa gitmesine yol açar. İşte bu nedenlerle kontrol aşaması en önemli aşamalardan biridir. Bu aşamada, ilk dört aşama sonunda kazanılan kazançlar değerlendirilir. Bu kazançların sürdürülmesi ve artırılması için neler yapılabileceği kararlaştırılır. Altı sigma'nın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır.<sup>89</sup>

Kontrol aşamaları ve kontrol aşamasında kullanılan araçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

<b>K - Kontrol Aşaması: Sürecin Gelecekteki Performansını Kontrol Altına Al.</b>	
<b>Aşamalar</b>	<b>Kullanılan Araçlar</b>
* İzleme ve kontrol sistemini belirle ve doğrula	* İstatistiksel proses kontrol
* Standartları ve prosedürleri geliştir.	
* İstatistiksel proses kontrolünü uygula.	
* Prosesi süreç sahibine teslim et.	
* Kazanç, tasarruf ve büyüme verilerini tespit et.	

Tablo 2.10 : Kontrol Aşamaları ve Kullanılan Araçlar

#### **2.4.6.1. Kontrol Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Kontrol aşamasında kullanılan araç; istatistiksel proses kontroldür.

##### **2.4.6.1.1. İstatistiksel Proses Kontrol**

İPK bir süreç içerisindeki değişkenliğin ölçümü ve değerlendirilmesi ile bu tür bir değişkenliği sınırlamak ve kontrol etmek için harcanan çabaları içerir.<sup>90</sup>

İstatistiksel proses kontrol yönteminin kısaltması olan İPK'yı oluşturan harflerin açıklaması aşağıda verilmiştir.

İ = Süreç değişkenliğini incelemek için kullanılan istatistiksel teknikler. Bir bütünün tamamını kontrol etmek yerine bütünden (küme) örnek alarak bunların sonuçlarına göre bütün hakkında tahminde bulunmak için kullanılan araçtır.

<sup>89</sup> Özkan, a.g.e., 75.

<sup>90</sup> Türksel, a.g.e., 69.

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

K = Aktif yönetimle sürecin kontrol edilmesi. Kontrol prosesi, gerçek performansın ölçülüp standartlarla karşılaştırılarak aradaki farklılığa göre eyleme geçilmesini sağlayan bir geri bildirim döngüsüdür.<sup>91</sup>

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

Kontrol tablolarının altı sigma sisteminde üç temel kullanım alanı vardır;

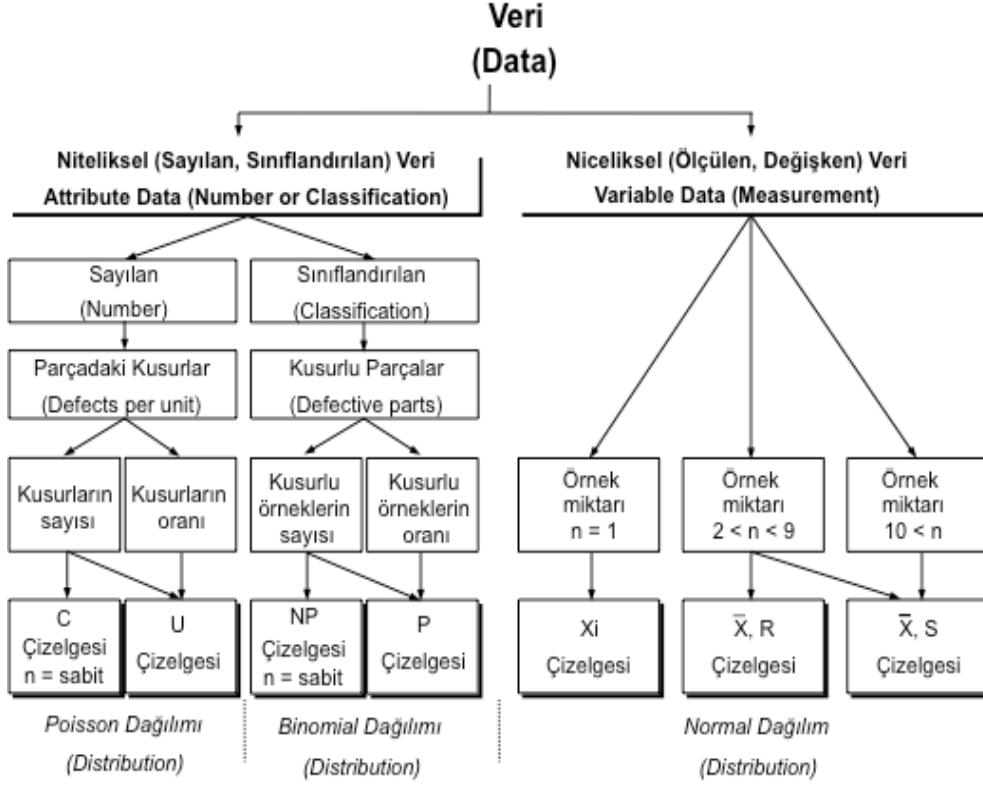
- TÖAİK projesinin ilk ölçüm faaliyetlerinde, sorunların ya da kontrol dışında kalan durumların tiplerinin ve sıklıklarının belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Hangi türde araştırma ve düzeltme faaliyetinin en etkili olabileceğini de söyleyebilmektedir.
- Bir süreç çözümü ya da değişkenliğinin (iyileştirme ya da kontrol aşamalarında) denemesi ya da uygulamasında, değişkenliğin ve performansın nasıl etkilendiğini göstererek ve hatta başka çalışma, araştırma alanları da önererek sonuçların izlenmesine yardımcı olmaktadır.
- Kontrol tabloları sürekli olan bir alarm sistemi gibi hareket etmekte ve süreci inceleyen kişiye alışılmadık durumlar hakkında uyarılmaktadır.

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

---

<sup>91</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

Süreçten düzgün veri toplanması ve bu verilerin doğru kontrol tabloları yoluyla gösterilmesi çok önemlidir.<sup>92</sup> Şekil 2-18'de hangi durumda hangi kontrol tablolarının kullanılacağı belirtilmiştir.<sup>93</sup>



Şekil 2.18 – Veri Türüne Göre İPK Grafiklerinin Seçimi

### 3. ÜRETİMDE ALTI SİGMA UYGULAMALARI

#### 3.1. Üretim Sektöründe Altı Sigma Uygulamasının Yararları

Türkiye’de altı sigma uygulamasının ilk örneği 1995 yılında Tusaş firması ile başlamıştır. Bu tarihten itibaren öncelikli olarak üretim aşamalarında olmak üzere Arçelik, Borusan Holding, Bosch, Kordsa ve Dow Türkiye gibi Türkiye’nin büyük üretim işletmeleri altı sigma uygulamalarına başlamıştır ve halen devam etmektedirler.

<sup>92</sup> Türksel, a.g.e., 70.

<sup>93</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

Altı sigma anlayışı, uygulamaya karar veren şirketlerde bütünsel bir yönetim modeli olarak algılanmalıdır. Altı sigma sadece kalite artırıcı bir yöntem gibi görülmemeli, üst yönetim desteği ile tüm çalışanlar tarafından bir şirket kültürü olarak algılanmalıdır. Altı sigma bütünsel bir anlayış ve uygulama olduğundan dolayı Türkiye’de altı sigma uygulamaya karar veren şirketlerin uygulama öncesi TKY gibi bir kalite alt yapısının olması altı sigma kültürünün anlaşılması ve daha iyi algılanması açısından bir adım olarak görülebilir.

Altı sigma uygulamaya karar veren işletmeler için bir diğer önemli adım ise uygulama öncesinde işletme içerisindeki altı sigma yayılımını yönetecek organizasyonun kurulması ve gerekli eğitimlerin alınmasıdır. Altı sigma’nın başarısı için uygulama aşamasında üst yönetim destekli bir anlayış olması gerekliliği açısından, işletmeler tarafından uygulanmaya başlanmadan gerekli organizasyonun kurulması oldukça önemlidir. Bir organizasyon yapısı belirlendikten sonra altı sigma yayılımına bir başlangıç olarak organizasyon içerisindeki önemli kişilere iyi bir altı sigma eğitimi verilmelidir. Bu kişilerin altı sigma eğitimi oldukça önemlidir çünkü şirket içerisinde altı sigma yayılımını bu kişiler yönlendirecektir. Alınan ilk eğitim ardından yetkin kişilerden danışmanlık alınması oldukça faydalı olacaktır.

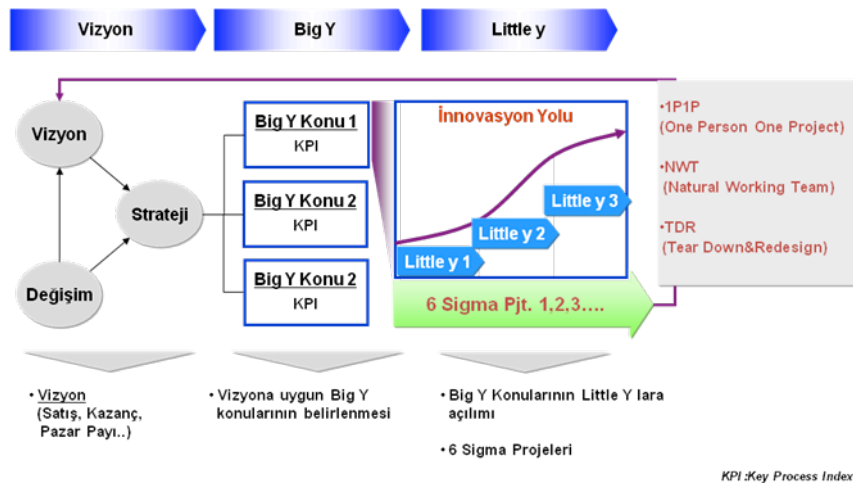
Tüm bu başlangıç aşamalarından sonra altı sigma uygulamaya başlayan bir üretim işletmesi için ulaşılabilecek muhtemel altı sigma yararları aşağıda verilmiştir;

- İşletme içerisinde yapılacak altı sigma projelerinin üretim verilerine dayalı kararlar ile yönetilmesi ile mevcut performanslar geliştirilecektir.
- Altı sigma yaklaşımı ile yapılan tüm işler işletmenin ana hedefleri ile ilişkilendirilmesi gerekecek böylece işletme açısından katma değersiz faaliyetlere zaman harcanmayacaktır.
- Yapılacak projeler ile öncelikli olarak üretim maliyetleri düşürülür ve kayıplar azaltılır.
- Altı sigma yayılımı tüm üretim proseslerine yayıldığı takdirde ortalama olarak toplam cironun %10’u mertebesinde bir değer geri kazanıldığı bugüne kadar olan uygulamalarda görülmektedir.
- Altı sigma yayılımı ile üretim proseslerinde çevrim zamanı azaltılır, üretim yeterliliği artırılır, ölçüm sistemi oluşturulur ve sıçramalı iyileştirmeler sağlanır.
- Bir sürecin kalitesini ve maliyetini etkileyen faktörler sadece katma değerli faaliyetler değil, üretimde ortaya çıkan kayıplar, yarı mamul ıskartaları, proses ara ve sonlarında yapılan testler ve geri kazanım işlemleri gibi katma değer katmayan faaliyetlerdir. Altı

sigma metodolojisi buzdağının görülmeyen kısmı olarak nitelendirilebilecek bir üretim işletmesinde aslında hiç göze batmayan fakat büyük kayıplara neden olan bu faaliyetleri de iyileştirir.

### 3.2. Üretim Sektöründe Altı Sigma Yayılımı

Üretim sektöründe altı sigma yayılımı çeşitli yöntemlerle sağlanabilmektedir. Ancak en uygun olan yöntem işletmenin ana hedefleri ile bağlantılı olarak tepe yönetimden inme şeklinde altı sigma yayılımının sağlanmasıdır. Bu yöntemde göre üst yönetim yıl başlarında o yıla ait vizyonlarını ortaya koyup hedefleri verirler. Vizyona uygun olarak Big Y (ana hedef) konuları belirlenir. Bu ana hedefler genellikle; Satış Hedefi, Servis Arıza Oranları Hedefi ve Verimlilik hedefidir. Yapılacak olan tüm altı sigma faaliyetleri bu ana hedefler çerçevesinde gerçekleştirilmelidir. Bir sonraki adım bu ana hedeflere bağlı alt hedeflerin oluşturulması ve bu alt hedeflerin iyileştirilerek ana hedeflere katkı sağlanmasıdır.



Şekil 3.1 – İşletmelerde Altı Sigma Yayılımı

### 3.3. Üretim Sektöründe Altı Sigma Roller

Altı Sigma organizasyonlarında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı ünvan, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. Bu ünvanlar Altı Sigma'nın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bazı firmalar genel kabul gören ünvanlara sarı, mavi vb. Kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir.

Altı Sigma'yı uygulayan firmalarda çalışanların üstlendikleri sorumluluklar ve aldıkları görevler, firmanın yapısına ve firmada uygulanan projenin niteliğine göre değişiklik göstermektedir.<sup>94</sup>

Genel olarak çalışanların aldıkları ünvanlar;

- Üst Kalite Konseyi,
- Yönetim Temsilcisi,
- Şampiyon,
- Uzman Kara Kuşak,
- Kara Kuşak,
- Yeşil Kuşak,
- Ekip Üyesi,
- Finans Sorumlusu'dur.

### 3.3.1. Üst Kalite Konseyi

Üst yönetim tarafından oluşturulan kurulun temel görevi; işletme bazında yürütülen Altı Sigma projelerinin etkinliğini sağlamaktır. Bu amaçlarla belirli dönemlerde toplanan kurulun, sistemin bütünü ve bütünü oluşturan Altı Sigma projelerini tartışması, uygulamalardaki hataları ve sapmaları belirleyerek düzeltmesi beklenmektedir.

Altı Sigma'da projeler, organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Daha açık bir ifade ile üst yönetim Altı Sigma hakkında bilgi edinmek için zaman harcamazsa, bu iş için en nitelikli personeli görevlendirmez ve ihtiyaç duyulan kaynakları sağlamazsa, Kara Kuşakların başarı şansı azalmaktadır. Bunun için özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olacaktır.

Üst Yönetim Konseyinin başlıca görevleri;

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,

---

<sup>94</sup> Didem Tezsürücü, "Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Örnek Olay İncelemesi", (Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006), 50.

- 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 işletmede yaygınlaşmasını sağlamaktır.<sup>95</sup>

### 3.3.2. Yönetim Temsilcisi

İşletme bazında Altı Sigma planlamalarını yürütecek, raporlamada katkıda bulunacak olan Altı Sigma uygulamalarındaki en aktif yönetim birimidir. Altı Sigma koordinatöründen yürütme kurulunu toplamak, işletme bazında göstergeleri raporlamak, yürütme kurulunu bilgilendirmek ve aksaklıkları raporlamak gibi görevleri yerine getirmesi beklenir.

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

Yönetim Temsilcisinin başlıca görevleri;

- Altı Sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak gerçekleştirilmesini sağlamak,
- Gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmanlık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- Altı Sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,

---

<sup>95</sup> Tezsürücü, a.g.e., 53.

- 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 aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite şampiyonlarına her konuda destek olmak,
- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmaktır.<sup>96</sup>

### 3.3.3. Şampiyon

Şampiyon, iyileştirme projesini “izleyen” üst düzey yöneticidir. Bu, hassas denge gerektiren önemli bir sorumluluktur. Ekipler, karar verme konusunda serbest bırakılmalıdır. Bununla birlikte, çalışmalarını yönlendirme konusunda iş liderlerinin rehberliğine ihtiyaç duyarlar. Şampiyonun görevleri arasında şunlar bulunur;

- Yönetimleri altındaki iyileştirme projelerinin genel hedeflerini saptamak, korumak ve bu hedeflerin iş öncelikleriyle uyumlu olduğundan emin olmak,
- Gerektiği takdirde, bir projenin yönü ya da kapsamı konusunda yol göstermek, yapılacak değişiklikleri onaylamak,
- Projeler için kaynak bulmak ve görüşmeler yapmak,
- Ekibi, Liderlik Ekibi önünde temsil etmek ve ekibin savunuculuğunu yapmak,
- Ekipler arasında ya da ekiplerle ekip-dışı kişiler arasında oluşan sorunların ve mükerrer çalışmaların ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak,
- Bir iyileştirme projesinin bitiminde, projenin sorunsuz bir biçimde devredilmesini sağlamak için süreç sahipleri ile çalışmak,
- Süreç iyileştirmesi konusunda kazandıkları deneyimi, kendi yönetim süreçlerinde uygulamak,

Sonuç itibarıyla şampiyonlar, projeleri belirleyen kıdemli yöneticilerdir. Bunlar, Altı Sigma çalışmalarının başarısından sorumlu kişilerdir. Projelere kaynak sağlar, onaylar ve varsa

---

<sup>96</sup> Tezsürücü, a.g.e., 53.



aksaklıkları giderir. Şampiyonların kalite programında tam zamanlı çalışmaları gerekmemektedir. Şampiyonlar bir hafta eğitimden geçerler.<sup>97</sup>

### 3.3.4. Uzman Kara Kuşak

Uzman kara kuşaklar Altı Sigma'nın felsefesini, amaçlarını ve uygulamasını derinliğine kavramış kişilerdir. Tam zamanlı olarak çalışırlar. Ekipleri ve ekip liderlerini veya kara kuşakları desteklerler. Ekibe teknik uzmanlık sağlarlar. Ekibin başarısını engelleyen faktörleri devre dışı bırakmada yardımcı olurlar. Ekibin üyelerini ve amaçlarını belirlerler. Üst yönetime gelişim raporlarını sağlayan ve projeleri biçimsel şekle dönüştürenler de onlardır.

Uzman kara kuşaklar hem istatistiği iyi kullanabilmelidirler hem de grup çalışmalarına uygunluk ve iletişim yeteneğine sahip olmalıdırlar. Altı Sigma araçlarının yayılmasından ve kullanımından sorumludurlar ve projeleri başarıya yönlendirerek yönetirler. Ayrıca uzman kara kuşaklar şu görevleri üstlenirler:

- Altı Sigma'nın uzun dönem teknik vizyonundan sorumludur.
- Kara kuşakların eğitilmesinden sorumludurlar.
- Teknik beceri, güçlü ve güvenilir liderlik özelliklerine sahiptir.
- Proje sponsoruna rapor verir.

Uzman kara kuşaklar, kara kuşaklara rehberlik edip, denetlerler. Öğretim ve Altı Sigma'nın uzun dönem teknik vizyonundan sorumludur. Kara kuşakların eğitilmesinden sorumludurlar. Teknik beceri, güçlü ve güvenilir liderlik özelliklerine sahiptir. Proje sponsoruna rapor verir.<sup>98</sup>

### 3.3.5. Kara Kuşak

Kara kuşaklar, Altı Sigma projelerindeki her şeyi düşünen kişiler olmaları nedeniyle Altı Sigma'daki en kritik rolü üstlenen ekip liderleridir.

Kara kuşakların görevleri;

---

<sup>97</sup> Selahattin Yavuz, "Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama", (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006), 93.

<sup>98</sup> Yavuz, a.g.e., 94.

- 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 projesinin yönetiminin desteklenmesi için gerekli olan kaynakları belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmek,
- Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak şeklinde özetlenebilir.<sup>99</sup>

### 3.3.6. Yeşil Kuşak

Yeşil kuşaklar, ekip lideri gibi projede tam zamanlı olarak çalışmak zorunda olmayan ekip üyeleridir. Yeşil kuşaklar bir veya birden fazla ekipte yer alabilirler. Ekibin başarısı için çalışmaları, araştırma yapmaları ve katkıda bulunmaları beklenir.

Yeşil kuşakların görevleri;

- Altı Sigma projelerinde siyah kuşakların hedeflerine ulaşmasını sağlamak için belirli alanlarda yarı zamanlı çalışırlar.
- Altı Sigma yaklaşımını günlük işleriyle birleştirirler.
- Mini projeleri bizzat üstlenirler.<sup>100</sup>

### 3.3.7. Ekip Üyesi

Altı Sigma projelerinde, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak'lara yardımcı olmak üzere görevlendirilen, projeye ilgili olan işletme süreçlerinde doğrudan önemli bir görevi olan deneyimli çalışanlardır. Teknisyenler, postabaşılar ve kıdemli çalışanlar ekip üyesi olabilirler.

### 3.3.8. Finans Sorumlusu

<sup>99</sup> Duygu Sevi, "Altı Sigma Kalite Yaklaşımının İşletme Maliyetlerine Etkisinin Araştırılması ve Bir Üretim İşletmesindeki Uygulama Sonuçlarının İrdelenmesi", (Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006), 16.

<sup>100</sup> A.g.e., 17.

Finans sorumlusu, Altı Sigma projelerinde belirlenen hedefin parasal değere dönüştürülebilmesi için görevlendirilir ve Altı Sigma harcamalarını takip ederek projelerden elde edilen kazançları onaylar. Yalnızca finans sorumlusunun onayladığı proje kazançları gerçek Altı Sigma kazancı olarak değerlendirilebilir.<sup>101</sup>

### 3.4. Üretim Sektöründe Altı Sigma Projeleri

*1P1P (One person one Project):* 1 Proje lideri ve 2-3 kişilik proje üyeleri ile yapılan projelerdir. Üretimde meydana gelen kalite, verimsizlik, proses problemleri gibi sorunların çözümünde uygulanır.

DMAIC basamakları izlenir.

*Natural Working Team (NWT) :* 1 Proje lideri ve 2-3 kişilik proje üyeleri ile yapılan projelerdir. Daha çok üretimde verimsizliği azaltmaya yönelik konuları içerir. Üretimde görev alan teknisyen ve operatörler tarafından uygulanan kısa süreli takım çalışmasıdır. İçeriği ve çözümü çok karmaşık olmamasına rağmen DMAIC basamakları izlenerek daha sağlıklı sonuçlar alınabilir.

*Tear Down & Redesign (TDR) :* Bir veya birden fazla farklı 6 sigma projesini içerebilir. Bir sistemin tamamen kaldırılıp tekrar düzenlenmesi, yeni bir sistemin yerleştirilmesi gibi durumlarda uygulanabilir. Tam zamanlı bir takım çalışmasıdır. İyileşme oranı %30'dan fazladır. Parasal getirisi yüksektir.

*R&D 6 Sigma :* 1 Proje lideri ve 2-3 kişilik proje üyeleri ile yapılabilirdiği gibi, TDR da olduğu gibi; birden fazla projenin bir araya gelmesi ile de yapılabilir. Ürün geliştirme, ürün dizaynı gibi durumlarda uygulanır. Çıktısı ürünün performansı veya kullanılabilirliğidir.

IDOV basamakları izlenir.

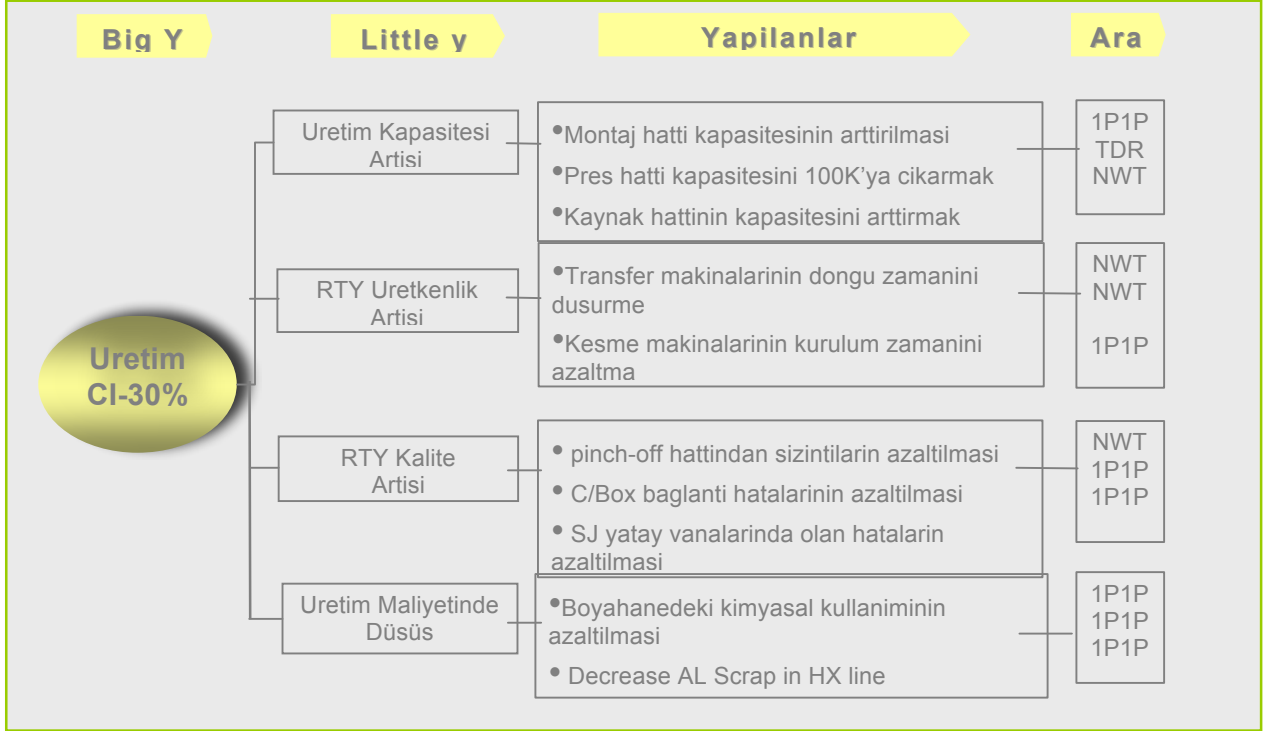
(I:Identification D:Design O:Optimization V:Validation )

Aşağıdaki şekilde bir sanayi işletmesinde altı sigma yayılımında; verimlilik için Big Y'ın altında ki Little Y'lar ve iyileştirme çalışmalarını görebiliriz. Burada BigY LittleY'lara ayrılmış,

---

<sup>101</sup> Çağdaş Tok, "Kalite Yönetim Sistemi Olarak Altı Sigma Metodu ve Soğutma Sektöründe Bir Altı Sigma Proje Uygulaması", (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006), 53.

her problem ile ilgili olarak iyileştirme faaliyetleri planlanmış ve ilgili 6 sigma araçları ile iyileştirmeler yapılmıştır.<sup>102</sup>



Şekil 3.2 – Verimlilik İçin Altı Sigma Yayılımı

### 3.5. Altı Sigma ve İşletme Performansı İlişkisi

Bu bölümde; altı sigma yaklaşımının, kuruluşlar tarafından neden benimsenmesi gerektiği ve neden organizasyonlarına uyarlanması gerektiği detaylı olarak anlatılacaktır. Uygulama nedenleri kuruluştan kuruluşa farklılık göstermekle birlikte kuruluşların tümünde var olan ortak nedenler;

- İşletme cirosunun artırılması
- Üretim verimliliğinin artırılması

<sup>102</sup> Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

- Müşteriden gelen arızalı ürün oranlarının azaltılması (Saha arıza oranlarının azaltılması) olarak sayılabilir. Bunların dışında işletmeler aşağıdaki nedenlerden dolayı da altı sigma faaliyetlerini hayata geçirebilirler;
- Maliyetlerin azaltılması
- Süreç ve çıktılarının iyileştirilmesi<sup>103</sup>

Altı sigma ile işletme cirosu ilişkisi:

İçinde yaşadığımız iş dünyasının kuralları globalleşme ile birlikte baştan aşağı yeniden şekillenirken endüstriyel çağın rekabet ortamı yerini bilgi çağının rekabet ortamına bırakmaktadır. İşletmeler endüstriyel çağdaki alışkanlıklarını geleneksel problem çözme yöntemlerini değiştirerek kültürel değişimler yaratmaya bilgi çağına adapte olmaya çalışmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim müşteri beklentilerinde logoritmik artışların olmasını sağlamaktadır. Artık müşterisini memnun etmek isteyen bu bağlamda cirolarını arttırmak isteyen bir kuruluşun çok daha fazla çalışması rakiplerine göre farklılıklar sunabilmesi gereklidir.

Bu noktada; cirolarını gelişen ve değişen müşteri gereksinimlerine bağlı olarak arttırmak isteyen kuruluşlar, değişim ve küreselleşmenin getirilerini de değerlendirerek öncelikle yeniden yapılanma stratejileri geliştirmeye, süreç tasarımlarını yenilemeye, optimize etmeye yönelmişlerdir. Tüm bu stratejiler son dönemde, farklılık yaratarak gerçek rekabet üstünlüğünü de ele geçirme noktasına taşınmıştır. Dolayısıyla, “Bugün hangi müşteriler için değil, gelecekte hangi müşteriler için mal ve hizmet üretmek gerek, bugünün rekabet faktörleri nelerdir değil, geleceğin rekabet faktörleri neler olacaktır, bugün hangi yeteneklerimiz bizi yaşıyor değil, gelecekte hangi yeteneklerimiz bizi vazgeçilmez kılar.” sorularının yanıtlanması gereklidir. Başka bir deyişle geleceği bugün olarak ele alma yeteneğine sahip olan işletmeler, rekabet stratejilerini doğru temeller ve alanlar üzerine kuran işletmeler olacaktır.<sup>104</sup>

Yukarıda sayılan, bir işletmenin gelecek ile ilgili gereksinimlerini karşılamak için sürekli gelişimi birinci kuralı haline getiren altı sigma metodolojisi vazgeçilmezdir. Altı sigma araçları

---

<sup>103</sup> Berna Madenli, “İmalat İşletmelerinde Altı Sigma Uygulama Gerekliliği: Alt Yapının Oluşturulması için Öneriler ve Bir Uygulama”, (Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006), 40.

<sup>104</sup> Madenli, a.g.e., 46.

kullanarak mevcut ürünlerimiz değerlendirip, gelecek ön görülerini hazırlayıp mevcut ürün özellikleri ile gelecek ön görüleri karşılaştırılabilir ve eksik yönler tamamlanabilir. Günümüzde bu şekilde stratejik planlarını yapan şirketler başarılı olacaklardır.

#### Altı Sigma ve Üretim Verimliliği İlişkisi

Günümüzde kuruluşlar, hataları kontrol etmek için ve müşteri memnuniyetsizliğini gidermek için büyük miktarlarda paralar harcamaktadırlar. Operasyonel işlemlerin haricinde oluşan ve verimliliği olumsuz yönde etkileyen bu kayıplar firmaların karlarını oldukça azaltabilmektedir. Amerika'da Motorola ve General Electric'te uygulanmaya başlayan ve tüm dünyaya yayılan altı sigma yaklaşımı, kuruluşlara süreçlerinde iyileştirme yapma olanağı tanıyarak kısa ve orta vadede bire dört kazanma olanağı vermektedir. Bu nedenle operasyonel mükemmelliği hedefleyen bu yaklaşımın kuruluşların verimliliğinin artırılmasında anahtar rol oynadığını söylemek mümkündür.<sup>105</sup>

Altı sigma yaklaşımı kullanılarak verimliliğin nasıl artırılacağına değinmeden önce verimlilik kavramının ne anlama geldiği üzerinde durulmalıdır. Avrupa Verimlilik Komitesi (EPA) tarafından bir düşünce tarzı olarak kabul edilen verimlilik, "her bir üretim ögesinin etken olarak kullanım derecesi" şeklinde tanımlanmaktadır.

İş süreçleri ile ilgili olan verimliliği, daha detaylı olarak açıklayabilmek için; bu süreçleri oluşturan faktörlerinden girdi, işlem ve çıktı kavramlarına değinilmesinde fayda vardır. Bir işletmede girdiler, üretilmesi planlanan ürün veya hizmetin oluşumu için gerekli olan tüm unsurları içermektedir. Hammadde, malzeme, doğal kaynaklar ve insan gücü gibi unsurlar işletmelerin temel girdilerini oluşturur. Belirli bir amaç için bir araya getirilen bu girdiler üretim sürecinde çeşitli fiziksel, kimyasal işlemlerden geçirilerek ürün ve hizmeti, dolayısı ile sürecin çıktılarını oluştururlar. Verimlilik; Üretilen ürün veya hizmetin (çıktının), imalat sürecinde kullanılan kaynaklara (girdiye) oranı olarak tanımlanmaktadır.

Kuruluşlarda altı sigma projelerinin uygulanması ile; ürün müşteriler için daha beğenilir ve çekici hale gelir, maliyetler azalır ve böylece üretim akışı hızlanarak verimlilik olumlu yönde etkilenir. Özellikle altı sigmanın bir türü olan "Tasarımda Altı Sigma" (Design for Six Sigma-

---

<sup>105</sup> Milli Prodüktivite Merkezi, "Verimliliğin Anahtarı :Six Sigma 1'e 4 Kazandırıyor", Anahtar,Ekim 2003, Yıl:15, Sayı:178, Milli Prodüktivite Merkezi Aylık Yayın Organı, 7.

DFSS) projelerinin yürütülmesi, ürün tasarımında ve bileşiminde önemli iyileştirmeler doğurur. Tasarım açısından oluşan olumlu yöndeki değişimler, verimliliğin ve satışların artmasına neden olur.

Altı Sigma uygulayarak; üretim sürecinin niteliğinde ve kapsamında sağlanan gelişmeler, organizasyonel ve yönetsel boyutta oluşan değişimler, sermaye kapasitesinin ve işgücü girdisinin eksiksiz kullanımı, girdi kalitesinin artırılması verimliliği artıran diğer etkenlerdir.

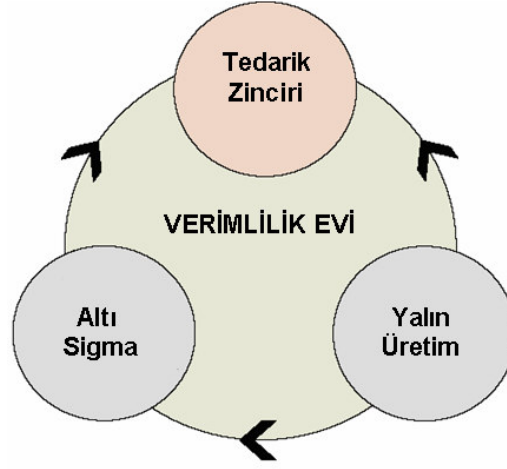
AMR Araştırma şirketi; “Verimlilik Evi (House of Productivity)” olarak tanımlanan ve verimliliğin artırılmasında kullanılacak bir sistem geliştirmiştir. Maliyet, etkinlik, çevrim zamanı ve tutarlılık alanlarının performansını ve verimliliğini artırmak amacıyla oluşturulan ve altı sigma yaklaşımındaki verimlilik evi; altı sigma, yalın üretim ve tedarik zinciri yöntemlerini (SCOR) kapsayan bir sistemdir. Verimlilik Evi’ni kullanarak kuruluşlar, sürekli iyileştirme çevrimi oluştururlar. Şekil 3.3’de verimlilik evinin işleyişi gösterilmiştir.

Verimliliğin artırılmasında kullanılan bu sistemde; altı sigma, süreçlerin tutarlı ve yüksek performansta işlenmesi, tedarik zinciri, kıyaslanmanın yapılabilmesi, yalın üretim, hata ve çevrim zamanının azaltılması açısından ele alınarak bir arada kullanılmaktadır.

Tedarik zinciri yöntemi ile, yalın üretimde kullanılmak üzere öncelikler oluşturulur; yalın üretim, tedarik zinciri yöntemi ile elde edilen sonuçları girdi olarak kullanarak “Değer Yayılım Analizi’ni hesaplar; değer yayılım analizinin bulguları altı sigma projelerinin önceliklendirilmesinde kullanılır. Verimlilik evinde; yönetimin gözetiminde programlar oluşturularak, alınması gereken kritik eğitimler belirlenir. Eğitimlerin belirlenmesinden sonra var olan performans kıyaslanarak, saptanan önceliklerde proje önerileri oluşturulur.<sup>106</sup>

---

<sup>106</sup> Madenli, a.g.e., 40.



Şekil 3.3 – Verimlilik Evi

Altı Sigma Saha Arıza Oranı İlişkisi:

Şirketle saha arıza oranlarını düşürmek bir diğer değişle dış müşterilerini tatmin etmek için; Müşterilerinin ihtiyaçlarını Kalite Kritikleri (CTQ) ve Müşteri Sesi (VOC) yöntemlerini kullanarak saptamalıdır. Kalite kritikleri, saha arıza oranlarını düşürecek spesifikasyon limitlerine veya performans standartlarına sahip bir sürecin veya ürünün ölçülebilir özelliklerini ifade eder. Bu özellikler, müşteri tarafından tanımlanan özelliklerdir. Kısacası CTQ, müşterinin bir üründen beklediği her şeydir. CTQ, müşteri sesi yöntemine girdi sağlar. Müşteri sesi yöntemi ise; saha arıza oranlarını düşürmek adına dış müşteri ihtiyaçlarının toplanması, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla kullanılır. Bu yöntem veri tabanı gibi yeni teknolojilerde, pazar araştırmasında ve ihtiyaç analizinde kullanılan basit ve karmaşık araçlar içerir.

Doğru saptanmış ihtiyaç ve beklentiler, müşterilerin memnuniyetinin artmasında etkindir. Pazar araştırması, tasarım, üretim, tanıtım ve reklam, satış ve satışsonrası hizmetler, müşteri memnuniyetini etkileyen temel süreçlerdir

Müşterinin memnuniyetinin artırılması için memnuniyetin ölçülmesi şarttır. Bu ölçümlemede en önemli parametrelerden bir tanesi müşteriye katılan değerdir. Müşteri değeri, kuruluşlar tarafından ne kadar doğru tanımlanırsa müşteri memnuniyetinin artırılmasındaki rolü o kadar büyük olacaktır.

Uygulamada müşteri değerini tanımlamak için değerlerin pazarda paylaşılan bir anlayışının olması gerekmektedir. Genel olarak bakıldığında değer; pazar arzı için değişen fiyatlar



ödeyen bir müşteriye katılan teknik, ekonomik, hizmetsel ve sosyal yararların parasal ifadesidir.

Müşteri memnuniyetinin saptanmasında müşteriler hakkında birincil veriler toplanmalı ve müşteri değeri kullanılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmelidir. Fakat müşteri değerinin kullanılmasında karşılaşılan zorlukların başında müşteri değerinin ilk kez tanımlanması gelmektedir. Bu nedenle kuruluşlar, ilk adım olarak doğru bir değer araştırma takımı oluşturmalıdırlar. Takım üyeleri özellikle üretim bölümü sorumlularından ve satış elemanlarından oluşmalıdır. Diğer adımda ise kuruluşlar pazardaki doğru hedef kitleyi seçmelidirler. Bu aşamadan sonra takım üyeleri, kapsamlı bir değer unsurları listesi oluşturmalıdır. Teknik, ekonomik, hizmetsel ve sosyal nitelikteki unsurları içeren bu listeyi oluştururken takım, tüm süreçleri göz önünde tutmalıdır. Bundan sonraki aşamada her bir değer unsuru için veriler toplanır. Verilerin toplanması sırasında takım üyeleri yaratıcı olmalıdır. Toplanan verilere dayanarak başlangıç değeri oluşturulduktan sonra, müşterilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda değerlendirmeler yapılarak nihai değer onaylanır. Müşteri değeri modelinde daha fazla değerlendirmelerin yapılması, müşteri değerine ilişkin yapılan tahminlerin daha netleşmesini sağlar. Müşteri değerine ilişkin listelenen tüm tahminler ile bir veri tabanı oluşturularak hangi değer tahmininin müşterilere daha çok etki yarattığı belirlenir.

Günümüzde saha arıza oranlarının düşürülmesi adına müşteri memnuniyetinin sağlanması ve artırılmasında izlenmesi gereken adımlar;

- Her bir kişi veya bölüm tarafından sağlanan ürün ve hizmetlerin tanımlanması,
- Her bir ürün ve hizmet için müşterilerin tanımlanması,
- Her bir müşteriye memnun etmek için yapılması gerekenlerin tanımlanması,
- İş süreçlerinin belirlenmesi,
- İş süreçlerinin tasarlanması,
- İyileştirilen süreçlerin ölçülmesi, analiz edilmesi ve kontrolü ile sürekli iyileştirmenin sağlanması olarak sıralanabilir.

Kalite veya kalitesizlikle ilgili olan müşteri memnuniyeti; gerçek kazançlar elde edilmesinde ve uzun dönemli iş başarılarında büyük rol oynar.<sup>107</sup>

---

<sup>107</sup> Madenli, a.g.e., 44.

## **4.BİR SANAYİ İŞLETMESİNDE ALTI SİGMA ALGILAMASI İLE İLGİLİ BİR UYGULAMA**

### **4.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Altı sigma metodolojisi yakın geçmişte önem kazanıp günümüzde özellikle General Electric, Motorola, Allied Signal, Türkiye’de Arçelik, Borusan, Kordsa, Dow Türkiye başta olmak üzere birçok şirketin yönetim felsefeleri haline getirdiği bir metodoloji olmuştur. Altı sigma metodolojisi başta olmak üzere bu tarz yaklaşımlar artan rekabet ortamında şirketler için önemli farklılık imkânları sağlamaktadır.

Araştırmamız, uygulama yapılan işletmedeki altı sigma uygulaması ile uygulama sonucunda elde edilen etkilerin çalışanlar tarafından nasıl algılandığını ölçmeyi amaçlamaktadır.

Bu araştırma ile, altı sigma uygulamasının bir sonucu olarak, uygulama yapılan işletmede altı sigma yayılımının beyaz yakalı çalışanlar tarafından nasıl algılandığı tespit edilmek istenmiştir. Bu çalışma uygulama yapılan işletme yöneticileri için bir tür geri bildirim çalışması olarak da görülebilecektir.

### **4.2. Araştırma Soruları ve Hipotezler**

Çalışmamız için yürüttüğümüz anket uygulaması ile, öncelikle şu sorulara cevaplar aranmaktadır:

1. Altı sigma faaliyetleri ile işletme performansı arasındaki ilişki çalışanlar tarafından nasıl algılanmaktadır?
2. Altı sigma projelerinin başarı oranı ile işletme performansı arasındaki ilişki çalışanlar tarafından nasıl algılanmaktadır?
3. Beyaz yakalı çalışan başına yapılan proje adedi ile işletmenin ana hedeflerine (sadece saha arıza oranı ve üretim verimliliği için) ulaşması arasında nasıl bir ilişki vardır?

Çalışmamızın hipotezleri de şunlardır:

H1. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatmini arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H2. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H3. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

H4. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletmenin performansına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

### **4.3. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Konu sınırlaması: Uygulama yapılan işletmede uygulanan metodolojilerden sadece altı sigma metodolojisi ele alınmıştır.

Uygulama sınırlaması: Uygulama sadece tek bir işletmede uygulanmıştır.

Kişi sınırlaması: Uygulama sadece beyaz yakalı çalışanlara uygulanmıştır.

### **4.4. Araştırmanın Evreni ve Yöntemi**

Araştırma Evreni ve Örneklem: Araştırmamızın evreni, uygulama yapılan dayanıklı tüketim malı üreten sanayi işletmesinde çalışmakta olan beyaz yakalı çalışanlardır. (203 Kişi) Örneklem olarak bu (203) kişinin %49'u olan 101 kişi seçilmiştir. Örneklem seçimi, beyaz yakalı çalışanlar arasından tesadüfi örnekleme yoluyla yapılmıştır.

Veri toplama aracı: Araştırmamızda kullandığımız veriler anket yöntemiyle toplanmıştır. Anketimiz toplam 17 sorudan oluşmaktadır ve 5'li Likert Ölçeği kullanılarak hazırlanmıştır. Anket formu, çalışmamız ekinde yer almaktadır.

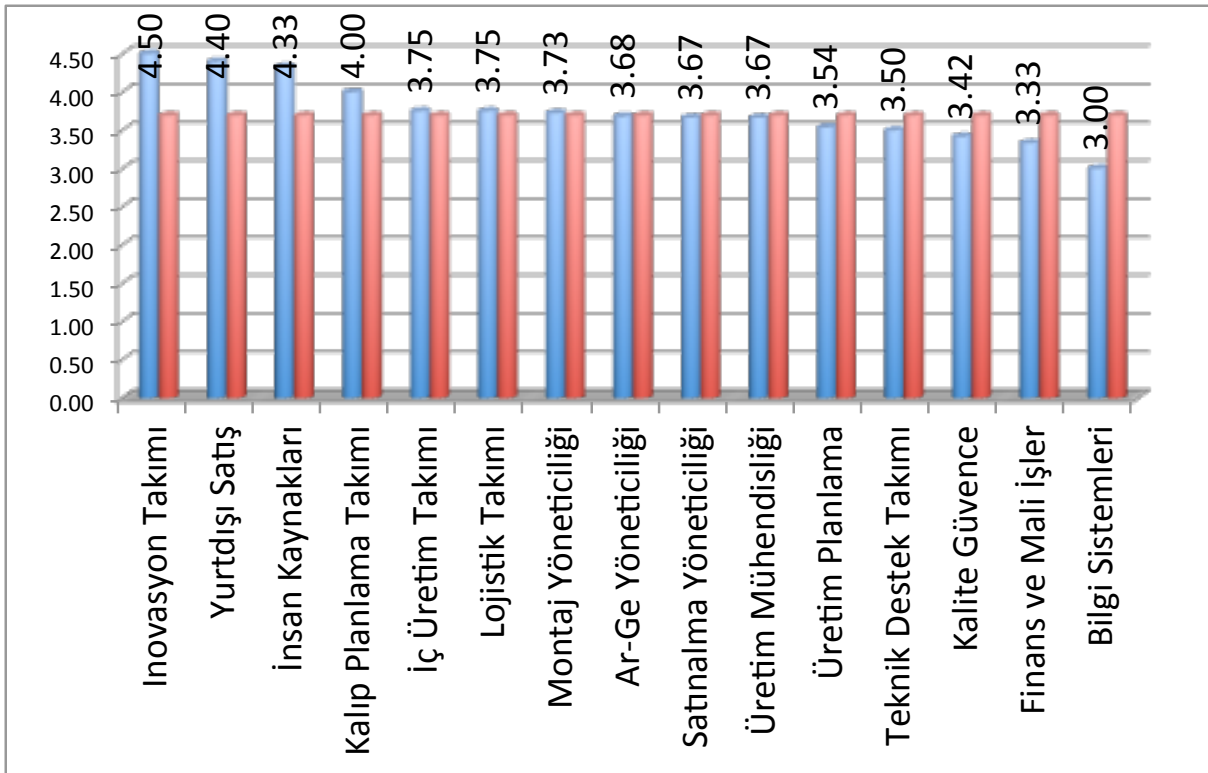
## 5. ARAŞTIRMADAN ELDE EDİLEN BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırmamızda toplam dört hipotez ve üç araştırma sorusu test edilmiştir. Araştırma sorularına verilen cevapların sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir:

Araştırma sorularında geçen “işletme performansı”, üç kriter ile değerlendirilmektedir. Bu kriterler; saha arıza oranı, işletme cirosu ve üretim verimliliğidir. Araştırma soruları bu üç kriter için ayrı ayrı değerlendirilecek ve demografik özellikler ile bu ayrı kriterler için bağlantı kurulacaktır.

1.1. Çalışanlar tarafından; altı sigma faaliyetlerinin, saha arıza oranlarını düşürmeye ne derecede katkı sağladığının algısı, araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarını düşürmeye etkisi;

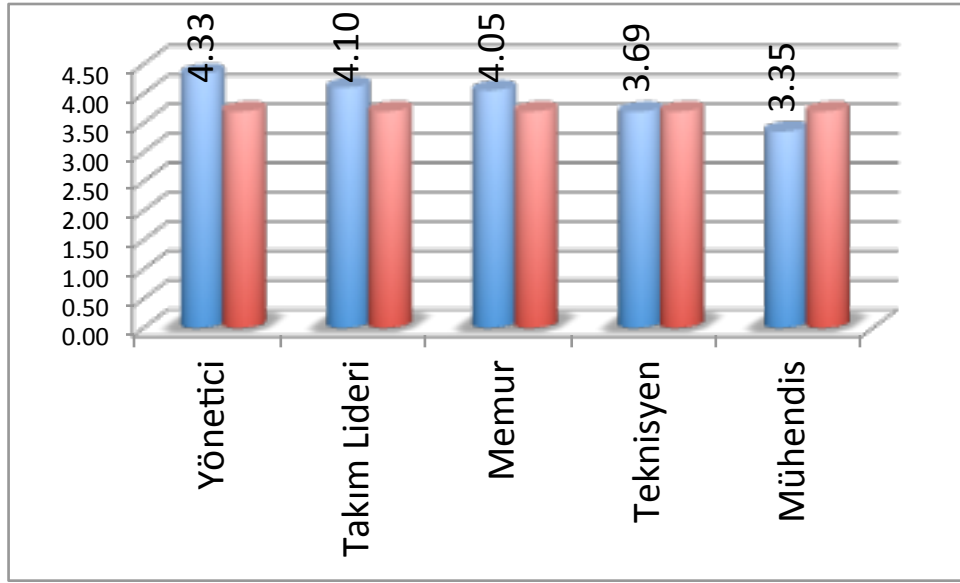


Şekil 5.1 – Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi

Altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin genel ortalaması 3.69 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Yukarıdaki grafiğe göre toplam on beş bölüm arasında altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin en fazla olduğunu düşünen ilk üç bölüm sırasıyla; İnovasyon takımı, Yurtdışı Satış ve İnsan Kaynakları'dır. Bu bölümlerin, üretim dışı bölümler olması çarpıcıdır. On beş bölümden, yedi bölüm altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin genel ortalamasının üzerinde olacak şekilde değerlendirmiştir. Ana iş sorumluluklarından biri saha arıza oranını düşürmek olan Kalite Güvence Bölümü diğer bölümlere göre, altı sigma faaliyetlerinin etkisinin ana iş kollarından biri olan saha arıza oranlarını düşürmeye etkisinin çok daha az olduğunu düşünmektedir.

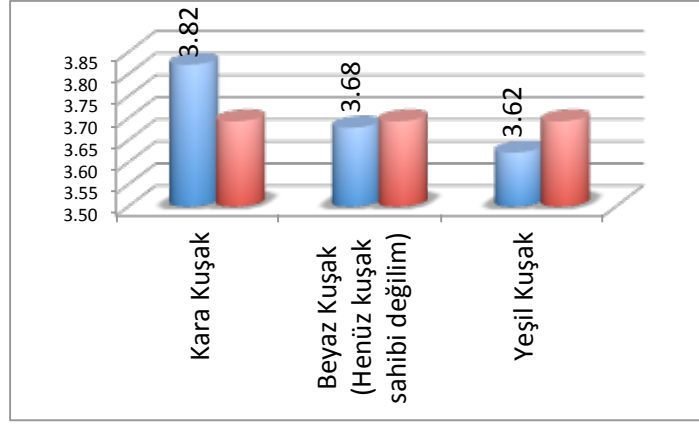
İş ailesi bazında altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarını düşürmeye etkisi;



Şekil 5.2 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi

Yukarıdaki grafiğe göre iş ailesi bazında yönetici ve takım liderleri altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin en fazla olduğunu düşünmektedir. Bu grafikte dikkat çeken noktalar yönetsel pozisyonda olan kişilerin altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin fazla olduğunu düşünmesi ve aslında altı sigma faaliyetlerinde bulunarak saha arıza oranını düşürecek kişiler olan başta mühendis olmak üzere mühendis ve teknisyenlerin altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisini en az olarak değerlendirmesidir.

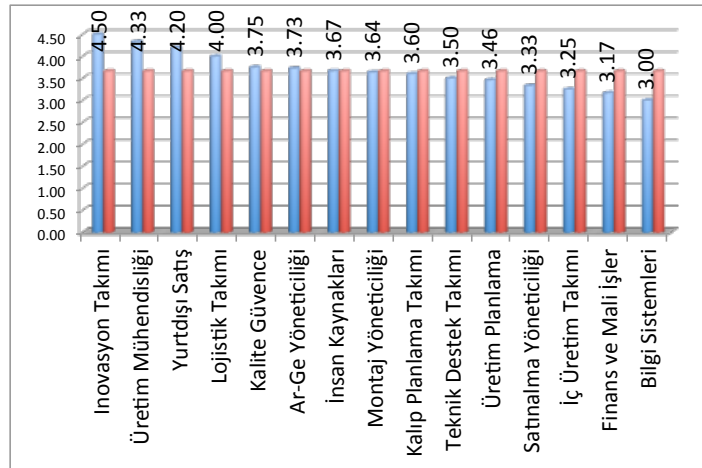
Altı sigma seviyesi bazında altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarını düşürmeye etkisi;



Şekil 5.3 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Saha Arıza Oranına Etkisi  
Yukarıdaki grafiğe göre Kara kuşaklar altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranına etkisinin diğer kuşak seviyelerine göre daha fazla olduğunu düşünmektedir. Aynı zamanda ortalamanın üzerinde sadece kara kuşaklar bulunmaktadır. Kara kuşaklar diğer altı sigma seviyesi gruplarına göre altı sigma faaliyetlerinde daha fazla bulunmuş ve yönetsel pozisyonlarda bulunan kişilerdir. Bu kişiler altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisinin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu düşünmektedirler.

1.2. Çalışanlar tarafından; altı sigma faaliyetlerinin, işletme cirosunu arttırmaya ne derecede katkı sağladığının algısı, araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisi;

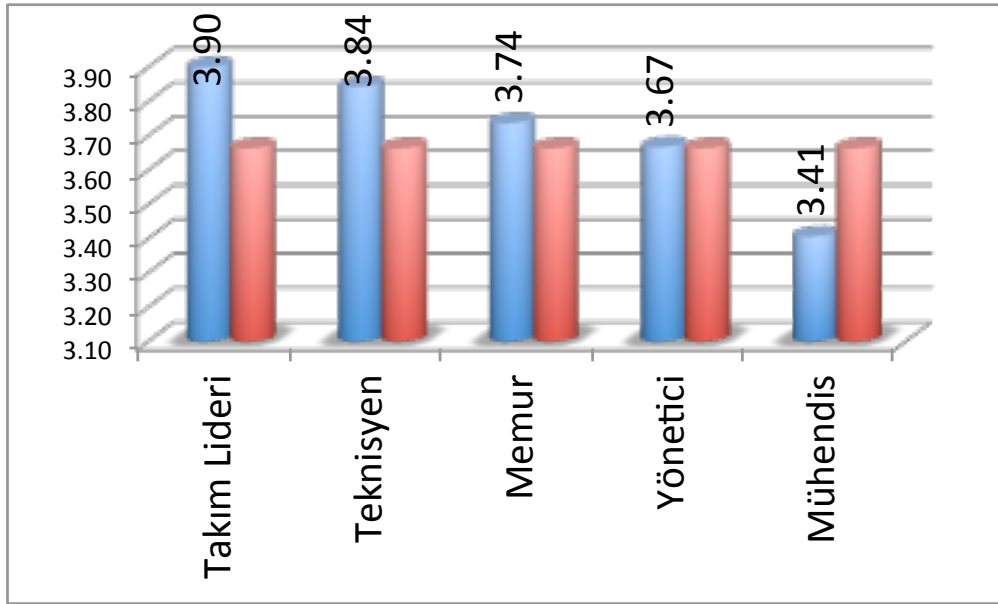


Şekil 5.4 – Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisinin genel ortalaması 3.66 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Yukarıdaki grafiğe göre toplam on beş bölümden, altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisinin en fazla olduğunu düşünen ilk üç bölüm sırasıyla; inovasyon takımı, üretim mühendisliği bölümü ve yurt dışı satış bölümüdür. Bu bölümler saha arıza oranları ile ilgili olan grafikte olduğu gibi üretim dışı bölümlerdir. On beş bölümden toplamda yedi bölüm altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisinin ortalamanın üstünde olacak şekilde değerlendirmiştir. Yapacağı faaliyetler ile ciroyu arttıracabilecek bölümlerden biri olan yurt dışı satış bölümü üçüncü sırada yer almaktadır.

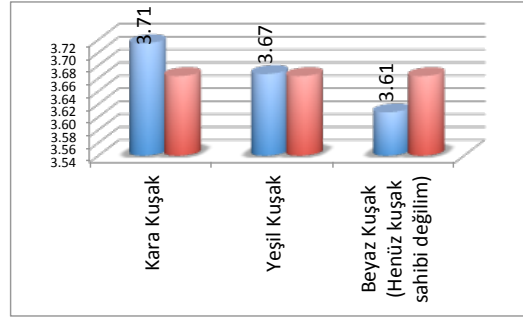
İş ailesi bazında altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisi;



Şekil 5.5 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafiğe göre iş ailesi bazında altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisinin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu düşünen ilk iki grup; takım liderleri ve teknisyenlerdir. Takım liderleri, teknisyenler, memurlar ve yöneticiler diğer gruba göre altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisinin ortalamanın üzerinde olduğunu değerlendirmektedir. Sadece mühendisler etkinin ortalamanın altında olduğunu değerlendirmiştir. Mühendislerin altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisinin değerlendirmesinde diğer gruplara göre çok düşük puan vermesi çarpıcıdır.

Altı sigma seviyesi bazında altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosunu arttırmaya etkisi;

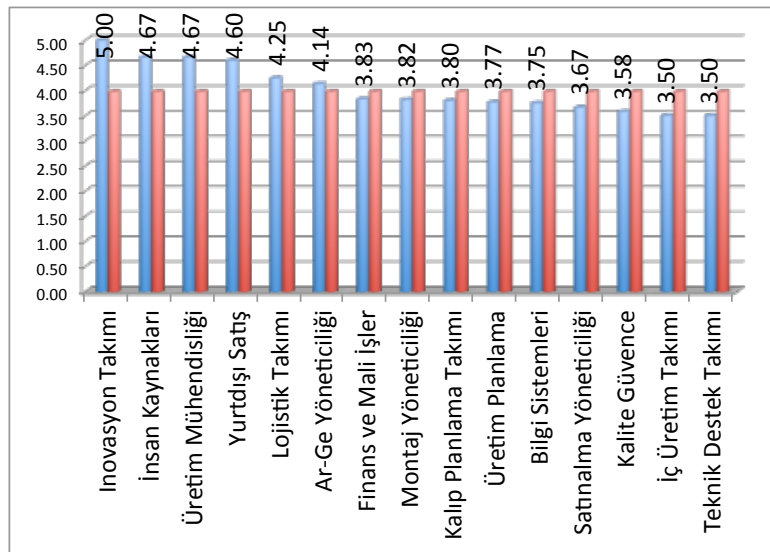


Şekil 5.6 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafiğe göre altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisinin diğer gruplara göre fazla olduğunu düşünen grup kara kuşaklardır. Kara kuşaklardan sonra etki derecesi bakımından sıralama yapılırsa gruplar sırasıyla yeşil kuşaklar ve beyaz kuşaklar olacaktır.

1.3. Çalışanlar tarafından; altı sigma faaliyetlerinin, üretim verimliliğini arttırmaya ne derecede katkı sağladığının algısı, araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;



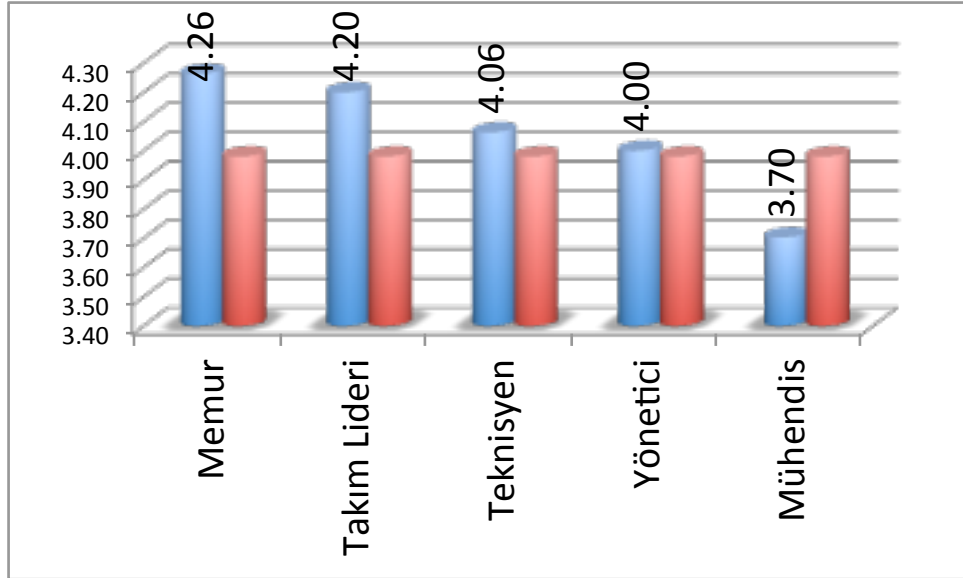
Şekil 5.7 - Bölüm Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi



Altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin genel ortalaması 3.98 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Yukarıdaki grafiğe göre toplam on beş bölümden, altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin en fazla olduğunu düşünen ilk üç bölüm sırasıyla; inovasyon takımı, insan kaynakları ve üretim mühendisliği bölümüdür. Bu bölümler saha arıza oranları ve işletme cirosu ile ilgili olan grafikte olduğu gibi üretim dışı bölümlerdir. On beş bölümden toplamda altı bölüm altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin ortalamasının üstünde olacak şekilde değerlendirmiştir. Yapacağı faaliyetler ile üretim verimliliğini arttırabilecek en önemli bölümlerden biri olan montaj bölümü ortalamasının altında ve sekizinci sırada yer almaktadır.

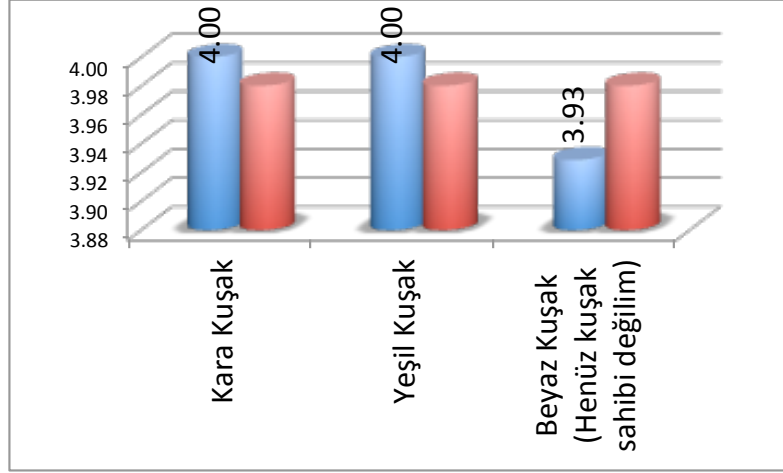
İş ailesi bazında altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;



Şekil 5.8 - İş Ailesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafiğe göre iş ailesi bazında altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu düşünen ilk iki grup; memur ve takım liderleridir. Memur, takım liderleri, teknisyen ve yöneticiler diğer gruba göre altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisinin ortalamasının üzerinde olduğunu değerlendirmektedir. Sadece mühendisler etkinin ortalamasının altında olduğunu değerlendirmiştir. Mühendislerin altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin değerlendirmesinde diğer gruplara göre çok düşük puan vermesi çarpıcıdır.

Altı sigma seviyesi bazında altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;



Şekil 5.9 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Faaliyetlerinin Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafiğe göre altı sigma seviyesi bazında altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin en fazla olduğunu değerlendiren grup kara kuşaklardır. Daha sonra sırasıyla yeşil kuşak ve beyaz kuşaklar gelmektedir.

“Çalışanlar tarafından altı sigma faaliyetleri ile işletme performansı arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır” araştırma sorusu ile ilgili ortak değerlendirmeler;

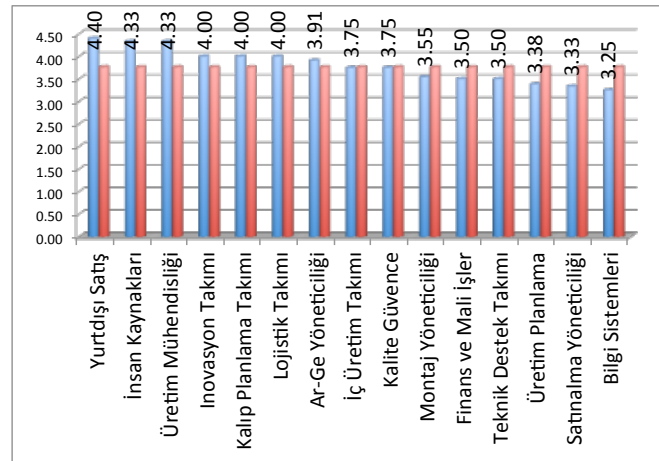
- Inovasyon takımı, üç işletme performansı için altı sigma faaliyetlerinin diğer tüm bölümlere göre en etkili olduğunu değerlendiren bölümdür. Inovasyon takımı uygulama yapılan işletmede altı sigma faaliyetlerinin sorumluluğunu alan ve bu faaliyetleri yönlendiren bölümdür. Bu nedenle inovasyon takımının bu soruyu bu şekilde değerlendirmesi normal karşılanmaktadır.
- Altı sigma faaliyetlerinin işletme performansına etkisi ile ilgili genellikle üretim dışı bölümler üst sıralarda yer almaktadır.
- Bilgi sistemleri ve Finans ve Mali işler bölümleri, altı sigma faaliyetlerinin işletme performansına etkisinin en az olduğunu değerlendiren bölümler arasındadır.
- İş ailesi seviyesinde genel değerlendirme yapıldığında mühendisler altı sigma faaliyetlerinin işletme performansına etkisinin en az olduğunu değerlendiren gruptur. İşletme açısından bakıldığında mühendisler işletme performansını arttıracak en büyük gruptur. Bu grubun altı sigma faaliyetleri ile işletme performansına etkisinin en

az olduğunu değerlendiren grup olması işletme açısından üzerinde çalışılması gereken bir çıktıdır.

- Altı sigma seviyesi bazında genel değerlendirme yapıldığında Kara kuşaklar altı sigma faaliyetlerinin işletme performansına etkisinin en fazla olduğunu değerlendiren gruptur.

2.1. Çalışanlar tarafından; altı sigma projelerinin başarı oranının, saha arıza oranlarını azaltmaya ne derecede katkı sağladığının algısı araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma projelerinin başarısının saha arıza oranını azaltmaya etkisi;

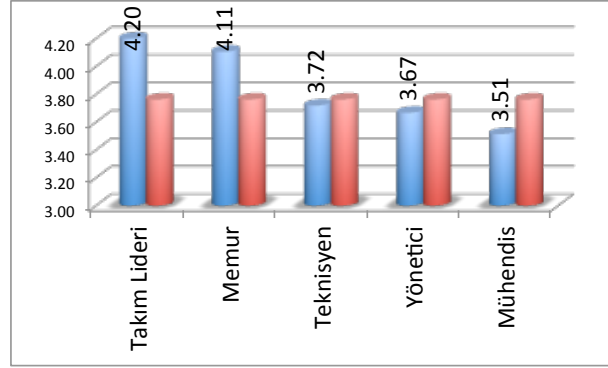


Şekil 5.10 - Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi

Altı sigma projelerinin başarısının saha arıza oranını azaltmaya etkisinin genel ortalaması 3.76 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Toplam on beş bölüm arasından altı sigma projelerinin başarı oranının saha arıza oranını azaltmaya etkisinin en fazla olduğunu düşünen üç bölüm sırasıyla; yurtdışı satış, insan kaynakları ve üretim mühendisliği bölümüdür. Bu bölümlerin üretim dışı bölümler olması çarpıcıdır. Toplam on beş bölümden sekiz bölüm altı sigma projelerinin başarı oranını saha arıza oranını azaltmaya etkisinin genel ortalamadan daha az etki ettiğine kanaat getirmiştir. Yaptığı projelerin başarısı ile saha arıza oranını azaltmanın asıl görevlerden biri olduğu kalite güvence bölümü 3.75'lik değer ile 3.76 olarak çıkan genel ortalamanın altında kalmıştır.

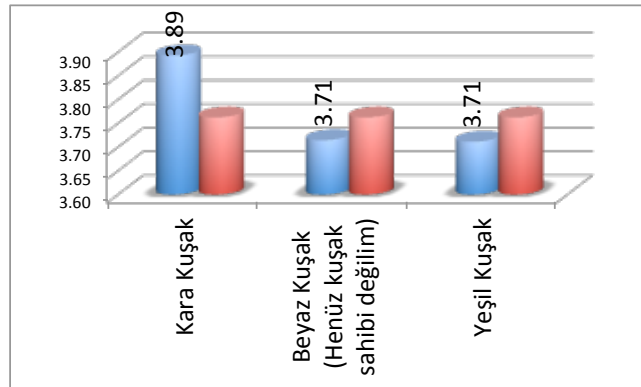
İş ailesi bazında altı sigma projelerinin başarısının saha arıza oranını azaltmaya etkisi;



Şekil 5.11 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi takım liderleri ve memurlar, altı sigma projelerinin başarı oranının saha arıza oranlarına etkisinin diğer bölümlere göre daha fazla olduğunu düşünmektedir. Aynı zamanda takım liderleri ve memurlar genel ortalama olan 3.76'nın üzerinde olacak şekilde sorulara cevap vermişlerdir. Dikkat çekici nokta mühendislerin genel ortalamanın çok altında bir kanaat getirerek en son grup olmasıdır. Oysa ki yaptıkları projelerin başarısı ile saha arıza oranlarını düşürecek ana grup mühendislerdir.

Altı sigma seviyesi bazında altı sigma projelerinin başarısının saha arıza oranını azaltmaya etkisi;



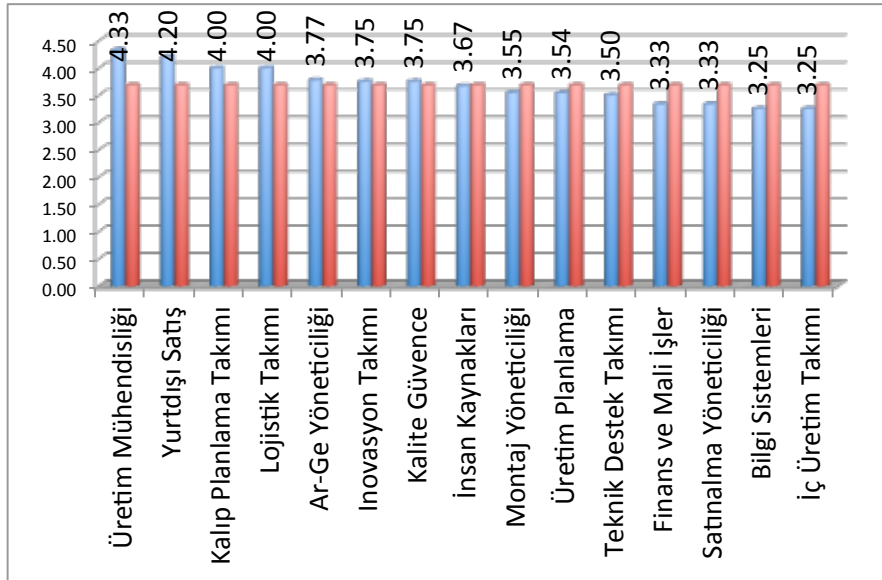
Şekil 5.12 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Saha Arıza Oranını Azaltmaya Etkisi

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere kara kuşaklar altı sigma projelerinin başarı oranının saha arıza oranlarını düşürmeye etkisine diğer bölümlerden daha fazla etkili olduğu

kanaatindedirler. Aynı zamanda kara kuşaklar genel ortalamasının üzerinde kanaat getiren tek gruptur. Kara kuşaklardan sonra genel beyaz ve yeşik kuşaklar aynı seviyede etki olduğunu düşünmektedirler.

2.2. Çalışanlar tarafından; altı sigma projelerinin başarı oranının, işletme cirosunu arttırmaya ne derecede katkı sağladığının algısı araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisi;

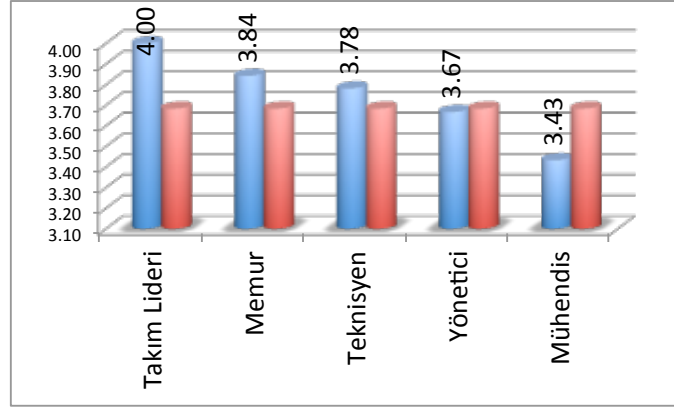


Şekil 5.13 - Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisinin genel ortalaması 3.68 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere toplam on beş bölümden altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisinin en fazla olduğunu düşünen ilk üç bölüm sırasıyla; üretim mühendisliği bölümü, yurtdışı satış bölümü ve kalıp planlama takımınıdır. Bu bölümlerin üretim harici bölümler olması şaşırtıcıdır. Sadece yurtdışı satış bölümü yaptığı projeler ile işletme cirosunu arttırmaya katkıda bulunabilir. Toplam on beş bölümden yedi bölüm proje başarılarının etkisinin genel ortalamasının daha üzerinde olduğuna kanaat getirmiştir.

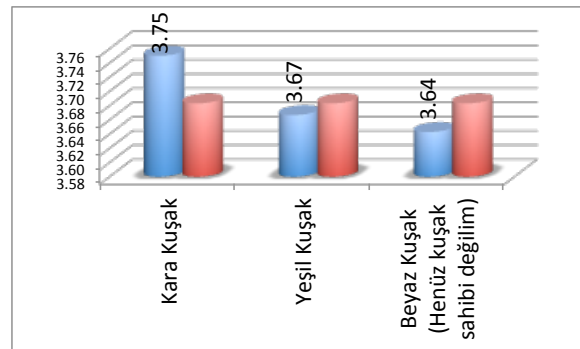
İş ailesi bazında altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisi;



Şekil 5.14 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere takım liderleri, memurlar ve teknisyenler diğer iş ailesi gruplarına göre altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisinin daha fazla olduğunu düşünmektedirler. Yönetici ve mühendisler altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosuna etkisinin ortalamadan az olduğu görüşündelerdir. Ayrıca yaptıkları projeler ile işletme cirosunu arttıracak ana grup olan mühendisler diğer gruplara göre projelerin başarısının işletme cirosuna etkisinin en az olduğunu düşünmektedirler.

Altı sigma seviyesi bazında altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosunu arttırmaya etkisi;



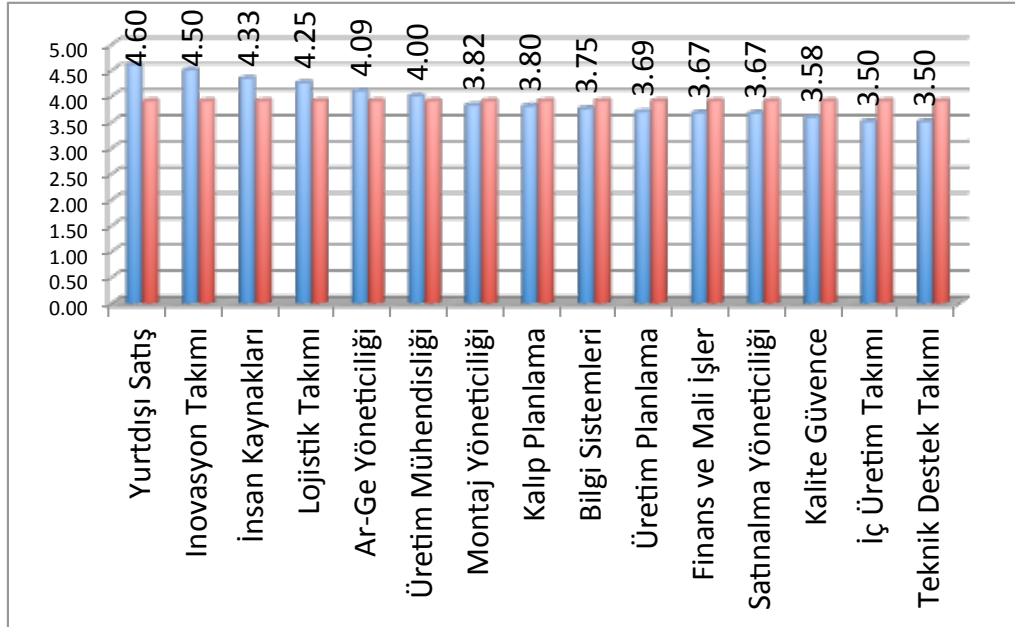
Şekil 5.15 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının İşletme Cirosunu Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere kara kuşaklar altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosuna etkisinin diğer gruplara göre daha fazla olduğunu düşünmektedir. Yeşil kuşaklar ve

beyaz kuşaklar altı sigma projelerinin başarısının işletme cirosuna etkisini diğer gruplardan daha az etkilediğine kanaat getirmişlerdir.

2.3. Çalışanlar tarafından; altı sigma projelerinin başarı oranının, üretim verimliliğini arttırmaya ne derecede katkı sağladığının algısı araştırılmıştır. Araştırma; çalışanların bölüm, iş ailesi ve altı sigma seviyesi bazında yapılmıştır.

Bölüm bazında altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;

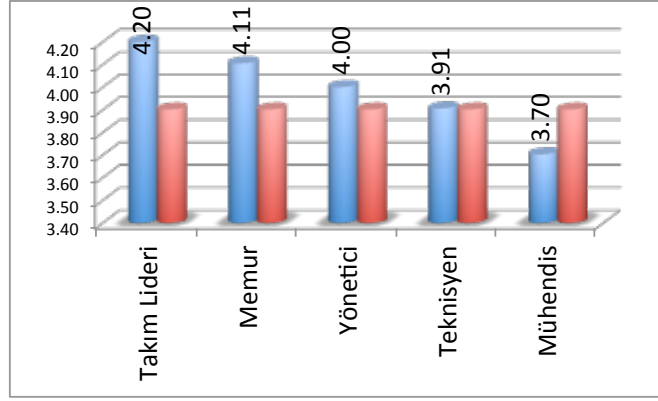


Şekil 5.16 – Bölüm Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi

Altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin genel ortalaması 3.90 olarak bulunmuş ve yukarıdaki grafikte kırmızı sütunlarda gösterilmiştir.

Yukarıdaki grafikte görüleceği üzere altı sigma projelerinin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin diğer bölümlerden fazla olduğunu düşünen ilk üç bölüm sırasıyla; yurtdışı satış, inovasyon takımı ve insan kaynaklarıdır. Bu bölümlerin üretim dışı bölümler olması oldukça çarpıcıdır. Toplam on beş bölümden altı bölüm altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin ortalamasının üzerinde olduğunu düşünmektedir. Yapacağı projeler ile üretim verimliliğini arttıracak olan en önemli bölüm olan montaj yöneticiliği ortalamasının altında ve yedinci sırada yer almaktadır.

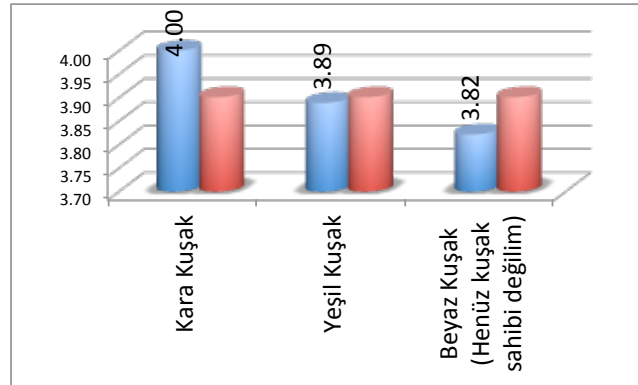
İş ailesi bazında altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;



Şekil 5.17 – İş Ailesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi takım liderleri, memurlar ve yöneticiler altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisini diğer gruplardan daha etkili olduğunu düşünmektedir. Yaptıkları projeler ile üretim verimliliğini arttıracak en önemli gruplar olan teknisyen ve mühendisler yapılan projelerin üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin ortalamadan az olduğunu düşünmektedirler.

Altı sigma seviyesi bazında altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisi;



Şekil 5.18 – Altı Sigma Seviyesi Bazında Altı Sigma Projelerinin Başarısının Üretim Verimliliğini Arttırmaya Etkisi

Yukarıdaki grafikte görüldüğü üzere, kara kuşaklar altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğine etkisinin en fazla olduğunu düşünen gruptur. Yeşil kuşaklar ve beyaz kuşaklar



altı sigma projelerinin başarısının üretim verimliliğini arttırmaya etkisinin diğer gruplardan daha az etkilediğine kanaat getirmişlerdir.

“Çalışanlar tarafından altı sigma projelerinin başarı oranı ile işletme performansı arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.” araştırma sorusu ile ilgili ortak değerlendirmeler;

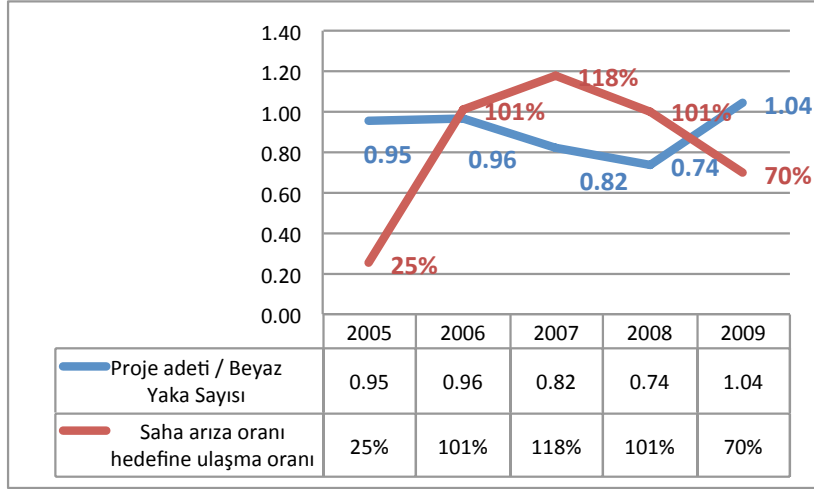
- Yurtdışı satış bölümü, üç işletme performansı için altı sigma projelerinin başarısının diğer tüm bölümlere göre en etkili olduğunu değerlendiren ilk üç bölüm arasındadır. Yurtdışı satış bölümünün sadece ciro ile ilgili işletme performansına direk etkisi olabilir bu nedenle sadece bu kısım için yapılan projelerin başarısının etkili bulunması altı sigma projelerine inanarak yapıldığını göstermektedir.
- Altı sigma projelerinin başarısının işletme performansına etkisi ile ilgili genellikle üretim dışı bölümler üst sıralarda yer almaktadır.
- Satınalma bölümü, altı sigma projelerinin başarısının işletme performansına etkisinin en az olduğunu değerlendiren bölümler arasındadır.
- İş ailesi seviyesinde genel değerlendirme yapıldığında mühendisler altı sigma projelerinin başarısının işletme performansına etkisinin en az olduğunu değerlendiren gruptur. İşletme açısından bakıldığında mühendisler işletme performansını arttıracak en büyük gruptur. Bu grubun altı sigma projelerinin başarısının işletme performansına etkisinin en az olduğunu değerlendiren grup olması işletme açısından üzerinde çalışılması gereken bir çıktır.
- Altı sigma seviyesi bazında genel değerlendirme yapıldığında Kara kuşaklar altı sigma projelerinin başarısının işletme performansına etkisinin en fazla olduğunu değerlendiren gruptur.

3. Beyaz yaka çalışan başına yapılan proje adeti ile işletmenin ana hedeflerine ulaşması arasında nasıl bir ilişki olduğu araştırılmıştır. Bu araştırma işletmenin önceki yıllara ait ciroları paylaşmak istememesi nedeniyle sadece saha arıza oranı ve üretim verimliliği ana hedefleri için uygulanmıştır.

Bu araştırmada her beyaz yakanın bir yıl boyunca yaptığı proje adetinin işletme ana hedeflerine katkısı bulunacaktır;

3.1. Saha arıza oranı için;

Şekil 5.19'da saha arıza oranları için grafik görülebilir.

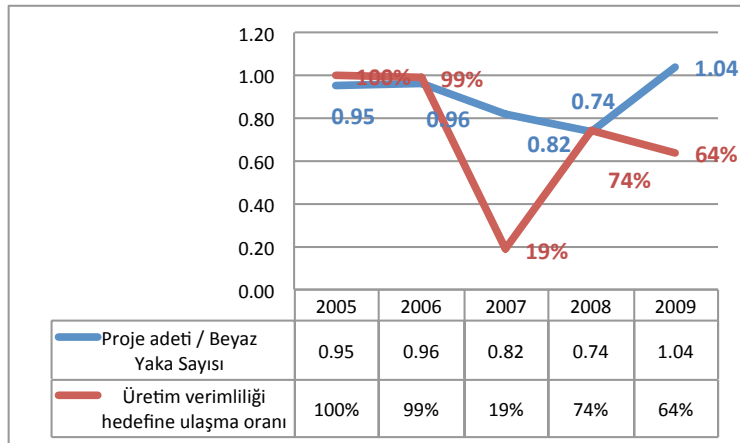


Şekil 5.19 – Proje Adeti/Beyaz Yaka Sayısı ile Saha Arıza Oranı Hedefine Ulaşma Oranı Grafiği

Yukarıdaki grafikten görüleceği üzere beyaz yaka başına yapılan proje adeti ile saha arıza oranlarına ulaşma arasında belirgin bir ilişki kurulamamaktadır.

### 3.2 Üretim verimliliği için

Şekil 5.20'de üretim verimliliği için grafik görülebilir.



Şekil 5.20 - Proje Adeti/Beyaz Yaka Sayısı ile Üretim Verimliliği Hedefine Ulaşma Oranı Grafiği

Yukarıdaki grafikten görüleceği üzere beyaz yaka başına yapılan proje adeti ile üretim verimliliğine ulaşma arasında belirgin bir ilişki kurulamamaktadır.

Beyaz yakalı çalışan başına düşen proje adeti ile saha arıza oranları ve üretim verimliliği hedefleri arasında ilişki kurulamamasının nedenleri;

- İşletmede yapılan tüm projelerin işletme ana hedeflerine maksimum etki edecek durumda konumlandırılması gerekmektedir. Altı sigma yayılımının ana gayesi budur. Ancak bu durum işletmede tam olarak sağlanamamaktadır. Beyaz yakalı çalışanlar hedefleri gereği mutlaka proje yapmalıdırlar; bu nedenle bazı durumlarda yapılan projeler işletmenin ana hedeflerini etkileme amacından sapma gösterebilmektedir.
- Konjektürel etkiler; klima üretim ve satışı çok fazla sezon etkisi içermektedir. Bu sezon etkisine Türkiye Pazar şartlarında eklenmektedir. Türkiye’de klima talebi şu şekilde olmaktadır; havalar çok sıcak seyrettiği sürede satışlar inanılmaz artmakta hava sıcaklığı düştüğü an satışlar düşmektedir. Türkiye’nin bu Pazar yapısı sezonsallığı arttırmaktadır. Böyle bir ortamda beklenmeyen etkiler ile Pazar ihtiyacı karşılanması adına bazı ana hedefler ikincil öneme alınabilmektedir. Örnek vermek gerekirse 2007 yılında çok büyük talep artışı nedeniyle üretim %30 seviyelerinde artmış Pazar talebi karşılanmak adına verimlilik ikincil öneme alınmıştır.

Hipotez sonuçlarının değerlendirilmesi:

H0. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatmini arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H1. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatmini arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu hipotezde çalışanların altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatminleri arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için anketimizdeki yedinci ve sekizinci sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

#### Correlations

		altis.faal. istatmini	altis.faal. nesiklik
altis.faal.istatmini	Pearson Correlation	1	.354**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	101	101
altis.faal.nesiklik	Pearson Correlation	.354**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	101	101

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### Şekil 5.21 – H1 İçin Korelasyon Analizi Sonucu

Bu sonuca göre korelasyon katsayımız hipotez testinin 0.01 seviyesinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Korelasyon katsayımız 0.354'dür. Bu durum iş tatmini ile altı sigma uygulamalarına katılım arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermektedir. İş tatmini ile altı sigma uygulamalarına katılım arasında zayıf bir korelasyon olmasına rağmen bu testimiz için H1 hipotezi kabul edilebilir.

H0. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H2. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu hipotezde çalışanların altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için anketimizdeki sekizinci ve on beşinci sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

#### Correlations

		altis.kis.gelis	altis.faal. nesiklik
altis.kis.gelis	Pearson Correlation	1	.304**
	Sig. (2-tailed)		.002
	N	101	101
altis.faal.nesiklik	Pearson Correlation	.304**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	
	N	101	101

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### Şekil 5.22 – H2 İçin Korelasyon Analizi Sonucu

Bu sonuca göre korelasyon katsayımız hipotez testinin 0.01 seviyesinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Korelasyon katsayımız 0.304'dür. Bu durum kişisel gelişim ile altı sigma uygulamalarına katılım arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermektedir. İş tatmini ile altı sigma uygulamalarına katılım arasında zayıf bir korelasyon olmasına rağmen bu testimiz için H2 hipotezi kabul edilebilir.

H0. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H3. Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu hipotezde çalışanların altı sigma uygulamalarına katılımları ile şirket içi iletişim arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için anketimizdeki sekizinci ve on altıncı sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

**Correlations**

		altis.faal. nesiklik	altis.iletisim
altis.faal.nesiklik	Pearson Correlation	1	.103
	Sig. (2-tailed)		.307
	N	101	101
altis.iletisim	Pearson Correlation	.103	1
	Sig. (2-tailed)	.307	
	N	101	101

**Şekil 5.23 – H3 İçin Korelasyon Analizi Sonucu**

Bu sonuca göre korelasyon testimizin belirtilen şirket içi iletişim ve altı sigma uygulamalarına katılım kriterleri arasında bir ilişki olmadığı görülmektedir. Bu sonuca göre H0 hipotezi kabul edilmelidir.

H0. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletmenin performansına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H4. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletmenin performansına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu hipotez işletme performans çıktılarından saha arıza oranı, işletme cirosu ve üretim verimliliği için ayrı ayrı değerlendirilmelidir;

Saha arıza oranı için alt hipotez;

H0. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H4. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu alt hipotezde yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılıkları ile altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisi arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için anketimizdeki dokuz ve on yedinci sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

#### Correlations

		yonet. yonlendir	altis.faal. sahaariza
yonet.yonlendir	Pearson Correlation	1	.406**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	101	101
altis.faal.sahaariza	Pearson Correlation	.406**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	101	101

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### Şekil 5.24 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu

Bu sonuca göre korelasyon katsayımız hipotez testinin 0.01 seviyesinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Korelasyon katsayımız 0.406'dır. Bu durum yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisi arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin saha arıza oranlarına etkisi arasında zayıf bir korelasyon olmasına rağmen bu testimiz için H4 hipotezimizin saha arıza oranı için olan alt hipotezi kabul edilebilir.

İşletme cirosu için alt hipotez;

H0. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H4. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu alt hipotezde yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılıkları ile altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisi arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için anketimizdeki on ve on yedinci sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

#### Correlations

		yonet. yonlendir	altis.faal. istciro
yonet.yonlendir	Pearson Correlation	1	.427**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	101	101
altis.faal.istciro	Pearson Correlation	.427**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	101	101

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### Şekil 5.25 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu

Bu sonuca göre korelasyon katsayımız hipotez testinin 0.01 seviyesinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Korelasyon katsayımız 0.427'dir. Bu durum yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisi arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletme cirosuna etkisi arasında zayıf bir korelasyon olmasına rağmen bu testimiz için H4 hipotezimizin işletme cirosu için olan alt hipotezi kabul edilebilir.

Üretim verimliliği için alt hipotez;

H0. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki yoktur.

H4. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki vardır.

Bu alt hipotezde yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılıkları ile altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisi arasında bir ilişki olup olmadığı ölçülmek istenmektedir. Bu hipotez için

anketimizdeki on bir ve on yedinci sorular kullanılmıştır. Bu hipotezi test etmek için en uygun analiz her iki soruya verilen cevapları korelasyon testine tabi tutmaktır. Yapılan korelasyon analizi sonucunu aşağıda görebilirsiniz.

Correlations			
		yonet. yonlendir	altis.faal. urverim
yonet.yonlendir	Pearson Correlation	1	.462**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	101	101
altis.faal.urverim	Pearson Correlation	.462**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	101	101

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Şekil 5.26 – H4 İçin Korelasyon Analizi Sonucu

Bu sonuca göre korelasyon katsayımız hipotez testinin 0.01 seviyesinde anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Korelasyon katsayımız 0.462'dir. Bu durum yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisi arasında zayıf bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin üretim verimliliğine etkisi arasında zayıf bir korelasyon olmasına rağmen bu testimiz için H4 hipotezimizin üretim verimliliği için olan alt hipotezi kabul edilebilir.



## 6. SONUÇ

Bu tez çalışmasında altı sigma metodolojisi incelenmiş ve altı sigma metodolojisinin aktif olarak uygulandığı bir sanayi işletmesinde altı sigma yayılımının nasıl algılandığı ölçülmeye çalışılmıştır. Altı sigma metodolojisi, genel olarak, iş problemlerinin kök sebeplerini analiz eden ve onlara çözüm bulan, verilerle çalışan yüksek performanslı bir yaklaşım demektir. Bu metodoloji, tanımından da görüleceği üzere problemlerin kök nedenlerine inmeye çalışan ve veriler ile çalışan bir sistemdir. Bu niteliği ve araçlarının bu niteliklere göre tasarlanmış olması ile altı sigma, uygulanan işletmelerde büyük farklılıklar yaratmaktadır. Altı sigma metodolojisi ile işletmelerde normalde çözümü çok zor ve karmaşık görünen problemler detaylı olarak incelemekte ve uzun vadeli olarak çözülmektedir. Altı sigma metodolojisinin bir işletmede tam olarak benimsenmesi ve özümsemiyle, uzun dönemde önemli getiri artışları sağlayacağı beklenmektedir. Altı sigma metodolojisinin benimsenmesi işletme çapında her yönde bir değişim meydana getireceği de ayrı bir beklentidir. Bu metodolojiyi uygulamak isteyen firmaların bu değişime hazırlıklı olması gerekir.

Altı sigma metodolojisi pek çok yarar sağlarken, kaynak da tüketmektedir. İşletmeler altı sigma metodolojisini uygulamadan önce kaynak tüketimini göze alarak, uzun süren projeler karşısında anlayışlı ve sabırlı davranmayı da kabul etmelidirler.

Tez çalışmasının araştırma kısmında altı sigma metodolojinin aktif olarak uygulandığı bir sanayi işletmesinde, anket uygulaması yapılarak üç araştırma sorusuna cevap aranmış; öne sürülen dört hipotez test edilmiştir. Anket uygulaması toplamda 101 (yüz bir) beyaz yakalı çalışana uygulanmıştır. Bu çalışma, bu özelliği ile, altı sigma konusunda bu işletmede yapılan önemli bir çalışma özelliği taşımakta ve işletme geleceği için önemli ipuçları vermektedir.

Araştırma sorularında;

- Çalışanlar tarafından altı sigma faaliyetleri ile işletme performansı arasındaki ilişki nasıl algılandığı,
- Çalışanlar tarafından altı sigma projelerinin başarı oranı ile işletme performansı arasındaki ilişki nasıl algılandığı,

- Beyaz yaka çalışan başına yapılan proje adeti ile işletmenin ana hedeflerine(sadece saha arıza oranı ve üretim verimliliği için) ulaşması arasında nasıl bir ilişki olduğu incelenmeye çalışılmıştır.

İlk iki araştırma sorusunda altı sigma faaliyetleri ve altı sigma projelerinin başarı oranı algıları ile işletme performansları arasındaki ilişki üretim ve üretim dışı bölümler tarafından farklı değerlendirilmiştir. Üretim bölümleri altı sigma faaliyetleri ve projelerinin başarı oranları ile işletme performansları arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu değerlendirirken üretim dışı bölümler tam tersine pozitif yönlü bir ilişki olduğunu değerlendirmiştir. Bu durum işletme yöneticileri tarafından değerlendirilmesi ve üzerinde çalışılması gereken bir konudur. Bir üretim işletmesinde altı sigma faaliyetlerinde bulunacak ve başarılı projeler yaparak işletme performanslarını arttıracak en önemli bölümler üretim bölümleridir. Ancak uygulama yapılan işletmede bunun tam tersi bir algı ve düşünce ortaya konmuştur. Araştırma sorularında ortaya çıkan bir diğer önemli nokta mühendislerin hem altı sigma faaliyetlerinin hem de altı sigma projelerinin başarı oranlarının işletme performanslarına etkisini en az olarak değerlendiren grup olmasıdır. Bu durumda işletme yöneticileri tarafından geliştirilmesi gereken bir çıktıdır.

Hipotezlerde;

- Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatmini arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olup olmadığı,
- Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olup olmadığı,
- Çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olup olmadığı,
- Yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletmenin performansına etkisi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olup olmadığı test edilmiştir.

Yukarıda belirtilen ve test edilen hipotezlerden; Altı sigma uygulamalarına katılım ile iş tatmini arasında kurulan hipotez, altı sigma uygulamalarına katılım ile kişisel gelişim arasında kurulan hipotez ve yöneticilerin altı sigmaya olan bağlılığı ile altı sigma faaliyetlerinin işletme performansına etkisi arasında kurulan alternatif hipotezler kabul

edilmiş; altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasında kurulan alternatif hipotez reddedilmiştir. Kabul edilen üç alternatif hipotezin kabul edilmesi, beklenen bir durumdur. Ancak reddedilen altı sigma uygulamalarına katılım ile şirket içi iletişim arasındaki hipotezin sonucunun işletme yöneticileri tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Altı sigma uygulamalarına katılım ile işletme çalışanları bir çok farklı platformda bir araya gelmektedir. Bu durumun şirket içi iletişimi arttırması gerekmektedir.

Genel olarak araştırma soruları ve hipotez sonuçları değerlendirildiğinde, çalışanlar tarafından altı sigma uygulamalarının kendi kişisel tatminlerini arttırdığı, bu metodoloji ile kendilerini geliştirdikleri algısı hakimdir. Ancak altı sigma uygulamasının işletme çıktılarına etkisi negatif olarak değerlendirilmektedir. Bu algının işletme yöneticileri tarafından önümüzdeki dönemde tersine çevrilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

Akarşlan, Birant. "Altı Sigma Metodu ve Bir Şirket Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.

Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Siyah Kuşak Eğitim Notları.

Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş., 2006. Yeşil Kuşak Eğitim Notları.

Çelebi, Sami. "Müşteri Odaklı Altı Sigma ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Delice, Kılıç. "Müşteri İsteklerinin Sınıflandırılmasında Kano Model Uygulaması", Akademik Bilişim 2008, 2003.

Durman, Burçin. "İstatistikî Proses Kontrol Uygulamaları İçin Bir Sistem Tasarımı", Bitirme Tezi, Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 2004.

Eckes, George. Herkes İçin Altı Sigma, 2.bs. İstanbul: MediaCat, 2007.

Ergün, Ahmet Koray. "Altı Sigma Metodolojisi ve Türkiye'deki Uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.

<http://altisigma.org/dfss.asp>

<http://altisigma.org/sipoc.asp>

<http://kisi.deu.edu.tr/hamdi.emec/ist1-7.pdf>

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Altı\\_sigma](http://tr.wikipedia.org/wiki/Altı_sigma)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyin\\_firtinası](http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyin_firtinası)

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Korelasyon>

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Normal\\_dağılım](http://tr.wikipedia.org/wiki/Normal_dağılım)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Regresyon\\_analizi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Regresyon_analizi)

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Varyans\\_analizi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Varyans_analizi)

<http://www.akademi.itu.edu.tr/tase/DosyaGetir/41902/KIYASLAMA.pdf>

<http://www.borusanmannesmann.com/yalin-6-sigma/yalin-6-sigma-nedir.aspx>

[http://www.isixsigma.com/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=1258&Itemid=1&Itemid=1](http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1258&Itemid=1&Itemid=1)

<http://www.istatistikanaliz.com/t-testi.asp>

[http://www.kalder.org.tr/preview\\_content.asp?contID=752&tempID=1&regID=2](http://www.kalder.org.tr/preview_content.asp?contID=752&tempID=1&regID=2)

<http://www.sipoc.org/index.htm>

[http://www.turkie.org/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:hata-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57](http://www.turkie.org/index.php?option=com_content&view=article&catid=45:kaliteyonetimi&id=52:hata-tuerue-ve-etkileri-analizi&Itemid=57)

Kurt, Hürmüz Mine. "Altı Sigma ve İstatistiksel Uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.

Madenli, Berna. "İmalat İşletmelerinde Altı Sigma Uygulama Gerekliliği: Alt Yapının Oluşturulması için Öneriler ve Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

Montgomery, Douglas. Introduction to Statistical Quality Control, 4.bs. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2001.

Özgen, Gökçe. "Altı Sigma Metodolojisi ve Elektrik Sektöründe Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Özkan, Hadi. "Endüstride Altı Sigma Uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Pande, Peter, Neuman, Robert, Roland Cavanagh. Six Sigma Yolu, 1. bs. İstanbul: Klan Kitap, 2004.

Pyzdek, Thomas. The Six Sigma Handbook, 3.bs. New York: The McGraw-Hill Company, 2009.

S.P.A.C., Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?, Ankara: S.P.A.C. Danışmanlık Şirketi Yayınları, 2003.

Sevi, Duygu. "Altı Sigma Kalite Yaklaşımının İşletme Maliyetlerine Etkisinin Araştırılması ve Bir Üretim İşletmesindeki Uygulama Sonuçlarının İrdelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

Tekin, Vasfi Nadir. SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri, 2.bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2009.

Tezsürücü, Didem. "Altı Sigma Metodolojisi ve Otomotiv Sektöründe Bir Örnek Olay İncelemesi", Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

Thomsett, Michael. Getting Started in Six Sigma, 1.bs. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2005.

Tok, Çağdaş "Kalite Yönetim Sistemi Olarak Altı Sigma Metodu ve Soğutma Sektöründe Bir Altı Sigma Proje Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.

Türksel, Mert “Altı Sigma Metodolojisi ve Tedarikçi Bazında Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.

Yavuz, Elif. “Altı Sigma Yöntemi ve Uzaktan Eğitimde Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005

Yavuz, Selahattin. “Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2006.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1984 yılında İstanbul'da doğan Burak GÜLER, ilk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamlamış, 2002 yılında Maltepe Anadolu Lisesi'nden mezun olmuştur. 2002 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne girmeye hak kazanmıştır. Lisans eğitimini "3.23" ortalama ile ilk %10'da tamamladıktan sonra, 2006 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İşletme Yönetimi Yüksek Lisansı programına kabul edilmiştir. Mart 2007'de Arçelik-LG Klima ve Sanayi ve Tic. A.Ş.'de Kalite Güvence Mühendisi olarak iş yaşamına başlamış, Eylül 2008'e kadar bu görevini sürdürmüştür. Eylül 2008'den Ağustos 2009'a kadar aynı firmada Montaj Mühendisi olarak çalışmıştır. Şu anda aynı firmada Üretim Planlama Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Burak GÜLER Altı Sigma Yönetim Sistemi Kara Kuşak Sertifikası sahibidir.



## Ek 1: Anket Soruları

### Altı Sigma Algılama Anketi

Anket ile ilgili açıklamalar:

1. Yapacağınız anket altı sigma algılama düzeyinizi ölçmeyi amaçlamaktadır.
2. Anket tek sayfa ve birbirinden bağımsız 17 sorudan oluşmaktadır.
3. Anket bir seferde cevaplanmalı ve hiçbir soru boş bırakılmamalıdır.
4. Ayırdığınız zaman için teşekkür ederim.

Burak Güler

#### 1. Hangi bölümde çalışıyorsunuz?

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="radio"/> Üretim Mühendisliği Yöneticiliği  | <input type="radio"/> İç Üretim Takımı              | <input type="radio"/> Lojistik Takımı        |
| <input type="radio"/> Üretim Planlama Yöneticiliği      | <input type="radio"/> Inovasyon Takımı              | <input type="radio"/> Montaj Yöneticiliği    |
| <input type="radio"/> Ar-Ge Yöneticiliği                | <input type="radio"/> İnsan Kaynakları Yöneticiliği | <input type="radio"/> Satınalma Yöneticiliği |
| <input type="radio"/> Bilgi Sistemleri Yöneticiliği     | <input type="radio"/> Kalıp Planlama Takımı         | <input type="radio"/> Teknik Destek Takımı   |
| <input type="radio"/> Finans ve Mali İşler Yöneticiliği | <input type="radio"/> Kalite Güvence Yöneticiliği   | <input type="radio"/> Yurtdışı Satış         |

#### 2. İş ailesi tanımınız nedir?

- Yönetici
- Takım Lideri
- Mühendis
- Memur
- Teknisyen

#### 3. Kaç yıldır Arçelik-LG'de çalışıyorsunuz.

- 0-1 yıl
- 1-3 yıl
- 3-5 yıl
- 5-7 yıl
- 7 üstü

#### 4. Altı sigma seviyeniz nedir?

- Kara Kuşak
- Yeşil Kuşak
- Beyaz Kuşak (Henüz kuşak sahibi değilim)

#### 5. Bir üst kuşak için altı sigma eğitimi aldınız mı?

- Evet
- Hayır

## Altı Sigma Algılama Anketi

### 6. Son altı sigma eğitimini kaç yıl önce aldınız?

- Henüz eğitim almadım.
- 0-1 yıl önce
- 1-3 yıl önce
- 3-5 yıl önce
- 5-7 yıl önce
- 7 ve üstü yıl önce

### 7. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
Altı sigma faaliyetlerinde rol almak iş tatminimi arttırmaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 8. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız

	Hiç	Nadiren	Orta Sıklıkta	Sıklıkla	Çok Sıklıkla
Altı sigma faaliyetlerinde ne sıklıkta rol alıyorsunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 9. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma faaliyetleri, saha arıza oranlarını düşürmeye olumlu katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 10. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma faaliyetleri, işletme cirosunu arttırmaya olumlu katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 11. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma faaliyetleri, üretim verimliliğinin artırılmasına katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 12. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma projelerinin başarısı, saha arıza oranlarını düşürmeye olumlu katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 13. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma projelerinin başarısı, işletme cirosunu arttırmaya olumlu katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Altı Sigma Algılama Anketi

### 14. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki altı sigma projelerinin başarısı, üretim verimliliğinin artırılmasına olumlu katkı sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 15. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizde altı sigma ile ilgili yaptığım faaliyetler kişisel gelişimime katma değer sağlamaktadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 16. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizde altı sigma faaliyetleri sayesinde şirket içi iletişimim güçlenmektedir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 17. Aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
İşletmemizdeki yöneticiler altı sigma faaliyetlerinin etkin bir şekilde kullanılması için çalışanları yönlendirir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>