

**YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muhsine SARU**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**HAZİRAN 2015**



**YALOVA ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muhsine SARU  
(135109004)**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Endüstri Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doc. Hikmet ERBIYIK**

**HAZİRAN 2015**



YALOVA Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 135109004 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Muhsine SARU**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Yrd. Doc. Hikmet ERBIYIK**  
Yalova Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Yrd. Doc. Hikmet ERBIYIK**  
Yalova Üniversitesi

**Prof. Dr. Hüseyin SARIÇİMEN**  
Yalova Üniversitesi

**Prof. Dr. Besim AKIN**  
İstanbul Aydın Üniversitesi

**Teslim Tarihi :** **28 Mayıs 2015**  
**Savunma Tarihi :** **26 Haziran 2015**



## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmalarında emeği geçen tez danışmanım ve yüksek lisans danışman hocam Yrd. Doc. Hikmet Erbyık'a, yüksek lisans eğitim hayatım boyunca yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. İsmail Adak ve Prof Dr. Hüseyin Sarıimen hocalarıma, Juri Hocam Besim Akın'a, yardımlarından dolayı Berna Tektař Sivrikaya'ya ve Yalova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2015

Muhsine Saru  
(Endüstri Mühendisi)





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOL LİSTESİ.....	xi
TABLO LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ALTI SİGMA’NIN TARİHSEL GELİŞİMİ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ALTI SİGMA’YI UYGULAYAN FİRMALAR VE ALTI SİGMA’NIN KAZANDIRDIKLARI.....</b>	<b>5</b>
3.1 Motorola.....	5
3.2 Toyota.....	5
3.3 3M.....	6
3.3.1 Altı Sigma’nın 3M şirketine kazandırdıkları.....	7
3.4 Aselsan Şirketi.....	7
3.4.1 Aselsan’da Altı Sigma.....	7
3.4.2 Altı Sigma’nın Aselsan’a kazandırdıkları.....	8
3.5. Borusan.....	9
3.5.1 Borusan'da Altı Sigma.....	9
3.5.2 Altı Sigma’nın Borusan’a kazandırdıkları.....	9
<b>4. ALTI SİGMA.....</b>	<b>11</b>
4.1 Altı Sigma’nın Faydaları.....	13
4.2 Altı Sigma'nın Organizasyon Yapısı.....	15
4.2.1 Şampiyon.....	15
4.2.2 Kara kuşak.....	16
4.2.3 Yeşil kuşak.....	17
4.2.4 Uzman kara kuşak.....	18
4.3 Altı Sigma’da DMAİC Yaklaşımı.....	21
<b>5. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE ALTI SİGMA .....</b>	<b>27</b>
5.1 Firma Açısından Tedarik Zinciri Problemlerinin Nedenlerinin Sınıflandırılması.....	28
5.2 Tedarik Zincirinde Müşteriye Teslimat Süresini Etkileyen Faktörler.....	29
<b>6. TEDARİK ZİNCİRİ ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN İSTATİSTİKSEL METOT VE YÖNTEMLERİN TANITILMASI.....</b>	<b>31</b>
6.1 Balık Kılıcı.....	31
6.2 Değer Akış Haritalama.....	31
6.3 İstatistiksel Yöntemler.....	32
6.3.1 Pareto diyagramı.....	32
6.3.2 Histogram.....	33
6.3.3 Serpilme(Scatter diyagram).....	33

6.3.4 Regresyon ve korelasyon.....	33
6.3.4.1 Korelasyon analizi.....	33
6.3.4.2 Regresyon analizi.....	35
6.3.5 Dağılım.....	37
6.3.6 İstatistiksel tahmin yöntemleri.....	40
6.3.6.1 Nokta tahmini.....	40
6.3.6.2 Aralıktahmini.....	40
6.3.7 Hipotez testleri.....	41
6.3.8 Kikare testleri.....	43
6.3.8.1 Kikare uygunluk testi.....	43
6.3.8.2 Kikare bağımsızlık testi.....	44
6.4 Kontrol Aşamasında Kullanılan İstatistiksel Yöntemler.....	46
6.4.1 X-R kontrol grafikleri.....	46
6.4.2 X-s kontrol grafikleri.....	47
<b>7. OTOMOTİV YAN SANAYİSİNDE İSTATİSTİKSEL UYGULAMALAR.</b>	<b>49</b>
7.1 Müşteri Şikayetleri Değerlendirilmesi.....	49
7.2 Tedarikçi Değerlendirilmesi.....	49
7.3 Sevkiyat Hata Türlerinin Sınıflandırılması.....	51
7.4 Maliyet Değerlendirilmesi.....	52
7.4.1 Hataların kalitesizlik maliyetleri.....	52
<b>8.SONUÇ.....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>57</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>59</b>

## **KISALTMALAR**

<b>Anova</b>	: Varyans Analizi(Analysis of Variance)
<b>Cusum</b>	: Kümülatif Toplam (Cumulative Sum)
<b>Doe</b>	: Deney Tasarımı(Design of experiment)
<b>Dpmo</b>	: Defects Per Million Oppotunities (Milyon Başına Hata Sayısı)
<b>FMEA</b>	: Hata Türü ve etkileri analizi(Failure Mode Effect Analys)
<b>İpk</b>	: İstatistiksel Proses Kontrol
<b>Qfd</b>	: Kalite Fonksiyon Yayılımı(Quality Function Deployment)
<b>SMED</b>	: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirmek(Single Minute Exchange of Dies)
<b>Voc</b>	: Müşterinin Sesi(Voice of Customer)



## SEMBOL LİSTESİ

<b>c</b>	: Kusur sayısı
<b>I</b>	: Gözlem değerleri
<b>MR</b>	: Hareketli değişim aralığı
<b>N</b>	: Anakütle hacmi
<b>n</b>	: Örneklem hacmi
<b>p</b>	: Kusurlu oranı
<b>p</b>	: Örneklem Oranı
<b>R</b>	: Değişim aralığı
<b>r</b>	: Korelasyon katsayısı
<b>s</b>	: Örneklem standart sapması
<b>u</b>	: Birim başına kusur sayısı
<b>z</b>	: z kritik değeri(istatistik)
$\chi^2$	: Kikare değeri(istatistik)
$\mu$	: Anakütle ortalaması
<b>v</b>	: Serbestlik derecesi
$\bar{x}$	: Örneklem ortalaması
$\pi$	: Anakütle oranı
<b>R<sup>2</sup></b>	: Determinasyon(Çoklu Belirlilik) Katsayısı
$\bar{s}$	: Standart Sapmaların Ortalaması
<b>S <math>\bar{x}</math></b>	: Örneklemin standart sapması
<b><math>\sigma</math>(sigma)</b>	: Anakütle standart sapması



## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 4.1 :</b> Çeşitli sigma düzeylerinde milyon hata sayısı.....	12
<b>Tablo 4.2 :</b> Sigma seviyeleri DPMO değerleri.....	13
<b>Tablo 4.3 :</b> Çeşitli sigma düzeylerindeki hata sayıları ve kalitesizlik maliyetleri....	14
<b>Tablo 4.4 :</b> Bazı işletmelerde Altı Sigma uygulaması sonucu sağlanan kazançlar...	14
<b>Tablo 4.5 :</b> Organizasyondaki personellerin görevleri.....	20
<b>Tablo 4.6 :</b> DMAİC tablosu.....	24
<b>Tablo 4.7 :</b> Dmaic aşamalarında kullanılacak metotlar.....	25
<b>Tablo 7.2 :</b> Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçiden gelen ürünlerle ilgili hata türleri.....	50





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1 : 3M’de Altı Sigma tarihsel gelişim süreci.....	6
Şekil 4.1 : Altı Sigmanın yüzdeler dağılımı .....	12
Şekil 4.2 :DMAIC aşamalarında dikkat edilecek konular ve sorulması gereken sorular.....	23
Şekil 4.3 : Veri tipine göre istatistiksel kontrol metotları.....	26
Şekil 5.1 : Tedarik Zincirinin Genel Yapısı ve Birimler Arası Akışı.....	28
Şekil 6.1 : Tedarik zincirinde balık kılçığı.....	31
Şekil 6.2 : Korelasyon yorumları.....	34
Şekil 6.3 :Sivri dağılım.....	38
Şekil 6.4 :Basık ve sivri dağılım.....	38
Şekil 6.5 : Basık Dağılım.....	38
Şekil 6.6 : Sağa eğik dağılım.....	39
Şekil 6.7 : Sola eğik dağılım.....	40
Şekil 6.8 : Tarafına göre hipotez testi şekilleri.....	42
Şekil 7.1 : Bir otomotiv yan sanayiinde tedarik zinciri uygulamalarına yönelik müşteri şikayetleri balık kılçığı diyagramı.....	49
Şekil 7.2 : Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi kaynaklı hata türleri pareto diyagramı.....	50
Şekil 7.3 : Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikden gelen hata türleri daire grafiği.....	51
Şekil 7.4 : Bir otomotiv yan sanayi firmasında sevkiyattan kaynaklanan müşteri şikayetlerinin pareto analizi.....	52
Şekil 7.5 : Bir otomotiv yan sanayi firmasında ürünlerin kalitesizlik maliyetlerinin pareto analizi.....	53
Şekil 7.6 : Bir otomotiv yan sanayi firmasında ürün çeşitlerinin kalitesizlik maliyetleri daire grafiği.....	53



## ALTI SİGMA YAKLAŞIMI VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE UYGULAMASI

### ÖZET

Son yıllarda kaliteyle ilgili ön plana çıkan en önemli kavramlardan birisi de Altı Sigma'dır. Altı Sigma süreçlerin sürekli iyileştirilmesiyle mükemmel kaliteye ulaşmayı sağlayan bir süreç kalitesi yönetimine denir. Altı Sigma süreçlerdeki hataların üzerine odaklanarak, hataların elimine edilmesini sağlayan bir kalite yönetim stratejisidir. Altı Sigma'ya göre sigma düzeyi arttıkça, kalite düzeyi de yükselecektir.

Altı Sigma işletmelerde müşteri beklentilerini tam olarak karşılamayı, hataları elimine etmeyi, mükemmel kaliteye ulaşmayı hedefler. Bu amaçla Altı Sigma, işletmeyi daha yüksek düzeye yükseltecek rekabetçi bir anlayışa dayanan kültürel değişimi öngörmektedir. Bu kültürel değişim işletmelerde çalışanlarda kalite bilincinin oluşmasını sağlayarak, firmanın rekabet gücünde artış sağlayacaktır. Rekabet odaklı bir kalite mükemmelliği yönetim modeli olan Altı Sigma, firmaya önemli fayda ve kazanımlar sağlamaktadır.

Altı Sigma metodolojisi, firma veya kurumların tedarik zincirinde gereksiz, içsel süreçleri olmayan faaliyetlerin azaltılması ve geliştirilmesi için önemli bir yere sahiptir. Altı Sigma'nın amacı süreçlerdeki kusurlar ve hata sayısını azaltmak ve iyileştirmeler önermek için tedarik sürecinin kalitesini ve performansını etkileyen değişkenleri tanımlamak, analiz etmek, düzeltmek veya iyileştirmektir.

Altı Sigma'ya yönelik uygulamalar sonucunda elde edilen sürekli iyileştirmeler tüm personelde kalite bilincinin yerleşmesi, kalitenin öneminin farkına varılması, işletmenin marka gelişimi ve oluşumuna katkı sağlar. Altı Sigma süreçlerde sürekli iyileştirmeler sağlanmakta ve bunun sonucunda süreçlerdeki hata sayıları azalmaktadır. Hataların azalmasıyla birlikte kalitesizlik maliyetleri azalarak işletmenin finansal ve rekabet gücü artmaktadır. Bu çalışmada Altı Sigma'nın genel yapısı, tedarik zincirinde karşılaşılan karmaşık problemlerin nasıl tanımlanacağı,

ölçüm ve analizinde kullanılan istatistiki yöntemler ve yorumuyla ilgili bilgiler açıklanmıştır.

**Anahtar Kelime:**Altı Sigma, Tedarik Zinciri, İstatistiksel Yöntem

# **THE SIX SIGMA APPROACH AND IMPLEMENTATION IN THE SUPPLY CHAIN**

## **SUMMARY**

One of the most important concepts about quality come to the fore in recent years has also Six Sigma. Six Sigma is called as management of process quality which provides the process of achieving excellent quality by constantly improving the quality of management. Six Sigma is a quality management strategy, focusing on the errors in the that enables the elimination of errors. According to Six Sigma, If Sigma's level increase, the more quality level rises as well.

The Six Sigma aims to achieve excellent quality, meeting the company's customer expectations and eliminating errors. For this purpose, Six Sigma foresees cultural exchange based on a competitive approach to upgrade to a higher level. These cultural exchange provides an increase in the company's competitiveness by ensuring an awareness of quality in firm's staff. Six Sigma which is a quality management model, focusing competition's excellence, provides significant benefits for the company.

Six Sigma methodology has an important place for companies or institutions to develop and to reduce dispensable, non- internal processes in the supply chain activities. Six Sigma's aim is that define variables which affect the supply chain's quality and performance for suggest improvements, analyze, correct and devolope for reduce the number of defects and errors in the process.

The Six Sigma methodology have an important place for developing and reducing the actions which do not have inner process in supply chain in the firms. The aim of Six Sigma is defining, analyzing, correcting and improving the variables, which affect the quality of supply chain process in order to decrease the number of defects and the failures and to propose the improvement means for the processes. In this study general structure of Six Sigma is explained with regard to 'how to define the complex problems which are encountered in the supply chain' along with the

relevant knowledge and comments for statistical methods that are utilized in measurement and analysis of supply chain.

**Key Word:** Six Sigma, Supply Chain, Statistical Methods

## 1. GİRİŞ

Sürekli gelişen dünya rekabet ve piyasa koşulları altında firmaların piyasada kalabilmeleri, rekabete uyum sağlayabilmeleri için mevcut durumlarını gözlemlenmeleri, sonuçları analiz etmeleri ve iyileştirmelerde bulunmaları gerekmektedir. Bu bağlamda Altı Sigma firmaların durumlarını gözden geçirmelerini sağlayan, istatistiki yöntemlerle durumlarını analiz ederek iyileştirmelerde bulunmaları için yol gösterici bir metodolojidir.

Altı Sigma metodolojisi sayesinde firmaların durumlarını gözden geçirmelerini sağlayan, istatistiki metotlarla mevcut durumlarını analiz ederek iyileştirmelerde bulunmaları ve kontrol sağlamaları mümkün hale gelmektedir.

Altı Sigma metodolojisinde müşteri odaklılık önemli kavramlardan biridir. Altı Sigma düzeyinde müşteri beklentilerini karşılayan süreç sayısı çok fazladır. Bu bağlamda Altı Sigma sıfır hata, mükemmel Kalite anlamına gelmektedir.

Altı Sigma istatistiksel bakımdan ve aynı zamanda yönetim sistemi açısından da kalitenin önemli bir göstergesidir. Altı Sigma'da işletmenin kaliteye yönelik durumunun göstergesi olarak kalite standardı, istatistiksel ölçümler yer almaktadır.





## 2. ALTI SİGMA'NIN TARİHSEL GELİŞİMİ

70 li ve 80 li yılları süresince, geçmişte kalitesi yüksek olmayan ürünleriyle tanınan Japon ürünleri, daha sonra ürünlerinin kalitesini yükseltmiş ve iyileştirmiştir. 1980' li yıllar süresince ise ABD de iş dünyası ve sanayi ile ilgili olan, Japon ve ABD firmalarını kıyaslayan birçok makaleler yayınlanmıştır.

Altı Sigma'nın tarihsel gelişim sürecinin başlangıcına bakılırsa, Japonların pazarlarını sürekli genişletmeleri 79'li yıllarda Amerikalıları harekete geçirmiştir. Japonların pazar genişletmelerine karşılık rekabete cevap Motorola'dan geldi. Motorola 1979 yılında başlayarak hurda, yeniden işleme ve inceleme nedeniyle oluşan kötü kalite maliyetlerini incelemekteydi. 80'lerdeki 10 yıllık dönemde Motorola , değişkenliği düşman olarak görerek, Altı Sigma anlayışı ile kalite ve iyileştirme konusunda büyük yol aldı, önemli kazanımlar elde etti (Gürsakal N., 2008).

1980'de NBC televizyonu ,”eğer Japonlar yapabiliyorsa biz neden yapmayalım” adlı kalite konusunda bir yayın gerçekleştirmiştir. Bu aşamaların ardından kalite grafikleri kullanımı Amerika'da yaygın hale gelmiştir. Amerika Kalite Kontrol grafiklerinin önemli problemleri çözmek için çok önemli unsur olduğuna inanmıştı.

1987 yılında Motorola ceo'su olan Bob Galvin , bir plan yaparak; kalite hedeflerini 1989 a kadar 10 kat, 1991 e kadar 100 kat iyileştirilmesini ve 1992 yılında 6 sigma yeterliliğine ulaşılmasını hedeflemiştir (Gürsakal N., 2008).

1992 yılında ortalama 5.4 sigma yeterliliğine veya 40 PPM'ye ulaşıp ve hatta bazı ürün ve süreçlerde bununda ötesine geçilerek Altı sigma yeterliliği aşılmıştır (Gürsakal N., 2008).

Yen ürün tasarımlarında, kalite düzeyini yükseltip altı sigmaya ulaşmak için iki yol söz konusu olup; ya ürünün mühendisler tarafından belirlenen spesifikasyon limitlerini artırarak, imalattaki değişkenliğin aynı kalması yolunu seçecektiniz veya spesifikasyon limitlerini sabit tutup, hammadde ve ve kalite süreçlerin kalite düzeylerini iyileştirerek imalattaki değişkenliğin azalması yolu ile Altı Sigma'ya ulaşacaktı. Mantıklı olan ikinci yolun izlenmesidir (Gürsakal N.,2008). Değişkenliği

azaltmak için yapılması gereken, çeşitli nedenlerden kaynaklanan değişkenliğin kaynaklarını, istatistiksel metotlar kullanarak elimine edilmesiydi.

1987-1992 döneminde , 6 sigma yöntemi ile imalattaki hatalar 150 kez azaltılmış ve Motorola da 2.2. milyar dolar tasarruf sağlanmıştı ( Gürsakal N.,2008). Daha sonra, 1987-1996 döneminde ise 11 milyar dolar tasarruf sağlandığı firma yetkililerince açıklanmıştır (Gürsakal N., 2008).

Altı sigma, geçmişte istatistikçiler tarafında geliştirilen tekniklerin, işletmeciler ve yöneticiler tarafından başka bir çerçevede ele alınarak, nasıl kullanılabilceğinin gösterilmesi ile yaygın hale gelmiştir.

Kalite savaşlarının tarihi gelişim sürecini gözden geçirdiğimizde, önce Japonların W. Edwards Deming için bir Deming ödülü oluşturduklarını görüyoruz. Başlangıçta bu ödül için sadece Japon firmaları yarışmakta iken, günümüzde ülke katılımı için herhangi bir önkoşul olmaksızın firmalar bu ödül için yarışabilmektedirler. Deming açısında istatistik önemli ama liderlik, müşteri, paydaşlar gibi kavramlar pek söz konusu değildir (Gürsakal N.,2008).

Bununla birlikte, yine de Japonlar ve Deming'in kalite savaşlarında son 40 yıla damga vurduklarını söyleyebiliriz (Gürsakal N., 2008).

Daha sonra 1987 yılında ABD, Deming ödülüne karşılık, Birleşik devletleri Malcolm Balridge Ulusal kalite ödülünü ortaya koydu. Önceleri ödüle başvuru maksimum 110 iken, sonraaki başvuru sayısı 50 ye düştü (Gürsakal N., 2008).

Ödülün gerektirdikleri, ISO-9000 veya QS-9000 in gerektirdiklerinden biraz üstün olduğu konusunda görüşler bulunmaktadır.

1990'ların başında kalite savaşlarına Avrupa Birliği Avrupa Kalite Ödülü ile katıldı.

Türkiye'de de Altı Sigma yönetimini benimseyen birçok şirket mevcuttur. Altı Sigma yönetimi uygulayan Türkiye'de faaliyet gösteren firmalara lojistik sektöründe Borusan lojistik, beyaz eşya sektöründe Arçelik, kimya sektöründe Kalekim, otomotiv sektöründe Bosch Dizel sistemleri, kimya sektöründe Kalekim, bilişim sektöründe Koçnet, Koç sistem, Global bilgi- Türkcell firmaları örnek olarak gösterilebilir.

### **3. ALTI SİGMA'YI UYGULAYAN FİRMALAR VE ALTI SİGMA'NIN KAZANDIRDIKLARI**

#### **3.1 Motorola**

Altı Sigma'yı başarıyla uygulayan firmalardan biri Motorola süreçlerde iyileştirme sağlanmıştır. Firmalarda kalite kültürü benimsenmiş ve işletmelerde önemli bir yer edinmiştir.

1987 ile 1997 yılları arasında Motorola satışları yılda yüzde 17 büyüdü, karları yılda yüzde 17.2 ve hisse senedi değeri yılda yüzde 16.5 arttı (Tekin M., 2013). Altı sigma hareketinin geri ödemesi çok büyük olup, Motorola'nın net geliri 1978 yılında 2.3 milyar dolardan 1988 yılında 8.3. milyar dolara çıkmıştır (Tekin M.,2013).

Daha sonraları Altı sigma metodolajisi, General Electric, Honeywell şirketleri tarafından uygulanmaya başlanmıştır. Altı Sigma stratejisini uygulayan firmalar Pazar paylarını ve karlarını artırmış, maliyetlerini düşürerek finansal durumlarını düzeltmiş duruma geçmişlerdir.

#### **3.2 Toyota**

Altı Sigma uygulayan firmalardan biri olan Toyota Altı Sigma yaklaşımıyla bir otomobilde olması gereken 8000 civarında yedek parça sayısını 4800'e kadar indirmiştir(Tekin M., 2013).

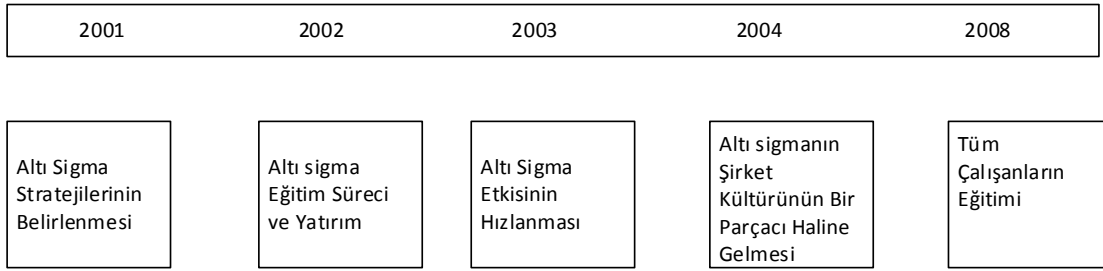
Otomobilin parça sayısının azalması sonucu daha az parça üretim süreçlerinde yer aldığı için , daha az montaj süresi ve işçilik gerektiğinden dolayı bu durum üretime hız kazandırmıştır (Tekin M., 2013). Ayrıca otomobilde daha az parça kullanıldığı için, hatalı yedek parça sayısı azalarak kalite artmıştır (Tekin M., 2013).

Bununla beraber maliyetlerde azalma gerçekleşmiştir. Altı Sigma yaklaşımı ile gerçekleştirilen yedek parça sayısı azaltılması Toyota'ya önemli ölçüde maliyet, zaman, hız, kalite yönünden birçok fayda sağlamıştır.

### 3.3 3M

3M Altı Sigma uygulamalarına 1999 sonunda James McNerney'in 3M 'e CEO olarak gelmesiyle başlanmıştır. Altı Sigma uygulamaları 2000 yılında 3M Global çapında, 2002 başında da 3M Türkiye çapında yürürlüğe geçirilmiştir.

3M'de Altı Sigma uygulamanın asıl nedeni müşteri odaklı çalışmalarını artırmak, iş akış süreçlerini iyileştirme hedeflenmesidir. 3M'de Altı Sigma uygulamaları tüm çalışmaların odak noktasıdır. Altı Sigma 3M şirketinin global çapta büyümesini sürekli olarak sağlanması için bir araçtır.



**Şekil 3.1 :3M'de Altı Sigma tarihsel gelişim süreci (Tekin M., 2013)**

Şekilde görüldüğü gibi 3M de Altı Sigma uygulamasında ilk olarak, Stratejik bir yönetim modeli söz konusu olup, Altı Sigma stratejilerinin belirlenmesi başlangıcı oluşturmaktadır. İkinci evrede eğitim amaçlı çalışmalar ve Altı Sigma'ya yönelik yatırımlar yapılmıştır. Üçüncü evrede Altı Sigma etkisinin arttığı görülmektedir. Dördüncü evrede Altı Sigma firma kültürünü oluşturmaktadır, tüm süreçlere yerleştiği görülmektedir. Sonraki evrede şirketteki bütün personellere eğitim verilmesiyle süreç iyileştirilmesi sağlanmaktadır.

3M'de Altı Sigma uygulaması ilk olarak Şubat 2002 de en üst düzeyde yer alan lider önderliğinde başlamıştır. Sonraki evrede, 2003 sonuna doğru 23000 den fazla 3M çalışanı Altı Sigma metodolojileri ve süreç konusunda eğitilmişlerdir( Tekin M. 2013). 3M şirketi bu yılın başlarında, müşterilerin temel sorun ve ihtiyaçlarını giderme amaçlı Altı Sigma projelerine başlama kararı almıştır (Tekin M. 2013).Bir sene içinde 3M'de 160'ın üzerinde müşterilerle beraber proje gerçekleşmiştir (Tekin M. 2013).

Altı Sigma çalışmalarının 3M’de somut bir göstergesi olarak 2007 nisan ayı itibariyle, 3M global bazda aktif olarak 9000 proje üstünde çalışmıştır (Tekin M. 2013). Bu projelerden 8000 den fazlası ise tamamlanmış durumdadır (Tekin M. 2013). Şirketin hedefi tüm çalışanlarını 2008 sonuna kadar, Altı Sigma metodu ve süreçleri konusunda eğitilmeyi sağlamaktır (Tekin M. 2013).

### **3.3.1 Altı Sigma’nın 3M şirketine kazandırdıkları**

3M’de Altı Sigma çalışmaları sonucunda iş süreçleri, şirkete daha fazla müşteri tatmini sağlamıştır. Altı Sigma 3M’in, yenilikçi ve rekabetçi bir strateji izlemesiyle güçlü olduğu alanlara odaklanmasını, toplam katma değerinde bir artış sürekli ve sürdürülebilir bir büyüme hızı sağlamıştır.

3M’de süreç iyileştirmeye yönelik ortak bir yaklaşım ve şirkette küresel çapta rekabetçilik kavramı benimsenmiştir. Altı Sigma metodolojisi şirketin tüm kademelerinde bulunan personellerin yeteneklerinin gelişimine katkı sağlamıştır. 3M müşteri odaklılık kavramı oluşmuştur.

### **3.4 Aselsan Şirketi**

Türkiye’de Altı Sigma’yı başarıyla uygulayan işletmeler arasında yer alan, Aselsan 1975 yılı sonunda kara kuvvetlerini güçlendirme vakfı liderliğinde kurulmuştur. 1979 yılında Ankara Macunköy Tesislerinde üretim faaliyetlerine başlanmıştır. Ankara Macunköy ve Akyurtta yerleşik iki ayrı tesiste üretim ve mühendislik alanında faaliyetlerde bulunmaktadır. Aselsan bünyesinde farklı üretim yapısı gerektiren proje konularına bağlı olarak haberleşme cihazları, mikrodalga ve sistem teknolojileri, mikroelektronik, Güdüm ve elektrooptik alanlarını barındırmaktadır.

#### **3.4.1 Aselsan’da Altı Sigma**

Aselsan’da Altı Sigma, amaçlanan istatistiksel hedef ve istatistiksel bir tanım olarak kullanılmaktadır. Altı Sigma Aselsan’da mükemmel bir ürünün üretimi, üretim ve tasarım bölümlerinin eş zamanlı mühendislik metotlarıyla kaliteyi ürünün tasarımına eklemesiyle sağlanabilir. Altı Sigma istatistiksel yöntemler, sayısal yönden kıyaslamalar, proseslerde meydana gelen hata ve kusurları tespit metotları, deney tasarımı vb. metot ve kavramları kapsamaktadır.

Aselsan'da Altı Sigma metodolojisi kıyaslama için yeni bir bakış açısı getirerek rekabete uyum ve hazırlık altyapısını sağlamıştır. Ayrıca Altı Sigma, kaliteyi ve süreçleri etkileyendeğişkenlerin ölçümünü sağlamıştır. Aselsan'da Altı Sigma, nitelik ölçümlerinde, olasılık hesaplamalarında ve kaliteli üretim için tasarımda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Aselsan Altı Sigma uygulamalarında üretilen ürünlerin Altı Sigma standardına göre durumunu belirlemek için parça başına düşen hata ve hata olasılığı sayımı kullanılmıştır( Tekin M., 2013).

Ürünün kalitesini ölçerken; parça hataları, süreç hataları, performans hataları ve yazılım hataları belirlenerek hataya neden olan işlemler ve süreçler ortadan kaldırılır.( Tekin M, 2013)

Aselsanda, Altı Sigma süreç iyileştirme çalışmalarıyla hatalara neden olan, malzeme, makine, çalışan, süreç ve diğer faktörler ortadan kaldırılmıştır.

### **3.4.2 Altı Sigma'nın Aselsan'a kazandırdıkları**

Aselsanda, Altı sigma istatistiksel olarak ürünleri kalite yönünden ölçebilmek için başlıca standart ölçü olarak görülmektedir. Aselsan bu işletme standardına göre kalite ölçümleri yapılarak sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu amaca yönelik olarak hata olasılıkları hesaplama prosedürleri oluşturulmuştur (Tekin M., 2013). Bu prosedürler birbirinden farklı ve değişik zorluk seviyelerindeki süreçlerin kalite göstergesi olarak kullanılmıştır (Tekin M., 2013).

Hataların tespit etmek ve hataların oluşmasını engellemek için geliştirilen süreç iyileştirmeleri için de Altı Sigma metodolojisi kullanılmıştır. Altı Sigma uygulamalarıyla birlikte süreçte oluşan hataların sayısında iki yıl içerisinde 5-6 kat kadar önemli azalmalar gözlemlenmiştir. Aselsanda iyileştirme çalışmaları sonucunda iyileştirme çalışmaları sonucunda sigma seviyelerinin Beş sigma ortalamasına geldiği gözlenmiştir (Tekin M., 2013).

Aselsanda Beş Sigma seviyesinden sonraki ilerlemeler daha zorlu olmuştur (Tekin M. 2013).

Bu aşmada süreçlerin tasarımında eş zamanlı mühendislik metodlarının ve istatistiksel yöntemlerin daha verimli kullanılması etkin sonuç sağlamıştır (Tekin M. 2013).

Aselsan, Altı Sigma define ulaşmak için verilerin otomatik olarak toplanması ve sürekli raporlanması amacıyla bilgisayar programları, yazılımlar geliştirilme çalışmaları yapmaktadır. Aselsan'ın hedefi iki yıl içerisinde belirli süreç ve ürünlerde Altı Sigma hedefine ulaşmaktır (Tekin M. 2013).

### **3.5 Borusan**

Borusan Türkiye'de Altı Sigma'yı başarıyla uygulayan bir işletmedir. Borusan'ın çelik sanayi sektöründe ilk yatırımını Borusan Boru'dur. Daha sonraki yıllarda Kerim Çelik, Borusan mühendislik ve Supsan şirketleri faaliyet göstermiş ve 1972 yılında bu şirketler Borusan holdingin bünyesine dahil olmuşlardır. Borusan başta çelik, distribütörlük, lojistik olmak üzere teknoloji ve yatırım gibi sahalarda birçok şirketle faaliyetlerini başarıyla sürdürmektedir.

#### **3.5.1 Borusan'da Altı Sigma**

Borusan güçlü finansal yapısı, kurumsal kültür anlayışı, yeniliklere açık teknolojik yapısı ve insan kaynakları gibi güçlü yönlerinin ileriki yıllarda da devam ettirebilmek için 2002 yılında önce Borusan makine, Borusan güç sistemlerinde ve bunları ardından bütün şirketlerinde Altı sigma metodolojisini uygulamaya başlamıştır.

Borusan Altı Sigma metodolojisini kalite uygulaması olarak görmekten ziyade, bütünsel, entegre bir yönetim modeli olarak algılamaktadır. Altı sigma metodu Borusan'ın tüm şirketlerinin amaçladığı bir değişim olarak başarıyla uygulanmaktadır.

#### **3.5.2 Altı Sigma'nın Borusan'a kazandırdıkları**

Altı Sigma'nın uygulanması sonucunda Borusan'ın 50 siyah kuşağı tarafında tamamlanan ve devam eden toplam 92 projesi vardır. Bu projelerin vergi sonrası karı 18 milyon dolardır (Tekin M. 2013).Borusandaki projelerin % 46'sı gider azaltmayı, % 49 u gelir arttırmayı, Geri kalan % 5 i ise hem gelir arttırmayı hem de gider azaltmayı hedeflemektedir (Tekin M. 2013). Borusan'ın 2008 yılı hedefleri, 2 milyar dolar ciro, 150 milyon kar sağlamaktadır( Tekin M. 2013). Bununla birlikte asıl hedef Türkiye'de eşi olmayan müşteri memnuniyetine ve iş mükemmelliğine ulaşmaktır (Tekin M. 2013). Borusan Altı Sigma programlarında yer alan siyah

kuşak, usta siyah kuşak görevindeki çalışanları ileride Borusan bünyesinde ihtiyaç duyulduğunda yönetim kadrolarında görmekte şirketin diğer önemli bir hedefidir (Tekin M. 2013)



#### 4. ALTI SİGMA

Altı Sigma istatistiksel olarak ürün ve hizmet kalitesini ölçmek amacıyla kullanılan bir kalite standardıdır.

Altı Sigma süreçlerdeki değişkenliğin ölçülmesi amacıyla kullanılan istatistiksel bir ölçü birimi olup, aynı zamanda müşteri tatminini sağlamak amacıyla tüm süreçlerin istatistiksel olarak ölçülerek hataların ortadan kaldırılmasına yönelik standart kalite sistemidir.

Altı Sigma, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla süreçlerin ölçülerek iyileştirilmesini sağlayan bir araçtır

Altı Sigma kalite odaklı bir yönetim felsefesidir. Altı Sigma yönetim felsefesinde hedef , kaliteyi en yüksek düzeye çıkarmaktır. Altı Sigma'nın temelinde kalite kavramı önemli bir yere sahiptir.

İstatistiksel anlamda sigma, sürecin müşteri beklentilerini karşılayacak mükemmellikten ne kadar uzakta olduğunu gösteren bir terimdir.

Altı Sigma müşteri odaklı bir iyileştirme stratejisidir. Altı Sigma ürün tasarımı, üretim, teslimat ve idari süreçlerde milyon başına 3.4 kusura indirmek için bir metodoloji olarak kullanır. Her zaman aynı sonucu elde etmeye odaklanan, Altı Sigma metodolojisi istatistiksel araçlar uygulama ile iyi tanımlanmış bir problem çözme yaklaşımını kullanır.

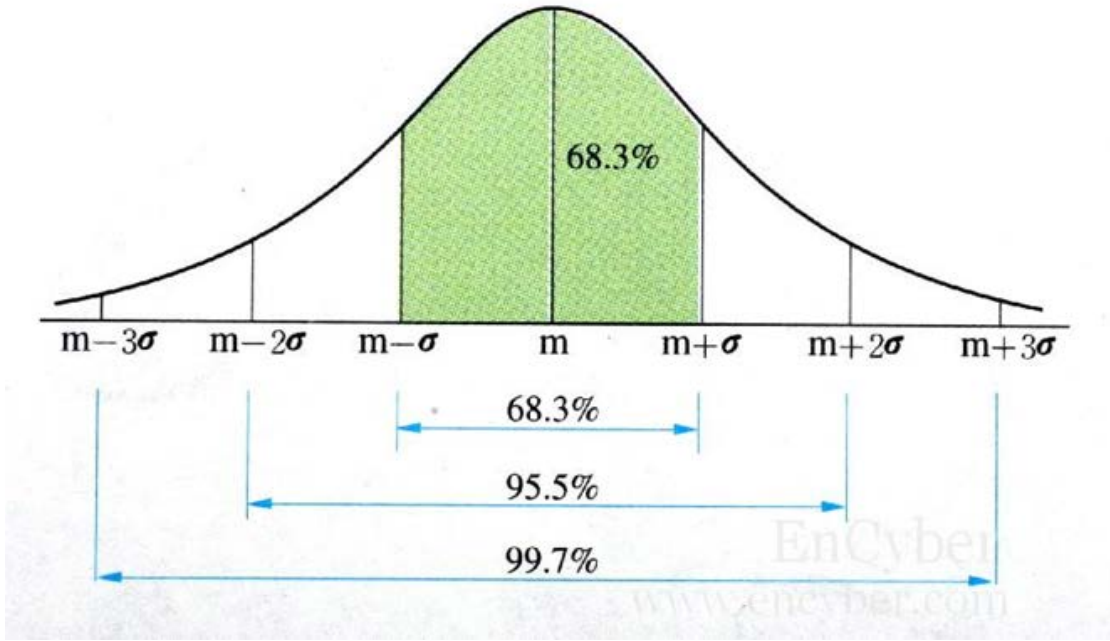
Altı Sigma yaklaşımı, aşağıdaki üç konuya odaklanır:

- Müşteri memnuniyetini artırma(Tedarik zinciri için zamanında temin ve nakliye)
- Çevrim sürelerini düşürme
- Hataları azaltma

Altı Sigma her bir milyon olasılıkta ya da işlemde, sadece 3,4 hata yapmaya eşdeğer süreç performans düzeyidir.

**Tablo 4.1:** Çeşitli sigma düzeylerinde milyon hata sayısı

Sigma	Milyon üretimdeki hata sayısı
2	308537
3	660807
3.5	22750
4	6210
4.5	1350
5	233
5.5	32
6	3.4



**Şekil 4.1 :**Altı Sigmanın yüzdelik dağılımı(Akın B.,'1996)

**Tablo 4.2 : Sigma seviyeleri DPMO değerleri(Akın B.,'1996)**

Proses Yeteneęi	Milyonda Hata	ANLAM
1,5 $\delta$	500000	Üretimim % 50 'si çöpe atmaktadır.
2 $\delta$	308537	Üretimin yaklaşık % 31 çöpe atılmaktadır..
3 $\delta$	66807	Milyon adet uçuşun 66807 'si hatalıdır.
4 $\delta$	6210	Milyon adet ameliyatın 66210'u yanlış yapılmaktadır.
5 $\delta$	233	Milyon adet haberin 233 adedi yanlış verilmektedir.
6 $\delta$	3,4	Milyon saat içerisinde 3,4 saat elektrik kesintisi olmaktadır

Elimizde olmayan nedenleri gösteren temsili bir örnek

Altı Sigma'nın Anahtar Unsurları

- Müşteri Odaklılık
- Data
- Hedeflere Ulaşmak
- Takım bazlılık
- Tüm personelin katılımı
- Açıkça Tanımlamalar ve takım içindeki rollerin anlaşılması
- Personel Gelişimi

#### 4.1 Altı Sigma'nın Faydaları

Altı Sigma, süreçlerin kalitesini tespit etmeye yönelik proseslerde yer alan değişkenliklerin ölçümüne dayalı bir kalite performans ölçüm aracıdır. Altı Sigma iş akış süreçlerinin kalitesini sürekli iyileştirilerek müşteri odaklılık anlayışının tüm firmada benimsenmesini sağlayan bir metodolojidir. Altı Sigma yönetim sistemine göre kalite her sürecin temelini oluşturmaktadır. Altı sigma'da kalitenin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi zorunludur, rekabette önemli yere sahiptir.

Altı Sigmanın işletmelere sağladığı başlıca faydalar şunlardır;

- Süreçleri iyileştirir
- Ürün ve hizmetlerin kalite düzeyini artırmaya yardımcı olur.
- Üretim süresini olabildiğince aza indirir.
- Verimliliği artırır
- Yenilikçilik anlayışını işletmeye kazandırır.
- İsrafları önler.
- Pazar payını genişletir.
- Hata ve kusurları önler.
- Maliyeti azaltır.
- Müşteri memnuniyetini sağlar.
- Müşteri sadakatini artırır.
- Kültür değişimini sağlar.

**Tablo 4.3 :**Çeşitli sigma düzeylerindeki hata sayıları ve kalitesizlik maliyetleri(Tekin M. ,2013)

<i>Sigma düzeyleri</i>	<i>Milyonda hata sayıları</i>	<i>Kalitesizlik Maliyetleri</i>
<i>2 sigma</i>	<i>308537</i>	<i>Gelirlerin % 30-40</i>
<i>3 sigma</i>	<i>66807</i>	<i>Gelirlerin % 20-30</i>
<i>4 sigma</i>	<i>6210</i>	<i>Gelirlerin % 15-20</i>
<i>5 sigma</i>	<i>233</i>	<i>Gelirlerin % 10-15</i>
<i>6 sigma</i>	<i>3.4</i> <i>Dünya çapında firma</i>	<i>Gelirlerin % 10 ' undan az</i>

**Tablo 4.4:**Bazı işletmelerde Altı Sigma uygulaması sonucu sağlanan kazançlar(Tekin M., 2013)

Motorola	2.2 milyar dolar	2.6 yıl
General Electric	1.5 milyar dolar	3 yıl
Polaroid	100 milyon dolar	1 yıl
Nokia	300 milyon dolar	2 yıl
Sony	100 milyon dolar	1 yıl

## 4.2 Altı Sigma'nın Organizasyon Yapısı

Altı Sigma çalışmalarında takımlarda görev alan çalışanlar ve katılımcılar, organizasyon yapısı içerisinde görevlerine uygun olarak çeşitli görevler üstlenebilmektedir. Altı Sigmanın başarılı olabilmesi için takımlarda yer alan kişilerin görevleri gereği üstleneceği rolleri bilerekten yerine getirmesi gerekir. Altı Sigma takım çalışmalarında çalışanların görev tanımları yapılmalı, onların kalite çalışmalarına aktif katılımı sağlanmalıdır. Altı Sigma uygulamalarında işletmenin hacmine(personel sayısı vb.) göre organizasyondaki çalışanların görevlerinin kapsamında değişiklik olabilmektedir.

Altı Sigma organizasyonuna göre oluşturulan kalite takımlarında çalışanların aldıkları eğitime göre unvan, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. Örneğin ;Takım lideri, takımı etkin bir şekilde organize ederek kalite iyileştirici ve verimlilik artışı sağlayan sonuçların elde edilmesinden sorumludur.

Altı Sigma takımlarında üyeler, organizasyon kapsamındaki unvanlara bağlı yetkileri kullanarak sorumlulukları yerine getirmekle yükümlüdürler.

### 4.2.1 Şampiyon

İyileştirme projesini izleyen üst düzey yöneticisidir.

Kalite şampiyonu kalite iyileştirilmesini izlemektedir. Kalite şampiyonu kalite iyileştirme konusunda denge gerektiren bir sorumluluğa sahiptir. Kalite şampiyonu kalite takımlarını karar verme konusunu kendi iradelerine bırakarak, yeterince serbest hareket etmelerini sağlayarak, yönlendirme konusunda rehberlik yapmayı öngörmektedir. Altı Sigma takım çalışmalarında üyeleri kalite şampiyonlarının rehberliğinde yönlendirme söz konusudur. Kalite şampiyonlarının yönlendirici rehberliğinin amacı kalite takımlarının serbestçe üst yönetimden çekincesi olmaksızın inisiyatif kullanma, yenilikçiliklerine zarar vermeden, ,firmanın amaçlarına uygun projelerde çalışmalarını sağlamaktır.

Kalite şampiyonlarının Görevleri

-Kalite iyileştirme projelerinin işletmenin amaçlarına uygunluğunu sağlamak.

-Kalite iyileştirme projelerinin hedeflerini belirlemek

-Projenin kapsamına uygun olarak yol gösterici görev üstlenmek.

- Altı Sigma takımlarına kaynak temin etmek amacıyla, kalite yönetim temsilcisiyle görüşmek.
- Altı Sigma takımları arasında koordineli şekilde çalışma yapılmasını sağlamak.
- Altı Sigma takımları ve takım dışındaki kişiler arasında problemlerin çözülmesi konusunda yardımcı olmak.
- Altı Sigma projelerinin tamamlanma sürelerini tespit etmek
- Altı Sigma projelerinin durması veya yavaşlaması durumunda gerekli müdahalelerde bulunmak
- Altı Sigma projelerinin aksamaması ve sorunsuz bir şekilde tamamlanması için gerekli önlemleri almak.
- Yönetimleri altındaki iyileştirme projelerinin genel hedeflerini belirlemek ve hedeflerin kuruluşun işin öncelikleriyle uyumlu olduğundan emin olmak
- Projeler için kaynak bulmak
- Gerektiğinde, projenin yönünü saptamak, konunun kapsamını belirlemek
- Yapılacak değişiklikleri onaylamak
- Ekibi, üst yönetim önünde temsil etmek ve ekibin savunuculuğunu yapmak
- Ekip içi ya da ekip ile dış ortam arasında oluşan sorunları ve tekrar eden hataları ortadan kaldırmada yardımcı olmak
- Proje süreçlerinde diğer süreç sahipleri ile çalışmak

#### **4.2.2 Kara kuşak**

Altı Sigma araçlarını çok iyi bilen, takımları oluşturup, yöneten kadrolardır.

Kara kuşaklar, Altı Sigma takımlarına, istatistik, süreç tasarlama ve süreçlerin iyileştirilmesi gibi konularda uzmanlığa gerektiren önerilerde bulunmaktadır. Kara kuşak yöneticiler 6 sigma takımlarına öncülük ederek, sonuçları kalite şampiyonuna rapor olarak ederler. Kara kuşak yöneticiler iyileştirme projelerine teknik desteğe dayalı danışmalık veren rehber olarak yardımda bulunurlar. Tekin M. 2013,'Toplam Kalite Yönetimi',8. Baskı, Eralp Yayınevi,978-605-80331-8-6, November, Konya)

Kara kuşakların görevleri;

-Altı Sigma iyileştirme projesini belirlemek.

-Belirledikleri projeyi Kalite şampiyonuna raporlamak ve kalite şampiyonuyla işbirliği içinde çalışmalar yapmak.

-Altı Sigma iyileştirme projesini planlamak ve programlamak, projenin programa uygun olarak ilerlemesini ve belirtilen zamanda tamamlanmasını sağlamak.

-İşletmede iyileştirme çalışmalarına karşı önyargı ve direnci ortadan kaldırarak uzlaşma ve işbirliği sağlamak.

-Altı Sigma takım üyeleri arasındaki görev dağılımını uygun bir şekilde yapmak.

-Altı Sigma takım çalışmalarıyla ilgili veri toplamak ve toplanan verileri yorumlamak değerlendirmek.

-Altı Sigma takımlarının uyum içinde koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamak.

Kara Kuşaklar, Altı Sigma kalite süreçleri iyileştirme takımlarına uzmanlığa dayalı rehberlik yapmaktadırlar. Projelerin beklenen iyileştirme amaçlarına uygun olarak ilerleyerek zamanında tamamlanabilmesi için kara kuşaklara ihtiyaç vardır.

Kara kuşak adayının öncelikle üzerinde çalışacağı bir proje belirlenmeli (sorun tanımlanır, hedefler koyulur)

-Uzman Kara Kuşak ya da dış eğitim kuruluşları tarafından eğitim almaktadırlar.

-Bir hafta eğitim, üç hafta uygulama olmak üzere, dört kez tekrarlanan, toplam dört aylık süre boyunca bu proje üzerinde aday olarak çalışır. Projeyi/ projeleri başarı ile tamamlayan aday kara kuşak unvanını alır.

-Yeni fikirler öğrenmeye istekli, ekip çalışmasına yatkın, değişim başlatma isteği olan gözlemci kişiler seçilir.

#### **4.2.3 Yeşil kuşak**

Altı Sigma ölçüm araçlarına hakim olan, diğer araçlar hakkında genel bilgi sahibi, takım elemanlarıdır.

Yeşil Kuşaklar istatistik bilgileri, ölçüm ve analiz ile ilgili gerekli bilgisayar programlarını etkin kullanabilmeleri Altı Sigma iyileştirme takımları açısından çok önemli rol oynamaktadır.

## Yeşil Kuşakların Görevleri

-Firmada uygulanacak Altı Sigma araçlarını seçmek.

-Altı Sigma uygulanmasında gerekli araçlarının kullanımı konusunda takım üyelerine yardımcı olmak.

-İyileştirme projelerinin uygulanmasındaki gereken ilerlemeyi ve projenin zamanında doğru şekilde sonuçlamasını sağlamak.

Yeşil kuşaklar Altı Sigma süreç iyileştirme projelerinin planlanan hedeflerine uygun olarak yürütülmesi ve sürekli ilerlemenin sağlanması bakımından önemli yere sahiptirler

### **4.2.4 Uzman kara kuşak**

Altı Sigma ve yöntemleri hakkında her konuda en üst düzey teknik bilgi sahibi profesyonel personellerdir.

Teknik danışman olarak çalışır.

Kara kuşaklar arasından seçilir. Yeni kara kuşaklar uzman karakuşaklar tarafından seçilir.

Bu görev için firmalar dış kuruluşlardan bir danışman seçebilirler.

Uzman Kara Kuşağın görevleri;

Altı Sigma konusunda eğitim vermek,

Proje ekiplerine başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,

Şampiyon ile birlikte, projelerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak,

Altı Sigma kültürünün çalışanlarca benimsenmesine yardımcı olmak.

Uzman kara kuşak Altı Sigma konusunda uygulama liderliğine sahip yöneticidir. Uzman kara kuşak unvanına sahip yöneticiler ustalık veya uzmanlık düzeyinde teknik bilgiye sahiptirler. Uzman kara kuşaklar Altı Sigma metodunu öğretme görevini üstlenirler. Uzman kara kuşaklar; Kara kuşak ve yeşil kuşak unvanını taşıyan kişileri eğitirler. Altı Sigma uygulaması başlangıç aşamasında işletmenin danışmalık aldığı firmalardan gelen kişiler uzman kara kuşak görevini üstlenerek,



kaliteden sorumlu çalışanları eğitirler. Sonra bu çalışanlar zamanla uzman kara kuşak düzeyine ulaşabilirler. Uzman karakuşak yöneticinin özellikle uygulamaya yönelik uzmanlık seviyesinde teknik destek sağlaması bakımından Altı Sigma çalışmalarında önemli bir rolü vardır.

Uzman kara kuşağın görevleri

-Altı Sigma takımlarına teknik destek sağlamak

-Kalite ve kalite şampiyonlarına proje seçimi ve proje değerlendirmesi konusunda destek olmak.

-Altı Sigmayla ilgili eğitim planları hazırlamak ve uygulamak

-Altı Sigma iyileştirme konusunda ilerleme raporlarını kalite konseyine sunarak ortaya çıkan sorunların çözümüne yardımcı olmak.

-Altı Sigma'nın işletmede çalışanlar tarafından benimsenmesine yardımcı olmak.

-Altı Sigma konusunda eğitim vermek,

-Proje ekiplerine başta istatistik yöntemlerin seçimi ve kullanımı olmak üzere her konuda teknik destek sağlamak,

-Şampiyon ile birlikte, projelerin tamamlanma sürelerinin belirlenmesinde yardımcı olmak,

-Altı Sigma kültürünün çalışanlarca benimsenmesine yardımcı olmaktır.

**Tablo 4.5:** Organizasyondaki personellerin görevleri(Cudney E.A.;Rodney K., 2011)

<i>Sorumlu (s)</i> <i>Onaylayıcı(o)</i> <i>Destekçi(D)</i> <i>Bilgilendirme(b)</i> <i>Danışman (d)</i>	<i>TAKIM LİDERİ</i>	<i>PROSES SAHİBİ</i>	<i>PROJE ŞAMPİYON</i>	<i>Mentor</i>	<i>FinANSCI</i>
<b>Başlangıç döküman geliştirme</b>					
Merkezi takım formu	S	B	O	O	d
Aktivite, teslimatları tanımlama	S	B	O	O	B
Görev matrisi	S	B	O	d	B
Proje grafikleri	S	D	O	d	D
SIPOC analizi	S	D	O	d	B
<b>Paydaşların tanımlanması&amp; İletişim Planı</b>					
Paydaş Analiz Matrisi	S	D	O	d	D
TPC Analizi	S	D	O	d	D
Müşteri/PaydaşMatrisi	S	D	O	d	D
İletişim Planı	S	D	O	d	D
<b>Başlangıç VOC şekillendirilmesi ve CTS tanımlanması</b>					
CTS Özeti	S	D	O	d	D
<b>Takım Seçimi ve Projeye Başlanması</b>					
Takım organizasyon şeması	S	D	O	d	D
Görev matrisinin gözden geçirilmesi	S	B	O	d	B
(IFR) Form	S	D	O	d	D
<b>Proje Planı hazırlanması</b>					
Makro proje planı	S	D	O	d	D

### 4.3 Altı Sigma'da DMAİC Yaklaşımı

**Tanımla:** Altı sigma uygulamalarını ilk aşaması olan tanımlama aşamasında hatalara yola açan problemlerin kaynağı nedir? Problemin nedenleri ile sonuçları arasındaki etkileşim ve ilişkiler nedir? Bu ve bunlara benzer sorulara cevaplar aranarak problem tanımlanır.

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

- Seçilen projenin kapasite, imkan ve kabiliyetlerinize uygun olması
  - Daha yüksek bir kalite sağlama ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olması
  - Problemlerin net ve mümkün olduğunca sayısal verilerle tanımlanması
- şeklinde özetlenebilir.

**Ölçme:** Bu aşamada mevcut durumu tüm yönleriyle açıklayan bilgi ve veriler toplanır. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek mümkün değildir.

Bu aşamadaki en kritik faktör ise neyin ya da nelerin ölçüleceğinin doğru belirlenmesidir.

Ölçme aşamasında probleme neden olan hataların ölçüm işlemi yapılır. Ölçme işlemiyle hataların sayısı ve oranı belirlenerek muhtemel sonuçları değerlendirilir.

**Analiz:** Hata türleri ve hataların büyüklüğünü sayısal olarak ortaya koyulur.

Eğer hataların ne zaman, nerede, ne kadar sıklıkla oluştuğuna cevap verebiliyorsak, iyileştirme yapabileceğimiz yeterli bilgiye sahibiz demektir.

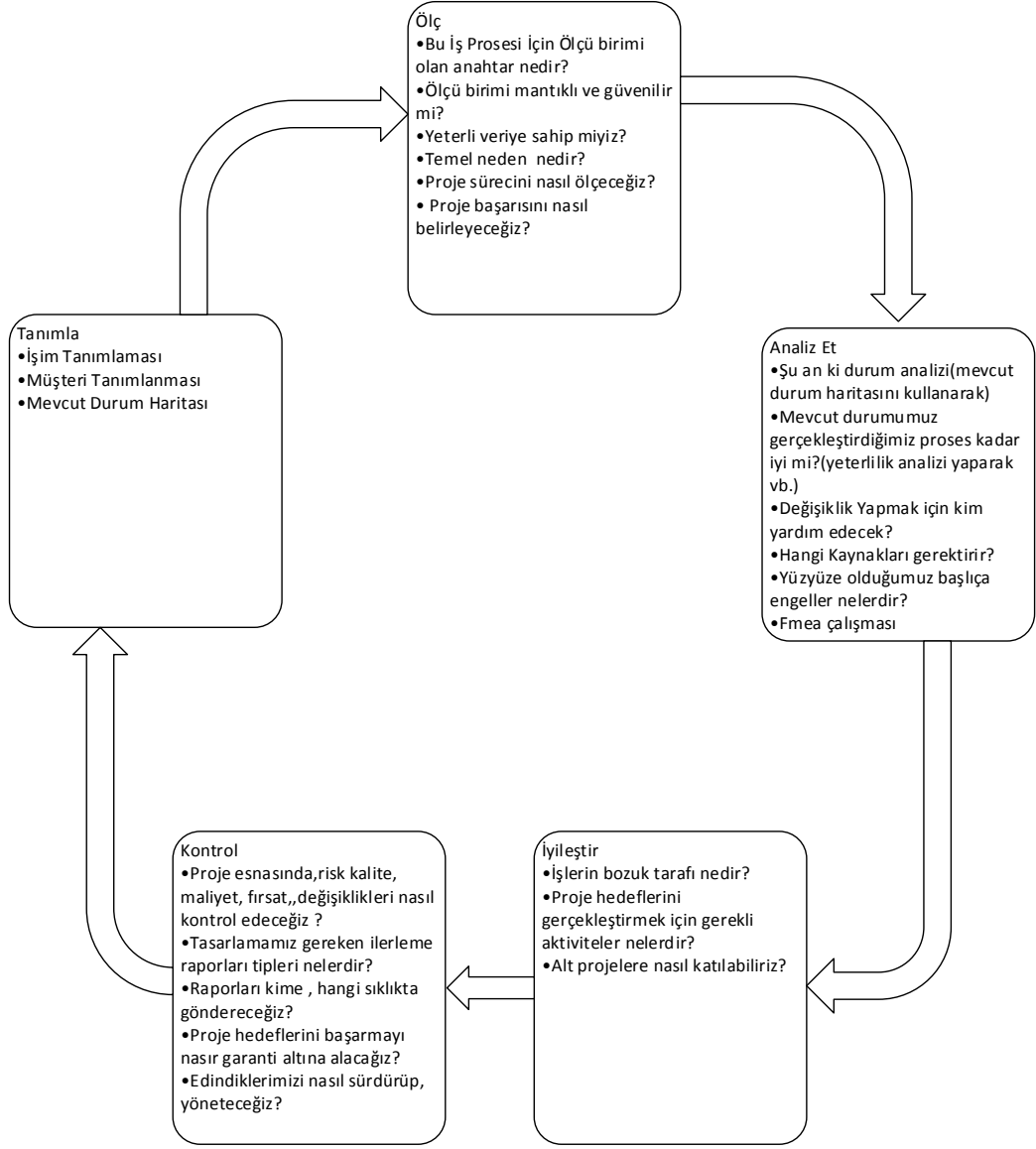
Analiz aşamasında, kalitesizliğe yol açan hataların nedenleri araştırılarak bu hatalara yol açan faktörler ayrıntılı olarak incelenir.

**İyileştir:** Bu aşama hataların ortadan kalkacağı ya da etkilerinin azalacağı aşamadır. Mevcut süreçler üzerinde belirlenen hataları düzeltmek veya süreçleri daha gelişmiş düzeye çıkarmak için düzeltici veya geliştici değişiklikler sağlanır. İyileştirme aşamasında kalitesizliğe neden olan hataları ortadan kaldıracak çalışmalar yapılır.

**Kontrol:** Son aşamada, kontrol işlemleri yapılır. Kontrol aşamasında hataların ve kalitesizliğin nedeni olan faktörleri ortadan kaldırılarak süreç iyileştirmesinin de sürekliliğinin sağlanması için kontrol işlemi yapılır. Ayrıca kontrol işlemi hedeflenen ölçüm kriterleriyle gerçekleşen sonuçlarını kıyaslamak ve uygun olup olmadığını görmek için de önemlidir.

Altı Sigma'nın en önemli aşamasıdır. Bu aşamada ;

- İlk dört aşama sonunda azaltılan hatalar belirlenir.
- Hataları kontrol altında nasıl tutulacağı kararlaştırılır
- Altı Sigmanın güçlü araçları yardımı ile en küçük başarıların dahi kalıcı olması sağlanır.



**Şekil 4.2 :**DMAIC aşamalarında dikkat edilecek konular ve sorulması gereken sorular(Akın B., 1996)

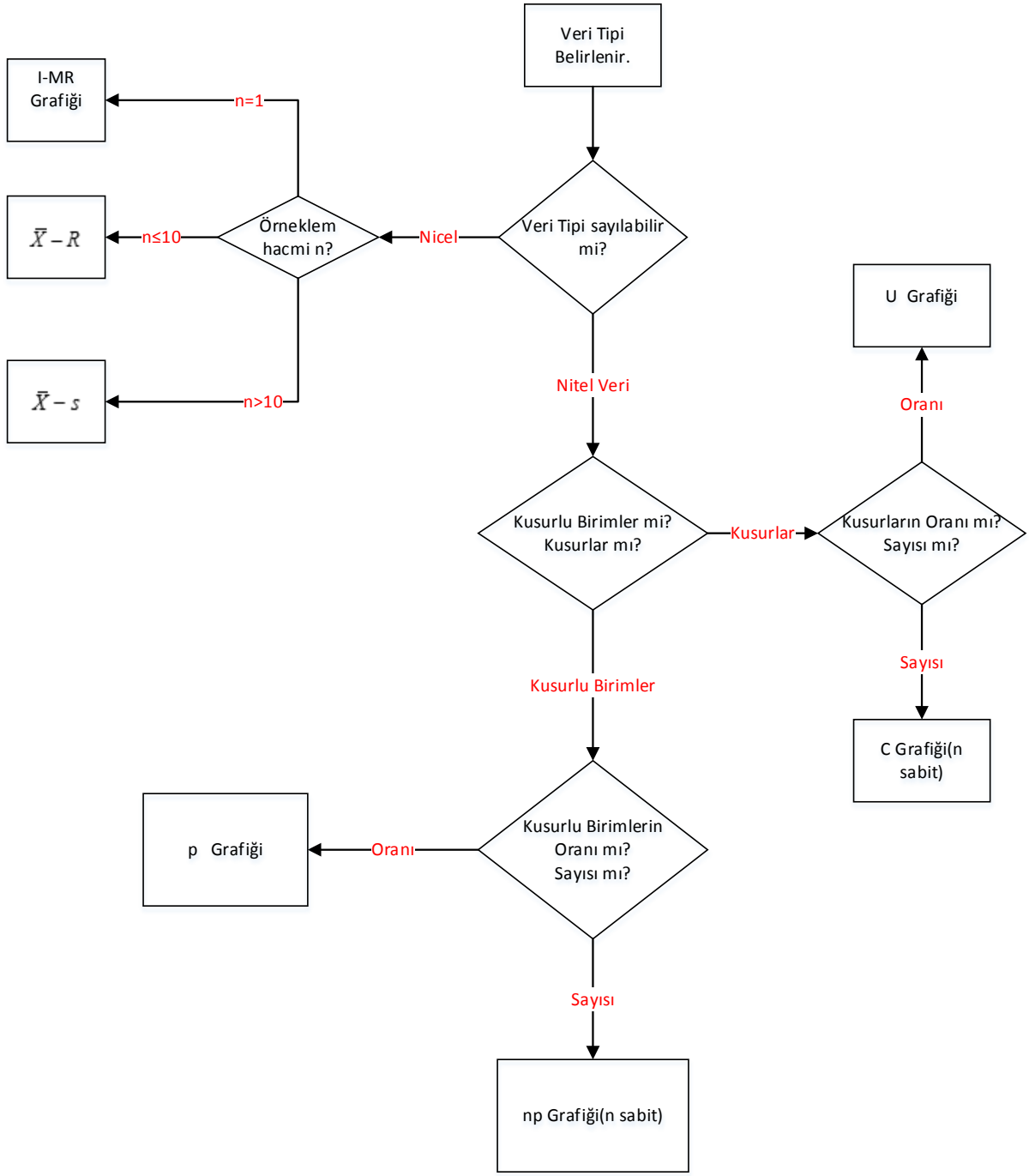
**Tablo 4.6 : DMAİC tablosu(Cudney E.A.;Rodney K., 2011)**

Tanımla	Ölç	Analiz	İyileştir	Kontrol Et
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proje grafiği</li> <li>Paydaş Analizi</li> <li>Tedarikçi -girdi- Proses- Çıktı- Müşteri(SIPOC)</li> <li>Proje Planı</li> <li>Sorumluluk Matrisi</li> <li>Temel Kurallar</li> <li>CTS(Critical satisfaction tree)</li> <li>KBF ağacı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses Haritası</li> <li>Mevcut durum hatırası <ul style="list-style-type: none"> <li>Müşteri Sesi (VOC)</li> </ul> </li> <li>Kalitesizlik Maliyeti</li> <li>Histogram</li> <li>Pareto</li> <li>Proses yeterliliği</li> <li>Dağılım</li> <li>DPMO</li> <li>Normal dağılım Ve hesaplamaları</li> <li>Sigma seviyesi</li> <li>Pareto Analizi</li> <li>Histogram</li> <li>Scatter(serpilme) Diyagramı</li> <li>Proses Kapasitesi</li> <li>Proses İstatistiği</li> <li>Benchmarking (Kıyaslama)</li> <li>MSA</li> <li>Balık kılıcı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neden Sonuç Diyagramı</li> <li>FMEA(hata türleri ve etkileri analizi)</li> <li>Korelasyon Analizi</li> <li>Regresyon Analizi</li> <li>Hipotez Testi</li> <li>ANOVA</li> <li>Kikare testi</li> <li>Tukey testi</li> <li>T testi</li> <li>F testi</li> <li>Oran testi(p)</li> <li>Standart sapma</li> <li>Z testi</li> <li>Güven Aralıkları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>QFD</li> <li>İş Planı</li> <li>Maliyet/ Fayda Analizi</li> <li>Gelecek Durum Haritası</li> <li>Deney Tasarımı (doe)</li> <li>SMED</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standart İş</li> <li>Proses Yeterliliği</li> <li>FMEA</li> <li>Eğitim Planı(p(x-r,x-s,i-mr,c,u,,c usum))</li> </ul>

**Tablo 4.7 : Dmaic aşamalarında kullanılabilecek metotlar(Stamatis D.H., 2004)**

Kullanılacak Araçlar	Tanımla	Ölç	Analiz et	Geliştir veya düzelt	Kontrol et
Akış Şeması	x			x	
Beyin Fırtınası	x		x	x	
Neden Sonuç Diyagramı	x	x	x		
Data Toplaması	x			x	x
Histogram	x	x	x	x	x
Pareto Analizi	x	x	x		x
Problem kriterlerinin seçimi	x				
Kıyaslama(Benchmarking)		x	x		
Merkezi Limit Teoremi		x	x		
Kontrol Sayfaları			x		x
Müşteri Geri Besleme Teknikleri					x
Kontrol Planları	x				
Deney Tasarımı(doe)				x	
FMEA			x	x	x
Proje Planlaması	x				
Kontrol Teknikleri(x-r,x-s vb.)					x

Hangi aşamalarda hangi metotların kullanılabileceği tabloda gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Veri tipine göre istatistiksel kontrol metotları(Işığışık Erkan, Mart 2005)

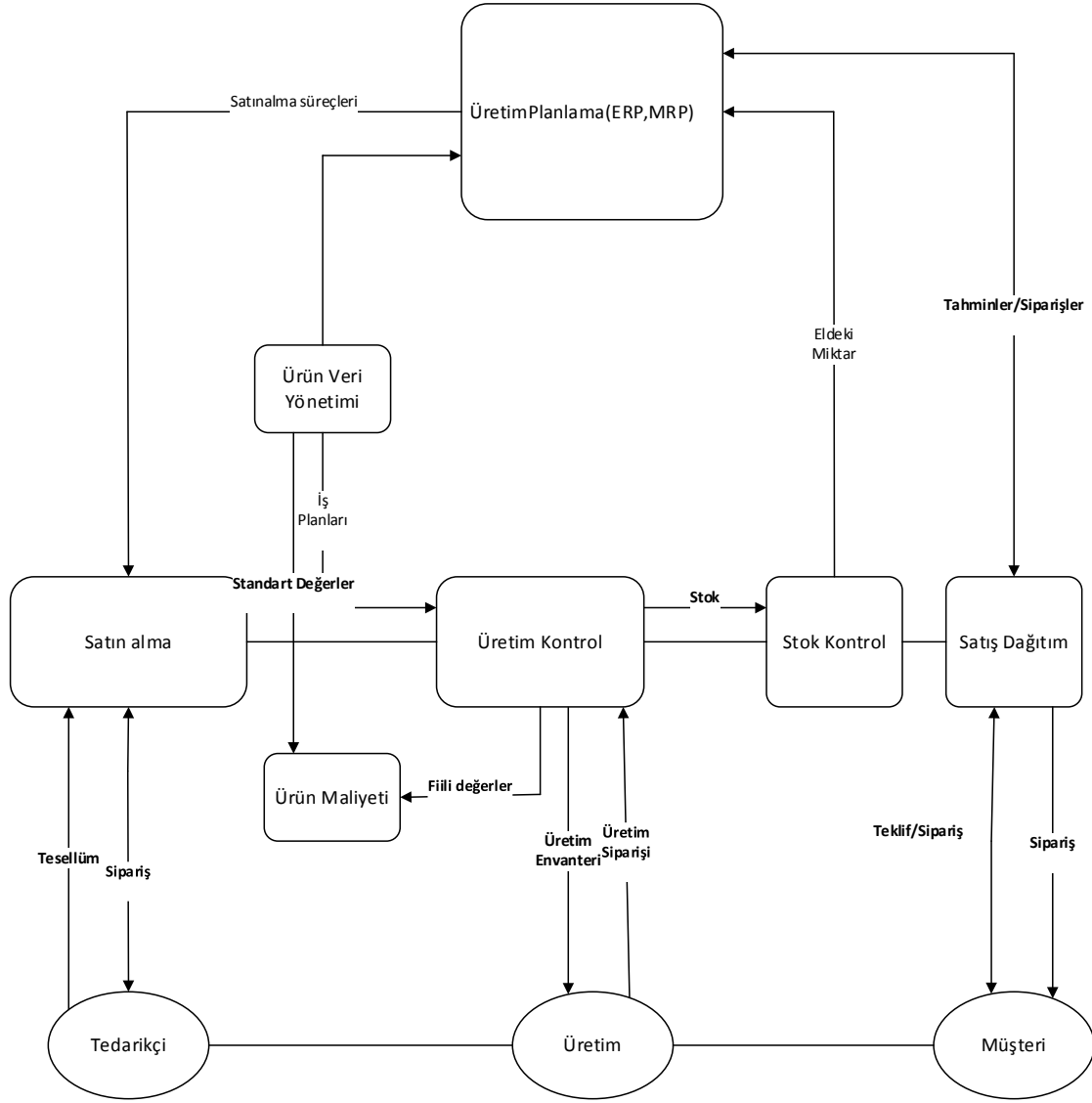


## 5. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE ALTI SİGMA

Tedarik Zinciri Yönetimi müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda zamanda, doğru yerde, tedarik zinciri boyunca mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, hammadde, ürün akışını sağlayan bütünleşik bir yönetim sistemidir. Tedarik zincirinde hataların belirlenmesinde, en uygun mekanın, zamanın belirlenmesi ve buna uygun tedarikçilerin belirlenmesinde Altı Sigma'dan yararlanılmaktadır.

Tedarik Zincirinin Temel Fonksiyonları

- Satın alma
- Talep ve sipariş yönetimi
- Planlama(Erp, Mrp vb. programlar)
- Envanter(Stok) yönetimi
- Depo yönetimi
- Sevkiyat(taşıma)



Şekil 5.1 : Tedarik zincirinin genel yapısı ve birimler arası akışı

## 5.1 Firma Açısından Tedarik Zinciri Problemlerinin Nedenlerinin Sınıflandırılması

### a. Lojistik firmasından kaynaklanan sebepler

1. Lojistik firmasının zamanında teslim etmemesi
2. Taşıma sırasında ürüne zarar gelmesi

### b. Tedarikçi Firmadan kaynaklanan sebepler

- 1-Hammaddeyi geç teslim etmesi
- 2-Hammaddenin gereken özellikleri taşıması

3-Hammaddelerin taşınma sırasında bozulmaya uğraması

4-Uzaklık sebepli faktörler

### **c.Firmadan kaynaklı problemler**

1-Siparişin Tedarikçiye doğru zaman da verilmemesinden dolayı kaynaklanan problemler

2-Lojistik firmasına ürünün geç verilmesi

3-Lojistik firmasının(yoğunluktan dolayı) siparişi almaması

4-Üretim aksamasından dolayı geç üretim

## **5.2 Tedarik Zincirinde Müşteriye Teslimat Süresini Etkileyen Faktörler**

- Tedarikçimizin hammaddeyi geç teslim etmesi
- Süreç içi yarı mamül bekleme süresi
- Depoda yeterli stok olmaması
- Talep tahmininin iyi yapılmaması
- Müşteriye teslimatın doğru zamanda verilmemesi
- Sevkiyat firmasından kaynaklanan aksamalar
- Lojistik firmasına siparişin doğru zamanda verilmemesi

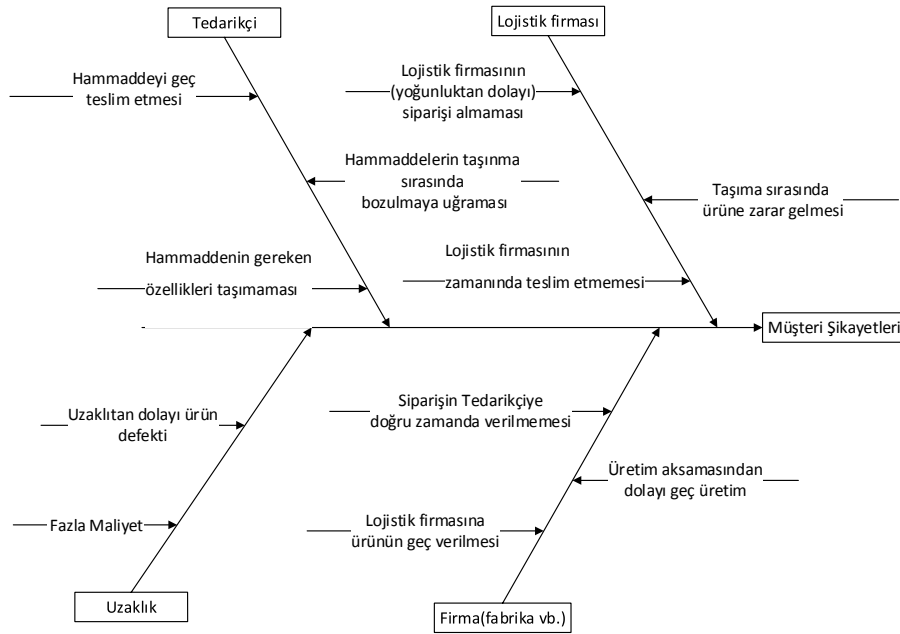


## 6. TEDARİK ZİNCİRİ ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN İSTATİSTİKSEL METOT VE YÖNTEMLERİN TANITILMASI

### 6.1 Balık Kılıcı

Balık kılıcı metoduyla herhangi bir problemin ana nedenleri ve bu ana nedenler alt nedenlere ayrılarak sınıflandırılır. Balık kılıcı şekli üzerinden problem nedenleri baz alınarak problem çözümü için hesaplama ve yorumlamalara temel oluşturulmuş olmaktadır.

Firmamızın durumunu görmek ve problemleri tanımlamak için müşteri şikayetlerini ele alarak Müşteri şikayetlerinden yola çıkarak problemin alt nedenlerini yüzeysel bir şekilde balık kılıcı diyagramı yoluyla tanımlayabiliriz.



Şekil 6.1 : Tedarik zincirinde balık kılıcı

### 6.2 Değer Akışı Haritalama

Tedarik zinciri genel şeklini görebilmek ve mevcut durumu geliştirmek için olaylara dışarıdan bakmamız gerekmektedir. İş akışlarında olduğu gibi tedarik akışındaki israfları da ortadan kaldırmayı sağlamak için israfların kaynakları ve hangi aşamada

olduğunu görmek için Değer Akış Haritalama yöntemi kullanılabilir. Gelecekte hedeflenen duruma ulaşmak için şu anki durumunuzu görselleştiren bir araçtır.

Değer Akış Haritaları firma içindeki veya firmalar arasındaki iş akışlarını tanımlamak ve planlamak için hammadde, malzeme ve bilgi akışını analiz eden ve bu akışları süre açısından da ele alan gelişmiş bir araçtır. Değer Akış Haritaları stokları azaltmak, teslim iyileştirmek ve optimum etkinlik için kaizen olaylarını tanımlamak için netlik ve kolaylık sağlar, bunun yanında organizasyonun farklı bölümlerindeki çalışanların genel bilgi, malzeme akışı ve diğer firmalar arasında iş akışı hakkındaki farkındalıklarını artırmaktadır.

### **6.3 İstatistiksel Yöntemler**

#### **6.3.1 Pareto diyagramı**

Pareto diyagramı aslında nitel verilerde kullanılan bir yöntemdir. Veriler katagorik olarak değerlendirilir.

-Hataların toplamı yüzde yüz olarak belirlerin ve hata türlerinin oranları bulunur.

-Çoktan aza doğru sıralanır.

-Diyagram üstünde frekanslar birikimli olarak işaretleri

% 100'e ulaştığı görülür.

-% 80 'lik kısım bizim için önem taşır.

Örneğin ; Müşteriye teslimatın geç ulaşmasının sebebini hata türlerine bölebilir ve frekansları(bir üretim süreci içerisinde sıklığına göre gözlemleyebiliriz.

Teslimat süresini etkileyen Hata türleri

-Tedarikçimizin hammaddeyi geç teslim etmesi

-Süreç içi yan mamül bekleme süresi

-Müşteriye teslimatın doğru zamanda verilmemesi

-Sevkiyat firmasından kaynaklanan aksamalar.

### 6.3.2 Histogram

Gruplanmış frekans dağılımının grafiğine histogram adı verilir. Nicel olarak sınıflandırılan bir yöntemdir. Gruplanmış frekans İstatistikte dağılımları histogramlar üzerinden buluruz.

-Veriler belli aralıklara bölünür

-Bu aralıklardaki birim veya örneklem sayısı y ekseninde işaretlenir.

Örneğin; Müşteri teslimat süreleri örneklem ortalamaları bulunur. Standart Sapmalar ve aralıklar hesaplanır. Her bir aralığa raslayan birimlerin toplam sayıları y ekseninde işaretlenir.

### 6.3.3 Serpilme(Scatter diyagram)

Serpilme diyagramı(scatter diyagram veya scatter plot) İki nicel değişken arasında ilişkiyi göstermek amacıyla kullanılan bir grafik türüdür. İki nicel değişken veya faktör birbirini etkiliyorsa bu etkileşimin ne yönde ve şiddette olduğu serpilme diyagramı ile araştırılır.

Korelasyon konusunun alt yapısını oluşturan bu diyagramlar iki değişken arasındaki ilişkini yönünü belirlemeye yaramaktadır.

### 6.3.4 Regresyon ve korelasyon

#### 6.3.4.1 Korelasyon analizi

Korelasyon analizinin temeli scatter serpilme diyagramına dayanır. Scatter diyagramı üzerinde şekil alan doğruya bakarak değişkenler arasında nasıl ilişki olduğunu anlayabiliriz. (Doğru orantı veya ters orantı)

Korelasyon katsayısı

$-1 \leq r \leq 1$  arasında değişir.

Korelasyon katsayısı yorumları

$r=0$  Değişkenler arasında bir ilişki yoktur.

$r>0$  Değişkenler Doğru orantılı

$r<0$  Değişkenler Ters orantılıdır.

Eğer r değeri 1 veya -1 'e yakınsa güçlü bir ilişki

0'a yakınsa zayıf bir ilişki vardır.

Bazen scatter diyagramımızda dağınık noktalar yer alabilir. Bu da ilişki yok demektir.

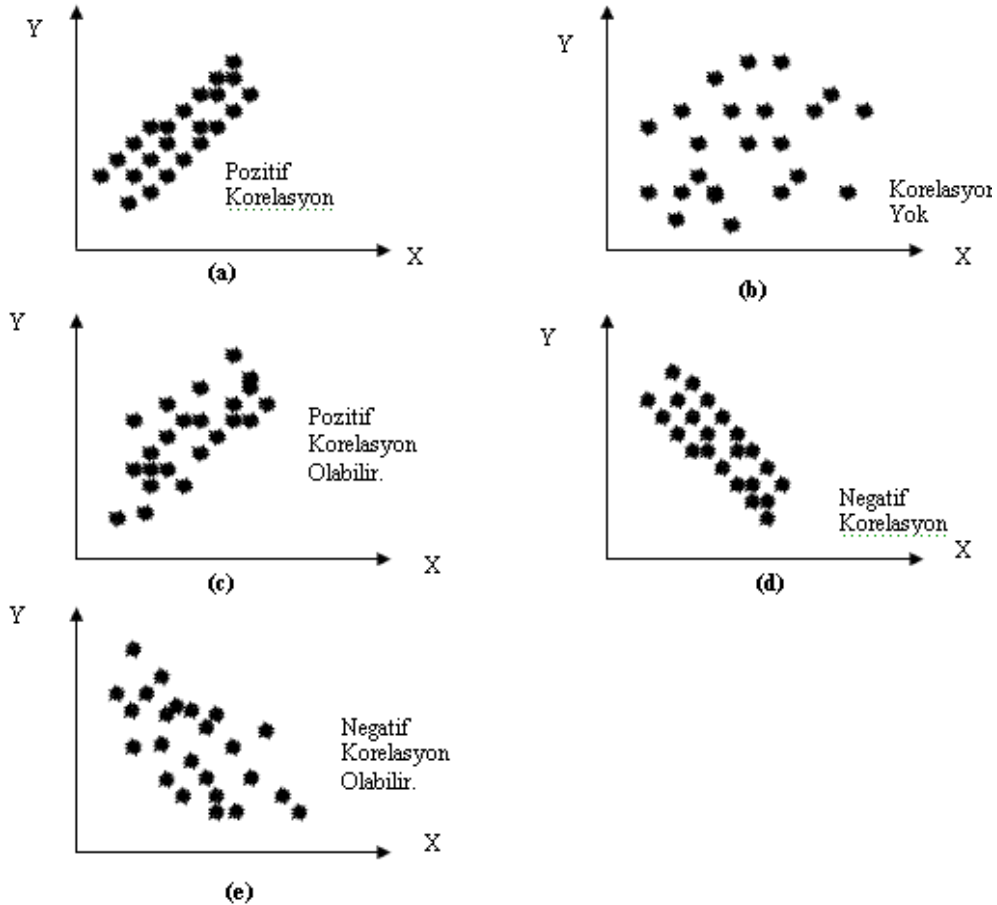
Formüller

$$\sum_{t=1}^n X_t^2 = \sum_{t=1}^n x_t^2 - n.\bar{X}$$

$$\sum_{t=1}^n Y_t^2 = \sum_{t=1}^n y_t^2 - n.\bar{Y}$$

$$\sum_{t=1}^n X_t Y_t = \sum_{t=1}^n x_t y_t - n.\bar{X}.\bar{Y}$$

$$r = \sum_{t=1}^n X_t Y_t / \sqrt{\sum_{t=1}^n X_t^2 \cdot \sum_{t=1}^n Y_t^2}$$



Şekil 6.2 : Korelasyon yorumları

Müşterilere teslim edeceğimiz mamüllerin teslimat süreleri ve hata faktörlerinin ayrı ayrı korelasyon katsayısını ele alalım. Hata türleri ile teslimat süreleri arasında nasıl





$$b_{yx} = \frac{\sum_{t=1}^n X_t Y_t}{\sum_{t=1}^n X_t^2}$$

$$a_{yx} = \bar{Y} - b_{yx} \cdot \bar{X}$$

Bağımlı Değişkeni Tahmin etmek için Denklem

$$\hat{Y}_t = a_{yx} + b_{yx} \cdot X_t$$

Sonuçlar bu denkleme göre tahmin edilir.

### 6.3.4.2.2 Çoklu regresyon

Çoklu Regresyonda Doğrusal regresyondan farklı olarak bağımsız değişken iki veya daha fazla olabilir.

Örnek: Tedarik zincirinde müşterimizin zamanında mamulü bizden teslim alması ilk olarak firma tedarikçisi ve son olarak anlaştığımız lojistik firmasına bağlıdır.

Bu durumda iki tane bağımsız değişkenimiz vardır. Bu iki bağımsız değişkenimizde bizim firmamıza bağlı değildir.

$Y_t$ =Müşteri Teslimat süresi(Bağımlı değişken)

$X_t$ =Tedarikçi teslimat süresi

$Z_t$ = Lojistik firması teslim süresi

$$\hat{Y}_t = a + b \cdot X_t + c \cdot Z_t$$

$$\sum_{t=1}^n X_t Y_t = b \cdot \sum_{t=1}^n X_t^2 + c \cdot \sum_{t=1}^n X_t \cdot Z_t$$

$$\sum_{t=1}^n Z_t Y_t = b \cdot \sum_{t=1}^n X_t Z_t + c \cdot \sum_{t=1}^n Z_t^2$$

**b** ve **c** bulunur.

$$a = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} - c \cdot \bar{Z}$$

$$\sum_{t=1}^n X_t^2 = \sum_{t=1}^n x_t^2 - n.\bar{X}$$

$$\sum_{t=1}^n Y_t^2 = \sum_{t=1}^n y_t^2 - n.\bar{Y}$$

$$\sum_{t=1}^n Z_t^2 = \sum_{t=1}^n z_t^2 - n.\bar{Z}$$

$$\sum_{t=1}^n X_t Y_t = \sum_{t=1}^n x_t y_t - n.\bar{X}.\bar{Y}$$

$$\sum_{t=1}^n X_t Z_t = \sum_{t=1}^n x_t z_t - n.\bar{X}.\bar{Z}$$

$$\sum_{t=1}^n Z_t Y_t = \sum_{t=1}^n z_t y_t - n.\bar{Z}.\bar{Y}$$

Çoklu belirlilik (Determinasyon katsayısı)

$$R^2 = \frac{b \cdot \sum_{t=1}^n X_t Y_t + c \cdot \sum_{t=1}^n Z_t Y_t}{\sum_{t=1}^n X_t^2}$$

Bağımsız değişkenler bağımlı değişkenin % olarak kaçını açıklayabildiğini gösterir. 0-1 arası değer alır ve değişkenler arasındaki şiddetini ortaya koymaktadır.

### 6.3.5 Dağılım

#### Normal dağılım

Ortalama, mod ve medyanının eşit olması yanında ne sivri ne de basık olan dağılımlardır.

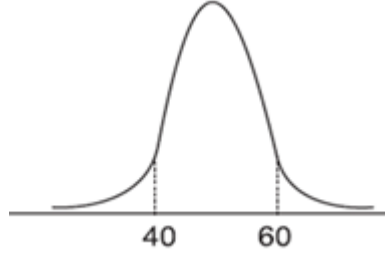
Aritmetik Ortalama= Medyan= mod

Dağılımlarda olasılıklardan alanlara alanlarda z değerlerine z değerlerinden ise sınır (kabul ) değerlerine geçilebilir.

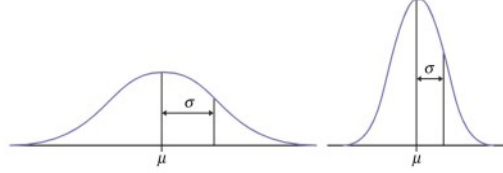
Olasılık  $\longrightarrow$  Alan  $\longrightarrow$  z değer  $\longrightarrow$  Kabul sınırları

#### Sivri dağılım

Simetrik bir dağılımdır. Eğer dağılımın standart sapması küçükse grubun puanları birbirine yakın demektir. Dağılım küçük bir alana sıkıştığı için sivri bir görünüm alır.



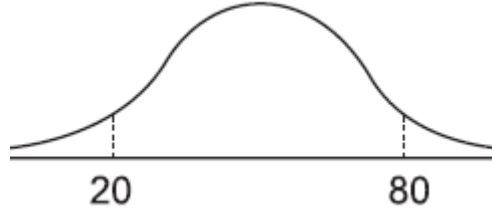
**Şekil 6.3 : Sivri dağılım**



**Şekil 6.4 : Basık ve sivri dağılım**

### **Basık dağılım**

Eğer dağılımın standart sapması büyük ise grubun puanları birbirinden uzak demektir. Dağılım geniş bir alana yayıldığı için geniş bir görünüm alır. Bu dağılıma basık dağılım denir.



**Şekil 6.5 : Basık dağılım**

### **Simetrik dağılım**

$Z = 0$  noktasında dağılımın iki tarafı birbirine eşit olduğundan dağılım simetriktir.

Normal dağılımlar buna örnektir.

### **Asimetrik dağılım**

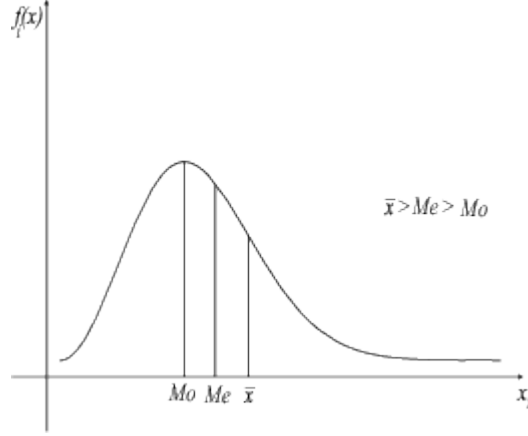
#### **Sağa eğik dağılımlar**

- Bu dağılımın anlamı düşük değerler eğilim yüksektir.

-  $\text{Mod} < \text{Medyan} < X$  'dir

Örneğin;Tedarikçiye teslim sürelerini hesapladığımızda ; süreler düşük çıktığı için erken üretim ve teslimat gerçekleşmektedir. Ortalama veya olması gereken süreden daha hızlı teslimat olmaktadır.

Üretim ve teslimat hızımız iyi olması bir avantaj, Ancak fabrika içi beklemelemlerden dolayı depolama maliyeti yüksek olmakta ve depo alanımız daralmaktadır.



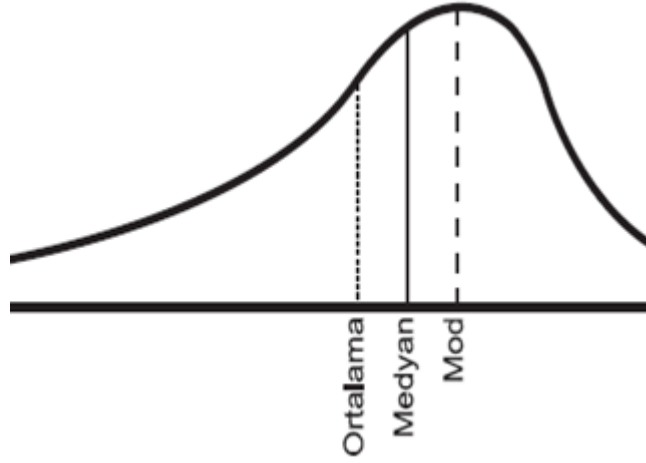
**Şekil 6.6 : Sağa eğik dağılım**

### **Sola eğik dağılımlar**

-Yüksek Değerlere eğilimli olan dağılımlardır.

- $X < \text{Medyan} < \text{Mod}$ 'dur.

Teslimat süresi uzun normalden veya olması gereken süreden uzun sürmektedir. Geç kalmalara eğilim görülmektedir. Müşteri kaybına yol açan bir problem söz konusudur.



Şekil 6.7 : Sola eğik dağılım

### 6.3.6 İstatistiksel tahmin yöntemleri

#### 6.3.6.1 Nokta tahmini

Anakütle parametresini çektiğimiz örneklemden hareketle tek bir sayı(nokta tahmin) veya bu sayıda içeren bir aralık tahmini şeklinde tahmin etmek mümkündür. Nokta tahminde anakütle parametresini tahmin ederken örneklem ortalaması, örneklem oranı, örneklem arasındaki fark veya örneklem oranları arasındaki farkı kullanarak yaparız.

$$\mu_x = \bar{X} \quad \text{Anakütle Ortalaması tahmini}$$

$$\hat{p} = p \quad \text{Anakütle Oranı Tahmini}$$

$$\mu_1 - \mu_2 = \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \quad \text{Anakütle ortalaması arasındaki farkın tahmini}$$

$$\hat{p}_1 - \hat{p}_2 = p_1 - p_2 \quad \text{Anakütle oranlarının Tahmini}$$

#### 6.3.6.2 Aralık tahmini

##### 6.3.6.2.1 Tek anakütle için aralık tahmini

Tek anakütle tedarik zincirine uyarlanırsa bir tedarikçimizin firmamıza farklı zamanlarda gönderdiği hammaddede veya yarımamulün geliş zamanları olabilir. Her bir farklı zaman gönderimi bir örneklem olarak varsayalım.

$X_i$ = Tedarikçimizin i. Zamanda firmamıza gönderdiği teslimat süresi(sipariş verdiğimiz andan itibaren)

$\bar{X}$  =Ortalama tedarik süresi

$N$ =Anakütle birim sayısı

$n$ =Örneklem birim sayısı

$Z$  değeri tedarikçiye güven olasılığımıza bağlı

$$\mu = \bar{X} + -Z.S\bar{X}$$

$S\bar{X} = \sigma \bar{X}$  'in tahmini

$$n/N \cong 0.05 \quad \text{ise} \quad \sqrt{(N-n)/(n-1)}$$

$$\sigma \bar{X} = \sigma / \sqrt{n} \cdot \sqrt{(N-n)/(n-1)}$$

$\sigma$  =Anakütle standart sapması

$$\sigma \bar{X} = \sigma / \sqrt{n}$$

$S$ =Örneklem standart sapması

$$s\bar{X} = s / \sqrt{n}$$

Sonuç: Eğer Üst sınır belirttiğimiz değerden büyükse tedarikçi geç kalma göstermekte ve üretim aksaması olmaktadır. Ancak çok düşük bir değerse de depomuzda yer işgali olmaktadır. Fakat tedarikçimiz için biz değerini düşük olmasını tercih ederiz.

### 6.3.7 Hipotez testleri

Hipotez parametre hakkındaki bir inanıştır. Parametre hakkındaki inancı test etmek için hipotez testi yapılır. Hipotez testleri sayesinde örnekten elde edilen istatistikler aracılığıyla anakütle parametreleri hakkında karar verilir.

Hipotez testinde  $z$  değeri dediğimiz değerlere bakarak karar veririz.  $Z$  değerimiz dağılım üzerindeki alanı belirleyen değerlerdir.  $Z$  değerini sınırimız gibi kabul edebiliriz.

Hipotez testleri çift taraflı ise  $\neq$ şeklindedir.

Hipotez testi tek taraflı ise  $>$  veya  $<$  şeklindedir.

Red Bölgesi

Zhesap  $>$  Zkritik

Zkritik değerimizi anlamlılık düzeyimiz  $\alpha$  belirler. A'yı kabul etmeme yüzdesi veya olasılık bir sınır olarak düşünebiliriz.

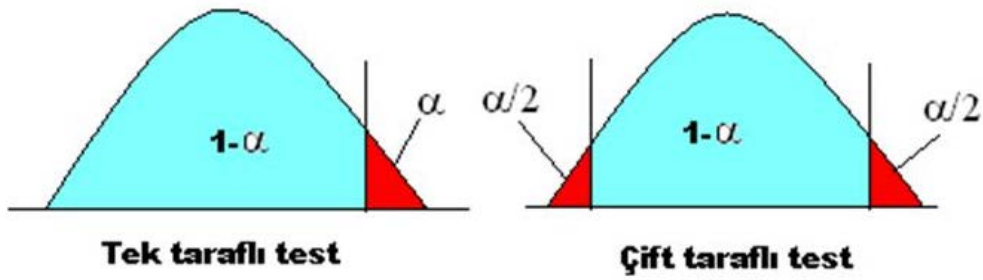
$$z = \left[ \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma \bar{X}} \right]$$

$$z = \left[ \frac{\bar{X} - \mu}{s \bar{X}} \right]$$

Hipotez testinde süregelen duruma uyulup uyulmadığı tahlil edilir.

H0=Süregelen Durum

H1=Karşıt Hipotez



Şekil 6.8 : Tarafına Göre Hipotez Testi Şekilleri

Örnek: H0:Tedarikçimiz bizim belirttiğimiz süre içerisinde teslimat gerçekleştirir.

Tteslimat= Tbelirtilen

H1:Tedarikçimiz belirttiğimizden uzun sürede teslimat eder(tek taraflı).

Geç kalma iddia ediliyor. Üretim aksaması ve sonucunda müşteri memnuniyetsizliği söz konusudur.

Tteslimat> Tbelirtilen

$\alpha$ 'yı biz belirleriz

Çözüm:Tedarikçimizden farklı zamanlarda elde ettiğimiz sürelerden bir örneklem oluştururuz.

$\bar{X}$  =Tedarik sürelerinin ortalaması(örneklemimizin)

$\mu$  = Belirttiğimiz süreyi ortalama anakütle kabul edelim.

$$z_{hesap} = \left[ \frac{\bar{X} - \mu}{s \bar{X}} \right]$$

Zkritik  $\longrightarrow$   $\alpha$ 'yı tablodan bakarak belirleriz



Sonuç:Eğer  $Z_{hesap} > Z_{kritik}$  ise  $H_0$  red yani  $H_1$  kabuldür.

Bu demek oluyor ki :Belirttiğimiz teslimat süresi içerisinde tedarikçimiz teslimat gerçekleştiriyor. Geç kalma söz konusudur.

$Z_{hesap} < Z_{kritik}$  ise  $H_0$  kabuldür. Teslimat belirttiğimiz süre içerisinde gerçekleşmektedir.

Geç kalma söz konusu değildir.

### 6.3.8 Kikare testleri

#### 6.3.8.1 Kikare uygunluk testi

Kikare testide hipotez testi gibi iddialar , hipotezler ve bir kritik değer üzerinden kıyas bakımından benzerdir.

Bu yöntemi tedarik zinciri üzerine uyarlırsak anlaşmalı olduğumuz tedarikçi firmalarımız arasında süreleri bir kriter ölçü olarak belirleyerek teslim sürelerinde yola çıkarak aralarında tedarik süreleri arasında önemli bir farklılık olup olmadığına karar verebiliriz.


$H_0$ :İncelediklerimiz arasında farklılık yoktur.

$H_1$ :Farklılık vardır.

$\chi^2$  tablo değerimizi anlamlılık düzeyimiz  $\alpha$  ve serbestlik derecesi  $v=r-1$  belirler.

$r$ =sattır sayısı(incelediğimiz birim)

$v=r-1$

$\chi^2$ tablo  anlamlılık düzeyimiz  $\alpha$ , serbestlik derecesi  $=r-1$

$$\chi^2_{hesap} = \sum_{i=1}^n (G_i - T)^2 / T$$

$T_i$ =Bulduğumuz ortalama değerler(teorik)

$G_i$ =Gerçek(gözlem) değerleri

Örnek: 5 adet tedarik firmasını ele alalım. Bunların tedarik süreleride gözlemleyeceğimiz değerler olsun.

### Tedarik Süresi

TF1	G1	$(G1-T)^2 / T$
TF2	G2	$(G2-T)^2 / T$
TF3	G3	$(G3-T)^2 / T$
TF4	G4	$(G4-T)^2 / T$
TF5	G5	$(G5-T)^2 / T$

$$\chi^2_{hesap} = \sum_{i=1}^n (G_i - T)^2 / T$$

$$T = (G1 + G2 + G3 + G4 + G5) / 5$$

Sonuç:  $\chi^2_{hesap} > \chi^2_{tablo}$  ise  $H_0$  red edilir. Demek ki tedarik firmaları süreleri arasında farklılık vardır.

$\chi^2_{hesap} < \chi^2_{tablo}$  ise  $H_0$  kabul edilir. Tedarikçi firmaların tedarik süreleri arasında farklılık yoktur. Yani süreler arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

### 6.3.8.2 Kikare bağımsızlık testi

Kikare bağımsızlık testi iki değişken arasında ilişki olup olmadığını belirlememize yardımcı olan bir methodur. İki değişken arasında çırakımımız yardımıyla tedarik zincirinde uygun firmaları belirlemize yardımcı olan bir metoloji olarak kullanılabilir.

$H_0$ : İki değişken arasında ilişki yoktur.

$H_1$ : İki değişken arasında ilişki vardır.

Anlamlılık düzeyimiz  $\alpha$  (BİZ BELİRLERİZ) ve serbestlik derecesi  $V = (r-1) \cdot (c-1)$

$\chi^2_{tablo} \rightarrow \alpha$  ve  $V$ 'ye bakıp tablodan buluruz.

$r$  = satır sayısı

$c$  = sütun sayısı

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r (G_{ij} - T_{ij})^2 / T_{ij}$$

$$T_{ij} = \left( \sum_{j=1}^c G_{ij} \cdot \sum_{i=1}^r G_{ij} \right) / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^c G_{ij} \quad i=1, 2, \dots, r$$

$$\sum_{i=1}^r G_{ij} \quad J=1,2,\dots,\dots,\dots,C$$

Red Bölgesi

$\chi^2 > \chi^2_{\text{tablo}}$  ise hipotezimiz red edilir. İki değişken arasında ilişki vardır.

Örnek: Tedarikçi firmalarımızın(3 tane tedarikçi) bizim firmamıza olan uzaklığı ile bize gönderdikleri ürün(yarı mamul)hasarlı olup olmadığı arasında bir ilişki kurmak problemimiz olsun. Eğer uzaklıkla kusurlu ürün arasında ilişki varsa uygun uzaklıkta(yakın) tedarikçi seçmemiz gerekmektedir.

H0:Tedarikçi uzaklığı ile ürün hasarı arasında ilişki yoktur.

H1=Tedarikçi uzaklığı ile ürün hasarı arasında ilişki vardır.

	Hasarlı Ürün	Hasarsız Ürün	Toplam
TF1	G11	G12	
TF2	G21	G22	
TF3	G31	G32	
Toplam			
<u>G<sub>ij</sub></u>	<u>T<sub>ij</sub></u>		$(G_{ij}-T_{ij})^2/T_{ij}$
G11	$T_{11} = \sum_{j=1}^c G_{1j} \cdot \sum_{i=1}^r G_{i1} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{11}-T_{11})^2/T_{11}$
G12	$T_{12} = \sum_{i=1}^r G_{i2} \cdot \sum_{j=1}^c G_{1j} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{12}-T_{12})^2/T_{12}$
G21	$T_{21} = \sum_{i=1}^r G_{i1} \cdot \sum_{j=1}^c G_{2j} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{21}-T_{21})^2/T_{21}$
G22	$T_{22} = \sum_{i=1}^r G_{i2} \cdot \sum_{j=1}^c G_{2j} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{22}-T_{22})^2/T_{22}$
G31	$T_{31} = \sum_{i=1}^r G_{i1} \cdot \sum_{j=1}^c G_{3j} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{31}-T_{31})^2/T_{31}$
G32	$T_{32} = \sum_{i=1}^r G_{i2} \cdot \sum_{j=1}^c G_{3j} / \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r G_{ij}$		$(G_{32}-T_{32})^2/T_{32}$

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^c \sum_{i=1}^r (G_{ij} - T_{ij})^2 / T_{ij}$$

$\chi^2$  tablo  $\rightarrow V=(3-1).(2-1)=2.1=2, \quad \alpha$

Sonuç:  $\chi^2 > \chi^2$  tablo ise hipotezimiz red edilir. İki değişken arasında ilişki vardır.

Uzaklığın bizim için önemlidir. Olabildiğince kendimize uygun uzaklıkta tedarikçi firma seçmemiz gerekecektir.

Eğer  $\chi^2 < \chi^2$  tablo ise hipotez kabul edilir. Uzaklıkla ürün kusuru arasında ilişki yoktur. Böyle bir durumda uzaklık tedarikçi belirlememizde önemsenecek bir etken değildir.

#### 6.4 Kontrol Aşamasında Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Kontrol grafiklerine bakarak hata sınırlarımızı belli aralıklarda tutabilir ve böylece müdahale edebilir veya düzeltmeler yapabiliriz. Tedarik zinciri sürelerine de böyle bir uygulama uyarlanabilir.

##### Kontrol grafiklerinin yorumlanması

- ✓ Bir nokta ÜKS veya AKS'nin dışında ise, (3-sigma limit)
- ✓ Ardışık üç noktanın iki tanesi 2-sigma limitlerinin dışında ise,
- ✓ Ardışık beş noktanın dört tanesi 1-sigma limitlerinin dışında ise,
- ✓ Ardışık dokuz nokta orta çizginin bir tarafında ise,

Yani noktalar belli bir düzen gösteriyorlar ise, süreç kontrol altında değildir.

##### 6.4.1 X-R kontrol grafikleri

Örnekleme sayısı  $\geq 25$  olmalıdır.

Örnekleme hacmi  $(n) < 10$  ise kullanılır.

Anakütle biliniyorsa

$$\text{ÜKS}_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A.\sigma$$

$$\text{OC}_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{AKS}_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A.\sigma$$

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}$$

$$\dot{ÜKS}_R = D_2 \cdot \sigma$$

$$OC_{\bar{R}} = d_2 \cdot \sigma$$

$$AKS_{\bar{R}} = D_1 \cdot \sigma$$

Anakütle Bilinmiyorsa

$$\dot{ÜKS}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2 \cdot \sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}$$

$$OC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$AKS_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3 \cdot \frac{\bar{R}}{d_2 \cdot \sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$$

$$\dot{ÜKS}_{\bar{R}} = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$OC_{\bar{R}} = \bar{R}$$

$$AKS_{\bar{R}} = D_3 \cdot \bar{R}$$

#### 6.4.2.X-S kontrol grafikleri

$n > 10$  ise bu yöntem kullanılır.

$\bar{X}$  Kontrol Grafiği

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{n-1}}$$

$$\bar{s} = \frac{\sum_{j=1}^m s_j}{m}$$

$$\dot{ÜKS}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3 \cdot \frac{\bar{s}}{c_4 \cdot \sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{s}$$

$$OC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$AKS_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3 \cdot \frac{\bar{s}}{c_4 \cdot \sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{s}$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\bar{s}}{c_4 \cdot \sqrt{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

S Kontrol Grafiği

$$\dot{ÜKS}_s = B_4 \cdot \bar{s}$$

$$OC_s = \bar{s}$$

$$AKS_s = B_3 \cdot \bar{s}$$

$$\sigma_s = \sigma \cdot \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$\dot{U}KS_s = c_4 \cdot \sigma + 3\sigma \cdot \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$OC_s = c_4 \cdot \sigma$$

$$AKS_s = c_4 \cdot \sigma - 3\sigma \cdot \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$B_6 = c_4 + 3 \cdot \sqrt{1 - c_4^2}$$

$$B_5 = c_4 - 3 \cdot \sqrt{1 - c_4^2}$$

$\sigma$  Biliniyorsa

$$\dot{U}KS_s = B_6 \cdot \sigma$$

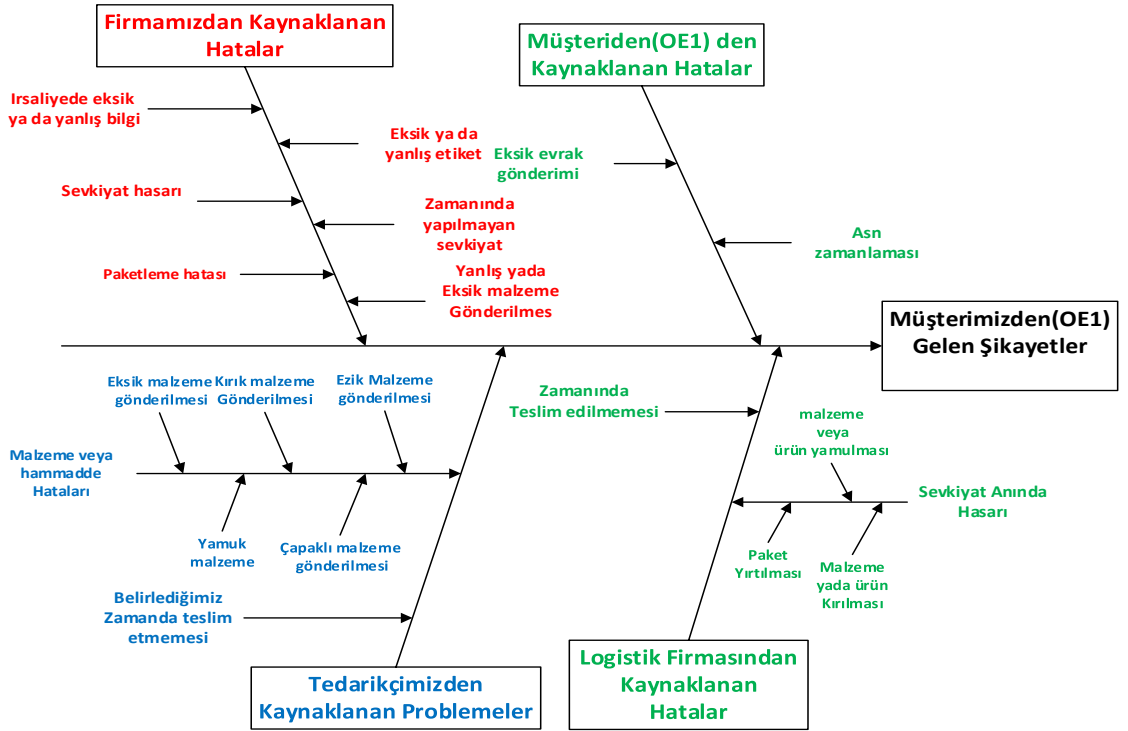
$$OC_s = c_4 \cdot \sigma$$

$$AKS_s = B_5 \cdot \sigma$$

## 7. OTOMOTİV YAN SANAYİSİNDE İSTATİSTİKSEL UYGULAMALAR

### 7.1 Müşteri Şikayetleri Değerlendirilmesi

Müşterimizden gelen şikayetlerin nedenleri ana ve alt gruplara ayrılarak, balık kılıcı kullanılarak sınıflandırıldı.



Şekil 7.1 : Bir otomotiv yan sanayiinde tedarik zinciri uygulamalarına yönelik müşteri şikayetleri balık kılıcı diyagramı

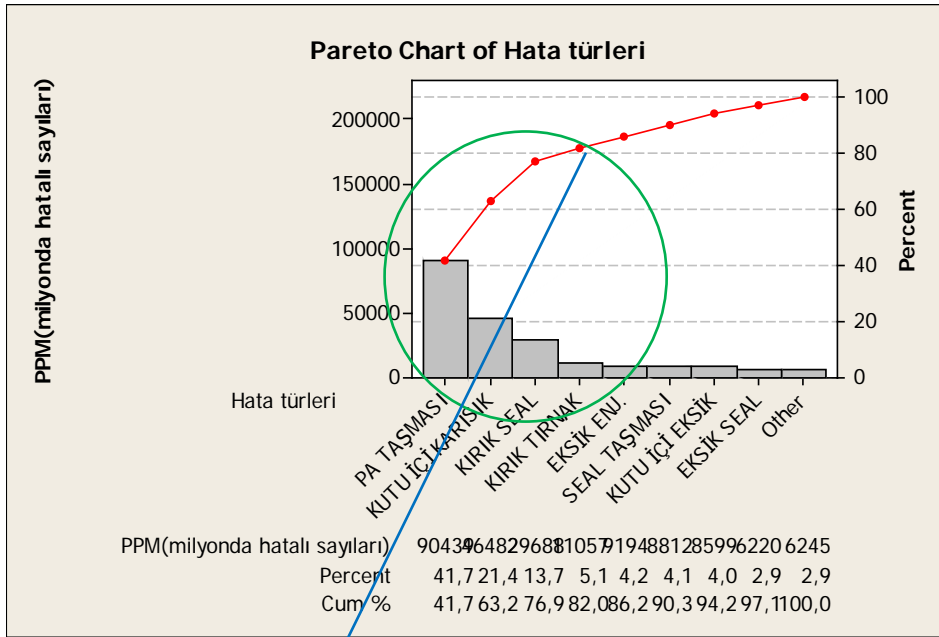
### 7.2 Tedarikçi Değerlendirilmesi

Müşterimize üreteceğimiz ürünlerin tedarik akışını etkileyen malzeme, hammaddemizin kaynağı olan tedarikçimizden kaynaklı hata türlerini sınıflandırıldı.

**Tablo 7.2 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçiden gelen ürünlerle ilgili hata türleri

**Tedarikçiden gelen hata türleri**

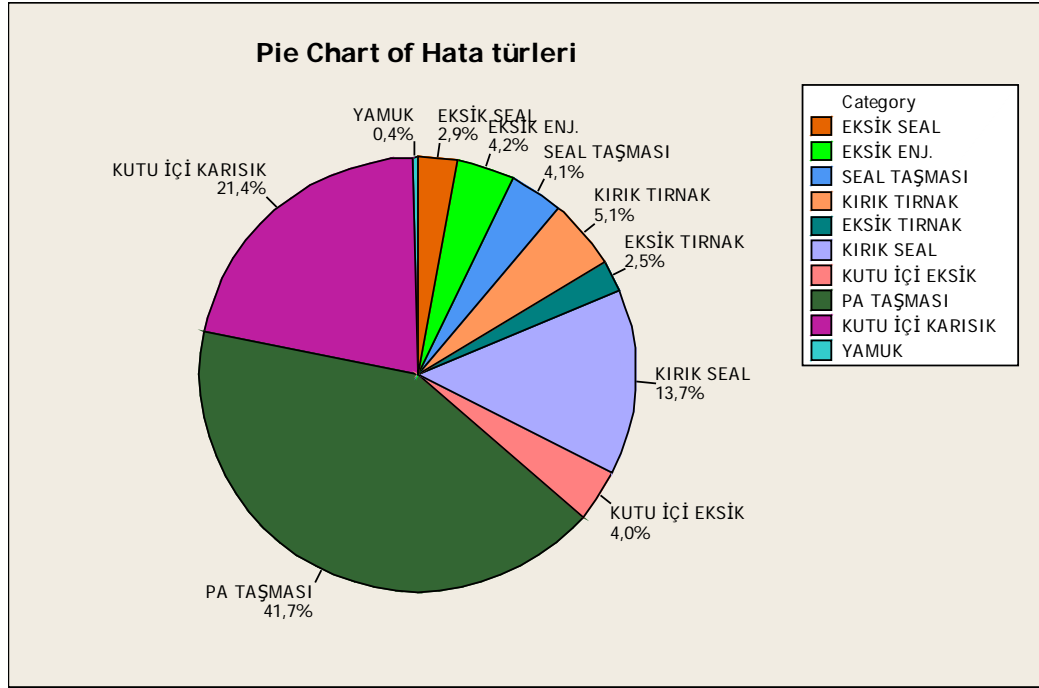
Defect Type	Code	Hata tipi
Missing Seal	01	EKSİK SEAL
Missing Injection	02	EKSİK ENJ.
Excessive Seal	03	SEAL TAŞMASI
Broken Clip	04	KIRIK TIRNAK
Missing Clip	05	EKSİK TIRNAK
Broken Seal	06	KIRIK SEAL
Missing Part	07	KUTU İÇİ EKSİK
Excessive PA	08	PA TAŞMASI
Mix Parts	09	KUTU İÇİ KARISIK
Crushed	10	EZİK
Bent	11	YAMUK
Burr	12	ÇAPAKLI



**Şekil 7.2 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi kaynaklı hata türleri pareto diyagramı

% 80 'lık Kısım bizim için öncelikli hatalardır. Öncelikle düzeltilmesi gereken ve önemli hatalar pareto analizine göre PA taşması, kutu içi karışıklıklar, kırık seal, kırık tırnaktır.

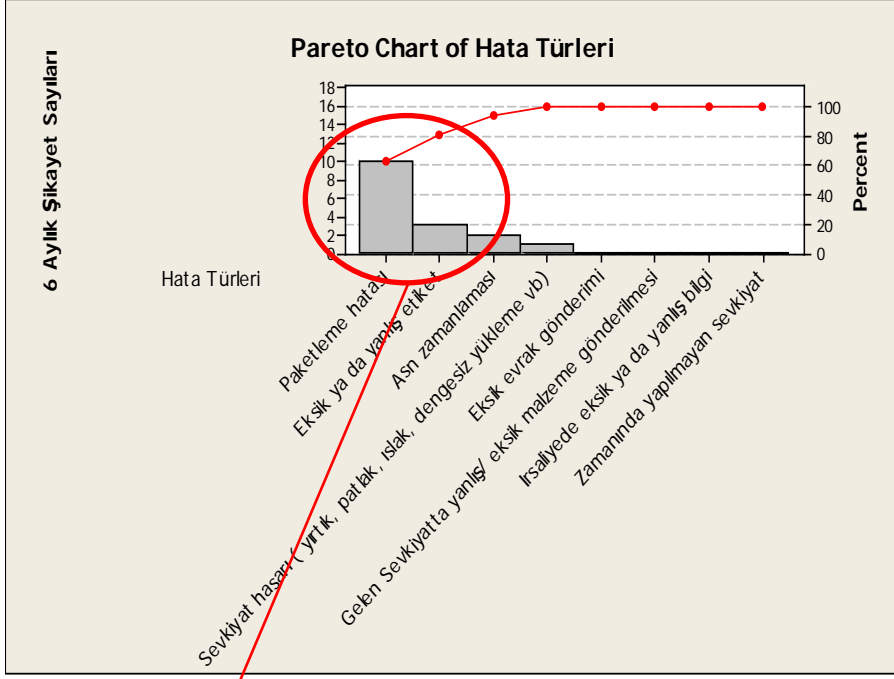




**Şekil 7.3 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikden gelen hata türleri daire grafiği

### 7.3 Sevkiyat Hata Türlerinin Sınıflandırılması

Firmamızda müşterilerimizden gelen tedarik zinciri hataları genellikle sevkiyat hatalarıdır. Sevkiyat hata türleri genel olarak sınıflandırıldı. Sınıflandırma yapılırken altı aylık biriktirilen hatalar türlere ve hata sayılarından yola çıkılarak pareto analizi yapıldı.



**Şekil 7.4 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında sevkiyattan kaynaklanan müşteri şikayetlerinin pareto analizi

% 80'lik kısım öncelikli düzeltilmesi gereken hata türleridir.

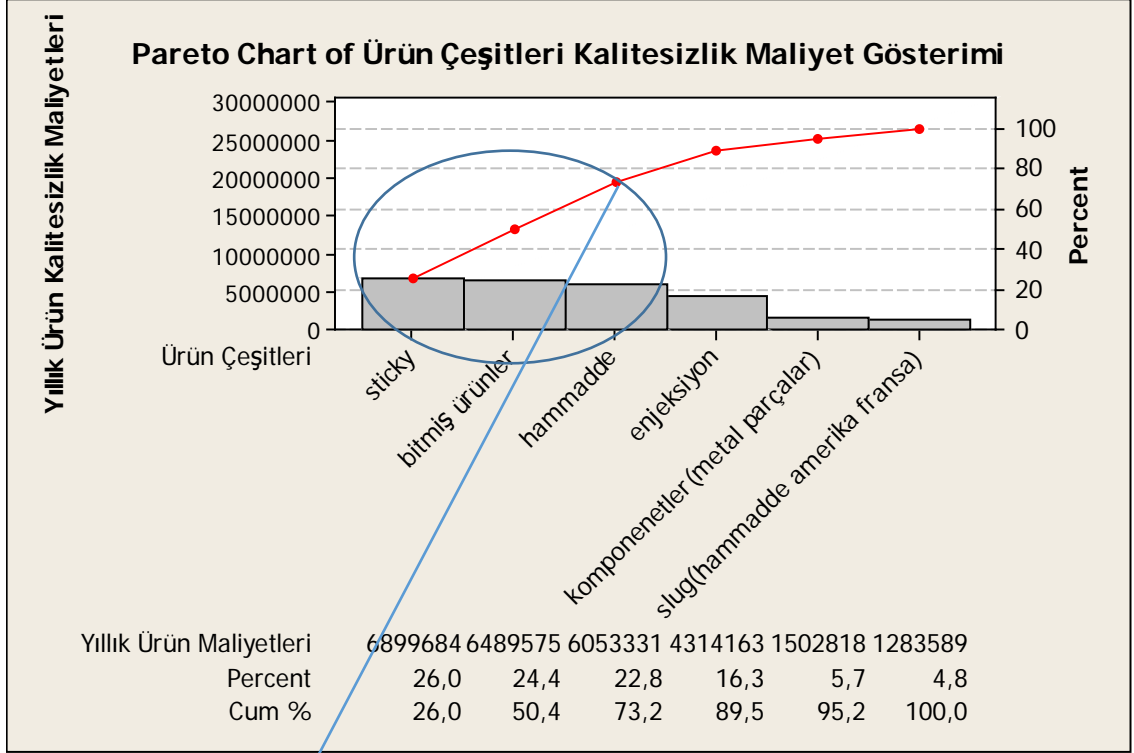
Öncelikli olarak paketleme hatası(firmamızın kaynaklanan) ve eksik veya yanlış etiketlenmesi hata türü düzeltilmeye gidilmelidir.

Üretimden kaynaklanmayan, ürün hatası olmayan fakat süreyi, tedarik zincirini etkileyen hata türleridir. Sözü edilen hata türleri müşterimizden veya firmamızdan kaynaklanmaktadır.

## 7.4 Maliyet Değerlendirilmesi

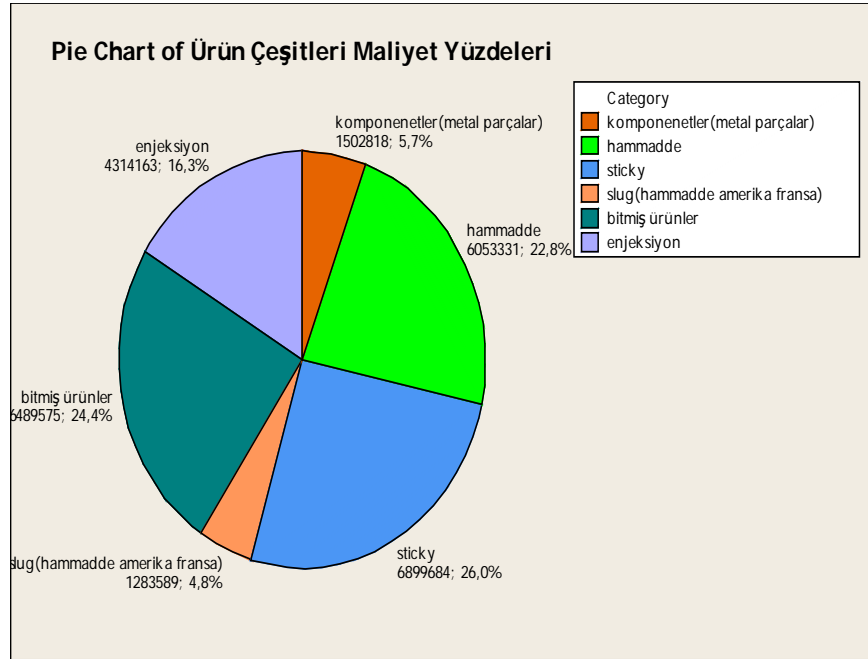
### 7.4.1 Hataların kalitesizlik maliyetleri

Firmamızın tedarik zinciri yönetimi, tedarikçilerimizden gelen hatalı, geç kalan, lojistik şirketi, ürün nakliyatından, müşterimizin eksik sipariş veya yanlış olduğu lojistik firmasından kaynaklanan kalitesizlik maliyetleri hesaplanmıştır.



**Şekil 7.5 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında ürünlerin kalitesizlik maliyetlerinin pareto analizi

Firma için öncelikli düzeltilmesi gereken ürünler sticky, bitmiş ürünler, hammaddedir.



**Şekil 7.6 :** Bir otomotiv yan sanayi firmasında ürün çeşitlerinin kalitesizlik maliyetleri daire grafiği

Sticky , bitmiş ürünler, hammadde firmamıza en çok kalitesizlik maliyeti getiren unsurlar. Bahsedilen hammadde zararı tedarikçi firmamızdan kaynaklanmaktadır. Bitmiş ürünlerimizin kalitesizlik maliyetleri ise daha önceki grafiklerde gösterilen genellikle paketlenme veya dengesiz yüklemelerden kaynaklanan firmamıza ait hatalardır.

## 8. SONUÇ

Saha çalışması, Bursa bölgesinde otomotiv yan sanayiinde üretim faaliyetinde bulunan bir firmada gerçekleştirilmiştir. Firma ISO TS 16949 otomotivde kalite yönetim sistemini kurmuş ve başarılı bir şekilde sürdürmektedir. Firmanın mevcut kalite yönetim sisteminin sürekli gelişim yaklaşımına uyum sağlamak için takip ettiği toplam kalite araçlarından birisi firmanın tüm bölümlerinde alınan eğitimlerle uygulanmaya başlanan Altı Sigma metodolojisidir.

Firmada Altı Sigma metodolojisi uygulanırken Tablo 4.6' da belirtildiği gibi yapılan çalışmalar konusuna uygulanan istatistiki metotların türü ve kapsamı ayrıca geliştirilmelidir. Genel olarak herhangi bir firmada tedarik zinciri yönetiminin Altı Sigma yaklaşımı ile etkin uygulanması için yukarıda belirtilen istatistiki metotların biri veya daha fazlası mutlaka uygulanmalı, üzerinde iyileştirme veya geliştirme yapılan yöntem ve uygulamalar firmaya benimsetilmelidir.

Her gerçekleştirilen yeni uygulamanın firmaya ait Altı Sigma uygulama prosedürüne uygunluğu veya doğru bir yol izlenip izlenmediği istatistiki kontrol ve analiz yöntemleriyle ölçülerek değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada kullanılan veriler saha çalışması yapılan firmanın geçmişte yaptığı üretim faaliyetlerine ait kayıtlar incelenip gözden geçirilerek değerlendirilmiş ve Altı Sigma uygulamaları kapsamında dikkate alınan potansiyel ve gerçek hatalar istatistiksel yöntemlere göre analiz edilmiş ve hataların ana nedenleri bulunmuştur. Bulunan ana nedenler balık kılçığı, histogram, daire diyagramları ile derecelendirilmiş ve çıkan sonuçlara göre pareto diyagramı oluşturularak öncelik verilmesi gereken düzeltici faaliyetler için önerilerde bulunulmuştur. Firmaya tedarik zincirinde Altı Sigma alt yapısı tanıtılmış ve kazandırılmıştır.



## KAYNAKLAR

- Akın B.**, 1996: 'ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri', Bilim Teknik Yayınevi, , İstanbul
- Amer Y.,Luong L.,Lee s.**, August 2009 'Optimizing Order Fulfilment in a Global Retail Supply Chain', 27, Elsevier journal, Australia
- Allen T.**, .; Introduction to Engineering Statistic and Six Sigma', Springer, USA
- Cudney E.A.,Rodney K.**, 2011,' Implementing Lean Six Sigma Throughout the Supply Chain',978-1-4398-2814-4, CRC Productivity Press, Newyork
- Doğu E., Firuzan A.R.**, 2008,Statistical Approach to Quality Improvement and Six Sigma Improvement Model(DMAIC), Journal of Yasar Univ. 3(9), 1093-1110
- Gürsakal N.**, November 2008'Betimsel İstatistik',4. Baskı, Dora Yayıncılık, 978 605 4118 04 5, Bursa
- Gürsakal N.** February 2009,'Çıkarımsal İstatistik', 4. Baskı,Dora Yayıncılık, 978-605-4118-09-0, Bursa
- Işığışok Erkan**, Mart 2005,'Toplam Kalite Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol',1. Baskı,Ezgi Kitabevi, 975-8606-42-5, Bursa
- Larson A.**, 2003, Demystifying Six Sigma(A Company-Wide Approach to Continuous Improvement),Amacom,0-8144-7184-6, USA Newyork
- Martin J.W.**, 2008 'Operational Excellence Using Lean Six Sigma to Translate Customer Value through Global Supply Chains ', Auerbach
- Serper ö.** August 2004 'Uygulamalı İstatistik 2' ,5. Baskı, Ezgi Kitabevi, 975-7763-90-X, ,Bursa
- Parast M.**, January 2010,The Effect Six Sigma on Innovation and Firm Performance', 26, Elsevier Journal,USA
- Stamatas D.H.** 2004,'Six sigma Fundamentals :a complete guide to system, methods and tools',1-56327-292-x,Productivity presS, ,Newyork
- Pyzek T.**, 2003, 'The six sigma Project planner', Mcgraw-hill,
- Thomsett M.**, 2005, 'Getting in Started Six Sigma'
- Tekin M.** 2013,'Toplam Kalite Yönetimi',8. Baskı, Eralp Yayınevi,978-605-80331-8-6, November, Konya





## ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Muhsine SARU  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** Bursa/18.10.1989  
**E-Posta:** muhsinesaru@hotmail.com  
**Lisans:** Uludağ Üniversitesi  
Endüstri Mühendisliği  
Bölümü(2008-2012)



## TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

**Erbıyık H.,Saru M.**, 2015. Six Sigma Implementations in Supply Chain: An Application for An Automotive Subsidiary Industry in Bursa – Turkey,1877-0428 © 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd. Peer-review under responsibility of Istanbul Univeristy