

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ ÜRETİM**  
**SÜRECİNİN 6 SİGMA YAKLAŞIMI İLE İYİLEŞTİRİLMESİ**

**SEVCAN ŞENKAYA**

**KOCAELİ 2019**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ ÜRETİM**  
**SÜRECİNİN 6 SİGMA YAKLAŞIMI İLE İYİLEŞTİRİLMESİ**

**SEVCAN ŞENKAYA**

**Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN**  
**Danışman, Kocaeli Üniversitesi**  
**Dr. Öğr. Üyesi Mehlika KOCABAŞ AKAY**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi**  
**Dr. Öğr. Üyesi Alparslan Serhat DEMİR**  
**Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi**

  
.....  
  
.....  
  
.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 01.11.2019**

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Tez çalışmama değerli katkılarından dolayı danışmanım Doç. Dr. Üyesi Yıldız Şahin'e, Altı Sigma Kara Kuşığı Sn. Jos Hijkoop'a, manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

Temmuz – 2019

Sevcan ŞENKAYA



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	viii
GİRİŞ .....	1
1. ALTI SİGMAYA GENEL BAKIŞ .....	3
1.1. Altı Sigma Tanımı.....	3
1.2. Altı Sigma Tarihsel Gelişimi .....	6
1.3. Otomotiv Sektöründe Altı Sigma.....	8
1.4. Altı Sigma Önemi .....	9
1.6. Altı Sigma Başarı Örnekleri.....	11
2. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU .....	13
2.1. Altı Sigma Uygulanabilirliğinin Tespiti .....	13
2.2. Altı Sigma'da Proje Seçimi.....	14
2.3. Üst Kalite Konseyi .....	15
2.4. Yönetim Temsilcisi .....	17
2.5. Kalite Şampiyonu.....	17
2.6. Uzman Kara Kuşak .....	18
2.7. Kara Kuşak.....	18
2.8. Yeşil Kuşak .....	19
3. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ.....	21
3.1. Değişkenliğin Azaltılması .....	21
3.2. DMAIC Yaklaşımı .....	22
3.2.1. Tanımlama .....	26
3.2.2. Ölçme.....	28
3.2.3. Analiz.....	31
3.2.4. İyileştirme .....	32
3.2.5. Kontrol.....	33
4. ALTI SİGMA UYGULAMA ARAÇLARI.....	36
4.1. Proje Onay Formu .....	36
4.2. SIPOC Diyagramı .....	37
4.3. Süreç Haritası.....	38
4.4. Kontrol Listesi.....	40
4.4.1. Pareto analizi.....	41
4.4.2. Balık kılçığı.....	43
4.4.2.1. Balık kılçığı diyagramı uygulanması .....	45
4.4.3. Ağaç diyagramı.....	45
4.4.4. İlişki diyagramı .....	46
4.4.5. Hata modları ve etkileri analizi.....	47
4.4.5.1. Hata modu ve etkileri analizi faydaları .....	48

4.4.5.2. Hata modu ve etkileri analizi amaçları.....	48
4.4.5.3. Hata modu ve etkileri analizi türleri.....	50
4.5. Deney Tasarımı .....	50
4.6. Beyin Fırtınası.....	51
4.7. Kıyaslama (Benchmark).....	52
4.8. Müşteri Sesi.....	54
5. UYGULAMA .....	57
5.1. Tedarikçi Proje Seçim Aşaması .....	58
5.2. Tanımlama Aşaması.....	59
5.3 Ölçüm Aşaması .....	63
5.4. Analiz Aşaması .....	68
5.5. İyileştirme Aşaması.....	72
5.6. Kontrol Aşaması .....	74
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	77
KAYNAKLAR .....	78
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER .....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	81

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Deming'in PUKY döngüsü.....	23
Şekil 3.2.	TÖAİK iyileştirme modeli.....	24
Şekil 4.1.	SIPOC diyagramı.....	38
Şekil 4.2.	Akış diyagramı.....	39
Şekil 4.3.	Süreç haritası sembolleri.....	40
Şekil 4.4.	Örnek pareto diyagramı.....	43
Şekil 4.5.	Balık kılçığı diyagramı.....	44
Şekil 4.6.	Örnek ağaç diyagramı.....	46
Şekil 4.7.	FMEA amacı.....	48
Şekil 4.8.	Fmea prosesi.....	49
Şekil 5.1.	Müşteri – Tedarikçi ilişkisi.....	58
Şekil 5.2.	Müşteri çıkan hata adedi grafiği.....	60
Şekil 5.3.	6 Sigma tablosu.....	61
Şekil 5.4.	BMW müşteri şikayeti grafiği (5 ve 4; tedarikçi kaynaklı, 3 ve 2; üretim kaynaklı).....	62
Şekil 5.5.	Hatalı ürün fotoğrafı.....	63
Şekil 5.6.	Neden sonuç diyagramı.....	64
Şekil 5.7.	Silindir tüp teknik resim.....	64
Şekil 5.8.	Çap kapabilite grafiği.....	67
Şekil 5.9.	Mikroskop sonucu ( soldaki; uygun ürün, sağdaki uygun olmayan ürün).....	69
Şekil 5.10.	IMDS verileri.....	70
Şekil 5.11.	Tedarikçi proses FMEA kesiti.....	71
Şekil 5.12.	Güncellenmiş teknik resim.....	73
Şekil 5.13.	Operatör eğitim formu.....	73

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Özellik limitlerinde bulunma yüzdeleri ve ppm değerleri .....	5
Tablo 3.1.	Sigma düzeyleri ve kalite maliyetleri .....	21
Tablo 3.2.	TÖAİK özet tablo .....	24
Tablo 4.1.	Örnek kontrol tablosu .....	41
Tablo 4.2.	Örnek hata tablosu .....	42
Tablo 5.1.	Müşteri – Tedarikçi ilişkisi (son 6 aylık).....	59
Tablo 5.2.	Müşteri bazlı son 6 aylık üretim-uygunsuz parça listesi.....	60
Tablo 5.3.	Müşteri bazlı son 6 aylık hidrolik sistem dpmu değerleri ve 6 sigma karşılıkları .....	61
Tablo 5.4.	Uygun olmayan ürün ölçüm tablosu .....	65
Tablo 5.5.	Uygun ürün ölçüm tablosu.....	66
Tablo 5.6.	Test sonuçları.....	68
Tablo 5.7.	Kontrol planı.....	74
Tablo 5.8.	Örnek giriş kalite kontrol formu .....	74
Tablo 5.9.	Bitmiş ürün ölçüm raporu .....	76

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

ANOVA	: Analysis Of Variance Between Groups (Gruplar Arasındaki Varyans Analizi)
APQP	: Advanced Product Quality Planning (İleri Ürün Kalite Planlaması)
ASQC	: American Society of Quality Control (Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu)
DT	: Deneş Tasarımı
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis (Hata Modları ve Etkileri Analizi)
İSK	: İstatistiksel Süreç Kontrolü
PÖK	: Proje Öncelik Katsayısı
PPM	: Parts Per Million (Milyon Parçada Hatalı Adedi)
PUKY	: Planla, Uygula, Kontrol Et, Yap
R/R	: Repeatibility and Reproducibility (Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilirlik)
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TÖAİK	: Tanımla, Ölç, Analiz et, İyileştir, Kontrol
6σ	: Altı Sigma



## OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ ÜRETİM SÜRECİNİN 6 SİGMA YAKLAŞIMI İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

### ÖZET

Yapılan çalışmanın hedefi son zamanlarda prosesin ve üretilen ürünlerdeki kalitenin devamlı olarak iyileşmesinin gerçekleştirilmesi için kullanılan Altı Sigma yaklaşımını tanıtmak ve kullanım amacını belirtmektir. Çok yönlü Altı Sigma yaklaşımı alt basamakta Altı Sigma anlayışı ve araçlarından yararlanılan fakat çemberin tam ortasına her zaman müşteriye koymayı hedefleyen ve hedefin ciddi bir şekilde üzerinde durulduğu bir yaklaşımdır. Bu sebeple analiz için genel anlamda Altı Sigma yaklaşımı hakkında da bilgi verilmektedir. Altı Sigma ulusal ve uluslararası firmalar tarafından hassas ve kritik bir yaklaşım olarak benimsenmekte ve uygulanmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde altı sigma tanımı, tarihsel gelişimi, otomotiv sektöründeki yeri ve kullanımı, önemi, temel ilkeleri ve başarı örnekleri konularına değinilmektedir. İkinci bölümde Altı Sigma'nın uygulanabilirliğinin tespiti, proje seçimi, ve ekipte roller olan kişilerin genel görevleri ve nitelikleri aktarılmaktadır. Üçüncü bölümde Altı Sigma'nın temel yöntemi olan DMAIC (TÖAİK) (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) metodolojileri detaylı olarak açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde Altı Sigma proje aşamalarındaki uygulama araçları birer birer açıklanmıştır. Beşinci bölümde otomotiv sektöründe yer alan köklü bir firmada tedarikçi bakış açısından, TÖAİK metodolojisiyle uygulanan Altı Sigma İyileştirme Projesine yer verilmektedir. Çalışmanın sonuçları altıncı bölümde irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Analiz, Benchmark, İyileştirme, Otomotiv, 6 Sigma.

## **IMPROVEMENT OF THE SUPPLIER PRODUCTION PROCESS IN THE AUTOMOTIVE AREA WITH 6 SIGMA APPROACHES**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study is to introduce and define the goal of Six Sigma approach which has been implemented to gain improvements in process and product quality in the recently. All purpose of the Six Sigma approach, which is based on Six Sigma approach and uses Six Sigma tools, emphasizes the importance of focusing on the customer at every implementation step. That's why Six Sigma approach and Six Sigma tools are explained in this study. Six Sigma is sensitive and critical management program and used by local and global companies. In the first chapter, definition of Six Sigma, historical development of the six sigma, automotive area of the six sigma, importance of the six sigma, guideline and some Six Sigma success stories of world's biggest companies are explained. Second chapter feasibility determined, select the project keys and define the each team member key roles of this approach are explained. In the third chapter Six Sigma methodology, DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) and DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify) are explained with details. Fourth chapter includes the tools used in Six Sigma projects. A Six Sigma improvement project has been implemented in a Six Sigma at automotive production supplier plant and explained in the fifth chapter. Conclusions of the study are highlighted in the sixth chapter.

**Keywords:** Analysis, Benchmark, Improve, Automotive, A Six Sigma.

## GİRİŞ

Hızla gelişen rekabet ortamında pazar şartları hızlıca değişmektedir. Sürekli gelişen teknoloji ve rekabet içerisinde güncel olarak iyileşmek amaç halini almıştır. Aynı zamanda sanayi ve özellikle otomotiv şirketleri açısından bakıldığında müşteri beklentileri gün geçtikçe artmakta ve paralelinde içerik ve şekil değiştirmektedir. Geçen zamanla birlikte yenilikçi bir yapının oluşması pazar payını küçültmekte ve çekişmeyi arttırmaktadır. Günümüz teknolojisiyle iletişimin yaygın hale gelmesi ilgili ekibi çalışabileceği alanlara taşımaktadır. Büyük çekişme ve tehlike durumunda şirketlerin politikası da yön değiştirerek “firmanın hangi durumu başarılı kılacağı ” değil, “firmanın hangi durumda başarısını sürdüreceğidir.” Hedeflenen mevcut olarak sağlanan çekişme durumu değil, firmanın sürece dahil olarak ve devamlı bir şekilde yürütülmesinin yollarının aranmasıdır.

Sistemin içerisinde rekabet halinde olabilmek için müşterinin beklenti karşılığını maksimum seviyede koruyarak son dönemlerde olmazsa olmazdır. Müşteri memnuniyetini sağlıyor olmak, bütün aşamalarda kaliteyi ön planda tutma zorunluluğunu taşımaktadır. Böylelikle 6 Sigma, işletmelere bir yön verme özelliği taşımaktadır.

Günümüz şartlarında büyük çekişme ortamında ürün ve ürün sonrası faaliyetlerin kalite seviyesinin devamlı iyileştirilmesi gerekliliği meydana gelmektedir. İşveren politikası gereği kalite ön planda tutulmaz ve gereken önem gösterilmez ise paralelinde müşteri karşısında güvenilirlik ve prestij kaybı kaçınılmaz son olacaktır. Devamında da yeni projeleri alma şansı ve hali hazırda anlaşılmış olan projeleri kaybetme riski dahi mevcuttur. Bir diğer açıdan ise, işletme içerisindeki hurda miktarlarının artması şirketi ciddi kazanç kaybına sürükler ve ilgili hatalı ürünün müşteriye gitmesi durumunda çıkacak olan ayıklama ve ekstra çalışma yükü maliyetlerini düşündüğümüzde kayıp öngörülenden fazla olacaktır. Bu sebeple kaliteyi ve kalitenin sürekli sürdürülebilirliğini sağlamak şirketlerin hedeflerinin üst

sıralarında olmalıdır. Aksi takdirde piyasada kalma ihtimali gün geçtikçe düşmek durumundadır.

Geçmişten günümüze yaşanan gelişmelerle birlikte sistemin günümüzde bizleri getirdiği süreç minimum maliyetlerle ve maksimum kalitede ürün üretmek yahut ürün sonrası durumlarla ilgilenme mecburiyetidir. Altı sigma sayesinde fazla bir seçeneğe fırsat bırakmadan yeni bir ürün ve sıfır hata felsefesi olarak karşımıza çıkmaktadır.



## 1. ALTI SİGMAYA GENEL BAKIŞ

### 1.1. Altı Sigma Tanımı

Altı Sigma adına literatürde birçok tanımlama mevcuttur. Belirtilen tanımlamalara göre Altı Sigma;

TKY'ye göre kritik kısımlarından biri olan proseslerin ve akışın kalitesinin ölçümü ve kontrolünde uygulanan bir yöntemdir. Ek olarak organizasyonun ana basamaklarını, müşteri taleplerine hitap edecek şekilde gözden geçirmek ve iyileştiriyor olmak için; şuanda ve gelecekte tüm ekip bilgilerinin ve nicel analiz yöntemlerinin efektif bir şekilde kullanılıyor olmasıdır. içerisinde etkili araçları içerdiği bir teknik program gibi gözüküyor olsa da, gerçekte yönetsel ve etkinsel bir gelişim planıdır (Çelebi, 2006).

Benzer paralellikte hem girdileri hem de çıktıları geliştirmeye amaçlı yöntemdir (Eckes, 2005: 11).

Genel kalite sorunlarının kök sebeplerini bulmak ve kontrol altına almak için nicel yöntemlerle veri analizi gerçekleştirerek kaliteyi maksimize eden bir felsefedir (Markarian, 2004).

Problem riskini milyonda 3,4'e indirmeyi amaçlayan bir kalite iyileştirme yaklaşımıdır (Sokovic ve Pavletic, 2005).

Prosesleri aynı zamanda çıktuları sistemsel ve bilişsel anlayışlarla müşteri taleplerine istinaden geliştirmek ve sistem verimliliğini devamlı hale getirmek için verileri ve nicel gereçleri kullanan, en önemli başarı kriterlerine istinaden kalite ve verimliliğe proje yönetimiyle yürütülen bir sistemdir (Işığışok, 2005).

Kusursuzu hedef alan ürünler ve hizmetleri iyileştirmede ve geliştirmede aracı olan niceliksel bir anlayıştır (Dağlıoğlu ve diğerleri, 2002: 132).

Müşteri gereksinim ve taleplerinin düzgün ve net olarak anlaşılıyor olması; durumların, elde edilen verilerin ve niceliksel olarak yapılan analizlerin sistemli bir şekilde kullanımı ve proseslerin yönetim aşaması, geliştirilmesi ve tekrar düzenlenmesi yaklaşımlarına dikkat çeken bir sistemdir (Kasa, 2003).

Tüm bunların yanında Altı Sigmanın firmadaki bütün etkinliklerinde faaliyette olması gereklidir. İlgili kısımlarda Altı Sigma, minimum hata ve minimum tolerans ile kusursuzluğu hedef alan gösterge parametrelerinin niceliksel ölçüm ve analizini yapmaktadır. Yöntem, bir operasyonel sorunu niceliksel hale getirip; kanıtlanmış nicel araçlardan yararlanarak elde edilen sonucu tekrar pratiksel faaliyete çevirebilmektedir (Baş, 2003).

Proses dahilinde sistematik şekilde faaliyete geçirilen nicel (kantitatif) gereçler neticesinde (Ada ve Aracıoğlu, 2004);

- Kusur verileri azalır,
- Çevrim süresi azalır,
- Stoklama seviyeleri azalır,
- Verimlilik yükselir,
- Maliyet düşer,
- Müşteri memnuniyeti yükselir.

Rakiplerden sıyrılma ve avantajlılık en üst seviyelere gelmektedir.

Güder ve Tokcan da (2012: 47) aynı biçimde, Altı Sigma ile bir kısım ya da Etkinlikten ziyade; bütün bölümlerin ve firma anlayışının değişiklik gösterip geliştireceğini savunmaktadır.

Tanımlamalardan anlaşılın Altı Sigma; maksimum müşteri memnuniyeti, minimum hata, maksimum performans ölçütünü baz alan niteliksel bir sistemdir.

Bir başka ifade ile kullanılan yol, en üst seviyede içeride ve dışarıdaki müşteri memnuniyetine ve başarının sürdürülebilir olmasına yoğunlaşmaktadır.

İlgili işletmenin ürün, hizmet ve süreçlerine benzeyen ya da benzemeyen diğer ürün, hizmet ve prosesleri değerlendirmeye fırsat vermektedir. Böylelikle şirketin bu durumlar açısından diğer şirketlerden ne derece önde yahut geride olduğu

görülmektedir. Örnek olarak, bir prosesin altı sigma kalite seviyesinde olması, kendi kulvarının en iyilerinden olduğu anlamına gelmektedir. Bu seviyedeki bir proses, bir milyon üründe yalnızca 3 adet problemlili ürün meydana getirmektedir. Bir diğer prosesin ise 4 sigma kalite seviyesinde olması, firmanın ortalama bir seviyede gittiği anlaşılmaktadır. Bu durum, bir milyonluk üretimde 6200 problemlili ürün üretildiği anlamına gelmektedir (Ataş, 2001). Dünya standartlarındaki performans, “6 sigma” ve üzeri olarak kabul edilmektedir (Gürsakal, 2005: 187). Özet olarak sigma seviyesi, proseslerin verimliliği için kullanılan bir kıstastır. Süreçlerin sigma seviyelerinin yükselmesi, değişkenliliğin ve problem verilerinin düşmesi anlamına gelmektedir (Bkz. Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Özellik limitlerinde bulunma yüzdeleri ve ppm değerleri (URL-7)

Özellik Limitleri	Yüzde (%)	Milyonda Kusur Sayısı
± 1	68,27	317300
± 2	95,45	45500
± 3	99,73	2700
± 4	99,9937	63
± 5	99,999943	0,57
± 6	99,999,998	0,002

Örneğin 3,9 sigma kalite seviyesindeki fabrikada proses kapasitesi % 99’dur. 6 Sigma’nın hedeflediği 6 sigma ile 3,9 sigma bağlamındaki farklılık, örnek olarak elektrik üretimi olan bir işletmede proses yeterliliği % 99 seviyesinde (3,9 sigma) kabul edilirse, işletmede ortalama aylık kesinti süresi yedi nokta iki saat ise; aynı işletmede Altı Sigma prosesi yapıldığında (proses yeterliliği 3,9’dan altı sigmaya yükseltildiğinde) ilgili süre sekiz nokta sekiz saniyeye düşmektedir. Böylelikle çözümcül, kontrol edilebilen ve iyileştirilebilen seviyeye getirilen proseslerdeki farklılıklar düştükçe; süreçteki hata payları da düşmüş olur. Yukarıdaki örnekte her iki yeterlilik seviyesi de sonuç olarak % 99’dur, fakat farklılık kritik bir hata oranını meydana çıkarmaktadır. 3,9 sigma seviyesi % 99,18; altı sigma seviyesi ise % 99,99 seviyesinde yeterliliğe denk gelir. Bu aşamada 6 Sigma, her bir olayın rakamlarla gösterilmesinin önemini gözle görülür bir biçimde ortaya koymaktadır (Polat, 2008: 21).

Baş (2003), Altı Sigma metodunun temel yönlerini aşağıdaki gibi özetlemektedir;

- Yönetimin Stratejisidir: Motorola ve öteki firmaları hedefe ulaştıran yönetim stratejisidir.
- Amaç: Milyon tane üretilen ürün başına 3,4 hata oranı ile kusursuza en yakın olan müşteri tatmini hedeflemesi mevcuttur.
- Nicel Metod: Ürün ve proseslerdeki farklılığı minimum indirmek hedefi için kullanılan başarılı bir tekniktir.
- Kültürel Devrim: Müşterinin memnun kalması, karlılığın maksimuma çıkarılması ve piyasanın genişlemesi adına olması gereken kültürel bir farklılıktır.

## 1.2. Altı Sigma Tarihsel Gelişimi

“Sigma” yunan alfabesinde kullanılan bir harf olarak bilinir. Büyük harf sigma ( $\Sigma$ ) matematik biliminde toplam simgesi olarak kullanılır, küçük harf sigma ( $\sigma$ ) ise standart sapmanın ifadesi olarak belirtilir ve istatistik - niceliksel proses kontrolünde kritik bir ölçü birimi olarak bilinir. Standart sapma bir dağılma, yayılma, sapma, farklılaşma ölçütüdür. Belirli şartlar altında oluşan değerler arasında farklılaşma arttıkça standart sapma da artar ve farklılık azaldıkça da azalır. Ek olarak sigma verisi sorunların hangi frekansta oluştuğunu belirttiği gibi fazla olan sigma değeri az olan hata olasılığını açıklamış olur. Dolayısıyla sigma seviyesi artarken maliyet ve çevrim zamanı azalmakta, aynı zamanda müşteri memnuniyeti de artmaktadır (Öztürk, 2009: 449–450).

Altı sigma; ilk kez Jack Welch ve arkadaşları tarafından ortaya çıkarılmış bir tekniktir (Dirgo, 2006: 57). 1980 lerde Motorola firmasında altı sigmanın liderliğini üstlenmiş olan Mikel J. Harry ve Richard R.Schroeder, kitabında altı sigmanın tarifini şu şekilde vermiştir: “6 sigma; işletmenin israf ve fazla kaynak kullanımını azaltmasının yanında, müşterilerin memnuniyet seviyesini yükselten bir iş prosesidir” (Harry ve Schroeder, 2000: VII). Altı sigmayı derin bir şekilde anlıyor olmak için tarihsel gelişimine göz gezdirilmesi faydalıdır.

Firmalarda proses geliştirme alanında 1980’li yıllarda gelişmeye başlayan 6 Sigma, son zamanlarda birden fazla işletmede dikkatli bir şekilde takip edilip uygulanmaya



başlamıştır. Geçen senelerde bilhassa Motorola Inc. ve Robert W. Galvin, Altı Sigma anlayışının önderliğini yürütmüşlerdir. Motorola, Altı Sigma tekniklerini kalitenin yükselmesi ve gelişimi amacıyla içsel eğitimlerinde faydalanılmıştır. Bu sistem ile Motorola, tüm alanlarında problemlerin ölçülebilirliğini başarmış ve 1988’de Malcolm Baldrige ulusal kalite ödülünü elde eden ilk firma olma ünvanını elde etmiştir. Böylelikle kalite anlamını kavramayı başaran Motorola, artı yönde gelişmek için müşterilerinin görüşlerine de efektif bir şekilde şekilde farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır.

Gösterilen performanslar neticesinde müşterilerin, Motorola parçalarının Japon parçaları ile aynı şekilde çalışıyor ve talebi karşılmasına rağmen ücretinin daha fazla olduğunu gözlediklerini bu sebeple de tercihlerini Japon parçasından yana kullandıkları görülmüştür. Motorola bilirkişilerine göre, kendi ürettikleri ürün ile kaliteli olmayan Japon parçalarının müşteri için bir farklılık arz etmeyen etkinlikleri sağlaması olanaksız olarak tespit edilmiştir. Çünkü onların bakış açısına göre, Japonların ürettikleri ve kullandıkları ekipmanlar kaliteli değildir ve Japonlar proses akışlarında olması gereken birden çok kontrolü sağlamamaktadırlar. Bu görüşe istinaden Amerikan Kalite Derneği, Motorola’ya ait olan Quasar firmasında Japonların yaptıkları geliştirmeleri tarif eden sonucu uzmanlarına anlatarak; süreçlerdeki verimsizliklerin, kontrol ve bakım maliyetlerini büyük ölçüde artış sağladığını göstermiştir (Pande ve diğerleri, 2000: 35). Dolayısıyla Quasar’ın da Japonlar gibi minimum üretim maliyet değerlerine ulaştığı bu sonuçla net bir şekilde açıklanmıştır. Sonrasında ürün kalitesinin yanı sıra proseslerin kalitesini gösteren yeterlilik indeksleri, şirketlerin rekabet gücünü belirleyen çok önemli bir gösterge haline gelmiştir. Buna göre proseste var olan hatalar, belirli bir disiplin altında ölçülerek; istatistik yardımıyla analiz edilmeli ve iyileştirilmelidir. Öyleyse Japonlar’ın yaptığı gibi ürün kalitesinden çok, ürünün üretildiği sürecin kalitesinin sorgulandığı bir yönetim tarzı oluşturulmalı ve bunu iyileştirmek için de müşteri beklentilerinin çok iyi belirlendiği bir yöntem düzenlenmelidir (Çelebi, 2006: 47).

Başta otomotiv alanı olmak şekilde birden fazla şirket Motorola’nın uyguluyor olduğu strateji ve kalite başarısını örnek almış, IBM firması Motorola’nın ardından 6 Sigma yönetimini sağlayan firmalardan birisi olmuştur. Motorola’nın başarısını

takiben Allied-Signal, General Electric ve diğerk şirketler de; iş geliştirme amacıyla Altı Sigma yaklaşımını uygulamaya başlamıştır. 1995 yılı sonunda General Electric, Altı Sigmayı kurum genelinde yaygınlaştırmış ve onu kalite ile ilgili diğerk programlardan farklı kılmaya karar vermiştir. Altı Sigma uygulamasında Motorola ve Allied-Signal kadar başarılı olan General Electric, Altı Sigmayı verimlilik ve etkinlikte iyileştirmeyi sağlamak için etkili şekilde kullanmaktadır (Eckes, 2005: 15).

Bu teknik dolayısıyla milyonlarca dolar kar edilmiştir (1996-1999) yılları arasında 2,2 milyon dolar kar). Bu konuda, aktif olarak önderlik yapan yöneticilerin ve işletme içerisindeki diğerk kişilerin önemi de göz ardı edilmemelidir (Snee, 2003).

Altı Sigmanın tarihsel geçmişinde büyük bir olay olarak, 1991'de Jack Welch'in General Electric'in CEO'su olmasının görülmesi de; bu durumu kanıtlar niteliktedir. Welch, Altı Sigma'yı "General Electric'in bugüne dek önüne koyduğu "en çetin ve abartılı hedef" olarak nitelendirmiştir (Konak ve diğerkleri, 2004: 37).

### **1.3. Otomotiv Sektöründe Altı Sigma**

Son zamanlarda spesifik olarak kendini geliştirmiş ve hala iyileşmeyi hedefleyen ülkelerin çoğunda ülke ekonomisini ve teknolojisini yönlendiren anahtar alanların başında otomotiv sektörü vardır. Öne çıkan bu farklılığıyla otomotiv alanının oldukça dinamik yapısı olduğunu söylenebiliriz. Bu dinamik yapı müşterinin istek ve beklentilerine de yansımakta olup problemlerin en kısa sürede çözüme kavuşmasını gerektiren bir sektöre dönüşmüştür. Bundan dolayı, otomotiv alanı birden çok bilim gerektiren metodun ilk defa test edildiği ve uygulandığı alan olmuştur. Otomotiv sanayinde uygulanan bu metotlardan biri olan 6 sigma, üretim prosesinde, otomotiv yan sanayi ve ürün satışı sonrasında hizmet kısmında faal bir şekilde uygulanmaktadır. Türkiye'de 6 Sigma'nın otomotiv bölümünde birden çok iş alanında faydalandığı görülür. Türk otomotiv sanayinde 6 Sigma;

Üretim kısmında: Tofaş, Honda, Hyundai, Renault, Fiat, Ford vb. şirketler, Satış sonrasında hizmetler kısmında : Borusan Oto, Otokoç gibi yüksek katma değeri olan şirketler, Otomotiv yan sanayinde: Kordsa, İnci Akü, Bosch, Ege E., Power Packer, Autoliv vb. firmalar uygulamaktadır. Gün geçtikçe ilgili firmalara bir yenisi ilave edilerek iyileştirme anlayışına devam etmektedirler.

#### **1.4. Altı Sigma Önemi**

Altı sigma direkt olarak işletmelere kazandırma odaklı yaklaşıır. Bütün iş ve proseslerini işletmenin karlılık payına odaklama mantığındadır. Proaktif, güncel ve son olarak iyileştirilmiş verimli ve etkin olan anlayıştan faydalanılır. Uygulanması basit denilecek ölçüttedir. Her türlü büyüklükteki işletmeler altı sigma metodundan istifade edebilir. Globaldir, farklı kültür ve görüşleri benimseyen işletme çalışanlarını ortak bir misyon ve hedefte toplar. Devamlı iyileşmeyi felsefe olarak edinir, verilere göre ayarlanmış sistematığı ile kurumsal farklılığı yüreklendirir, sürekli iyileşmeye olanak yaratır.

Felsefenin temel olarak odaklandığı noktalar, müşteri memnuniyetini artırmak, gerekli çevrim sürelerini düşürmek ve hata oranlarını azaltmaktır. Her şirketin politikası maksimum verimlilik ve kalitede minimum maliyette ürün üretmektir.

Altı sigmada hedefe ulaşmak ve çııayı daha da yükseğe çıkarmak için altı sigma iyi bir araçtır. Altı sigmayı uygulayabilmek için güvenilen datalara ve halihazırda faaliyette olan bir kalite yönetim sistemine talep doğmaktadır. 6 sigmaya güvenen ve destek sağlayan bir takım ve iyileştirmeye hevesli bir ekibin olması temel şartlardandır.

#### **1.5. Altı Sigma Temel İlkeleri**

Altı sigmanın başlıca temel ilkeleri aşağıdaki gibidir;

Gerçek Müşteri Odağı : Başarım ölçütü ilk olarak müşteri ile başlamaktadır. Son yıllarda artan kalite odaklılığı ile beraber birden çok işletme, yöntem ve misyonlarını, müşterinin beklentisi ve şartlarına istinaden tekrar yapılandırmıştır.

Müşteri odağı altı sigmanın en öncelikli konusudur.

Verilere Dayalı Metod: Altı sigma, hem prosesleri hem de sonuçların takip edilip izlendiğı etkili bir ölçüm sistemidir. Altı Sigma “Gerçeklere Dayalı Yönetim” anlayışını üst kısma taşır.

6 Sigmanın ana maddelerinden birisi de problemlerin tespiti ve çürütülmesinde, kök sebebin bulunmasına yönelik dataların elde edilmesi ve istatistiksel çalışmaların uygulanmasıdır. Bu noktada veriler kılavuz olup sonraki aşamalara ışık tutmaktadır.

Sürece Odaklılık: Altı sigma çalışmalarında en önemli yapı taşlarından birisi de akıştır. Akış ne kadar iyi yönetilir ve yürütülürse o paralelde sonuç ta verimli ve efektif olacaktır. Ekip olarak yapılan çalışmadan sürece odaklı çalışmak önemli mihenk taşlarından birisidir.

Proaktif Yönetim; “Proaktif” kelimesi, Altı Sigma yönetim sisteminde hata meydana gelmeden önce önlem al, harekete geç anlamını taşımaktadır. 6 Sigma anlayışı proaktif yönetimi temel almaktadır. Türlü etkileşimlerde oluşacak negatiflerin öncesinde doğruca tespitini sağlayarak, negatifleri gerçekleşmeden evvel önüne geçmeyi amaçlar. Altı Sigma, eski tepkisel bir başka deyişle reaktif alışmışlıkların yerine, aktif, duyarlı ve proaktif yönetim anlayışını oturtmak için gerekli her türlü etkinlik ve araçlardan faydalanmaktadır. İşletmelerde devamlı olarak tabiri caizse yangın söndürme durumu söz konusu olursa doğal olarak önceden oluşabilecek durumlara aksiyon alma eylemi gerçekleştirecektir. Temel anlamda krizlere hazırlıklı olmak etkili bir değişim ve proaktif bir yaklaşım gerektirir. 6 Sigma hali hazırdaki uygulama alanının devamlı sorgulanmasını ileriki dönemdeki başarısı için değişim maddesinin önemini gösterir.

Sınırsız İşbirliği; Sınırın olmaması, iş başarısı için Jack Welch’in deyişlerinden birisidir. Müşteride değer ve iyi bir izlenim meydana getirmek için birlikte çalışması gereken ekipler arasındaki rekabet ve uygunsuzluklardan ötürü bir sürü maliyet kaybı olmaktadır. 6 Sigma, insanların genel resmi fark etmelerini ve etkinlikler arasında bağlantıları kurmalarına yardımcı olarak iş birliği olanaklarını artırmaktadır. Ayrıca son kullanıcıların gerçek gereklilikleri ile prosesler arası ilişkilerin anlaşılır kılınmasını sağlar. Ayrıca müşteri ve proses bağlamındaki ilişkiden ortaya çıkan bilginin tüm ilgili kişi ve birimlere fayda getirecek biçimde kullanımını öngörür (Yavuz, 2006: 113).

6 Sigma için sınırı olmayan işbirliği demek, hem nihai kullanıcının reel isteklerini, ve de bir akış ya da proses akışındaki iş göstergelerini iyi bir şekilde sindirmeyi zorunlu kılar. Ek olarak, müşteri ve akış hakkındaki verileri tüm insanların faydasını

hedef alan bir yaklaşımı öngörür. Bu sebeple, Altı Sigma sistemi reel bir takım çalışmasını sağlayacak çevreyi ve yönetim temelini oluşturabilir.

Mükemmele Yöneliş; Başarısızlığa Karşı Hoşgörü: İlgili işletmelerde mükemmellik kavramı devamlı bir biçimde değişmekte ve gelişmektedir. Bu nedenle işletmeler devamlı olarak iyileştirme ve yenilik yapma akışların içinde olmalıdırlar. Bu akışlardan bir kısmı başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Burada önemli olan kısım başarısız olunan noktada pes etmeyerek azimle ve aynı şevkle çalışmaya devam etmektir. Aynı hedefte ve doğrultuda azimle çalışıldığında başarısız olma ihtimali ortadan kalkmaktadır.

## 1.6. Altı Sigma Başarı Örnekleri

Altı sigmayı 1980 yıllarından itibaren kullanan Motorola'nın yaklaşık 30 senede sağladığı gelir 11 milyar dolar civarındadır. Motorola, genel anlamda verimliliğini üç kata yükseltmiştir. Altı Sigmaya 1991 yılından itibaren 14 milyar dolar cirosu olan Allied Signal Inc.'nin sekiz senede sağladığı gelir sekizyüz milyon dolardan üzerindedir. Bu rakam toplam cironun %6'sına tekabül etmektedir.

General Electric'de 6 sigma faaliyeti Jack Welch tarafından harekete geçirilmiş, yine kendisi aracılığıyla firmanın strateji ve amaçlarına uyarlanmıştır. 1997 senesinde altı sigma konulu eğitimlere dört yüz milyon dolar kullanılmış, altı sigma projeleri neticesinde altı yüz milyon dolar gelir sağlanmıştır. General Electric'in ilgili işe başladığı 95 senesinde 3 Sigma seviyelerinde olan kalite düzeyi, yirmi iki ayda 3,5 Sigmaya yükselmiştir, sonradan 5,6 seviyelerine ulaşmıştır.

Allied Signal 1990'ların başlarında kalite geliştirme etkinliklerine başladı ve 1999 senesinde 6 Sigma prensiplerinin harekete geçirilmesiyle altı yüz milyon dolar tasarruf edilmiştir. Problemlerin onarılma maliyetlerinin düşürülmesinin yanı sıra ilgili prensipleri yeni ürün tasarım aşamasında (uçak motorları gibi) uygulanmış ve tasarım süresi kırk iki aydan otuz üç aya inmiştir. 1998 senesinde %6 verim yükselmesi sağlamıştır. Bu durum aynı doğrultuda karlılık oranının da %13 artışına sebep olmuştur. Firmanın piyasadaki ederi senelik %22 oranında artmıştır. Fortune dergisi şirketi havacılık sektörünün en beğenilen firması olarak lanse etmiştir. [4]

2001 senesindeki araştırmalar sonucunda Ford en büyük 7 otomotiv şirketi içerisinden kalite anlamında son sıralarda yer almaktaydı. 2003 senesindeki araştırmalar neticesinde Ford dördüncü sıraya gelmiş konumdadır ve bu durumu 6 Sigma'ya yapılan yatırım neticesinde elde ettiklerini belirtmektedirler.

Grldg üzere son zamanlarda 6 Sigma yöntemleri birden fazla şirkette uygulamaya alınmıştır. İlgili şirketler içerisinde ABB Inc., American Express, Bombardier, Dow Chemical, DuPont, Nokia, Polaroid, Seagate Technology, Sony, Texas Instruments, Toshiba'yı sayabiliriz. Ülkemizde de giderek yaygınlaşan Altı Sigma'yı uygulayan şirketler arasında Ford Otosan, Arçelik, Borusan, Vitra, TEİ, Dow Türkiye sayabiliriz.



## 2. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU

### 2.1. Altı Sigma Uygulanabilirliğinin Tespiti

Üretim prosesinin olduğu her kısım, bilişsel olarak, akış yeterliliğini iyileştirme fırsatına sahip olarak kabul edilir ve bu doğrultuda Altı Sigma' dan faydalanabilir. Fakat Altı Sigma'ya başlamadan öncesinde işletmenin bu metodolojiyi uygulamaya hazır olup olmadığının tespit edilmesi gerekir. Ancak değişime ve iyileşmeye açık olan işletmeler Altı Sigma uygulamasında bir yol kat edebilmektedir.6 Sigma organizasyonundaki başarı, organizasyonun her hareketini ne derecede iyi planladığı ve bunu ne kadar iyi uyguladığı ile doğrultulu olarak ilişkilendirilir.

6 Sigma metodolojisini uygulamanın birçok yolu vardır. Sabit ve görecesiz bir metot uygulamak, çalışmalar sırasında başka bir işletmeyi örnek alarak modellemek başarı getirmek yerine projenin başarısızlığına neden olmaktadır. Tek düze başka bir modeli örnek alarak bir projeye başlamak doğrudan boşa vakit kaybı demektir. Her işletmenin yapısı, organizasyonu ve ele aldığı problem (verimsizlik durumu) farklıdır. Dolayısıyla her olay ya da durum kendi çerçevesinde şekillenerek ele alınmalıdır. Böylece başarıya giden akış daha keskin ve net olacaktır.

6 Sigmanın temel amacı, hata oranlarının minimum seviyede tutulmasıdır. Bu doğrultuda, istenen kalite seviyesine ulaşmak için değinilen 3 temel etken bulunur. Bu faktörler; müşteriler, akışlar ve çalışanlardır (Little, 2003) .

Pande ve arkadaşlarına göre (2000); işletmelerin 6 Sigma sistemini başlatmak ve bütünleşmesini sağlamak için kendi strateji ve planlarını geliştirmesi gerekmektedir. Bununla birlikte izlenmesi gereken temel prosesler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Temel akışların ve önemli müşterilerin belirlenmesi
- Müşteri ihtiyaçlarının tespit edilmesi
- Hali hazırdaki performansın değerlendirilmesi
- İyileştirmelerin önceliklendirilmesi, analizi ve uygulanabilirliği
- 6 Sigma etkinliğine erişmek için akışların yönetimi

Altı Sigma, belirli bir hedef doğrultusunda uygulanabilecek bir metodoloji türüdür. Dolayısı ile belli bir sınır içinde kalması mümkündür. Eğer işletmenin koşulları bu kalite anlayışına geçmek için hazır değilse altı sigma uygulamasına başlamama kararı verilmesi daha uygun olacaktır. Örnek olarak işletmede sorun çözme konusunda kullanılan sistem ya da araçlar hali hazırda mevcutsa ve bunlar sorunun çözülmesinde kolaylık sağlıyorsa, 6 Sigma ilgili işletme için artı bir katkı yaratmayabilir.

Bir diğer açıdan hali hazırda gerçekleştirilen bir ya da birden çok farklılık yaratan proje devam etmekte ise, bunların üzerine ek olarak Altı Sigma' nın uygulanmaya çalışılması, ekipteki iş yükünün artmasına ve ilgisizlikten dolayı başarıya neden olabilir.6 Sigma metodolojisini uygulamaya karar verdikten sonrasında proje seçimi için aşağıdaki üç şartın sağlanması dikkat edilmelidir;

- Mevcut durum ve amaçlanan nokta arasında bir farklılık bulunmalıdır.
- Sorunun nedeni tespit edilememiş olmalıdır.
- Soruna çözüm öncesinde belirlenmemiş olmalıdır yahut verimli çözüm yöntemi bilinmiyor olmalıdır.

Altı Sigma metodunda ilk olarak var olan sorun net olarak tasvir edilir. Bu noktada önem arz eden ana sebebin net biçimde tespit ediliyor olmasıdır. Sorunun çözümü birden çok değişeni etkileyen ve cevaba doğru yoldan gidilemiyorsa altı Sigma uygulanmalı olarak özetleyebiliriz.

## **2.2. Altı Sigma'da Proje Seçimi**

Proje seçimi müşteri hedefli Altı Sigma projeleri için en kritik adımlardan bir tanesidir.Proje seçim önemini ve yol haritasını anlayabilmek, 6 Sigma projelerine katılan katılımcılar için oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca 6 Sigma uygulanabilirliği açısından da dikkat edilmelidir.Projenin belirli bir hedefinin olması da bir diğer önemli husustur. Hedef olmadan bir projeye başlamak, baştan kayıp anlamına gelmektedir. Belirli bir hedefi olmayan ve çalışma alanı düzgün bir şekilde tespit edilmemiş proje 6 Sigma'da ilk adımda başarısız olmaya mahkumdur.Projeler düzgün ve ulaşılabilir bir hedefi olan düzgün parametrelerin sağlanabileceği temeller üzerine kurulmuş olmalıdır.



Projenin hedefleri s.m.a.r.t. (spesifik, ölçülebilir, kabul edilebilir, gerçekçi, zamanında) olmalıdır.

Specific: Hedef net bir şekilde ve keskin çizgilerle belirtilmiş olmalıdır.

Hedefsiz ilerlendiğinde sonraki aşamalarda büyük karmaşalar meydana gelir ve istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Zaman ve para kaybı , üzerine de başarısız bir proje olarak verimsiz bir çalışma elde edilmiş olmaktadır.

Measurable: Hedefin ölçülebilir olması oldukça önemlidir. Ölçülebilen bir hedef üzerinde çalışmaya başlanırsa verimli bir sonuç elde edilebilir. Somut olması bu noktada kritiktir.

Accepted: Hedef takımın üyelerinin içine sinmeli ve kabul edilebilir olmalıdır.

Herkes tarafından onaylanmış ve kabul edilmiş bir hedef ile projeye başlanması gerekir. Akılda soru işareti bırakmamalıdır.

Realistic: Hedef mümkün olduğunda reel olmalıdır. Hedef ne kadar gerçekten uzaklaşırsa o derece problemlili ve net olmayan bir başlangıç olmuş olacaktır. Bu durum da ekibin motivasyonunu düşürerek tüm takımın üyelerini hevesli bir çalışma ortamından uzaklaştırır.

Timely: Hedef belirli bir zaman aralığında yerine getirilebilir olmalıdır. Bu sebeple proje başlangıcındaki gannt şeması denilen proje zamanlama çizelgesi büyük önem arz eder. İlgili gözden geçirme toplantıları gannt şeması üzerinden geçilerek zamanlamaya uyup uyulmadığı tüm ekip üyeleri tarafından takip ediliyor olmalı ve biliniyor olmalıdır. Zamanlama projenin disiplin açısından büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır.

### **2.3. Üst Kalite Konseyi**

Altı Sigma başarısı ilgili işletmedeki tüm çalışanların üstleneceği sorumluluğun iyi bir şekilde tanımlanmasına bağlıdır diyebiliriz. Ekipte yer alan kişilerin açık bir şekilde açıklanmış belirli bir sorumluluğu bulunmalıdır. Ekibin başarısında tanımlanan görevlerin etkinliği ciddi derecede önemlidir.

6 Sigma organizasyonlarında bütün çalışanların aldığı eğitimin yapısına istinaden değişik olarak görev, yetki ve sorumluluklar verilir. İlgili sorumluluklar 6 Sigma'nın etkilediği organizasyonun kendi yapısı, uygulama kapsamı ve proje türüne göre değişiklik gösterebilir. Altı Sigma yukarıdan aşağıya doğru bir yönetim anlayışı içindedir ve yayılımındaki görevler; Üst Kalite Konseyi, Yönetim Temsilcisi, Kalite Şampiyonu, Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşak şeklindedir.

Yönetim ekibi ilgili projeleri gösterilmesi gereken ehemmiyet ve desteği sağlamazsa çalışma istenilen başarıya ulaşmayabilir. Açık bir şekilde tanımlamak gerekirse eğer üst yönetim 6 Sigma ile ilgili vakit geçirmez, proje adına nitelikli çalışanını görevlendirmez ve gerek duyulan kaynakları sağlamaz ise Kara Kuşakların başarı gösterme olasılığı çok düşük olacaktır. Daha büyük ölçekli firmalarda üst kalite konseyinin meydana gelmesi projenin başarısına doğrudan etki eder.

Yönetim temsilcisinin başlıca görevleri (URL-2);

- 6 Sigma uygulamalarının içeriğini tespit etmek,
- 6 Sigma organizasyonu ve ekipteki kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini saptamak,
- 6 Sigma uygulamalarının içeriğini değiştirmekte olan taleplere ve firmanın 6 Sigma kısmında eriştiği olgunluk seviyesine göre yaymak ve organizasyon içerisinde bu duruma uygun olacak şekilde düzenlemeler yapıyor olmak,
- 6 Sigma projeleri adına olması gereken kaynak sağlıyor olmak, proje ekiplerinin karşılıklarına çıkan büyük ölçekli sorunları çözmek,
- 6 Sigma projelerinin takibini sağlamak ve gereken durumlarda çabalamalarda bulunmak,
- Ulaşılan pozitif çıkarımlar ve faydalı uygulamaların bütün firmada yayılmasına vesile olmak şeklindedir.

Alt Sigma çalışmaları üst yönetimden verimli bir yöneticiden yönetilemediği süreçte başarılı olmama ihtimali artar. Bu çeşit bir görevlendirme 6 Sigma'ya verilen önemin gösterilmesi ve etkinlikleri kolaylaştırıyor olması bakımında oldukça önemlidir.

## 2.4. Yönetim Temsilcisi

Yönetim temsilcisi üst yönetimin görüşüne paralelde karar mekanizmasını kullanabileceği için proje çalışması esnasında oluşan problemlerin çözümü adına konsey toplantılarının beklenmesine gerek yoktur. Böylelikle zaman kaybı yaşanmayacaktır. Altı Sigma aşamaları üst yönetim kısmından belirlenen bir lider tarafından yönetilmez ise başarılı olma şansı düşer. Böyle bir görevlendirme Altı Sigma'ya gösterilen önem ve etkinlikleri kolaylaştırması bakımından önem arz etmektedir. Yönetim Temsilcisi üst yönetim adına karar mekanizması kullanabileceğinin yanı sıra proje çalışmaları esnasında oluşan sorunların çözümü adına konsey toplantılarını beklemeyecektir. Yönetim Temsilcisinin genel sorumlulukları (URL-2);

- Altı Sigma eğitim dokümanlarını hazır hale getirmek ve eğitimin hedefe uygun olarak gerçekleşmesini sağlıyor olmak, gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmalık firmaları ve diğer kuruluşlardan destek almak,
- Altı Sigma görüşünde destek isteyen kuruluşların isteklerine yanıt vermek,
- Projenin seçimi ve ekiplerin meydana gelmesinde kalite şampiyonlarına destek olmak, belirtilen süreçleri ve bu projeler için meydana getirilen takımları onaylıyor olmak,
- Takımların genel ihtiyaç duydukları noktaları görmek, onay verilenlerin yetkisinde olanları sağlamak, yetkisini aşanları üst kalite konseyine götürmek,
- Kalite şampiyonlarına her türlü noktada yardımcı olmak,
- Tüm iyileştirme süreçlerini yürütmek ve çıktıları bir sonuç olarak üst kalite konseyine iletmektir.

## 2.5. Kalite Şampiyonu

Kalite şampiyonları; takımdaki kişilerin görevlerini yerine getirebilmeleri için projenin engellerini yok etmek için mücadele veren kişilerdir. Bu kişiler aynı zamanda akışı yönetirler ve onlara proje sponsoru adı da verilebilir. Kalite Şampiyonu öncelikleri ve niceliksel hedefleri belirler, projeleri tespit edip ekip koçu olarak görev alırlar aynı zamanda oluşan sorunları da elimine etmelidir. Kara kuşaklara destek olmak adına kaynakları seferber eder ve projeleri gözlemleyip fayda sağladığı durumları tespit ederler. Şampiyonların görevleri (Gürsakal 2005);

- İşin önceliklerine istinaden, iyileştirme sağlayan projelerinin gerekçesini ve amacını oluşturmak,
- Takım veriler toplayıp, prosesin analiz esnasında derinlik kazandıkça; projenin açıklama ve içeriğini gözden geçirmeye gerekirse değiştirmeye hazır olmak,
- Gerekli durumlarda ekip bildirgesi ve projenin içeriğindeki farklılıklar üstünde fikir beyan etmek ve onaylamak,
- Takıma zaman, para ve destek gibi kaynakları sağlıyor olmak,
- Liderlik toplantılarında takımın verilerini ve çalışmalarını korumak,
- Takımdan dataya dayalı olarak yönetimin önemini kavramak ve ilgili dersleri kendi iç yönetiminde uyguluyor olmak ve diğer kişilere iletmektir.

## **2.6. Uzman Kara Kuşak**

Uzman Kara Kuşaklar, Altı Sigma ile ilgili konularda en üst düzey teknik bilgiye sahip kişilerdir. Altı Sigma projelerinin başından dışarıdan kiralanan kuruluşlardan Yetkili bir kişi tarafından takip edilebilir. Uzman Kara Kuşağın genel anlamda görevleri (URL-3);

- İyileştirme takımlarına başka niceliksel metodların tercihi ve kullanımı olmak
- üzere tüm konularda teknik destek sağlıyor olmak,
- Kalite Şampiyonlarına projelerin zamanlamasına uyma kısmında destek olmak,
- İyileştirme projelerinden elde edilen çıktıları yönetim temsilcisi için toplamak ve özetlemek,
- Altı Sigma konusunda eğitimi dikkatlice takip etmek,
- Ekipleri bilgilendirmek amacıyla Altı Sigma'nın ekip anlamında benimsenmesine etkide bulunmaktadır.

## **2.7. Kara Kuşak**

6 sigma iyileştirme aşamasını önderi pozisyonundadır. İyileştirme etkinliklerinin seçilmesinden, takip edilmesinden ve elde edilen çıktılarından ilk sorumludur. Kara Kuşak rolünü ürtlenen takım üyesi asıl görevini proje bitinceye kadar başka bir takım arkadaşına aktarır. Proje sonlanırken de aynı görevin devamlılığını gösterebileceğinin yanında üst bir pozisyona da geçebilir. Kara Kuşaklar, 6 Sigma girdi ve çıktılarının efektif biçimde kullanarak, fabrika problemlerine hızlıca ve

kalıcılık sağlayan çözümle gelebilecek yetkinlikte olmalıdırlar. Bu sebeple Kara Kuşaklar, Uzman Kara Kuşak veya dışarıdan alınan kuruluşlar tarafından ortalama dört ay sürecek bir eğitime girerler. Fakat eğitim bir hafta ders üç hafta uygulama şeklinde verildiğinden dolayı, Kara Kuşaklar birinci hafta bitiminde küçük çaplı projelere önderlik sağlayabilirler. Kara Kuşakların kabaca sorumlulukları;

- İyileştirme aşamasını tespit ederek kalite şampiyonuyla aynı fikirde kalmak,
- İyileştirme projelerinin konu ve içerik beğışkenlikleri ile ilgili kalite şampiyonuyla aynı fikirde kalmak,
- Ekib üyelerini tespit etmek yahut tespit edilmesinde kalite şampiyonuna katkıda bulunmak,
- Ekibi oluşturan kişiler içinde iş/görev dağılımını sağlamak,
- İyileştirme projesine liderlik etmek ve projenin detaylandırılmasını sağlamak,
- Bilgi ve kaynak gereçlerini tespit etmek ve bu istekleri kalite şampiyonuna iletmek,
- Ekibin üyelerine Altı Sigma araçları kullanımı ve proje sorumluluklarının yerine getirilmesi esnasında tekniksel destekte bulunmak olarak özetlenebilir.

## **2.8. Yeşil Kuşak**

Yeşil Kuşaklar ise bir ekibe alınabilecek ölçüde yeterli Altı Sigma eğitimini gerçekleştirmiş kişilerdir. Takımın başarısı için çalışmaları, araştırma yapmaları ve katkı sağlamaları beklenmektedir. Başlıca görevleri (Gürsakal, 2005);

- 6 Sigma projelerinde kara kuşakların amaçlarına erişmesini sağlamak adına belirli alanlarda yarı zamanlı çalışır,
- 6 Sigma anlayışını günlük yaptığı işlerle bütünleştirir,
- Küçük projeleri kendileri üstlenirler.

Kısaca özetlemek gerekirse;

Her altı sigma uygulamasında, “şampiyon”, “uzman kara kuşak”, “kara kuşak” ve “yeşil kuşak” yer alır. Altı sigmanın sorumluluğu şampiyondadır, şampiyonun asıl işlevi projeleri seçmek, onaylamak ve takip etmektir. Uygulamaları gerçekleştirecek ve projeleri götürecek olan sorumlular kara kuşaklardır. Bütün uygulamalardan sorumlu ve gözlem altında tutan uzman bir kara kuşak vardır. Ek olarak ölçme,

analiz, dokümantasyon v.b. gibi lojistik aşamasını gerçekleştiren yeşil kuşaklar da vardır.

Kara kuşaklar bilimsel yöntemlerle harmanlanmış sorun savaşıdır. Nasıl özel bir birliğe, savaş sırasında fayda sağlama olasılığı olan her çeşit bilgi, silah ve ekipman temin edilerek özel göreve gönderiliyorsa, kara kuşaklar da aynı şekilde sorun çözümünde faydalı olacağını düşündüğü her bakımdan bilimsel yöntemlerle harmanlanarak sorunlarla savaşa gönderiliyor.

Kara kuşak olmak isteyen adayın eğitim durumu önem arz eder. Belirli üniversitelerin, belirli bölümleri gibi bir şart konulmamıştır fakat kara kuşak olmak isteyen adayın matematikten anlaması elzemdir.

### 3. ALTI SİGMA METODOLOJİSİ

#### 3.1. Değişkenliğin Azaltılması

Altı Sigma' da hedef farklılığı olabildiğince düşürmek, yani hata miktarını minimuma indirmektir. Ayrıca her yapının ve dolayısıyla 6 Sigma'nın hedefi, müşteri taleplerini koşul gözetmeksizin karşılamak, müşteri tatminini ve pazarın payını olabildiği kadar üst çığaya taşımaktır. Bu durumun etkili olabilmesi için, kalite beklentilerini bütünüyle ve ilk seferinde karşılıyor olmak ve istenen kaliteyi uygun fiyat ile tam zamanında sunmak gerekir.

İlgili koşulların sağlanabilir olması için öncelikle kalitesizlik maliyetlerinden ve kapasite/zaman zararlarından kurtulmak gerekir. İlk seferde doğruyu yapmayı hedef almak, verimli çalışabilmek ve tüm akışlarda en kısa yolu oluşturacak biçimde iyileştirmeleri gerçekleştirmek gerekir. Bu sebeple 6 Sigma yaklaşımında iyileştirme hedefi; değişkenliği olabildiğince minimum seviyede tutmak, işlem sürelerini olabildiğince minimum tutmak ve maliyetlerde olabildiğince küçülmeye gitmek genel hedeftir. Tablo 3.1' de her sigma seviyesindeki milyonda hata oranını ve bu hata oranındaki kalitesizlik maliyetleri görülebilmektedir. 6 Sigma' nın işletmelere maliyet düşürme politikasında çok önemli faydalar kattığını görebiliriz.

Tablo 3.1. Sigma düzeyleri ve kalite maliyetleri (Ergün, 2003)

Sigma Seviyesi (1.5 Sigma Taşınmış)	Doğruluk Yüzdesi	Milyonda Kusur Sayısı	Kalite Maliyetlerinin Satışlara Oranı
2	69,13	308,537	%40 <
3	93,32	66,81	%40-%25
4	99,379	6,21	%25-%15
5	999,767	233	%15-%5
6	9.999,966	3,4	%1 >

Değişkenliklerin kaynağı tespit edilip minimuma indirildiğinde ve ilgili hatalar yok edildiğinde maliyetler düşmekte ve akış çevrim süreleri kısalmaktadır. Yapılan benchmark (kıyaslama) çalışmalarında bu bağlantıyı doğrular nitelikte veriler

sağlanmıştır. Örnek olarak standart bir dört sigma işletmesinde, içsel ve dışsal başarısızlık maliyetlerinin satışların %15' ini geçen ve çoğu durumda da bu durumun %30' lara kadar artış gösterdiği tespit edilmektedir. 6 Sigma firmasında ise milyonda 3,4 hata düzeyindeki üretim kalitesinde, “bunu pratik seviyede sıfır hata olarak öngörebiliriz”, başarısızlık maliyeti minimum seviyeye inmekte ve ilgili yatırımların geri dönüş hızında gözle görülür bir artış olmaktadır.

Nihai üründe meydana gelen değişik tipteki farklılıklar hatalı ürünlerin çıkmasına sebebiyet vermektedir. Genel amaç, son üründe hataya neden olan değişkenlikleri azaltmaktır. Bu nedenle hedef, sürecin en önemli girdileri ile çalışılarak, nihai ürünlerdeki değişkenlik seviyesi azaltılmaya çalışılmaktadır.

Girdi değişkenlikleri küçültülerek çıktılardaki hatalar yok edilmeye çalışılır.

Girdiler mümkün olduğunca doğru olarak belirlendiği durumda, çıktı değişkenliklerini girdiler cinsinden ifade eden bir matematiksel model oluşturulabilir (Pyzdek, 2003) . Bu model her zaman %100 doğru bir denklem olmamasına nitelik; istatistik sayesinde elde edilen, faydalı bir denklem olacaktır. Hataları azaltmak için akış sahiplerinden beklenen şey, bu model doğrultusunda değişkenlikleri azaltmaktır (Nave, 2002) .

Altı sigmanın yakalamak istediği kalite oranı üretimdeki hatayı bir milyonda 3,4 birim seviyesine indirmektir. Sigma değerinin seviyesi azaldıkça üretimdeki hata payı artmaktadır.

### **3.2. DMAIC Yaklaşımı**

Altı sigma metodolojisinde uluslararası literatürde DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yaklaşımı kullanılmaktadır.

Türkçe karşılığı TÖAİK (Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol) olarak tanımlanmıştır.

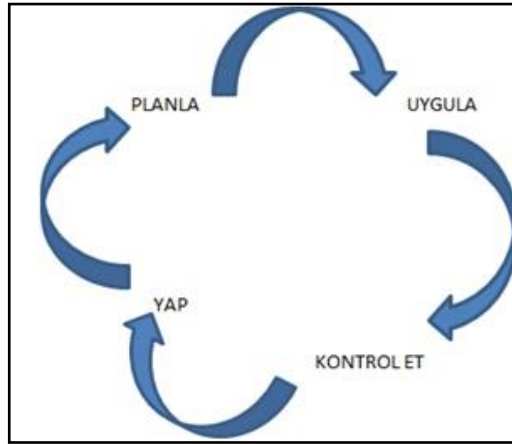
Daha önce belirtildiği üzere konu ile ilgili ekip kurulduktan sonra ilgili eğitimlerden geçirilip her bir kişinin görev tanımı belirlenir ve göreve atanır. Sonraki aşama



olarak, Altı Sigma yol haritası ya da stratejisi olarak tanımlanan DMAIC ya da Altı Sigma için Tasarım uygulamaları gerçekleştirilir.

DMAIC müşteri isteklerini karşılamakta zorluk çeken mevcut ürünlerin, akışların ve hizmetlerin iyileştirilmesi amacıyla kullanılmakta olup ufak iyileştirmeler sağlarken, Altı Sigma için Tasarım ise 6 Sigma seviyesinde yeni ürün, akış ve hizmet ortaya koymak amaçlı yahut mevcut ürün ya da hizmetin yeniden tasarlanması, daha büyük ölçekli iyileştirmelerin hedeflenmesi amacına sahiptir. DMAIC, Altı Sigma projeleri için geliştirilmiş bir standart metodolojidir. Yukarıda da belirtildiği gibi define (tanımlama), measure (ölçme), analyze (analiz), improve (iyileştirme), control (kontrol) kelimelerinin baş harflerinden oluşan kısaltmasıdır. Genel anlamda 6 Sigma, önlemlerin sonuçlarını almak, anlamını yorumlamak ve bu geri bildirimle ilgili olarak ürün yahut sürece yapılacak iyileştirmeleri belirlemek için kullanılmaktadır.

Tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol fazlarından oluşan bu metot ilk bakışta da görülebileceği gibi Deming'in akış iyileştirme döngüsü olan Şekil 3.1 de görüldüğü gibi PUKY (Planla-Uygula-Kontrol et-Yap) döngüsüne dayanmaktadır.

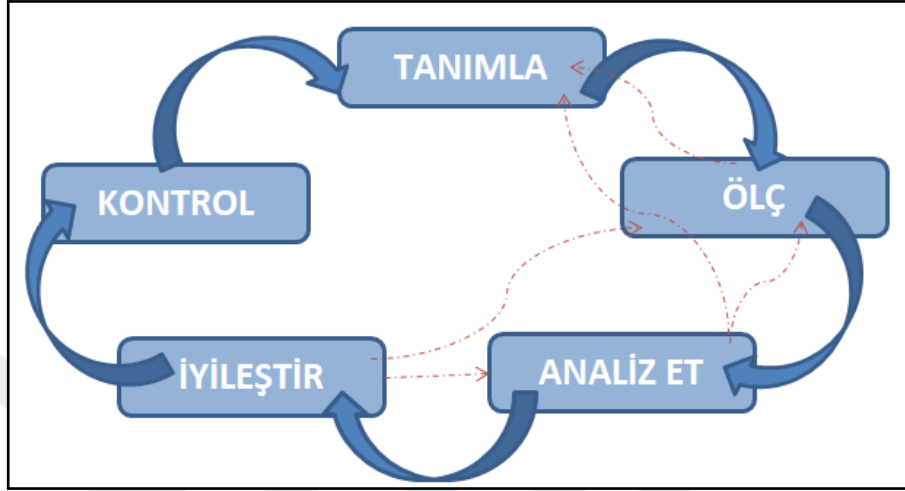


Şekil 3.1. Deming'in PUKY döngüsü

Genellikle literatürde TÖAİK süreci lineer olarak gösterilmekteyse de uygulamada fazlar arasında geri dönüşler yaşanmaktadır. Örnek olarak ölçüm aşamasında toplanan veriler sonucunda proje ekipleri akış tanımının yetersiz yapıldığı sonucuna ulaşabilir ve tanımlama aşamasına dönerek tanımlamayı gözden geçirebilirler. ya da, analiz

aşamasında kök nedenleri belirleyen proje ekibi ek ölçümler yapılması gerektiği sonucuna vararak ölçüm aşamasına dönülebilir.

Uygulamada karşılaşılan fazlar arası olası geri dönüşler de göz önüne alınarak TÖAİK döngüsü Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. TÖAİK iyileştirme modeli

Aşağıda her bir aşamanın amacı ve bu aşamalarda kullanılabilecek araçlar hakkındaki genel bilgilerdir. Önemli bir nokta olan araçların hepsinin her 6 sigma projesinde kullanılması şart değildir. Ne durumda hangi araçların kullanılacağı zaman, tecrübe ve uzman kara kuşak ya da kara kuşakların desteğiyle belirlenebilir.

Tablo 3.2. TÖAİK özet tablo

Tanımlama (Define)	
Hedef : Proje ve müşteri göstergelerini oluşturma	Araçlar
- Müşteri ve ihtiyaçları tanımla	Proje onay formu
- Problem tanımı, hedefi ve getirileri belirle	Süreç akış diyagramı
-Proje sahibini ve takımını belirleme	RASIC chart
-Kaynakları göster	Çıkar sahibi analizi
-Gruba destek ekibini belirle	Support team
-Proje planını ve zamanlamayı oluştur	Müşteri geribildirimi, gannt chart
-Süreci oluştur	

Tablo 3.2. (Devam) TÖAİK özet tablo

Ölçüm (Measure)	
Hedef: Mevcut performansı ve problemi nicel olarak belirle	Araçlar
-Hata, fırsat ve metrikleri belirle	Süreç akış diyagramı
-Detay süreç map hazırlığı	Veri toplama
-Veri toplama planı	Benchmarking
-Ölçme sistemi doğrula	MSA çalışma
-Veri topla	Müşteri geribildirimi, gannt chart
- $Y=f(x)$ problem fonksiyonu	Proses sigma hesaplaması
-Proses yeteneği nicel değerlendirme	
Analiz (Analyse)	
Hedef: Hataların kök nedenlerini tespit et ve analizi	Araçlar
-Performans hedef belirle	Histogram
-Proses adımlarının verimliliğini ölç	Pareto Diyagramı
-Değişkenlik nedeni belirle	Koşu Diyagramı
-Kök nedenleri belirle	Saçılım Diyagramı
- $Y=f(x)$ için iyileştirilecek kritik x leri belirle	Neden Sonuç Diyagramı
	Süreç haritası gözden geçirme
	İstatistiksel analiz
	Hipotez testi
İyileştir (Improve)	
-Deneysel tasarım uygula	Beyin fırtınası
-Potansiyel Çözümler geliştir	Hata önleme
-Potansiyel sistemin çalışma toleranslarını belirle	Deneysel tasarım
-Potansiyel çözümler için hata modu analizi yap	Pugh matrisi
-Pilot çalışmalarla çözümleri doğrula	Hata modu etki analizi
-Potansiyel çözümleri düzelt	Simülasyon programı
Kontrol (Control)	
Hedef: Sürecin gelecekteki performansını kontrol et	Süreç sigma hesaplaması
-İzleme ve kontrol sistemi belirle ve doğrula	Kontrol diyagram
-Standartları ve prosedürleri geliştir	Maliyet azaltma ve hesaplama
-İstatistiksel süreç kontrolü uygula	Kontrol planı
-Proses yeteneğini belirle	
-Prosesi süreç sahibine teslim et	
-Kazanç,tasarruf,büyüme ve verilerin tespiti	
-Proje dökümantasyon	
Sonucu paylaş, takımı tebrik	

### 3.2.1. Tanımlama

Altı Sigma uygulamasının ilk aşaması “tanımlama” dır. Bu aşamada süreç ve müşteri hakkında bilgi toplanır, müşteri istek ve ihtiyaçları tespit edilir. İyileştirilecek süreç ve ürünler tanımlanır. Seçilen projenin kaliteyi artırma ve maliyeti düşürme olasılığının yüksek olması önem arz etmektedir.

Bu aşamanın amacı, projenin amaç ve kapsamını tanımlamaktır. Bu noktada önem verilmesi gereken noktalar, seçilen projenin organizasyonun imkan ve yeteneklerine uygun olması, yüksek bir kalite yaratma ve maliyetleri azaltma olasılığının yüksek olmasıdır. Konuların net ve eğer mümkünse sayısal olarak betimlenmesi şeklinde özetleyebiliriz. Yapılması gereken ilk aşama, müşterilerin belirlenmesi ve uygulanacak projelerin müşterilerin önceliklerine göre ortaya çıkan hedeflerle uyumlu olup olmadığının tespit edilmesi ve ona göre başlamanın yapılmasıdır. Çok iyi bir şekilde tanımlanması gerekli hedefler üst yönetim seviyesinde, operasyonel seviyede ve proje seviyesinde olmalıdır. Üst yönetim seviyesinde olanlar daha büyük müşteri sadakati, daha yüksek yatırım geri dönüşüm oranı yahut artan pazar payı veya artan çalışan memnuniyeti gibi stratejik hedefler olabilir. Operasyonel seviyede olanlar üretim departmanının çıktısını arttırmak olabilir.

Proje seviyesindeki hedefler ise özel bir sürecin hata oranını azaltmak ve çıktısını arttırmak şeklinde hedefler olabilir. Hedefler iç ve dış müşterilerle doğrudan iletişim yöntemiyle belirlenmelidir (Pyzek 2003).

İhtiyaçlar anlaşıldıktan sonra proje amaç ve hedeflerinin belirlendiği operasyon seviyesine geçilir. Tanımlama kısmında; proje bildirgesi, paydaş analizi, müşterinin sesi, kano modeli, güçlü yönler analizi, pareto analizi, süreç haritaları, SIPOC diyagramı teknikleri kullanılır.

Proje bildirgesi: Projenin başlangıcında, bu projenin neden yapılması gerektiği, yeni durumun neler kazandıracağı, projede kimlerin çalışması gerektiği gibi birçok soru proje bildirgesinde cevaplanır. Proje bildirgesinde; projeye kimin liderlik yapacağı, proje başlangıç ve öngörülen bitiş tarihi, sürecin önemi projenin başlığı, kalite maliyeti, süreçteki problem, sürecin başlangıç ve bitiş kısmı, projenin hedefi, süreç performansı ölçümü, takım üyeleri, projenin zamanlaması bulunur.

Paydaş Analizi: Paydaş analizi, proje ekip çözümlerinin kabul edilmesi için önemli bir adımdır. Altı Sigma'nın veriler ve doğruluğa dayanan bir yönetim felsefesi olduğu anlayışını baz alarak, ekibin çözümlere verilen desteği ölçmenin bir yolu olarak tanımlanmaktadır (Eckes 2005). Değişim planlanırken paydaşların ve paydaşlarla ilgili konuların iyi değerlendirilmesi gerekir. Bu analiz, her bir paydaş veya paydaş grubunun projeye etki ve önemini hesaplamak için yapılır.

Paydaş analizi proje başında yapılır ve analiz sonucuna göre projenin gelişip gelişmeyeceğine yönelik bazı riskler üzerine varsayımlar yapılır. Analiz yapılırken; paydaş haritası çizilir, her paydaşın projenin başarısı için önemi ve etkisi hesaplanır.

Paydaş analizinin basamakları; süreç planlama, politikanın belirlenmesi ve seçilmesi, önemli paydaşların tanımlanması, araçların adaptasyonu, bilginin toplanması ve kaydedilmesi, paydaş tablosunun düzenlenmesi, bilginin toplanmasıdır (Tezsürücü 2006).

Müşterinin Sesi: Müşterinin sesi (VOC), müşterinin istekleri ile ilgili bilginin elde edilmesi ve böylece müşteri memnuniyeti için kullanılan araçtır. Bu aracın en önemli özelliği proaktif olarak müşterinin zamanla değişebilecek isteklerini tespit edebilmektir. Müşterinin sesi, doğrudan tartışma veya görüşmeler, araştırma ve gözlemlerle, müşteri özelliklerine bakılarak garanti verilerini inceleyerek, şirket ve saha çıktılarına bakılarak elde edilebilir (Akarslan 2004).

Kano Modeli: Kano modeline göre müşteri ihtiyaçları üç kategoriye ayrılır; temel ihtiyaçlar, performans ihtiyaçları ve heyecan verici ihtiyaçlar. Temel ihtiyaçlar, müşterinin zaten var olmasını beklediği özelliklerdir. Bu özelliklerin üründe bulunmaması müşteride memnuniyetsizliğe neden olurken bulunması ise müşteri memnuniyetinde bir artışa neden olmaz. Performans ihtiyaçlar, müşterilerin üründe aradığı ve istediği özelliklerdir. Müşteri memnuniyeti bu ihtiyaçların karşılanma düzeyi ile doğru orantılıdır. Heyecan verici ihtiyaçlar ise, müşteriler tarafından bahsedilmeyen ve beklenmeyen ama yüksek seviyede müşteri memnuniyetiyle sonuçlanabilecek, bununla birlikte yokluğu müşteride memnuniyetsizlik yaratmayacak olan ihtiyaçlardır.

Pareto Analizi: Pareto analizi, bir sorunun önemli sebeplerini, nispeten daha önemsiz sebeplerden ayırmak için kullanılan bir çubuk diyagramı'dır. Takım çalışmalarında da sıklıkla başvurulan bir methodur.

Problemin çözümü, başarı durumu belirlenmesi gibi amaçlar adına bir başlangıç noktası belirlemek ve sürece devam etmek, metodun alanına dahil edilmektedir. Bu prensip, İtalyan ekonomist Vilfredo Paretonun adını taşımaktadır. Yönetim bilimci Joseph M. Juran da, metod ile anılan bir başka isimdir. Pareto analizinde, 80 / 20 olarak bilinen bir kural bulunmaktadır. Buna göre, birçok olayda sonuçların %80'i, nedenlerin %20'sinden kaynaklanmaktadır. Metodun doğruluğunu tasdik eder nitelikte olarak, Paretonun gözlemine göre, İtalya'nın bütün "gelirinin %80ine, İtalyan nüfusunun sadece %20'si" sahip bulunmaktadır (Baran Akçok, 2009).

Güçlü Yönler Analizi: Kararın yanında ve karşısında olan güçleri anlamak ve analiz etmek için kullanılan bir araçtır. Analiz yapılırken; kararı destekleyen güçleri güçlendirmek, karara karşı olan güçleri azaltmaya yönelik çalışmalar da yapılır. Güçlü yönler analizini uygulayabilmek için öncelikle bir diyagram çizilir ve bu diyagramda değişim için güçler ve değişime karşı olan güçler gösterilir (Işılğan 2006).

Süreç Haritaları: Süreç haritaları, incelenen sürecin adımlarını grafiksel olarak görülmesini sağlayan araçtır. Böylece kusurlar daha çabuk görülerek probleme yönelik çalışmalar hızlandırılır.

### **3.2.2. Ölçme**

Tanımlama kısmında tespit edilen mevcut durumun nasıl ölçülmesi gerektiğini ve hangi şekilde performans gösterilmesi gerektiğini belirleyen basamaktır. İyileşme adına değişiklikler yapıldığı zaman, projedeki değişimin verimliliği artacaktır. Ölçme basamağında mevcut durumu her açıdan netleştirici veriler toplanır. Geçerli ve doğru veriler toplanmaz ise prosesin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini tespit etmek mümkün değildir. Ölçme çıktısı; prosesin mevcut performansının, projenin oluşumunu tespit eden verilerin ve mevcut durumun detaylı bir tanımıdır.

Genel olarak ölçüm aşamasında en çok kullanılan araçlar; veri toplama, varyasyon, sigma performansının belirlenmesi ve ölçüm sisteminin yeterliliği (gage R&R\MSA)'dir.

Veri Toplama: Veri,problem çözüme ve geliştirme çalışmalarında kullanılan en önemli araçlardandır. Organizasyonlarda veri kaynakları; süreç, ürünler, maliyetler, müşteriler, tedarikçiler, muayene ve deney, çalışanlar, idari işler, satış ve personel gibi konularda olmak üzere çok sayıdadır. Veri toplama ilk olarak operasyonel tanımın yapılmasıyla başlamaktadır ve ölçümlerde kullanılan kriterlerin tanımı, veri toplama metodu, veri miktarı, veri toplamaktan kimin sorumlu olduğu gibi sorulara yanıt verir.

Operasyonel tanım yapıldıktan sonra sıra ölçüm planı hazırlamaya gelir. Ölçüm planına göre yapılan ölçümlerin sonucundaki veriler aşamalandırılır ve ana yapısına göre gruplandırılır. Problemin 5 nedenini (5Why) anlamaya yardımcı olur ve verilerin sunumu yapılır. Veriler çeşitli diyagramlar kullanılarak veri toplamada kullanılan metodun tutarlılığı ve detayı temsil edip etmediği önem taşır (Işılğan 2006).

Varyasyon: Değerler arasındaki farklılığa varyasyon (sapma) denir.

Altı Sigma'nın hedeflerinden birisi de müşteri beklentilerini düzgün bir şekilde karşılarken iş süreçlerinde meydana gelen değişkenliğin minimum indirilmesidir. Bu hedefe erişmek adına öncelikle varyasyona neden olan özel sebeplerin yok edilmesi, daha sonraki süreç çıktısının ise müşteri sınırları içinde çalışması sağlanmalıdır.

Sigma Performansının Belirlenmesi: Bir işlemin istendiği gibi olması; alınan değerlerin kaçının bu sapma aralığında olmasına bağlıdır. Bir sürecin üretim yeteneğini tanımlama yollarından birisi süreç yeterlilik analizidir. Süreç yeterliliğini ölçmeden önce süreç tanımlanmalı, daha sonra teknik özellikler tanımlanmalıdır.

Teknik özellikler ve standartlar belirlenirken işletmelerin çok sık yaptığı hatalardan birisi, müşteri isteğiyle işletme teknik özelliklerinin birbirine karıştırılmasıdır (Işılğan, 2006).

Normal dağılımlar için süreç yeterliliğinin belirlenmesinde Cp ve Cpk olarak isimlendirilen süreç yeterlilik indeksleri kullanılır. Cp sürecin yayılımını kontrol eder, Cpk ise hem yayılımı hem de ortalamanın hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir.

Eğer ki  $1,33 < Cpk < 1,00$  ise süreç yeterlidir.

$$Cp \text{ İndeksi: } Cp = (USL - LSL) / 6\sigma \quad (3.1)$$

$$Cpk \text{ İndeksi: } Cpk = Cp - \frac{1}{2} (\text{ortalama} - \text{nominal}) / 3\sigma \quad (3.2)$$

Ortalama: Verilerin aritmetik ortalaması

Nominal: USL ile LSL arasındaki aritmetik ortalama.

Ölçüm Sisteminin Yeterliliği (Gage R&R): Ölçülerin doğruluğunu ve doğru kalmalarını kontrol etmek önemli bir süreçtir. Bu metot bir ölçüyü çeşitli ortamlarda denemek için beş önemli kritere göre tekrarlamayı içerir. Bu kriterler; doğruluk, tekrarlanabilirlik, doğrusallık, aynılık ve kararlılıktır. Ölçüm sistemi yeterliliği göstergesi, çoğunlukla sürekli veri ölçümlerinde ve yoğunlukla ölçüm aletleri uygulanırken etkilidir (Türksel 2008).

Ölçme aşamasında kullanılan diğer araçlar aşağıdaki gibidir;

- Çetele diyagramı
- Kontrol kartları
- Frekans dağılımları
- Tahmin T & T (Tekrarlanabilirlik & tekrar üretilebilirlik)
- Pareto kartları
- Önceliklendirme matrisi
- FMEA (Hata türü ve etkileri analizi)
- Proses yeteneği, proses sigma
- Örnekleme
- Tabakalandırma
- Zaman serisi diyagramları



### 3.2.3. Analiz

Analiz basamağında dikkat edilen konu; ilgili kök sebebin tespit edilmesidir. Eldeki veriler analiz edilir ve hataların kök sebepleri tespit edilir. Bu aşamada, problemin ana sebeplerini iyileştirmek, proses varyasyonlarının öz kaynağını tespit etmek ve seçeneklerini tespit etmek için istatistiksel araçlardan faydalanılır. Analiz aşamasının hedefi, kalite problemlerinin temel nedenlerini tespit edip uygun veri analizi araçları kullanarak bu nedenleri doğrulamaktır (Tezsürücü 2006). Bu aşamada çoğunlukla kullanılan araçlar; pareto analizi, sebep-sonuç diyagramı (Balık Kılçığı), hata türü ve etkisi analizi (HTEA), hipotez testleri, ANOVA, T-Testi, çoklu değişken analizleridir.

Hata Türü ve Etkisi Analizi (HTEA): Sistemik yaklaşımla hataların tür ve etkilerinin belirlenmesi ve dökümantasyonuna yönelik olarak takımların sistemleri, süreçleri, tasarımları ve servisleri sorgulanır. HTEA çalışmaları sonucunda; hatalar giderilinceye kadar sürecin durması veya devam etmesine karar verilir, hataları önleyecek programlar hazırlanır, makine, tezgah ve süreç akışını gerçekleştiren donanımda hangi elemanların yenilenmesine gerektiği belirlenir, tasarım ve spesifikasyonlarda ne gibi değişikliklerin yapılacağı belirlenir, ihtiyaç duyulan bakım süresi ve gerek duyulan bakım araç-gereç belirlenir, gerekli görülen testler tespit edilir, değişiklikler belirlenir (Günelp 2007).

Hipotez Testleri: Probleme konulan geçici çözüme hipotez denmektedir. Hipotez problemi çözmek için yapılan araştırma ve gözlemler sonucu elde edilen bilgilerin yardımıyla kurulur.Örnekleme sonucunda tespit edilen veriler kullanılarak, bütünün kabul edilmesi ya da reddedilmesine karar verilir. Ancak, hipotezlerin test ediliyor olması için öncelikle kurulması gerekir. Hipotez, bir parametrenin değeri yahut değerleri olarak kurulmaktadır.

Varyans Analizi: Analysis of variance'ın kısaltması olan ANOVA, iki ya da daha fazla gruba ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır. İki grubun ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı t testi kullanılarak da incelenebilir. Eğer ikiden fazla grubun ortalamaları karşılaştırılacak ise F Testi diğer bir ismiyle Varyans Analizi (ANOVA,

Analysis Of Variance) uygulanır. İki den fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test eder (Çankaya Üniversitesi: proje-onay-formu).

Çoklu Regresyon Analizleri: Bir değişkeni etkileyen iki ve daha fazla bağımsız değişken arasındaki neden sonuç ilişkilerini bir modelle açıklamak ve bu bağımsız değişkenlerin etki düzeylerini belirlemek için yararlanılan metoda çoklu regresyon analizi denir.

Analiz aşamasında yaygın olarak kullanılan diğer araçlar aşağıdaki şekildedir;

- Yakınlık (affinity) diyagramı
- Beyin fırtınası
- Sebep- sonuç diyagramı
- Kontrol kartları
- Veri toplama formları
- Veri toplama planı
- Deney tasarımı
- Akış diyagramları
- Frekans dağılımları
- Tepki alanı metodolojisi
- Örneklem
- Dağılma (serpilme) diyagramları
- Tabakalandırılmış frekans dağılımları

#### **3.2.4. İyileştirme**

İlgili aşama, bir önceki kısımda bulunan kritik faktörlerin meydana getirdiği hataların nedenlerinin ortadan nasıl kaldırıldığı ve optimal bir sonuca nasıl ulaşılır sorularının çözümlerinin arandığı aşamadır. Bu aşamasında proses değişimi başlar ve görüşler oluşturulur, veriler meydana gelir, tavsiyeler üzerinde durulur ve ilgili iyileştirme uygulanır. İyileştirme aşamasında kullanılan istatistiksel araç Deney Tasarımı (DOE) dir.

Ayrıca bu aşamada, elde edilen verilerin bir sonraki kısımda hangi noktalardan ele alınması gerektiği ile ilgili bir plan oluşturulmalıdır.

Deney Tasarımı (DOE): Tespit edilmiş bir tasarım matrisine göre, proses üzerinde etkisi olması ihtimalindeki değişkenlerin sistemsal olarak değiştirilerek, deneylerin oluşturulması metodudur. Diğer şartlarda oluşturulan deneylerden elde edilen veriler aşağıdaki amaçlara ulaşmak için değerlendirilirler;

- Test edilen değişkenler içinde etkin olanlarının belirlenmesi,
- Belli bir aralıkta değişkenlerin çeşitli seviyelerinin etkilerinin belirlenmesi,
- Prosesin mevcut durumunun işleyişinin daha iyi anlaşılması,
- Bir kısım etkenlerin ve etkileşimlerin karşılaştırılması.

Deney tasarımının ürün ya da proses geliştirme işleminde uygulanması bir çok faydalar sağlar;

- İyileştirilmiş proses çıktıları,
- Nominal ya da hedef değer etrafında değişkenliğin azaltılması,
- Toplam geliştirme süresinin kısaltılması,
- Toplam maliyetlerin azaltılması (Brue, 2002).

İyileştirme kısmında genel olarak kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir;

- Beyin fırtınası
- Konsensüs
- Yaratıcılık teknikleri
- Veri toplama
- Deney tasarımı
- Akış diyagramları
- FMEA (Hata türü ve etkileri analizi)
- Hipotez testleri
- Planlama araçları
- Paydaş analizi

### **3.2.5. Kontrol**

En son aşama olan kontrol kısmındaki amaç, oluşturulan iyileştirme planını ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi, kazançların devamlılığının sağlanması ve grafiği devamlı yükseltmek için gerekenli uygulamaların oluşturulmasıdır.

Kontrol aşaması, iyileştirmelerin Altı Sigma seviyesinde kalıcılığı ve devamlılığının gerçekleşmesi hedefiyle proseslerin standardizasyonu ve kontrolü aşamasıdır.

Bu aşamada pilot bir uygulama gerçekleştirilir. Pilot uygulama, öngörülen tasarımın bir kısmını ya da hepsinin düşük bir frekansta denenip görülmesidir. İlgili uygulamanın temel prensibi, Planla – Uygula – Kontrol Et – Önlem al döngüsüdür. Normal bir durumda ilgili döngüden iki ya da daha fazla geçmektedir. Pilot uygulamanın döngüdeki ilk kısmı çözümün oturtulması ve ilgili sonuçların oluşturulması ve iyileştirilmesine yardımcı olur.

Bu aşamada İstatistiksel Proses Kontrol Tabloları ile süreçlerin performans yeteneklerinin devamlılığının takibi yapılmaktadır.

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK): İPK ilgili süreç içindeki değişkenliğin ölçümü ve değerlendirilmesi ile bu tür değişkenliği sınırlıyor olmak ve kontrolünü sağlamak için harcanan çalışmalardır. İstatistiksel proses kontrol kısmında kullanılan kontrol tabloları, izlenen prosesin göstergelerini görmek, proses iyileştirme sonrası hedeflenen performansla arada bir fark var ise önleyici bir faaliyet uygulanması gerektiğini ispat etmek açısından uygulanan bir yöntemdir.

Kontrol tablolarının Altı Sigma sisteminde üç temel kullanım alanı vardır (Cavanagh, Neuman ve Pande 2004);

1. TÖAİK projesinin ilk ölçüm faaliyetlerinde, problemlerin ya da kontrol çerçevesi dışında kalan uygulamaların türlerinin ve frekanslarının tespit edilmesine yardımcı olmaktadır. Nasıl bir türde araştırma ve düzeltme etkinliklerinin faydalı olacağını da göstermektedir.

2. Bir proses çözümü ya da değişkenliğin denemesi ya da uygulanmasında, değişkenliğin ve süreçlerin nasıl uygulandığını göstererek ve başka çalışma, araştırma süreçleri de önererek verilen gözlemlenmesini sağlamaktadır.

3. Kontrol Tabloları devamlı bir uyarı sistemi şeklinde sürmekte ve prosesi inceleyen ekibin üyelerini normal olmayan durumlar karşısında bilgilendirmektedir.

Kontrol aşamasının çıktıları;

- İyileştirmeye konu olan prosesin güncel hali,
- İyileştirme sonucu getiriler,
- İyileştirme sonucu oluşan fırsatlar ve öneriler.

Kontrol kısmında yaygın olarak kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir;

- Kontrol kartları
- Veri toplama
- Akış diyagramları
- Öncesini ve sonrasını kontrol için frekans dağılımı, pareto kartı gibi kartlar
- Kalite kontrol proses kartı
- Standardizasyon

Son olarak Pande ve arkadaşları (2000) , Altı Sigma' da araçların kullanımına ilişkin dikkat edilmesi gereken noktaları aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- Bir araç, sadece “daha önce kullanılmadığı için” kullanılmamalıdır, kullanacak bir aracı seçerken daima net ve anlaşılır sebepler olmalıdır.
- Altı Sigma araç grubunda çeşitli araçlar bulunur. Böylelikle, çalışmada firmaya yardımcı olabilecek farklı araçlar da bulunur. Aralarında seçim yapılırken dikkatli olunması gereklidir.
- Fazlaca karmaşık olan araçlar seçilmemelidir. Seçilen aracın karmaşıklığı, mevcut durumla uyum sağlamalıdır.
- Herkesin anladığı ve yanlış yerlere varmadığı sürece yeni araçlar oluşturulabilir.
- Bir araç işe yaramazsa, başka bir araç denenmelidir.

## 4. ALTI SİGMA UYGULAMA ARAÇLARI

### 4.1. Proje Onay Formu

Proje onay formu Altı Sigma nın ilk adımlarından birisidir. Tanımla aşamasında yapılması gerekir ve bir projenin başarı kistasına direkt olarak etkisi bulunur. Proje için gerekliliklerin ya da kısıtları oluşturan etkenlerin net bir şekilde belirtildiği bir form, projenin başarılı kistasında etkili olmasının yanında, takım üyelerinin moralini azaltıcı etki yapan ya da açıklayıcı veriler içermeyen bir proje onay formu ise ilgili projeyi başarısızlığa sürükleyebilmektedir.

Proje onay formunun içerisinde birçok parametre yer almaktadır. Her birisi de proje başlangıcından sonuna kadar anahtar aşamalardan oluşmaktadır.

Öncelikle POF un doldurulduğu tarih , yer, katılımcılar net bir şekilde belirtilmeli. Katılımcıların rolleri proje başında yetkinlik seviyelerine göre tespit edilip atanmış olmalıdır. Dökümana standart gereği numaralandırılarak yaşayan bir döküman olması sağlanmalıdır.

Proje adı , net bir şekilde tanımlanmış olmalı. Tüm takım üyeleri içinde soru işaretine mahal verilmemelidir.

Projenin niteliği, Projenin hangi niteliği içeriyor oluşunun tanımlandığı kısımdır.

Projenin genel hatlarıyla nasıl olduğu belirtilmeli, projeyi diğer projelerden ayıran özellikler ayrıca ifade ediliyor olmalıdır.

Proje araştırmacıları, ilgili proje için katkıda bulunacak , yeterli ve doğru kaynağa ulaşmayı sağlayacak kişilerin ve araştırmacıların belirtilmesi gerekmektedir.

Proje yürütücüsünün haberleşme bilgileri, proje ile ilgili takım lideri diyebileceğimiz ve aynı zamanda tüm üyelerin de iletişim bilgisini içeren bilgiler yer almalıdır. Genel anlamda iletişim için mail adresi ve gerekli iş telefonu bilgileri yeterli olacaktır.

Araştırmanın amacı, araştırma ile ilgili en önemli konulardan birisi belirlenmiş bir amacının olmasıdır. Amaç düzgün bir şekilde, akılda soru işareti oluşturmadan belirtilmiş olmalıdır.

Araştırmanın gerekçesi, ilgili araştırmanın neden yapıyor olduğu da düzgün ve anlaşılır bir şekilde belirtilmelidir. Amaç ve doğrultusunda gerekçenin belirtiliyor oluşu projenin başlangıcında kafalarda soru işareti bırakmaması açısından oldukça önemlidir.

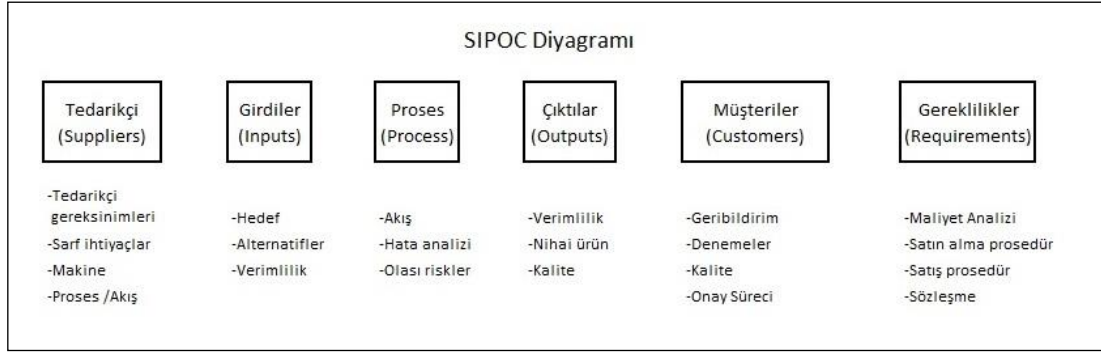
Araştırmanın metodu, ilgili projenin araştırma safhasında hangi yöntem ve methodlar kullanılacak ise detaylı bir şekilde belirtilmelidir. Sistemler belirtilirken temel anlamda hangi aşamada hangi metoda yoğunlaşarak ilerleneceği belirlenmiş olacak ve bir yol haritası oluşturulacaktır.

Son olarak ilgili detayların belirtildiği proje onay formu üst yönetim kurulunun onayına sunulur. Üst yönetim , ilgili formu değerlendirerek onay verir ya da reddeder.

Formun sonunda onay verildiği takdirde yönetim kurulu üyelerinin imzalarını içeren kısımla birlikte projeye başlamak için onay resmi bir biçimde alınmış olur (Ford Motor Co., Consumer Driven Six Sigma Training notes, 2001).

#### **4.2. SIPOC Diyagramı**

SIPOC, tedarikçi (Supplier), girdi (Input), süreç (Process), çıktı (Output) ve müşteri (Customer) kelimelerinin bir arada kullanıldığı ifadedir. SIPOC diyagramı, çalışma proseslerinin temel ve ara bölümlere dağılarak SIPOC tanımında belirtilen tedarikçi, girdi, çıktı ve müşteri arasındaki bağlantıların tespit edilmesine katkıda bulunur. Proseslerin verileri ve önemli kısımları çok olmayan içerik olacak biçimde diyagram üzerinden belirtilir. Genellikle altı sigma projelerinde, tanımlama kısmında proseslere ait bütün verilere kapsamlı bir açıdan gözlemlenmesine etki ederek proses sorunlarının tespitinde kolaylık yaratmaktadır (Pyzdek, 1999).



Şekil 4.1. SIPOC diyagramı

SIPOC diyagramı tanımlama adımları ;

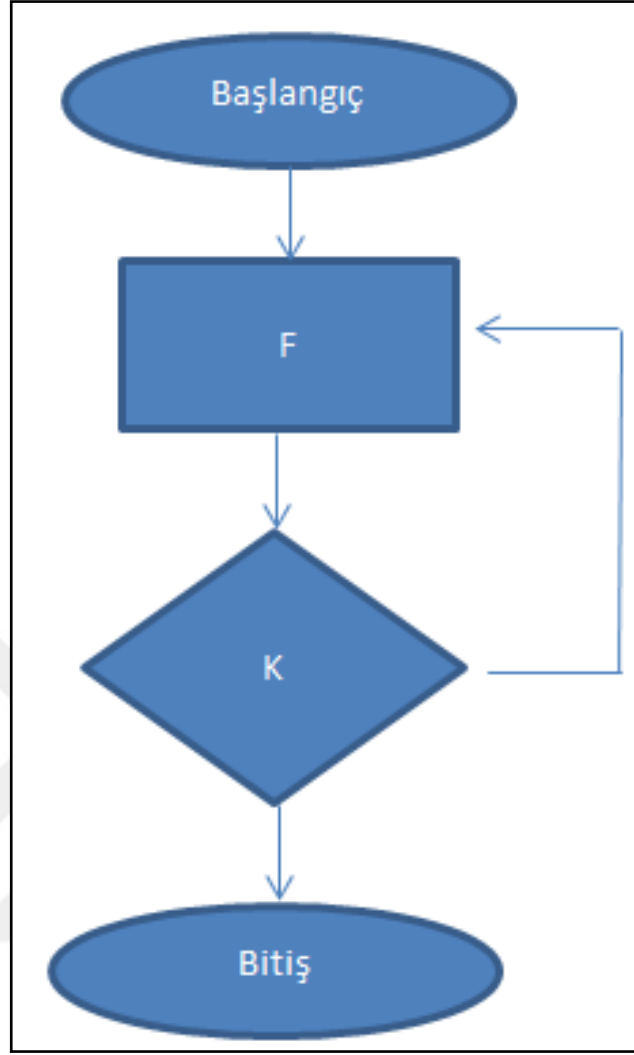
- Ekibe SIPOC diyagramında eklemeler olmasına yetki verebilecek seviyede bir kısım olmalıdır.
- Prosesten başlanmalıdır. 4'ten 5'e yüksek seviyelerde sürecin haritalanması yapılmalıdır.
- Proses çıktıları tespit edilmelidir.
- Süreç çıktıları ile yakinen ilgilenen müşteriler belirlenmelidir.
- Sürecin düzgün ilerlemesi adına gerekli tüm girdiler tespit edilmelidir.
- Süreç tarafından ihtiyaç olan girdileri tedarik eden tedarikçiler tek tek tanımlanmalıdır.
- Altı sigma analizlerinin bir sonraki süreçte ihtiyaç olacak olan müşterilerin öncelikli talepleri konuşulmalı ve ona göre hareket edilmeli.
- Projenin sponsoru ile ,şampiyon ve diğer ekip üyeler, elde edilen verilerin kesinliği üzerine konuşmalıdır (Baş, T., 2003).

### 4.3. Süreç Haritası

Bir ürün yahut hizmetin takip edeceği gerçekçi ve olması gereken süreci tespit etmek amacıyla kullanılır. Sürece ait başlıca prosesleri, akış şemasını göstermektedir.

Altı Sigma'da süreç haritası Tanımlama ve İyileştirme kısımlarında kullanılmaktadır. Tanımlama aşamasında sürecin olağan süreç haritası neydena getirilir. İyileştirme aşamasında da süreç haritası'nın nasıl bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilir. Akış diyagramında sürece ait başlangıç ve bitiş noktaları, proses adımlarını, karar aşaması basamaklarını ve iş akışını göstermek amacıyla semboller kullanılır.





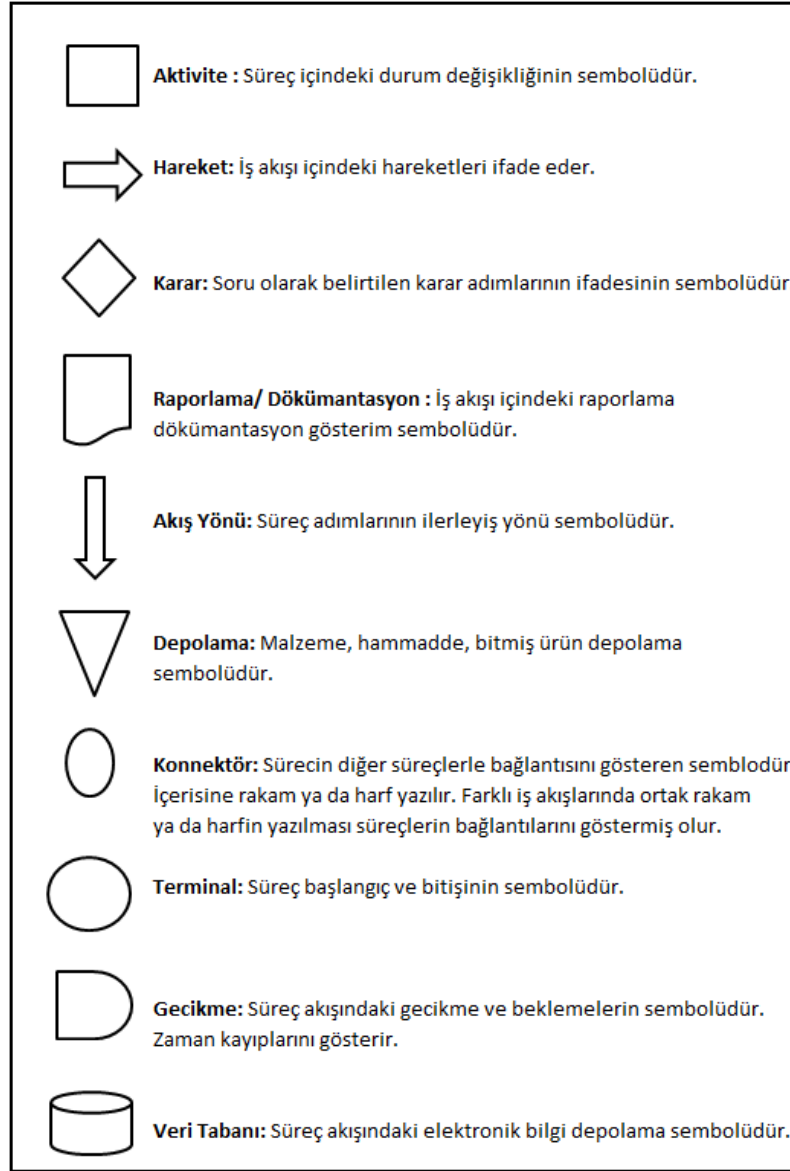
Şekil 4.2. Akış diyagramı

Süreç haritası kabataslak olarak aşağıdaki şekilde kullanılmalıdır;

- Her bir basamağı temsil eden kişilerden oluşacak bir takım kurulmalıdır.
- Akış başlangıç ve bitiş kısımlarına karar verilir.
- Beyin fırtınası ile hangi basamakların olacağına her beraber karar verilir.
- Bu faaliyetler, akışın yönünü gösterecek oklardan yararlanarak belirlenir.
- Karmaşık olan durum ayrı bir şekilde de gösterilebilir.

Bu noktada dikkat edilmesi gereken kısımlar;

- Akışın içerik ve sınırları tam olarak belirlenmelidir.
- Akış diyagramındaki detaylandırma öncesinde belirlenmelidir.
- Geri besleme çevriminin bir çıkış noktasının olduğu unutulmamalıdır ve bir çıkışa bağlanması şarttır.



Şekil 4.3. Süreç haritası sembolleri

#### 4.4. Kontrol Listesi

Diğer gözlemlere istinaden alınan verilerden faydalanarak, bir eğilim/çizgi belirlemek için kullanılmaktadır. Kontrol L. faydalanarak aşağıdaki şekildeki maddeler sorgulanmalıdır;

- İlgili hatanın tipi/modeli
- Hatanın ortaya çıkış frekansı
- Hatanın meydana geldiği yer/makina/bölge
- Dış faktörler, operator, çevre kaynaklı durumlar
- Gözden kaçan bir nokta/durum

Kullanılma şekli aşağıdaki gibidir;

- İhtiyaç duyulan veriler tespit edilir.
- Verilerin bulundurulacağı kontrol listesi formu hazırlanır.
- Birden fazla kontrol listesi formlarından alınan sonuçların görülebildiği sonuç kontrol listesi formu hazırlanır.

Dikkat edilmesi gereken önemli noktalar ;

- Gözlenen olayda herkesin aynı fikirde olması amaçlanır.
- Gözleme zamanı belirlenmelidir.
- Açık ve net bir form hazırlanmalıdır.
- Veri toplamada düzenli tutarlı ve itina gösterilmelidir.

Tablo 4.1. Örnek kontrol tablosu

Konu	ÇEYREK				Toplam
	1	2	3	4	
X	2	2	1	1	6
Y	1	1	1	2	5
Z	3	2	4	3	12
Toplam	6	5	6	6	23

Tablo 4.1’de gösterilen örnek kontrol tablosu üzerine aşağıdaki gibi yorumlanabilir ve problemlerin meydana geliş sebepleri araştırılıp çözüm yolları aranır.

- 1.çeyrekte toplam 6 olay oluşmuştur. Bunların 2’si “X” ,1’i “Y”, 3’ü de “Z” olayıdır.
- 1 sene içinde toplam 6 adet “X” olayı meydana gelmiştir. Bunların; 2’si 1. çeyrek, 2’si 2. çeyrek, 1’i 3. çeyrek, 1’i 4. çeyrekte gerçekleşmiştir.

#### 4.4.1. Pareto analizi

Pareto analizi, ilgili problemin kritiik nedenlerini, daha az önemli nedenlerden ayırt etmek için kullanılan bir çubuk diyagramdır. İlgili anlayış, İtalyan ekonomist Vilfredo Paretonun adından gelmektedir.

Pareto analizinde, seksene yirmi olarak bildiğimiz bir kural bulunmaktadır. Buna göre, birçok durumda sonuçların %80’i, nedenlerin %20’sinden kaynaklanmaktadır

diyebiliriz. Metodun doğruluğunu garantilemek nitelikte olarak, Paretonun anlayışına göre, İtalya'nın bütün "gelirinin %80ine, İtalyan nüfusunun sadece %20'si sahiptir.

Hazırlanma yolu;

- Metodu kullanmaya başlamak için üzerinde çalışılacak bilgileri içeren bir liste yapılır.
- Liste üzerindeki kişi için önemli olan değişkeni tespit edilir.
- Önemli kritere göre büyükten küçüğe listeyi sıralanır.
- Önemli kriter olan değişkenin kümülatif toplamı alınır ve bunu orantısal olarak belirtilir (Pande-Neumann-Cavanaugh, 2002).

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar , en sık karşılaşılan problemler ile maliyetleri en yüksek olan problemlerin aynı olması gerekmemektedir. Örneğin ölümlerle sonuçlanan iki iş kazası kazası, yaralanma ile sonuçlanan 100 iş kazasından daha büyük kritiklik taşır.Verilerin toplandığı zaman periyodu açıkça belirtilmelidir. Eğer mümkünse veriler normalize edilmelidir. Böylece verileri gelecekteki pareto diyagramlarında da kullanarak değişimleri gösterebiliriz.

Örnek: Bir şişe üretim sürecinde, şişe üretim sonrasındaki 100 adetlik örnekte gözlenen kusurlar aşağıdaki gibidir.

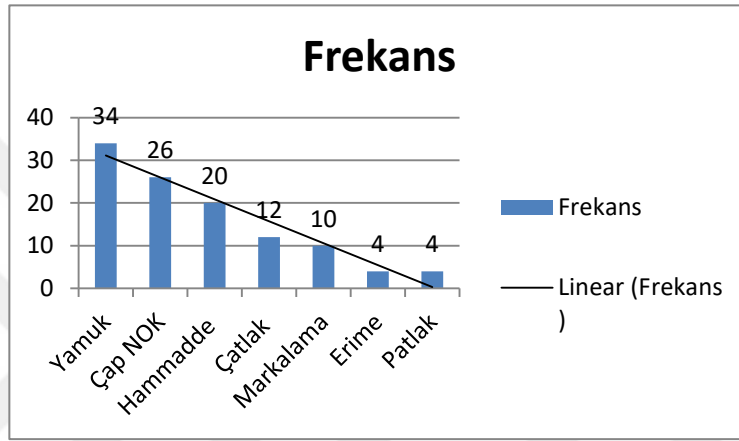
Tablo 4.2. Örnek hata tablosu

Hata Türü	Çetele	Frekans
Çatlak	xxxxxx	12
Erime	xx	4
Çap NOK	xxxxxxxxxxxxxx	26
Markalama	xxxxxx	10
Patlak	xx	4
Hammadde	xxxxxxxxxx	20
Yamuk	xxxxxxxxxxxxxx	34
Toplam		110

Şişe kusurlarına ilişkin tablo incelendiğinde en yüksek frekanslı kusurun yamuk maddesi olduğu görülür. Bu durumu ikinci olarak çapın uygun olmaması izlemektedir. Diğerlerinin de frekanslarına göre yer aldıkları diyagram belirtilmiştir. Çizilen diyagram yardımıyla ürün kusurlarını gidermeye yönelik bir programın

öncelikle hangi hatanın ele alması gerektiği ve öncelikler belirlenir. Grafiğe bağlı olarak sürecin hangi aşamasında bu kusurun kaynaklanabileceği araştırılır.

Pareto diyagramı kusurların parasal boyutlarına göre de çizilebilir. Çok az gözlenen bir kusuru gidermek yada kusur nedeni ile ürünü ıskartaya ayırmak önemli ölçüde parasal kayıp yaratabilir. Böylesi bir durumda pareto analizini parasal boyutta yapmak daha tutarlı olacaktır. Her bir kusurun yarattığı parasal kayıplar belirlenerek düşey eksende ,büyüklük sıralarına göre yer alırlar.



Şekil 4.4. Örnek pareto diyagramı

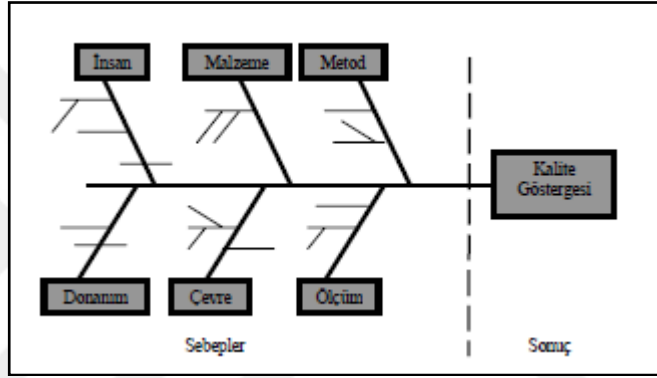
İlgili süreçte yapılan iyileştirme çalışmaları sonrasında, gerekli verilerin toplanıp yeni bir pareto diyagramının çizilmesi ile yapılan çalışmaların etkililik durumu belli olmuş olacaktır. Hataların bazılarının giderildiği, önem sıralarının değiştiği ve ya benzer kısımlarla tekrar karşılaşılabılır.

#### 4.4.2. Balık kılçığı

Balık kılçığı diyagramı; bir başka ismiyle sebep sonuç diyagramı, ya da kimi kaynaklarda geçtiği şekliyle Ishikawa diyagramı, kalite çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir sistemdir. Şekil itibariyle balık kılçığını andırdığı için, balık kılçığı diyagramı ismiyle anılmaktadır. Yedi kalite aracından biri olan bu diyagram, ilk olarak 1943 yılında, Kaoru Ishikawa tarafından kullanılmıştır (Coats Global Service, 2015).

Hedeflenen ya da belirlenen sonuç yatay çizelgenin bir ucuna yazılır ve sonucun meydana getireceği düşünül­düğü temel nedenler de diğer oklar ile birleştirilerek Sebep- Sonuç Diyagramı oluşturulmuş olur.

Sonuç olarak belirlenen olay pozitif/negatif olabilir. Pozitif olması durumunda arkasındaki nedenler açığa çıkarılabilecek, negatif ise düzeltici faaliyetlerin aksiyon alınması gereği meydana gelir. Alınan sonuçlara göre birden fazla sebepten söz edilebilir. Başlıca metodlar, malzeme, işgücü, ölçüm, donanım ve çevre ana başlıklarındaki sebepler bir alt nedene de ayrılabilir. Aşağıdaki şekilde sözü edilen tüm nedenler gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Balık kılıçığı diyagramı

Temel sebepler detaylandırıldığında;

**İnsan:** İncelenen süreçlerin olmazsa olmazıdır. Proseslere ya da akışlara dahil olmaktadır.

**Metot ya da Yöntem:** Yürütülen prosesin ya da bütün sürecin hangi politikalar, yönetmelikler, dayarılan ilkeler, rehber alınan yol haritaları vb. durumlarını kapsar. **Makine:** İşin yapılma aşamasında kullanılan her türlü ekipman, alet, gereç gibi zorunlulu materyallerdir.

**Malzemeler:** Ortaya çıkarılmak istenen son ürünün üretimi için gerekli olan hammadde, yan ürün ve bunlara bağlı olan alet edavatların bütünüdür.

**Ölçümler:** Bir kalite aracı olarak kullanılan bu diyagramda, elde edilen verileri değerlendirme sürecinde yapılan çalışmaların sonucudur.

Çevre: Çalışılan alanın sıcaklık, nem gibi ergonomik açıdan önemli değerleri ile işin süresi gibi kavramların bütünüdür. İnsan kıstası ile bağlantılı olarak da değerlendirilebilir (Akarşlan, 2004).

#### **4.4.2.1. Balık kılçığı diyagramı uygulanması**

Çizilecek olan grafiğin yer aldığı alanın en sağına, araştırılacak sorun ya da durum yazılır. Araştırılacak soruna neden olan muhtemel ana ve alt nedenler, grafiğin ilgili yerlerine eklenir. Araştırılan tüm nedenlerin açıklamaları yazılmadan önce, uzmanlar ve çalışanlar da dahil olmak üzere, olabildiğince çok kişi ile görüşülüp, fikirler değerlendirilir ve beyin fırtınası gerçekleştirilir.

Sebeup – Sonuç diyagramının hazırlık aşamasında, özellikle dikkat edilmesi gereken bir takım durumlardan biri, çok kişi ile görüşme durumudur. Diyagramın başarıya ulaşabilmesi için, süreçle ilgili olan çok fazla kişiden veriler ve doneler alınmalıdır. Bir başka kritik nokta ise, bu verilerin alınması sırasında, çalışanların rahat bir ortamda görüşme yapabilmelerini sağlamaktır. Çünkü, ortamda bulunan üstlerden ya da amirlerden çekinen çalışanlar, doğru verileri veremeyebilirler. Bu şekilde de, değerlendirme çalışması başarıya ulaşamaz (Akarşlan, 2004).

#### **4.4.3. Ağaç diyagramı**

Ağaç diyagramı Shigero Mizuno tarafından belirtilmiş 7 yönetim ve planlama aracından birisidir. Ağaç diyagramı, bir hedefe ulaşmak yahut bir sorunun çözümü adına sistemli bir düşünme tarzıdır. Genellikle bir Ağaç Diyagramının yapısı, kök düğüm, üst / üst ögesi olmayan bir üye gibi ögelerden oluşur. Ardından, üyeler arasındaki ilişkileri ve bağlantıları temsil eden dallar adı verilen hat bağlantılarıyla bir araya getirilen düğümler vardır. Son olarak, yaprak düğümleri (yahut bitiş düğümleri), alt düğümler veya alt düğümleri olmayan üyelerdir (URL-4).

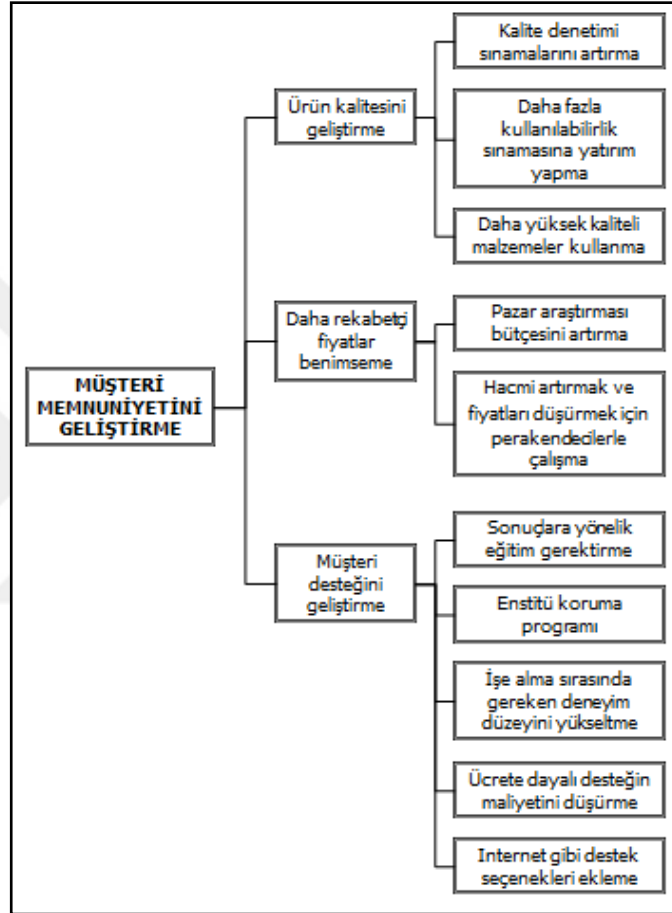
İzlenecek adımlar aşağıdaki gibidir;

Konu ya da hedef belirlenir ve kutu içine yazılarak sol kısma yerleştirilir.

İlgili hedefi gerçekleştirmek için neler yapılmalıdır sorusuna bağlı olarak konuya en yakın fikirler belirlenir ve hedefi tanımlayan kutunun sağ tarafına yerleştirilir.

Amaca ulaşmak için hangi metodu yahut durumu tanımlamalıyız?” sorusuna verilen cevap en sağa yerleştirilir ve böylelikle genel bir amaç oluşturulur.

Amaç ve araçlar belirlendikten sonra, her bir aracın uygulandığı takdirde amacı başarıp başaramayacağı kontrolü sağlanır ve düzeltme ihtiyacı varsa ona göre önlem alınır.



Şekil 4.6. Örnek ağaç diyagramı

#### 4.4.4. İlişki diyagramı

İlişkilendirme diyagramı, bir konu hakkında birden çok sayıda fikir, düşünce ve ilişkiyi ayrıştırmaya etki eden bir metottür. Kawakita Jiro tarafından kalite yönetim aracı olarak belirtilmiş değilse de güncel olarak sık kullanılan Japon yönetim ve planlamalarından birisidir. Neden-Sonuç diyagramıyla çözümlenemeyecek olan karmaşık problemleri çözüme ulaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Beyin fırtınası sonucunda ortaya çıkarılır.



Adımlar;

- Konu tespit edilir.
- Konuyla ilgili gerçekler, tahminler, fikirler, sonuçlar gibi veriler toplanır ve sınıflandırılır.
- Veriler tek bir karta yazılır. Sonrasında ilgili kartlar toplanır, karıştırılır ve ortaya serilir. Gruptan bir kişi birbirine benzeyen kartları ayırt eder.
- Kartlardan gruplar oluşturulur. Gruplandırılmayan kartlar ise kendi gruplarını oluşturur. Her gruptan o grubun anlamını içeren bir kart bulunur ve bu kart üst üste konulur. Buna ilgi kartı denir.
- Kartlar yeniden düzenlenir ve yeni ilgi kartları belirlenir. Bu işlem bilgiler 3-4 gruba ininceye kadar devam eder.

İlişkilendirme diyagramı, takım üyelerini uzlaştırmayı amaçlayan bir çalışmadır. Önceliklendirme düzgün bir şekilde yapılarak, problemlerin nedenleri ile olan bağlantıları oluşturulup karmaşıklık ortadan kalkmış olur. Karmaşıklık ortadan kalktığında da somut ve anlaşılır bir hedefe ulaşılmış olur.

#### **4.4.5. Hata modları ve etkileri analizi**

FMEA açılımı İngilizce olarak Failure Mode and Effects Analysis yani potansiyel hata türü ve etkileri analizi olarak açıklanmaktadır.

Potansiyel hata, hata nedenleri ve hata etkilerini belirlemek ve yönetmek için kullanılan bir metottur. Erken aşamada tespit, değerlendirme ve önleyici faaliyetlerin yapılabilmesini sağlar.

Kriz yönetimi yerine risk yönetimi yapılması sağlanır. FMEA, riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması prensibine dayanmaktadır. Hataların müşteriye gitmeden önce tespitini ve böylelikle müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir.

FMEA metodunun çalıştırılması için ön şartın herkes tarafından anlaşılması ve takip edilmesi gerekir. Bütün problemler aynı derecede önemli değildir. Dikkat edilmesi gereken problemlerin önceliğidir. FMEA bu önceliğin belirlenmesine yardımcı eder.

FMEA ya başlamadan önce ilgili müşteri belirlenmelidir. Bu genellikle son kullanıcı olmakla birlikte, bir sonraki operasyon da müşteri olarak kabul edilebilir. Bu problemlerin tanımlanması ve ele alınması için oldukça önemlidir.

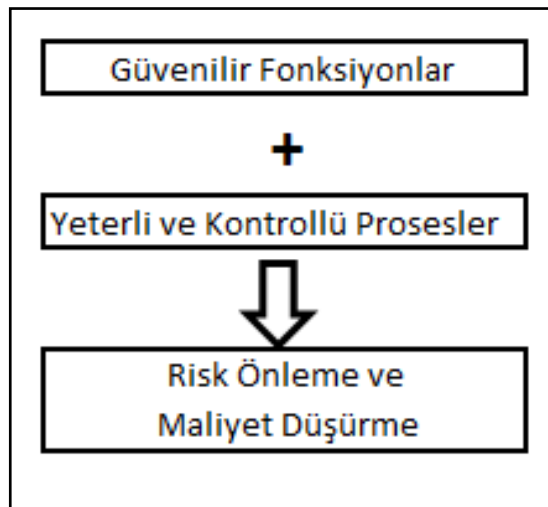
Yanlış yönlendirmeler ve zaman kaybı olmaması için ele alınan fonksiyon ve amaç herkes tarafından bilinmelidir. FMEA nın amacı devamlı iyileşme ve düzeltici faaliyetlerin başlatılması olmalıdır.

#### 4.4.5.1. Hata modu ve etkileri analizi faydaları

Teknik değişiklikleri başarı ile yapmak için çok önemli bir fırsattır. Ürün ve ya servisin kalitesini, güvenilirliğini ve emniyetini geliştirmeyi sağlamaktadır.

Firmanın imajını ve rekabet gücünü artırmaktadır. Müşteri memnuniyetinin artmasına vesile olmaktadır. Ürün geliştirme maliyetini ve zamanını düşürür. Tasarım geliştirme faaliyetlerinde öncelikleri belirler. Kritik ve ya önemli karakteristiklerin belirlenmesini sağlar. Yeni bir imalat ve ya montaj prosesinin analizine yardımcı olur. Hatanın tanımlanması ve önlenmesine yardımcı olur. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin başlamasını sağlar. Yüksek güvenilirlik ve emniyet için alternatiflerin önceden belirlenmesine yardımcı olur. Güçlü kontrol planlarının hazırlanmasına yardımcı olur. Potansiyel hataları ve riskleri listeler.

#### 4.4.5.2. Hata modu ve etkileri analizi amaçları



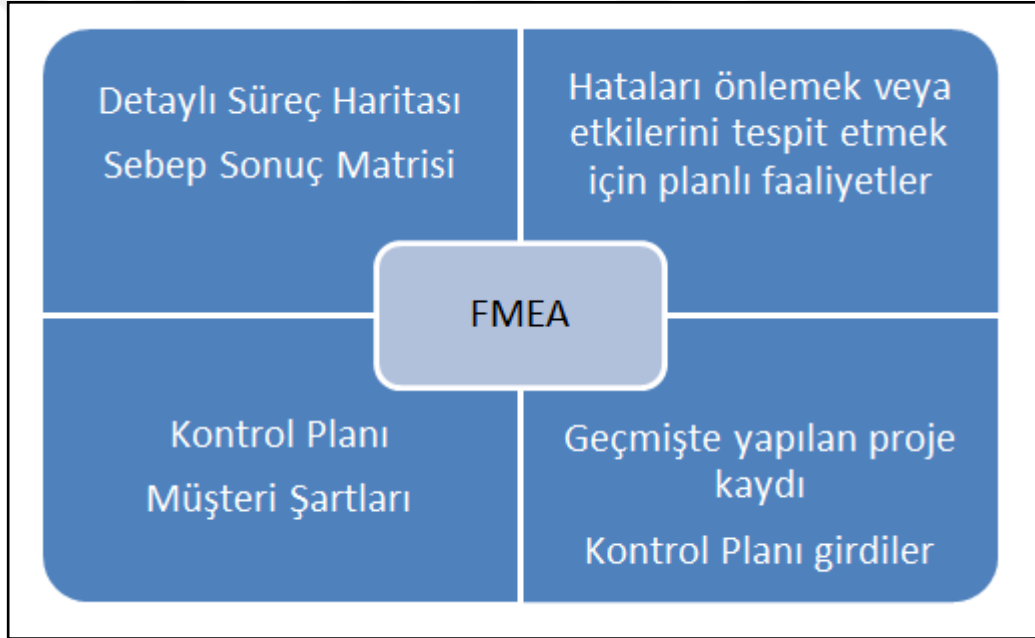
Şekil 4.7. FMEA amacı

İyi yapılmış bir FMEA ;

- Potansiyel hataları tanımlar.
- Her hatanın nedenlerini ve etkilerini belirler.
- Olasılık, şiddet ve saptanabilirliğe bağlı olarak hataların önceliğini çıkarır.
- Problemlerin takibini ve düzeltici faaliyetlerin alınmasını sağlar.

FMEA prosesinin başlatılması gereken durumlar;

- Yeni ürünler veya prosesler tasarlandığında
- Mevcut ürünler veya prosesler değiştirildiğinde
- Mevcut ürünler veya prosesler için yeni uygulamalara başlanacağı zaman,
- Mevcut ürün ve proseslerde önemli hatalar görüldüğünde



Şekil 4.8. Fmea prosesi

FMEA Adımları;

- Hazırlık yapılması
- Ekip oluşturma
- Proses adımlarının belirlenip analiz edilmesi
- FMEA formunun doldurulması (URL-5)

#### **4.4.5.3. Hata modu ve etkileri analizi türleri**

FMEA iki türe ayrılır, dizayn ve proses FMEA olacak şeklindedir. İlk olarak dizayn FMEA ele alınır. Dizayn FMEA kısmında ürün ya da servisin proje aşamasına gelmeden ilk önce bir teknik resim ya da standardı olması gerekir. Teknik resim üzerinde oluşturulan dizayn üzerinde hangi hataların ne tür etkileri olacağına dair bir çalışma yapılmalıdır. Dizayn FMEA proses FMEA öncesinde hazırlık olarak olası büyük hataları önden ön görmek adına oldukça önemlidir. Dizayn FMEA dan gelen veriler ışığında proses FMEA oluşturulur.

Proses FMEA ise ürünün somut olarak oluşturulması için geçmesi gereken proseslerin risklerinin ele alındığı bir durumdur. Proseslerin tek tek başlangıçtan bitişine kadar tüm süreçlerin ele alındığı bir mihenk taşıdır. Proses FMEA sonrasında tüm ekip tekrar bir araya gelerek control planını oluşturur. Proses FMEA sonrasında oluşturulan risklerin nasıl kontrol edileceğine dair bir plan olmuş olacaktır. Böylelikle amacımız müşteriye minimum hatalı ve sıfır hata hedefli ürün göndermek, projeyi mümkün olan minimum hatada başlatmak ve olası bütün riskleri önden gözden geçiriyor olmaktır.

#### **4.5. Deney Tasarımı**

Bir akışın, parçanın, hizmetin yahut çözümlerin göstergelerini denemek ve maksimum seviyeye getirmek için kullanılan bir sistemdir. İstatistiksel belirginlik testleri, korelasyon ve regresyon metodları kullanılır, sebebi olağan dışı durumlarda ürün ya da hizmetin nasıl hareket edeceğini belirtmektir. Deneysel tasarımını ayrı kılan tarafı, deney ve denemeler yaparak etkenleri gözden geçirme olanağı yakalamasıdır.

Popülasyonları karşılaştırmak amacı ile yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Karşılaştırma amaçlı ele alınan konular deneme planlaması ve analizleri deney tasarımı konularını oluşturur.

Hipotez testlerinde anlatılan iki ortalamanın karşılaştırması , deney tasarımının en basit örneğidir.

Bu analiz iki amaçlıdır;

- Denemenin planlanması
- İstatistiksel analiz. (varyans analizi ve ortalamaların karşılaştırılması) (URL-6)

Deney tasarımı metodları incelenen sistemde;

- Değişkenlerin sebeplerini incelemeyi,
- İlgili değişkenleri ortadan kaldırmayı yahut değişkenlere karşı sistemli bir durum oluşturmayı ifade eder.

#### **4.6. Beyin Fırtınası**

Beyin fırtınası İngilizce "Brainstorming" ,Fransızca "Remue-meninge " anlamına gelmektedir.

Beyin fırtınası fikir üretmek hedefi için belirli rakamda kişilerin oluşturduğu bir takımın etkin yeteneğinden katkı sağlamayı hedefler.Yaraticılığı ön plana koyar, bütün ekip elemanlarının efektif kullanılmasına yarar ve bu durumda kişiler cesaretlenmiş olur. Ekip üyelerinin düşüncelerinin değerlendirilmesi yerine yeni bir fikir üretiyor olmak hedeflenir.

Beyin fırtınasını kısıtlı zaman aralığında birçok fikir kapsamında ele aldığımızda, iyi olan fikirden ziyade birçok fikirden bahsedilmiş olur. Aslında oturum bitiminde bir çok görüş meydana gelecektir ve bu fikirlerin içinden en mantıksız gelenler dahi olacak ve komik durumlar da oluşacaktır bu durum da oturum ortamının gerginliğini yok ederek ve eğlenceli çalışma ortamına dönüşecektir.

Beyin fırtınasının gerçekleşeceği ekipte 5 - 12 kişi aralığında üye olması önerilir. Eğer rakam 12'yi geçmiş olursa katılımcıların bir kısmı ağızını açma fırsatı bile yakalayabilir. 5'ten az olursa da kişiler bir diğer üyelerin görüşlerini bekleme psikolojisine bürünmektedir.

Beyin fırtınası basamakları;

1. Sorunu belirle ve tartış
2. Sorunu yeniden/tekrar tanımla
3. Yeni tanımlardan birini seç
4. Isınma turu

## 5. En uç fikir

Beyin fırtınasının kullanabileceği kısımlar;

- Amaç tespitinde
- Fikir birliğine ulaşmak istenmesi durumunda
- İyileşme hedeflerimizi tespit etmede
- Yenilikçi fikirler üretmede
- Sorun çözümlerinde
- Genel olarak bir arada bulunmayan insanların görüşlerini belirtmede
- Köklü değişiklik yaratacak fikirleri meydana getirmede

Beyin fırtınasında kullanılan belli başlı metodlar;

Çember Metodu: Daire olacak şekilde bir araya gelmiş bir grupta ekip elemanı prolem ya da konu ile ilgili fikrini beyan eder. Fikir tablo üzerine kayıtlanır. Eğer ortada bir fikir bulunmuyorsa pas denir ve sıra bir sonraki ekip üyesine geçmiş olur.

Serbest Çark Metodu: Ekip üyeleri fikirlerini rastgele dile getirir.

Slip Metodu: Ekip üyeleri görüşlerini bir kağıda yazar. Sonrasında kağıtlar toplanır ve bütün fikirler bir tahtaya yazılarak genel tablo ortaya çıkartılır (Kamoy, 2002).

## 4.7. Kıyaslama (Benchmark)

Benchmark bir ölçü birimi ve benchmarking ise bu ölçümün yapılması anlamına gelir. Daha ülkemizde karşılığı tam anlamıyla benimsenmemiş olsa da, benchmarking; örnek edinme, örnek alma ve en çok da “kıyaslama” olarak türkçeleştirilmektedir. Örnek alınacak “referans noktası”nın tespit edilmesi manasını taşıyan benchmarking, ‘bir fabrikanın rekabet ortamını üste çıkarmak için, başarılı diğer işletmelerin, iş yapma, üretim, kalite ve ilgili tüm departmanlardaki tekniklerini incelemesi, kendi yöntemleri ile kıyaslaması ve bu kıyaslamadan çıkan verileri kendi işletmesinde adapte etmesi’ anlamı taşımaktadır.

Neden kıyaslama diyoruz ? Çünkü eğer standardın hangi anlamı taşıdığı hakkında fikrimiz yoksa, kendinizi ölçüp değerlendiremeyiz. Müşteri ‘Ortalama servis süreniz ne kadar?’ diye sorduğunda belirli bir zaman dilimi verebilirsiniz. Fakat sadece kendi zamanlamanızı bilmek yeterli bir bilgi değildir. İlgili ortalamanın sektördeki

piyasaya istinaden hangi noktada olduğu konusunda fikir sahibi olunmalıdır. Müşterinin size tercih etme sebebi nedir? Rakip firmalardan daha üst seviyede ya da farklı olduğumuzu düşündüğümüz için. Ölçülmeyen bir durumun üstünlük seviyesini ya da farkını gösteremeyiz. Ortalama servis zamanı 5-7 saat aralığında ise ortalama zamanda hizmet veren bir fabrika sıfatında konumlanıldığı anlamını taşır. Fakat rakipler servis verme zamanı 4 saat ise , müşterinin tercihini kullanacağı firma bellidir.

Benchmarking iş sektöründe rekabet ortamı yaratır. Benchmarking şirket içi etkinlikleri, prosesleri yahut metodları başka firmalarla karşılaştıran ve kıyaslayan devamlı bir ölçümdür.

Benchmark in temel kuralları;

Firmaların başarılı bir şekilde uygulamayı gerçekleştirebilmesi adına şart olan belli başlı şartları yerine getirebiliyor olması gerekir. Bu ön şartlar, firmanın perspektifini paralelde de ulaşmak istenen amacı da göstermiş olur. Kıyaslama çalışmasına hazır olan bir firmanın;

- En iyiyi almaya hevesinin yüksel olmalı,
- Piyasa liderlerini araştırıp yakından takip etmeli,
- Yapısında 'transparant' anlayışı benimsemeli,
- Kendi sürecini 'sahiplenmeci' olmalı ve pratik edebilmeli,
- Eğitimleri tüm firma adına aksatmamalıdır.

Kıyaslama, üretim performansına olumlu etki edecek ve maliyetleri azaltacak yeni bir süreç icat etmek için laboratuvar deneyleri yapmak anlamı taşımaz, tam tersi hali hazırdaki prosesin paylaşımına açılımı ve transparan olması şeklinde düşünülebilir. Eğer firma verim sağladığı sağlıklı bir iş akışına sahipse, diğerleri için doğru olan bu sürecin kendi firmalarını adaptasyonunun sağlanmasıdır.

Benchmarking uygulama kuralları ;

- Hukuka uygun çalışmak
- Transparan bir şekilde bilgi akışı sağlamak
- Gizliliğe saygı duymak
- Paylaşılması gereken bilgiyi şirket dışına çıkarmamak

- Kıyaslama aşamalarını kullanmak
- İzin almadan herhangi bir alıntı yapılmaması
- Baştan sürece kendini hazırlıyor olmak
- Talep ve beklentiyi doğru anlamak
- Beklentilere uygun hareket etmek
- Dürüst ve şeffaf olmak
- Belirli bir hedefe doğru hareket ediyor olmak (Akarşlan, 2004).

#### **4.8. Müşteri Sesi**

Müşterinin taleplerini ve ihtiyaçlarını karşılamak ve kalite olarak beklentileri sağlıyor olmak olarak belirtilir. Müşteri ihtiyaçlarının karşılanması adına öncelik ilgili ihtiyaçların anlaşılabilir olmasıdır. “Müşterinin sesi” ifadesi bilinen ve bilinmeyen tüm müşteri istek ve ihtiyaçlarını ifade etmek içindir. Müşteri sesinin ifade edildiği metodlar mevcuttur. Örnek olarak; yüz yüze görüşmeler, anketler, gözlemler, müşteri şikayet dataları, satış sonrası dökümanları verilebilir.

Amaç pazar ve müşteri portföyünü tespit eden ürün planı hazırlandığında sonraki adımı içeren ürün geliştirme için olması belirtilen; hedef kitle ihtiyacının belirlenmesidir. İlgili hedefte müşteri tespiti, hangi müşterilerle iletişim kurulacağı, talep ve gerekliliklerin tespit edilmesi için hangi araçlardan faydalanılacağı, planlama ve araştırma için hedeflenen kaynakların tespit edilmesi gerekir.

Müşterinin sesi talep, ihtiyaç ve ayrıca müşteriden müşteriye farklılıklar gösterir. Örneğin tüketim bölümünde çok farklı ihtiyaçlar söz konusudur. Aynı yapı içerisinde, ürünün tesliminden sorumluların ürünü efektif bir şekilde kullanan ya da ürün bakımıyla ilgilenen gruplara göre farklı bir şekilde ihtiyaç ve beklentiler mevcuttur. Başarı sağlayan bir ürün için değişkenlik gösteren sesleri anlıyor olmak ve yorumlamak gerekmektedir.

Genel hatlarıyla ilgili organizasyonda pazarlama departmanı müşterinin sesini ve müşteri beklentilerinin tespitinden sorumludur. Bu yaklaşık geleneksel olmakla birlikte maalesef mühendislik, geliştirme ve kalite çalışanlarının müşteriden uzaklaşmasına sebebiyet vermektedir. Dolayısıyla ilgili grupların müşteri ihtiyaç ve beklentilerini birinci ağızdan öğrenme avantajı ortadan kalkmaktadır.



Ürün geliştirme çalışanları müşterinin beklenti tespiti noktasında olaya doğrudan müdahil olmalıdır. Gerektiği noktalarda müşteriler ile temas sağlanmalı, ürünleri kullanan nihai müşterileri izlemelidirler. İlgili departmanların müşteri beklentilerine direkt olarak müdahil olması, müşteri beklentilerinin anlaşılır olmasını, ürünün üretildiği çevrenin ve kullanım koşullarının daha net ve anlaşılır bir şekilde belirlenmesine vesile olarak gelişme aşamasında alınan kararların daha verimli bir şekilde ve bilgiye dayalı olmasını sağlamaktadır. Örneğin hedef müşterinin nihai ürünün son teknolojiye sahip olması yanı sıra kalitesine ve kullanım kolaylığına önem göstermesi gibi.

Ek olarak ilgi gruplarından da (denek müşteri grubu) yararlanılabilir. Dikkat edilmesi gereken diğer konu ise mevcut müşteriler yanında potansiyel müşterilerin de göz önünde bulundurulması hareket edilmesidir.

Temas sağlanması gereken müşteri adedi, ürünün karmaşıklığına, pazarın genişliğine, ürün kullanımına ve müşterilerin sosyal ve kültürel yapısına göre değişkenlik gösterir. Hedef ihtiyaç ve beklentilerin olabildiğinde yüksek oranda tutulmasıdır.

Kimlerle iletişim kurulması gerektiği sorusuna cevap olarak ilk akla gelen, ürün mevcut markete sunulacaksa mevcut müşteriler olması gerektiğidir. Ek olarak potansiyel müşteriler de, özellikle ürün yeni bir markete sunulacaksa ya da yeni bir ürün devreye alınacaksa oldukça önem taşırlar. Bir diğer kaynak rakip ürün ya da firmanın müşterileri ile iletişim kurma, benchmark yapma durumudur. Böylece, rakip ürünün pozitif yönleri ve ürünün tercih edilmeme nedenleri hakkında fikir edinilebilir.

Müşteri görüşmeleri sırasında temel beklentileri belirlemek önemlidir. Sıklıkla müşteriler ihtiyaçlarının ne olduğunu değil, nasıl karşılanacağını ifade ederler. Bu durum da proje ilerlemesinde dar boğaz oluşmasına neden olarak sorun yaratmaktadır. İlgili ekipler temel ihtiyaca doğru bir şekilde ulaşana kadar neden sorusunu sormalıdır. Tüm ihtiyaç ve beklentinin önceliklerinin belirleniyor olması ve önemlerin derecelendirilmesi gerekir. Temel amaç hangi beklentinin satınalma kararına hangi seviyede etki edeceğinin tespit edilmesidir.

Beklenti ve ihtiyaçların belirlenmesinden bir sonraki adım da ürünün rakip ürünlere göre durumu hakkında bilgi sahibi olmaktır. Böylelikle ürünün kendi firma içerisindeki durumu ve kalitesi anlaşılabilir ve buna göre aksiyon, önlem alınabilir. Ürün dizaynı ve basit bir şekilde iş akışı meydana getirildiğinde ilgili müşterilerle tekrar iletişime geçilip ürün hakkındaki geri bildirimler ve rakip ürünlere göre karşılaştırılması istenebilir (Larson, 2003; Stamatis, 2000; Ford Otosan A.Ş., 2001).



## 5. UYGULAMA

Planlanan uygulama Türkiye'nin butik tedarikçilerinden birisi olan otomotiv tedarikçisi X şirketinde gerçekleşmiştir. Şirket 1998 yılından günümüze müşteri isteklerine yönelik altı sigma felsefesini yürütmektedir. X şirketi uluslararası bağlantıları olan ve Dünya piyasasının yüzde seksenini elinde tutan ve oldukça üst segment araçlar için üstü açılır kapanır hidrolik sistemleri üreten firma, kritik ürün ürettiğinin bilincinde ve 6 sigma felsefesini kalite alanında efektif kullanmayı ve tedarikçilerine de 6 sigma felsefesini aşılmasını hedeflemektedir. Bazı müşterilerin Japon ve Kore felsefesinden geldiğini bildiğimiz durumlarda ilgili felsefenin Japon ve ya Kore felsefesine göre adapte olmuş olduğu gerçeği de müşterinin rahat bir nefes almasını, tedarikçiye olan güveninin artmasını sağlayacaktır.

X şirketi kendi ve tedarikçisinin kalitesini geliştirmek odaklı altı sigma'yı TÖAİK metodolojisinden yararlanarak adapte etmeye çalışmaktadır. Hali hazırda dizayn kısmında ve tedarikçi geliştirme bölümünde altı sigma metodolojisinin alt yapısının oluşturulması ve devamlılığının sağlanması adına eğitim ve denetlemeler gerçekleştirilmektedir. Şirketin amacı tüm beyaz yaka çalışanının yeşil kuşak eğitimlerini tamamlaması ve kara kuşak yetiştirme alt yapısının oluşmasıdır. Hedef doğrultusunda proje başından beri planlanan süreç devamlılığını korumaktadır. Sistem kalite departmanındaki bir kalite mühendisi de süreç gelişimi ve 6 sigma uygulamalarını yakından takip etmektedir. Kısacası, ilgili bir mühendis çoğunlukla bu konular için çalışmasını sürdürmektedir. Ayrıca tedarikçilerden sorumlu mühendislerimiz de tedarikçileri denetledikleri esnada onların altı sigma çalışmalarını incelemekte ve eğitim dökümanlarını, sorumlu kişilerin kuşak eğitimlerini yakından takip etmektedirler.

Şirkette her departmanda ilgili konularda uzman kara kuşaklar da yetiştirilmektedir. Dışarıdan alınan destekle uzman kişiler bir hafta boyunca eğitime tabii tutulur ve sınavı geçtikleri takdirde kuşak alma seviyesine gelirler. Ayrıca şirketteki problem ve iyileştirilmesi gereken konularda projelerin yönetimleri kişilerin kendilerinden tekip

edilmesi beklenmektedir. Uzman kara kuşaklar kendilerinin yer aldıkları departmanlardaki diğer kara ve yeşil kuşaklarla birlikte çalışarak altı sigma süreçlerini yönetmektedir. Şirketin belirlediği yıllık hedeflerde altı sigma önemli bir yer tutmaktadır. Sene içerisindeki bitmesinin hedeflendiği altı sigma proje sayısı, yıllık projenin maliyet getirisi, altı sigma dışarıdan alınan ve içeride verilen eğitim saati toplamı, yeşil kuşak ve kara kuşak rakamı şirketin hedeflerinde yer alan maddelerdendir. Ayrıca hem departman bazlı hem de üst yönetim tarafında sıkı bir şekilde takip edilmektedir;

- Müşteriler : BMW, Porche, Ferrari, Maserati, Aston Martini etc.

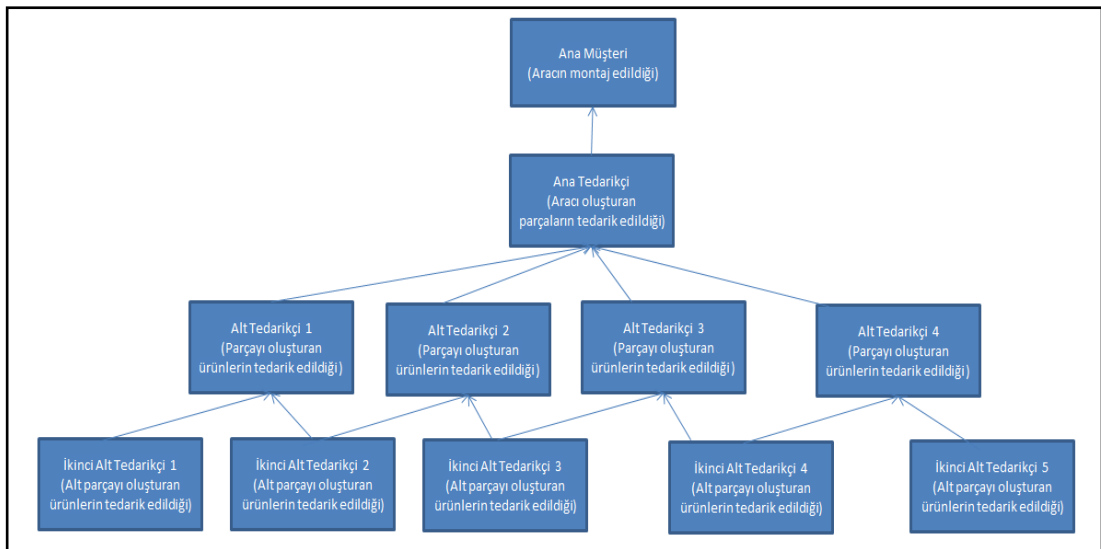
- Konu proje; otomotiv tedarikçi kalite bölümünde gerçekleştirilmiş bir iyileştirme projesidir.

- Hedef: Tedarikçi geliştirme ve efektif altı sigma kullanımının sağlanması

### 5.1. Tedarikçi Proje Seçim Aşaması

Özellikle otomotiv sektöründe kalite problemleri ele alınırken öncelik hedef müşteri memnuniyeti ve sıfır hatadır. Dolayısıyla ele alınacak konu tespit edilirken müşteriye en çok etkisi olabilecek tedarikçi kaynaklı bir problem incelenmiştir.

Otomotivi bir zincirin halkası gibi düşünebiliriz. Şekil 5.1. de görüldüğü gibi tedarikçi – müşteri ilişkisi birbirine tıpkı bir domino etkisi yaratmaktadır diyebiliriz.



Şekil 5.1. Müşteri – Tedarikçi ilişkisi

Tedarikçide göz ardı edilebilen ya da fark edilmeyen problemler bitmiş ürünü oluşturduğunda çok daha büyük sorunlara yol açabilir. Otomotivde problemlerli ürün bir sonraki aşamaya geçtiğinde kar topu gibi git gide büyüyen bir etki görülmektedir. Bu sebeple hatayı ya da oluşabilecek riski en alttan tespit ederek önüne geçmek, gelecekte olası büyük hataları ve müşteri şikayetlerini önleyecektir. Dolayısı ile müşteri memnuniyeti artacak ve gelecekte yeni projeler alma fırsatı doğacaktır.

Çalışma başlangıcında doğru tespit yapabiliyor olmak adına sondan başa doğru gidilmiştir. Yani en çok hangi müşteride memnuniyetsizlik var ve hangileri üretim ve proses kaynaklı hangisi değil ve X firması tedarikçisi kaynaklı tespiti yapılmıştır.

## 5.2. Tanımlama Aşaması

Tanımlama aşamasında amaçlanan kıstaslar aşağıdaki gibidir;

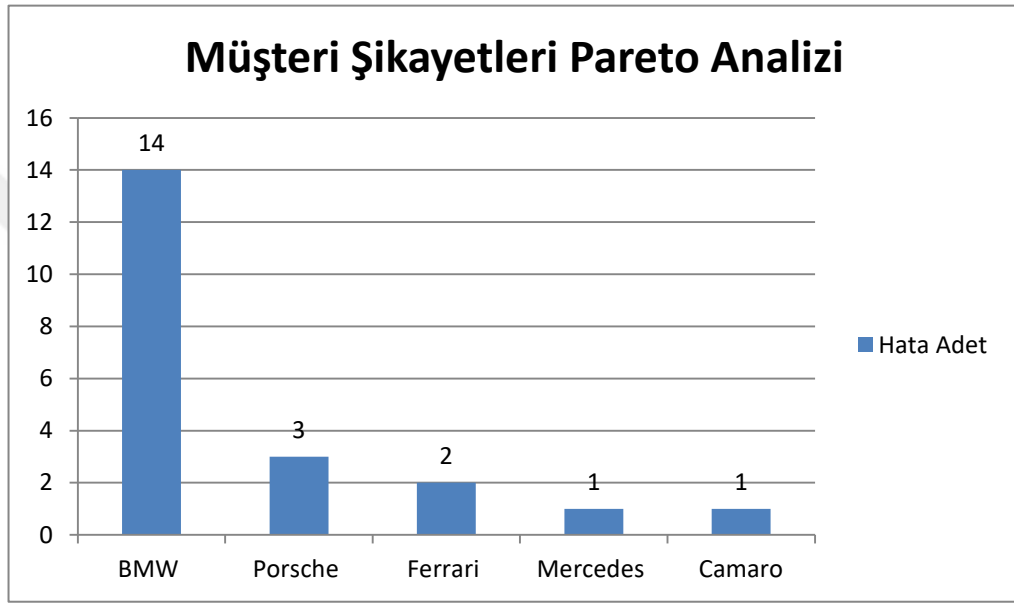
- Müşteri beklentisini anlamak
- Müşterilerden gelen hata bildirimlerini değerlendirmek
- Müşteri kritikliğini tespit etmek
- Kök sebepleri tespit etmek
- Müşteri kaynaklı hatalar içerisinde öncelik belirlemek
- Çalışmayı gerçekleştirecek tedarikçiyi belirlemek

Tablo 5.1. Müşteri – Tedarikçi ilişkisi (son 6 aylık)

Müşteri hataları	Müşteri	Adet	Sebebi
Reservuar Yağ Kaçağı	BMW	2	Üretim
Eksik Mandal	Porsche	3	Tedarikçi
Eksik Yağlama	BMW	3	Üretim
Silindir fonksiyonu çalışmıyor	BMW	5	Tedarikçi
Yanlış ürün sevkiyatı	Camaro	1	Üretim
Eksik ürün sevkiyatı	Mercedes	1	Üretim
Kilit gevşek	Ferrari	2	Üretim
Kablo Connector Terminal Çıkık	BMW	4	Tedarikçi

İlk yapılan değerlendirmeye göre güncel olan hata tipleri ve hangi müşteriden hataların geldiği belirtilmiştir. Hata adedi bir diğer kritik olma durumunda olabilir

diye göz önünde bulundurulmuş. Ve ulaşılmak istenen asıl nokta olan kök sebebin kendi prosesimiz mi yoksa direkt detarikçi kaynaklı mı olduğu tespit edilip Tablo 5.1. de belirtilmiştir. Önceliğimiz yukarıda da belirtildiği gibi hata adedi ve çıkan hata çeşidine göre kritik olan müşteriyi belirlemektir. Aşağıdaki grafikte de görüleceği üzere en çok hata çeşidinin BMW (G14) projesinden geldiği tespit edilmiştir. Toplamda 14 adet NOK ürün tespit edilmiş olup 4 farklı konuda hata bildirimini açılmıştır.



Şekil 5.2. Müşteri çıkan hata adedi grafiği

Tablo 5.2. Müşteri bazlı son 6 aylık üretim-uygunsuz parça listesi

Müşteri	Prod. Qty.	NOK Pcs.	Hata Yüzdesi
BMW	65.000	14	67%
Porsche	15.000	3	14%
Ferrari	13000	2	9%
Mercedes	55.000	1	4%
Camaro	8000	1	4%

Son 6 aylık verilerden yola çıkılarak her bir müşterinin DPMU değeri hesaplanmış olup, 6 sigma tablosundaki karşılık gelen değer kıstas alınmıştır.

Tablo 5.3. Müşteri bazlı son 6 aylık hidrolik sistem dpmu değerleri ve 6 sigma karşılıkları

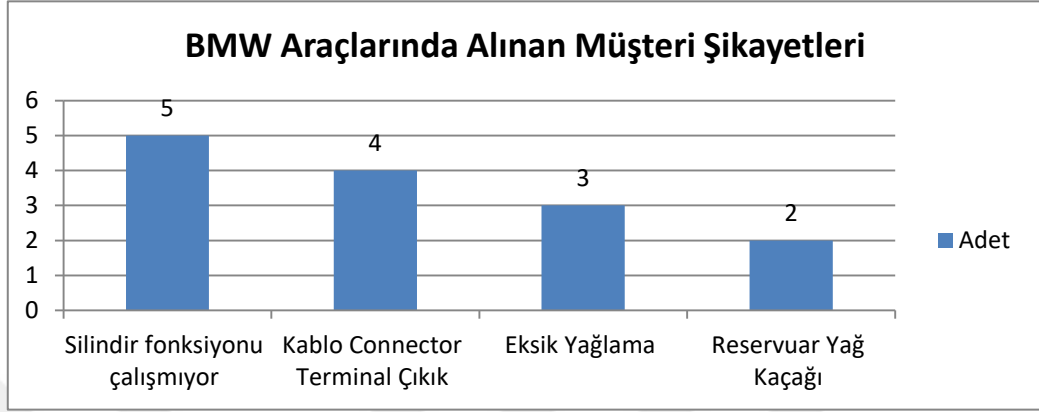
Hata Modu	Üretim Adedi	Müşteri NOK Adedi	Üretim NOK Adedi	Birim Başına Hata Sayısı Hidrolik sistem (olasılığı)	DPMO	6 Sigma Seviyesi
Silindir fonksiyonu çalışmıyor	65.000	5	550	99	86	2,8/2,9
Kablo connector Çıkık	65.000	4	60	25	40	3,2/3,3
Eksik Yağlama	65.000	3	55	99	9	5,7/5,8
Reservuar Yağ Kaçağı	65.000	2	13	36	6	5,8/5,9

Sigma	DPMO	YIELD	Sigma	DPMO	YIELD
6	3.4	99.99966%	2.9	80.757	91.9%
5.9	5.4	99.99946%	2.8	96.801	90.3%
5.8	8.5	99.99915%	2.7	115.070	88.5%
5.7	13	99.99866%	2.6	135.666	86.4%
5.6	21	99.9979%	2.5	158.655	84.1%
5.5	32	99.9968%	2.4	184.060	81.6%
5.4	48	99.9952%	2.3	211.855	78.8%
5.3	72	99.9928%	2.2	241.964	75.8%
5.2	108	99.9892%	2.1	274.253	72.6%
5.1	159	99.984%	2	308.538	69.1%
5	233	99.977%	1.9	344.578	65.5%
4.9	337	99.966%	1.8	382.089	61.8%
4.8	483	99.952%	1.7	420.740	57.9%
4.7	687	99.931%	1.6	460.172	54.0%
4.6	968	99.90%	1.5	500.000	50.0%
4.5	1.350	99.87%	1.4	539.828	46.0%
4.4	1.866	99.81%	1.3	579.260	42.1%
4.3	2.555	99.74%	1.2	617.911	38.2%
4.2	3.467	99.65%	1.1	655.422	34.5%
4.1	4.661	99.53%	1	691.462	30.9%
4	6.210	99.38%	0.9	725.747	27.4%
3.9	8.198	99.18%	0.8	758.036	24.2%
3.8	10.724	98.9%	0.7	788.145	21.2%
3.7	13.903	98.6%	0.6	815.940	18.4%
3.6	17.864	98.2%	0.5	841.345	15.9%
3.5	22.750	97.7%	0.4	864.334	13.6%
3.4	28.716	97.1%	0.3	884.930	11.5%
3.3	35.930	96.4%	0.2	903.199	9.7%
3.2	44.565	95.5%	0.1	919.243	8.1%
3.1	54.799	94.5%			
3	66.807	93.3%			

Şekil 5.3. 6 Sigma tablosu

DPMU değerleri incelendiğinde en yüksek 6 sigma değerine tekabül eden müşterinin BMW olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple ilk olarak BMW nun hatalarına yoğunlaşılması gerektiğine karar verilmiştir.

Sonraki aşama BMW nun hatalarının kök sebeplerine inildiğinde tedarikçi kaynaklı hatalar gözden geçirilmiş ve ilk olarak hangi tedarikçiyi hata ile ilgili iyileştirmek istendiğine karar verilmiştir.



Şekil 5.4. BMW müşteri şikayeti grafiği (5 ve 4; tedarikçi kaynaklı, 3 ve 2; üretim kaynaklı)

Şekil 5.4 incelendiğinde , BMW nun toplam 9 adet tedarikçi kaynaklı problemi olduğu görülmüştür. Üretim ile ilgili problem adedi 5 adet gözükmekte ve gerekli ekibimiz ayrı ayrı tüm konular ile ilgili üretimde denemeler yaparak iyileşmek için çalışmaktadırlar.

Tedarikçi kaynaklı iki konudan birincisi kablo konektör terminal çıkık, ikincisi ise silindir fonksiyonu çalışmıyor sorunudur. Ekip ile yapılan değerlendirme sonucunda terminal çıkık konusunun lojistik, transfer esnasında gerçekleştiği tespit edilmiş olup ilgili tedarikçiden aksiyon planı talep edilmiştir. Kritiklik konusunda silindir fonksiyonun çalışmıyor olması en büyük problem olarak tespit edilmiştir. Sebebi ise müşteriye olan etkisinin çok yüksek olmasıdır. Silindir fonksiyonunu yerine getirmiyor ifadesi hidrolik sistemin tamamen çalışmadığı dolayısıyla aracın üstünün açılıp kapanamadığı sorunu anlamına gelmektedir.

İlk olarak kendi üretimimizdeki prosesleri gözden geçirilmiş tüm riskler tek tek PFMEA dökümanı ile gözden geçirilmiştir. Paralelde hatalı ürün, analiz yapılması amacı ile müşteriden talep edilmiştir. Müşteriden gelen ürünün içine açılıp mühendislik tarafından incelendiğinde silindir tübün içerisinde yüzey farklılığı olduğu tespit edilmiş ve görülen farklılığın X firması prosesinde değil direkt olarak tedarikçiden bu şekilde geldiği kanısına varılmıştır.



Bu sebeple ele alacağımız ve tedarikçiyi altı sigma ile geliştireceğimiz konunun silindir tüp tedarikçisi olması gerektiğine ekip olarak karar verilmiştir.

Tedarikçi ile iletişime geçilerek onların da rızası ve müsaitlik durumu dahilinde oluşturulacak 8D nin yanı sıra 6 sigma çalışması başlatılmasına karar verilmiştir. İlgili detaylı çalışma da 8D nin içeriğini oluşturacaktır.

### 5.3 Ölçüm Aşaması

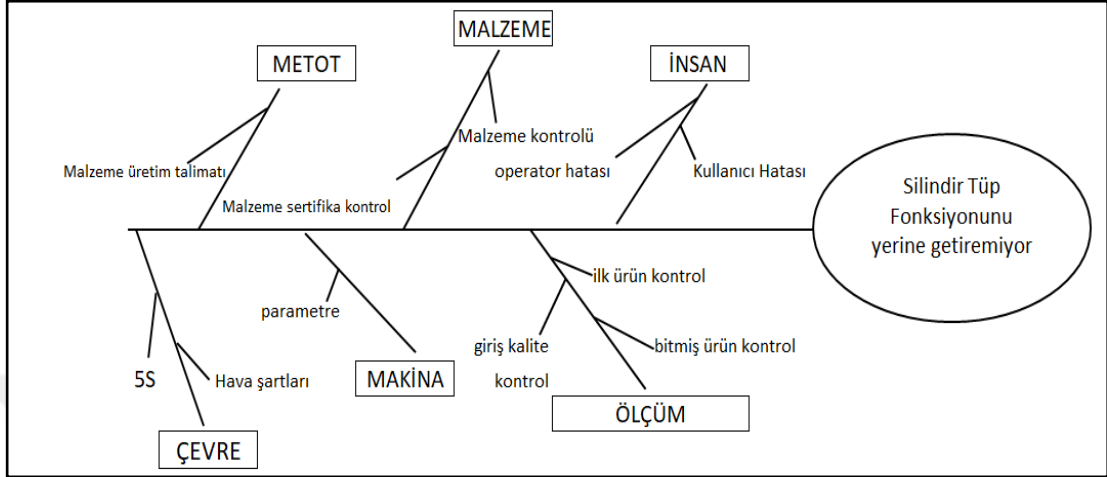
Ölçüm aşamasında aşağıdaki maddeler amaçlanmaktadır:

- Hatalı ürünün ön incelemesi
- Neden sonuç diyagramı yapılarak sebep olabilecek maddelerin irdelenmesi
- Hatalı ürüne ait verilerin toplanması, teknik resmi referans olarak ölçümlerin tekrarlanması
- Mevcut ürün performansının hatalı ürün ile karşılaştırılabilmesi için ölçülmesi, ölçümlerin kıyaslanması
- Makine parametrelerinin ölçümlerinin kontrol edilip hatalı ürün ile sorunsuz ürünün karşılaştırılması
- Nihai ürüne etki eden girdi değişkenliklerinin tespit edilmesi



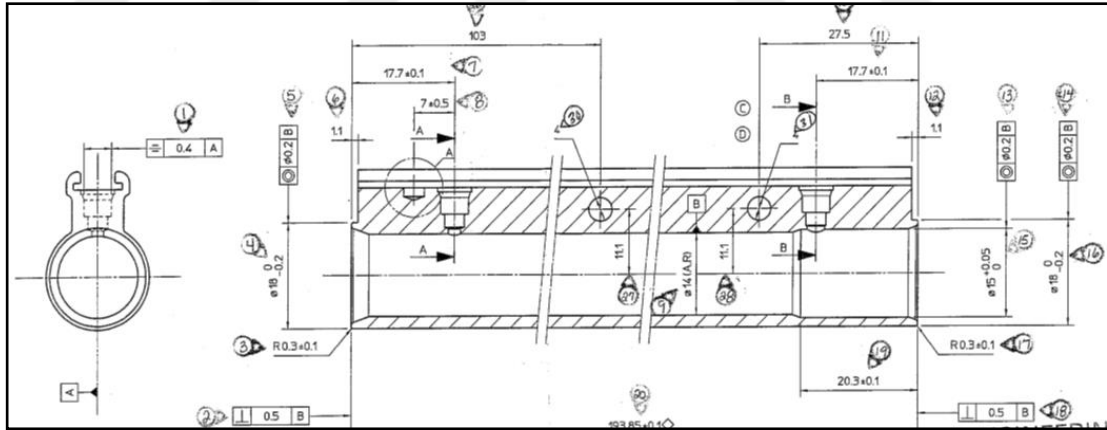
Şekil 5.5. Hatalı ürün fotoğrafı

Hatalı ürün incelendiğinde , ilk önce kendi prosesimizdeki aşamalar gözden geçirilmiştir. Hatayı tekrar yaramadığımızdan ve içerideki yüzey farklılığı gözle görülür bir biçimde olmadığından dolayı ürün montaj esnasında yakalamamıştır.



Şekil 5.6. Neden sonuç diyagramı

Hatalı ürünlerdeki ölçüler teknik resimde kritik olarak belirtilen noktalar göz önüne alınarak ölçülmüştür.



Şekil 5.7. Silindir tüp teknik resim

Hatalı ürünün teknik resime göre ölçümü aşağıdaki gibidir;

Tablo 5.4. Uygun olmayan ürün ölçüm tablosu

1	i 0.4 A (1)	0.062
1	i 0.4 A (2)	0.061
2	b 0.5 B	0.31
3	R0.3 ±0.10	0.24
4	∅18 +0.00 -0.20	17.96
5	r ∅0.2 B	0,12
6	1.1 ±0.10	1,08
7	17.7 ±0.10	17,72
8	7 ±0.50	6,80
9	∅14 (A.R)	14,01
10	27.5 ±0.20	27,52
11	17.7 ±0.10	17,71
12	1.1 ±0.10	1,06
13	r ∅0.2 B	SEE CAPABILITY STUDY
14	r ∅0.2 B	0,01
15	∅15 +0.05 -0.00	15,048
16	∅18 +0.00 -0.20	17,96
17	R0.3 ±0.10	0,22
18	b 0.5 B	0,02
19	20.3 ±0.10	20,38

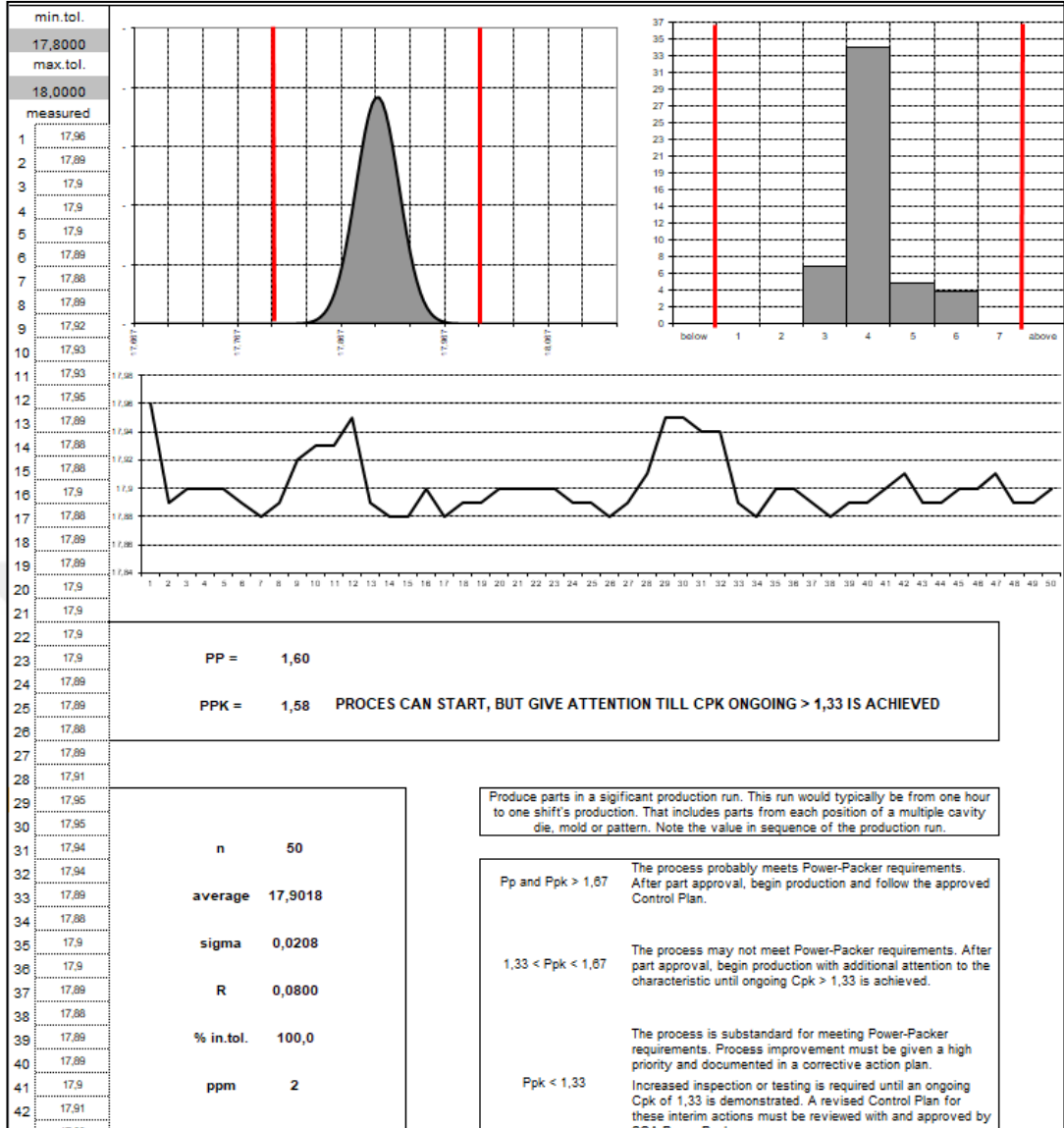
Uygun olmayan ürünün verilerine bakıldığında tüm ölçüler tolerans dahilinde gözükmemektedir. Paralelde karşılaştırma yapılması adına uygun olan ürünün aynı şekilde ölçümü de yapılmıştır.

Tablo 5.5. Uygun ürün ölçüm tablosu

1	i 0.4 A (1)	0,06
1	i 0.4 A (2)	0,06
2	b 0.5 B	0,03
3	R0.3 ±0.10	0,23
4	Ø18 +0.00 -0.20	17,94
5	r Ø0.2 B	0,12
6	1.1 ±0.10	1,08
7	17.7 ±0.10	17,70
8	7 ±0.50	6,75
9	Ø14 (A.R)	14,01
10	27.5 ±0.20	27,53
11	17.7 ±0.10	17,71
12	1.1 ±0.10	1,08
13	r Ø0.2 B	SEE CAPABILITY STUDY
14	r Ø0.2 B	0,01
15	Ø15 +0.05 -0.00	15,00
16	Ø18 +0.00 -0.20	17,96
17	R0.3 ±0.10	0,22
18	b 0.5 B	0,02
19	20.3 ±0.10	20,38

Uygun olan ve olmayan ürünün ölçüm raporunu karşılaştırdığımızda her iki ürünün de ölçüleri tolerans içerisindedir. Bu durumda ikinci dikkat edilmesi gereken nokta toleransa yakınlıktır. Tüm ölçümler tek tek karşılaştırılmış olup iki ürün arasında dikkat çeken bir farklılık gözlenmiştir. Tübün iç çap ölçüsüne bakıldığında uygun olmayan ürünün ölçüsünün üst toleransa çok yakın olduğu, uygun olan ürünün nominal değerde seyrettiği gözlemlenmiştir.

Paralelde proses doğası gereği sürekli kontrol altında tutulan total çapın kapabilite sonuçları da gözden geçirilmiştir.



Şekil 5.8. Çap kapabilite grafiği

Hatta üretilen ürünlerden rastgele 50 adet ürün seçilip, çap kapabilitesi de kontrol edildiğinde çap kısmında herhangi uygun olmayan bir durumla karşı karşıya gelinmemiştir.

Uygun olmayan ürünün izlenebilirliği üzerindeki lazer işaretlemeden dolayı takip edilebilmektedir. İzlenebilirlik verileri sisteme girildiğinde ürünün üretildiği makineye ve verilerine ulaşabilmekteyiz. Uygun olmayan ürün ile uygun olan ürüne bakıldığında makine parametrelerinde bariz bir fark görülmemiştir. Dolayısı ile ölçüm kısmında gerekli ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve problemin silindir túbün doğrudan tedarikçi kaynaklı olduğu kanaatine varılmıştır.

Uygun olmayan ürünün çapında aşınma olup olmadığı görülmek üzere laboratuvar ortamında daha detaylı bir kontrole yönlendirilmiştir.

#### 5.4. Analiz Aşaması

Analiz aşamasında yapılanlar aşağıdaki şekildedir ;

- Analiz çıktısında farklılıklara sebebiyet veren girdilerin değerlendirilmesi ve sıraya konulması
- Ölçümde sağlanan verilerin analizi sağlanarak kök nedenlerin tespiti
- Laboratuvardan gelen sonuçların değerlendirilmesi

Tablo 5.6. Test sonuçları

1. Coating Thickness (ASTM B487)		
Sample Number	Description	Results (micron)
1	Black Dye – R1	13.5
2	Black Dye – R3	13.5
3	Black Dye – R6	15.4
4	Anolok – A23	23.2
5	Black Tin – D14	25.1
6	204-R1-Y3	13.5
7	215-R1-T10	27.0

NOTE: See Figures 1 thru 7.

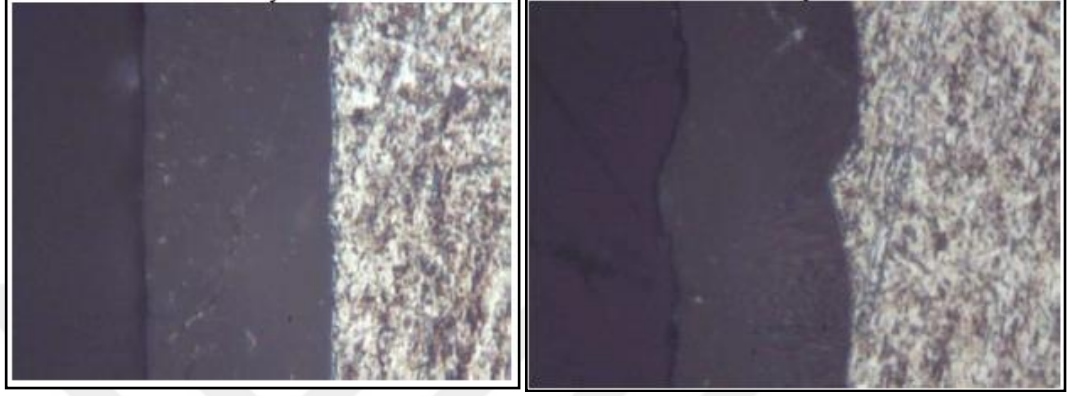
2. Acid Dissolution Test (ASTM B680/GM 4472M/FLTM BQ007-02)				
Sample Number	Description	Results		
		ASTM B680 (mass loss mg/dm <sup>2</sup> )	GM 4472M	FLTM BQ 007-02
1	Black Dye – R1	1.0	<0.1	0.3
2	Black Dye – R3	1.0	<0.1	0.3
3	Black Dye – R6	1.9	<0.1	1.9
4	Anolok – A23	2.0	<0.1	2.0
5	Black Tin – D14	1.4	<0.1	1.4
6	204-R1-Y3	1.0	<0.1	1.0
7	215-R1-T10	2.8	<0.1	2.8
Requirement			6.0 Max.	6.0 Max.

3. Coating Mass (ASTM B137)		
Sample Number	Description	Results (mg/dm <sup>2</sup> )
1	Black Dye – R1	382
2	Black Dye – R3	395
3	Black Dye – R6	346
4	Anolok – A23	605
5	Black Tin – D14	643
6	204-R1-Y3	334
7	215-R1-T10	650

Hatalı ürün çıkan makinede üretilen 6 adet ürün ve 1 adet uygun olmayan ürün test edilmiştir ve 7 nolu kısımda görülen değerler elde edilmiştir. Teknik dilde yorumlandığında 7 nolu ürünün değerleri nominal değerlerin üzerinde çıkmıştır. Fakat tüm ürünler tolerans içerisindedir.

Sonraki adım olarak silindir tübün i çapında tespit edilen üst değer dikkate alınarak i çaptan bir kesit alınarak mikroskop ile incelenmiştir.

Mikroskop sonuçlarına göre çıkan görüntülerde i çapın hasarlandığı ve içeriden ürünün çizilmiş olduğu tespit edilmiştir.



şekil 5.9. Mikroskop sonucu (soldaki; uygun ürün, sağdaki uygun olmayan rn)

Tbn içerisindeki hasarlanmaya sebep olabilecek neden – sonuç ilişkisinde belirtilen sebepler tek tek analiz edilmiştir.

Proses FMEA gözden geçirilip olası hata riskleri birer birer değerlendirilmiştir.

Malzeme retim talimatı;

Operatörler tarafından uyulması beklenen, ürünün üretimde izlenmesi gereken adımlarının belirtildiği detaylı bir dökümandır. İlgili takımın mühendislik yeleri tarafından analizlenerek hazırlanılır. Problemin retim esnasında oluşma olasılığı üzerinde durularak talimattaki tüm prosesler gözden geçirilmiştir. Silindir tp üretimi sırasında tp enine kesildikten sonra yağlanması için bir fixture oturtulur. Bu esnada operator fikstüre 90 derece açıyla gelmeyecek şekilde oturtur ise tp içerisinde çok küçük toleranslarda sapsmalar meydana gelebilmektedir.

Hava şartları;

Ürünün hammaddesi alüminyum gibi hassas bir döküm malzemesi olmasından dolayı ürünün oda sıcaklığında stoklanması ve muhafaza edilmesi gerekmektedir.

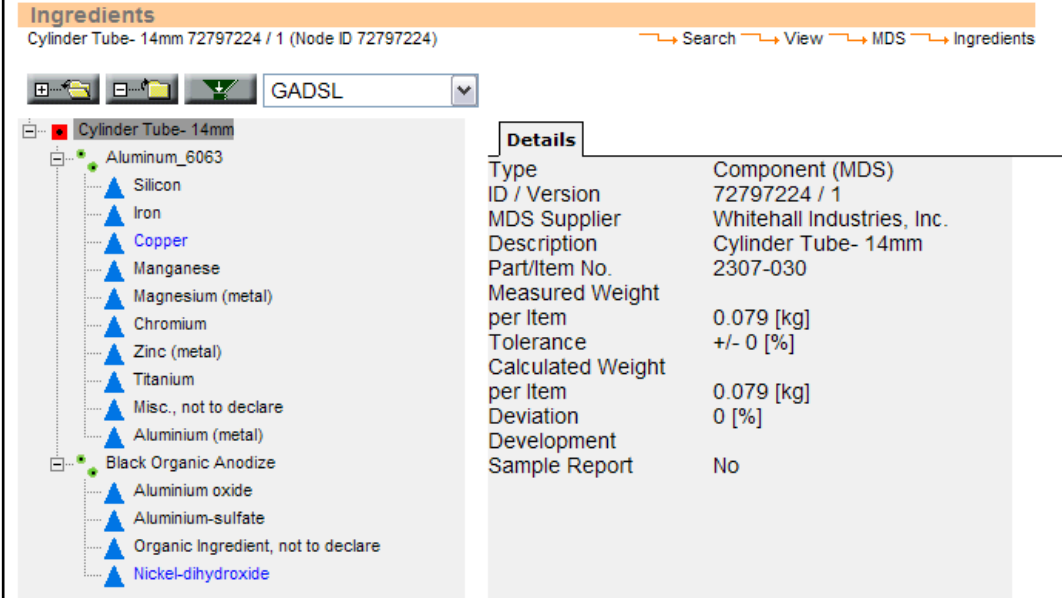
Tedarikçide gerçekleşen denetleme sonuçlarına bakıldığında stoklamanın hava koşullarından daha sıcak olduğu tespit edilmiştir. Fabrika yerleşimine bakıldığında üretim alanı depoya çok yakın olmakla birlikte makine üretiminden kaynaklı sıcak hava depo ve stoklama alanını da etkilemektedir.

#### Makine Parametreleri;

Silindir tübün çapının makine parametre değerleri gözden geçirilip analizi yapılmıştır. Parametre değerlerinde uygun olmayan ürün izlenebilirliğine de bakılarak üretim esnasında vardiya amirleri tarafından herhangi bir değişiklik yapılmadığı tespit edilmiştir. Parametre değerlerine bakıldığında tüm değerler tolerans dahilinde ve uygun olduğu tespit edilmiştir.

#### Malzeme ve Malzeme Sertifikası;

Otomotiv sektöründe kullanılan hammaddelerin kullanılmasının onaylanması ve kontrolünün sağlanması adına IMDS sistemi kullanılmaktadır. International Material Data Sheet ) otomotiv endüstrisinde kullanılan malzemelere ait bilgilerin toplandığı global bir veri bankasıdır.



**Ingredients**  
Cylinder Tube- 14mm 72797224 / 1 (Node ID 72797224) Search View MDS Ingredients

GADSL

**Cylinder Tube- 14mm**

- Aluminum\_6063
  - Silicon
  - Iron
  - Copper
  - Manganese
  - Magnesium (metal)
  - Chromium
  - Zinc (metal)
  - Titanium
  - Misc., not to declare
  - Aluminium (metal)
- Black Organic Anodize
  - Aluminium oxide
  - Aluminium-sulfate
  - Organic Ingredient, not to declare
  - Nickel-dihydroxide

**Details**

Type	Component (MDS)
ID / Version	72797224 / 1
MDS Supplier	Whitehall Industries, Inc.
Description	Cylinder Tube- 14mm
Part/Item No.	2307-030
Measured Weight per Item	0.079 [kg]
Tolerance	+/- 0 [%]
Calculated Weight per Item	0.079 [kg]
Deviation	0 [%]
Development Sample Report	No

Şekil 5.10. IMDS verileri



IMDS te tanımlanmış olan tüm hammaddelerin teker teker değerleri ver girişleri ve sertifikaları kontrol edilmiştir. Herhangi bir uygun olmayan duruma sebebiyet verecek sonuca ulaşılamamıştır.

Operatör Hatası;

Malzeme üretim talimatında da belirtildiği gibi operatörün fikstüre silindir tübü oturturken dik açı ile oturtması oldukça önemlidir. Diğer türlü silindir tübün içerisinde çapak, çizik ve diğer türlü zedelere sebep olabilir. Operatör eğitimleri ve farkındalıkları bu noktada dikkat çekmektedir.

Ek olarak giriş Kalite Kontrol, ilk ürün kontrol ve bitmiş ürün kontrol noktaları ile ilgili normal şartlarda kullanılan dökümanlar teker teker analiz edilmiş ve gözden geçirilmiştir. İyileştirilmesi gereken noktalar tespit edilmiştir. Tespit edilen noktalar ile ilgili denemeler yapılmış olup kontrol noktalarını arttırıcı önlemler alınmıştır.

Detaylardan analiz ve kontrol aşaması kısımlarında bahsedilecektir.

Proses FMEA;

Tüm riskler değerlendirilirken proses FMEA üzerinden geçirilmiştir. Gözden atlanan olası bir risk olmasından itina ile kaçınılmıştır. Giriş kalite kontrolden sevkiyat kısmına kadar teker teker tüm prosesler değerlendirilmiştir. İç çap ile ilgili maddenin kriterliği müşteri şikayeti seviyesinde tutulup güncellemeler yapılmıştır.

FMEA		Supplier	Part No. (Supplier)	Part Name	Customer	Urg. Date	
Prepared By		Process Responsibility	2306-030 2307-030	CYLINDER TUBE	Application	Rev. Date	
Core Team				2306-030, Rev. D 2307-030, Rev. D	BMW E88 14mm	key date	
Process Function Requirements	FAILURE MODE (HOW COULD IT FAIL?)	EFFECTS OF FAILURE (WHAT WILL HAPPEN AS A RESULT OF THE FAILURE?)	CAUSES OF FAILURE (WHAT CAUSES THIS FAILURE?)	Detection / Control	Prevention / Action	Responsibility	Key Date
OP#020 ROUGH CUT LENGTH	MATERIAL CUT TOO SHORT TO PUT TO FINISH LENGTH	CUSTOMER REJECTION	3	PROCESS CONTROLS NOT FOLLOWED - NOT AGAINST STOP	2	D 1st PIECE BUY OUT PROCEDURE	5 30 NONE REQUIRED
OP#030 MACHINE COMPLETE	PARTS TOO LONG / TOO SHORT	CUSTOMER REJECTION	4	BAD SET-UP	3	D 1st PC. SET-UP BUY OUT	5 60 NONE REQUIRED
			4	PROCESS VARIATION	3	D INITIAL CAPABILITY STUDY	5 60 NONE REQUIRED
			4	PARTS NOT LOADED PROPERLY IN FIXTURE	3	D IN-PROCESS D IN-PROCESS QUALITY AUDIT	8 96 NONE REQUIRED

Şekil 5.11. Tedarikçi proses FMEA kesiti

## 5.5. İyileştirme Aşaması

İyileştirme aşamasında süreç çıktısında değişkenliğe neden olduğu belirlenen kritik süreç girdilerindeki hataların giderilmesi için çözüm geliştirme amaçlanmıştır.

Analiz aşamasının çıktıları olarak iyileştirilen noktalar belirtilmiştir.

Malzeme üretim talimatı;

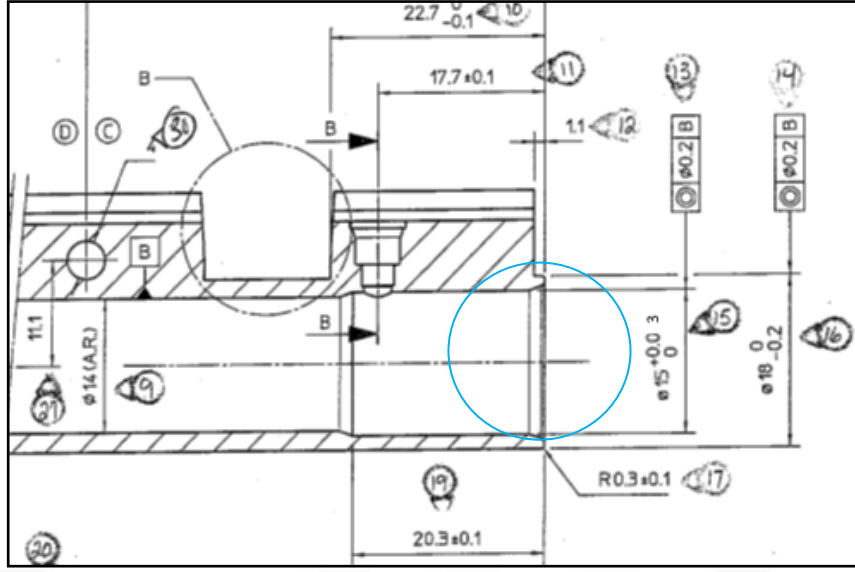
Makine üretim talimatında fikstüre oturtulan kısım ile ilgili daha detaylı açıklama yapılmış olup silindir tübün 90 derece dik bir şekilde dikkatlice oturtulması belirtilecek şekilde talimat güncellenmiştir.

Hava şartları;

Depo alanına termometre yerleştirilip her vardiya ölçümünü alıp oda koşulları sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilecektir. Alüminyum tüpler için depo içerisinde kapalı bir alan yaratılıp olabildiğinde makine sıcaklığına maruz kalmaması sağlanmıştır.

Makine parametreleri;

Mevcut teknik resime göre normal koşullardaki makine parametrelerinde bir değişiklik yapılmamasına karar verilmiştir.Hatalı ürün için tehlikeli olan durum, ürünün iç çap değerlerinin tolerans içerisinde olup müşterinin bitmiş ürününe etki ediyor olmasıdır. Buradaki en önemli nokta hatanın tekrarlanabilir olması riskidir. Bu sebeple teknik resimde iç çapın toleransında daralmaya gidilmesine karar verilmiştir. +0,05 toleransı yapılan denemeler sonucunda +0,03 e çekilip teknik resmin güncellenmesi mühendislik ekibinden talep edilmiştir.



Şekil 5.12. Güncellenmiş teknik resim

Teknik resimdeki değişiklik kalıcı olarak hatanın önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Operatör hatası;

Talimat güncellenmesi akabinde yeni talimat ile ilgili operatörlere eğitim verilmiş olup, konunun müşteri tarafında nasıl riskleri olduğu kendilerine iletilmiştir. Küçük ve gözden kaçan bir hatanın nelere sebebiyet vereceği örneklerle gösterilmiştir. Verilen eğitimler, detayları ve operatör imzaları kayıt altında tutulmaktadır.

Operator	İmza
Halil ER	<i>[Signature]</i>
Sahin KAGAR	<i>[Signature]</i>

Şekil 5.13. Operatör eğitim formu

Proses FMEA ve Kontrol planı;

Silindir tübün iç çapındaki ölçünün kritikliğine bağlı olarak değiştirilen toleransa istinadem FMEA ve kontrol planında değişikliklere gidilmiştir. FMEA da müşteri etkisi yüksek olduğundan dolayı RÖS puanına etki eden şiddet kısmında verilen puan 5 ten 8 e çıkartılmıştır. Dolayısı ile RÖS puanı artmış ve aksiyon kısmına arttırılan kontroller yerleştirilerek RÖS puanı tekrar 100 altına düşmüştür.

## 5.6. Kontrol Aşaması

Kontrol aşamasında amaç iyileştirme aşamasında belirlenen adımların kontrol altında tutulması ve iyileştirmenin devamlılığının sağlanmasıdır.

Neden-sonuç diyagramında kontrol noktalarını kontrol etmek ile ilgili belirtilmiş olan giriş kalite kontrol, ilk üretilen ürün kontrol ve bitmiş ürün kontrolü noktaları özellikle iyileştirilmiştir.

Tablo 5.7. Kontrol planı

GMX 14mm			pg 2 of 4										
PART PROCESS NUMBER	PROCESS NAME/ OPERATION DESCRIPTION	MACHINE, DEVICE JIG, TOOLS FOR MFG	CHARACTERISTICS			SPECIAL CHAR. CLASS	METHOD						REACTION PLAN
			NUMBER	PRODUCT	PROCESS		SPEC./TOL. PROD./PROC.	EVALUATION MEAS. TECH.	RESP.	SAMPLE SIZE	SAMPLE FREQUENCY	CONTROL METHOD	
030 cont.							PERISHABLE TOOLING - VALIDATED (EN-MASS) BEFORE USE	AS SPECIFIED	QUALITY	EACH TOOL	EACH TOOL	VERIFY	NOTIFY SUPERVISOR
			18 20 20	TUBE	O.A. LENGTH	◇	1870- 115.3 +/-0.10 1871- 83.3 +/-0.10 2113- 74.3 +/-0.10	HEIGHT GAGE	PROD	100 PIECES	INITIAL LOT	INITIAL CAPABILITY 1.67 CPK eval. @ cdmpt.	ALERT
			9 13 13	TUBE	CONCENTRICITY		1870- r n0.20 B 1871- r n0.20 B 2113- r n0.20 B	CMM	QUALITY	2 PIECES	2x / SHIFT	AUDIT	ALERT
			12 15 15	TUBE	DIAMETER		1870- n17.95.0 -0.15/+0.0 1871- n17.95.0 -0.15/+0.0 2113- n17.95.0 -0.15/+0.0	G#	PROD	2 PIECES	1 HOUR	P-CHART	ALERT
				MFG. DIM.	TUBE	INTERNAL CRITICAL	CYLINDRICITY	G#	PROD	2 PIECES	1 HOUR	P-CHART	ALERT
			21 23 23				NO BURRS - CHANNEL AREA	VISUAL TO SAMPLE/ SKETCH	PROD	100%	100%	100% AUDIT	ALERT
				PS-041 DRILL PATTERN									
							* MARKED DIA's r 0.10 (on mach'g prints)	CMM	QUALITY	1 PIECE	@ BUY-OUT & PER SHIFT	P-CHART	ALERT

Kontrol planı güncellenip kontrol frekansı yükseltilmiştir.

Giriş kalite kontrol;

Geçmiş tecrübelerden yararlanılarak mühendislik ekibi tarafından teknik resimde tespit edilen kritik ölçülerin kontrolünün yapıldığı, üretilen adede göre belirli bir frekansın belirtilip o frekansa göre ölçümün yapıldığı procestir. Amaç, tedarikçiden gelen hatalı ürünü üretim aşamasına gelmeden tespit ediyor olmak ve uygun olmayan ürünü redleyip tedarikçiye gerekli bilgilendirmeyi yapmaktır.

Tablo 5.8. Örnek giriş kalite kontrol formu

RECEIVING DATE	LPN QTY	SAMPLE QTY	MATERIAL	DRAWING REV	BURR CHECK	DAMAGE CHECK	COATING EXISTS?	MARKS CHECK	Ø10H9+0.036/0-BOREMATİK	
GELİŞ TARİHİ	LPN MİKTARI	NUMUNE ADEDİ	MALZEME	T.REŞİM REV	ÇAPAK	DARBE	KAPLAMA	ÇİZİK	10	10.036
09.03.2017	90	8		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.013	10.023
27.03.2017	305	20		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.016	10.021
13.10.2017	150	8		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.021	10.026
18.10.2017	95	8		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.022	10.027
19.10.2017	50	8		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.024	0.026
10.11.2017	147	8		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.022	10.027
23.11.2017	500	20		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.017	10.024
13.09.2018	250	13		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	9.982	9.997
24.09.2018	250	13		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	10.018	10.026
15.11.2018	500	20		7A4-17.03.06	YOK	YOK	YOK	YOK	MASTAR KONTROL OK	

Silindir tütün giriş kalite kontrolünün yapılacağı sorumluluk kendi firmamıza aittir. Buradaki hedef tedarikçiden gelen ürünün kendi hattımıza girmeden kontrolünün

sağlanıyor olmasıdır. Görsel kontrollerin yanı sıra kritik karakter içeren ölçüler de kontrol formuna işlenir. İç çap ölçü değeri değiştiği için kontrol formu da paralelinde güncellenmiştir. İç çap, uygun ölçüde silindir tübe zarar vermeyecek bir mastarın tübün içine yerleşip yerleşmediğine bakılarak kontrol edilir. Burada tolerans güncellendiği için de ölçümü yapılan mastarın da tolerans aralığı tekrar düzenlenmiş olup kontroller güncel bilgiye göre yapılmaktadır.

Belirli bir süre boyunca (3 ay) giriş kalitede kontrol edilen silindir tüp frekansı yükseltilmiştir. Normalde 100 ürün içerisinde 8 adet ürün kontrol edilirken, hatanın çıkması ile birlikte alınan önlemler akabinde , 100 adet ürün içerisinde 20 adet rastgele seçilen ürün kontrol edilmektedir. Böylelikle hedef hatalı ürün olması durumunda tespit etme olasılığını artırmaktır. Müşteri portföyü üst segment olmasından dolayı da en ufak hatanın yaratacağı prestij kaybı para kaybının yanında çok daha büyük bir kayıp anlamına gelmektedir.

İlk üretilen ürün kontrolü;

Tedarikçi kısmından devam edilirse , tedarikçinin makine parametrelerini yeniden başlattığı durumlarda, vardiya değişimlerinde, operatör değişimlerinde kontrol edilmesi gereken ilk kısım ilk ürün üretildikten sonra , üretilen ürünün uygun olup olmadığıdır. İlk üretilen ürün görsel olarak operatör tarafından kontrol edilip kalite vardiya teknisyenine teslim edilir. Kalite vardiya teknisyeni ürünü ölçüm odasına götürerek gerekli ölçüm cihazlarıyla kontrol eder. Baz alınan noktalar teknik resmin tüm ölçüm noktalarıdır.

Aynı zamanda ilk ürün ölçülüp kalite vardiya teknisyeni tarafından onaylanmadan üretime devam edilemez. Vardiya kalite amiri ürünün kontrolünün ardından ürünü, doldurmuş olduğu formla birlikte imzalı bir şekilde hat liderine teslim eder. Sonrasında hat lideri operatöre onay vererek üretime başlanması talimatını verir.

Ürünün kontrol sırasında uygun olmayan noktasının ya da noktalarının tespit edilmesi durumunda uygulanan prosedür farklıdır. Uygun olmayan ölçü yada görsel bir hata olması durumunda , uygun olmayan ürün formu doldurulup, kırmızı etiket ürüne yapıştırılır. Sonrasında uygun olmayan nokta makine parametresini etkiliyor ise, hat sorumlusu bakım sorumlusunu, yazılım sorumlusunu çağırarak makine

parametrelerinde ayar yapılmasını talep eder. Uzman kişi gerekli kontrol ve adımı yaptıktan sonra bir ürün daha üretilir ve aynı şekilde kalite vardiya liderine ölçüm için teslim eder. Aynı prosedür tekrarlanır. Çözüme ulaşılamayan durumlarda konu üst yönetime en kısa sürede aktarılarak hat duruşları engellenmelidir.

#### Bitmiş Ürün Kontrolü;

Tedarikçi ürünleri ürettiklerinde bitmiş ürünleri plastik kasalara yerleştirir ve paketleme öncesinde kontrol odasına götürür. Kontrol odasında bulunan uzman kalite teknisyeni her bir plastik kasa içerisinde belirli bir frekansta ürünü alıp tüm ölçüm noktalarını baz alarak, elindeki talimata göre ölçümünü yapar. Müşteri kalite problemi gelmediği zamanlar prosedür bu şekildedir. Müşteri şikayeti gelmesi durumunda kontroller %100 e çıkartılır. Eğer konu büyük risk teşkil ediyorsa ek bir kontrol daha konulabilir. Toplamda %200 lük bir kontrol sağlanmış olur. Burada geçiş aşamasında olduğu ve müşteri hatası güncel olduğundan dolayı üretilen her ürünün kontrolü talep edilmiştir. Tedarikçi kontrol edilen her ürüne kontrol edildiğine dair işaretleme yaparak bize göndermektedir.

Tablo 5.9. Bitmiş ürün ölçüm raporu

1	i Q 4 A 1)	0,05	0,12	0,02	0,09	0,02	0,07	X
1	i Q 4 A 2)	0,05	0,15	0,03	0,08	0,01	0,08	X
2	b Q 5 E	0,11	0,05	0,02	0,03	0,02	0,01	X
3	R0.3 ±0.10	0,21	0,22	0,25	0,22	0,23	0,22	X
4	Ø17.95 +0.00 -0.15	17,90	17,91	17,90	17,90	17,89	17,90	X
5	r Q 0.2 E	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	X
6	1.1 ±0.10	1,05	1,08	1,07	1,08	1,08	1,08	X
7	17.7 ±0.10	17,74	17,79	17,74	17,73	17,71	17,64	X
8	7 ±0.50	6,77	6,78	6,73	6,70	6,71	6,73	X
9	Ø14 (A.R)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,01	14,00	X
10	22.7 +0.00 -0.10	22,69	22,65	22,64	22,64	22,64	22,65	X
11	17.7 ±0.10	17,65	17,67	17,61	17,67	17,68	17,69	X
12	1.1 ±0.10	1,03	1,08	1,08	1,08	1,07	1,08	X
13	r Q 0.2 E	0,14	0,18	0,16	0,12	0,14	0,19	X
14	r Q 0.2 E	0,17	0,20	0,14	0,10	0,14	0,08	X
15	Ø15 +0.05 -0.00	15,01	15,02	15,02	15,02	15,02	15,02	X
16	Ø17.95 +0.00 -0.15	17,89	17,89	17,90	17,90	17,91	17,90	X
17	R0.3 ±0.10	0,21	0,20	0,22	0,22	0,23	0,22	X
18	b Q 5 E	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	X
19	20.3 ±0.10	20,37	20,39	20,37	20,38	20,38	20,40	X

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada son yıllarda önemi gittikçe artan Müşteride kritik bir etki yaratan tedarikçi kaynaklı hata bildirimini, analizi ve çözüm aşamaları Altı Sigma ve teknikleri ile birlikte genel bir bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Altı Sigma yaklaşımı, parça ve akış kalitesinde 6 sigma seviyesine erişerek müşteri memnuniyetini maksimum düzeyde elde etmeyi hedefleyen, ciddi bir disiplin ve istatistiksel tekniklerin desteğine ihtiyaç duyan bir yaklaşımdır.

Fabrikada ya da işletmede Müşteri Kalite Odaklı Altı Sigma felsefesinden bahsedilebilmesi için üst yönetim desteği ve yönetimin değişime hazır olması çok büyük önem arz etmektedir. Eğer yönetici gelişmeye açık değil ise kalıcı bir yükselme ve gelecek projelerin alınması olasılığını minimum düşürmüş olur. Maliyetten kısmak isterken uzun vadede kazanç elde edememeye sebebiyet vermektedir.

Ayrıca en alt düzeyde çalışanlardan en üst düzeyde çalışanlara kadar herkesin müşteri ihtiyaç ve isteklerini tüm çalışmalarının merkezine yerleştirmeyi bilmeleri ve kendi düzeylerine uygun özellikte istatistik bilgisine sahip olmaları gereklidir.

Altı sigma ya da Toplam Kalite Yönetimi gibi ayrımlar yerine, bunların gereklerini doğru olarak yerine getirmeye çalışmak yeterlidir. Altı Sigma'yı Toplam Kalite Yönetiminin alternatifi olarak görmek doğru bir yaklaşım değildir. Aksine Toplam Kalite Yönetimi'ni uygulayan işletmelerde Altı Sigma felsefesini ve sistemini oturtmak daha doğru ve efektif bir yaklaşım olacaktır.

Müşteri Odaklı Altı Sigma uygulanırken detaylıca açıklanan tüm teknikler kullanılmayabilir. İşletmedeki çalışanlar projenin ya da ilgili konunun hangi teknikle çözüme ulaştırılması gerektiğine hep beraber karar veririler. İşletme başarısı için en önemli nokta iyileşmeyi ve sürekli gelişmeyi sağlıyor olmasıdır. Dolayısıyla, amaca hizmet edecek yeni araçlara işletmelerin her zaman açık ve transparan olmaları, yerinde planlama ve stratejiler ile rekabet ortamında avantaj sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

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

Baş T., 2003. Altı Sigma, Kaliteofisi Yayınları.

Coats Global Service Mayıs,2015.

Çankaya Üniversitesi : Proje-Onay-Formu.

Ergün A. K. (2003) . *Altı Sigma metodolojisi ve Türkiye' deki uygulamaları*. Yüksek lisans tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.74.

Ford Motor Co., Consumer Driven Six Sigma Training Notes, 2001.

Ford Otosan A.Ş., Müşteri Odaklı Altı Sigma Eğitim Notları 2001 – Kocaeli.

Greg Brue: Six Sigma for Managers, 2002.

Kamoy S., 2002, Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi.

Larson A., 2003. Demystifying Six Sigma – A Company Wide Approach to Continuous Improvement.

Pande-Neumann-Cavanaugh, 2000. The Six Sigma Way – How GE, Motorola and Other Top Companies Are honing Their Performance.

Pande-Neumann-Cavanaugh, 2002. The Six Sigma Way Team Fieldbook.

Pyzdek T., 1999. The Complete Guide to Six Sigma, Quality Publishing.

Stamatis D.H., 2000. Who Needs Six Sigma Anyway. Quality Digest.

Quelin B., Duhamel F., 2003. Bringing Together Strategic Outsourcing and Corporate.

URL-1: strategy: outsourcing motives and risks. European Management Journal (Ziyaret Tarihi: 1 Haziran 2019).

URL-2: [www.spssanalizi.com/uygulama/f-testi-varyans-analizi-anova](http://www.spssanalizi.com/uygulama/f-testi-varyans-analizi-anova) 2005 (Ziyaret Tarihi: 3 Mayıs 2019).

URL-3: [content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/46441/43404/ders\\_içeriği.doc](http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/46441/43404/ders_içeriği.doc). (Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2019).



URL-4: <https://www.biomed.com/forum/isyonetimi/beyin-firtinasi-32157.html>.  
(Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2019).

URL-5: [www.yildiz.edu.tr/~palcan/word%20dokuman/BenchmarkingSON%20HAL](http://www.yildiz.edu.tr/~palcan/word%20dokuman/BenchmarkingSON%20HAL).  
(Ziyaret Tarihi: 8 Temmuz 2019).

URL-6: [www.isixsigma.com](http://www.isixsigma.com) (Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2019).

URL-7: <http://www.geocities.com/altisigma>, "1.5 Sigma Değişim Sonuçları" (Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2015).



## KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

**Şenkaya Ş., Özcan B., Özdin Y., Dinç A., Türkiye’deki İntihar Vakalarının Çeşitli Kriterlere Göre İstatistiksel Olarak İncelenmesi, 2018, *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi (DergiPark)*,**18** (40), 11-34.**



## ÖZGEÇMİŞ

02.07.1991'de Bulgaristan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamladıktan sonra lisans öğrenimini Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği bölümünde tamamladı. 2014 senesinde bir sene Kore firması olan Dual-Borgstena'da Kalite Mühendisi olarak çalıştı. Sonrasında bir buçuk sene Yazaki System Technologies'te Kalite Mühendisi olarak görev yaptı. 2016'dan 2019 a kadar yaklaşık iki buçuk sene Autoliv fabrikasında Proje Kalite Mühendisi olarak görev aldı. Son bir sene, müşteri şikaterleri ve taleplerini karşılamak üzere Slovakya'da yaşadı. Son olarak Power Packer fabrikasında SQA olarak görev almaktadır.