

**T.C.**  
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANA BİLİM DALI**  
**ÜRETİM BİLİM DALI**

**İMALAT İŞLETMELERİNDE ALTI SİGMA UYGULAMA GEREKLİLİĞİ: ALT  
YAPININ OLUŞTURULMASI İÇİN ÖNERİLER VE BİR UYGULAMA**

**( YÜKSEK LİSANS TEZİ )**

**Berna MADENLİ**

**BURSA 2006**



**T.C.**  
**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANA BİLİM DALI**  
**ÜRETİM BİLİM DALI**

**İMALAT İŞLETMELERİNDE ALTI SİGMA UYGULAMA GEREKLİLİĞİ: ALT  
YAPININ OLUŞTURULMASI İÇİN ÖNERİLER VE BİR UYGULAMA**

**( YÜKSEK LİSANS TEZİ )**

**Danışman**  
**Yrd. Doç. Dr. Gülay COŞKUN KASAP**

**Berna MADENLİ**

**BURSA 2006**

T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Berna Madenli'ye ait İmalat İşletmelerinde Alt  
Sıgma Uygulama Sektöründe Alt Yapının Oluşturulması Konusunda adlı çalışma,  
jürimiz tarafından İşletme Anabilim / Anasanat Dalı,  
Bilim Dalında Yüksek Lisans/ Doktora/ Sanatta Yeterlik  
tezi olarak 22.03.2006 tarihinde kabul edilmiştir.

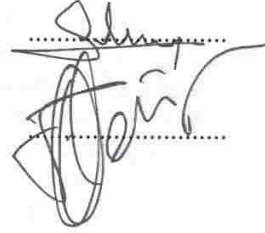
İmza

Prof. Dr. Ahmet Öztürk



(Danışman) Yrd. Doç. Dr. Erolay Coşkun Kasap

Prof. Dr. Feray Derman Gelikçapan



# **İMALAT İŞLETMELERİNDE ALTI SİGMA UYGULAMA GEREKLİLİĞİ: ALT YAPININ OLUŞTURULMASI İÇİN ÖNERİLER VE BİR UYGULAMA**

( Yüksek Lisans Tezi )

**Berna MADENLİ**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BURSA 2006**

**ÖZET  
( ABSTRACT )**

Sanayi devriminin başlaması ile ortaya çıkan rekabet kavramı; 1960'dan itibaren sürekli değişen piyasa ortamında giderek daha da önem kazanmış, rekabet karşısında ayakta durabilen kuruluşlar var olmayı başarmışlardır. "Değişmeyen tek şey değişimdir" mantığı ile yoğun rekabete direnmek, dinamik piyasa koşullarında yaşayabilmek için çeşitli stratejiler oluşturulmuş, yöntemler denenmiş, yeni teknikler uygulanmıştır. 1980'li yıllarda ortaya çıkan ve 2000'li yıllara gelindiğinde şimdiye kadar geliştirilen en önemli yöntemler arasında yerini alan Altı Sigma, müşteriye odaklanarak sıfır hatayı hedefleyen bir yaklaşım olarak benimsenmektedir. Doğru olarak uygulandığında çok önemli kazançlar yaratan Altı Sigma yaklaşımı bir milyon üründe/ üretimde sadece 3,4'lük hataya olanak tanıyarak, kuruluşların iddialı bir hedefi yakalamalarına yardımcı olur. Bu çalışma ile, Altı Sigma Yaklaşımını yeni tanıyan ve kendi organizasyonlarında uygulamak isteyen kuruluşlara; nereden başlanması gerektiği, nasıl bir alt yapı oluşturulması gerektiği ve nasıl uygulanacağı konusunda yardımcı olmak amaçlanmaktadır. Çalışma 3 bölümden oluşmakta olup; birinci bölümde Altı Sigma Yaklaşımı tanımı, amacı, ve yararları gibi genel çerçeveleri ile ele alınmıştır. Altı Sigma yaklaşımının uygulanma gerekliliğinin detaylı olarak ele alındığı ikinci bölümde, alt yapının oluşturulması için sağlanması gereken koşullar üzerinde durulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümü, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve bu yaklaşımı ilk defa organizasyonuna uyarlamaya çalışan bir kuruluşun uygulamasını içermektedir.

**Anahtar Kelimeler :**

**Altı Sigma Yaklaşımı, Kalite İyileştirme Yöntemi, Süreç İyileştirme**

# İÇİNDEKİLER

	<i>Sayfa No</i>
Giriş	1
<b>1. BÖLÜM</b>	
<b>ALTI SİGMA YAKLAŞIMI</b>	
<b>1.1. Tanımı</b>	3
<b>1.2. Tarihsel Gelişimi</b>	6
<b>1.3. Amacı</b>	7
<b>1.4. Özellikleri</b>	9
<b>1.5. Yararları</b>	11
<b>1.6. Altı Sigmada Roller</b>	12
<b>1.6.1. Uzman Kara Kuşaklar</b>	13
<b>1.6.2. Kara Kuşaklar</b>	14
<b>1.6.3. Yeşil Kuşaklar</b>	16
<b>1.6.4. Şampiyonlar</b>	16
<b>1.6.5. Üst Kalite Konseyi</b>	17
<b>1.6.6. Yönetim Temsilcisi</b>	18
<b>1.7. Altı Sigmanın İşleyişi</b>	18
<b>1.7.1. Tanımla ( Defining )</b>	19
<b>1.7.2. Ölçme ( Measurement )</b>	20
<b>1.7.3. Analiz ( Analysis )</b>	21
<b>1.7.4. İyileştirme ( Improvement )</b>	22
<b>1.7.5. Kontrol ( Control )</b>	23
<b>1.8. Altı Sigmanın Araçları</b>	23
<b>1.8.1. Tanımla Aşamasında Kullanılan Araçlar</b>	24
<b>1.8.2. Ölçme Aşamasında Kullanılan Araçlar</b>	27
<b>1.8.3. Analiz Aşamasında Kullanılan Araçlar</b>	31
<b>1.8.4. İyileştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar</b>	33
<b>1.9. Altı Sigma Yol Haritası</b>	35
<b>1.9.1. Ana Süreçlerin ve Müşterilerin Tanımlanması</b>	36
<b>1.9.2. Müşteri İhtiyaçlarının Belirlenmesi</b>	37
<b>1.9.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi</b>	38
<b>1.9.4. İyileştirmelerin Önceliklendirilmesi, Analizi ve Yürütülmesi</b>	38
<b>1.9.5. Altı Sigma Sisteminin Genişletilmesi ve Entegrasyonu</b>	39

## 2. BÖLÜM

### ALTI SİGMA UYGULAMA NEDENLERİ ve ALT YAPININ OLUŞTURULMASI

2.1. Altı Sigma Uygulama Nedenleri	40
2.1.1. Verimliliğin Artırılması	40
2.1.2. Müşteri Memnuniyetinin Artırılması	44
2.1.3. Çevrim Zamanının Azaltılması	46
2.1.4. Maliyetlerin Azaltılması	48
2.1.5. Süreçlerin ve Çıktının İyileştirilmesi	49
2.1.6. Rekabet Üstünlüğünün Sağlanması	52
2.2. Alt Yapının Oluşturulmasında Gerekli Olan Koşullar	53
2.2.1. Üst Yönetimin Desteği ve Teşviki	54
2.2.2. Şirket Vizyon, Strateji ve Amaçlarının Saptanması	57
2.2.3. Gerekli Eğitimlerin Alınması	58
2.2.4. Doğru Projelerin Seçimi	62
2.2.5. Proje Takımının Oluşturulması	64
2.2.6. Yeterli Kaynak Yatırımının Yapılması	65
2.2.7. Sürdürülebilirliğin Sağlanması	66
2.3. Altı Sigma Uygulama Örnekleri	67
2.4. Altı Sigma Yaklaşımının Başarısızlık Nedenleri	71

## 3. BÖLÜM

### UYGULAMA

3.1. Araştırmanın Amacı	73
3.2. Araştırmanın Kapsamı	74
3.3. Hazırlık Aşaması	74
3.4. Uygulama Aşaması	75
3.4.1. Tanımlama	76
3.4.2. Ölçme	84
3.4.3. Analiz	91
3.4.4. İyileştirme	92
3.4.5. Kontrol	98
Sonuç	99
Kaynaklar	100

## GİRİŞ

Günümüzde üretim ve hizmet sektöründe özellikle finansal açıdan rekabet avantajı sağlamak isteyen kuruluşlar, geçmişten bu yana çok çeşitli yöntem ve teknikleri organizasyonlarına uyarlamaya çalışmışlardır. Değişen ve karmaşıklaşan piyasa ortamında kuruluşlar, ürüne odaklanmak yerine müşterilerine odaklanmaya başlamışlardır. Üretimin müşteri beklenti ve ihtiyaçları doğrultusunda yapılarak olumlu sonuçlar elde edilmesi ile, ürün kalitesinin müşteriler tarafından tanımlandığı ortaya çıkmıştır. Kendi kalite tanımlarını yapan müşterilere talep ettikleri kaliteden de fazlasını sağlayan kuruluşlar başarılı olmuşlardır. Böylece “Müşteri Odaklılık” olarak adlandırılan yeni bir üretim anlayışı doğmuştur.

Kalite kavramı, üretim sektöründe yirmi yıllık bir süreç içerisinde gelişim göstermiştir. Bir çok sektörde “değişkenliğin azaltılması” ve “ürünlerin spesifikasyonlara uyarlanması” olarak tanımlanan kalite, kişileri ve kuruluşları her anlamda mükemmelliğe ulaştıran en önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Mükemmelliğe ulaşmak amacıyla kalite seviyelerini yükseltmek zorunda olan kuruluşlar; istatistiksel süreç kontrolü, Taguchi yöntemi, Kaizen ve altı sigma gibi kalite iyileştirme yaklaşımlarını benimserler. Günümüzde %90’dan fazla kuruluş, bu yöntemleri kullanmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde de özellikle büyük ölçekli kuruluşlar tarafından yoğun bir ilgi gören ve kalite seviyesini iyileştirmede etkili yaklaşımlardan biri olan altı sigma yaklaşımının; yaygınlaşmasına ve ülkemiz sanayi kuruluşlarının dünya çapında rekabet edebilme yeteneğinin artırılmasına katkı sağlamak amacıyla hazırlanan bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır.

Özellikle altı sigma yaklaşımı ile yeni tanışan ve ilk defa uygulayacak olan kuruluşlar için rehber niteliğini taşıyan çalışmanın ilk bölümünde altı sigma yaklaşımı tanımlanarak; amacı, sahip olduğu özellikleri, kuruluşa sağlayacağı yararları, süreci, kullanılan araçlar ve izlenen yol haritası genel olarak açıklanmıştır.



Çalışmanın ikinci bölümünde; yaklaşımın uygulanma nedenleri ve alt yapının oluşturulmasında gerekli olan koşullar detaylı olarak ele alınmış, Dünyada ve Türkiye’de bu yaklaşımı uygulayan kuruluşlara değinilerek uygulamada karşılaşılan zorluklar ve başarısızlık nedenleri aktarılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümü, otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren ve yaklaşımı ilk defa organizasyonlarında uygulayan bir kuruluşun uygulamalarını ve sonuçlarını içermektedir.

# 1. BÖLÜM

## ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

### 1.1. Tanımı

Altı sigma yaklaşımı, çeşitli kuruluşlar ve yazarlar tarafından farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Çalışmada bu tanımlamalardan bir kaçına yer verilmiştir.

İstatistiksel analiz yazılımını üreten Minitab şirketi altı sigmayı; hataları azaltan, müşteri memnuniyetini artıran, süreçleri iyileştiren ve ölçülebilir finansal sonuçlar doğuran bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Farklı bir bakış açısıyla Motorola şirketi altı sigmayı, bir **iş stratejisi** ve **bir filozofi** olarak açıklamaktadır. Altı sigmanın kurucularından Mikel Harry ise altı sigmayı şöyle ifade eder<sup>1</sup>:

*“...belirli hata kaynaklarını saptamak ve onları yok etmek için verileri toplayan ve istatistiksel analizleri kullanan bir yöntemdir...”*

Altı sigma, günümüz ve gelecek yüzyıl için ürüne değil müşteriye odaklanan önemli bir kavram olarak karşımıza çıkar. Bu nedenle kültürel değişimi ve kalite seviyesinin yükseltilmesini amaçlayan **bir paradigma** olarak düşünülebilir<sup>2</sup>.

İstatistiğin yoğun olarak kullanıldığı bu yaklaşım ile; mükemmeliyetçilik, müşteri odaklılık ve süreçlerin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışanlara, müşterilere ve hissedarlara yarar sağlayan bu yaklaşım; organizasyonun her alanında müşterinin, piyasanın ve teknolojinin değişen ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayabilmektedir<sup>3</sup>.

Altı sigma yaklaşımına üç farklı açıdan bakmakta yarar vardır:

- a. İstatistiksel performans ölçüsü olarak,
- b. Amaç olarak,
- c. Yönetim sistemi olarak

---

<sup>1</sup> Sitnikov, Catalina, “The Six Sigma Phenomena: Old or New Perception of Quality?”, <http://www.aluonet.com/pdf/SixsigmaSitnikov.pdf>, 03.12.2003

<sup>2</sup> Erwin, Jane, “Achieving Total Customer Satisfaction Through Six Sigma”, *Quality Digest*, <http://www.qualitydigest.com/july98/html/sixsigma.html>, 03.12.2003

<sup>3</sup> Pande, Peter – Holpp, Larry, *What is Six Sigma?*, Mc.Graw-Hill, 2002, s.2-3

a. İstatistiksel performans ölçüsü olarak altı sigma

Daha önce de değinildiği gibi yaklaşım değişkenliği azaltmaya odaklanmaktadır. Değişkenliğe odaklanmak için öncelikle değişkenliğin hesaplanması gerekir. İstatistiksel olarak değişkenlik çeşitli ölçülerle hesaplanabilir. En sık kullanılan ölçüler; değişim aralığı, standart sapma veya varyanstır<sup>4</sup>.

Yunan alfabesinin harflerinden biri olan sigma (  $\sigma$  ), istatistikte standart sapmayı temsil eder. Standart sapma, bir veri kümesinde veya süreçte ne miktarda değişkenliğin var olduğunu tanımlayan istatistiksel bir kavramdır.

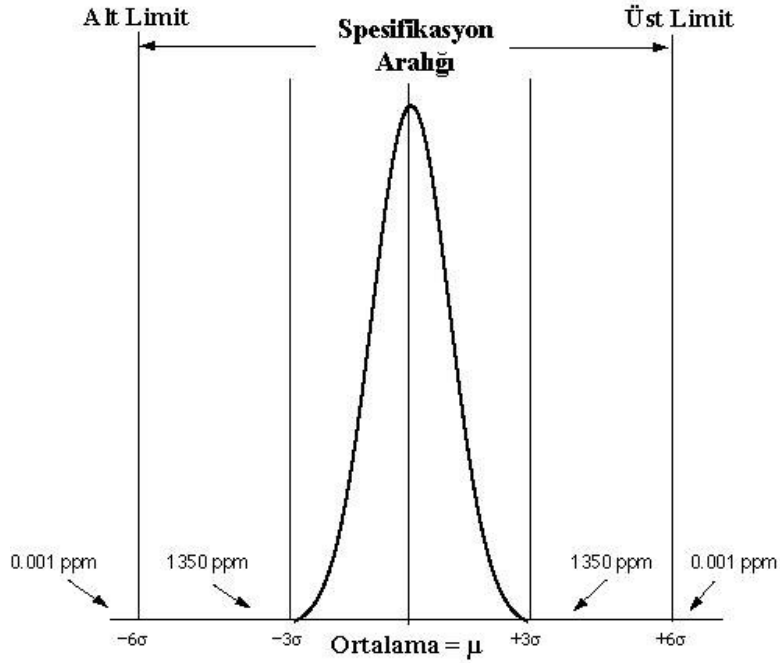
Sigma ölçüsü, kuruluşta müşteri ihtiyaçlarının ne oranda karşılandığının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Sigma ölçüsünün hesaplanmasındaki ilk adım, müşterinin ne beklediğini tahmin etmektir. Altı sigma yaklaşımında müşteri ihtiyaçları ve beklentileri Kalite Kritikleri ( Critical to Quality-CTQ ) olarak adlandırılır. CTQ, ileriki bölümlerde değinilecek olan Müşteri Sesi ( Voice of Customer-VOC ) yöntemine girdi sağlamaktadır. Altı sigma projeleri, süreç performansındaki bütün kalite kritikleri dikkate alındığında başarılı olur<sup>5</sup>.

Kuruluş, saptadığı kalite kritikleri ile müşterilerin minimum ve maksimum beklentilerine karşılık gelen alt ve üst spesifikasyon limitlerini belirleyerek spesifikasyon aralığını oluşturur. Spesifikasyon aralığının dışına çıkılması ortalamadan sapıldığı yani hatalı ürün üretildiği anlamına gelir. Şekil.1, üç ve altı sigma düzeylerine ait spesifikasyon aralıkları ile standart sapmaları göstermektedir.

---

<sup>4</sup> Gürsakal, Necmi – Oğuzlar, Ayşe, Altı Sigma, Bursa, 2003, s. 3

<sup>5</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.6-9



**Şekil.1 : Sigma düzeylerindeki spesifikasyon aralığı ve standart sapma düzeyleri**

**Kaynak:Pyzdek, Thomas, “Motorola’s Six Sigma Program”,  
<http://www.qualitydigest.com/dec97/html/motsix.html>, 02.12.2003**

b. Amaç olarak altı sigma

Müşteri odaklılık ele alındığında müşteri ihtiyaçları ve beklentileri dışında yapılan üretim ve sunulan hizmetler, şikayetlerin oluşmasına böylece ekstra maliyetlerin doğmasına neden olacaktır. Hata miktarı arttıkça maliyetlerde artacak ve müşteriye kaybetme riski doğacaktır<sup>6</sup>. Tüm bu riskleri en aza indirmek amacıyla olabildiğince hatasız, sıfır hata ile çalışılması gerekmektedir. Bu noktada altı sigma kuruluşlara, bir milyon adet üretim gerçekleştirildiğinde sadece 3,4 hatalı ürün üretilmesini sağlayacaktır. Bir amaç olarak altı sigma, 1.3. bölümünde kapsamlı olarak incelenmiştir.

<sup>6</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.9

c. Yönetim sistemi olarak altı sigma

Bir yönetim sistemi, hesaplanabilir sonuçlara ihtiyaç duyar ve sürekli denetimleri gerektirir. Hesaplanılabilirlik ve düzenli denetimlerin her ikisinde de yöneticiler, altı sigmayı bir rehber olarak kullanabilirler<sup>7</sup>.

Altı sigma yaklaşımında; kuruluşlar hemen hemen hatasız ürünler üretmekle kalmaz aynı zamanda müşteri hizmetlerini, insan kaynaklarını, satın almayı kapsayan şirket süreçleri ile eşgüdümlü çalışarak oldukça etkili üretim ve yönetim sistemleri kurabilirler. Bu sistemler, hatasız ürün tesliminin yanı sıra yeniden işleme ve artıkların yok edilmesine olanak tanır. Hatalar sadece süreç sonunda denetlenmek yerine istatistiksel kontrollerle ve girdilerin değerlendirilmesi ile sürecin her evresinde denetlenir. Müşteri hizmetleri, satın alma gibi üretim yapılmayan süreçlerde ise altı sigma; çevrim zamanının azaltılması, müşteriye zamanında ve hızlı cevap verme, tedarik yönetiminde ve envanter kontrolünde uygulanabilmektedir<sup>8</sup>.

## 1.2 Tarihsel Gelişimi

1960-70'lerde uygulanmaya başlayan istatistiksel süreç kontrolü kavramına dayanan altı sigma, 1979 yılında Motorola şirketinde ortaya çıkmıştır. Motorola'nın yöneticilerinden Art Sundry bir Yönetim Kurulu toplantısında, şirketin gerçek probleminin kendi kalite anlayışlarında yattığını ifade etmiştir. Sundry'nin bu açıklamaları Motorola'da kalite ile maliyetler arasında ters bir ilişkinin var olduğunun anlaşılmasına neden olmuştur. "Yüksek kalite yüksek maliyetleri doğurur" anlayışını benimseyen Amerikan şirketlerinin çoğunlukta olduğu yıllarda Motorola, kalitenin iyileştirilmesi ve yükseltilmesinin aslında maliyeti azaltacağını savunur.

1985 yılında Motorola'nın iletişim bölümü yöneticilerinden Bill Smith yaptığı çalışmalara dayanarak şu görüşü ileri sürer. *"Bir ürün hatalı olmasına rağmen üretim sürecinde tamamlanarak müşteriye teslim edildiğinde müşteri ürünü kullanmaya başladığından itibaren hatalar fark edilecek ve böylece memnuniyetsizlik artacaktır."*

---

<sup>7</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.12

<sup>8</sup> O'Rourke, Patricia, "Using Six Sigma in Safety Metrics", <http://www.cunixinfotech.com/articles/UsingSixSigmaInSafetyMetrics.pdf>, 03.12.2003

Bu görüşü ile Smith, Motorola'da şiddetli tartışmaların çıkmasına neden olmuştur. Daha sonraları Motorola bu görüşü benimseyerek hataları azaltmaya başlamış ve dört sigma seviyesine ulaşılmıştır. İkinci çalışmasıyla Smith, müşteri ürünü kullanmaya başladıktan sonra gizli hatalardan dolayı ürün hakkında şikayetler geliyorsa o ürünle ilgili üretim sürecinin gözlenmesi ve iyileştirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir<sup>9</sup>.

1979 yılında Motorola'da uygulanmaya başlanan altı sigma kavramı, 1987 yılında Motorola'da çalışan Mikel Harry tarafından geliştirilmiştir. Harry tarafından kurulan Altı Sigma Akademisi'nde incelenen altı sigma faaliyetleri; IBM, SONY, Lockheed Martin, Nokia gibi bir çok kuruluşa yayılmıştır<sup>10</sup>.

Sonuç olarak Motorola ürünün nasıl tasarlanacağına ve nasıl yapılacağına odaklanarak kaliteyi iyileştirme, üretim zamanını ve maliyeti azaltma çalışmaları ile olumlu kazançlar sağlamayı başarmıştır. Motorola yürüttüğü altı sigma projeleri ile 4 yıl içerisinde 2,2 milyon dolar kar elde etmiştir. 1993 yılına gelindiğinde Motorola şirketi bir çok imalat sürecinde neredeyse altı sigma düzeyinde faaliyet gösterir duruma gelmiştir<sup>11</sup>.

Motorola 80'lerde başlayan ve günümüze kadar süren altı sigma çalışmaları sonucunda 1988 yılında **Malcolm Baldrige National Quality** ödülünü kazanmıştır. Böylece kuruluşun başarısındaki sır herkes tarafından öğrenilmiş ve kendi kuruluşlarına uyarlanmaya başlanmıştır<sup>12</sup>.

### 1.3. Amacı

Altı sigmanın temel amacını açıklamada rolünün kavranması büyük önem taşır. Altı sigma, bir milyon adetlik üretimden sadece 3,4'ünün hatalı üretilmesini sağlar<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> Harry, Mikel- Schroeder, Richard, Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations, Doubleday, Random House Inc., 2000, s.9-11

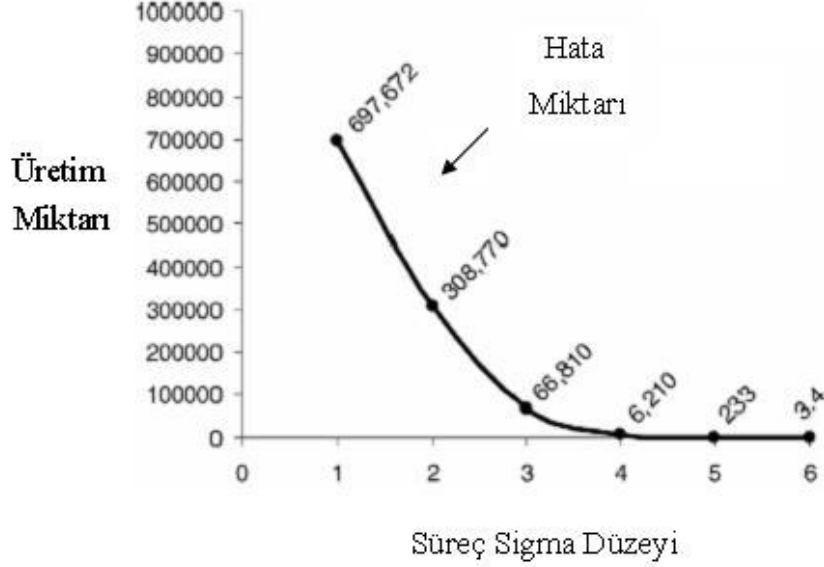
<sup>10</sup> Han, Chonghun- Lee, Young Hak, "Intelligent Integrated Plant Operation System for Six Sigma", Annual Reviews in Control, Sayı: 26, Elsevier, 2002, s.28

<sup>11</sup> Harry- Schroeder, a.g.e

<sup>12</sup> Pyzdek, Thomas, "The Six Sigma Revolution", <http://muexternalpartnership.motorola.com/PDFs/The%20Six%20Sigma%20Revolution.pdf>, 21.12.2003

<sup>13</sup> Linderman, Kevin v.d., "Six Sigma: a goal theoretic perspective", Journal of Operations Management, Sayı: 21, Elsevier, 2003, s. 193

Şekil 2, bir milyon üretimde her bir sigma düzeyine karşılık gelen hatalı ürün miktarını göstermektedir.



Şekil.2 : Süreç sigma düzeylerine karşılık gelen hata miktarları

**Kaynak: Linderman, Kevin, v.d., “Six Sigma: a goal-theoretic perspective”, Journal of Operations Management, Sayı:21, 2003, Elsevier, s.194**

Müşteri memnuniyetinin iyileştirilmesi, çevrim zamanının azaltılması, hataların azaltılması, verimliliğin artırılması gibi hedefleri kapsayan altı sigma; iyileştirmeleri; önemli ölçüde maliyet kazançlarının, müşteri sadakatinin, yeni pazar paylarının, yüksek performanslı ürünler ve hizmetlerin oluşumunda büyük bir role sahiptir<sup>14</sup>.

Yeterlilik ve standartlar açısından sigma düzeylerine bakıldığında,

- 3 sigma: tarihi standart,
- 4 sigma: cari standart,

<sup>14</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

➤ 6 sigma: yeni standart olarak ifade edilebilir<sup>15</sup>.

Bütün süreçler altı sigma seviyesinde çalışmak zorunda değildir. Altı sigmaya yakın seviyeler sürecin stratejik önemine ve iyileştirme maliyetlerine bağlı olacaktır. Eğer bir süreç iki ya da üç sigma düzeyinde ise, altı sigma çalışmaları diğerlerine nazaran daha kolay olacaktır ve böylece hızlı bir şekilde dört sigma düzeyine çıkılacaktır. Buna rağmen beş ya da altı sigma düzeyine ulaşmak daha fazla çaba ve daha karmaşık istatistiksel araçları gerektirir. Bir başka deyişle, çaba ve zorluk artıkça süreç sigma düzeyi de üstsel olarak artacaktır<sup>16</sup>.

Altı sigma, sıfır hata felsefesini benimsemesine rağmen sıfır hatalı üretimin uygulamada tam anlamıyla başaramayacağını vurgular. Fakat yüzde 99,9997 performans düzeyinde altı sigma, hataların hemen hemen olmadığı çoğu süreçte ve üründe bir performans hedefi saptar<sup>17</sup>.

Yukarıda bahsedilen temel amaçlar dışında altı sigma, rasyonel sistemlerin iyileştirilmesi, bilgi ve motivasyona dayalı yönetimi de amaçlamaktadır.

#### **1.4. Özellikleri**

Sanayi devrimi başladığından beri üretim ve hizmet sektöründe çok çeşitli gelişmelerle ve ilerlemelerle karşılaşmıştır. Hangi sektörde olursa olsun bütün kuruluşların değişmeyen temel amaçlarından biri, varlıklarını sürdürebilmektir. Sürdürülebilirliği sağlamak için kuruluşlar kalite üzerine odaklanırlar.

Endüstriyel ilerlemeler sonucu kalite kavramı günümüze kadar çeşitli değişimlere uğrayarak gelişmiştir. Bu süreç içerisinde, literatürde ve uygulamada kalitenin iyileştirilmesine yönelik bir çok yöntem veya yaklaşım ortaya çıkmıştır. Bu yöntemler, aslında daha önceki yıllarda ortaya çıkan yöntemleri de içinde barındırır.

Kalitenin iyileştirilmesine yönelik olarak geliştirilmiş olan en önemli yöntemlerden birisi, Toplam Kalite Yöntemi(TKY)'dir. TKY'nin ilkeleri uzun yillardan

---

<sup>15</sup> Gürsakal, a.g.e., s.4

<sup>16</sup> Linderman, a.g.m., s.194-195

<sup>17</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.10



beri kabul görmüş ve uygulanmıştır. Hala etkinliğini sürdüren TKY'nin bir uzantısı ve TKY'yi tamamlayan bir yaklaşım olan altı sigma yaklaşımı da bir kalite iyileştirme yöntemi ya da sistemi olarak görülebilir<sup>18</sup>.

Peter Pande ve Larry Holpp kitaplarında, altı sigmayı diğer kalite iyileştirme tekniklerinden ayıran üç temel özellik olduğunu savunurlar. Bunlar, müşteri odaklı olmak, yatırımlardan ciddi kazançlar sağlamak ve yönetim işleyişini değiştirmek<sup>19</sup>.

Yukarıda da değinildiği gibi Pande ve Holpp'ün savunduğu üç temel özelliğin yanı sıra verilere ve gerçeklere dayalı proaktif bir yönetim modelini oluşturması, iç veya dış müşterilerle ve tedarikçilerle sınırsız bir işbirliğinin yapılması, mükemmellik için çalışması ve süreçlere odaklanması gibi altı sigmanın temalarını oluşturan bu unsurlar da altı sigmayı diğer yöntemlerden ayıran önemli özellikler olarak düşünülebilir<sup>20</sup>.

Roderick Munro'ya göre hesaplanabilirliğin önem taşıdığı altı sigma yöntemini diğer yöntemlerden ayıran özellikler ise şu şekilde sıralanabilir<sup>21</sup>:

Altı sigma;

1. Bir amaç ve felsefedir.
2. Problemi çözmeye odaklanır ve amaca ulaşmada büyük avantaj sağlar.
3. Verimliliği iyileştirir. Kalite ve etkinlik öncelikleri arasındadır.
4. Karlı sonuçlar doğuran, hesaplanabilirliği yüksek somut bir süreçtir.
5. Değişkenliği azaltan sistematik metodolojidir.
6. Projeler, altı sigma metodolojisi içerisinde eğitilen ve seçilen bireyler tarafından yönlendirilir.
7. Eğitim birinci önceliktir.
8. Net rol tanımlarını ve proje ekiplerinin sorumluluklarını gerektirmektedir.

---

<sup>18</sup> Gürsakal, a.g.e., s.5-6

<sup>19</sup> Pande-Holpp, a.g.e.,s.3-4

<sup>20</sup> a.g.e., s.14-16

<sup>21</sup> Munro, A. Roderick., "Linking Six Sigma With QS-9000", Quality Progress, Mayıs, 2000, Sayı:33, s.49

## 1.5 Yararları

Altı sigma kalite seviyesinin iyileştirilmesi amacıyla son yıllarda kullanılan önemli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımı kullanan ve organizasyonlarına uygulayan kuruluşlar rekabet üstünlüğünün artırılmasında veya korunmasında büyük yararlar sağlamaktadırlar.

Altı sigmanın yararlarına değinirken yaklaşımın neyi amaçladığı önem taşır. Altı sigma projeleri doğru ve etkin uygulandığında kuruluşa yüksek oranda kazanç ve yarar sağlar. Altı sigmanın yararlarını şöyle özetleyebiliriz<sup>22</sup>:

- Maliyetleri düşürür.
- Verimliliği artırır.
- Pazar payını büyütür.
- Kurum kültürünü değiştirir.
- Tüketici sadakatini artırır.
- Çevrim süresini azaltır.
- Hataları azaltır.
- Ürün ve hizmetleri iyileştirir.

Uygulanan altı sigma projeleri sonucunda kuruluş<sup>23</sup>:

- Sürdürülebilir başarı sağlar.
- Bütün çalışanlar için ortak bir performans amacı oluşturur.
- Müşteriye sunulan değeri artırır.
- Gelişim hızını artırır.
- Stratejik değişimi kolaylaştırır.

---

<sup>22</sup> Gürsakal, a.g.e., s.36

<sup>23</sup> Gürsakal, a.g.e., s.41

Günümüzdeki genel kanı altı sigmanın en büyük yararının finansal kazanç olduğudur. Oysa altı sigmanın yararları sadece finansal değildir. Bir altı sigma yaklaşımı tüm organizasyonda çalışanların, müşterilerin daha iyi anlaşılmasını, süreçlerin daha çok netleştirilmesini, ölçülerin daha anlaşılır olmasını ve daha güçlü iyileştirme araçları ile çalışmaların daha etkili ve daha az karmaşık olmasını sağlar<sup>24</sup>.

Altı sigma süreç iyileştirmeye odaklanan yeni dikey bir kalite planlaması ve problem çözme tekniği yaratmıştır<sup>25</sup>.

Motorola Üniversitesi yaptığı araştırmalar ile altı sigmanın; toplam müşteri memnuniyeti amacının saptanmasına yardımcı olduğunu, organizasyonun bütününde genel bir dil oluşturduğunu, bütün iş alanları için genel ve aynı kalite ölçüm teknikleri kullandığını, aynı matrislere dayalı özdeş iyileştirme oranları ile amaçlar belirlediğini, amaçları başarmak için neden ve nasıl eğitimlerini koordineli olarak yürüttüğünü kanıtlar<sup>26</sup>.

Altı sigmanın yararları olduğu gibi bazı araştırmacılar zararlarının da var olduğunu ifade etmişlerdir. D.H. Stamitis, bir çok kalite alanını etkileyen altı sigmanın bir pazarlama planlamasından başka bir şey olmadığını savunur. Stamatis altı sigmanın ürünlerde verimliliği ve etkinliği iyileştiremeyeceğini dile getirir<sup>27</sup>.

## 1.6. Altı Sigmada Roller

Altı sigma yaklaşımının organizasyona uyarlanmasından önce organizasyondaki çalışanların altı sigma hakkında bilgilendirilmeleri gerekir. Bu bilgilendirme ileride altı sigma projelerini yürütecek kişilerin belirli eğitim evrelerinden geçmeleri anlamına gelir.

Altı sigmaya ilişkin hazırlanan eğitimlerin temelinde istatistik yatmaktadır. Altı sigma projelerinde çalışanların rollerindeki ayırım, alınan istatistiksel eğitimin

---

<sup>24</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.13-14

<sup>25</sup> Munro, a.g.m., s.53

<sup>26</sup> Pyzdek,Thomas, a.g.m.

<sup>27</sup> Flott, Leslie W., "Six-Sigma Controversy", Quality Control, December,2000, s. 43-47,48

yoğunluğuna bağlıdır. Adlarını Uzakdoğu sporlarındaki kavramlardan alan bu roller; altı sigmanın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Altı sigma çalışmalarında alınan sorumluluklar veya üstlenilen görevler eğitime bağlıdır. Bu nedenle altı sigmadaki temel rolleri açıklarken alınması gereken eğitime de yer verilecektir.

### **1.6.1. Uzman Kara Kuşak**

Uzman kara kuşaklar ( Master Black Belt - MBB ), altı sigmanın analitiksel araçları hakkında en fazla bilgiye sahip olan ve tam zamanlı olarak projelere destek veren gerçek bir uzmandır. Organizasyonel değişim ajanları olan uzman kara kuşaklar, bazı kuruluşlarda kullanılan altı sigma tekniklerinin kullanımlarının yaygınlaşmasına yardımcı olmak gibi sorumlulukları da üstlenirler.

Bir koç, akıl hocası (menthor) veya danışman gibi projelere destek veren uzman kara kuşaklar, bunun yanı sıra kara kuşaklar ve diğer ekip üyeleri için yarı zamanlı eğitmenlik görevini de yerine getirirler. Bir koç olarak düşünöldüğünde uzman kara kuşakların görevi, kara kuşakların ve ekip üyelerinin projeyi doğru şekilde yürüttüklerinden emin olmak, çalışmalarının tamamlanmasına yardımcı olmak ve altı sigma iyileştirme projelerinin her adımı için anahtar görevleri belirlemek olarak düşünölebilir. Bunun yanında, öneriler sağlar ve verilerin toplanması, istatistiksel analizlerin yapılması, deney tasarımı, kritik yöneticilerle birlikte hesaplamaların yapılması gibi görevlerde de önemli roller üstlenirler.

Değişimin gerçekleştirilmesi, maliyetlerin azaltılarak karın sağlanması ve müşteri memnuniyetinin artırılmasında büyük bir paya sahip olan uzman kara kuşakların kendilerine bağlı birkaç kara kuşak elemanı vardır<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.22-23

Altı sigma çalışmalarının başlangıcında en üst düzeyde teknik bilgiye sahip olan uzman kara kuşakların görevini dış kuruluşlardan kiralanan danışmanlar yürütür. Uzman kara kuşakların görevleri<sup>29</sup>:

1. Projeyi yürütecek takımlara başlangıçta istatistiksel yöntemlerin seçimi ve kullanımını konusunda teknik destek sağlamak,
  2. Şampiyonlara projelerin tamamlanma süresinin belirlenmesinde yardımcı olmak,
  3. Projelerle elde edilen sonuçları yönetim temsilcisi için bir araya getirmek ve özetlemek,
  4. Altı sigma konusunda eğitim vermek,
  5. Altı sigmanın organizasyon çapında benimsenmesini sağlamak,
- gibi özetlenebilir.

Uzman kara kuşaklar diğer rollerde verilen eğitimler haricinde, ileri istatistik, eğitmenlik, sunuş teknikleri, liderlik, iletişim ve toplantı yönetimi gibi eğitimleri de alırlar<sup>30</sup>.

### **1.6.2. Kara Kuşaklar**

Altı sigmada kritik rollerden bir tanesidir. Kara kuşaklar ( Black Belt - BB ), bütün zamanlarını altı sigma uygulamalarına adayan kişilerdir. Kara kuşaklar takım üyelerini yönlendirirler, yönetirler, görevlendirirler. Problemlerin değerlendirilmesinde, süreci ve ürünü tasarlarlarken kullanılan araçlarda uzmandırlar. Genellikle kara kuşak, belirli bir altı sigma projesine atanan bir takımın başında yer alır. Projeyi yürütecek takımın lideridir. Öncelikli olarak takımın oluşumundan, eğitimlerin takibinden ve katılımdan, takım dinamiğinin yönetilmesinden sorumludur<sup>31</sup>. Buna ek olarak proje

---

<sup>29</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

<sup>30</sup> Çevik, Orhan, "Six Sigma Yönetici ve Şampiyon Çalıştayı", Matris Danışmanlık -KalDer Bursa Şubesi, Almira Hotel 11.09.2004

<sup>31</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.21-22

seçimi, yürütülmesi, sonuçlandırılması gibi görevleri de vardır. Altı sigma araçlarını etkin kullanan kara kuşaklar, kurumun sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilmelidir<sup>32</sup>.

Güçlü bir kişiliğe sahip olan kara kuşaklar olmadan altı sigma takımları genellikle etkili değildir. Kara kuşaklar; problem çözmeyi, verileri toplama ve analiz etme yeteneğini, liderlik, koçluk ve yöneticilik vasıflarını içeren becerilere sahip olmalıdır. Dahası proje yönetimi konusunda deneyimli olmalıdır<sup>33</sup>.

Eğitimleri, dört ay süre ile uzman kara kuşaklar ya da dış kaynaklı danışmanlık şirketleri tarafından gerçekleştirilir. Ancak eğitim bir hafta ders üç hafta uygulama olarak yürütüldüğünden kara kuşaklar birinci haftanın sonunda küçük çaplı projelere liderlik edebilirler<sup>34</sup>.

Çoğu orta kademe yöneticilerden oluşan kara kuşaklar, genellikle on sekiz ay ile iki yıl arasında değişen sürede görev yaparlar. Bu süreç içerisinde dört ila sekiz proje tamamlayabilirler<sup>35</sup>.

Kara kuşakların başlıca görevleri şöyle sıralanabilir<sup>36</sup>:

1. Projeyi saptamak, varsa konu ve kapsam değişikliğini belirleyerek şampiyona teklif etmek.
2. Takım üyelerini belirlemek ya da şampiyona bu konuda yardımcı olmak.
3. Takım üyeleri arasında görev dağılımını yapmak.
4. Projeyi yönetmek ve zamanında tamamlanmasını sağlamak.
5. Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirleyerek bu talepleri şampiyona bildirmek.
6. Takım üyelerine projenin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak.

---

<sup>32</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

<sup>33</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

<sup>34</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

<sup>35</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

<sup>36</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

### 1.6.3. Yeşil Kuşak

Altı sigma yaklaşımının kuruluş içinde yayılımını sağlayan temel rol yeşil kuşak ( Green Belt – GB ) rolüdür. Yeşil kuşaklar mevcut operasyonel görevlerini yürütürken zamanlarının %15-25'ini altı sigma projelerine ayırırlar<sup>37</sup>.

Yeşil kuşaklar, kara kuşaklarla hemen hemen aynı düzeyde eğitim almış kişilerdir. Fakat yeşil kuşakları kara kuşaklardan ayıran özellik, yeşil kuşakların yarı zamanlı olarak altı sigma uygulamalarını yürütmeleridir. Yeşil kuşakların rolü altı sigmanın yeni kavramlarını ve araçlarını oluşturmaktır<sup>38</sup>.

Projenin takım üyelerini oluşturan yeşil kuşaklar, projeyi bizzat yürüten personelden oluşur. Yeşil kuşaklar temel ölçüm ve analiz yöntemlerini iyi derecede bilmelidirler ve bilgisayar yazılımı yardımıyla analizleri çok rahat yapabilecek yeterlilikte olmalıdırlar. Bu nedenle yeşil kuşaklar ortalama iki hafta süreyle eğitime tabi tutulurlar<sup>39</sup>.

### 1.6.4. Şampiyonlar

Şampiyonlar ( Champion ), kara kuşakları destekleyen ve teşvik eden bir üst yönetici konumundadır. Tüm kuruluşta altı sigma projesinin uygulanması ve denetiminden sorumlu kişidir<sup>40</sup>.

Projeleri üst kalite konseyi adına gözlemleyen şampiyonların görevleri arasında<sup>41</sup>:

1. Projelerin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak,
2. Takımların kaynak ihtiyaçlarını yönetim temsilcisine bildirmek,

---

<sup>37</sup> Çevik, a.g. çalıştay,

<sup>38</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.23

<sup>39</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

<sup>40</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s.23-24

<sup>41</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

3. Takımlar arası koordinasyonu sağlamak,
  4. Etkinliğini ve hızını yitiren çalışmalara müdahale etmek, gerektiğinde kapsam değişikliği, yeni personel görevlendirmesi gibi tedbirler almak,
  5. Proje süresini belirlemek,
  6. Projenin konu ve kapsam değişikliklerini onaylamak,
- sayılabilir.

### **1.6.5. Üst Kalite Konseyi**

Altı sigmada projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan kara kuşaklar tarafından yürütülür. Fakat projeler üst yönetim tarafından onaylanmazsa her hangi bir girişimde bulunulamaz. Bunun için özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulmasında fayda vardır. Bu konseyin başlıca görevleri<sup>42</sup>:

1. Altı sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
2. Altı sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin altı sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
3. Organizasyonda yer alan kişilerin yetki, görev ve sorumluluklarını belirlemek,
4. Projeler için gerekli kaynakları temin etmek ve takımların karşı karşıya kaldıkları büyük çaplı problemleri çözümlmek,
5. Projeleri takip ederek gereken durumlarda müdahale etmek,
6. Elde edilen olumlu sonuçlar ve uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamaktır.

---

<sup>42</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004



### 1.6.6. Yönetim Temsilcisi

Altı sigma çalışmaları üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmediği sürece başarısızlık olasılığı yüksektir. Yönetim temsilcisi üst yönetim adına karar verebileceği için proje çalışmaları sırasında çıkan sorunların çözümü için konsey toplantıları beklenmeyecektir. Yönetim temsilcisinin görevleri arasında<sup>43</sup> :

1. Altı sigma eğitim planlarının hazırlanması ve plana uygun yürütülmesi,
2. Gerekğinde eğitim kuruluşları, danışmalık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
3. Altı sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
4. Proje seçiminde ve takımların oluşturulmasında şampiyonlara yardımcı olmak,
5. Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,
6. Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek ve tedarik etmek,
7. Şampiyonlara her konuda destek olmak,
8. Projeleri takip etmek ve elde edilen sonuçları raporlayarak üst kalite konseyine sunmak yer alır.

### 1.7. Altı Sigmanın İşleyişi

Genellikle organizasyonun tümü için geçerli olan altı sigma yaklaşımının ilk etapta bütün süreçler ve bölümler için uygulanması olanaksızdır. Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi kuruluşlar genellikle 3 sigma seviyesinde çalışırlar. Altı sigma yaklaşımı ile hedeflenen kalite seviyesine ulaşmak için yapılan iyileştirme çalışmaları bir dizi aşamadan geçmektedir. Bu nedenle altı sigma seviyesine ancak birkaç yıllık bir süreç sonucunda ulaşılabilir.

---

<sup>43</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

Amaçlanan iyileştirmeler altı sigma projelerinin ulaşmak istedikleri noktaları ifade eder. Bu projelerde amaca ulaşmak için DMAIC ( Define, Measure, Analysis, Improved, Control ) modeli kullanılmaktadır. DMAIC modeli çeşitli aşamaları içinde barındıran bir süreçtir. Kalite düzeyini iyileştirmeye yönelik olarak izlenen DMAIC süreci, altı sigma yaklaşımının yapı taşını oluşturur. Çünkü hiçbir altı sigma çalışması DMAIC süreci olmaksızın uygulanamaz.

Organizasyonda var olan ve çözümü bilinmeyen her hangi bir problemi konu alan DMAIC süreci, net sayısal amaçlar elde eder. Altı sigma projeleri ölçülebilir bir maliyet, plan veya kalite iyileştirmeleri ile sonuçlanmalıdır. Projeler, genellikle üç ila altı ay arasında değişen bir zaman dilimi içerisinde yerine getirilmelidir. Problemin çözümü sırasında projeler, DMAIC sürecini takip etmeli ve gerekli altı sigma araçlarını kullanmalıdır<sup>44</sup>.

DMAIC süreci, Tanımlama ( Define ), Ölçme( Measure ), Analiz ( Analysis ), İyileştirme ( Improve ), Kontrol ( Control ) aşamalarından oluşur. Bu aşamalar aşağıda kapsamlı olarak ele alınmıştır.

### **1.7.1. Tanımlama**

“Tanımlama” kavramı, alacağımız kararlarda ve bu kararların doğru alınmasında, problemlerin çözümünde, sorunların giderilmesinde, konunun daha iyi anlaşılmasında kısacası hayatımızın her alanında büyük önem taşır. Kritik öneme sahip “Tanımlama” kavramı altı sigma projelerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi ve başarılı sonuçlar elde edilmesi açısından son derece önem taşır.

Altı sigma proje uygulamasının ilk aşamasını oluşturan bu aşamada; projeye konu olan problem, projenin amacı ve kapsamı tanımlanır. Projelerde ele alınan problem bu aşamada ne kadar doğru belirlenirse projenin başarısı o kadar yüksek

---

<sup>44</sup> Lynch, Donald P.- v.d., “How To Scope DMAIC Projects: The Importance of the right objective cannot be overestimated” , Quality Progress, January , 2003, s.38-39

olacağından bu aşamada proje ekibi büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. Proje ekibi şu soruları sorarak karşılaştıkları zorlukları en aza indirebilirler<sup>45</sup>:

- Projeye konu olan problem(ler) nedir?
- Neden bu problem üzerine çalışıyoruz?
- Müşteriler kimlerdir?
- Müşterinin beklentileri ve ihtiyaçları nelerdir?
- Mevcut durumda iş nasıl yapılmaktadır?
- İş nasıl yapılmalıdır?
- Mevcut süreçte iyileştirme yapılmalı mıdır?
- İyileştirme yapmanın yararları nelerdir?

Bu aşamada geçmişte görmezden gelinen problemlerle ilgili yeni ve orjinal düşünce tarzı oluşturulur. Projenin alanı tanımlanır ve gerek görülürse daraltılır, ekibin yararlanabileceği kaynaklar saptanır. Müşteri talepleri bu aşamada belirlenir.

Tanımlama aşaması sonucunda elde edilen çıktılar<sup>46</sup>:

- Planlanan iyileştirmelerin ayrıntılı tanımı,
- Müşteri açısından kritik öneme sahip olan kalite faktörlerinin listesi,
- Süreç akış diyagramı yardımıyla sürecin detaylı gösterimi olarak sıralanabilir.

### 1.7.2. Ölçme

Ölçme tanımlamayı takip eden ve analiz evresine geçişte bir köprü vazifesi gören bir aşamadır. Ölçme aşamasının iki temel amacı vardır; projede ele alınan problemi sayısal verilere dayanarak doğrulamak, verileri toplamak ve problemin

---

<sup>45</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s. 31,32

<sup>46</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

nedenleri hakkında ipucu veren gerçekleri sayısal olarak ölçmek. Problemin oluştuğu sürecin girdi, işleme ve çıktı alanlarının tümünü kapsayacak şekilde problemin nedenlerini araştırmak, problemin çözümünü sağlayacak verilerin doğru bir şekilde toplanmasını sağlamak bu aşamada yapılan temel faaliyetlerdir.

Bu aşamada proje ekibi verilerin toplanmasında son derece dikkatli olmalıdır. Problemin nedenlerine ilişkin bulgular elde etmek amacıyla yapılan ölçümler doğru olmadığı takdirde projenin gidişatı değişecek, temel problem çözümlenemeyecek böylece proje başarısızlıkla sonuçlanacaktır.

Bu aşamada sürecin mevcut sigma düzeyi belirlenerek standardizasyonu sağlamak için başlangıç “sigma ölçüsü” oluşturulur. Bu ölçü çok farklı süreç performanslarının karşılaştırılmasında ve süreç performansının müşteri ihtiyaçları ile bağdaştırılmasında kullanılır<sup>47</sup>. Ölçme aşaması sonucunda<sup>48</sup>:

- Sürecin mevcut performansı hakkında,
- Problemin etkilerini ortaya koyan veriler hakkında,
- Problemin verilerle detaylandırılmış tanımı hakkında bilgiler elde edilir.

### 1.7.3. Analiz

Problem çözmenin temel ilkelerinden biri, birden fazla neden ortaya konulmasıdır. Genel olarak nedenler kategorilere ayrılır: malzeme, yöntem, makine, ölçü, insan. Analiz aşaması altı sigma projesinin neden uygulandığına dair net sonuçlar ortaya koyar. Ölçme aşamasında elde edilen bulgular neticesinde proje ekibi problemin “kök nedeni”ne bu aşamada ulaşır. Bazen problemlerin kök nedenleri daha önceki aşamalarda bulunmuş olabilir. Bu durumlarda proje ekibi analiz faaliyetlerini daha hızlı tamamlayabilir.

---

<sup>47</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s. 33,34,36

<sup>48</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

Proje ekibi tarafından detaylar araştırılarak problem ve süreç daha anlaşılır hale gelir. Analiz aşamasında proje ekibinin karşılaştığı en büyük zorluk, doğru analiz araçlarının kullanılmasıdır. Genellikle basit altı sigma araçları nedenleri bulmaya yetebilir. Fakat problemler ve diğer faktörler karmaşıklaştıkça daha gelişmiş istatistiksel tekniklere ihtiyaç duyulabilir<sup>49</sup>.

#### 1.7.4. İyileştirme

İyileştirme aşamasına gelindiğinde problemin tüm nedenleri net bir şekilde ortaya konmuştur. Artık proje ekibi, problemi doğuran nedenlerin nasıl yok edilebileceğine dair kapsamlı çalışmalar yürütür. Yönetime problemin nedenleri ve bu nedenleri yok edecek çözümler sunularak görüş ve onayları alınır.

Bu aşamada proje ekibi sorunu giderici reçete hazırlamış olur. Gerekli faaliyet ve aksiyonların yapılması için süreç sahipleri başta olmak üzere ilgili kişi ve departmanlar harekete geçirilir.

Çözüme yönelik faaliyetler ilk seferinde pilot olarak süreçte denenir, olumlu sonuçlar alınıyorsa tam anlamıyla uygulanmaya başlanır. Bu aşamaya gelindiğinde bir önceki evre olan analiz evresinde elde edilen problemin kök nedenlerini ortadan kaldırmak amacıyla çözümler düşünülür. Bu çözümler pilot olarak denenir ve uygulamaya konur.

İyileştirme aşamasında ayrıca sonuçların bir sonraki aşamada nasıl değerlendirileceğini açıklayan bir plan hazırlanır<sup>50</sup>.

---

<sup>49</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s. 36-38

<sup>50</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

### 1.7.5. Kontrol

Proje ekibi tarafından problemi yok eden çözümlerin etkinliğini saptamak ve nedenlerin yeniden oluşumunu engellemek amacıyla denetimler yapmak bu aşamada benimsenen temel amaçlardır. Proje ekibi; değişkenliği takip ederek ilgili süreci kontrol etmeli ve artış göstereceği düşünülen problemlerle ilgili bir “önleme planı” oluşturmalıdır<sup>51</sup>.

Sürecin son durumu, sağlanan kazançlar, kazançların sürekliliği için öneriler ve süreci daha da geliştirmek için ortaya çıkan yeni fırsatlar bu aşamada elde edilen sonuçlardır<sup>52</sup>.

Yukarıda kapsamlı olarak incelenen DMAIC sürecinin aşamaları bazı yazarlar tarafından farklı kategoriler içinde sınıflandırılmıştır. Christopher Nachtsheim ve Bradley Jones’a göre altı sigma projesinde dört aşama vardır. Bunlar; “Tanımlama” aşaması, ölçme ve analizi kapsayan “Nitelendirme” aşaması, iyileştirme ve kontrolü kapsayan “Optimizasyon” aşaması, standardizasyon ve bütünleştirmeyi kapsayan “Kurumsallaştırma” aşaması<sup>53</sup>.

### 1.8. Altı Sigmanın Araçları

Şimdiye kadar kalite düzeyinin yükseltilmesini amaçlayan altı sigma yaklaşımı soyut olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Altı sigma yaklaşımının alt yapısı kuruluş tarafından tam olarak hazırlandıktan sonra harekete geçilerek projeler problemi çözmeye yönelik olarak başlatılır. Bu noktada, altı sigma kalitesine ulaşmamızı sağlayacak araçların kullanılması şarttır.

---

<sup>51</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s. 40

<sup>52</sup> <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004

<sup>53</sup> Nachtsheim, Christopher- Jones, Bradley, “DOE in Six Sigma: Getting to the Root Cause”, <http://www.jmp.com/news/articles/DOEinSixSigmaGettingtotheRootCause.pdf> ( 14.10.2004)

Bir işi veya süreci daha iyi anlamaya, yönetmeye ve iyileştirmeye yardımcı olan her hangi bir teknik bir altı sigma aracı gibi nitelendirilebilir. Fakat bazı teknikler altı sigma projelerinin planlanmasında ve yönetilmesinde özellikle anahtar rol üstlenirler. Altı sigma projelerinde kullanılan araçlar oldukça çok olmakla birlikte bu bölümde projelerde sıkça kullanılan araçlar kısaca açıklanmıştır<sup>54</sup>.

### **1.8.1. Tanımlama Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Tanımlama aşaması projenin ilk aşaması olduğu için bu aşamada istatistik ağırlıklı araçlar kullanılmaz. Bu aşamada kullanılan araçlar; beyin fırtınası, ilgi diyagramı, oy çokluğu, ağaç diyagramı, SIPOC diyagramı, süreç haritası ve neden-sonuç diyagramıdır. Çalışmada; ilgi diyagramı, ağaç diyagramı, SIPOC diyagramı gibi daha az bilinen yöntemler açıklanmıştır.

#### ***a) İlgi Diyagramı :***

İlgi diyagramını ( Affinity Diagramming ) kullanarak bir takım, çok fazla sayıdaki fikir ve konuları özetleme ve doğal gruplandırma yapabilir. Bu özetleme veya gruplandırma ile takımlar problemlerin özünü ve alternatif çözüm önerilerini daha iyi anlayabilecektir.

İlgi diyagramı, beyin fırtınası yönteminde oluşturulan fikirlerin gruplanarak alternatif çözümler üretilmesinde kolaylık sağlar. Genellikle beyin fırtınası yöntemi sonrasında izlenen bir yöntem olan ilgi diyagramı, oluşan fikirlerin sentezinin yapılmasında ve değerlendirilmesi sırasında kullanılır. Örneğin, müşterilerini ziyaret etmek isteyen bir firmadaki müşteri temsilcileri tüm müşterileri listeledikten sonra takım bu müşterileri, “Yeni Müşteriler”, “Uzun Dönemli Müşteriler” ve “Kaybedilmiş Müşteriler” başlıkları altında gruplandırabilirler. Böylece her bir grup için farklı stratejiler oluşturma olanağı bulabilirler.

Bir ilgi diyagramını oluşturulmak için beyin fırtınası yönteminde çıkmış tüm fikirler, her bir ekip üyesi tarafından en az bir isim ve bir fiilden oluşan iki kelime olarak tanımlanır ve bu kelimeler küçük yapışkan kağıtlara yazılır. Oluşturulan bu

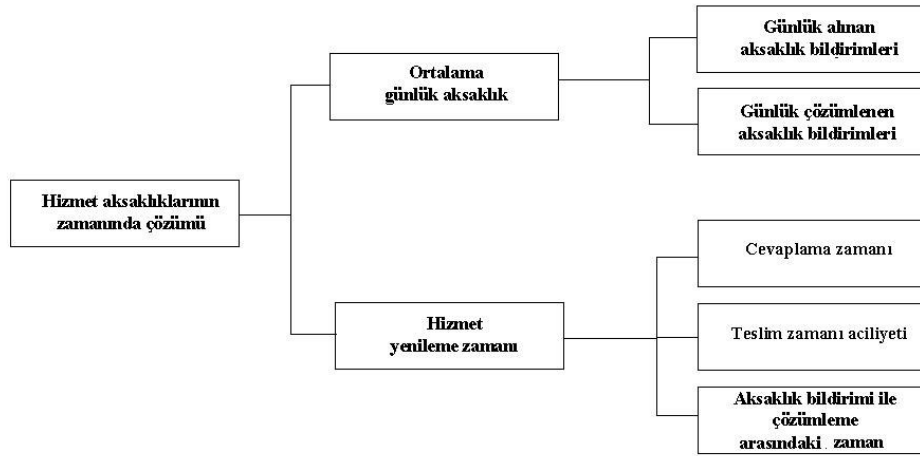
---

<sup>54</sup> Pande-Hollp, a.g.e., s.51

kelimeler duvara asılır ve ekip üyeleri aralarında konuşmaksızın, konuların hangi başlığa daha çok uyduğunu düşünüyorsa o başlığın altına bu kağıtları asarlar. Bu işlem tamamlandıktan sonra her bir başlık için özet veya başlık cümlesi oluşturulur. En sonunda belirlenen bütün cümleler birleştirilerek genel bir çerçeve çizilmiş olur. Bir ilgi diyagramı ile, çoğunlukla 40 veya 60 başlık vurgulanabilir fakat 100-200 fikir değerlendirebilir<sup>55</sup>.

### **b) Ağaç Diyagramı :**

Ağaç diyagramı ( Tree Diagram ), beyin fırtınası yönteminde ortaya çıkan fikirler arasındaki bağlantıyı ve hiyerarşiyi göstermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntem; müşteri değeri, spesifik müşteri gereksinimleri, daha az kurulum maliyetleri, daha az sürekli maliyetler gibi başlıca müşteri ihtiyaçlarının bağdaştırılmasında kullanılmaktadır. Şekil.3, ağaç diyagramı kullanılarak amaçlar ve mümkün olan çözümler arasında nasıl bir bağlantı kurulabileceğini gösteren bir örneği içermektedir<sup>56</sup>.



**Şekil 3: Ağaç Diyagramı Örneği**

Ağaç diyagramı, genel bir bilginin detaylarının grafiksel bir gösterimidir. Kalite planlama sürecinde diyagram , temel bir amaç ( ağacın gövdesi ) ile başlar ve amaca ulaşmayı gerektiren aksiyonları (dallar) tanımlar. Sorunun kök nedenini tanımlamada

<sup>55</sup> Breyfogle, Forrest W., Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley& Sons Inc., 1999, Canada s.81-82

<sup>56</sup> Pande-Holpp, a.g.e. s.52-53



yardımcı olur. Ağaç diyagramı özellikle yeni ürün ve hizmetlerin tasarlanmasında ve tanımlanmış problemlere çözüm bulmak için bir uygulama planı oluşturulmasında da kullanışlı bir araçtır<sup>57</sup>.

Ağaç diyagramında izlenen prosedür ilgi diyagramında izlenen prosedürle benzerlik göstermektedir. Ağaç diyagramında takım üyeleri konuyu tanımlar. Belirlenen konu tahtanın veya kağıdın en üstüne yazılır. Konuya ilişkin takım üyeleri tarafından çeşitli sorular sorulduktan sonra, soruların altına cevapları yazılır. Aynı anlamları olan, bir birleri ile yakın olan cevaplar sınıflandırılarak birkaç kelime ile tanımlanmaya çalışılır. Tüm başlıklar değerlendirilerek iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesine geçilir. Takım üyeleri tarafından yapılan öneriler etkinlik ve uygunluk açısından dikkate alınarak öncelik sıralandırması yapılır. Çalışma özetlenerek aksiyon planları hazırlanır<sup>58</sup>.

#### ***c) SIPOC Diyagramı :***

SIPOC kelimesi; tedarikçi ( supplier ), girdi ( input ), süreç ( process ), çıktı (output), müşteri ( customer ) kelimelerinin İngilizce karşılıklarının ilk harflerinden oluşur.

SIPOC diyagramı ( SIPOC Diagram ), başlıca iş süreçlerini şekillendirmede ve olası ölçüleri tanımlamada tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem, baştan aşağıya tüm süreci ele alarak alt süreçleri ve temel faaliyetleri saptamada kullanılır. Bu yöntem çok fazla detaya inmeden sürecin kritik elamanlarını belirlemek ve sınırlarını çizmek amacıyla kullanılır<sup>59</sup>.

Kuruluşların başarılı olabilmesi için tüm çalışanlar tarafından organizasyonel sistemin bütün bir resim olarak anlaşılması gerekmektedir. Proje yöneticileri veya takım üyeleri değiştirmeleri veya oluşturmaları gereken sistemin her bir parçasını bir bütün olarak görebilmeye ihtiyaç duyarlar. Sistemin bütününe görebilmek için SIPOC diyagramı kullanılan araçlardan bir tanesidir. Bir proje; süreç girdisi, tedarikçiler,

---

<sup>57</sup> <http://web2.concordia.ca/Quality/tools/28treediagram.pdf>

<sup>58</sup> [http://www.ikp.liu.se/q/Student/tmqu25/Part\\_2/Treediagram.pdf](http://www.ikp.liu.se/q/Student/tmqu25/Part_2/Treediagram.pdf)

<sup>59</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

görevler, ekipmanlar ve çıktıları gerektirir. Bu nedenle SIPOC diyagramı proje takımının işini kolaylaştıran güçlü bir araçtır.

SIPOC diyagramı; süreç faaliyetlerini, parçaları, rolleri ve ilişkileri gösterir. Kullanılan bu diyagramın amacı; projeyi tanımlamak ve kapsamını çizmek, paydaşları tanımlamak, çözüm önerilerini analiz etmek, uygulama sonuçlarını raporlamaktır<sup>60</sup>. Şekil.4 , ekipman kiralama sürecine ilişkin SIPOC diyagramı örneğini göstermektedir.

TEDARİKÇİLER	GİRDİLER	SÜREÇ	ÇIKTILAR	MÜŞTERİLER
Kredi Acentası	Kredi Raporu	Müşteri Kredi Gözden Geçirmesi	Kiralama Sözleşmesi	Mark'ın Ofisi
Mark'ın Ofisi	Önerilen Kiralama Programı	Ekipman Onayı	Ödeme	
		Dokümanların Hazırlanması		
		Fonlama		

**Şekil 4: Ekipman kiralama sürecine ilişkin SIPOC Diyagram Örneği**

**Kaynak : Pande, Peter – Holpp, Larry, What is Six Sigma?, Mc.Graw-Hill, 2002, s.54**

### 1.8.2. Ölçme Aşamasında Kullanılan Araçlar

Ölçme aşamasında tanımlanan problemi doğuran nedenler; örnekleme, operasyonel tanımlama, müşteri sesi, kontrol ve yayılım formları ve ölçüm sistemleri analizi gibi araçlar kullanılarak ölçülebilmektedir. Çalışmada “Operasyonel Tanımlama”, “Müşteri Sesi”, “Kontrol ve Yayılım Formları” ve “Ölçüm Sistemi Analizi” gibi araçlara yer verilmiştir.

<sup>60</sup> <http://esi-intl.com/public/publications/Horizonspdfs/horizons1004.pdf>

**a) Operasyonel Tanımlama :**

Operasyonel tanımlama ( Operational Definitions ), süreçteki olayların ve verilerin nasıl yorumlanacağına ilişkin detaylı, anlaşılabilir ve net bir tanım yapılmasını sağlar. Operasyonel tanımlamada verilerin sürekli olarak toplanması son derece önem taşır. Süreç ile ilgili ne kadar fazla veri toplanırsa süreci tanımlamak daha da kolaylaşacaktır<sup>61</sup>.

**b) Müşteri Sesi Yöntemi :**

İş süreçlerinin verimliliği ile müşteri beklentilerini karşılama arasında doğru orantı vardır. Sürece ait dış müşteri beklentileri doğrultusunda kuruluşlar ürün ve hizmet üretip satmaktadırlar. Kuruluş, müşteri beklentilerini ne kadar doğru ve hızlı bir şekilde karşılırsa o oranda kazançlı olacaktır<sup>62</sup>.

Müşteri sesi yöntemi ile kuruluşlar müşterilerin ihtiyaçlarını doğru ve net bir şekilde belirledikten sonra değerlendirerek, önceliklerine göre sıralandırmalı ve müşterilerden gelen geri bildirimleri de dikkate almalıdır. Kuruluş için kritik önem taşıyan sorunları oluşmadan engellemeyi amaçlayan bu yöntemde pazar araştırma yöntemlerinde kullanılan çeşitli analiz araçları kullanılmaktadır<sup>63</sup>.

**c) Kontrol ve Yayılım Formları :**

Ölçme aşamasında kullanılan kontrol ve yayılım formları ( Checksheets and Spreadsheets ), verilerin toplanmasında ve düzenlenmesinde kullanılmaktadır. Doğru veri elde etmeyi ve olabildiğince kolay veri toplamayı amaçlayan bu yöntem, özellikle kara kuşaklar tarafından tasarlanmalıdır.

Kontrol formları, hatanın veya zararın oluştuğu yeri gösteren diyagramlarda kullanılan çok basit tablolardır. Bu formlar; gerekli olan tüm gerçek bilgileri içeren doğru veri elde edildiğinden emin olmayı ve kişinin en kolay şekilde veri toplama işlemini yapmasını amaçlar<sup>64</sup>.

---

<sup>61</sup> Pande-Holpp, a.g.e, s. 56

<sup>62</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir?, Ekim 2003, Ankara, s. 61

<sup>63</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

<sup>64</sup> Pande-Holpp, a.g.e., s. 56-57

Kontrol formları, mevcut veya tarihsel gözlemlerden verilerin sistematik raporlanması ve derlenmesini sağlar. Belirli periyotlarla toplanan veriler Tablo.1'dekine benzer bir tabloda izlenir. Tablo.1, örnek bir kontrol formunu göstermektedir.

Yayılım formları ise, kontrol formları tarafından toplanan ve düzenlenen verilerin yer aldığı formlardır. İyi tasarlanmış bir yayılım formu verilerin kullanımını daha fazla kolaylaştıracaktır. Tablo.2, bir hastanede yeni mönülerden yiyen gözlemci hastalardan alınan verilerin yer aldığı bir yayılım formu örneği gösterilmektedir.

**Tablo.1 : Kontrol Formu Örneği**

PROBLEMLER	HAFTALAR			TOPLAM
	1. Hafta	2.Hafta	3. Hafta	
A	III	IIII	II	10
B	I	II	II	5
C	III	I	I	6

**Kaynak :** Breyfogle, Forrest W., Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley & Sons Inc., 1999, Canada s.77

**Tablo.2 : Basit Yayılım Formu Örneği**

MENÜLER	ŞİPARİŞ EDİLEN PORSİYONLAR	TÜKETİLEN PORSİYONLAR	TÜKETİM YÜZDESİ
ASPARAGUS	477	387	% 81,13
GARLIC BITS	255	12	% 4,71
CHICKEN NIBBLES	669	624	% 93,27

ICE CREAM SUNDAE	1121	1118	% 99,73
HOT DOG HELPER	235	124	% 52,77
SPINACH TERMADOR	112	21	% 18,75
ONION SURPRISE	23	0	% 0
BEEF BROCHETTE	611	544	% 89,03
<b>TOPLAM</b>	<b>3503</b>	<b>2830</b>	<b>% 80,79</b>

Kaynak : Pande, Peter – Holpp, Larry, What is Six Sigma?, Mc.Graw-Hill, 2002, s.57

**d) Ölçüm Sistemleri Analizi :**

Ölçüm sistemleri analizi ( Measurement Systems Analysis – MSA ), ölçülerin doğruluğu ve güvenilirliğinden emin olmak için çok çeşitli araç ve yöntemler kullanır. MSA’da amaç ölçülere dayanarak problemi tanımlamak ve ortadan kaldırmaktır. MSA’nın kullandığı ve altı sigma projelerinde sıkça kullanılan ölçülerden birisi de “Tekrarlanabilirlik ve Yeniden Üretilebilirlik” ( Gage R&R ) ölçüsüdür. Bu ölçü; ölçülerin, kuralların ve diğer ölçüm materyallerinin etkinliğini ölçmede kullanılmaktadır<sup>65</sup>.

MSA, ölçüm varyanslarının daha iyi anlaşılmasında kullanılan bir araçtır. Matematiksel olarak ölçüm varyansları aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\sigma_r^2 = \sigma_p^2 + \sigma_m^2$$

$$\sigma_r^2 = \text{Toplam Varyans}$$

$$\sigma_p^2 = \text{Süreç Varyansı}$$

$$\sigma_m^2 = \text{Ölçüm Varyansı}$$

<sup>65</sup> Pande-Holpp, a.g.e.

MSA, tekrarlanılabilirlik, yeniden üretilebilirlik, eğilim, uygunluk ve doğrusallık gibi ölçülerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde kullanılır. Ölçüm sisteminin uygunluğu, sistemdeki toplam varyans miktarı ile belirlenir.

MSA'nın amacı, sistemin ürettiği sonuçlara etki eden değişkenliğin kaynağını daha iyi anlamayı amaçlar<sup>66</sup>.

### 1.8.3. Analiz Aşamasında Kullanılan Araçlar

Analiz aşamasında kullanılan araçlar süreç ve veri analizinde kullanılan araçlar ile istatistiksel analizde kullanılan araçlar olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Süreç ve verilerin analizinde; süreç akış analizi, katma değer analizi, pareto, histogram, trend çizelgeleri ile serpilme diyagramı kullanılırken, istatistiksel analizde; varyans analizi-ANOVA ( analysis of variance ), t-testleri, korelasyon ve regresyon, deney tasarımı-DOE ( desing of experiments ) gibi araçlar kullanılmaktadır . Çalışmanın bu bölümünde istatistiksel araçlardan altı sigmada en çok kullanılan ANOVA ve DOE açıklanmıştır<sup>67</sup>.

#### a) Varyans Analizi :

Varyans analizi ( ANOVA ), çeşitli süreç seviyelerinde alınan örneklemeler arasındaki farklılıkları değerlendiren bir araçtır. Bu farklılıkların ne oranda hata oluşturup oluşturamayacağını saptamak amacıyla kullanılan ANOVA'da ilk adım, süreç çıktı değişkenliği kullanarak problemi tanımlamaktır. Problemin tanımından sonra analiz konusu tanımlanarak sıfır hipotezi ve alternatif hipotezler saptanır.

(  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots$ ,  $H_A \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \dots$  )

Yeterli büyüklükte bir örneklem seçilerek varyans analizi tablosu oluşturulur. Hipotezlerin eşitliği test edildikten sonra ANOVA tablosundan da yararlanarak süreçler hakkında hipotez kararı verilir. Denklem sonucunda elde edilen sayısal bulgular sorunları gidermeye yönelik olarak sürece uyarlanır.

---

<sup>66</sup> Breyfogle , Forrest W., a.g.e., s. 222

<sup>67</sup> Breyfogle , Forrest W., a.g.e., s. 374-375

### **b) Denev Tasarımı :**

Değişkenlik düzeyleri arasında önemli bir istatistiksel fark varsa bu farkın belirlenmesinde varyans analizi ve regrasyon teknikleri kullanışlı araçlardır. Örneğin varyans analizi; departmanlar, tedarikçiler, makineler arasındaki farkları içeren testleri ele alır. Regrasyon tekniği ise, bir ürünün boyutları ve çevrim zamanı gibi süreç çıktıları üzerinde ısının, basıncın, gecikmelerin ve diğer kilit süreç girdilerinin etkilerini tanımlamada kullanılmaktadır.

Varyans analizi ve regrasyon tekniği süreçte herhangi bir değişiklik yapmaksızın farklılıkların kaynaklarını belirlemeye yardımcı olurlar. Buna rağmen varyans ve regrasyon analizi sonuçları bazen en etkili süreç iyileştirme faaliyetlerini tanımlayamayabilir. Örneğin bir regrasyon analizi ısının, bir sürecin çıktısına etkisini göstermeyebilir. Bu gibi durumlarda deney tasarımı ( Design of Experiments – DOE ) tekniğinin kullanılması daha iyi sonuçlar doğurur.

DOE tekniği, ilk seferde bir süreç içerisindeki bir çok faktörü değiştirmeyi gerektiren bir yaklaşım sunar ve iyileştirme için verileri gözlemler. DOE, sadece önemli faktör düzey testlerini değil aynı zamanda bir öngörü modeli sağlar. Bu teknik mümkün olan tüm girdi faktörlerinin kombinasyonunu ele alır ve değerlendirir.

Günümüz piyasalarında rekabet avantajı sağlayabilmek için kuruluşlar iş süreçlerinde, üretimde ve tasarımda ileri düzeyde olmak zorundadırlar. Bunları sağlayabilmek için kuruluşlar kullanılabilir bilgiler ortaya çıkaran etkili deneysel tetkiklere ihtiyaç duyarlar. DOE tekniği, bu ihtiyaçları karşılamaya yardımcı olmak amacıyla kullanılan bir araçtır.

DOE tekniği, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayan kaliteli ürünlerin geliştirilmesinde yardımcı olur. DOE çeşitli testler yaparak süreç seviyeleri ile ilgili önemli bulgular ortaya koyduğu gibi aynı zamanda tahmin yöntemlerini de kullanır. DOE büyük çaplı uygulamalar için etkili bir strateji geliştirir. DOE, doğrulamaları ve değerlendirmeleri yapar. Üretim sürecinde DOE; süreç parametre toleransı, tedarikçi kaynakları ve personel, iş süreçlerinde ise; departmanlar, günlük ve haftalık çalışma zamanları ve personel gibi konularda testler gerçekleştirir.

Sürecin çıktısını etkileyecek tüm faktörleri belirleyerek oluşturduğu denklemde diğer tüm faktörler sabit varsayılarak her bir faktör için ayrı ayrı değişkenlikleri ölçer. Böylece denklem de oluşturulmuş olur<sup>68</sup>.

#### **1.8.4. İyileştirme Aşamasında Kullanılan Araçlar**

Problemin nedenlerinin çok çeşitli yöntemlerle nitel ve nicel olarak belirlenmesinden sonra bu nedenleri ortadan kaldırmak için planlanan aksiyonları ve çalışmalarını kapsayan iyileştirme sürecinde kullanılan araçlar; tanımlama, ölçme ve analiz aşamaları sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda çeşitlilik kazanmaktadır. Fakat bu aşamada özellikle; süreç yönetimi teknikleri, kalite fonksiyon yayılımı (quality function deployment-QFD), hata türü ve etkileri analizi (FMEA), hissedar analizi (stakeholder analysis), güç alanı analizi ( force field analiz ) ve süreç dokümantasyonu gibi araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlardan kalite fonksiyon yayılımı (quality function deployment - QFD), hata türü ve etkileri analizi (FMEA) irdelenecektir.

##### **a) Kalite Fonksiyon Yayılımı :**

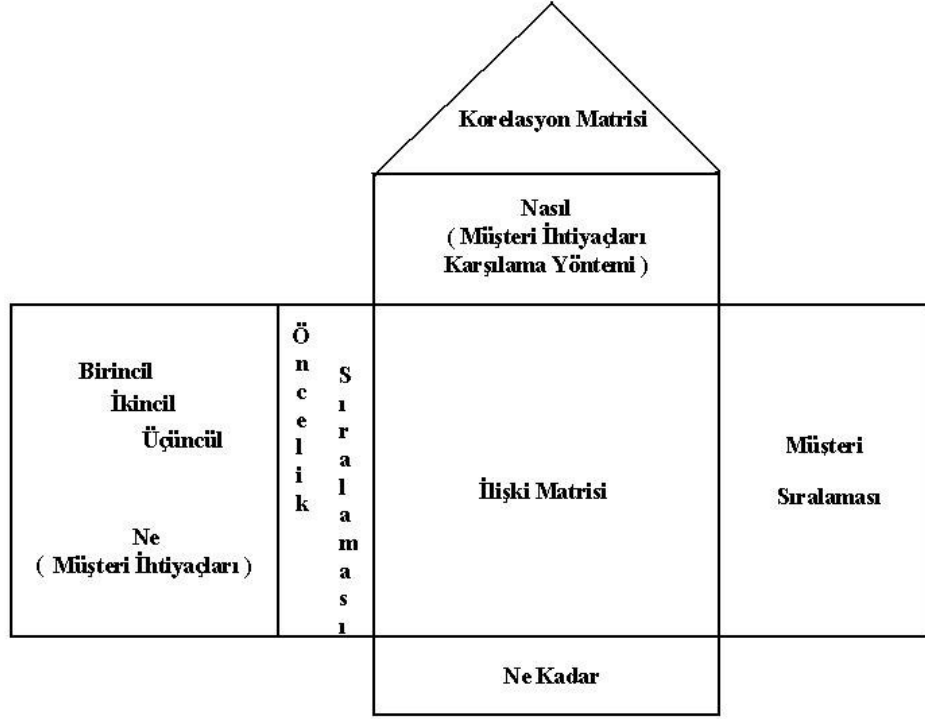
Kalite Fonksiyon Yayılımı ( Quality Function Deployment - QFD ) veya bir başka ifade ile “Kalite Evi”, müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasında kuruluşlara neler yapılması gerektiğine dair bilgiler sunar. Temel ihtiyaçlar arasından müşteri ihtiyaçlarını daha anlaşılır kılan bu araç, kuruluşlarda bir iletişim aracı olarak kullanılmaktadır. QFD yönteminde bilgilerin ve verilerin düzenlendiği ve saklandığı QFD tabloları kullanılır. QFD aynı zamanda daha önce bahsedilen DOE yöntemiyle birlikte kullanılmaktadır. Müşteri beklentileri ile bire bir ilişkili olduğu için bu aracı kullanmadan önce müşteri sesi yöntemiyle ( VOC ) müşteri beklentileri listelenmelidir. Şekil.5, kalite evi olarak da adlandırılan QFD yöntemi ile oluşturulan format tabloyu göstermektedir<sup>69</sup>.

---

<sup>68</sup> a.g.e., s.409-412

<sup>69</sup> a.g.e., s.241-242,





**Şekil 5: Kalite Evi**

**Kaynak : Breyfogle III, Forrest W., Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley & Sons Inc. 1999, s. 244**

**b) Hata Türü ve Etkileri Analizi :**

Hata Türü ve Etkileri Analizi ( Failure Mode and Effects Analysis - FMEA ), kuruluşlarda süreçlerin iyileştirilmesi için kullanılan bir araçtır. FMEA'yı uygulayan kuruluşlar, sürecin ve tasarımın geliştirilmesi aşamasında oluşabilecek problemleri önceden tahmin ederek problemin oluşmasını engellemeyi amaçlar. FMEA yönteminin kuruluşlarda doğru olarak uygulanması iç ve dış müşteri memnuniyetinin iyileştirilmesinde büyük önem taşır.

Ürünün ve süreçlerin işlevselliğini, güvenilirliğini ve sağlamlığını iyileştirmeyi, maliyetleri azaltan, süreç ve üründe oluşan ve oluşabilecek problemleri gidererek yok etmeyi amaçlayan FMEA yönteminin uygulanmasındaki ilk adım, süreç ve/veya ürünle

ilgili girdileri listelemektir. Problem oluşturabilecek potansiyel girdi ve/veya süreç alanları belirlenerek her bir hata türü için problemi oluşturan/oluşturabilecek nedenler saptanır. Saptanan bu nedenleri ortadan kaldırabilecek en az bir önleyici yöntem belirlenir. Hatanın şiddet, oluşum ve buluş değerleri girilerek değerlendirme yapılır. Şekil.6 FMEA yönteminde kullanılan tablo formatını göstermektedir<sup>70</sup>.

FMEA Tipi (Tasarım veya Süreç) :				Proje Adı/Tanımı :				Oluşturma Tarihi :					
Sorumluluk :				Hazırlayan :				Revizyon Tarihi :					
Ekip Üyeleri :				Tarihi :									
Tasarım FMEA (Başlık/Fonksiyon)	Potansiyel Hata Türleri	Potansiyel Hata Etkileri	S i n i f i S e v	Potansiyel Hata Nedenleri	O l u ş u m	Mevcut Kontroller	B u l u ş R P N	Tavsiye Edilen Aksiyonlar	Sorumluluk & Hedeflenen Tamamlanma Tarihi	Aksiyonlar	S e v	O l u ş u m	B u l u ş R P N

**Şekil 6: Boş FMEA Tablosu**

**Kaynak : Breyfogle III, Forrest W., Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley & Sons Inc. 1999, s. 260**

### 1.9. Altı Sigma Yol Haritası

Bu bölümde altı sigma sisteminin kurulmasında izlenen yol haritasına değinilecektir. Altı sigma yol haritası iyileştirme çalışmalarında izlenen bir yol olmakla birlikte içerdiği adımlarda aynı zamanda bazı önerilerde de bulunulur.

<sup>70</sup> a.g.e., s. 256-257

Altı sigma yol haritası özetle şu adımlardan oluşur:

- Ana süreçlerin ve müşterilerin tanımlanması
- Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Mevcut performansın ölçülmesi
- İyileştirmelerin önceliklerine göre sıralanması, analizi ve yürütülmesi
- Altı sigma sisteminin genişletilmesi ve entegrasyonu

Altı sigma yol haritası, organizasyonlara bir takım avantajlar sağlar<sup>71</sup>.

- İşi ve süreci daha anlaşılır kılmak amacıyla müşteriler ve süreçler arasında bağlantı kurar.
- Karar vermede ve kaynakları daha iyi kullanmada kolaylık sağlar.
- Daha kısa çevrim zamanı yaratmada ve daha iyi projeler seçmede kolaylık sağlar.
- Güçlü bir alt yapı oluşturmada yardımcı olur.

### **1.9.1. Ana Süreçlerin ve Müşterilerin Tanımlanması**

Ticaret git gide globalleşirken hedef müşteri kitlesi daralmış, ürün ve hizmetler çeşitlenmiştir. Dolayısıyla bu büyük denizde yüzmek hem çok zor hem de tehlikeli hale gelmiştir. Bu nedenle altı sigma yol haritasının bu ilk adımında kuruluşlar, kritik faaliyetlerini tanımlayarak ve kendi çalışma sistemlerini oluşturarak net odaklar saptamış olurlar. Bu adımda, kuruluştaki kritik çapraz fonksiyonların net bir tanımını yapmak ve dış müşterilerle olan bağlantısını saptamak amaçlanmaktadır<sup>72</sup>.

---

<sup>71</sup> Pande, Peter- v.d., The Six Sigma Way : How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance, McGraw-Hill, 2000, s. 69

<sup>72</sup> Pande, v.d. , a.g.e., s. 67-70

Bu adımda ;

- Ana ve değer yaratan süreçler nelerdir?,
- Müşterilere hangi ürün ve hizmetler sağlanmaktadır?,
- Mevcut süreç akışı nasıldır? gibi sorulara yanıt aranır.

Bu sorulara verilen yanıtlar doğrultusunda ikinci adım olan “müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi” adımına geçilir.

### **1.9.2. Müşteri İhtiyaçlarının Belirlenmesi**

Son 20 yılda kuruluşlar müşterileri ile daha yakın diyaloglar kurarak onların ihtiyaçları hakkında daha net bilgi sahibi olmaya başlamışlardır. Önceleri “Ne üretirsem üreteyim satarım.” anlayışından dolayı müşterilerinin ihtiyaç ve beklentilerini dikkate almayan bu kuruluşlar değişen piyasa ortamında varlıklarını sürdüremeyerek başarısız olmuşlardır. Oysa günümüz ekonomisinde temel yapı taşı olan müşterilerin ihtiyaç ve beklentileri büyük öneme sahiptir.

Müşterilerden gerekli girdilerin sağlanması, altı sigma yaklaşımında karşılaşılan zorluklardan birisidir. Eğer müşterinin ne istediği bilinmez ise onlara ne sunulacağı da bilinmez<sup>73</sup>. Bu adımda:

- Gerçek müşteri girdilerine dayalı performans standartlarını saptanmak,
- Süreç yeterliliğini doğru olarak ölçmek,
- Müşteri memnuniyetini önceden tahmin etmek,
- Müşteri beklentilerine ilişkin verilerin toplanmasını sağlayan stratejileri ve sistemleri geliştirmek ve artırmak amaçlanmaktadır.

Bu adımda müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin doğru olarak belirlenmesi bundan sonraki “mevcut performansın ölçülmesi” adımı için son derece önem taşır.

---

<sup>73</sup> Pande, v.d., a.g.e., s.72

### **1.9.3. Mevcut Performansın Ölçülmesi**

Net verilerin elde edildiği mevcut performansın ölçülmesi adımına gelindiğinde müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin mevcut durumda ve gelecekte nasıl ve ne kadarının karşılanabileceği ile ilgili ölçümler yapılır. Bu adımda özellikle müşteri odaklı performans ölçüleri kullanılarak, daha etkili bir ölçüm sistemi saptanması sağlanır.

Bu adımda; tanımlanabilir müşteri ihtiyaçlarına karşı her bir süreç performansını doğru bir şekilde değerlendirmek ve anahtar girdileri, hizmetleri ölçmek için güçlü bir sistem kurulması amaçlanır<sup>74</sup>. Bu adımda elde edilen bulgular bir sonraki sürece girdi teşkil edecektir.

### **1.9.4. İyileştirmelerin Önceliklendirilmesi, Analizi ve Yürütülmesi**

Mevcut performansın ölçülmesi adımında elde edilen bulguların kullanıldığı bu adımda doğru bir önceliklendirme yapılması gerekir. Dördüncü adım, altı sigma iyileştirme çalışmalarının önemini, süreç etkinliğini ve kapasiteyi iyileştiren, hataları yok eden teknikleri kapsar.

Bu adımda yüksek potansiyelli iyileştirme çalışmalarının tanımlanmasının yanı sıra analizlerle ve yaratıcı düşünce ile desteklenen süreç odaklı çözümler geliştirmek amaçlanır. Aynı zamanda yeni çözümler geliştirilmesi, süreçlerin yönetilmesi ve ölçülebilir kazançlar sağlanması da amaçlanmaktadır<sup>75</sup>.

Yürütülen iyileştirme çalışmaları bir problemin giderilmesini sağlayabileceği gibi yeni bir problemin oluşumunu engelleyemeyebilir. Bu nedenle altı sigma yol haritasının son adımı süreçlerin ve ürünlerin sürekli olarak kontrolünü amaçlamaktadır.

---

<sup>74</sup> Pande, v.d., s. 74

<sup>75</sup> Pande, v.d. , a.g.e., s.75

### 1.9.5. Altı Sigma Sisteminin Genişletilmesi ve Entegrasyonu

Yapılan çalışmaların devam ettirilmesi ve sürecin, ürünlerin ve hizmetlerin sürekli yenilenmesini hedefleyen bu son adım<sup>76</sup>:

- İyileştirme çalışmalarının sürekli izlenmesini,
- Müşteri, alışan ve pazar ihtiyaçlarının çapraz olarak karşılaştırılmasını,
- Stratejilerin hizmetler, ürünler ve sürece uyarlanmasını,
- Tüm organizasyonun bu araçlar kullanılarak istenilen seviyeye getirilmesini gerektirir.

---

<sup>76</sup> Soykan, Emre, Bir Kalite Sistemi Olarak Altı Sigma Yöntemi ve Honeywell Uygulama rneği, İstanbul , 2002, s. 67

## 2. BÖLÜM

### ALTI SİGMA UYGULAMA NEDENLERİ ve ALT YAPININ OLUŞTURULMASI

#### 2.1. Altı Sigma Uygulama Nedenleri

Bu bölümde; birinci bölümde genel olarak ele alınan altı sigma yaklaşımının, kuruluşlar tarafından neden benimsenmesi gerektiği ve neden organizasyonlarına uyarlaması gerektiği detaylı olarak incelenmiştir. Uygulama nedenleri kuruluştan kuruluşa farklılık göstermekle birlikte kuruluşların tümünde var olan ortak nedenler ;

- Verimliliğin artırılması
- Müşteri memnuniyetinin artırılması
- Çevrim zamanının azaltılması
- Maliyetlerin azaltılması
- Süreçlerin ve çıktının iyileştirilmesi
- Rekabet üstünlüğünün sağlanması olarak altı başlık altında toplanabilir.

#### 2.1.1. Verimliliğin Artırılması

Günümüzde kuruluşlar, hataları kontrol etmek için ve müşteri memnuniyetsizliğini gidermek için büyük miktarlarda paralar harcamaktadırlar. Operasyonel işlemlerin haricinde oluşan ve verimliliği olumsuz yönde etkileyen bu kayıplar firmaların karlarını oldukça azaltabilmektedir. Amerika'da Motorola ve General Electric'te uygulanmaya başlayan ve tüm dünyaya yayılan altı sigma yaklaşımı, kuruluşlara süreçlerinde iyileştirme yapma olanağı tanıyarak kısa ve orta vadede 1'e 4 kazanma olanağı vermektedir. Bu nedenle operasyonel mükemmelliği hedefleyen bu

yaklaşımın kuruluşların verimliliğinin artırılmasında anahtar rol oynadığını söylemek mümkündür<sup>77</sup>.

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

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

$$\frac{\text{Ç}}{\text{G}} = \text{V}$$

Ç = Sürecin çıktıları

G = Sürecin Girdileri

V= Süreç Verimliliği

Yukarıda formüle edilen verimlilik, tek başına pek bir anlam ifade etmez. Verimlilik; periyodik olarak hesaplanan oranların kurumsal ve sektörel olarak karşılaştırılması, karşılaştırmalar sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda hareket edilmesi ile anlam kazanır.

Verimlilik tanımı içerisinde yer alan ve üretim süreci sonunda oluşan nihai ürün kalitesinin müşteri memnuniyetini etkileyen önemli bir faktör olması nedeniyle; verimlilik, kuruluşların başarısını etkileyen kritik unsurlar arasında yer alır. Ürün ve

---

<sup>77</sup> Milli Prodüktivite Merkezi, “Verimliliğin Anahtarı :Six Sigma 1’e 4 Kazandırıyor”, Anahtar,Ekim 2003, Yıl:15, Sayı:178, Milli Prodüktivite Merkezi Aylık Yayın Organı, s.7



hizmetin üretildiği andan tüketildiği ana kadar tüketicinin kullanım sonrasını da kapsayan sürecin her aşamasında yapılan ölçümler, değerlendirmeler, analizler, karşılaştırmalar sonucunda elde edilen verimlilik değerinin artması; kuruluşların, kaynaklarını daha optimum düzeyde kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Aynı sürede aynı kaynaklar kullanılarak daha kaliteli ürün elde edilebilir, dolayısıyla verimlilik artırılabilir. **Kaynakların daha akılcı ve tutumlu kullanılmasını, onlardan daha iyi yararlanmasını sağlayan altı sigma yaklaşımını uygulayarak verimlilik artırılabilir.**

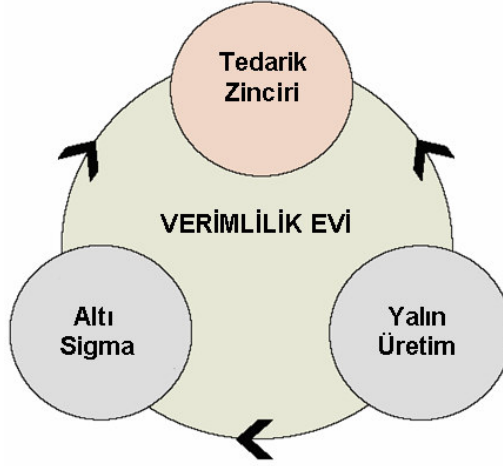
Kuruluşlarda altı sigma projelerinin uygulanması ile; ürün müşteriler için daha beğenilir ve çekici hale gelir, maliyetler azalır ve böylece üretim akışı hızlanarak verimlilik olumlu yönde etkilenir. Özellikle altı sigmanın bir türü olan “**Tasarımda Altı Sigma**” ( Design for Six Sigma-DFSS ) projelerinin yürütülmesi, ürün tasarımında ve bileşiminde önemli iyileştirmeler doğurur. Tasarım açısından oluşan olumlu yöndeki değişimler, verimliliğin ve satışların artmasına neden olur.

Altı sigma uygulayarak; üretim sürecinin niteliğinde ve kapsamında sağlanan gelişmeler, organizasyonel ve yönetsel boyutta oluşan değişimler, sermaye kapasitesinin ve işgücü girdisinin eksiksiz kullanımı, girdi kalitesinin artırılması verimliliği artıran diğer etkenlerdir<sup>78</sup>.

AMR Araştırma şirketi; “**Verimlilik Evi ( House of Productivity )**” olarak tanımlanan ve verimliliğin artırılmasında kullanılabilecek bir sistem geliştirmiştir. Maliyet, etkinlik, çevrim zamanı ve tutarlılık alanlarının performansını ve verimliliğini artırmak amacıyla oluşturulan ve altı sigma yaklaşımındaki “kalite evi”ne benzeyen verimlilik evi; altı sigma, yalnız üretim ve tedarik zinciri yöntemlerini ( SCOR ) kapsayan bir sistemdir. Verimlilik Evi’ni kullanarak kuruluşlar, sürekli iyileştirme çevrimi oluştururlar. Şekil.7, Verimlilik Evi’nin işleyişini göstermektedir<sup>79</sup>.

<sup>78</sup> Milli Produktivite Merkezi, <http://www.mpm.org.tr/default.asp?menuid=17&dict=v>, 17.04.2005

<sup>79</sup> Kovach, Jami – v.d., “*The House of Competitiveness: The Marriage of Agile Manufacturing, Design for Six Sigma, and Lean Manufacturing Quality Considerations*”, Journal of Industrial Tecolgy, Vol:21,Sayı: 3, July-September 2005, s.5



**Şekil.7: Verimlilik Evi**

**Kaynak : Kovach, Jami – v.d., “The House of Competitiveness: The Marriage of Agile Manufacturing, Design for Six Sigma, and Lean Manufacturing Quality Considerations”, Journal of Industrial Tecnolgy, Vol: 21 Sayı: 3, July-September 2005, s.5**

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

Tedarik zinciri yöntemi ile, yalın üretimde kullanılmak üzere öncelikler oluşturulur; yalın üretim, tedarik zinciri yöntemi ile elde edilen sonuçları girdi olarak kullanarak “Değer Yayılım Analizi”ni hesaplar; değer yayılım analizinin bulguları altı sigma projelerinin önceliklendirilmesinde kullanılır. Verimlilik evinde; yönetimin gözetiminde programlar oluşturularak, alınması gereken kritik eğitimler belirlenir. Eğitimlerin belirlenmesinden sonra var olan performans kıyaslanarak, saptanan önceliklerde proje önerileri oluşturulur<sup>80</sup>.

<sup>80</sup> Parker, Bob, “Building a House of Productivity”, Supply Chain Managment Review, Mart 2004, Vol:8 Issue: 2, New York, s.12

### 2.1.2. Müşteri Memnuniyetinin Artırılması

Altı sigma yaklaşımında baştan beri üzerinde durduğumuz noktalardan bir tanesi, kuruluşların müşteri odaklı çalışması ve müşteri memnuniyetini sağlamalarıdır. Müşteri ihtiyaçlarını doğru karşılayabilmek için öncelikle kuruluşların müşterilerini tanıması ve daha sonra müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak ürün ve hizmet üretmeleri gerekmektedir. Kuruluşlar, müşterilerini tanıma aşamasında öncelikli olarak “Müşteri kimdir?” sorusunu kendisine yönelmelidir.

Genel olarak ele alındığında müşteriler “iç müşteri” ve “dış müşteri” olarak sınıflandırılabilir.

**İç Müşteri** : Bir firmada, tedarikçilerden başlayarak son kullanıcıya kadar uzanan süreçte ürün ve/ veya hizmet alan süreç, kişi yada kuruluşlardır.

**Dış Müşteri** : Bir firmada, nihai ürün yada hizmetin son kullanıcıya kadar uzanan süreçteki ürün ve/veya hizmeti satın alan son kullanıcı, kişi yada kuruluşlardır.

Şirketler iç ve dış müşterilerini tanıladıktan sonra müşterilerinin ihtiyaçlarını Kalite Kritikleri ( CTQ ) ve Müşteri Sesi ( VOC ) yöntemlerini kullanarak saptamalıdır. Kalite kritikleri, müşteri memnuniyetini sağlayacak spesifikasyon limitlerine veya performans standartlarına sahip bir sürecin veya ürünün ölçülebilir özelliklerini ifade eder. Bu özellikler, müşteri tarafından tanımlanan özelliklerdir. Kısacası CTQ, müşterinin bir üründen beklediği her şeydir. CTQ, müşteri sesi yöntemine girdi sağlar. Müşteri sesi yöntemi ise; dış müşteri ihtiyaçlarının toplanması, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi amacıyla kullanılır. Bu yöntem veri tabanı gibi yeni teknolojilerde, pazar araştırmasında ve ihtiyaç analizinde kullanılan basit ve karmaşık araçları içerir.

Doğru saptanmış ihtiyaç ve beklentiler, müşterilerin memnuniyetinin artmasında etkindir. Pazar araştırması, tasarım, üretim, tanıtım ve reklam, satış ve satış sonrası hizmetler, müşteri memnuniyetini etkileyen temel süreçlerdir<sup>81</sup>.

---

<sup>81</sup> KalDer Müşteri Memnuniyeti Uzmanlık Grubu, Müşteri Memnuniyeti Yönetimi, KalDer Yayınları, No:31, Kasım2000

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

Uygulamada müşteri değerini tanımlamak için değerın pazarda paylaşılan bir anlayışının olması gerekmektedir. Genel olarak bakıldığında “**değer**”; pazar arzı için değişen fiyatlar ödeyen bir müşteriye katılan teknik, ekonomik, hizmetsel ve sosyal yararların parasal ifadesidir.

Müşteri memnuniyetinin saptanmasında müşteriler hakkında birincil veriler toplanmalı ve *müşteri değeri* kullanılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmelidir. Fakat müşteri değerinin kullanılmasında karşılaşılan zorlukların başında müşteri değerinin ilk kez tanımlanması gelmektedir. Bu nedenle kuruluşlar, ilk adım olarak doğru bir değer araştırma takımı oluşturmalıdırlar. Takım üyeleri özellikle üretim bölümü sorumlularından ve satış elemanlarından oluşmalıdır. Diğer adımda ise kuruluşlar pazardaki doğru hedef kitleyi seçmelidirler. Bu aşamadan sonra takım üyeleri, kapsamlı bir değer unsurları listesi oluşturmalıdır. Teknik, ekonomik, hizmetsel ve sosyal nitelikteki unsurları içeren bu listeyi oluştururken takım, tüm süreçleri göz önünde tutmalıdır. Bundan sonraki aşamada her bir değer unsuru için veriler toplanır. Verilerin toplanması sırasında takım üyeleri yaratıcı olmalıdır. Toplanan verilere dayanarak başlangıç değeri oluşturulduktan sonra, müşterilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda değerlendirmeler yapılarak nihai değer onaylanır. Müşteri değeri modelinde daha fazla değerlendirmelerin yapılması, müşteri değerine ilişkin yapılan tahminlerin daha netleşmesini sağlar. Müşteri değerine ilişkin listelenen tüm tahminler ile bir veri tabanı oluşturularak hangi değer tahmininin müşterilere daha çok etki yarattığı belirlenir<sup>82</sup>.

---

<sup>82</sup> Anderson, James C. – Norus, James A., “*Business Marketing: Understand What Customer Value*”, *Harvard Business Review*, November-December 1998, Vol:76, Issue: 6

Günümüzde müşteri memnuniyetinin sağlanması ve artırılmasında izlenmesi gereken adımlar;

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

Kalite veya kalitesizlikle ilgili doğrudan ilişkili olan müşteri memnuniyeti; gerçek kazançlar elde edilmesinde ve uzun dönemli iş başarılarında büyük rol oynar<sup>83</sup>.

### **2.1.3. Çevrim Zamanının Azaltılması**

Çevrim zamanı kalite kadar önemli bir role sahiptir. Altı sigma yaklaşımı ile kuruluşlar, ürün veya hizmetin çevrim zamanının da kısaltılmasını sağlayabilmektedirler. Özellikle üretim sektöründe sıklıkla karşılaşılan çevrim zamanı, herhangi bir faaliyetin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen zaman dilimi olarak tanımlanır.

Çevrim zamanı, katma değerli ve katma değersiz faaliyetler olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Fiili çalışmalar toplam çevrim zamanının katma değerli bölümünü oluştururken, çevrim zamanının katma değersiz kısmı; bekleme, nakliye, kurulum, kontrol, test, onay ve yeniden işleme zamanlarını kapsar<sup>84</sup>.

---

<sup>83</sup> Denton, D. Kieth, "Total Customer Satisfaction: The Next Step", *Industrial Management*, November-December 1993, Vol:35, Issue:6, s. 18

<sup>84</sup> Bhote, Keki R., *The Ultimate Six Sigma: Beyond Quality Excellence to Total Business Excellence*, AMACOM, American Management Association, 2002, s. 242

Ölçülebilen önemli bir parametre olan çevrim zamanı; kalite, maliyet, teslimat ve etkinlik unsurlarına bağlıdır. Bu nedenle; hatalar ve maliyetler azaltılır, teslimat ve etkinlik iyileştirilirse çevrim zamanı da kısaltılmış olur. Çevrim zamanı bu yüzden; kalitenin, maliyetin, teslimatın ve etkinliğin iyileştirilmesinde kullanılan bir ölçüdür.

Daha önce değinilen ve çevrim zamanının ana bölümlerinden birini oluşturan katma değersiz faaliyetler tüm endüstriyel süreçlerde oluşmaktadır. Bu nedenle; kalitesizlik maliyetini, makine bakım maliyetlerini, uzun kurulum zamanlarını, uzun teslimat zamanlarını ve bekleme zamanını içeren katma değersiz faaliyetlere karşı çevrim zamanı yönetimi oluşturulmuştur.

Çevrim zamanı müşteri ihtiyaçlarının karşılanması ile ilgili önemli bir parametredir. Gerçek süreç çevrim zamanı operasyonlar arasında ve operasyon sırasında bekleme ve stoklama zamanını kapsar. Teorik çevrim zamanı bekleme ve hazırlık zamanlarını içermez. Gerçek günlük operasyon zamanı, süreçlerin faal olduğu zamana eşittir. Gerçek günlük operasyon zamanı ile teorik çevrim zamanı arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.

$$\text{Teorik Çevrim Zamanı} = \frac{\text{Gerçek günlük operasyon zamanı}}{\text{Günlük gerekli birim miktar}}$$

Süreç çevrim zamanı analizi, gerçek ve teorik çevrim zamanlarının karşılaştırılmasından oluşur.

Gerçek çevrim zamanının azaltılması, hatalı birim miktarını azaltabilir ve süreç performansını iyileştirir. Envanter ve ürün maliyetlerinin azaltılması, iç ve dış müşteri memnuniyetinin artırılması, üretim kazançlarının iyileştirilmesi gibi diğer avantajları da vardır<sup>85</sup>.

Çevrim zamanının azaltılmasında; takım çalışması, süreç akışı, çekme sistemi, kurulum zamanının azaltılması, tedarik süresinin minimizasyonu, talebin belirli veya belirsiz olması, etkin ve verimli çalışılması gibi unsurlar etkendirler<sup>86</sup>.

---

<sup>85</sup> Breyfogle , Forrest W., a.g.e., s.138

<sup>86</sup> Bhoje, Keki R , a.g.e., s.300

#### 2.1.4. Maliyetlerin Azaltılması

Altı sigma uygulayan şirketlerde kara ve yeşil kuşaklar uyguladıkları projelerle büyük karlar sağlamada yardımcı olurlar. Bir kara kuşağın her yıl en az 4-5 adet altı sigma projesini tamamlayarak çalıştığı şirkete yarım milyon dolarlık kar sağlaması beklenmektedir<sup>87</sup>.

Müşterilerin fiyat beklentisini karşılamak için üretilen ürün ve hizmetlerin minimum maliyetlerle yapılabilmesi gereklidir. İşte bu beklentiye bağlı olarak her şirketin maliyetleri düşürmekle ilgili önemli stratejik hedefi bulunmaktadır. Kaliteli ürünün pahalı ürün anlamına gelmediğini görebilmek gereklidir. Müşterinin kalite beklentisini karşılamak için şirket ürettiği ürünlerini hiç hata olmaksızın müşterilerine ulaştırmak zorundadır. İşte bu doğrultuda üretim süreçlerinde hata bulmaya ürünün güvenilirliğini garanti altına almaya yönelik olarak önemli kaynaklar harcanır<sup>88</sup>.

2 sigma seviyesinde çalışan şirket toplam satışlarının %30-%40'ını kalitesizlik maliyeti olarak boşa harcamaktadır. Altı sigma seviyesine ulaşmış firmalarda bu oran %10'un daha da altındadır. Globalleşme ile şirket kar oranlarının minimum seviyelere ulaştığı günümüz koşullarında ürettiği toplam katma değer %40'ını boşa harcayan bir firmanın ayakta kalması, rakipleri ile rekabet etmesi mümkün değildir. Genellikle 2,5-3,5 sigma seviyesi aralığında bulunan gelenekselleşmiş firmalarda muayene ve yeniden işlemeye dayalı süreçler vardır. Muayene etmeyi sürecin vazgeçilmez adımı olarak düşünürler ve hatayı müşteriye göndermeden yakalayıp elimine etmekle maliyetleri azalttıklarını düşünürler. Ancak muayene ve tamir için harcadıkları maliyetleri hesaba katmazlar. Aslında, muayeneyle garanti altına aldıkları o ürünün üretildiği sürecin kalitesine işletmenin verimliliğine hiçbir katkıda bulunmayan ürün kalitesidir. Kalitesizlik maliyetlerini ölçmezler. Muayene yeniden işleme ve hurda kaynaklı işlerini sürecin bir parçası olarak görürler. Oysa işlerini bir seferde düzgün yapmadıkları ya da yaptıklarından emin olmadıkları için ortaya çıkan bu maliyetlerin gerçek değerlerini göremezler<sup>89</sup>.

---

<sup>87</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., a.g.e., s.23

<sup>88</sup> a.g.e., s.27

<sup>89</sup> a.g.e., 33-34

Müşterinin hiç rahatsız olmadığı, ürün fonksiyonu ile hiçbir ilişkisi olmayan milimetrik toleranslar için üretim hatları durdurabilmekte, hurdaya malzemeler atılabilmekte yığınlarca kontrol işçilikleri harcanmaktadır. Tüm kaynakların, önemli bir etkisi olmayan bir girdi için harcanması durumunda; müşteri için önemli olan ürünün fonksiyonunu doğrudan etkileyen bazı kritik girdilerde yeterli kontroller yapılmamaktadır. Burada önemli olan ürünü oluşturan parçalar için harcanacak maliyetler ile müşteri ve ürün fonksiyonu arasında doğrudan bağlantının kurulmasıdır. Deneyimler bir ürünün maliyetinin %70-%80'inin tasarım aşamasında, yani ürün ve sistem tasarımı aşamasında belirlendiğini göstermektedir. Üretim aşamasındaysa ürün maliyetinin yalnızca %20-30'u ile ilgili iyileştirmeler yapılabilmektedir<sup>90</sup>.

Altı sigmada iki anahtar eleman: kalitesizlik maliyeti ve kalite kritikleridir. Kalitesizlik sadece ürünün kalitesi ile ilgili değildir. Kalitesizlik maliyeti, farklı yönetim düzeylerindeki bütün faaliyet maliyetlerini ve görünür maliyetleri kapsar. Kalitesizlik maliyeti toplam maliyetleri ifade eder. Bu maliyetin sabit kalmasını sağlamak için kalitesizlik maliyetinin temel unsurları olan kalite kritiği değişkenlerini tanımlamak gerekir. Kalite kritiği değişkenleri, sistem için hedeflenen kaliteyi etkileyen anahtar unsurlardır. Altı sigmanın amaçlarından biri, kalite kritiği değişkenlerini kullanarak kalitesizlik maliyetlerini minimize etmektir<sup>91</sup>.

### **2.1.5 Süreçlerin ve Çıktının İyileştirilmesi**

Altı sigmada ulaşılmak istenen ürün kalitesinden çok süreç kalitesindeki yeterliliklerin artırılmasıdır. Dolayısıyla süreçleri mükemmelliğe taşıyacak yöntem, süreçlerin geleneksel yöntemlerden farklı araçlar yardımı ile yönetilebilmesidir. Süreç yönetiminde sürecin çıktısını yöneten, önemi az süreç girdi değişkenlerinin, süreç çıktı değişkenliğine olan etkisi, istatistiksel araçlar yardımıyla matematiksel olarak modellenmeye çalışılır. Tüketicilerin aldıkları ürünlerden bekledikleri gereksinimlere, sürecin çıktıları adı verilmektedir. Tüketici aldığı ürünü bu çıktılar ile göstermektedir. Kuruluş ise bazı girdileri sürecinde işleyerek bu çıktıları oluşturmaktadır. Müşteri

---

<sup>90</sup> a.g.e., s.44-45

<sup>91</sup> Han-Lee, a.g.m., s.29-30



gereksinimlerini ve dolayısıyla beklentilerini en iyi şekilde karşılayabilmek için, bu girdiler ile çıktılar arasında sürecin yarattığı ilişkinin doğru bir biçimde belirlenmesi gereklidir. Çıktıları oluşturan süreç iyi tanımlanmalı ve ilişkiler doğru olarak belirlenmelidir.

Altı sigma uygulayan kuruluşlar, sürecin verimliliğini sigma seviyesi adı verilen bir indeksle izlemektedirler. Sigma seviyesi ve hata oranları arasındaki ilişki daha dikkatli incelendiğinde aradaki ilişkinin lineer değil parabolik olduğu görülecektir. Hata oranlarında bu kadar radikal değişiklikler yapabilmek için geleneksel yöntemlerden farklı bilimsel araçların süreç iyileştirmesinde kullanılması gereklidir<sup>92</sup>.

Sigma seviyelerinin bulunmasında kullanılan hata oranlarını hesaplayabilmek için süreç kalitesi ve ürün kalitesi arasındaki farkı anlamak gerekir. Ürün kalitesi son testlerle belirlenen ve bitmiş ürünün özelliklerinin kontrol edilmesiyle elde edilen indekstir. Gerçekten işletmelerin karlılığını ve verimliliğini görebilmek için sürecin her bir adımında yapılan kontroller, tamirler ve hurdaya atılan parçaları dikkate alan bir indekse ihtiyaç vardır. Bu indeksi ise süreçlerimizin gerçek kalitesi ile yani sigma seviyesi ile oluşturabiliriz<sup>93</sup>.

Bir sürecin iyileştirilmesi için yapılan baskı süreçte belli bir iyileştirme yapar. Kalıcı iyileştirme sağlayabilmek için kökten önlemler alınmalıdır. Çıktıyı etkileyecek girdileri bulmak önem taşır. Sürecin tanımlanması aşamasında süreç değişkenliğine neden olabilecek potansiyel girdiler belirlenmekte daha sonra analiz aşamasında bu potansiyel girdilerden önemi az girdilerin önemsizlerden ayırt edilmesi için istatistiksel araçlar kullanılmaktadır<sup>94</sup>.

Başarılı bir süreç iyileştirme çalışması yapmak için;

- Net bir amaç belirlenmeli,
- Problemin ne olduğu iyi bir şekilde anlaşılmalı,
- Organizasyondaki anahtar süreçleri tanımlanmalı, sınıflandırılmalı ve haritalanmalı ,

---

<sup>92</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., a.g.e., s.28-31

<sup>93</sup> a.g.e., s.34-35

<sup>94</sup> a.g.e., s.42

- İyileştirme yeteneği organizasyon içerisinde geliştirilmeli,
- İyileştirmeler kendi kendini sürdürebilmeli,
- Hesaplanabilirlik olmalıdır.

Süreçlerde bazı hataların oluşmasının nedeni, süreç parametrelerindeki değişkenliktir. Bir işin yada ölçüğün her seferinde aynı şekilde oluşmaması “değişkenlik” olarak adlandırılır. Değişkenlik her süreçte vardır. Örneğin bir hedefe birkaç kez atış yapıldığında, her atışın tamamen aynı yere isabet etmesi mümkün değildir. Mikron seviyesinde de olsa, mutlaka atışlarda sapmalar olacaktır. Dolayısıyla değişkenlik yadsınamaz bir olgudur, önemli olan değişkenliğin büyüklüğüdür.

Değişkenlik ne kadar azalırsa, tutarlılık ve dolayısıyla kalite o kadar artacaktır. Kuruluşlarda yapılan temel hatalardan birisi de, parametrelerin yalnızca ortalamayla ifade edilmesi ve değişkenliğinden hiç bahsedilmemesidir. Aslında bir süreç hakkında kesin bilgi sahibi olabilmek için, ortalamayla birlikte sürecin değişkenliğinden de söz etmek gerekmektedir.

Sonuç olarak, bir süreçteki hataları azaltmak ve toplam süreç verimliliğini artırmak için, sürecin ortalamasını hedef değere çekmek, değişkenliğini de azaltmak gerekmektedir.

Süreçler açısından ele alındığında geleneksel organizasyonlar ile günümüz organizasyonları arasındaki en belirgin farklılık her sürecin bir sahibinin olmasıdır. Üst yöneticiler ayrı süreçler için en fazla sorumluluğa sahiptirler. Bir süreç sahibi sürecin tasarlanmasından, süreç performansının ölçülmesinden ve süreç çalışanlarının eğitiminden sorumludur. Süreç sahibi geçici bir proje yöneticisi değildir, sadece yeni bir sürecin tasarımının geliştirilmesi ve yerine getirilmesi süresince aktif role sahiptir<sup>95</sup>.

---

<sup>95</sup> Hammer, Michael – Stanton, Steven, “*How Process Enterprises Real Work*”, Harvard Business Review, November-December 1999, s.109

## 2.1.6. Rekabet Üstünlüğünün Sağlanması

Rekabet, değişimin ve küreselleşmenin getirdiği yeni dünya düzeninde, her alana konu olan çok önemli bir kavramdır. Sözlük anlamı ile, **“bir konuda belli koşullarda bilgi yada yetenek üstünlüğünü göstermek için yarışmak işi, bir alanda üstünlüğü ele geçirmeye çalışma”** olarak tanımlanır<sup>96</sup>.

İçinde yaşadığımız iş dünyasının kuralları globalleşme ile birlikte baştan aşağı yeniden şekillenirken endüstriyel çağın rekabet ortamı yerini bilgi çağının rekabet ortamına bırakmaktadır. Şirketler endüstriyel çağdaki alışkanlıklarını geleneksel problem çözme yöntemlerini değiştirerek kültürel değişimler yaratmaya bilgi çağına adapte olmaya çalışmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim müşteri beklentilerinde logoritmik artışların olmasını sağlamaktadır. Artık müşterisini memnun etmek isteyen bir kuruluşun çok daha fazla çalışması rakiplerine göre farklılıklar sunabilmesi gereklidir<sup>97</sup>.

Bu noktada; rekabet üstünlüğü arayışındaki kuruluşlar, değişim ve küreselleşmenin getirilerini de değerlendirerek öncelikle yeniden yapılanma stratejileri geliştirmeye, süreç tasarımlarını yenilemeye, optimize etmeye yönelmişlerdir. Tüm bu stratejiler son dönemde, farklılık yaratarak gerçek rekabet üstünlüğünü de ele geçirme noktasına taşınmıştır. Dolayısıyla, **“Bugün hangi müşteriler için değil, gelecekte hangi müşteriler için mal ve hizmet üretmek gerek, bugünün rekabet faktörleri nelerdir değil, geleceğin rekabet faktörleri neler olacaktır, bugün hangi yeteneklerimiz bizi yaşıyor değil, gelecekte hangi yeteneklerimiz bizi vazgeçilmez kılar.”** sorularının yanıtlanması gereklidir. Başka bir deyişle geleceği bugün olarak ele alma yeteneğine sahip olan kuruluşlar, rekabet stratejilerini doğru temeller ve alanlar üzerine kurulum olmalıdır<sup>98</sup>.

<sup>96</sup> Taptık, Yılmaz-Keleş, Özgül, Kalite Savaşı , KalDer Yayınları, No: 22, Ekim 1998, İstanbul, Mavi Tanıtım ve Pazarlama Ltd. Şti., s.45

<sup>97</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., a.g.e., s.31

<sup>98</sup> Taptık, Yılmaz-Keleş, Özgül, a.g.e., s. 54

## 2.2. Alt Yapının Oluşturulmasında Gerekli Olan Koşullar

Toplam Kalite Yönetimi uygulayan ve sürekli iyileştirme felsefesini benimseyen kuruluşlara büyük kazançlar sağlayan altı sigma yaklaşımının uygulanması temelde zor olmamakla birlikte ilk defa organizasyonlarına uyarlamaya çalışan kuruluşlarda, özellikle başlangıç aşamasında, bir çok hata ve problem olduğu görülmüştür. Bu nedenle mevcut sistemden altı sigma sistemine geçişte kuruluşun yapısı, kültürü, faaliyet alanları, kullanılan kaynakları, çalışanları, kuruluşun vizyon, misyon ve stratejileri dikkate alınması gereken önemli unsurlardır.

Bir kuruluş altı sigma yaklaşımını uygulama kararı aldığı anda konu ile ilgili daha kapsamlı bilgi edinmesi gerekmektedir. Edinilen bilgiler doğrultusunda mevcut sistem ve süreçlerin bu yaklaşım benimsenerek nasıl iyileştirilebileceği ve kuruluş kültüründe ne gibi olumlu kazançlar sağlayacağı konusunda tahminler oluşturulmalıdır. Kuruluşlar çalışmalarına başlamadan önce hazırlık aşamasından geçerler. Hazırlık aşamasının ilk adımını; sürecin tasarlanması, yürütülmesi ve sürekliliğinin sağlanmasında yer alan herkesin her bir süreci tanımlamak için “ne, niçin ve nasıl” sorularını sorarak teorik ve pratik bilgi elde etmesi oluşturur. Hazırlık aşamasının ikinci adımında, elde edilen bilgilerin belirlenen amaçlar doğrultusunda organizasyona uyarlanması gelmektedir.

Altı sigmadaki roller tanımlanırken uzman kara kuşak, kara kuşak veya yeşil kuşak olmaksızın altı sigma projelerinin yürütülemeyeceğinden bahsedilmiştir. Fakat bu yaklaşımı yeni tanıyan ve başlangıç aşamasında olan kuruluşlar için altı sigma yaklaşımının iyi anlaşılması ve doğru bir şekilde uygulanarak ileride büyük başarılar elde edilmesi bu konu üzerinde çalışan kişi veya takımın özverili, disiplinli, bilgiye dayalı çalışmaları ve performansı ile ilgilidir. Bu nedenle altı sigmada ilk adım sürecin ne olduğu, nasıl işlediği, niçin işlediğinin anlaşılmasıdır. Eğer bu konu ile ilgilenen takım kapsamlı teknik bilgiye sahip ise sürekli iyileştirme için yapılan çalışmalar da başarılı olacaktır<sup>99</sup>.

---

<sup>99</sup> George, Elliott, “The Race to Six Sigma”, Industrial Engineer:IE, October 2003, Vol:35, Issue:10, pp 30-35

Bir kuruluş, altı sigma çalışmalarını başlatabilmek için gerekli olan alt yapıyı oluşturmalıdır. Alt yapının oluşturulmasında kuruluş tarafından sağlanması gereken bazı koşullar mevcuttur. Üst yönetimin desteğini ve teşvikini, vizyon, strateji ve amaçların saptanmasını, gerekli eğitimlerin alınmasını, doğru projelerin seçilmesini, proje takımının oluşturulmasını, yeterli kaynak yatırımının yapılmasını ve sürdürülebilirliğin sağlanmasını içeren bu koşullar alt yapının oluşturulmasına temel teşkil ederler.

### 2.2.1. Üst Yönetimin Desteği ve Teşviki

Altı sigma yaklaşımının kuruluşlara uyarlanmasında olmazsa olmaz koşulların en başında üst yönetimin çalışmaya olan inancı, bu doğrultuda çalışanlarına ve özellikle proje takımına vereceği destek gelmektedir. Üst yönetimin onayı olmaksızın kuruluşta hiçbir proje yürütülemeyeceği gibi gerekli olan kaynakta sağlanamayacaktır. Genel olarak ele alındığında özellikle fikirsel anlamda destek veren üst yönetim çalışanlarını yönlendirmek ile sorumludur.

Altı sigmanın temel kavramlarını öğrenen bir çok kuruluş altı sigmayı benimsemesi gereken bir yaklaşım olarak görmekten ziyade toplam kalitenin sağlanmasında kullanılan basit bir araç olarak görmekte, bu nedenle alt yapı için gerekli koşullar sağlanmadan projelere hızlıca başlayabilmektedirler. Fakat bu tür kuruluşlar kısa bir süre sonra alt yapıyı oluşturmadıkları için projelerini ya başarısızlık ile sonuçlandırmakta yada başarılı bir çalışma yapsalar dahi sürekliliğini sağlayamamaktadırlar. Bu nedenle üst yönetimin bu ve buna benzer durumları dikkate alarak doğru kararlar vermesi ve yönlendirme yapabilmesi son derece önem taşır. Üst yönetimin karar vermesinde<sup>100</sup> ;

- Altı sigma çalışmalarına nasıl ve nereden başlanmalıdır?
- Başarılı bir çalışma yürütmek için yapılması gerekenler nelerdir?
- Uzun dönemde başarıyı koruyabilmek ve sürekliliğini sağlamak için neler yapılmalıdır? gibi temel sorulara verilen yanıtlar belirleyici rol oynar.

---

<sup>100</sup> George, Elliott, a.g.m, s.30-35

Her ne kadar altı sigma çalışmalarını yürütecek yeni bir takım kurulsa da üst yönetimin de altı sigma projelerinin başlangıcından sonlandırılmasına kadar geçen süreçte çeşitli sorumlulukları vardır. Özellikle başlangıçta somut olarak alınan sorumluluklar son aşamaları kapsayan kontrol sürecinde yerini takip ve değerlendirme gibi sorumluluklara bırakır. Altı sigma çalışmalarının başlangıcında üst yönetimin alması gereken sorumluluklar aşağıdaki gibi sekiz başlık altında toplanmıştır<sup>101</sup>.

- ***Gerekçelere dayalı altı sigma mantığı geliştirmek:*** Neden altı sigmaya ihtiyaç duyulduğuna güçlü gerekçeler öne sürecektir bir düşünce yapısının oluşturulması gerekmektedir. Kuruluşa özgü geliştirilen bu düşünce yapısının kuruluştaki çalışan tüm bireyler tarafından net bir şekilde anlaşılması gerekir.
- ***Planlamaya aktif olarak katılmak :*** Üst yönetim altı sigma yaklaşımının uygulanmasına yönelik olarak beklentilerini netleştirdikten sonra bu beklentileri karşılayabilecek bir plan oluşturmalıdır. Bu planı oluştururken altı sigma konusunda uzman danışmanlardan yararlanabileceği gibi kuruluş içerisinde konuya hakim yöneticilerden de destek alınabilir.
- ***Vizyon ve Misyon Belirlemek :*** Kuruluşun vizyonu tam anlamıyla şirket kültürünü yansıtmalı, yapılan faaliyetler ve çalışanların amaçları ile uyumlu olmalıdır. Altı sigma yaklaşımında net ve güçlü bir vizyon saptanması kritik öneme sahiptir. Altı sigma ile kuruluş içerisinde sağlanan iyileştirmeler, kuruluşun uygulamaları ile aynı oranda artış göstermelidir.
- ***Somut Hedefler Belirlemek :*** Vizyon ve misyonun belirlenmesi ne kadar önemli ise, bu doğrultuda somut hedefler saptamakta son derece önem taşımaktadır. Belirlenen hedefler faaliyetlerin oluşumuna ve uygulanmasına uyumlu ve eşdeğer olmalıdır.
- ***Standart ve Hesaplanabilir Parametreler Saptamak :*** Altı sigma yaklaşımı ile yürütülen projelerin gerçek anlamda başarılı olabilmesi için; doğru verilere ve parametrelere dayanarak, doğru bir hesaplama ve değerlendirme

---

<sup>101</sup> Pande, Peter S.- vd., a.g.e., s.110-113

yöntemi kullanılması gereklidir. Bu durumda elde edilen sonuçlar da gerçekçi olacağından kuruluş gerçek anlamda başarılı olacaktır.

- ***Geri Bildirimlerden Yararlanmak*** : Yürütülen proje ve çalışmalar sonucunda saptanan iyileştirmeye açık alanlar ile kuvvetli yönler, sürekliliğin sağlanarak başarıya ulaşılmada en kritik iki unsurdur. Elde edilen sonuçların daha sonraki iyileştirme çalışmalarına girdi olarak katkı sağlaması kuruluşların giderek daha iyiye ulaşmada yani mükemmelliğe ulaşmada kolaylaştırıcı olmaktadır.
- ***Sektördeki Uygulamaları Takip Etmek*** : Rekabetin bu derece yoğun yaşandığı günümüz piyasalarında avantaj sağlayabilmek için sektördeki uygulamaları, rakiplerin çalışmalarını, sektörel ilerlemeyi takip etmek üst yönetimin en büyük sorumlulukları arasındadır. Hızlı bir değişimin yaşandığı bu ortamda kuruluşların varlığını sürdürebilmesi için üst yönetim tarafından izlenmesi gereken stratejilerin belirlenmesinde sektörel değişimlerin sürekli takip edilmesi gerekir.

Üst yönetimin desteğinin sağlanması, Altı Sigma Projelerinin organizasyona uygun olup olmadığının ve alt yapının yeterli olup olmadığının anlaşılmasında önemli bir koşuldur. Uygulamaya başlanmadan önce altı sigma konusunda dış kaynaklı danışmanlardan eğitim alan üst yönetim kadrosu; altı sigmayı doğru olarak anlamış ve amaçlarını doğru olarak kavramış olduğunda, kuruluşun altı sigma yaklaşımını gerçekten uygulaması gerekip gerekmediği bunun için alt yapının yeterli olup olmadığı konusunda doğru bir değerlendirme yapabilecektir. Bu noktada üst yönetim; altı sigma yolculuğunun başlangıcında, kuruluşun hazır olduğunu dolayısıyla bu yolculuğa çıkabileceği veya altı sigma yaklaşımının organizasyonda benimsenmesi ve uygulanması için hala alt yapıda bazı eksiklikler olması nedeni ile bir takım değişiklikler yapılması gerektiği kararını alacaktır<sup>102</sup>.

Altı sigma projelerinin başarılı olabilmesi için üst yönetim; altı sigmanın organizasyondaki rolünü iyi anlayarak, bu amaçla takımlar oluşturarak, doğru bir

---

<sup>102</sup> Gross, John M., "A Road Map to Six Sigma Quality", Quality Progress, November 2001, Vol:34, Issue:11, s. 25

değerlendirme yapabilmek için hangi ölçülerin ve parametrelerin kullanılması gerektiğine karar vererek ve olumlu sonuçlar doğuracak bir mekanizma kurarak önemli destekler sağlar<sup>103</sup>.

### **2.2.2. Şirket Vizyon, Strateji ve Amaçlarının Saptanması**

Vizyon, Misyon, Strateji, Hedef gibi kavramlar uzun yıllardan beri bilinen, başta kurumsal olmak üzere bireysel anlamda da ele alınan kavramlardır. Sıkça duyulan bu kavramlar bazı kuruluşlar ve bireyler tarafından gerçek anlamda belirlenip uygulanabildiği gibi, kimi kuruluş ve bireyler tarafından kağıt üstünde kalan formaliteden başka bir şey değildir. Bu düşünce yapısının değiştirilmesi için vizyon, misyon, strateji gibi kavramların ne anlama geldiklerinin tam olarak anlaşılması gerekmektedir. Vizyon, bir kuruluşun veya bir kişinin ileride kendini görmek istediği yer veya konumu ifade ederken; misyon, bu vizyona erişilmesini sağlayacak amaç olarak tanımlanır. Misyonu veya amacı gerçekleştirmek için izlenen yol anlamına gelen stratejiler, amaca ulaştıracak somut adımları ifade eden hedeflerin oluşumuna yardımcı olur.

Altı sigma yolculuğuna hazırlanan bir kuruluşun sağlaması gereken en önemli koşullardan bir tanesi de yeterli bilgi birikimi ile kuruluşun vizyonunun ve amaçlarının doğru olarak belirlenmesi ve bu vizyona ulaştıracak stratejiler oluşturulmasıdır. Altı Sigma yaklaşımı olmaksızın her koşulda belirlenmesi gereken bu unsurlar; kuruluşun yaşama nedenini bir başka deyişle var olma nedenini ortaya koyan en önemli kavramlardır. İnsan kaynağı, finansal durumu, piyasadaki konumu, üretim süreçleri, organizasyonel yapısı ne kadar iyi olursa olsun; vizyonu, amaçları, stratejileri ve hedefleri belirli olmayan veya doğru saptanmamış olan bir kuruluşun uzun dönemli var olması söz konusu olamaz. Bu tür kuruluşlar yok olmaya mahkumdurlar.

Altı Sigma Yaklaşımı; kuruluşun vizyonuna daha hızlı, daha az maliyetle, daha doğru şekilde ulaşması amacıyla benimsenen bir kalite iyileştirme yöntemidir. Bu

---

<sup>103</sup> Mayor, Tracy, “*Targeting Perfection: Six Sigma is a defect reduction methodology that forces organizations to focus on the quality of the customer experience*”, Framingham, December 1, 2003, Vol:17, Issue: 5



nedenle altı sigma projelerinin uygulanma amacı, kuruluşun kendi vizyon ve misyonu ile uyumlu ve doğru orantılı olmalıdır. Kuruluşun üst düzey yöneticileri ve altı sigma projelerinde görev alacak ekip altı sigma çalışmaları ile neyi amaçladıklarını net olarak belirlemelidirler. Her kuruluş altı sigma uygulamakla çeşitli kazançlar sağlayacak sonuçlar elde etmek ister fakat bu sonuçlar, kazançlar veya değişimler çok çeşitli olabileceğinden ne tür sonuçlar elde edileceği somut olarak saptanmalıdır.

Altı sigma uygulanma amacı genel olarak üç düzeyde irdelenebilir: iş dönüşümü, stratejik iyileştirme ve problem çözme. “Kültürel değişim” olarak ifade edilen bu düzeyde, temel organizasyonel işleyişin yön değiştirmesi söz konusudur. Stratejik iyileştirme düzeyinde, stratejik veya operasyonel fırsatlar ve iyileştirmeye açık alanlar hedeflenir. Problem çözme düzeyi ile; yüksek maliyet, yeniden işleme veya teslimat gibi spesifik alanlarda iyileştirme ve uyumlaştırma amaçlanmaktadır. Belirtilen bu üç düzey, kuruluşlar tarafından amaçlansa da; bu noktada önemli olan bu düzeylerin hangisinin öncelik taşıdığı belirlenmesidir. Altı sigma amacını önceliklendiren kuruluş başlangıç aşamasında en iyi duruma daha kolay ulaşabilecektir<sup>104</sup>.

### 2.2.3. Gerekli Eğitimlerin Alınması

Bir altı sigma organizasyonu “**Öğrenen Organizasyon**”dur. Bunun anlamı; kuruluşun sürekli olarak müşterilerinden, dış çevresinden ve süreçlerinden geri bildirimler ve yeni bilgiler elde ederek bu bilgileri; yeni fikirler, ürünler, servisler, iyileştirmeler ve ölçülebilir sonuçlar oluşturmak amacıyla kullanabilmesidir. Altı sigma eğitimleri, projenin başlangıç aşamasında ve devam ettirilmesi sürecinde belirli roller üstlenen kişilerin taşınması gereken özellikler ve kullanmaları gereken yöntemler üzerinde durur<sup>105</sup>.

Başarılı bir eğitim programının tasarlanması ve geliştirilmesinde yapılacak ilk iş, eğitilecek çalışanları ve bu çalışanların ne tür bir eğitime ihtiyaç duyduklarını belirlemektir. Bu işleme ve toplanılan verilere genellikle “**İhtiyaç Analizi**” adı verilir. Bu veriler bir çok değişik kaynaktan derlenir ve genellikle, programın içeriğine,

<sup>104</sup> Pande, Peter S.- vd., a.g.e., s.96

<sup>105</sup> a.g.e., s.131

kullanılacak eğitim yöntemine veya yöntemlerine, uygulamada söz konusu olabilecek diğer sorun ve hususlara ilişkin verileri kapsar.

Altı sigma eğitimleri düşünülmezsin; bir kuruluşun, süreçlerindeki işleyişi hızlandırması ve iyileştirmesi için çalışanlarına aldıracağı eğitimlerin planlanmasında, kuruluşun eğitim sorumlusu ihtiyaç analizine dayalı olarak etkin bir eğitim planı hazırlamalıdır. Eğitim planını hazırlamadan önce;

- 1- İhtiyaç analizi yapılmalı mıdır ?
- 2- Programın tasarlanmasında hangi bilgilere ihtiyaç vardır ?
- 3- Bu bilgiler için elverişli en iyi kaynaklar hangileridir?
- 4- Bu kaynaklardan gerekli bilgileri alabilmek için izlenecek en iyi yol nedir?
- 5- Bu bilgiler nasıl toplanmalı, analizi veya yorumu nasıl yapılmalıdır ?
- 6- Bu veriler kime ve nasıl ulaştırılmalıdır? gibi soruların yanıtları verilmelidir.

Bu sorulara verilecek yanıtlar etkin ve verimli bir eğitim planının oluşumunda eğitim sorumlusuna yardımcı olacaktır<sup>106</sup>.

Etkin bir eğitim almak, kaynakları verimli kullanmanın en sağlıklı yoludur. Eğitim maliyetlerini kısmak adına yapılan çeşitli faaliyetler kaynakları boşa harcamak anlamına gelmektedir. Özellikle kara kuşak eğitimlerinin, süreç uygulama deneyimi olan uzman kara kuşaklar tarafından verilmesi önemlidir. Altı sigma eğitim konuları ve materyalleri sürekli gelişim halindedir. Danışmanın eğitim materyallerini nasıl güncellediği, başarı ve başarısızlık hikayelerini ve bunlardan elde ettiği tecrübelerini nasıl aktardığına dikkat edilmelidir. Uluslararası geçerliliği olan eğitim materyalleri, uygun eğitim ortamı, deneyimli uzman kara kuşak eğitmen, ve eğitime katılan adayların proje hedeflerine ilişkin bilinç ve inançların yüksek olmasına dikkat edilmelidir. Eğitimlere paralel olarak sağlanacak uzman kara kuşak koçluğu, eğitim programının önemli bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Projesi olmayan kara kuşak adayının

---

<sup>106</sup> Abella, Kay Tytler, Çev:Barış, Mahir, Başarılı Eğitim Programları ; Öteki Yayınevi, 9. Kitap, s.17-19

eğitim alması m¼mk¼n olmadđđı gibi, geliřig¼zel belirlenmiş bir projeye hiçbir kara kuşak adayı da eğitime g¼nderilmemelidir<sup>107</sup>.

Altı sigma eğitimlerinin projelere doğrudan etki etmesi ve başarıya ulaştırmada kolaylık sağlayabilmesi için; eğitim iğeriklerinin uygulamaya olanak tanınması, geręek yaşamdan somut ¼rneklerle konuların anlatılması, geręek verilere ve bilgiye dayanması, tek d¼ze anlatımdan kağılarak eğlenceli ve dinamik bir anlatım tarzı kullanılması, konuyu ¼đretmeyi değil konu hakkında kişileri eğitmeyi amağlaması gerekir. Tablo.3; altı sigma eğitim konularını, iğeriklerini, katılımcılarını ve eğitimin s¼relerini içeren bir altı sigma eğitim modelini g¼stermektedir<sup>108</sup>.

---

<sup>107</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. şti., a.g.e., s.55-56

<sup>108</sup> Pande, Peter S.- vd., a.g.e., s.133-135

**Tablo.3 : Bir Altı Sigma Eğitim Modeli**

<b>Eğitim Konuları</b>	<b>İçerik</b>	<b>Katılımcılar</b>	<b>Süre</b>
Altı Sigma ve Kavramları	Temel altı sigma ilkeleri, altı sigmaya giriş, kısa uygulamalar, roller	Tüm çalışanlar	1-2 gün
Projelerin Desteklenmesi	Liderler ve şampiyonlar için rollerin gereklilikleri ve özellikleri, proje seçimi, takım projelerine giriş	Organizasyonel Liderler ve Uygulama Liderleri	1-2 gün
Liderler için Altı Sigma Süreci ve Araçlar	Uygulamalı altı sigma süreci, ölçümü, araçları ve analizi	Organizasyonel Liderler ve Uygulama Liderleri	3-5 gün
Değişim	Organizasyonel değişim için kavramlar ve uygulamalar	Organizasyonel Liderler ve Uygulama Liderleri, Uzman Kara Kuşaklar, Kara Kuşaklar	2-5 gün
Altı sigma iyileştirme yöntemine giriş	Süreç iyileştirme, tasarım, kritik ölçümleme ve iyileştirme araçları	Kara Kuşaklar, Yeşil Kuşaklar, Takım Üyeleri, Şampiyonlar	6-10 gün
İşbirliği ve Takım Liderliği	Koordinasyonu sağlama, karar alma, uzlaşmazlığı yönetme becerileri ve yöntemler geliştirilmesi	Organizasyonel Liderler, Uzman Kara Kuşaklar, Kara Kuşaklar, Yeşil Kuşaklar, Takım Üyeleri	2-5 gün
Altı sigma ölçümü ve analitik araçlar ( Orta Seviye )	Karmaşık projeler için teknik beceriler, örnekleme ve veri toplama, SPC, İstatistiksel Memnuniyet Testi, Korelasyon ve Regrasyon Analizi, DOE (Temel)	Uzman Kara Kuşaklar, Kara Kuşaklar	2-6 gün
Altı sigma ölçümü ve analitik araçlar ( İleri Seviye )	QFD, İleri İstatistiksel Analiz, DOE, Taguchi Yöntemi	Uzman Kara Kuşaklar, Danışman	Konuya göre değişir
Süreç Yönetimi	Sürecin tanımlanması, girdileri, ihtiyaçlar, ölçüler, kontrol, planlar, parametreler vb.	Süreç Sahibi, Organizasyonel Lider, Fonksiyonel Yöneticiler	2-5 gün

Altı sigma projelerinin yürütülmesinde çoğu kuruluş kendi bünyesinde kara kuşak ve uzman kara kuşak yetiştirmek amacıyla özel eğitimler alırlar. Çok çeşitli eğitim programları tamamlayan uzman kara kuşak ve kara kuşaklar, birkaç günden birkaç haftaya kadar süren eğitimlere tabi olmaktadır. Özellikle kalite alanında kariyer yapan kişilerin yer aldığı projelerde bu kişiler altı sigma alanında yeni beceriler kazanmakta ve kendi bilgi düzeylerini artırmaktadırlar.

Altı sigma bir çok kalite yaklaşımı veya tekniği oluşturmakla birlikte değişkenliği azaltan ve hedeflenen değerlere ulaşan ciddi ve veriye dayalı stratejiler sağlar. Bu stratejilerin doğru bir şekilde uygulanabilmesi ancak iyi bir altı sigma eğitimi almış kişiler tarafından gerçekleştirilir<sup>109</sup>.

#### **2.2.4. Doğru Projelerin Seçimi**

Bir altı sigma girişimi incelendiğinde, üst düzey yöneticilerin en çok gündem dışı bıraktıkları konu proje seçimi olabilmektedir. Çünkü problemleri tespit etmek, üst düzey yöneticiler için çok güç değildir. Buna karşın doğru projeleri seçmek ve onları iyi tanımlamak hiç de kolay değildir. Yanlış tanımlanmış bir altı sigma projesinin olumsuz sonuçları kendini hemen gösterecektir. Proje seçimi kadar önemli diğer bir konu ise proje takibidir. Proje boyunca kaydedilen ilerlemeyi izlemek, değerlendirmek, gerektiğinde kaynak tahsis etmek ve diğer projeler ile ilişkilerini belirleyerek çakışmalarını önlemek ve senkronizasyonunu sağlamak gerekir<sup>110</sup>.

Altı sigma projelerinin seçiminde her birey en kritik ve en kötü yönetilen faaliyetti göz önünde bulundurur. İyi seçilmiş ve iyi tanımlanmış iyileştirme projeleri daha iyi ve daha hızlı sonuçların elde edilmesini kolaylaştırır. Proje seçimini; yönetici ve liderlik eğitimleri, proje miktarı, proje kapsamı, projenin etkinliği ve müşteri odaklılığı gibi temel unsurlar etkiler.

---

<sup>109</sup> Cochrane, Don-Gupta, Praveen, "ASQ's Black Belt Certification-A Personal Experience", Quality Progress, May 2002, Vol: 35, Issue:5, s.33-36

<sup>110</sup> Cebeci, Ufuk-Karaköse, Mehmet Ali, "Altı Sigma Uygulamalarında Yönetimin Rolü ve Etkisi", Önce Kalite ve KalDer Forum Dergisi, Mayıs 2005, Sayı:91, Yıl:13, KalDer Yayınları, İstanbul, s.78

İyi bir proje seçimi sürecin kendisine bağlıdır. Kıdemli yöneticilerin yer aldığı bir proje grubunun oluşturulması ile başlayan proje seçim süreci<sup>111</sup> ;

- a. Proje için gerekli olan kaynakların belirlenmesi,
- b. Bir altı sigma iyileştirme projesinin ne kazandıracığının anlaşılması,
- c. Seçim kriterlerinin tanımlanması,
- d. Uygun projenin seçimi ve tanımlanması aşamalarından oluşur.

#### **a) Proje için gerekli olan kaynakların belirlenmesi**

Her bir süreçte olduğu gibi girdiler, etkili sonuçların oluşumunda anahtar role sahiptir. Proje için gerekli olan kaynakların belirlenmesinde dış ve iç kaynaklar ele alınmalıdır. İhtiyaç duyulan dış kaynaklar; müşteri sesi (VOC), pazarın sesi (VOM), rakiplerle kıyaslama gibi yöntemlerle belirlenebilir. Bu kaynaklar müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılama, pazardaki trendlere hızlı uyum göstermede, rekabet stratejilerini oluşturmada kolaylık sağlar. İç kaynaklar ise, sürecin sesi (VOP) ve çalışanın sesi (VOE) yöntemleri ile saptanabilir. Buradaki amaç; çalışanların, ortakların, müşterinin bakış açıları ile hangi sürecin iyileştirilmesi gerektiği konusunda geri bildirim olarak proje için kaynak oluşturmaktır<sup>112</sup>.

#### **b) Bir altı sigma iyileştirme projesinin ne kazandıracığının anlaşılması**

Altı sigma projelerinin kazançlarının net olarak anlaşılabilmesi için, mevcut durumun tespit edilmesi ve kuruluşun amaçları doğrultusunda neyi hedeflediği belirlenmelidir. Süreçlerde ve işleyişte oluşan herhangi bir engelin veya problemin, kök nedeninin net olarak saptanması ve altı sigma yöntemindeki çeşitli araçların kullanılması ile kuruluşun belirlediği hedeflere ulaşılmış olacaktır<sup>113</sup>.

---

<sup>111</sup> Pande, Peter S.- vd., a.g.e., s.141

<sup>112</sup> a.g.e., s. 142

<sup>113</sup> a.g.e., s. 143

### **c) Seçim kriterlerinin tanımlanması**

Proje seçimindeki zorluklardan bir tanesi, neyin yapılacağı ve neyin yapılmayacağı konusunda anlaşmaya varmaktır. Her problem aynı anda projelendirilip çözülemeyeceğinden altı sigma projelerinin kuruluş tarafından kendi koşullarına bağlı olarak listelenmesi gerekir. Buradaki anahtar kelime “**öncelik**”tir. Kuruluş, kendi öncelikleri doğrultusunda mevcut problemleri sıralamalıdır. En iyi proje seçimi, mevcut ihtiyaçları, yeterliliği ve amaçları karşılayan projelerin tanımlanmasına bağlıdır. Sonuç yararları, fizibilite ve organizasyonel etki gibi üç temel kriter göz önüne alınarak en uygun proje seçilir.

### **d) Uygun projenin seçimi ve tanımlanması**

Etkin bir proje seçim sürecinin son aşamasında seçilen projenin konusu, amacı, proje takımından beklenenler, sağlanması beklenen kazançlar, ölçüm parametreleri net olarak belirlenmelidir<sup>114</sup>. Başarılı bir proje, belirgin ve ölçülebilir bir iyileştirme sağlamalıdır. Başka bir deyişle; proje tamamlandıktan sonra müşteri, proje öncesi ve sonrası arasında belirgin bir fark olduğunu hissedebilmelidir.

## **2.2.5. Proje Takımının Oluşturulması**

Altı sigma projelerinin başarıya ulaşması isteniyorsa, öncelikle doğru insanların seçilmesi gerekmektedir. Altı sigma uygulanmaya karar verildiğinde kuruluş içinden bir şampiyon tayin edilmelidir. Şampiyon üst düzey bir yönetici olmalıdır, fakat uzman kara kuşak veya kara kuşak eğitimi almasına gerek yoktur. Şampiyon, proje takımının oluşturulması ile işe başlar. Proje takımı, organizasyonel yapıdaki çapraz fonksiyonlardan sorumlu kişilerden oluşturulmaya çalışılır. Farklılık yaratmayı isteyen ve takım çalışmasına yatkın kişiler proje grubuna seçilir. Seçimde dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri, sadece mühendislerin ve kalite bölümünde çalışan kişilerin değil, süreç ile ilgili diğer kişilerin de seçilmesidir<sup>115</sup>.

---

<sup>114</sup> a.g.e., s. 146-147

<sup>115</sup> Gross, John M., a.g.m., s. 25

Genel olarak altı sigma proje takımı; bir uzman kara kuşağın danışmanlığında, Kara Kuşağın liderliğinde, yeşil kuşaklar ve diğer destekleyici ekip üyelerinden oluşan 6-8 kişilik bir grubu kapsar. Takım, proje süresince periyodik toplantılar yaparak projenin düzgün ilerlemesi için çeşitli kararlar alır. Proje takımı ile üst yönetim arasındaki iletişimi şampiyon veya yönetim temsilcisi sağlar.

#### **2.2.6. Yeterli Kaynak Yatırımının Yapılması**

Proje takımı tarafından doğru projenin seçilmesi aşamasında; projenin amacı, kullanması gereken teknikleri, araçları, proje ile çözülmek istenen problem, projenin kapsamı, projeyi etkileyebilecek girdiler, çıktılar, süreçler ve projenin tamamlanması ile etkilenmesi beklenen çıktılar, süreçler gibi bir çok unsur göz önüne alınarak proje için ne tür kaynaklara ihtiyaç duyulduğu tespit edilir.

Genel olarak bakıldığında bir altı sigma projesinin başarılı olabilmesi için kullanılması gereken kaynaklar; insan kaynağı, finansal kaynak, bilgi kaynağı, bilişim teknolojileri gibi sıralanabilir.

Altı sigma uygulamalarının sonuca ulaşmasında ve başarısında en çok etki eden kaynak, **insan kaynağıdır**. Projede takımının oluşturulması bölümünde de vurgulandığı gibi doğru insanların projede yer alması gerekmektedir. Altı sigma uygulamalarında kullanılan insan kaynağı, projeyi yürütecek takım ile sınırlıymış gibi görünse de aslında kuruluştaki tüm çalışanları kapsar.

Projelerinin başlatılması ve olumlu kazançlar sağlayacak şekilde sonuçlandırılabilmesi için özellikle üst yönetimin önemseydiği kaynaklardan ilki **finansal kaynaklardır**. Üst yönetim, ne kadar bir finansal yatırıma ihtiyaç duyulduğunu belirleyerek proje sonucunda sağlanması beklenen finansal kazançla karşılayacaktır. Genellikle doğru uygulanan her altı sigma projesi, yatırılan finansal kaynağın geri dönüşünü sağlamakla birlikte büyük oranlarda kar sağlamaktadır. Yatırımların ne oranda dönüşünün sağlanacağı ve ne kadar bir kar elde edileceği ise kuruluştan kuruluşa değişim göstermektedir.



Özellikle imalat, sistem ve hizmeti kapsayan bir çok örnekte, en önemli kaynaklardan bir tanesi de **bilgi kaynağıdır**. Bilgi kaynakları iç ve dış kaynaklı olabilmektedir. Sadece altı sigma projelerinde değil diğer tüm faaliyetlerde de önemli bir yer tutan bilgi kaynağı, diğer kaynaklardan farklı olarak miktarı arttıkça hedefe ulaşmayı da kolaylaştırabilmektedir. İç kaynaklı bilgiler, kuruluşun kendisinde hali hazırda mevcut olan kaynaklardır. Her bir kuruluş, az da olsa deneyime ve teknik araştırma bilgisine sahiptir. Danışmalar da altı sigma projelerinin özellikle başlangıç aşamalarında kullanılan dış kaynaklar arasında sayılabilir. Bunun dışında, rakipler ve piyasa koşulları da önemli dış kaynaklar arasında sayılabilir<sup>116</sup>.

**Bilişim teknolojileri**, teknik destek sağlama açısından önemli kaynaklardan bir tanesidir. Diğer kaynakların etkin kullanımını destekleyici niteliktedir. Altı sigma istatistik ağırlıklı bir yaklaşım olması nedeni ile bu kaynak önem arz eder. Altı sigma araçlarının kullanımını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen Minitap programı, altı sigma uygulayan her kuruluş tarafından kullanılmaktadır. Projenin başlangıcında bu programın temin edilmesi gerekmektedir.

### 2.2.7. Sürdürülebilirliğin Sağlanması

Altı sigma uygulamalarının sürdürülebilir olması için, çok iyi bir proje yönetim örgütlenmesine gerek vardır. Kuruluşlarda yürütülen altı sigma çalışmalarında ilk kara kuşak ve yeşil kuşak projelerinin somut iş sonuçlarına ulaşması, iş sonuçlarının tüm çalışanlar tarafından takdirle karşılanması kritik önem taşımaktadır. Bu nedenledir ki altı sigmaya başlamadan önce ciddi alt yapı çalışmaları yapılmaktadır. Alt yapı çalışmalarında geliştirilen, şirkete özel uygulama planları metodolojinin devamlılığının da temellerini oluşturmaktadır<sup>117</sup>.

Sürdürülebilirliğin sağlanması, alt yapının oluşturulması için gerekli olan koşullar arasında en kritik olanıdır. Altı sigma uygulamalarının son adımını oluşturan bu koşul, başarının sadece o proje ile sınırlı kalmasını engelleyerek bütünsel açıdan kuruluşun başarılı olmasını kolaylaştırmaktadır.

---

<sup>116</sup> George, Elliott, a.g.m, s.30-35

<sup>117</sup> S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., a.g.e., s. 76

Toplam Kalite Yönetiminin temel kavramları arasında yer alan sürekli iyileştirme ve gelişim için, süreklilik ve devamlılık koşulunun kesinlikle sağlanması şarttır. Aksi takdirde çok önemli kazançlar sağlanan iyileştirme projelerinin zamanla sağladığı katkılar ortadan kalkarak zaman, para ve insan gücü boş yere harcanmış olacaktır.

Sürdürülebilirliğin sağlanmasında vurgulanan önemli noktalardan bir tanesi, kuruluş içi altı sigma eğitimlerinin devam ettirilmesi ve yeni kara kuşak, yeşil kuşak adaylarının kazanılmasıdır. Eğitimlerin devam ettirilmesi ile problem çözme yeteneği güçlü olan değişim ajanlarının sayıları artırılmalıdır. Eğitimlerin devamlılığı kuruluşun tüm çalışanlarının altı sigma yaklaşımını benimsemesinde kolaylaştırıcı rol oynar. Genellikle bu eğitimler; ileri istatistiksel yöntemleri, yalın üretimi, tasarımı ve tedarik zinciri yönetimini içerir<sup>118</sup>.

Altı sigmanın yararlarının kalıcılığını sağlamak için, oluşturulan bilgi alt yapısının sürekli kullanılıyor olması gerekir. Bir altı sigma projesinde toplanan verilerin saklanması ve kullanılan bilgi alt yapısının devamlılığının sağlanması daha sonraki dönemlerde yürütülecek projelerin sağlıklı ve tutarlı olarak yürütülmesinde etkili olacaktır<sup>119</sup>.

### 2.3. Altı Sigma Uygulama Örnekleri

Birinci bölümde değinildiği gibi ilk olarak Motorola'da 1980'li yıllarda ortaya çıkan Altı Sigma Yaklaşımı, kısa sürede dünyanın önde gelen General Electric, Johnson & Johnson, Nokia, Siemens, Bosch, Ericson, Kodak, Hyundai, Honda, Xerox, 3 M, Boeing vb. gibi büyük kuruluşlar tarafından uygulanmaya başlanmış ve önemli kazançlar sağlanmıştır.

Altı sigma yaklaşımının büyük kuruluşlar tarafından uygulanması, bu yaklaşımın küçük ve orta ölçekli kuruluşlar için uygun olmadığı ve gerçekçi olmadığı görüşünü oluşturmuştur. Kara kuşak uygulama yaklaşımı KOBİ'lerde ihtiyaç

---

<sup>118</sup> Gross, John M., a.g.m., s. 29

<sup>119</sup> Kendall, Jenny – Fulenwider, Donna o., "Six Sigma, E-Commerce Pose New Challenges", Quality Progress, July 2000, Vol:33, Issue: 7, s.37

duyulmayabilir. Bunun yerine “Altı Sigmaya Altı Adım” adlı bir yayılım modeli uygulanabilir. Bu modelle, KOBİ’ler daha az maliyetlerle daha iyi yönetilebilen küçük çaptaki adımlarla altı sigma yaklaşımını organizasyonlarına uyarlamaya çalışırlar. Bu model, özellikle sarı kuşak projeleri gibi yürütülmesi kolay daha az karmaşık projelerin uygulanmasını sağlar. Bu projeleri ise kuruluşlar, yayılım modelindeki adımları izleyerek uygulayabilirler. Yönetim kadrosunun oluşturulması, uygulama planının oluşturulması, altı adımda altı sigma sürecinin, metodolojisinin ve araçlarının açıklanması, başlıca eğitimlerin alınması, sarı kuşak projelerinin yürütülmesi gibi adımları içeren bu modelle; KOBİ’ler büyük yatırımlar yapmaksızın önemli iyileştirmeler yapabilmektedir. Altı Sigma yaklaşımını uygulanan büyük ölçekli bir kuruluş en az yaklaşık altı aylık veya bir yıllık bir süreçte kazançlar sağlayabilirken, KOBİ’lerde yatırımların geri dönüşünü sağlamak ve başarılar elde etmek daha hızlı olabilmektedir<sup>120</sup>.

Bu bölümde çeşitli kuruluşların altı sigma uygulamaları ele alınarak süreçlerde yapılan iyileştirme çalışmaları kısaca anlatılmıştır.

### ***Süspansiyon Geliştirme Sürecinde Altı Sigma***

Bu uygulamada tedarikçi bir otomobil parça üreticisinin; yeni model bir araba için süspansiyon geliştirme sürecinde en iyi kalite ile üretim yapılması amaçlanmıştır. Tedarikçi firmanın ana müşterisi olan otomobil üreticisi firma, tüm kriterler için süreç yeterlilik ( Cp ) ve süreç etkinlik ( Cpk ) değerinin 1,667 olmasını şart koşmuştur.

$$C_p = \frac{\text{Üst Spesifikasyon Limiti} - \text{Alt Spesifikasyon Limiti}}{6\sigma}$$
$$C_{pk} = \left( \frac{\text{ÜSL} - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - \text{ASL}}{3\sigma} \right)$$

---

<sup>120</sup> Davis, Arthur G., “Six Sigma for Small Companies”, Quality Troy, November 2003, Vol:42, Issue:11, s. 20

Başlangıç çalışmasında tedarikçi firma süreçlerinin müşterisi olan üretici firmanın standartlarını karşılayamadığı gözlenmiştir. Proje takımı bu problemi proje konusu olarak ele almış ve DMAIC sürecini kullanarak çözmeye çalışmıştır.

*Tanımlama Aşaması* : Problem, uygun olmayan sürecin aşırı değişkenlikten dolayı kalite standardını karşılamada yetersiz kalmasıdır. Projenin amacı; değişkenliği azaltmak, süreç yeteneğini yeniden ölçmek ve talep edilen müşteri beklentisinin de üzerine çıkmak.

*Ölçme Aşaması* : Süreç haritası, Öncelikler matrisi, Ölçüm sistemleri analizi ve FMEA gibi araçlar kullanılmıştır. Ardışık pres yükleme ve yüklememe işlemlerinin standartlaştırılmasına, ölçüm yöntemlerine yatırım yapılmasına ve bu yöntemlerin eğer mümkünse iyileştirilmesine karar verilmiştir. İyileştirme aşaması için alternatifler belirlenerek öncelik listesi oluşturuldu.

*Analiz Aşaması* : Başlangıçtaki 125 tane yeterlilik ölçüsü gözleme çalışmalarında kullanılmıştır. Yükleme sıralamasını yapan farklı operatörler analiz edilmiştir. Bulgular iyileştirme aşamasına taşınmıştır.

*İyileştirme Aşaması* : Kritik süreç karakteristiklerini etkileyen beş değişken iyileştirildi. Deney tasarımından önce ( DOE ) maksimum 0,326 mm olan değişkenlik iyileştirme çalışmaları ile 0,244mm'lik maksimum değişkenliğe indirildi. **Değişkenlik % 74 oranında azaltıldı.**

*Kontrol Aşaması*: FMEA ve diğer takip ve izleme araçları ile süreç periyodik denetlenmektedir.

Sonuç olarak; süspansiyon üretim süreci en uygun hale getirilerek süreç yeterliliği sağlandı. Böylece tedarikçi firma pazarda rekabet avantajı kazandı<sup>121</sup>.

### ***Yatırım Yönetim Şirketinde Altı Sigma***

Pennsylvania eyaletinde “The Vanguard Group” adlı yatırım yönetim şirketi yönetim tarzında ciddi ve disiplinli bir değişim gerçekleştirmek amacıyla 2000 yılında

---

<sup>121</sup> Hughes, Thomas, “*The Secrets of Six Sigma*” , <http://www.uniworldconsulting.com>, Uniworld Consulting Inc., 12.11.2004

altı sigma uygulamalarına başlamıştır. 10 bin çalışanı olan bu şirkette birkaç yıl öncesinde hızlı büyümenin yaşanması, yönetim takımının hesaplama konusunda yetersiz kalması ile sonuçlandı. Süreçler için ilave matriclere ve ölçümlemeye ihtiyaç duyulduğunun farkına varıldı. Altı sigma uygulanmasına karar verilerek “Vanguard Eşsiz Mükemmelliği” (VUE) olarak adlandırdıkları bir tüketim yaklaşımı oluşturdular. VUE, müşteri ihtiyaçları ve iş performansı hakkında veriler toplayan ve raporlayan bilgisayar tabanlı bir programdır. Tüm yöneticiler tarafından tanımlanan stratejiler panolara yazılarak özellikle performansı, ölçümleri etkileyen çalışanların yanlarına konuldu. Bu panolar sürekli olarak güncellenerek iyileştirme çalışmalarının sonuçlarının etkin takibi sağlandı. Örneğin telefonlara cevap veren bir kişinin müşteri ile olan diyaloglarındaki spesifik konular panolardan takip edilebildi. Performansın sonuçlara etkilerinin birebir takibini kolaylaştıran bu panolar, çalışanların altı sigmanın sadece yönetimin söylevi olmadığını anlamlarını sağladı<sup>122</sup>.

### ***İnsan Kaynakları Fonksiyonunda Altı Sigmanın Yayılımı***

Bir kuruluş, birincil olarak sürekli iyileştirme yaklaşımı içerisinde performans ölçülerini, insan kaynakları sürecini yürütmek ve geliştirmek; ikincil olarak kuruluşta iş güvenliği sağlamak, kalifiye insan kaynakları elemanı sayısını artırmak, yetkilendirilmiş ve yüksek performanslı takımlar oluşturmak amacıyla uygulanmaya başlanmıştır.

Kuruluşta altı sigma; karar vermeye dayalı olarak önceliklendirme, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol aşamaları ile uygulanmaya çalışılmıştır. İnsan kaynakları bölümünde çalışanlar, ilk olarak sağlanan hizmetlerin tanımlanması ve önceliklerine göre sıralanması ile işe başlamışlardır. Müşteriler tanımlanmış ve onlar için hangi hizmetlerin önemli olduğu saptanmıştır. Maliyetlere, kaliteye, zamana ve insan etki eden performans ölçümleri seçildi. Analizler, insan kaynakları süreç haritasının geliştirilmesi ile başladı. İletişim, doğal kaynaklar, ödüllendirme ve gelişim analiz edilmesi gereken ilk süreçler olarak tespit edildi. Herhangi bir imalat sürecine uygulanan standart süreç analiz araçları uygulandı. Takım, performans ölçüm kriterlerini aşağıdaki konuları göz önüne alarak belirledi:

---

<sup>122</sup> Gale, Sarah Fister, “*Building Frameworks for Six Sigma Success*”, <http://www.workforce.com>, Mayıs 2003, s.67

- İnsan kaynaklarının iş stratejileri ile uyumlu olması
- Kalite ölçüm kriterlerinin tanımlanması
- Maliyet ölçüm kriterlerinin tanımlanması
- Zaman ölçüm kriterlerinin tanımlanması
- Organizasyonel değer
- Bireysel değer
- Kolay anlama ve hatırlama

Saptanan kriterler doğrultusunda bulunan en uygun iyileştirme çözümleri, gelişmeler ve faaliyetler, insan kaynakları veri tabanına konularak ilerlemeler takip edilmiştir. Bu veri tabanında aynı zamanda girdiler, çıktılar ve aralarındaki korelasyon takip edilmiştir. Bir çalışan için insan kaynakları fonksiyonunun maliyeti 18 ay içerisinde %34 oranında düşmüş, eskisinden daha iyi hizmet sağlanmış buna karşılık maliyetler 250.000 £ azalmıştır. İnsan kaynakları sistemi, önleyici faaliyetler ile problemlerin yeniden oluşumunu minimum kılar hale gelmiştir. Çalışanların ürettiği özellikle iletişim alanındaki öneriler uygulamaya konularak hem çalışanların motivasyonu ve katılımı sağlanmış hem de problemi yok eden çözümler geliştirilmiştir<sup>123</sup>.

#### **2.4. Altı Sigma Yaklaşımının Başarısızlık Nedenleri**

Altı sigma yaklaşımının uygulanmasında kuruluştan kuruluşa farklılıklar olabileceğinden, yaşanabilecek zorluklar da farklılık gösterebilmekle birlikte; genel olarak bakıldığında her kuruluş için ortak nedenlerin var olduğu görülebilir.

Altı Sigmanın anahtarı kullanılan istatistiksel araçlardır. Süreç iyileştirme için kullanılan teknik araçlar stratejik düşünce ve aksiyonla birleştirilir. Ancak, etkili bir süreç yönetimi ile maliyetler azaltılır. Stratejik düzeyde ve proje düzeyinde altı

---

<sup>123</sup> Wyper, Bill – Harrison Alan, “*Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: A Case Study*”, *Total Quality Management*, Vol:11, 2000, s.723-726

sigmanın ciddi ve disiplinli bir şekilde uygulanması gereklidir. Dolayısıyla süreç yönetimini uygulayamayan, tam anlamıyla ne amaçla yürütüldüğünü kavrayamayan ve altı sigma çalışmalarını disiplinli ve planlı bir şekilde yürütmeyen kuruluşlar başarısız olmaktadır. Kuruluşların karşılaştığı ilk ve öncelikli zorluklar arasında; istatistiksel bilgiye sahip çalışanların olmaması, kuruluş teknolojisinin ileri istatistiksel araçları destekliyor olmayışı olarak sıralanabilir<sup>124</sup>.

Altı sigma yaklaşımının başarısız olmasındaki diğer bir neden bu yaklaşımın özellikle maliyetlerin azaltılması için uygulanmasıdır. Altı sigma önemli yatırımlar gerektiğinden çoğu yöneticiler altı sigmaya önyargılı olarak bakabilmekte ve yatırımların daha büyük oranlarda geri dönemeyeceğini düşünmektedirler. İyileştirme çalışmalarının, iş tanımının bir parçası olarak kabul edilmemesi de diğer bir başarısızlık nedenidir.

Bir kuruluş altı sigma yaklaşımını tüm çalışanlarıyla benimser ve gerekli alt yapı hazırlanarak problemin kök nedenini çözecek doğru projeler seçerse uygulamanın başarısız olma olasılığı çok düşüktür. Bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanmasında bu bölümde açıklanan alt yapı koşullarının tam olarak sağlanması gerekmektedir. Aksi takdirde proje olması gerekenden farklılık göstererek başarısızlıkla sonuçlanabilir.

---

<sup>124</sup> Eckes, George, The Six Sigma Revolution : How General Electric and Others Turned Process Into Profits, John Wiley & Sons Inc., Canada, 2001, s. 244

## **3. BÖLÜM**

### **UYGULAMA**

#### **3.1. Araştırmanın Amacı**

Günümüz rekabet koşullarında hangi sektörde olursa olsun müşteri beklentilerini aşan ve ihtiyaçlara rakiplerinden de çabuk cevap veren kuruluşlar sürdürülebilirliği sağlamaktadır. Başarılı sonuçlara ulaşabilmek için olabildiğince az hataya tolerans tanınmalıdır. Bu nedenle tüm sektörlerde geçerliliği olan altı sigma yaklaşımı özellikle ülkemizde otomotiv sektöründe daha yoğun bir ilgi ile karşılanmıştır. Hatalı bir ürünün insan hayatı için daha belirgin olumsuz sonuçlar doğurabileceği gerçeği, altı sigma yaklaşımının otomotiv sektöründe kullanılması gereken olmazsa olmaz yöntemler arasında yer almasını sağlamıştır. Toplam Kalite Yönteminde vurgulanan “sıfır hata”ya ulaştıran en yakın yöntem olması nedeni ile altı sigma yaklaşımı büyük ve önemli kazançlar sağlamaktadır.

Altı sigma yaklaşımının tanımı yapılarak, ilk defa altı sigma projelerini uygulamak isteyen kuruluşlara nasıl bir alt yapı oluşturulması gerektiğine ilişkin önerilerin yer aldığı bu çalışmada; otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluşun projesi, örnek bir uygulama olarak ele alınmıştır. Yaklaşımı ilk defa uygulayacak kuruluşlara rehber niteliği taşıması amacıyla hazırlanan çalışmanın uygulama bölümünde ele alınan proje, kuruluş tarafından uygulanan ilk altı sigma projesidir.

Bu araştırmada amaç, altı sigma yaklaşımını ilk defa uygulayacak kuruluşlara örnek bir olay sunmaktır. Altı sigma yaklaşımının benimsenmesi, altı yapının oluşturulması ve uygulanması konusunda; neler yapılması ve nasıl yapılması gerektiği örnek uygulama ile aktarılmaya çalışılmıştır.



### **3.2. Araştırmanın Kapsamı**

Otomotiv yan sanayiinde faaliyet gösteren kuruluşun müşterileri arasında Türkiye'nin önemli otomobil üreticileri yer almaktadır. Koltuk retimi yapan kuruluşun temel hedefleri arasında hatasız üretim yapmak gelmektedir. İlk seferinde doğru ürün üretilmesi gerekliliğini benimseyen kuruluş için; müşteri ihtiyaç ve beklentileri de son derece önemli başarı kriterleri arasında yer almaktadır. Müşterinin sesi, kuruluş için ciddi girdiler sağladığından müşteri Şikayetleri düzenli ve sistematik olarak takip edilmektedir.

Kuruluşta, altı sigma yaklaşımının uygulanma gerekliliği, kendilerine gelen müşteri Şikayetleri sonucunda verilmiştir. Müşterilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda Şikayetlerin giderilmesi için uygulanabilecek en iyi yöntemin altı sigma olduğu üst yönetim tarafından kararlaştırılmıştır. Bu nedenle ilgili bölümlerde çalışan ve projeyi yürütmesi düşünülen kişilerin eğitim alması ile işe başlanmıştır. Bu nedenle kuruluş bir hazırlık aşamasından geçmiştir.

### **3.3. Hazırlık Aşaması**

Hazırlık aşaması aslında, Altı Sigma yaklaşımını uygulama kararı ile fikirsel olarak başlamıştır. Müşteri Şikayetlerinin yönlendirdiği bu karar, süreç sahibi başta olmak üzere kuruluşun üst yönetimi ve ilgili çalışanların karşılıklı görüş alış verişleri sonucunda verilmiştir.

Projeye başlamadan önce, müşteri Őikayetinin oluştuğu süreç sahibi ve ilgili çalışanlardan kurulu bir takım oluşturulmuştur. Takım yeleri, önde gelen bir otomobil üreticisi kuruluşta altı sigma çalışmalarını yürüten uzman kara kuşaktan "6 Sigma Tanıtım Semineri" konulu bilinçlendirme eğitimi almıştır.

Altı Sigma Tanıtım Semineri,

- Altı Sigma Nedir ?
- Altı Sigmada Roller ve Görevler
- Örnek Proje Uygulamaları
- Altı Sigma Uygulama Stratejileri konularını kapsamıştır.

Kuruluş üst düzey yöneticileri, bu tanıtım seminerinde yönetim sorumlulukları olarak anlatılan; hedef belirlemek, hedefleri yaymak ve hedefleri yerine getirmek için donanım sağlamak gibi sorumlulukları kendi kuruluşları içinde oluşturmuşlardır.

Kuruluşun hazırlık aşaması; alt yapı oluşturma, gerekli altı sigma temel eğitimlerini alma, proje havuzunu oluşturma, bu projeler için teknik ve finansal yatırım miktarlarını araştırma, bilgilerin raporlanarak uygun olan projenin seçimi adımlarından oluşur.

### 3.4. Uygulama Aşaması

Kuruluş, projenin uygulanması öncesinde alt yapının oluşturulması için gerekli koşulları sağladıktan sonra projeyi uygulama aşamasına geçmiştir. Proje, gelen şikayetler doğrultusunda belirlenmiştir.

**Projenin Adı :** X76 Boya Problemleri

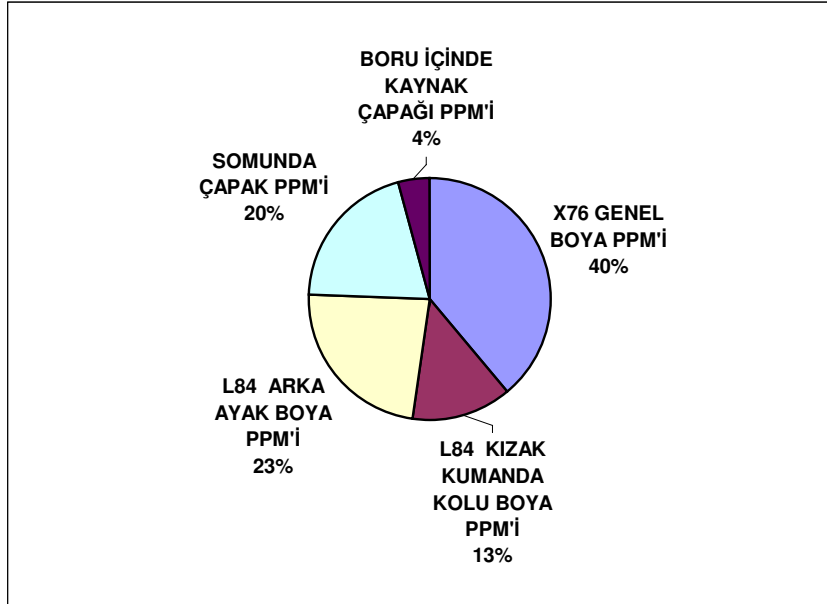
**Süreç Sahibi :** Özgür ŞİMŞEK ( Yeşil Kuşak ) / BU1 Kalite Şefi

**Proje Üyeleri :**

Üye 1	Abdullah Gürsel	BU1 Metod Sorumlusu
Üye 2	Adnan Yazıcı	BU1 Üretim Şefi
Üye 3	Alaaddin Seyhan	Proses Kalite Teknisyeni
Üye 4	Hasan Kaya	Boya Metod Sorumlusu
Üye 5	İhsan Kandemir	Boyahane Sorumlusu
Üye 6	Zeynep Kındı	Finansman

### 3.4.1. Tanımlama

Hazırlık aşamasında gerekli eğitimleri alan proje takımı, uygulama aşamasında özellikle müşteri şikayetleri üzerine yoğunlaşarak en sık oluşan problemi saptamak ve bu problemi proje kapsamına almak için çeşitli toplantılar yaparak beyin fırtınası ile şikayetlere neden olabilecek problemleri sıralamışlardır. Konuya ilişkin mevcut verilerden yararlanılarak çeşitli analizler yapılmış ve saptanan hataların oranları bulunmuştur. Grafik.1, proje takımının yaptığı analizler sonucunda hata türlerini ve oranlarını göstermektedir.



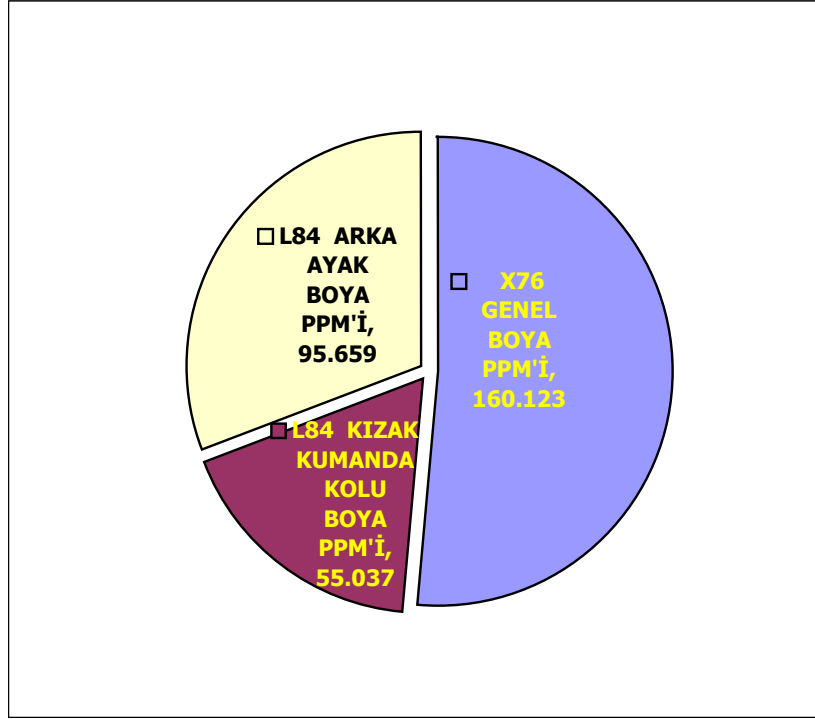
**Grafik.1 : İade ve Kalite Duvarı Analizi Sonuçları**

Grafik.1'den de anlaşılacağı gibi iadelerin %76'lık bölümü boyama işleminde oluşan hataları, %24'lük bölümü ise üründeki çapak hatalarını kapsamaktadır. Bu nedenle proje takımı özellikle boyahane bölümü üzerinde çalışmalarını detaylandırmıştır. Proje takımı tarafından boyama hatalarına ilişkin hata türleri

sıralanmış ve PPM değerleri bulunmuştur. PPM ( milyonda hata olasılığı ), aşağıdaki gibi formüle edilebilir<sup>125</sup>.

$$PPM = \left( \frac{\text{Toplam Hata Sayısı}}{\text{Toplam Ürün Sayısı}} \right) * 10^6$$

Proje takımı, Ocak- Ağustos dönemi kümülatif boya PPM değerlerini Grafik.2'de olduğu gibi belirleyerek problemin büyüklüğü hakkında bilgi edinmiştir.



**Grafik.2 : Ocak – Ağustos Kümülatif Boya PPM Değerleri**

Grafikten de anlaşılacağı gibi; müşteri şikayet ve iadeleri sonucunda belirlenen karkaslarda yaşanan boyama hatalarının %50'sinden fazlasını, X76'daki genel boyama problemleri oluşturmaktadır.

<sup>125</sup> Ataş, Berna, Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı Isıtıcı Üretim Sürecinde Bir Uygulama, 2001, s. 14

Müşteri şikayetlerinin %50'sinden fazlasını oluşturan X76 Renault Kangoo Karkas üretimi hammadde girişi ile başlamaktadır. Konveyöre yüklenen hammaddeler talimatlarla yağlama ve fosfatlama işlemine tabi tutulmaktadır. Daha sonra yeniden fosfatlama işleminden geçirilen ürün pasivasyon uygulanarak hava duşuna gönderilir. Hava duşu uygulanan ürünler boyama işlemine alınarak pişirme işlemi için hazırlanır. Pişirme işlemi sonrasında konveyör boşaltılarak yerlere dizilen ürünler kalite duvarı dikkate alınarak değerlendirilir. Ürün, kalite kriterleri içerisinde ise partnerci tarafından %100 kontrolü yapılarak paketlenir. Kalite duvarı dışında olan ürünler sürecin ikinci adımını oluşturan konveyöre yükleme işlemine yeniden dönülerek süreç akışındaki işlemler yeniden uygulanır. Partnerci tarafından yapılan %100'lük kontrol sırasında belirlenen kusurlu ürün ise, arabalara yüklenerek yeniden işleme tabi tutulur. Şekil.8 kuruluşun altı sigma projesini uygulamadan önceki süreç akış haritasını göstermektedir.

Boyahanede, X76 ve L84 için 3 vardiya kalite duvarı işçisi ve bir vardiya partnerci çalışmaktadır. Çıkan hatalar, operatör hatası ve metod hatası olarak ikiye ayrılmıştır. Boyahaneye giren yaklaşık her (X76+L84) yüz parçadan 4'ü ya yeniden boyama işlemine tabi olmakta, ya rötüş olmakta ya da ıskartaya ayrılmaktadır.

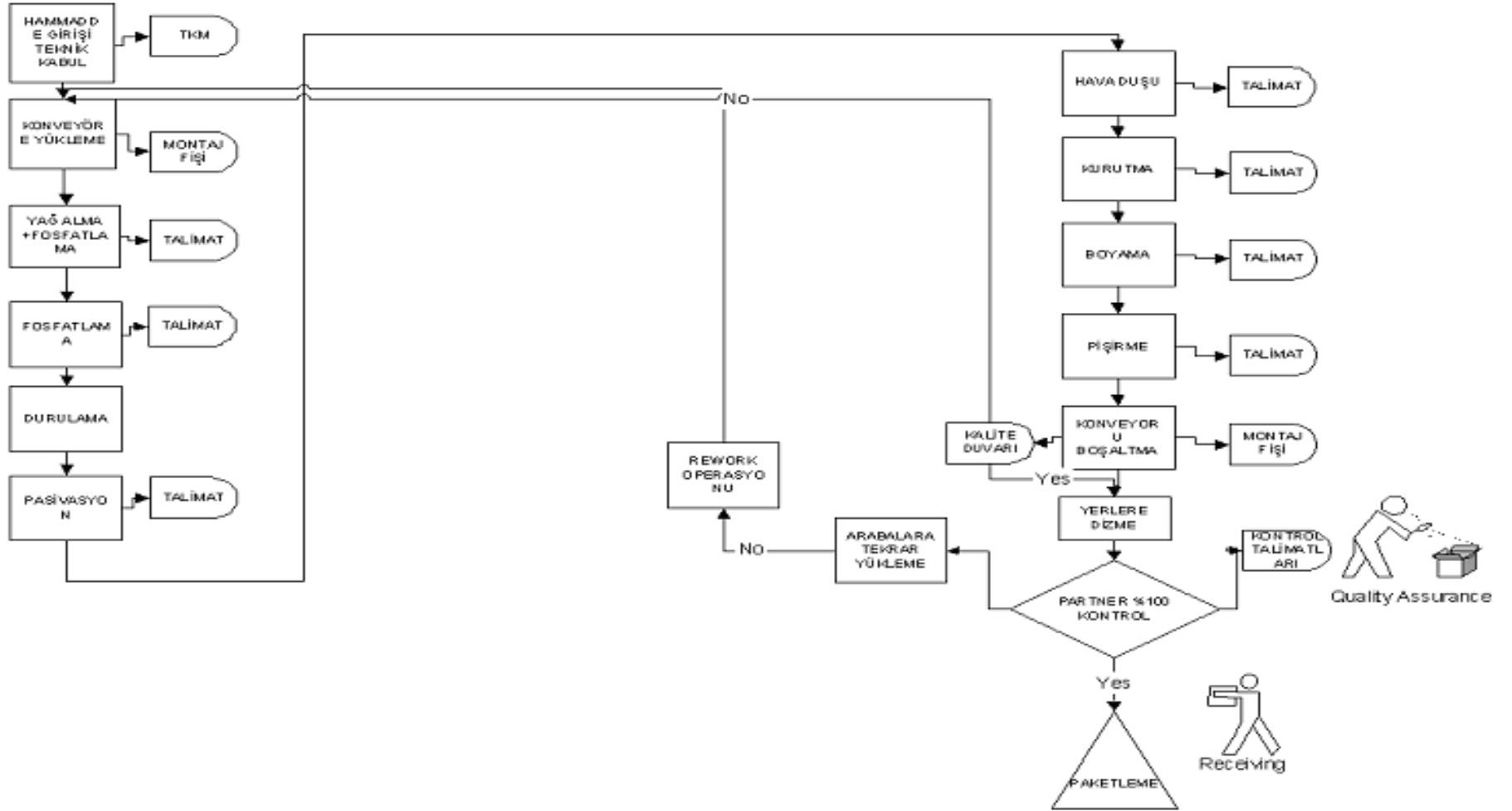
Analizlere dayalı olarak elde edilen bulgular doğrultusunda Altı Sigma Proje Takımı projeye konu olan problemi aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

**PROBLEMİN TANIMI:** *X76 Renault Kangoo Karkaslarının müşteri iadeleri ve Kalite Duvarı iadeleri sonucu oluşan Ocak-Ağustos ayı kümülatif PPM'i 160.123, aylık PPM ise 189.895'tir. Ürünün müşteri iadelerine ve PPM'e bağlı yıllık maliyetleri çok yüksektir.*

Proje takımı, problemi tanımladıktan sonra müşterinin talep ettiği kalite özelliklerini de dikkate alarak kuruluşa ait kritik kalite özelliklerini; maliyet, müşteri memnuniyeti, imaj ve çalışanların memnuniyeti olarak belirlemiştir. Kritik kalite özelliklerinin belirlenmesi ile problemin giderilmesi için yürütülecek olan projenin hedefi de belirlenmiştir.

**PROJENİN HEDEFİ :** *X76 karkaslarının PPM değerini ( milyonda hata olasılığı ) 160.123'ten 5.000' e düşürmek ve kalitesizlik maliyetini %80 azaltmak.*

Şekil.8 : X 76 Renault Kangoo Süreç Haritası



Proje takımı, tüm analiz sonuçları doğrultusunda belirlenen problemin tanımını, projenin hedefini, bu hedefe ulaşılması için gerekli maliyetleri ve yatırımları öngörerek üst yönetim ile paylaşmıştır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi saptanan proje hedefi göz önüne alınarak problemin giderilmesi için hangi stratejilerin izlenmesi gerektiği, ne tür aksiyonların alınması gerektiğine ilişkin proje takımı çeşitli kararlar almak zorundadır. Bu nedenle problemin giderilmesi için problemin nedenlerinin proje takımı tarafından listelenmesi ile işe başlanmıştır. Diğer tüm yöntemlerde olduğu gibi proje takımı nedenleri bulabilmek için Balık Kılçığı yöntemini kullanarak çevre, insan, metod, malzeme ve makine açısından çeşitli nedenleri belirlemiştir. Şekil.9 Balık Kılçığı yöntemi kullanılarak belirlenen nedenleri göstermektedir.

Altı Sigma yaklaşımında benimsenen  $Y = f(x)$  denklemi göz önünde bulundurularak proje takımı balık kılçığı yönteminde listelenen beş temel nedenden metoda ilişkin sıralanmış nedenleri öncelikli olarak ele almıştır. Burada ( Y ) ile X76 sırt ve oturak karkası üzerindeki boya problemleri temsil edilmektedir. Bu problemin oluşumunda 11 farklı hata ile karşılaşmıştır. Bu hata tipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

X1=BOYALI CİVATA

X2=PORTAKALLANMA

X3=SU AKMASI

X4=BOYASIZLIK

X5=ÇİZİK

X6=YAĞ AKINTISI

X7=BOYA KALINLIĞI

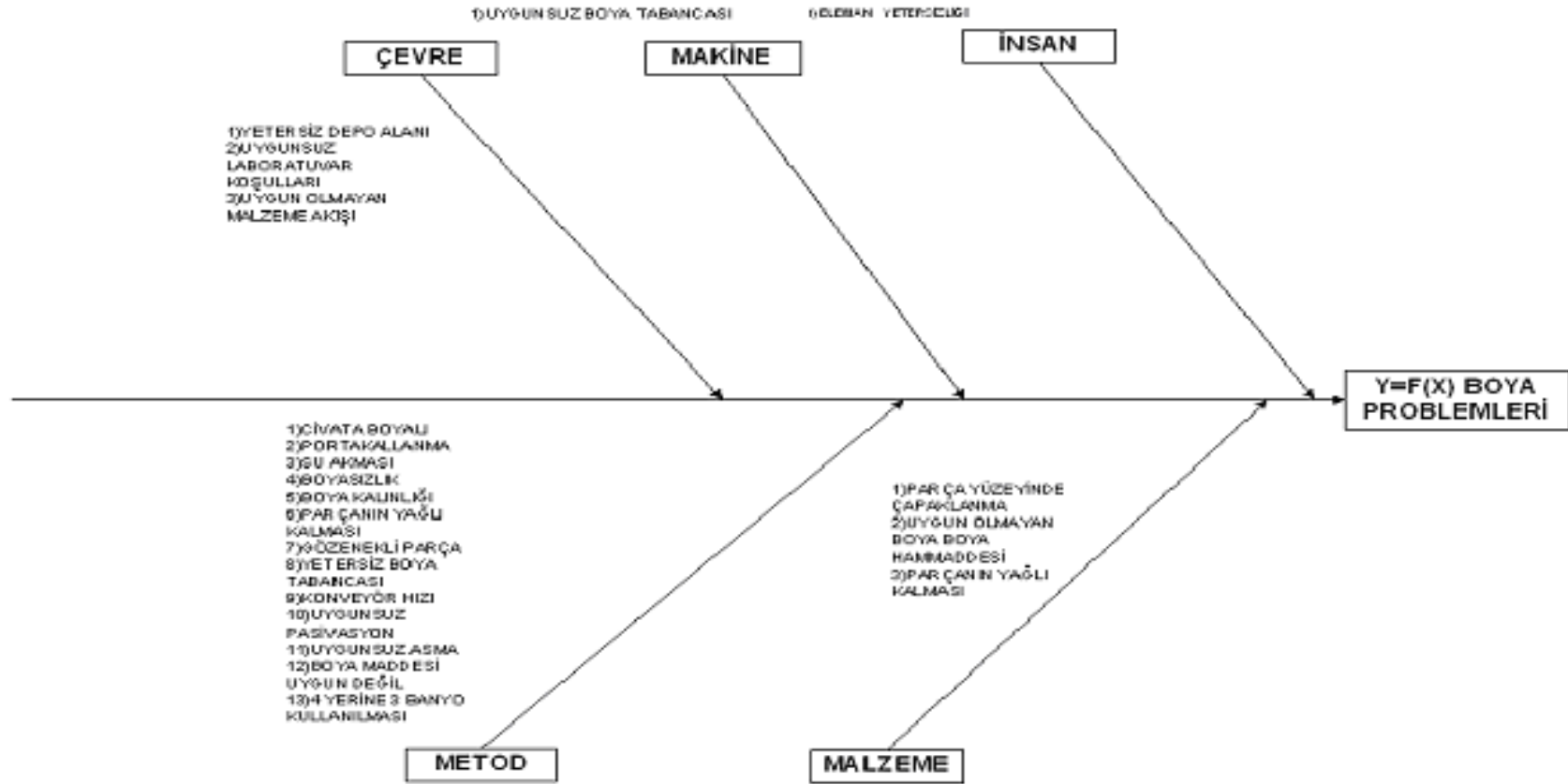
X8=PARÇANIN YAĞLI KALMASI

X9=CİVATALARDA PLASTİK

X10=UYGUN OLMAYAN BOYA MADDESİ

X11=PARÇA YÜZEYİNDE ÇAPAKLANMA

Şekil.9: Balık Koluğu Yöntemi





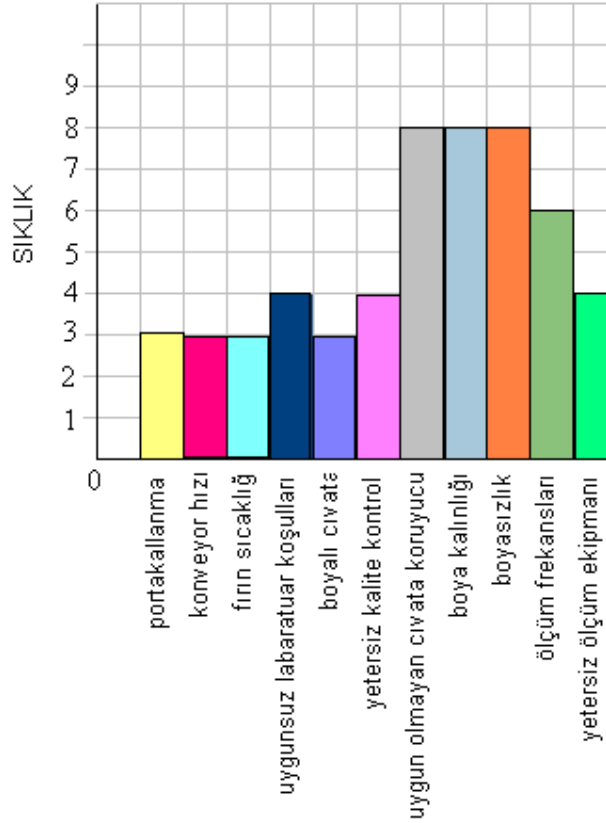
Proje takımı tarafından saptanan nedenlerin önem dereceleri ve oluşum sıklıkları hesaplanmıştır. Proje takımı, probleme neden olan çok sayıda hatanın her birisine ayrı ayrı 1 ile 9 arasında rakamlar vererek önem derecelerini oluşturmuştur. Önem derecelerinin belirmesinde izlenen yöntemle, en önemsiz nedene 1 ve en önemli nedene 9 rakamı verilmiştir. 5'in altında önem derecesine sahip olan nedenler proje takımı tarafından ele alınmamıştır. Önem dereceleri ve sıklıkları dikkate alınarak nedenlerin toplam dağılımları bulunmuş ve Tablo.4'de yer alan Balık Kılıcı Pareto Tablosuna işlenmiştir.

**Tablo.4 : Balık Kılıcı Pareto Tablosu**

NEDENLER	ÖNEM	SIKLIK	TOPLAM
<b>Metod</b>			
<b>Portakallanma</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>27</b>
Uygunsuz Yüzey Temizliği	6	3	18
<b>Konveyör Hızı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
<b>Fırın Sıcaklığı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
<b>Boya Kalınlığı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
Yetersiz Boya Tabancası	3	3	9
Boyasızlık			0
Yetersiz Boya Tabancası	3	3	9
<b>Konveyör Hızı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
Uygunsuz Yüzey Temizliği	6	3	18
<b>Fırın Sıcaklığı</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
Uygunsuz Asma	2	6	12
Eğitim Yetersizliği	8	2	16
Parçanın Yağlı Kalması			0
Uygunsuz Yüzey Temizliği	6	3	18
<b>Uygunsuz Laboratuvar Koşulları</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>32</b>
Uygunsuz Asma	2	6	12
<b>Boyalı Civata</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>24</b>
<b>Yetersiz Kalite Kontrol</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>32</b>
<b>Uygun Olmayan Civata Koruyucu</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>64</b>
<b>İnsan</b>			0
Çizik			0
Boyalı Civata			0
Yağ Akıntısı			0
<b>Makine</b>			0
<b>Boya Kalınlığı</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>48</b>
<b>Boyasızlık</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>48</b>

Parçanın Yağlı Kalması	3	3	9
<b>Malzeme</b>			0
Boya Maddesi Uygun Değil	3	3	9
Parça Yüzeyinde Çapak	3	3	9
<b>Ölçüm Metodu Ve Frekansının Uygunsuzluğu</b>			0
<b>Ölçüm Frekansları</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>36</b>
Ölçüm Yerleri	6	3	18
<b>Yetersiz Ölçüm Ekipmanı</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>24</b>

Proje takımı tarafından alt alta sıralanmış bu nedenlerden, önem dereceleri yüksek olan nedenlere ait histogram grafiği yardımıyla da proje takımı, sıklık derecelerini dikkate alarak çalışmasını derinleştirebilir. Proje takımı sıklık derecesi yüksek olan nedenleri seçerek proje çalışmasını yürütür. Grafik.3, yukarıda tablolatırılmış nedenlere ait histogram grafiğini göstermektedir.



**Grafik.3 : Nedenlere ilişkin histogram**

Proje takımı, altı sigma projesinin tanımlama aşamasını; müşteri iade nedenlerinin beyin fırtınası yöntemi ile sıralanarak yoğunluğu fazla olan nedenlerin detaylı olarak tanımlanması ile sonlandırmıştır. Bu aşamadan sonra özellikle, çözümlenmesi gereken nedenler üzerine odaklanarak çeşitli ölçümler yapılması ile projenin ikinci aşamasına geçilmiştir.

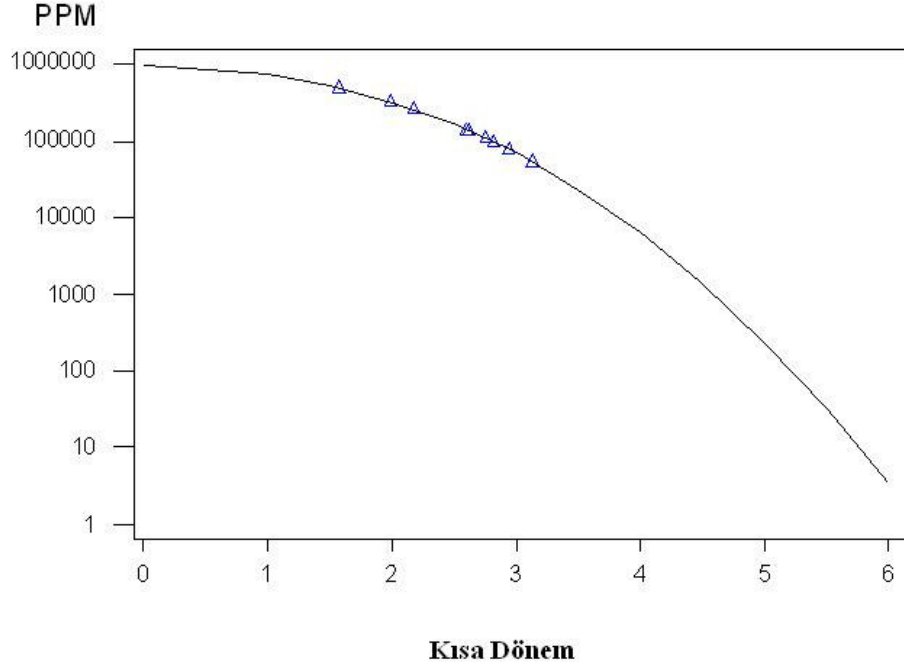
### 3.4.2. Ölçme

Ölçme aşamasında proje takımı, öncelikle süreç sigma seviyesini hesaplamıştır. Sürece ilişkin sigma seviyesinin hesaplanabilmesi için ürün performansı belirlenmiştir. Ürün performansı 9 karakteristik dikkate alınarak hesaplanmıştır. Üretimde oluşan hatalar, üretim miktarları olan birim değerlere bölünerek her bir karakteristik için ayrı ayrı PPM değerleri bulunmuştur. Bu değerlerin toplamı, ürünün aylık üretiminde oluşan hata miktarlarını yansıtmaktadır. Tablo.5’de görüleceği gibi altı sigma uygulamaya başlamadan önce kuruluş, **189.895 birimlik PPM** değerine sahip olup **2,378 sigma seviyesinde** faaliyet göstermektedir.

**Tablo.5 : Ürün Performansı**

Karakteristikler	Hatalar	Birim	PPM	Sigma Seviyesi
1	2858	9138	312760	1,988
2	1747	6930	252092	2,168
3	4605	9706	474449	1,564
4	1048	9940	105433	2,751
5	968	10273	94228	2,815
6	924	6798	135922	2,599
7	1056	8053	131131	2,621
8	452	5989	75472	2,936
9	361	6998	51586	3,130
Total	14019		189895	Ortalama 2,378

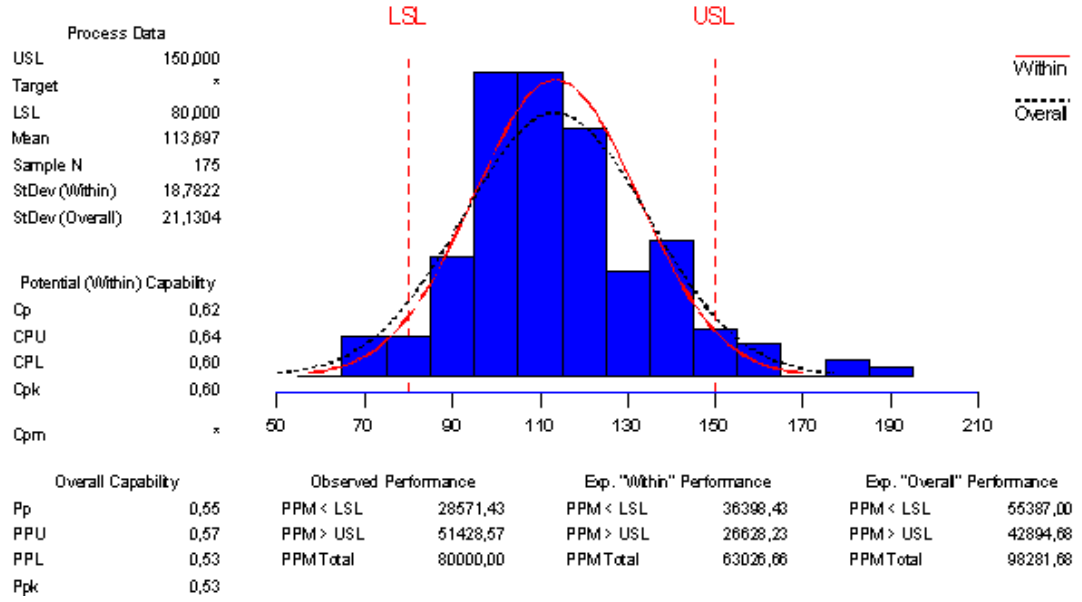
Altı sigma proje takımı ölçme aşamasında; çeşitli analizler sonucunda kısa dönemli PPM değerlerinin düşüşünü Garfik.4'deki gibi belirlemiştir.



**Grafik.4 : Kısa Dönemli Ürün PPM Değerleri**

Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi altı sigma yaklaşımı kuruluşun yatırımlarını kısa dönemde kazançlara çevirebilmektedir. Burada belirgin olarak gözlenen kazanç ise kısa sürede hata miktarlarının azaltılmasıdır.

Hemen hemen tüm altı sigma projelerinin yürütülmesinde kuruluşlar tarafından kullanılan bir program olan MINITAB programı, uygulamaya konu olan kuruluş tarafından da kullanılmıştır. Bu programda Süreç FMEA yöntemi ile ölçümler yapılmış ve çeşitli bulgular elde edilmiştir. MINITAB programı yardımıyla kuruluş; C1-C7 , konveyör hızı, kurutma fırını, pişirme fırını gibi işlemler için süreç yeterlilik ölçümlerini yapmıştır. Ölçümler sonucunda ortaya çıkan bulgular Grafik.5, 6, 7 ve 8'de yer almaktadır.

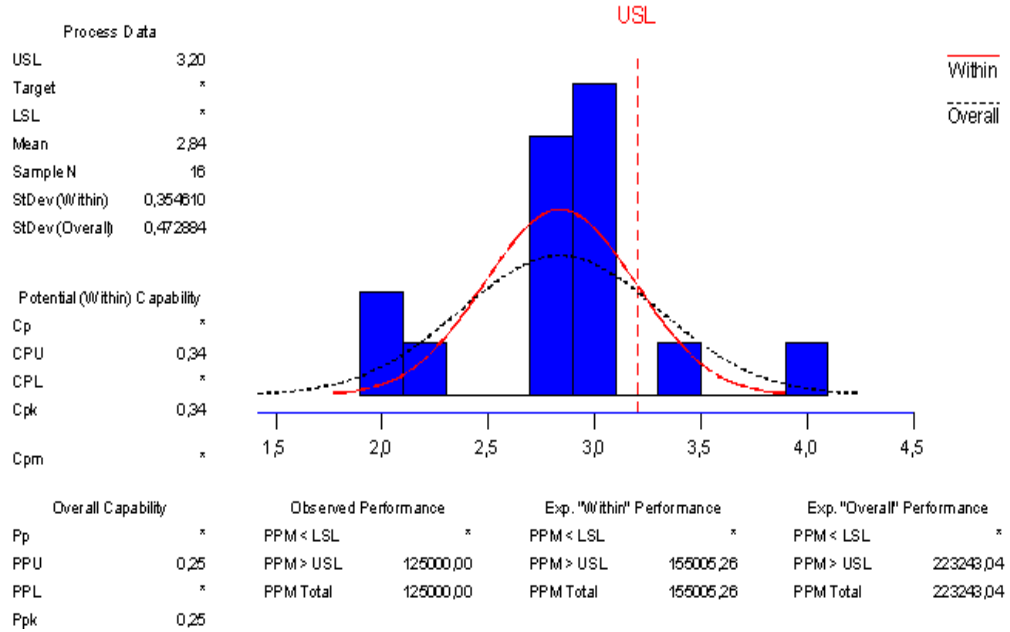


**Grafik.5 : C1-C7 için Süreç Yeterlilik Analizi**

Proje takımı tarafından C1-C7 için süreç yeterlilik analizi grafiğinden de görüleceği gibi sürecin ortalaması 113,697, alt spesifikasyon limiti (LSL ) 80 ve üst spesifikasyon limiti ( USL ) ise 150'dir. C1-C7 sürecine ilişkin gözlemlenen performanslar analiz edildiğinde; LSL'nin altındaki hata miktarının ( PPM değeri ) 28571,43 , USL'nin üstündeki PPM değerinin 51.428,57 olduğu gözlemlenmektedir. Bu analizinde gösterdiği gibi spesifikasyon limitleri dışına taşılarak toplamda 80.000 hata oluştuğu söylenebilir.

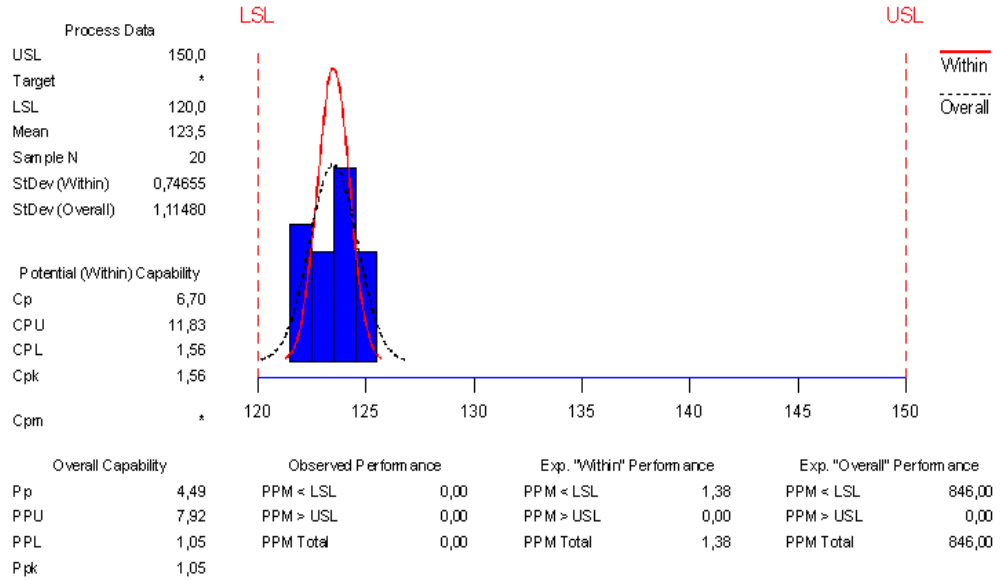
Süreç yeterliliği ( Cp ) ve Süreç Etkinliği ( Cpk ), süreçteki değişkenliğin müşteri ihtiyaçlarının karşılamasına nasıl etki edebileceğini belirlemek amacıyla kullanılan bir ölçü iken; süreç performansı ( Pp ) ve süreç performans etkinliği ( Ppk ), sadece süreçteki değişkenlik miktarının belirlenmesinde kullanılan bir ölçüdür. Cp ve Cpk ölçüleri sürecin gelecekte nasıl işlemesi gerektiğinin belirlenmesinde yardımcı olurken, Pp ve Ppk ölçüleri sadece geçmişte sürecin performansının nasıl olduğunu gösteren ölçülerdir. Eğer süreç daha önceden istatistiksel kontroller yapılarak denetleniyorsa genellikle Cp,Cpk ölçüleri ile Pp, Ppk ölçüleri birbirine yakın çıkar.

Belirli sınırlar içerisinde potansiyel yeterlilik ( potential-within-capability ) verilerine bakıldığında Cp'nin 0,62, Cpk'nın 0,60, sürecin geçmişteki performansının (Pp ) 0,55 ve Ppk'nın 0,53 olduğu görülmektedir. Belirli sınırlar içerisinde beklenen performansa ( exp.-within-performance ) bakıldığında, C1-C7 süreci için toplam hata miktarının 63.026,66 olması beklenmektedir.



**Grafik.6: Konveyör Hızı için Yeterlilik Analizi**

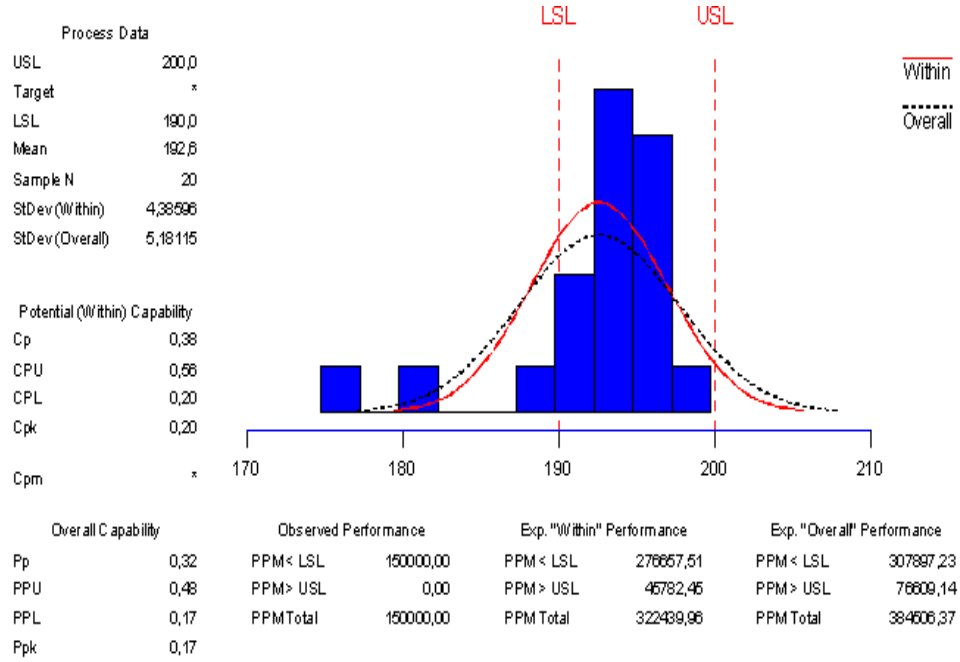
Grafik.6'da ele alınan konveyör hızı analizinde, bu sürece ilişkin USL'nin 3,20 ve ortalamasının ise 2,84 olduğu dikkate alınarak, gözlemlenen performansta USL'nin aşıldığı ve PPM değerinin toplamda 125.000 olduğu gözlenmektedir. Sürece ilişkin performans etkinlik değeri Ppk 0,25 ve süreç etkinlik değeri Cpk 0,34'tür.



**Grafik.7 : Kurutma Fırını için Süreç Yeterlilik Analizi**

Grafik.7'de sürece ilişkin verilere bakıldığında ortalama 123,5 , LSL 120 ve USL 150'dir. Bu veriler ışığında Cp 6,70 ve Cpk 1,56 olarak saptanmıştır. Sürecin geçmiş performansı 4,49 iken süreç performans etkinliği 1,05'dir. Grafikten de görüleceği gibi veriler, USL'ye oldukça uzak ve LSL'nin üstündedir. Bu nedenle gözlemlenen performanslara bakıldığında spesifikasyon limitleri dışına çıkmadığı ve hataların oluşmadığı söylenebilir.





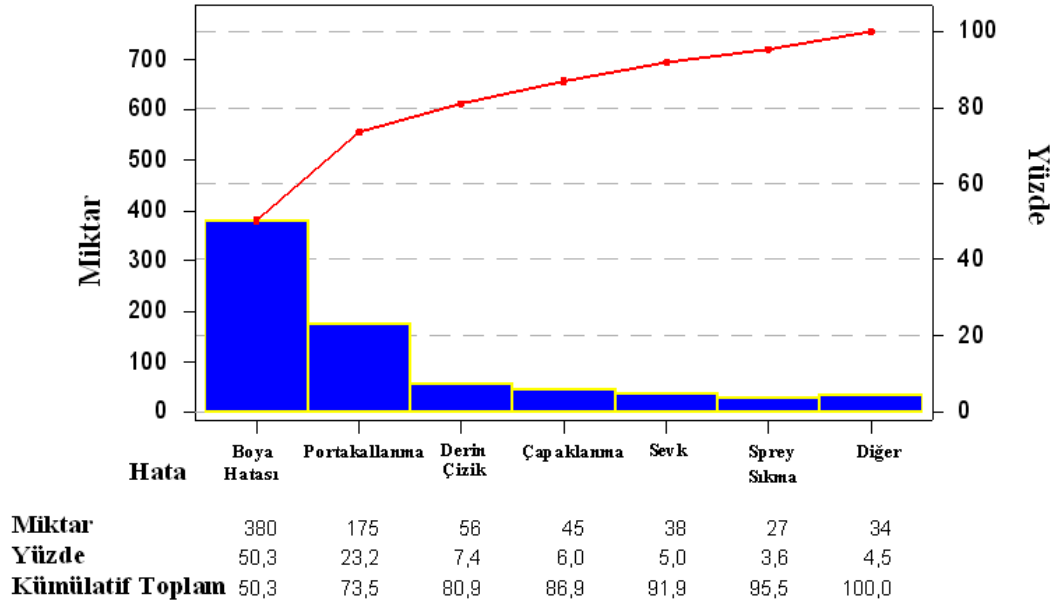
**Grafik.8 : Pişirme Fırını için Süreç Yeterlilik Analizi**

Grafik.8, pişirme fırını ile ilgili süreç yeterlilik analizini göstermektedir. Ortalama 192,6 USL 200 ve LSL 190 değerleri sürece ilişkin verilerdir. Grafikten de anlaşılacağı gibi sadece alt spesifikasyon limitlerinin dışına taşılmıştır. Analizler doğrultusunda gözlemlenen performansta toplam PPM değeri 150.000'dir. Bu bilgilerden de yararlanılarak süreç yeterliliği 0,38 süreç etkinliği 0.20 bulunmuştur. Süreç performansını ifade eden Pp değeri Cp değerinden çok farklı olmadığı için bu süreç için daha önceleri de istatistiksel kontrollerin yapıldığı anlaşılabilir. Süreç performans etkinliği ( Ppk ) ise bu süreçte yine süreç etkinliğine yakın bir değer olarak ölçülmüştür.

Her bir işlem için süreç yeterlilik analizleri sonucunda elde edilen verilere bakıldığında süreç ortalamaları üst ve alt spesifikasyon limitleri arasında yer almaktadır. Ölçümlenen bu bulgu, süreç akışı içerisinde toleranslar dahilinde hatalı ürün oluştuğunu göstermektedir.

### 3.4.3. Analiz

Proje takımı analiz aşamasına geldiğinde ölçüm bulgularını kullanarak “Boxplot Analizi adı verilen üç adet analiz kullanmıştır. Bu analizleri yaparken ölçme aşamasında oluşturduğu pareto diyagramlarından yararlanmıştır. Grafik.9, proje takımının ölçüm aşamasında elde hata türleri, miktarı ve oranlarına ilişkin dağılımı gösteren Pareto Diyagramını göstermektedir. Grafikte, 380 hatalı ürünün oluştuğu boya hatalarının %50,3 oranı ile toplam hatalar arasında en yüksek paya sahip olduğu gözlenmektedir.



**Grafik.9:Pareto Diyagramı**

Konveyör hızı, pişirme fırını ve kurutma fırını işlemleri için Boxplot Analizi yapılmıştır.

#### **3.4.4. İyileştirme**

Altı sigma projesi ile giderilmesi amaçlanan problemler tüm çerçevesi ile ele alınarak, sonucu ve ürünü en çok etkileyen hatalar üzerinde çalışmalar devam ettirilmiştir. Proje takımı süreç içerisinde öncelikle çözümlenmesi gereken sorunu MINITAB programını da kullanarak yaptığı analizler neticesinde doğru bir şekilde değerlendirmiştir. Sürece ve analizler sonucunda ortaya çıkan veriler dikkate alınarak proje takımı alınması gereken önlemleri, düzeltilmesi gereken faaliyetleri ve aksiyon planlarını çıkarmışlardır. Bu aşamada Tablo.6, Tablo.7, Tablo.8 ve Tablo.9’da kullanılan Süreç FMEA tabloları kullanılmıştır. Her bir hata türü için alınan aksiyon planları, iyileştirme çalışmalarına yön vermiştir.

**Tablo.6 : Süreç FMEA Analizi-Boyalı Cıvata**

<p style="text-align: center;"><b>POTANSİYEL HATA DURUMLARI VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)</b></p>																	
Parça /Grup : _____		Proses Sorumlusu : _____		Sayfa : _____		FMEA No : _____		Hazırlayan : _____		Tarih ( ilk ) : _____		Tarih ( Rev. ) : _____					
Araç / Model : _____		Hedef Tarih : _____															
Ekip : _____																	
Parça / İşlev	Potansiyel Hata Durumu	Hatanın Potansiyel Etkileri	ö n e m	s i n i f	Potansiyel Sebepler	o l i t a b l i k	Varolan Proses Kontrolleri ( Tespit Etme )	Varolan Proses Kontrolleri ( Önleme )	t e s p i	R Ö F	Önerilen Faaliyet	Sorumluluk & Hedef Tarih	Aksiyon Sonuçları				
													Yapılan Faaliyet	ö n e m	o l i t a b l i k	R Ö F	R Ö F
	CIVATA BOYALI		8		YETERSİZ KALİTE KONTROL	4			3	96	eksik ölçümlere devam edilecek	47 hafta Ö.Şimşek	08.12.2004 te uygun ölçümler yapılmaya başlandı	8	4	1	32
			3		YETERSİZ BOYA TABANCASI	3			9	81	yeni boya tabancası alınıyor.(x uzaklığını sağlayan corona-süper corona)nordzen tavsiye edilmiş	47.hafta H.Kaya	satılmaya aktarıldı.Onay alındı.(Teslimat 23-25 şubat)	3	3	2	18
			8		YETERSİZ KORUYUCU KAPAK	8			2	128	Yeni dizayn plastik koruyucu kapak	47.hafta A.Yazıcı	Sunplast geldi .Problem söylendi hatve değişikliği yapılarak kapak kullanılmaya başlanacak 2)Malzemenin pa66 elyaf değeri arttırdı. (51.hafta)	8	4	1	32

**Tablo.7 : Süreç FMEA Analizi-Portakallanma**

<p style="text-align: center;"><b>POTANSİYEL HATA DURUMLARI VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)</b></p>																	
Parça /Grup :		Proses Sorumlusu :		Sayfa :		FMEA No :		Hazırlayan :		Tarih ( ilk ) :		Tarih (Rev.) :					
Araç / Model :		Hedef Tarih :															
Ekip :																	
Parça / İşlev	Potansiyel Hata Durumu	Hatanın Potansiyel Etkileri	ö n e m	s i n i f	Potansiyel Sebepler	o l i r a b i l i r	Varolan Proses Kontrolleri ( Tespit Etme )	Varolan Proses Kontrolleri ( Önleme )	t e s p i	R Ö F	Önerilen Faaliyet	Sorumluluk & Hedef Tarih	Aksiyon Sonuçları				
													Yapılan Faaliyet	ö n e m	o l i r a b i l i r	R Ö F	
	PORTAKALLANMA		6		UYGUNSUZ PASİVASYON	3			4	72	ph metre alındı vardiya başı ölçülmeye devam edilecek	50 .Hafta	Phmetre kullanılmaya başlandı.	6	3	2	36
			8		KONVEYÖR HIZI	3		Vardiya başı ölçümler(x76 ölçümünde x76 ölçümlerinde	3	72	ekip liderine söyleyerek nominal hıza çekilecek	47.hafta Ö.Şimşek A.Yazıcı	konveyör hızı 2,31m/s'eye düşürüldü.	8	3	2	48
			8		FIRIN SICAKLIĞI (BASINÇ ÖLÇÜMÜ)	3		Var diya başı ölçümler	3	72	Termometre siparişi verilecek kalanlar kalibre olacak	48.hafta A.Yazıcı	Termometreler geldi kalibrasyondan da geldi.	8	3	2	48
			8		UYGUNSUZ LABORATUVAR KOŞULLARI	4		Var diya başı ölçümler	4	128	Frakansiyel olarak laboratuvar ölçümlerine başlanması		Haftada 3 gün laboratuvar ölçümleri yapılmaya başlandı	8	4	1	32
			6		UYGUNSUZ YÜZEY İŞLEM	3		PH metre ile ölçüme başlanacak periyodlar sıklaştırılacak.D ozajlama pompası	4	72	ekip liderine söyleyerek nominal seviyeye çekilecek	48.Hafta Ö.Şimşek A.Yazıcı H.KAYA	Dozajlama Pompaları alınarak devreye girdi.PH metre kullanılmaya başlandı	6	3	2	36
			6		YETERSİZ ÖLÇÜM EKİPMANI	4			4	96	Boya kalınlık ölçme cihazı	H.Kaya z.Kaboğlu 47.hafta	boya ölçüm cihazının kullanımına başlandı.(Üretim)	6	4	2	48

**Tablo.8 : Süreç FMEA Analizi-Boyasızlık**

<p style="text-align: center;"><b>POTANSİYEL HATA DURUMLARI VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)</b></p>																
Parça / İşlev :		Modif :		Proses Durumusu :				Sayfa :								
Araç / Model :		Hedef Tarih :		Tarih ( ilk ) :				FMEA No :								
Ekip :		Tarih ( Rev. ) :		Tarih ( Rev. ) :				Tarih ( Rev. ) :								
Parça / İşlev	Potansiyel Hata Durumu	Hatanın Potansiyel Etkileri	ö n e m s i n i f	Potansiyel Sebepler	o l i a b i l i r	Varolan Proses Kontrolleri ( Tespit Etme )	Varolan Proses Kontrolleri ( Önleme )	t e s p i	R Ö F	Önerilen Faaliyet	Sorumluluk & Hedef Tarih	Aksiyon Sonuçları				
												Yapılan Faaliyet	ö n e m s i n i f	R Ö F	R Ö F	R Ö F
	BOYASIZLIK		3	YETERSİZ BOYA TABANCA SI	3			9	81	yeni boya tabancası alınıyor.(x uzaklığıni sağlayayan corona-süper corona)nordzen tavsiye edilmiş	47.hafta H.Kaya	Satınalmaya aktarıldı.Onay alındı. (Teslimat 23.Şubat)	3	3	3	27
			8	KONVEYÖR HIZI	3			3	72	ekip liderine söyleyerek nominal hızı çekilecek	47.hafta Ö.Şimşek A.Yazıcı	konveyör hızı 2,31m/s'ye düşürüldü.	8	3	2	48
			6	UYGUNSUZ PASİVASYON	3			4	72							
			8	FIRIN SICAKLIĞI	3		Var diya başı ölçümler	3	72	termometre siparişi verilecek kalanlar kalibre olacak	48.hafta A.Yazıcı	termometreler kalibrasyondan da geldi.	8	3	2	48
			4	UYGUNSUZ ASMA	4			5	80	Operatörlere asılma yöntemi ile ilgili eğitim verilecek.	02.hafta A.Yazıcı	eğitim verildi	8	4	1	32
			7	EĞİTİM YETERSİZLİĞİ	4			4	112	laboratuvar sorumlusu ve kalite şefi tarafından eğitimler verilmeye başlanacak		51.haftadan itibaren operatörlere kontrol talimatlarına uyulması konusunda eğitim verildi	7	4	1	28

**Tablo.9 : Süreç FMEA Analizi**

<p style="text-align: center;"><b>POTANSİYEL HATA DURUMLARI VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)</b></p>																	
Parça /Grup :		Modif :		Proses Sorumlusu :				Sayfa : FMEA No : nazırlayanı : Tarih ( ilk ) : Tarih (Rev.) :									
Araç / Model :		Hedef Tarih :															
Ekip :																	
Parça / İşlev	Potansiyel Hata Durumu	Hatanın Potansiyel Etkileri	ö n e m	s i n i f	Potansiyel Sebepler	o l a b i l i r	Varolan Proses Kontrolleri ( Tespit Etme )	Varolan Proses Kontrolleri ( Önleme )	t e s p i	R Ö F	Önerilen Faaliyet	Sorumluluk & Hedef Tarih	Aksiyon Sonuçları				
													Yapılan Faaliyet	ö n e m	s i n i f	R Ö F	R Ö F
	BOYA KALINLIĞI		6		YETERSİZ BOYA TABANCASI	8			2	96	yeni boya tabancası alınıyor.(x uzaklığını sağlayan corona-süper corona)nordzen tavsiye edilmiş	47.hafta H.Kaya	satılmaya aktarıldı.Onay alındı.(Teslimat 5 hafta)	6	8	1	48
			6		BOYA MADDESİ UYGUN DEĞİL	8			4	192	boya örtücü lba tarafından geliştirilecek yeni numune boya denemesi ile onaylanacak.	48.hafta A.Yazıcı		6	8	1	48
	PARÇANIN YAĞLI KALMASI				UYGUNSUZ PASİVASYON						banyolar yenilenmeli ve pasivasyon hat uzunluğu arttırılacak+fırın uzunluğu arttırılacak	H.Kaya z.Kaboğlu 2005 ağustos	BANYO ASİT MİKTARININ DENENMESİ				
					UYGUNSUZ ASMA						Operatörlere asılma yöntemi ile ilgili eğitim verilecek.	02.hafta A.Yazıcı	eğitim verildi	8	4	1	32
	CİVATALARDA PLASTİK		4		ELEMAN YETKİNLİĞİ	2			6	48	laboratuvar sorumlusu ve kalite şefi tarafından eğitimler verilmeye başlanacak	S.Şahin Ö.Şimşek	haftada 3 kere denetim yapılmaya başlandı. 51.hafta				
	BOYA MADDESİ UYGUN DEĞİL		7		YETERSİZ ÖLÇÜM EKİPMANI	4			3	84	PHmetre, Boya kalınlık ölçme cihazı,Dozajlama pompası alınacak	H.Kaya 51.hafta	Phmetre kullanılmaya başlandı,dozajlama pompaları kullanılıyor	7	4	2	56

Bu çalışmaları sonucunda *X76 karkaslarının aylık PPM değeri 32949'a* düşürülmüş ve böylece **PPM değerinde %3'lük bir azalma** sağlanmıştır. Proje hedefleri arasında yer alan **Kalitesizlik Maliyetinin %80** azaltılmasına ilişkin hedef, **%78 oranında bir azalma** ile sonuçlandığından büyük oranda tutturulmuştur.

X76 Boya Problemlerini gidermek için yedi kişilik bir proje takımı tarafından yürütülen altı sigma projesi ile gerçekleştirilen iyileştirmeler sonucunda sürece ilişkin ürün performansında artışlar olarak süreç sigma seviyesi 3,339'a çıkartılmıştır. Altı Sigma uygulaması sonrasında oluşan yeni süreç sigma seviyesi Tablo.10'da görülmektedir.

**Tablo.10 : Altı Sigma Projesi Sonrasında Ürün Performansı**

<b>Karakteristik</b>	<b>Hatalar</b>	<b>Birimler</b>	<b>PPM</b>	<b>Sigma Seviyesi</b>
1	120	2545	47151	3,173
2	23	1220	18852	3,578
3	124	2678	45303	3,182
4	56	1570	35669	3,303
5	27	1660	16265	3,638
6	141	2311	61013	3,046
7	33	1096	30109	3,379
8	45	2480	18145	3,594
9	40	1783	22434	3,506
10	46	2618	17571	3,607
11	10	222	45045	3,195
<b>Toplam</b>	<b>665</b>		<b>32949</b>	Ortalama <b>3,339</b>



### **3.4.5. Kontrol**

Altı Sigma Proje takımı kontrol aşamasını halen sürdürmekte olup, proje hedeflerine tam anlamıyla ulaşacak iyileştirme çalışmalarına devam etmektedir. İyileştirme çalışmalarından elde edilen sonuçların sürekliliğinin sağlanması için özellikle PPM değerleri ve maliyet analizleri periyodik olarak gözden geçirilmektedir. X76 Süreç akışı haritasında %100 kontrol olan son işlem üç kişi tarafından yapılmakta olup, çıkan hatalı ürünler kırmızı arabalara yüklenerek yeniden işlemeye tabi tutulmaktadır.

## SONUÇ

Altı Sigma Yaklaşımı, Toplam Kalite yolculuğunda nereye ve nasıl ulaşılacağını öğreten bir yöntemdir. Toplam Kalite Yönetimi bir sürekli gelişme felsefesi olarak ele alınırsa altı sigma yaklaşımı ise sürekli gelişebilme yöntemidir.

Tezin ikinci bölümünde de açıklandığı gibi maliyetlerin azaltılmasını, verimliliğin iyileştirilmesini, pazar payının artmasını, şirket ömrünün uzamasını, daha çok kar elde edilmesini sağlayan bu yaklaşımın temelinde kaliteyi iyileştirmek yatmaktadır.

Piyasada arz ve talep arasındaki farkı rakiplerinden daha az tutabilen kuruluşlar başarılı olmaktadır. Arz ve talep arasındaki farkın minimum seviyeye indirilmesi için talebin sıfır hatayla karşılanması gerekmektedir. Sıfır hatalı üretim imkanı son derece az olsa da günümüzde hemen hemen sıfır hatalı üretim yapmayı altı sigma yaklaşımı sağlamaktadır.

Müşteri beklentilerine hızla cevap verebilme yeteneğini geliştiren altı sigma yaklaşımını diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliklerden biri hislere değil tamamen somut verilere dayalı olmasıdır. Hesaplanabilir, ölçülebilir, sürdürülebilir sonuçlar için gerekli donanımları sağlar.

Kişisel beceri ve bilgi gelişimini sağlayan Altı Sigma yaklaşımında insan unsuru son derece önem taşır. Altı sigma yaklaşımının kişilere vermiş olduğu roller bireysel gelişime dolayısıyla kurumsal gelişime etki etmektedir.

Uygulamada da görülebileceği gibi ilk defa uygulanıyor olsa dahi doğru proje seçimi yapılması ile kuruluşlar kısa veya orta vadede önemli kazançlar sağlamaktadırlar.

Altı sigma yaklaşımı kuruluşların kültürlerini olumlu yönde etkileyen bir düşünce tarzı olarak benimsenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abella, Kay Tytler, Çev:Barış, Mahir, Başarılı Eğitim Programları ; Öteki Yayınevi, 9. Kitap
- Anderson, James C. – Norus, James A., “*Business Marketing: Understand What Customer Value*”,Harvard Business Review , November-December 1998, Vol:76, Issue: 6
- Ataş, Berna, Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı Isıtıcı Üretim Sürecinde Bir Uygulama, 2001
- Bhote, Keki R., The Ultimate Six Sigma: Beyond Quality Excellence to Total Business Excellence , AMACOM, American Management Association, 2002
- Breyfogle, Forrest W., Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods, John Wiley & Sons Inc., 1999, Canada
- Cebeci, Ufuk-Karaköse, Mehmet Ali, “*Altı Sigma Uygulamalarında Yönetimin Rolü ve Etkisi*”, Önce Kalite ve KalDer Forum Dergisi, Mayıs 2005, Sayı:91, Yıl:13, KalDer Yayınları, İstanbul
- Cochrane, Don-Gupta, Praveen, “*ASQ’s Black Belt Certification-A Personal Experience*”, Quality Progress, May 2002, Vol: 35, Issue:5
- Çevik, Orhan, “Six Sigma Yönetici ve Şampiyon Çalıştayı”, Matris Danışmanlık -KalDer Bursa Şubesi, Almira Hotel 11.09.2004
- Davis, Arthur G., “*Six Sigma for Small Companies*”, Quality Today, November 2003, Vol:42, Issue:11
- Denton, D. Kieth, “*Total Customer Satisfaction: The Next Step*” , Industrial Management , November-December 1993, Vol:35, Issue:6
- Eckes, George, The Six Sigma Revolution : How General Electric and Others Turned Process Into Profits, John Wiley & Sons Inc., Canada, 2001
- Erwin, Jane, “Achieving Total Customer Satisfaction Through Six Sigma”, Quality Digest, <http://www.qualitydigest.com/july98/html/sixsigma.html>, 03.12.2003
- Flott, Leslie W., “Six-Sigma Controversy”,Quality Control, December,2000
- Gale, Sarah Fister, “*Building Frameworks for Six Sigma Success*”, <http://www.workforce.com>, Mayıs 2003

- George, Elliott, “The Race to Six Sigma”, Industrial Engineer:IE, October 2003, Vol:35, Issue:10
- Gross, John M., ”A Road Map to Six Sigma Quality”, Quality Progress, November 2001, Vol:34, Issue:11
- Gürsakal, Necmi – Oğuzlar, Ayşe, Altı Sigma, Bursa, 2003
- Hammer, Michael – Stanton, Steven, “How Process Enterprises Real Work”, Harvard Business Review, November-December 1999
- Han, Chonghun- Lee, Young Hak, “Intelligent Integrated Plant Operation System for Six Sigma”, Annual Reviews in Control, Sayı: 26, Elsevier, 2002
- Harry, Mikel- Schroeder, Richard, Six Sigma: The Breakthrough Managment Strategy Revolutionizing the World’s Top Corporations, Doubleday, Random House Inc., 2000
- <http://esi-intl.com/public/publications/Horizonspdfs/horizons1004.pdf>
- <http://www.altisigma.com>, 15.11.2004
- <http://web2.concordia.ca/Quality/tools/28treediagram.pdf>
- [http://www.ikp.liu.se/q/Student/tmq25/Part\\_2/Treediagram.pdf](http://www.ikp.liu.se/q/Student/tmq25/Part_2/Treediagram.pdf)
- Hughes, Thomas, “The Secrets of Six Sigma” , <http://www.uniworldconsulting.com>, Uniworld Consulting Inc., 12.11.2004
- KalDer Müşteri Memnuniyeti Uzmanlık Grubu, Müşteri Memnuniyeti Yönetimi, KalDer Yayınları, No:31, Kasım 2000
- Kendall, Jenny – Fulenwider, Donna o., “Six Sigma, E-Commerce Pose New Challenges”, Quality Progress, July 2000, Vol:33, Issue: 7
- Kovach, Jami – v.d., “The House of Competitiveness: The Marriage of Agile Manufacturing, Design for Six Sigma, and Lean Manufacturing Quality Considerations”, Journal of Industrial Tecnolgy, Vol: 21 Sayı: 3, July-September 2005
- Linderman, Kevin v.d., “Six Sigma: a goal theoretic perspective”, Journal of Operations Managment, Sayı: 21, Elsevier, 2003

- Lynch, Donald P.- v.d., “How To Scope DMAIC Projects: The Importance of the right objective cannot be overestimated” , Quality Progress, January , 2003
- Mayor, Tracy, “Targeting Perfection:Six Sigma is a defect reduction methodology that forces organizations to focus on the quality of the customer experience”, Framingham, December 1, 2003, Vol:17, Issue: 5
- Milli Prodüktivite Merkezi, <http://www.mpm.org.tr/default.asp?menuid=17&dict=v>, 17.04.2005
- Milli Prodüktivite Merkezi,“Verimliliğin Anahtarı :six sigma 1’e 4 Kazandırıyor”, Anahtar,Ekim 2003, Yıl:15, Sayı:178, Milli Prodüktivite Merkezi Aylık Yayın Organı
- Munro, A Roderick., “Linking Six Sigma With QS-9000”,Quality Progress, Mayıs, 2000, Sayı:33
- Nachtsheim, Christopher- Jones, Bradley, “DOE in Six Sigma: Getting to the Root Cause”, <http://www.jmp.com/news/articles/DOEinSixSigmaGettingtotheRootCause.pdf> 14.10.2004
- O’Rourke, Patricia, “Using Six Sigma in Safety Metrics”, <http://www.cunixinfotech.com/articles/UsingSixSigmainSafetyMetrics.pdf>, 03.12.2003
- Pande, Peter – Holpp, Larry, What is Six Sigma?, Mc.Graw-Hill, 2002
- Pande, Peter- v.d., The Six Sigma Way : How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance, McGraw-Hill, 2000
- Parker, Bob, “*Building a House of Productivity*” , Supply Chain Managment Review, Mart 2004, Vol:8 Issue: 2, New York
- Pyzdek, Thomas, “The Six Sigma Revolution”, <http://muexternalpartnership.motorola.com/PDFs/The%20Six%20Sigma%20Revolution.pdf>, 21.12.2003
- Sitnikov, Catalina, “The Six Sigma Phenomena: Old or New Perception of Quality?”, <http://www.aluonet.com/pdf/SixsigmaSitnikov.pdf>, 03.12.2003
- S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., Altı Sigma Mükemmellik Modeli Nedir? , Ekim 2003, Ankara

- Soykan, Emre, Bir Kalite Sistemi Olarak Altı Sigma Yöntemi ve Honeywell Uygulama Örneği, İstanbul , 2002
- Taptık, Yılmaz-Keleş, Özgül, Kalite Savaşı , KalDer Yayınları, No: 22, Ekim 1998, İstanbul, Mavi Tanıtım ve Pazarlama Ltd. Şti.
- Wyper, Bill – Harrison Alan, “*Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function: A Case Study*”, Total Quality Managment , Vol:11, 2000