ALTI SİGMA KALİTE YAKLAŞIMININ İŞLETME MALİYETLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI ve BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDEKİ UYGULAMA SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Duygu SEVİ

Osmangazi Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı
İşletme Bilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eskişehir
Ocak,2006

ÖZET

ALTI SİGMA KALİTE YAKLAŞIMININ İŞLETME MALİYETLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI ve BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDEKİ UYGULAMA SONUÇLARININ İRDELENMESİ

SEVİ, DUYGU

Yüksek Lisans-2001

İşletme Bilim Dalı

Danışman: Yard.Doç.Dr. Nuray Girginer.

Bu araştırmanın amacı, Altı Sigma yaklaşımını uygulayan şirketlerin maliyetlerindeki değişimi incelemektir.

Araştırmanın birinci bölümünde, Altı Sigma sistemini tanımı ve gelişimi, organizasyon yapısı, uygulama süreci ve Altı Sigma'da kullanılan İstatistiksel Süreç Kontrol Araçları hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, kalite ve maliyetlerle ilgili tanımlara yer verilmiştir.

Araştırmanın uygulama bölümü, Altı Sigma'nın maliyetler üzerindeki etkisi hakkındadır. Araştırma, Altı Sigma yaklaşımını 2000 yılından beri uygulamakta olan bir üretim firmasında yapılmıştır. Firmanın 1996-2005 yıllarına ait toplam maliyet ve toplam maliyet bileşenleri incelenmiş ve Altı Sigma uygulamaları sonrasındaki dönem itibariyle maliyet bileşenlerinin toplam maliyet üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Firmanın maliyetlerinde Altı Sigma yaklaşımı sonrasında azalma olduğu saptanmıştır Analiz sonucunda toplam maliyetlere en büyük etkinin endirekt işçilik maliyetleri olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

INVESTIGATING EFFECT OF SIX SIGMA QUALITY APPROACH ON THE COMPANY COSTS AND EXAMINING OF APPLICATION RESULTS IN THE MANUFACTURING COMPANY

SEVİ, DUYGU

Master Thesis-2001

Managing Science Branch

Advisor: Nuray Girginer, Assistant Professor

The purpose of this study is to determine the variation of the cost which apply Six Sigma approach in their companys.

The first section of this study is about the defination of the Six Sigma approach and development, the structure of the organization, the application of the process, the tools of SPC (Statistic Process Control) which is to be used in Six Sigma approach.The second section is about the definations of quality and costs.

The application section of this study is about the research of the effect of the Six Sigma on costs. The research is made a manufacturing company which has been applied the Six Sigma approach since the year of 2000. 1996-2005 total cost and total cost component datas of the firm have been examined and made regression analyse for to determine the effect of total cost component on total cost. In the costs of firm have been determined a reduction after the Six Sigma approach. The end of analyse, indirect labour cost is to be seen the greatest effect on total cost.

İÇİNDEKİLER

Onay Sayfası……..……i
Özet.....ii
Abstract.....iii
Grafikler Listesi.....vii
Tablolar Listesi.....viii

1. GİRİŞ.....1
2. ALTI SİGMA YAKLAŞIMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER…….3
   2.1. Altı Sigma'nın Tarihçesi……3
      2.1.1. Altı Sigma'nın Tanımı.....4
      2.1.2. Dünya'da ve Türkiye'de Altı Sigma'nın Gelişimi.....9
   2.2. Altı Sigma'nın Temel Bileşenleri.....……13
      2.2.1. Üst Kalite Konseyi……..14
      2.2.2. Yönetim Temsilcisi……..…15
      2.2.3. Usta Siyah Kuşaklar …….……..16
      2.2.4. Siyah Kuşaklar .....……..16
      2.2.5. Yeşil Kuşaklar .....……..17
      2.2.6. Kalite Şampiyonu……...17
   2.3. Altı Sigma'nın Uygulama Aşamaları.....18
      2.3.1. Tanımlama Aşaması……20
      2.3.2. Ölçüm Aşaması……...20
      2.3.3. Analiz Aşaması……...21
      2.3.4. İyileştirme Aşaması……22
      2.3.5. Kontrol Aşaması……..……...22
   2.4. Altı Sigma'nın İşletme Yönetiminde Kullanımı.....23
      2.4.1. İşletmede Altı Sigma Yaklaşımıyla Karar Verme.....……..24
      2.4.2. Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma…….25
   2.5. Altı Sigma'nın Yararlandığı Araçlar.....27
      2.5.1. Akış Diyagramları .....…….……29
      2.5.2. Histogram…….……30

2.5.3. Pareto Analizleri……....32
2.5.4. Dağılma Diyagramları……..……..33
2.5.5. Kontrol Tabloları…….……..…….34
2.5.6. Sebep-Sonuç Diyagramları…….……35
2.5.7. Kontrol Kartları……...38
3. ALTI SİGMA YAKLAŞIMINDA KALİTE VE MALİYET ÖLÇÜLMESİ.....40
3.1. Altı Sigma Yaklaşımında Kalitenin Ölçülmesi.....40
3.1.1. Kalitenin Tanımı……41
3.1.2. Kalitenin Ölçülmesi..……..43
3.1.2.1. Müşteri Tatminine Dayalı Kalite Ölçümü……..……43
3.1.2.2. Üretimde Hatasızlığa Dayalı Kalite Ölçümü…….44
3.2. Altı Sigma Yaklaşımıyla Maliyet Değerlendirilmesi.....44
3.2.1. Maliyetin Tanımı……..……..45
3.2.2. Altı Sigma Uygulama Sürecindeki Maliyetler……...46
3.2.2.1. Eğitim Maliyetleri……..46
3.2.2.2. Donanım Maliyetleri……...47
3.2.2.3. Üretim Hacmiyle İlişkilerine Göre Maliyetler……47
3.2.2.4. İşletme Fonksiyonlarına Göre Maliyetler……...48
3.2.2.5. Üretim Fonksiyonu Bileşenlerine Göre Maliyetler……48
3.2.3. Maliyetin Hesaplanması…….49
3.3. Altı Sigma Yaklaşımında Kalite-Maliyet İlişkisi.....51
3.3.1. İşletme Yönetimindeki Önemi Açısından Altı Sigma'da Kalite ve Maliyet İlişki…….....52
3.3.2. Maliyeti Ortaya Çıkaran Süreç Açısından Altı Sigma'da Kalite-Maliyet İlişkisi ……....……....55
4. BİR ENDÜSTRİYEL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ALTI SİGMA UYGULAMASI VE SONUÇLARININ İRDELENMESİ.....60
4.1. Üretim İşletmesi Hakkında Genel Bilgiler.....…….....60
4.1.1. Kuruluşu…….....60
4.1.2. Tarihçesi…….....62
4.2. Üretim İşletmesinde Altı Sigma Yaklaşımının Uygulama Aşamaları.....62
4.2.1. Altı Sigma Sistemine Geçiş……62

4.2.2. Yürütülen Altı Sigma Projeleri……..63
4.3. İşletmede Altı Sigma Yaklaşımı Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Maliyet Verilerinin Karşılaştırılması.....65
4.3.1. Maliyetler……..……..65
4.3.2. Maliyet Değişimi…….. 66
4.4. İşletmedeki Maliyet Verilerinin Kullanımı İle Bileşen Maliyetlerin Toplam Maliyet Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması.....72
5. SONUÇ VE ÖNERİLER……..75
6. KAYNAKLAR…….……..……..78

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 2.1 Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi…….…….7

Grafik 2.2 DMAIC Aşamaları……..19

Grafik 2.3 Akış Diyagramı Örneği ….....……31

Grafik 2.4 Histogram Örneği ….....…….……..32

Grafik 2.5 Pareto Grafiği …….33

Grafik 2.6 Dağılma Diyagramı Örneği……...……..34

Grafik 2.7 Neden-Sonuç Diyagramı……...……..38

Grafik 2.8 Kontrol Kartı Örneği……..……..39

Grafik 3.1 Üretim Fonksiyonu Bileşenlerine Göre Maliyetler…….....49

Grafik 3.2 Kalite Maliyetleri……..58

Grafik 4.1 İşletmede Çalışan Mühendislerin Branşları……..61

Grafik 4.2 İşletmenin 1996-2005 Yılları Arasındaki Toplam Maliyet……...67

Grafik 4.3 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Direkt İşçilik Maliyetleri …….……...69

Grafik 4.4 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Endirekt İşçilik Maliyetleri ……..…..69

Grafik 4.5 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Memur İşçiliği Maliyetleri ……..……..70

Grafik 4.6 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki İşletme Malzemesi Maliyetleri……..70

Grafik 4.7 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Enerji Maliyetleri……71

Grafik 4.8 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Diğer Üretim Maliyetleri ……..……...…71

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi…….....……8
Tablo 2.2 Hata Oranlarının Gerçek Hayata Yansıması……...8
Tablo 2.3 Dünya'da Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerden bazıları.....11
Tablo 2.4 Altı Sigma Stratejisini Kullanan Firmalar ve Bu Sistemin Kullandıktan Sonra Elde Ettikleri Yaklaşık Yıllık Ortalama Karları……12
Tablo 2.5 Türkiye'de Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerden bazıları.....13
Tablo 2.6 Niceliksel Özellikler için Kontrol Tablosu……36
Tablo 2.7 Niteliksel Özellikler İçin Kontrol Tablosu……37
Tablo 3.1 Üretim Maliyetlerine Örnekler……..……..……..48
Tablo 3.2 Kalitesizlik Maliyeti-Sigma İlişkisi…….……..58
Tablo 4.1 İşletmede Yapılan Proje Adetleri Ve Eğitimli Beyaz Yakalılar……64
Tablo 4.2 İşletmenin İnönü Fabrikasına Ait Toplam Maliyet Değerleri……65
Tablo 4.3 İşletmenin 2002-2005 Yıllarındaki Toplam Kazancı…….68
Tablo 4.4 İşletmeye Ait Toplam Maliyet Değerlerinin Regresyon Analizi Sonuçları…….72

1. GİRİŞ

Günümüz iş dünyasında işletmeler, bulundukları rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için ürün kalitelerini iyileştirmeye ve sürekli gelişmeye yönelmişlerdir. Müşteri beklentileri, teknoloji ve finansal yönden rekabet ortamındaki hızlı değişimlerin yarattığı belirsizlik, işletme yönetimini zorlaştırmaktadır. İşletmelerin yaşamlarını sürdürebilmelerindeki en önemli unsurlardan biri müşteri tatminidir. Günümüzde müşteriler, uygun fiyata ve istedikleri zamanda üstün kaliteli ürünlerin üretilmesini beklemektedirler. Bu nedenle işletmeler müşterilerin kaliteyle ilgili bu beklentilerini karşılamak durumundadır. İşletmelerin geliştirilmesinde temel konulardan biri süreç iyileştirmesidir. Bir işletmenin performansı büyük oranda süreçlerin kalitesiyle ortaya çıkmaktadır. Yüksek kaliteli süreçler, kaliteli ürünleri zamanında ve düşük maliyetle üretebilmektir. İşletme yöneticilerinin temel amaçları arasında, üretilen ürünün maliyetlerini düşürerek karlılığı arttırmak yer almaktadır. Kalite uygulamaları ve kalite iyileştirme çabalarının temel hedeflerinden biri de bu maliyetleri en aza indirmeye çalışmaktır.

Yöneticiler her geçen gün kalitelerini arttırmak, maliyetlerini düşürmek, verimliliği arttırmak ve sürekli gelişimi sağlayabilmek için yeni teknikler denemektedir. Bu tekniklerin bazıları başarılı olurken bazıları da işletmede hedeflenen başarıyı sağlayamamaktadır. Toplam kalite yönetimi, yalın üretim derken; şimdi de bu gelişim, Altı Sigma ile devam etmektedir.

İlk bakışta Altı Sigma da bu yeni tekniklerden biri gibi algılanabilirse de, Altı Sigma diğerlerinden oldukça farklıdır. Altı Sigma, tek bir yöntem ya da stratejinin uygulandığı bir yönetim modası değil, geliştirilmiş iş liderliği ve performans için esnek bir kalite yaklaşımıdır. Altı Sigma çalışmalarına, 1970'lerde başlanmış ve bu yaklaşımın temelleri Motorola firması tarafından 1980'li yıllarda ortaya konmuştur.

Sigma; kelime anlamı olarak, müşteri beklentilerini karşılayacak mükemmellikten sürecin ne kadar uzakta olduğunu ifade etmektedir. Normal

dağılıma uyan değişkenlikte Altı Sigma bir milyon ürün üretiminde, geri planda sadece milyonda 3,4 adet toplam hata olasılığını ifade etmektedir.

Altı Sigma, temel süreç bilgilerinin işlenmesiyle hataları yok etmeyi amaçlayan bir kalite yaklaşımıdır. Girdiler ve çıktılar arasındaki bağlantılar yardımıyla, süreçleri inceleyerek, gerekli iyileştirme noktalarının belirlenmesine yarayan, özellikle Amerika'da çok yaygın olarak kullanılan, faydaları görüldükçe dünyanın diğer yerlerine de hızla yayılmakta olan bir yaklaşımıdır.

Altı Sigma, ürün ve süreç kalitesinin ölçülmesine ve geliştirilmesine yönelik olarak yüksek disiplin ve istatistiksel tekniklerin kullanımına dayanmaktadır. Altı Sigma kullandığı araçlar açısından diğer Toplam Kalite Yönetim tekniklerinden önemli bir farklılık göstermese de; Altı Sigma'yı farklı ve tercih edilir kılan, bu araçların etkin kullanımını sağlayacak yapısal dönüşümü hayata geçirebilmesi ve firmalara başarısı ispatlanmış bir yol haritası sunabilmesidir.

Altı Sigma uygulamaları, işletmelere maliyetlerde azalış, kalitede artış olarak geri dönmektedir. Altı Sigma sayesinde, ürün maliyeti %10-25 azalabilmekte, üretim maliyetleri %20-40 düşürülebilmekte, üretim ve ürün kalitesi arttırılabilmekte, müşteri beklentileri daha iyi karşılanabilmekte, pazar payı arttırılabilmekte, daha güçlü ve sağlam tasarımlar yapılabilmekte, tüm süreçlerde kayıplar en aza indirilebilmekte, karışık tasarımlar basit hale dönüştürülebilmektedir.

Altı Sigma yaklaşımı ile çalışanların iş yapma memnuniyeti de yükselmektedir. Çalışanların gerek teknik gerekse bilimsel analiz araçlarını kullanabilme yetenekleri artarken, sahip oldukları süreçlerin iyileştirilmesinde katma değer yaratacak projeleri kolaylıkla tamamlayabilmektedirler. Böylece kaliteli insan kaynağına harcanan maliyetler çok kısa bir süre içerisinde azaltılabilmekte ve bunlar işletme karı olarak geri dönmektedir.

2. ALTI SİGMA YAKLAŞIMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

İçinde bulunduğumuz dönemde, her şeyde olduğu gibi üretim, yönetim ve verimlilik kavramlarında da büyük değişiklikler olmaktadır. Günümüzde rekabet edebilirlik artık sadece üretim ve maliyetle değil; aynı zamanda kalite ile olanaklı görülmektedir. Söz konusu olgular içinde müşterilerin ürünün fiyatının yanında kalitesini de önemsemelerinden dolayı kalite, en önemli yeri almaktadır. Bu nedenle işletmeler kalitelerini iyileştirmek için Toplam Kalite Yönetimi, Yalın Üretim, İstatistiksel Süreç Kontrol gibi bir takım kalite iyileştirme teknikleri denemektedirler. İşletmelerin son zamanlarda kullandıkları bu tekniklerden biri de Altı Sigma yaklaşımıdır.

2.1. Altı Sigma'nın Tarihçesi

Bir işletmenin rekabet ve müşteri sağlayarak kar elde edebilmesi, kalite kavramını algılaması ve uygulamasıyla yakından ilgilidir. Sıfır hata arayışı; başka bir ifadeyle hataya tahammülsüzlük, yeni bir yaşam biçimi olarak, gerçek bir rekabet ortamının yaşandığı pazarlarda hatasız ürün ve hizmetlerin istenmesine yol açmaktadır. Bu nedenle bir çok ülke ve kuruluş kaliteyi, performanslarını iyileştirmek ve pazar paylarını korumak için etkin bir strateji olarak görmektedir.

Kalite teknolojisinin ve anlayışının ilerlemesi, Amerika'da 2.Dünya Savaşı sırasında askeri malzemelerde uygulanan kontrol yöntemi sonuç vermemesi sonunda numune alma istatistiğinin geliştirilmesiyle gerçekleşmiştir. Bunu kalite maliyeti çalışmaları, istatistiksel kalite kontrol çalışmaları, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve sıfır hata kavramları izlemiştir. Son yıllarda ise hepsini kapsayan Altı Sigma çalışmalarıyla iyileştirilmeler yapılmaktadır.

2.1.1. Altı Sigma'nın Tanımı

İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri, içinde bulundukları rekabet ortamında rakiplerine üstün gelmeleriyle olanaklıdır. Bunu başarmanın tek yolu ise, müşterinin isteklerine cevap verebilmektir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber müşterilerin de istekleri artmakta, çeşitlenmekte ve değişmektedir. Müşteri daha kaliteliyi daha ucuza almak istemektedir. Böyle bir ortamda işletmelerin rakiplerini geride bırakmaları, müşteriye daha kaliteli hizmeti veya ürünü, tam zamanında ve daha ucuza sunabilmeleriyle gerçekleşebilecektir. İşletmelerin bunu başarmaları doğru işi rakiplerinden daha hızlı, daha iyi ve daha verimli yapabilmelerinden geçmektedir. Doğru işin yapılması ise doğru personel, doğru ekipman ve doğru süreçlerin seçilmesiyle olanaklıdır.

Ürün veya hizmet sunan işletmelerin müşteriye daha kaliteliyi sunmasının önündeki en büyük engel, kuşkusuz müşteri memnuniyetsizliğine yol açan değişkenliklerdir. Müşteri gereksinimlerini karşılamakta yetersiz kalan her şey, hatadır ve hataya dönüşen nedenlerden en önemlisi de değişkenliktir.[1] Değişkenlik terimi istatistikte 'standart sapma' ile ölçülmekte ve Yunan alfabesindeki 'sigma (σ)' harfi ile simgelenmektedir. Değişkenlik iki ana nedene dayanmaktadır:

1. Özel nedenler,
2. Sistemden kaynaklanan nedenler

Özel nedenler; insan, malzeme, süreç veya çalışma ortamındaki değişkenliklerden kaynaklanabilir. Bu nedenler, imalat anında belirli noktalarda yapılabilecek çalışmalarla önlenebilir. Buna karşılık sistemden kaynaklanan nedenler, imalat sisteminde değişiklik yapılmasıyla düzeltilebilir.[2]

---

[1] Mikel J. Harry, *The Nature of Six Sigma Quality*, Motorola University Press,1997,s.4
[2] ATAŞ, Berna; *Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı: Isıtıcı Üretim Sürecinde Bir Uygulama*.Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2001, s.11.

İşletmeler sistemlerindeki sorunları gidermek amacıyla; İstatistiksel Süreç Kontrol, Tam Zamanında Üretim, Kaizen, Hoisin Planlaması, Toplam Kalite Yönetimi gibi bir takım üretim iyileştirme yöntemleri kullanmaktadırlar. Bu yöntemleri uygulayanlar işletmelerinde kısa sürede sorunların yok olmasını ve firmalarında gözle görülür bir iyileşme sağlanması yönündeki beklentilerine erişememişlerdir. Bu iyileştirme çalışmalarının hepsinin temelinde değişkenlikleri azaltmak ve süreci kontrol altında tutma hedefinin yer almasına rağmen; kullanılan yöntemler yöneticiler ve çalışanlarca tam anlamıyla benimsenmediği gibi işleri zorlaştırıcı bir yığın evrak doldurma işi olarak görülmüştür.

W.Edwards Deming'in 'performansı iyileştirmek için değişkenliklere odaklanılması gerekliliği' yaklaşımını, 1980'li yıllarda Amerikan Motorola firmasında mühendis olarak çalışan Mikel Harry firma çalışanlarına benimsetmiştir. Mikel Harry tarafından ortaya konan yaklaşımın adına, Motorola firmasında yapılan her iyileştirme çalışmasında 'altı sigma' seviyesini hedeflemiş olmasından dolayı 'Altı Sigma' denilmektedir. Başka bir deyişle, iyileştirilen sürecin 'milyonda 3.4 hata' ile çalışır hale getirilmesi hedeflenmektedir.[3]

Mikel Harry'nin 'Altı Sigma' olarak nitelendirdiği bu yaklaşım; mükemmele ulaşma, müşteri tatmini sağlama, süreç iyileştirme, sıfır hataya ulaşma gibi hedeflere, değişkenliğin ortadan kaldırılmasıyla ulaşılabileceğini savunmaktadır.[4] Böylelikle değişkenlik daha ilk aşamada yok edilebilirse, doğru iş zamanında yapılmış olacak ve daha sonra hatayı düzeltmek veya tanımlamak için ikinci bir zahmetli ve maliyetli sürece girilmeyecektir.

İşletmelerde alınan kararlardan etkilenen taraflar bulunmaktadır. Müşteri ucuza kaliteli ürün almak isterken, işletme yönetimi kar elde edebilmeyi istemektedir. Bu, süreçlerin iyi işlemesine bağlıdır. Paydaşlar işin nasıl ve hangi yöntemle yapılacağıyla ilgilenmez; onları ilgilendiren tek şey, düşük maliyetlerle kar

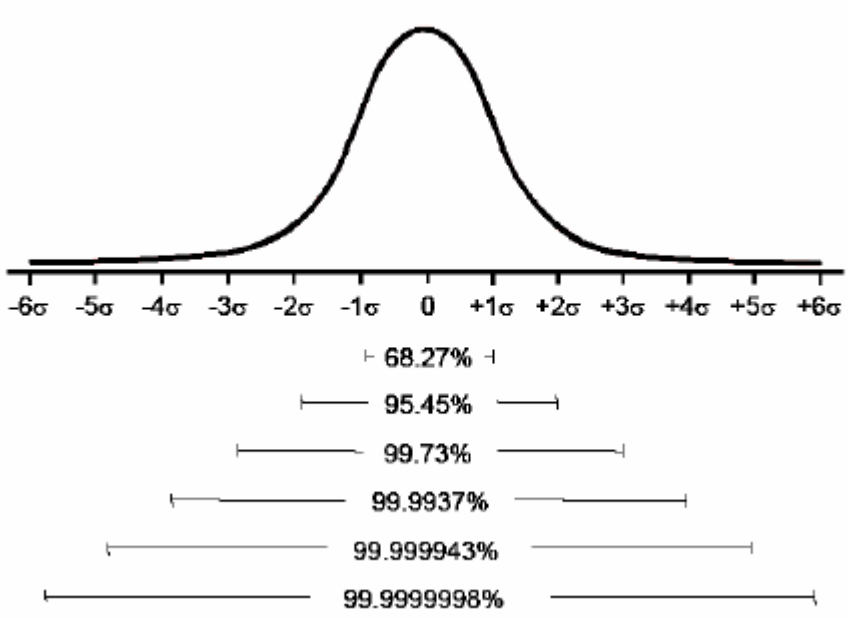
[3] www.altısigmaforum.com (16.04.2005)
[4] Mikel J.Harry, *The Nature of Six Sigma Quality*, Motorola University Press, 1997, s.4.

sağlayabilmektir. İşletmelerin maliyetleri düşük tutmaları da yapılan işi ilk seferde doğru yapmalarıyla mümkün olabilir. Her işletme az maliyetle çok ürün üretmek ister; ancak, her zaman bu gerçekleştirilemeyebilir. Diğer bir deyişle, işletmeler israfsız üretim yapmak istemektedirler ki bu 'Altı Sigma' yaklaşımının mantığını oluşturmaktadır. Altı Sigma'yı aşağıda belirtildiği gibi ifade edebiliriz:

- Altı Sigma'nın istatistiksel olarak tanımı; milyon parçada 3.4 adet hatalı ürün yada hizmet üretebilmektir.
- Altı Sigma, işte başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için kapsamlı ve esnek bir yaklaşımdır.
- Altı Sigma'yı işleten benzersiz mekanizmayı, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama; gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanma; iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmek oluşturmaktadır.[5]
- Altı Sigma, temelde tüketici memnuniyetini geliştirmek, çevrim süresini azaltmak, hataları azaltmak olmak üzere üç hedefe ulaşmaya çalışmaktadır. [6]

Altı Sigma'da hata, müşteri şartlarının dışında kalan her şey olarak tanımlanabilir. Aşağıdaki grafikte, Altı Sigma istatistiksel olarak gösterilmeye çalışılmıştır.

[5] Pande, Peter S.,Neuman, Robert P.,Cavanagah, Roland R. *Sıx Sigma Yolu.* İstanbul, Klan Yayınları.2004. s.13.Çeviri. Nafiz Güder-Güneş Tokcan.
[6] PANDE, Pete, HOLPP, Larry., *What Is Sıx Sigma?,* McGraw-Hill, 2002. s.3.



Grafik 2.1 Altı Sigma'nın İstatistiksel Gösterimi

Grafik 2.1'de görüldüğü gibi; 3 σ kalite düzeyinde milyon parçada (mp) 2700 hatalı ürün ya da hizmet üretilirken, 6 σ kalite düzeyinde 0,002 hatalı ürün veya hizmet üretilir. Altı Sigma yaklaşımının amacı, süreçteki değişim miktarının, alt ve üst sınır limitleri arasındaki değerini ± 6σ olacak şekilde azaltabilmektir[7]. Diğer bir deyişle, normal dağılım eğrisinin aralığı ne kadar dar olursa değişkenlik de o kadar az olacaktır ki bu, Altı Sigma'nın hedefini oluşturmaktadır. Altı Sigma kalite düzeyinin 3.4 hatalı ürünü, Grafik 2.1'de %99,997 hatasız ürüne denk gelmektedir. Başka bir ifadeyle, çan eğrisi altındaki toplam alanın 1 olduğu kabul edildiğinde, bu yüzde olarak %100'e eşit olmaktadır. Eğrinin alt ve üst sınır limitleri dışında kalan alanlar, istatistikte hata yada kusur olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, Altı Sigma'da ki 3.4 adet hata değeri de yüzde olarak ifade edildiğinde %99,997'a karşı gelmektedir. Benzer şekilde, 3.8 σ ise %99'luk bir kaliteye karşılık gelmektedir. Tablo 2.1 ve Tablo 2.2, farklı σ değerlerine göre hata oranlarını örneklerle özetlemektedir.

[7] Kamoy, Selda, *Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler*. Hacettepe Üniversitesi, Bilim Uzmanlığı Tezi,2002, s.6.

Tablo 2.1 %99 kaliteye karşılık Altı Sigma performansı.[8]

3,8σ ile	**6σ ile**
Gönderilen her 300,000 mektupta	
3,000 hatalı gönderi	1 hatalı gönderi
Açılan her 500,000 bilgisayarda	
4,100 çökme	2'den az çökme
500 yıl boyunca yapılan ay sonu hesaplamalarında	
60 ay hesap tutmaması	.018 ay hesap tutmaması
Haftalık TV yayınında (kanal başına)	
1.68 saat yayın boşluğu	1.8 saniye yayın boşluğu

Tablo 2.2 Hata Oranlarının Gerçek Hayata yansıması

ÖRNEK	**%99 (3.8 SİGMA)**	**%99.997 (6 SİGMA)**
Bir günde kirli su içme süresi	14.4 dakika	0.3 saniye
Aylık elektrik kesinti süresi	7.2 saat	8.8 saniye
6 saatlik uçuşta ciddi hava boşluğu tehlikesi	3.6 dakika	0.1 saniye
Yanlış ilaç reçetesi verilmesi	Yılda 200.000	Yılda 68
1.000.000 $ Yatırımdaki kayıp	10,000 $	3.4 $

[8] Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Cavanagah, Roland R. *Six Sigma Yolu*. İstanbul, Klan Yayınları. 2004 s.42.Çeviri. Nafiz Güder-Güneş Tokcan

2.1.2. Dünya'da ve Türkiye'de Altı Sigma'nın Gelişimi

Altı Sigma yaklaşımı, 1980'li yılların başında Motorola firmasının bu yaklaşımı organizasyonuna yerleştirmesiyle ortaya çıkmıştır.[9] Motorola ve General Electric (GE) şirketlerinin 1980'lerde şirket stratejisi olarak uygulamaya koyduğu Altı Sigma, bugün dünyada ve Türkiye'de birçok şirkete büyük kazançlar sağlamaktadır.[10]

1980'lerde ve 1990'ların başında Motorola pek çok Amerikalı ve Avrupalı kuruluş gibi pazar payını Japon rakiplerine kaptırmıştı. Motorola'nın üst düzeydeki liderleri, ürün kalitelerinin iyi olmadığını kabul etmekteydi. O dönemdeki pek çok şirket gibi Motorola da, yalnızca bir değil, birden fazla 'kalite' programı yürütmekte olan Motorola, Altı Sigma'yı uygulamaya başlamasından yalnızca iki yıl sonra, Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülüne layık görülmüştür. Motorola Altı Sigma'yı, bir dizi araç olmanın ötesinde, iletişim, eğitim, liderlik, ekip çalışması, ölçüm ve müşteriye odaklanma üzerine kurulu, işi yeni bir biçime sokma yöntemi olarak uygulamaktadır.

GE'nin Altı Sigma girişimi 1996'da başlamış ve 1996'dan 1999 yılına kadar 2 milyar$'dan fazla kar elde etmiştir.1996'dan bugüne GE, faaliyetlerini 'Altı Sigma'lı' ürünler hazırlamaya yönlendirmiştir. Her GE ürün işletmesi ve finansal hizmet faaliyeti, ürün tasarım ve gerçekleştirme sürecinde Altı Sigma yaklaşımını kullanmaktadır. Altı Sigma ile hedeflenen, müşterinin istediği düşünülen kusursuz ürün ve hizmetleri söz verilen zamanda sağlamak değil, müşterinin gerçekten istediği zamanda sağlayabilmektir.[11]

---

[9] USLU, Lütfi. *Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları.*Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2002. s.2

[10] YAVUZ,Ercan. *Bürokraside 6 Sigma Devri.* Akşam Gazetesi.

[11]USLU, Lütfi. *Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları.*Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2002. s.17.

AlliedSignal kendi kalite iyileştirme etkinliklerini 1990'ların başında uygulamaya başlamıştır. 1990'a gelindiğinde, Altı Sigma konusunda geniş kapsamlı personel eğitimi ve Altı Sigma ilkelerinin uygulanması sayesinde, yılda 600 milyon dolardan daha fazla tasarruf elde ederken, 1998'de %6 verim artışına ve %13'lük kar marjına ulaşmıştır. Altı Sigma uygulamasına 1990 yılında başlayan şirket 1998 yılına kadar, pazar değerini yılda bileşik %27'lik bir oranda arttırmayı başarmıştır.

Altı Sigma ile yönetilmesi, AlliedSignal'e Forbes dergisine göre; çalışma alanı çeşitliliği açısından dünyanın en iyi şirketi ve Fortune dergisine göre de; en beğenilen uluslar arası havacılık şirketi unvanlarını kazandırmıştır.[12]

Dünya'da Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerden bazıları Tablo 2.3'de gösterilmektedir:[13] Tablo 2.4'de Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerin sağladıkları kazançlar verilmiştir.

Altı Sigma yaklaşımı, bir süredir Türkiye'nin büyük şirketlerinde uygulanmakta ve etkileyici sonuçlar elde edilmektedir. TEI, 1995 yılında bu yaklaşımı ilk uygulayan şirketlerden birisidir. Ardından Arçelik, Borusan Holding ve Kordsa gibi Türkiye'nin önde gelen şirketleri Altı Sigma'yı uygulamaya başlamışlardır. Hepsinde de ciddi başarılara, beklenmedik iyileştirmelere ulaşılmıştır.

[12] Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Cavanagah, Roland R. *Six Sigma* Yolu. İstanbul, Klan Yayınları. 2004 s.35.Çeviri. Nafiz Güder-Güneş Tokcan
[13] www.eneraconsulting.com (16.04.2005)

Tablo 2.3 Dünya'da Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerden bazıları.

3M	Bombardier	First Data Corporation
ABB	Burlington Industries	GE
Alcoa	British Telecom	Glaxo
Allied Signal	Canon	HBOC
Amazon.com	Caterpillar	Hitachi
American Express	Citibank	Honda
Australian Food	Conseco	Honeywell
Avon Rubber plc	Cott Corporation	IBM
Alstom	Du Pont	Ingram Micro
BBA Group	Express Gifts LTD	IMI Norgren
Bendix	Egg	Jaguar
Black&Decker	Nokia	Solectron Telecommunications
Johnson Controls GmbH	Noranda	Sony Ericsson
Johnson & Johnson	Ford	Sollac Usinor
JP Morgan Chase	Nylex Polymer Products	John Deere
Kodak	PerkinElmer	Starwood
Lear Corporation	Peterman Europe	Sun Microsystems
Lloyds	Polaroid	Texas Instruments
Lockheed Martin	P&G	Toshiba Europe GmbH
Maple Leaf Foods	Qualitran Proffesional	Varian Medical System
Maytag	Raytheon	Vision Systems Fire&Security
McKessen	Seagate Technology	Volvo cars
Motorola	Sheraton	Zurich Financial Services
	Smarter Solutions	

Tablo 2.4 Altı Sigma Yaklaşımını Kullanan Firmalar ve Bu Yaklaşımı Kullandıktan Sonra Elde Ettikleri Yaklaşık Yıllık Ortalama Karları[14]

FİRMALAR	**YILLIK ORTALAMA KARLARI**
General Electric (GE)	500 Milyon $
Motorola INC.	850 Milyon $
Allied Signal	600 Milyon $
Polaroid	100 Milyon $
Texas Instruments	350 Milyon $
Nokia	150 Milyon $
Siebe PLC	150 Milyon $

Türkiye'de Altı Sigma'yı uygulayan önemli şirketlerden biri de Arçelik'tir. Özellikle kendi teknolojisini yaratarak önemli bir aşama kaydeden Arçelik, Altı Sigma'dan önemli yararlar sağlamıştır. Arçelik, Altı Sigma için profesyonel bir danışmanlık şirketinden yardım desteği almıştır. Ayrıca 1998 yılının ikinci yarısında işletmedeki önemli pozisyonlardaki yöneticilere 'Altı Sigma Bilinçlendirme Eğitimleri' verilmeye başlanmıştır.[15] Tablo 2.5 Türkiye'de Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerin bazılarını göstermektedir.[16]

[14] KAMOY, Selda. *Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler*.Hacettepe Üniversitesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara 2002.s.2.
[15] ÇOBAN, Fadime. Six Sigma Zamanı.*Capital Dergisi*, Nisan 2003.s.202-206.
[16] www.eneraconsulting.com (16.04.2005)

Tablo 2.5 Türkiye'de Altı Sigma'yı uygulayan şirketlerden bazıları.

Aksa	General Elecetric	Çimtaş	Rexam
Arçelik	Kalekalıp	Coates	Sasa
Birleşik Oksijen Sanayi A.Ş.	Kalekim	Dow Chemical	Schneider
Borusan	LG	Dupont	Sheraton
Bosch Dizel Sistemleri	Martur	EGO - Elektrikli Aletler Sn.	TEBA
Bosch Siemens Profilo	Petrol Ofisi	Erkunt	TEI
Ford	Vitra		

2.2. Altı Sigma'nın Temel Bileşenleri

İşletmelerin Altı Sigma yaklaşımını uygulamalarının temel nedeni müşterilerdir. Müşteriler, şirketlerin Altı Sigma yaklaşımını uyguladıklarını sadece duymak ya da okumak değil aynı zamanda sonuçlarını da görmek ve hissetmek istemektedirler.[17] Altı Sigma yaklaşımında kalite, müşteri etrafında oluşturulmaktadır. Her şey müşteriyle başlamakta ve müşteriyle bitmektedir. Dolayısıyla müşteriler, performans, güvenilirlik, rekabet edebilir fiyatlar, zamanında teslimat, servis, temiz ve doğru iş süreçlerinin idaresi v.b beklentilerin neler olduğunu ve kalitenin neleri incelemesi gerektiğini belirlemektedir.

Altı Sigma yaklaşımının başarısı, işletmedeki her üyenin oynayacağı rolün çok iyi belirlenmesine bağlıdır. Altı Sigma yaklaşımında tüm personele aldıkları eğitiminin türüne göre farklı unvan, yetki ve sorumluluklar verilmektedir. İlk bakışta Uzakdoğu sporlarının yapıldığı bir kulübün organizasyon yapısını andıran bu unvanlar, Altı Sigma'nın uygulandığı organizasyonun yapısı, uygulamanın kapsamı

[17] HARRY,Mikel.,PH.D.,SCHROEDER,Richard.*Six Sigma*.USA, 2000,s.188.

ve projelerin türüne bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı şirketler genel kabul gören unvanlara sarı, mavi vb. kuşaklar eklerken, bazıları ise birkaç kuşakla yetinmektedir.[18]

Altı Sigma yaklaşımında roller üst kalite konseyi, yönetim temsilcisi, usta siyah kuşaklar, siyah kuşaklar, yeşil kuşaklar, kalite şampiyonu şeklinde oluşmaktadır.

2.2.1. Üst Kalite Konseyi

Altı Sigma projeleri, organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülmektedir. Özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olabilmektedir.

Bu konseyin başlıca görevleri;

- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını belirlemek,
- Altı Sigma organizasyonunu ve bu organizasyonda yer alan kişilerin yetki, sorumluluk ve görevlerini belirlemek,
- Altı Sigma uygulamalarının kapsamını değişen ihtiyaçlara ve işletmenin Altı Sigma konusunda ulaştığı olgunluk düzeyine göre genişletmek ve organizasyon yapısında buna uygun düzenlemeler yapmak,
- Altı Sigma projeleri için gerekli kaynakları sağlamak, proje takımlarının karşılaştıkları büyük problemleri çözümlemek,
- Altı Sigma projelerini takip etmek ve gerektiği durumlarda müdahalelerde bulunmak,
- Elde edilen olumlu sonuçlar ve iyi uygulamaların tüm şirkette yaygınlaşmasını sağlamak, şeklinde özetlenebilir.

[18] www.altısigma.com (18.06.2005)

2.2.2. Yönetim Temsilcisi

Alt Sigma projeleri; üst yönetimden etkin lider tarafından yönetilmediği sürece başarısızlık şansı yüksektir. Bu tür bir görevlendirme Altı Sigma'ya verilen önemi göstermesi ve faaliyetleri kolaylaştırması açısından önemli olabilir. Yönetim Temsilcisi üst yönetim adına karar verebileceği için proje çalışmaları sırasında çıkan sorunların çözümü için konsey toplantıları beklenmeyecektir. Yönetim Temsilcisinin başlıca görevleri;

- Altı Sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak icrasını sağlamak,
- Gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmalık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- Altı Sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
- Proje seçimi ve takımların oluşturulmasında kalite şampiyonu/şampiyonlarına yardımcı olmak,
- Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,
- Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek, uygun gördüklerinden yetkisi dahilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- Kalite şampiyonlarına her konuda destek olmak,
- Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmak, şeklinde özetlenebilir.

2.2.3. Usta Siyah Kuşaklar

Usta siyah kuşaklar Altı Sigma'nın mantığını, amaçlarını ve uygulamasını derinliğine kavramış kişilerdir. Tam zamanlı olarak çalışmaktadırlar. Ekipleri ve ekip liderlerini veya siyah kuşakları desteklerler. Ekibe teknik uzmanlık sağlarlar. Ekibin başarısını engelleyen faktörleri devre dışı bırakmada yardımcı olurlar. Ekibin üyelerini ve amaçlarını belirlerler. Üst yönetime gelişim raporlarını sağlayan ve projeleri biçimsel bir şekle dönüştürenler de usta siyah kuşaklardır.

Usta siyah kuşakların görevleri;

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

2.2.4. Siyah Kuşaklar

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

- İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,

- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- İyileştirme projesini yönetmek ve projenin miadında tamamlanmasını sağlamak,
- Bilgi ve kaynak ihtiyaçlarını belirlemek ve bu talepleri kalite şampiyonuna bildirmek,
- Takım üyelerine Altı Sigma araçlarını kullanımı ve proje görevlerinin yerine getirilmesi sırasında teknik destek sağlamak, şeklinde özetlenebilir.[19]

2.2.5. Yeşil Kuşaklar

Bunlar ekip lideri gibi projede tam zamanlı olarak çalışmak zorunda olmayan ekip üyeleridir. Yeşil kuşaklar bir veya birden fazla ekipte yer alabilirler. Ekibin başarısı için çalışmaları, araştırma yapmaları ve katkıda bulunmaları beklenir. Yeşil kuşakların görevleri; [20]

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

2.2.6. Kalite Şampiyonu

Kalite Şampiyonu, iyileştirme projelerini Üst Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişi/kişilerdir. Altı Sigma Takımlarını, Toplam Kalite Yönetiminin

[19] www.altısigma.com (18.06.2005)
[20] GÜRSAKAL,Necmi.,OĞUZLAR,Ayşe.*Altı Sigma*.Bursa 2003.s.65-76.

Çemberlerinden ayıran temel fark burada ortaya çıkmaktadır. Kalite Çemberlerinde iyileştirme konularının seçimi ve projelerin yürütülmesi tamamen çember üyelerinin sorumluluğundayken, Altı Sigma'da bir miktar yönlendirme söz konusudur. Ancak bu yönlendirme takımların inisiyatiflerini ve yaratıcılıklarına zarar vermemeli, fakat işletme amaçlarına doğrudan katkı sağlamayan projelerle zaman harcamalarını önlemelidir. Kalite Şampiyonun başlıca görevleri;

- İyileştirme projelerinin işletme amaçları ile uyumlu olmasını sağlamak,
- İyileştirme takımlarının kaynak ihtiyaçlarını yönetim temsilcisine bildirmek,
- İyileştirme takımları arasında koordineyi sağlamak,
- Hızını yitiren çalışmalara müdahale etmek, gerektiğinde kapsam değişikliği, yeni personel görevlendirmesi vb. tedbirler almak,
- İyileştirme projelerinin tamamlanma sürelerini belirlemek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini onaylamak, şeklinde özetlenebilir.[21]

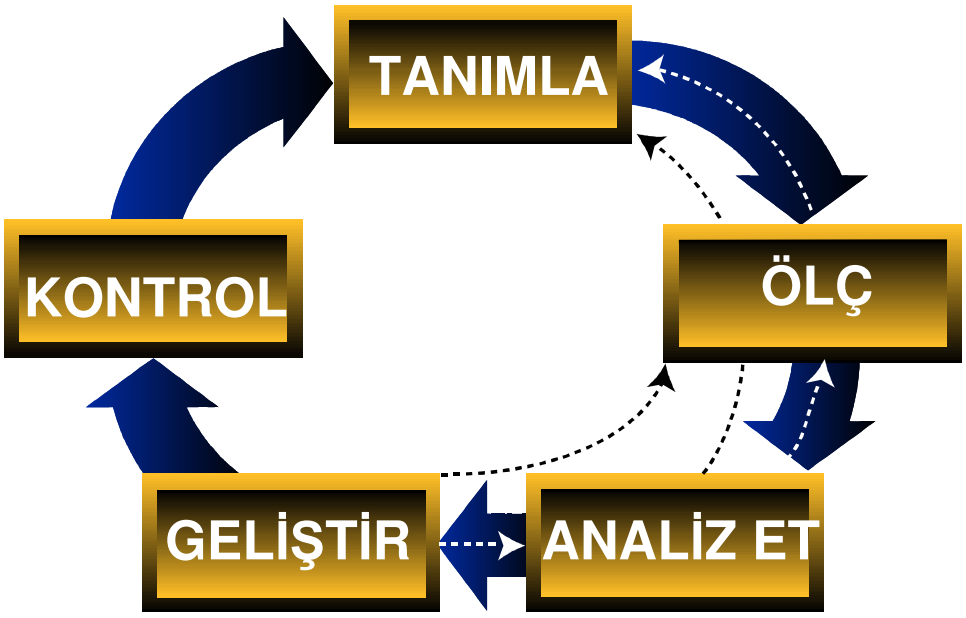
2.3. Altı Sigma'nın Uygulama Aşamaları

'Tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve kontrol (Define, Measure, Analyze, Improve, Control-DMAIC)' modelini kullanan Altı Sigma, süreçlerin iyileştirilmesine, tasarım ve yönetimine odaklanmaktadır. Altı Sigma kavramı, bir ürün tasarımı ve üretimi ile ilgili olabileceği gibi, siparişlerin işlenmesi veya finansal tabloların oluşturulması şeklinde süreçlerle de ilgili olabilir. Burada sözü edilen temel adımlardan ölçme ve analiz, 'süreç karakterizasyonu', iyileştirme ve kontrol

[21] www.kaliteofisi.com (18.06.2005)

ise ‘süreç optimizasyonu’ olarak adlandırılır. DMAIC döngüsel bir süreçtir ve bu döngüsel sürecin her bir adımının en iyi sonucu vermesi istenmektedir.[22]

Farklı işletmelerde görülen çeşitli modellerin çoğu Altı Sigma gelişim çalışmalarına rehber olabilmektedir. Bu modellerin hepsi Edward Deming’in geliştirdiği, veri tabanlı süreç iyileştirme temel mantığını tanımlayan ‘planla, uygula, kontrol et, önlem al’ çevrimine dayanmaktadır. Temel olarak PUKÖ (planla, uygula, kontrol et, ölç) modelinden büyük bir farklılık göstermeyen DMAIC modelinde sadece ölçme ve iyileştirme süreçleri özel olarak vurgulanmış ve bu süreçler ayrı birer aşama olarak ifade edilmiştir. Eğer işletmenin daha önceden kullandığı ve benimsediği başka modeller mevcutsa onlar da Altı Sigma’ya uyarlanabilir.[23] Grafik 2.2’de DMAIC aşamaları gösterilmiştir.



Grafik 2.2 DMAIC Aşamaları

[22] GÜRSAKAL,Necmi.,OĞUZLAR,Ayşe.*Altı Sigma*.Bursa 2003.s.49.
[23] KİRİŞ,Görkem.*6Sigma Yaklaşımı-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş (TEI)’de Uygulama Örneği*.Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Temmuz, 2003.s.43.

2.3.1. Tanımlama Aşaması

Tanımlamanın amacı, belirlenen problemin ekip tarafından daha iyi anlaşılması ve kavranmasıdır. Buna ilave olarak, ekibin organize olması, sorumlulukların belirlenmesi, hedeflerin ortaya koyulması ve genel bir gelişme planının yapılmasına yardımcı olmaktadır. Ekip kendisine 'Ne üzerinde çalışıyoruz?, Niçin bu belirli problem üzerinde çalışıyoruz?, Müşteri kim?, Müşteri ihtiyaçları ne?, Mevcut durumda iş nasıl işliyor?, İyileşme sonucunda elde edilecek kar ne?' gibi sorular sormalıdır. Bu çeşit soruların sorulmasının nedeni, geçmişte çoğunlukla önemsenmeyen iş problemleri hakkında yeni ve orijinal düşünme yolları sağlamaktır.[24] Tüm bu sorunların yanıtlanması ile ekip, ürün ya da sürecin müşterisini, müşteri gözüyle kritik olan kalite değerlerinin ve süreçteki problemin tanımını yapmış olmaktadır.[25]

Tanımlama aşamasının adımları;[26]

- Problemin tanımlanması,
- Müşterinin belirlenmesi,
- Kritik Kalite Karakteristikleri (KKÖ)'nün belirlenmesi,
- Süreç haritasının çizilmesi,
- Süreç kapsamının rafine edilmesi,
- Proje dosyasının güncellenmesinden oluşmaktadır.

2.3.2. Ölçüm Aşaması

Geliştirilecek olan sürecin sınırları tanımlandıktan sonra yapılacak ilk işlem, geliştirilecek sürecin performansını ölçmektir. Geçerli ve doğru ölçümler olmaksızın sürecin mevcut performansını ve yapılan işlemlerin etkilerini belirlemek mümkün

[24] PANDE, Pete., HOLPP, Larry.*What is Six Sigma?* McGraw-Hill, 2002. s.31.
[25] *6 Sigma'nın Temel Aşamaları,* www.kaliteofisi.com/sig_tem_2.asp (16.04.2005)
[26] Ford Otosan Eğitim Notları

değildir. Bu aşamadaki en kritik faktör, neyin ya da nelerin ölçüleceğinin doğru belirlenmesidir. Tüm problem çözme teknikleri ve istatistiksel teknikler kullanılarak Altı Sigma kapsamına alınacak süreçlerin mevcut durumları ortaya çıkarılmaktadır. Kalite için birincil önceliğe sahip değerleri etkileyen kilit iç süreçler belirlenmekte ve belirlenmiş değerlere göre ortaya çıkan kusurlular ölçülmektedir.[27]

Ölçüm aşamasının adımları şu şekilde sıralanabilir:[28]

- Ölçümün ve değişkenliğin tanımlanması,
- Veri tipinin belirlenmesi,
- Veri toplama planının oluşturulması,
- Ölçme sisteminin değerlendirilmesi,
- Veri toplanması,
- Süreç yeterliliğinin sigma cinsinden belirlenmesi.

2.3.3. Analiz Aşaması

Ölçüm aşamasında uygulanan teknikler yardımıyla proje kapsamını daraltan ekip, analiz aşamasında Altı Sigma kapsamındaki süreçleri etkileyen tüm faktörleri belirlemektedir. Hatalara neden olan kilit değişkenlerin/faktörlerin analizleri, Altı Sigma'nın istatistiksel problem çözme teknikleri kullanılarak yapılmaktadır.

Bu aşamanın amacı hataların neden, ne zaman ve nerede oluştuğunu anlamaktır. Temel problem çözme teknikleri kullanılarak, hataları oluşturan temel değişkenler belirlenmekte, bunun sonucunda da süreçlerdeki değişkenlikleri en fazla

[27] KİRİŞ, Görkem., *Altı Sigma Yaklaşımı-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2003. s.44.
[28] Ford Otosan Eğitim Notları

etkileyen olası değişkenler açıklanarak iyileştirme safhasında yapılması gerekenler için bir alt yapı oluşturulmaktadır.[29]

2.3.4. İyileştirme Aşaması

İyileştirme süreci, planlama ve sonuçlara başarıyla ulaşma aşamasıdır. Süreçlerin performanslarını etkileyen tüm faktörlerin değişkenlik nedenleri, birbirleri ile etkileşimleri ve süreçler üzerindeki etki düzeyleri ortaya çıkarılmaktadır. İyileştirme aşamasının amaçları;[30]

- Çözüm için fikir üretmek,
- İyileştirmeyi tasarlamak için denemek ve uygulamak,
- İyileştirmeyi doğrulamak, şeklinde sıralanabilir.

2.3.5. Kontrol Aşaması

Bu aşama, yapılan iyileştirmelerin Altı Sigma düzeyinde kalıcı olması ve sürekliliğinin sağlanması amacıyla süreçlerin standartlaştırılması ve kontrolü aşamasıdır. İyileştirme aşamasından sonra ekip, sürecin kontrolünü ve idaresini sürecin asıl sahibine devretmelidir. Bu aşamada istatistiksel süreç kontrol teknikleri ile süreçlerin performans yeterliliklerinin sürekliliğinin takibi ve kontrolü yapılmaktadır. Kontrol aşamasında, iyileşmenin sağlandığından emin olmak için ölçüm sisteminin doğruluğu tekrar teyit edilir ve süreç yeterliliği yeniden değerlendirilir.

---

[29] KİRİŞ,Görkem.*6Sigma Yaklaşımı-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*.Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Temmuz, 2003.,s.45.

[30] KİRİŞ,Görkem.*6Sigma Yaklaşımı-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*.Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Temmuz, 2003.,s.45.

Bu son aşamanın amacı, istatistiksel süreç kontrolü ya da basit işaretleme listeleri gibi araçları kullanarak, değiştirilmiş sürecin kilit değişkenlerinin en yüksek kabul edilebilir aralıkta kalmasını garanti altına almaktır.[31]

2.4. Altı Sigma'nın İşletme Yönetiminde Kullanımı

İster hizmet ister üretim işletmesi olsun her işletme, sadece işletme sınırları içerisinde kalan iç etkenlere ve üretim faktörlerine bağlı kalarak varlığını sürdürememektedir. Bu; mal ve hizmet çeşitlerinin hızla değişmesine, tekniğin sürekli olarak değişmesine, yöntemlerin hızla değişmesine, insanların ve toplumların değişmesinin hızlanmasına bağlanmaktadır. Bundan dolayı işletme yönetimi;

a. Amaçları belirlemeli ve bunların gerçekleşmesini sağlamalı,
b. İşletmenin hayatta kalmasını ve geleceğini ilgilendiren kararları almalı ve bunların sorumluluğunu taşımalı,
c. İnsan gruplarını harekete geçirerek bunların yapıcı çabalarını geliştirmelidir.[32]

İşletme için en önemli koşul, kar elde edebilmektir. Her işletme karını arttırabilmek için sürekli yeni yöntemler denemekte, gündemde olan kalite yaklaşımlarını uygulamaya almaktadır. İşletme yönetiminin temel hedeflerini; kar edebilmek, pazar payını arttırabilmek, kaliteyi ucuza mal edebilmek ve maliyetleri düşürebilmek oluşturmaktadır.

İşletme, bu hedeflere ulaşabilmek için bir takım yöntemler uygulamaktadır. ISO 9000 kalite yönetim sistemleri, Benchmarking, Toplam Kalite Yönetimi vb.

---

[31] KİRİŞ,Görkem.*6Sigma Yaklaşımı-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*.Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Temmuz, 2003.,s.46

[32] URAZ,Çevik., *İşletme Yönetimi Aracı Olarak Pazarlama Maliyetleri Analizleri*, Ankara, 1971.,s.14.

uygulanan bu yöntemlerden bazılarıdır. İçinde bulunduğumuz dönemde ise artık gündemde olan Altı Sigma yaklaşımıdır.

Altı Sigma sadece işletmenin performansının ölçüm ve analizine katkıda bulunmaz, aynı zamanda işletme yönetimi açısından temel bir yaklaşım da geliştirebilir. Altı Sigma yaklaşımının temel hedefi işletme bünyesinde, Altı Sigma iyileştirme projeleri ile değişkenliğin azaltılmasına ve süreç iyileştirmeye odaklanan, ölçüm esaslı bir yöntem stratejisi yerleştirmektir.[33]

2.4.1. İşletmede Altı Sigma Yaklaşımıyla Karar Verme

Yönetici, bilgiyi işleyen kişidir. Karar vermek de bir bakıma bilgiyi işlemektir. Yönetici kendisine gelen bilgiyi, ham veriyi inceleyecek, analiz edecek, değerlendirecek ve bunun sonucunda bazı sorunları görerek sorunu tanımlayacak veya amaç belirleyecektir.[34]

İşletme yönetimi doğal olarak karşılaşılan sorunların çözümünde, amaçlara ulaşmada bir takım sayısal analiz tekniklerinden yararlanmaktadır. Söz konusu model ve tekniklere; stok modelleri, kar noktası analizleri, doğrusal programlama, kuyruk teorisi, oyun teorisi, simulasyon, markov tekniği, varyans analizi, regresyon ve korelasyon analizleri PERT ve CPM, çok boyutlu istatistiksel analizleri olarak verilebilir.[35]

Altı Sigma yaklaşımının içerdiği zor sorular işletmeleri, rakamlar ile ölçülebilir cevaplar vermeye mecbur ettiğinden, şirket içersinde kültür değişimi de başlar ve hızlanır. Altı Sigma sayesinde şirketler bir ürün veya hizmet üretimindeki her türlü süreçlerini, rakamlarını ve adımlarını gözden geçirmeye başlarlar. Bunun sonucunda da ölçülemeyen hiçbir şey değiştirilemeyeceğinden, performansı başka bir ifadeyle

---

[33] 'Altı Sigma Nedir?', www.o-2k.com (19.05.2005)
[34] KOÇEL, Tamer., *İşletme Yöneticiliği, Beta Yayınları*, 9.Bası, İstanbul, 2003., s.100.
[35] KOÇEL, Tamer., *İşletme Yöneticiliği, Beta Yayınları*, 9.Bası, İstanbul, 2003., s.103.

başarıyı nasıl ölçeceklerine karar verirler; girdileri ve çıktıları ölçmeye başlarlar. Sonuç olarak, Altı Sigma sistematik bir soru sorma sürecidir; bu süreçte elle tutulur ve ölçülebilir cevaplar aranmakta, bu cevaplar ile de karlı sonuçlara ulaşılmaya çalışılmaktadır.[36]

2.4.2 Toplam Kalite Yönetimi ve Altı Sigma

Toplam Kalite Yönetimi (TKY), iş için hayati öneme sahip temel süreçlere odaklanır ve bunun sonucunda kar elde edilmesini sağlar. Gelir ve maliyetlere odaklanan geleneksel yaklaşım ise, işletme içi rekabete yol açmakta, işbirliğini yok ederek müşterinin istediği ürün ve/veya hizmetlerin sağlanmasının ikinci plana atılmasına neden olmaktadır. Amaç, firmanın ulaşmayı hedeflediği maliyet azaltılması ve kara ulaşılmasıdır. Altı Sigma ise TKY'den farklı olarak, müşteri ihtiyaçlarını karşılayan, hatta bu beklentilerin ötesine geçen ürün ve hizmetler sağlayabilecek bütünleşik bir yaklaşım oluşturmaya çalışmaktadır.

'TKY = Altı Sigma' değildir. Altı Sigma, TKY felsefesine dayanan bir yaklaşımdır. Bunun için de bir takım benzerliklere sahiptirler. Bu benzerlikler aşağıda 7 madde altında toplanmıştır:[37]

1. Altı Sigma'nın hedeflerinde süreçlerin iyileştirilmesi ve basitleştirilmesi, örgütsel sinerji ve örgütsel öğrenme; TKY'nin temel ilkelerinden müşteri odaklılık, sürekli geliştirme-iyileştirme ve eğitim ile içerik olarak aynıdır.
2. Crosby'nin TKY'ye getirdiği temel görüş 'sıfır hata' kavramıdır. Altı Sigma'da da temel amaç işlemler sonucu oluşacak hataları mümkün olduğunca azaltmak ve hatta yok etmektir.
3. Her iki yönetim sistemi de proaktif uygulamalardır; yani, iddialı hedefler oluşturmak, bunları sık sık gözden geçirmek, açık politikalar geliştirmek,

---

[36] 'Six Sigma', www.kalekalip.com (18.06.2005)
[37] Kiriş, Görkem., *6 Sigma Yaklaşımı-Tusaş Motor Sanayii A.Ş. (TEI)'de Uygulama Örneği*. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2003, s.10.

4. problemlerin önlenmesine odaklanmak gibi başarı için gerekli kritik iş alışkanlıklarını uygulamaktır.

5. Altı Sigma'da kullanılan kalite araçlarının, yöntem ve uygulamaların pek çoğu yeni değildir, TKY'de de bu araçlar kullanılmaktadır. Yeni olan, Altı Sigma'nın bu araçları tutarlı bir yönetim sürecine dönüştürme becerisidir.

6. TKY'nin temel ilkelerinden olan ekip çalışması, Altı Sigma'da özel ekipler (liderler, şampiyonlar, usta kara kuşaklar, kara kuşaklar, yeşil kuşaklar) olarak yer almaktadır.

7. Altı Sigma, TKY'nin önemli araçlarından biri olan 'örnek edinme' kavramına da etkinlik kazandırmaktadır. Altı Sigma'da temel olarak bir örnek edinme faaliyetidir. İşletmeler birbirlerinin sigma düzeylerini esas alarak, kendi sigma düzeylerini yükseltmeyi amaç edinirler.

8. Altı Sigma'da da TKY'de olduğu gibi üst yönetimin desteği şarttır. Üst yönetim Altı Sigma'yı benimsemeli, liderlik ve rehberlik etmeli ve uygulamanın örgütteki tüm çalışanlarca benimsenmesini sağlamalıdır.

Altı Sigma ve TKY arasındaki farklılıklar izleyen maddelerde toplanabilir:

1. TKY'de kaliteyi geliştirme amaçtır ve kalite üzerine odaklanılır. Altı Sigma'da ise kaliteye ulaşmak için sadece kalite üzerine değil ana nedenler üzerine de odaklanılır.

2. TKY'de Toplam Kaliteye ulaşmak için hangi yöntemin nerede kullanılacağı tanımlanmamış birçok yöntem/araç kullanılırken, Altı Sigma'da nerede neyin kullanılacağı belirlenmiş, tanımlanmış ve standartlaştırılmış olan DMAIC (define-tanımla, measure-ölç, analyse-analiz et, improvment-geliştir, control-kontrol et) yöntemi kullanılır.

3. Altı Sigma, TKY girişimlerinde eksik kalan finansal kar ve yetenek artışını sağlamıştır. Finansal katkının yanı sıra Altı Sigma, işletme stratejisi, müşteri/pazar ihtiyaçları üzerine sürekli odaklanmaya ve işletme sonuçlarıyla sıkı bir bağa ihtiyaç duymaktadır. Oysa TKY'de böylesine sıkı bir ilişkiye ihtiyaç yoktur.

4. Altı Sigma programının başarısı için temel prensip, proje çalışmalarına doğrudan ayrılan zaman kaynağıdır. Yüksek kar getirecek projeler üzerine odaklanılır, problem çözme teknikleri ve kalite araçları kullanılarak iyileştirmeler yapılır.TKY'de ise projeler için ayrı bir zaman ayrılmamakta, rutin işlerle birlikte iyileştirme projeleri gerçekleştirilmektedir.

Altı Sigma uygulamalarında kullanılan kalite araçlarının, yöntem ve uygulamaların pek çoğu yeni değildir, Toplam Kalite Yönetimi de bu araçları kullanmaktadır. Yeni olan, Altı Sigma'nın bu araçları tutarlı bir yönetim sürecine dönüştürme becerisidir. Toplam Kalite Yönetimi'nin temel ilkelerinden olan ekip çalışması, Altı Sigma'daki özel ekipler (liderler, şampiyonlar, usta kara kuşaklar, yeşil kuşaklar) olarak karşımıza çıkmaktadır

2.5. Altı Sigma'nın Yararlandığı Araçlar

Modern Kalite kontrolün temelleri, 1920'lerden itibaren istatistik yöntemleri sanayide kullanımı ile ortaya çıkmıştır. Bu yıllarda ilk olarak Shewhart, Dodge, Roming, Pearson gibi bilim adamları istatistik metotları sanayide karşılaşılan kalite problemlerinin çözümünde kullanılarak süreç kontrolün temelini atmışlardır.

Dünyada gelişen rekabet ortamında kalite, işletmelerin fonksiyonlarından biri olmaktan çıkmış, rekabette stratejik bir araç haline gelmiştir. Bir mamulün kalitesi müşteri isteklerini ve gereksinimlerini mümkün olan en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan mühendislik ve üretim karakteristiklerinin bileşiminden oluşmaktadır. Rekabetin ana hedefi müşteridir. Müşteriyi ele geçiren, tatmin eden ve elinde tutan kuruluşlar rekabette başarılı olabilirler.

Geleneksel anlayışta düzeltici işler ürün bazındadır, mevcut kalite düzeyi sorgusuzca benimsenmekte, eğitim düzeyleri yetersiz kalmaktadır. İstatistiksel Süreç Kontrolü (İPK) yalnızca kalite kontrol bölümüne öğretilmektedir. Kalite arttıkça maliyetlerin de artacağı inancı yaygındır, daha çok üretmek esastır, ürünler

tamamlandıktan sonra muayene yoluyla kontrol edilmektedir. Hata oluştuktan sonra tepkiler başlamakta, departmanlar arası bir çekişme meydana gelmektedir.

Modern anlayışta ise düzeltici işler süreç bazındadır, sürekli gelişme temel ilkedir; ekip çalışması yaygındır, bir sonraki departman bir önceki departmanın müşterisidir, önce kalite hedeflenir. Hatalar oluşmadan tahmin edilmekte ve önleyici tedbirler alınmakta, her düzeyde yoğun eğitim öngörülmekte, İPK teknikleri ve kullanımı hakkında herkes bilgilendirilmekte, kalite arttıkça maliyetlerin düşeceği inancı hakim olmaktadır.

IPK'nın amacı hataları önlemektir, hataları yakalayıp, hatalıları ayıklamak değildir. IPK'nın 4 temel işlevi sırasıyla şu şekilde belirtilebilir:

1. Süreç değişkenliği ölçülür.
2. Süreç değişkenliği kontrol edilir.
3. Süreç yeterli hale getirilir.
4. Süreç değişkenliğinin azaltılması sürdürülür.

IPK ile :

- Hatalar kaynağında önlenir, sorunlar yayılmadan durdurulur, böylece birbirlerini besleyen departmanların birbirlerine hatalı ürün vermeleri önlenir.
- Herkes kendi içinin kalitesini denetler
- Her departman hem bir alıcı, hem de satıcı durumundadır. Bu yüzden herkesin kendi ürününü bir sonraki departmana hatasız sunması söz konusudur.

Kalite araçları olarak adlandırılan araçlar özellikle uygulama sürecinde ortaya çıkan ve/veya çıkabilecek problemlerin; belirlenmesine ve çözülmesine yönelik bilgi ve veri üretimini :

- yönlendirmek,
- kolaylaştırmak ve

- sistematik bir yaklaşımla bu bilgi ve verileri değerlendirmek, amacına yönelik olarak tasarlanmışlardır. Bütün kalite araçlarında beyin fırtınası yönteminden yararlanılmaktadır. Bunlar;

- Akış diyagramları
- Histogramlar
- Pareto analizleri
- Dağılma grafikleri
- Kontrol tabloları
- Sebep-sonuç diyagramları
- Kontrol Kartları gibi araçlardır.[38]

2.5.1. Akış Diyagramları

Akış diyagramı, bir ürünün ve/veya bir süreçin oluşumunda takip edilen adımların uç uca eklenmesi ile ürünlerin ve/veya süreçlerin oluşum öykülerinin meydana getirilmesine yarayan bir kalite aracıdır.[39] Akış Diyagramları, sürecin başlangıcından bitişine kadar olan tüm ana adımları, aktiviteleri ve ilişkileri grafiksel olarak göstermektedir.[40] Bu özellikleriyle sürecin bir haritasını çıkarmaktadır.

Akış diyagramlarını hazırlamak ve kullanmak yönetim ve üretimle ilgili süreçlerde, süreç kontrolüne olanak sağlayan en önemli faaliyetler arasında yer almaktadır. Bir süreci kontrol altında tutma ve geliştirme olanaklarının görülebilmesinin ilk ve en önemli unsuru, o sürecin eksiksiz anlaşılmasından ve tanımlanmasından geçmektedir. Birçok işletme akış diyagramlarının ilk adım olarak ne denli önemli olduğunu anlamadıklarından, sorunları çözme ve süreçleri geliştirme

[38] www1.gantep.edu.tr
[39] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.63.
[40] KAMOY, Selda. *Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler*.Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi 2002, s.16

konusunda bilinçsiz davranmaya devam etmektedirler.[41] Grafik 2.3'te bir akış diyagramı örneği verilmiştir.

2.5.2. Histogram

Histogram, gruplandırılan ölçüm değerlerinin bir dikdörtgenler dizisi şeklinde grafik olarak gösterilmesidir.[42] Histogram, sözlü anlatım yerine daha çok grafiklerle veri sunuş yöntemidir. Histogramdan yararlanma, çeşitli konuların özetlenmesi, analizi, verileri karşılaştırma ve düzensizlikleri gösterme şeklinde olabilmektedir. Histogramda verilerin dağılımının gösterilmesinin yanı sıra, bir verinin herhangi bir değerinin tekrar edilme durumunu da göstermektedir. Böylece problemin nedenini net olarak ortaya çıkarmaktadır.[43]

Histogramlar genellikle boyut, ağırlık, sıcaklık gibi ölçülebilir özelliklerin ölçümünden elde edilen verilerin, yani çok sayıdaki gözlemin dağılımını ve belirli bir zaman içindeki değişkenliğinin gösteriminde kullanılmaktadır. Bu değişkenliğin yorumlanmasıyla nedenlerin ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Histogramlar süreci kontrol altında tutmanın en önemli araçlarından biridir. Histogramların oluşturulmasında ortalama, mod, medyan, dağılım aralığı, sınıf sayısı, standart sapma gibi istatistiksel büyüklüklerden yararlanılmaktadır.[44] Grafik 2.4'te histograma örnek verilmiştir.

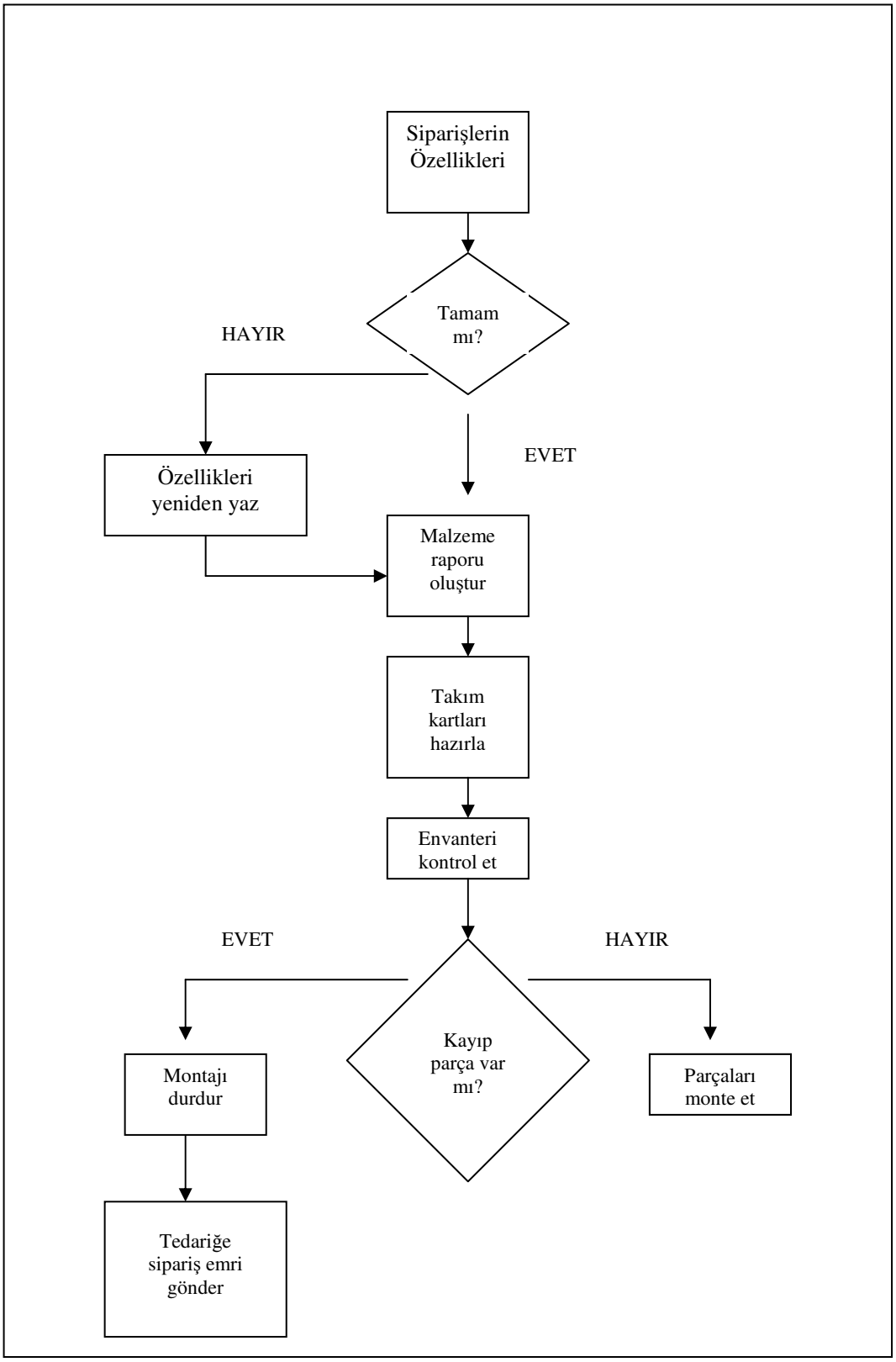
---

[41] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.63.

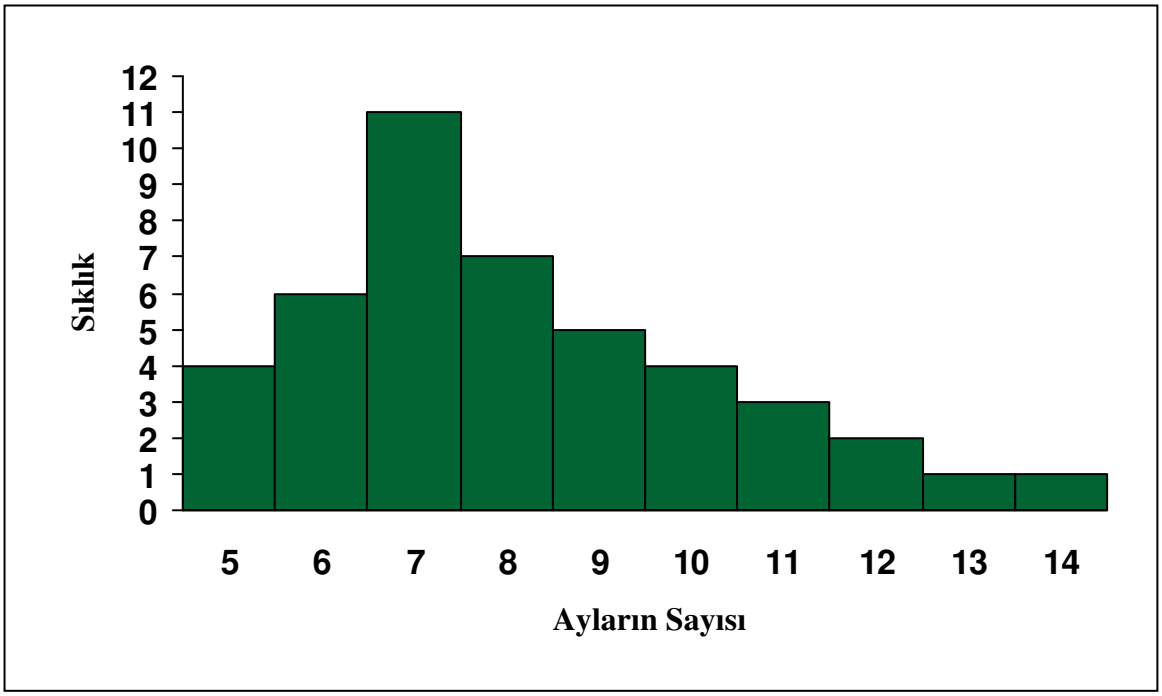
[42] KARTAL, Mahmut., *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999. s.30.

[43] EFİL, İsmail., *Yönetimde Kalite Çemberleri ve Uygulama Örnekleri*., Alfa Yayınları. İstanbul, 1999. s.170.

[44] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.75.



Grafik 2.3 Akış diyagramı örneği



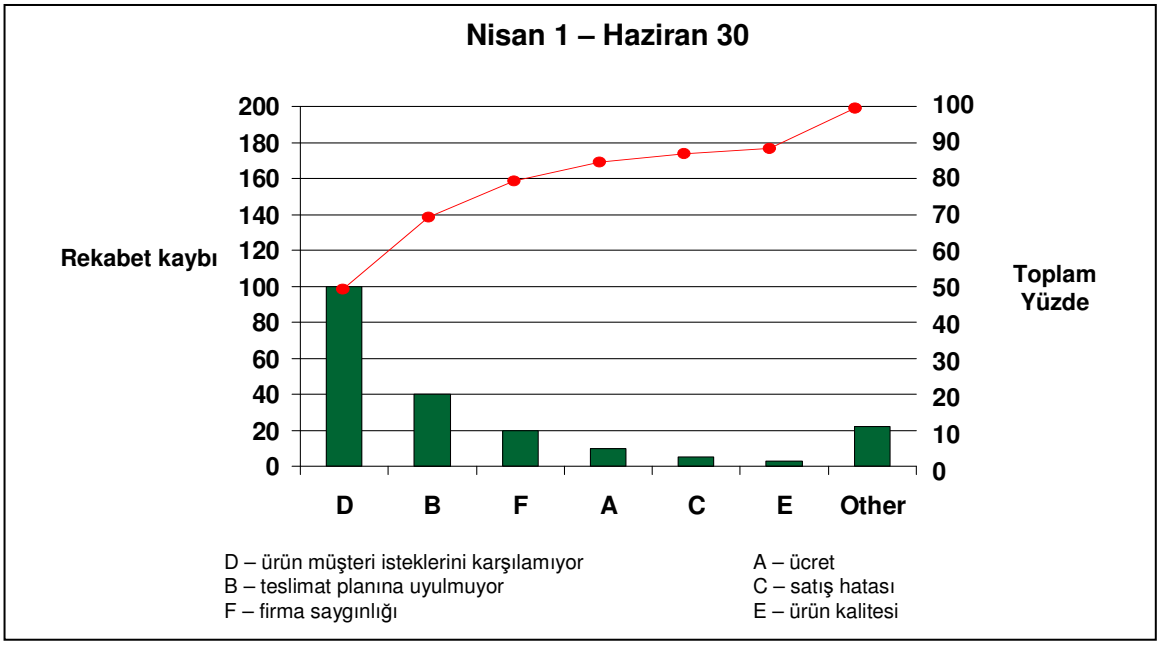
Grafik 2.4 Histogram Örneği

2.5.3. Pareto Analizleri

Pareto analizi, problemin veya gelişmelerin, olayların, koşulların değişik nedenlerinin göreceli frekansını görüntülemek için kullanılan bir çubuk diyagramıdır.[45] Pareto analizi, hata çeşitleri içinde, daha önemli olanları belirleme maksadıyla kullanılır.[46] Değişik sayıdaki önemli nedenleri daha az önemde olan nedenlerden ayırmak için kullanılan bu metot, 'alışılmış temel ayırım metodu' diye tanımlanmaktadır. Bazen de 80/20 veya 70/30 kuralı olarak adlandırılmaktadır. Pareto diyagramı, bir olayın grafik yardımıyla gösterilmesi ve karşılaşılan sorunun kaynağını oluşturan temel nedenin sayısal bir analizidir.[47]

[45] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.78.
[46] KARTAL, Mahmut., *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999. s.38.
[47] EFİL, İsmail., *Yönetimde Kalite Çemberleri ve Uygulama Örnekleri*., Alfa Yayınları. İstanbul, 1999. s.146.

Pareto analizi için oluşturulan Pareto grafikleri, en çok rastlanan hata türünden en az rastlanan doğru giden bir dikdörtgenler dizisi şeklindedir. Grafik 2.5'de bir firmanın rekabet kaybını etkileyen nedenleri gösteren bir pareto grafiği verilmektedir. [48]



Grafik 2.5 Pareto Grafiği

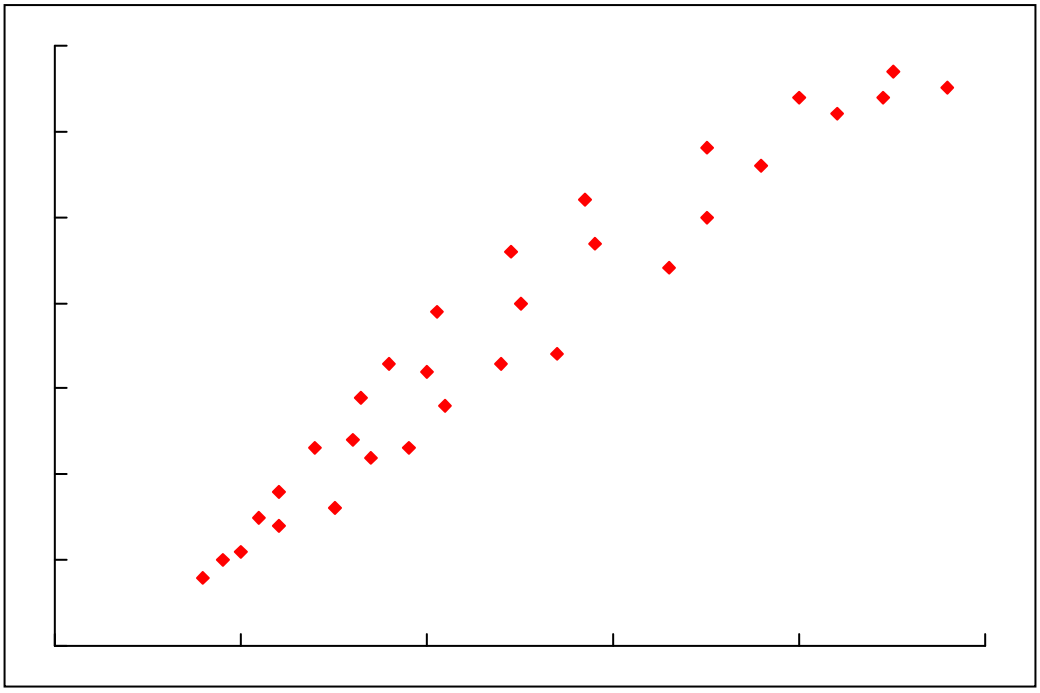
2.5.4. Dağılma Diyagramları

Dağılma diyagramları, iki değişken arasındaki potansiyel ilişkiyi belirlemede kullanılan bir noktalama tekniğidir.[49] Dağılma diyagramları, iki değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmede anahtar görevi görür. Bir problemin potansiyel nedenlerinde bir belirsizlik söz konusu ise, etkileşimi deney yardımı ile ispat etmek gerekir. Problemin nedeni ve problemi tanımlamakta kullanılan büyüklükler ölçülebilir

[48] KARTAL, Mahmut., *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999. s.39.
[49] KARTAL, Mahmut., *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999. s.43.

nitelik taşıyorlar ise, bu durumda dağılım diyagramları oluşturarak ilişkiyi belirlemek mümkündür.

Dağılma diyagramı bir x-y diyagramıdır ve yatay ekseninde problemin nedeni, dikey ekseninde ise problem yer alır. Problemin nedeni ve problem arasındaki ilişki, değişkenin aldığı ardışık değerlere karşılık gelen sonuç değerlerin ölçülmesi ile ortaya konur.[50] Grafik 2.6'da dağılma diyagramına örnek verilmiştir.



Grafik 2.6 Dağılma diyagramı örneği

2.5.5. Kontrol Tabloları

Kontrol tablosu, üretimden alınan örnek verilerine dayanarak üretimin eğilimini veya ölçüm değerlerinin dağılımını görmede bir başlama noktasıdır. Üretim esnasında ortaya çıkan olayların hangi sıklıkla olduğunu kolayca görebilmede kullanılan, kullanımı ve anlaşılması kolay bir yapıdır. Kontrol tabloları aracılığıyla

[50] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.82.

sürecin zaman içindeki değişmeleri mukayeseli olarak görülebilir. Böylece en çok karşılaşılan hata çeşidi de tespit edilmiş olur. İstatistiksel süreç kontrolünün ilk safhasında hazırlanacak olan kontrol tabloları sürecin özelliğine göre iki farklı grupta düzenlenebilir. Eğer kontrol edilecek olan özellik, uzunluk, ağırlık, zaman gibi ölçülebilir bir özellik ise kontrol tablosu Tablo 2.6'daki gibi düzenlenebilir, buna niceliksel özellikler için kontrol tablosu denir. Kontrole tabi tutulacak olan bazı özellikler ölçme veya tartma ile belirlenemez. Ancak kusurlu-kusursuz gibi bir ayırıma veya hata grubuna göre bir sınıflamaya tabi tutulabilirler. Bu durumda bir kontrol tablosu Tablo 2.7'deki gibi düzenlenebilir, buna da niteliksel özellikler için kontrol tablosu denilmektedir.

2.5.6. Sebep-Sonuç Diyagramları

Sebep-sonuç diyagramı, süreçte ortaya çıkan bir hatanın muhtemel tüm sebeplerini gösteren bir diyagramdır. Hata belirlendikten sonra, ilgili tüm şahısların bir araya toplanmasıyla beyin fırtınası yapılır. Böylece söz konusu hatanın muhtemel sebepleri tespit edilebilir. Tespit edilen ana sebepler ve ana sebepleri etkileyen yan sebepler bir balık kılçığı şeklinde gösterilmesi nedeniyle bu diyagrama 'balık kılçığı' diyagramı da denilmektedir.[51]

Sebep-sonuç diyagramının amacı, problemlerin ve/veya süreçlerin anlaşılırlığını, farklı bir bakış açısı ile ele alarak sağlamaktır. Sebep sonuç diyagramı, süreçteki her adım için veya her problem için genel sebeplerden yola çıkarak en yakın sebepten en uzaktaki sebebe kadar tüm sebeplerin ortaya çıkarılmasını sağlayarak, süreçlerin tüm ayrıntılarının sergilenmesine olanak verir.[52] Grafik 2.7'de sebep-sonuç diyagramına bir örnek verilmiştir.

---

[51] KARTAL, Mahmut., *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas, 1999. s.40.

[52] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.69.

Tablo 2.6 Niceliksel Özellikler için Kontrol Tablosu

KONTROL TABLOSU

Ürünün Adı : Metal Mil
Ölçülebilen Özellik : Çap
Spesifikasyon Limitleri : 0,9cm-1,9cm
Örnek (Numune) Büyüklüğü :100

Tablo No :
Üretim Yeri :
Bölümü :
Üretim Tarihi :
Tabloyu İşleyen :

Frekans	Boyutlar															
	0,7	0,8	ASL 0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	ÜSL 1,9	2,0	2,1	2,2
25								+								
20							+ + +	+ + + + +	+							
15							+	+	+							
10							+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ +						
					+ +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + +	+ + +					
5			+	+ + +	+ + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +					
Toplam	0	0	1	3	7	10	18	21	16	12	8	4	0	0	0	0

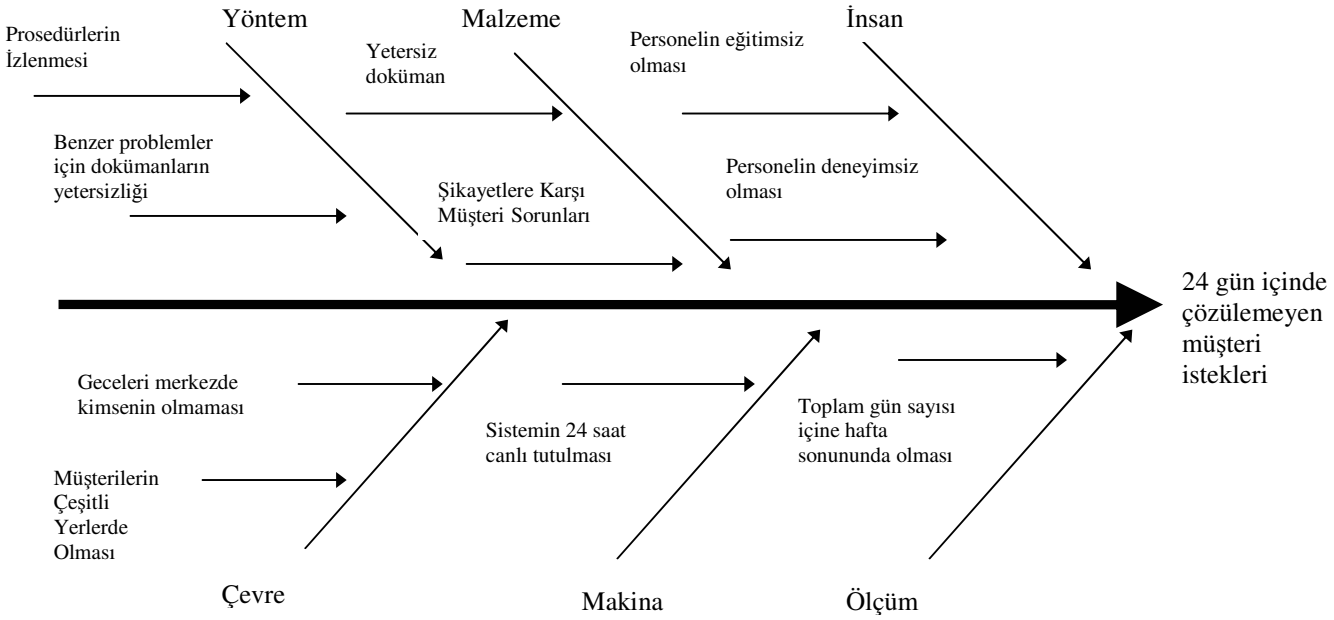
Tablo 2.7 Niteliksel Özellikler İçin Kontrol Tablosu

KONTROL TABLOSU

Ürünün Adı :
Gerekli Diğer Bilgiler :

Tablo No :
Üretim Yeri :
Ür.Tarihi :
Tabloyu İşleyen :

Hatanın Cinsi	Aylara Düşen Hata Sayısı												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
Renk	3	-	2	1	3	-	3	3	2	-	1	1	19
Çizik	-	1	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	5
Çatlak	-	-	-	-	1	-	2	1	-	-	1	-	5
Toplam	3	1	2	1	5	-	6	6	2	-	2	1	29
Örnek Hacmi	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120



Grafik 2.7 Neden-sonuç diyagramı

2.5.7. Kontrol Kartları

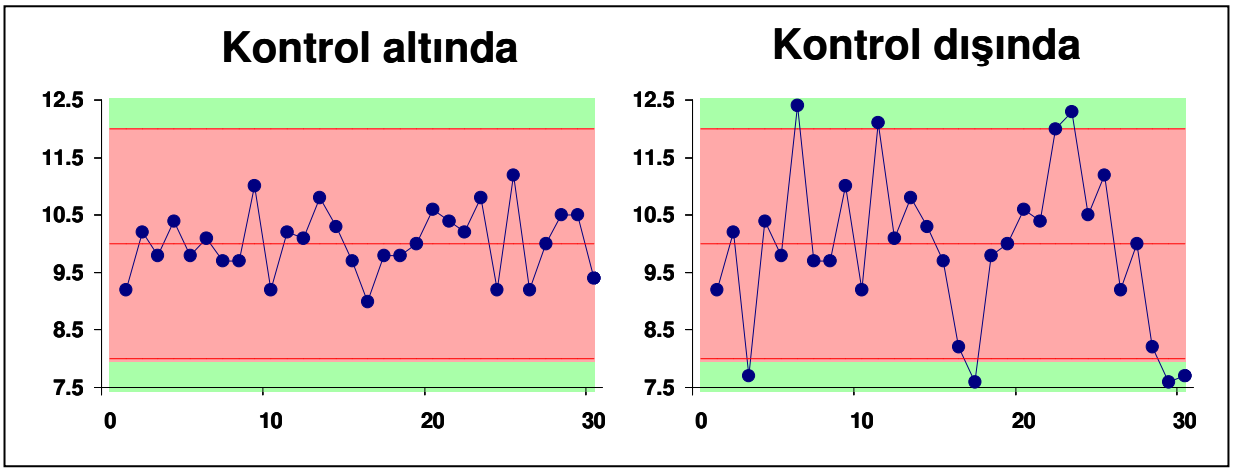
Bir süreçte üretilen ürünler değişkenlik nedeniyle birbirlerine tıpa tıp benzemezler. Kontrol kartları süreçteki iniş çıkışları gösteren diyagramlardır. Eğer süreçte değerler kontrol limitleri arasında ise sürecin ritmi iyidir.

Kontrol kartlarının uygulama amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bir sürecin kontrol dışına çıkmasına neden olan özel faktörleri yerinde ve zamanında araştırmak,
- Bir süreç veya makineden beklenen performansın elde edilip edilmediğini araştırmak
- Bir ölçme tekniğinin geçerliliğini belirlemek,
- Ürün kalite karakteristiklerinde değişkenliği azaltmak,
- Hurda ve ilave işçilik maliyetlerini azaltmak,
- Muayene miktarını güvenilirlik aynı kalmak koşuluyla azaltmak,

- Mekanik işleme, şekillendirme, metalurjik ve kimyasal süreçlerin kararlı hale gelmesini sağlayacak önlemleri belirlemek,
- Üretici-tüketici arasındaki güveni arttırmak,
- Uygulaması basit, yorumlaması kolay süreç kayıtları tutmaya olanak sağlamak,
- Uygulayıcı personele kalite bilincini aktarmak,
- Ürün özelliklerini, gereksinimlere ve eldeki teknolojik olanaklara uygun bir biçimde saptanmasına olanak sağlamak,
- Ürün garanti yüzdesi arttırmak ve müşteri şikayetlerini azaltmak.[53]

Grafik 2.8'de kontrol kartına bir örnek verilmiştir.



Grafik 2.8 Kontrol Kartı Örneği

Altı Sigma'nın genel tanıtımının yapıldığı bu bölümden sonra Altı Sigma'nın kalite ve maliyetlerle olan ilişkisi ile ilgili ayrıntılı bilgi bir sonraki bölümde verilmiştir.

[53] TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür. *Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul, 1998., s.84.

3. ALTI SİGMA YAKLAŞIMINDA KALİTE VE MALİYETİN ÖLÇÜLMESİ

Ana hedefleri müşteriler olan çağımız işletmelerinin bu rekabetçi ortamda müşteri tatminini sağlamaları başarıları için son derece önemlidir. Müşteri tatminin sağlanabilmesi için; müşteri gereksinim ve beklentilerini belirleyerek, bu gereksinim ve beklentilere uygun mal ve hizmeti, düşük maliyetle, kaliteli ve hızlı bir biçimde pazara sunmak gerekmektedir. Bu nedenle tüm bunların sağlanabilmesi için kalite, yenilik ve değişim boyutları bir arada değerlendirilmelidir.

3.1. Altı Sigma Yaklaşımında Kalitenin Ölçülmesi

Kalite işletmeler için en önemli unsurlardan biridir. Bu nedenle yöneticiler kalitelerini arttırmak için her geçen gün yeni teknikleri işletmelerinde uygulamaya çalışmaktadır.Uygulanan bu tekniklerin bazıları istenilen sonuca ulaştırırken, bazıları ise istenilen başarıyı sağlayamamaktadır.

Organizasyonların performansı büyük oranda süreçlerin kabiliyetine bağlıdır. Yüksek kaliteli süreçler, yüksek kalitedeki ürünlerin zamanında ve düşük maliyetlerle üretilmesiyle sağlanabilmektedir. Bu nedenle yapılan her faaliyette işlevsel mükemmelliğe ulaşılmaya çalışılmaktadır. İşlevsel mükemmelliğe ulaşılmasında, süreçlerin ölçümü ve geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Altı Sigma yaklaşımı; işlevsel mükemmelliğe ulaşılmasında işletmelere yol gösterici olmaktadır.

3.1.1. Kalitenin Tanımı

Kalite olgusu günümüzde, 20 yıl öncesinde olduğundan çok daha önemlidir. 20 yıl önce, sadece ürün için kaliteden bahsedilirken, günümüzde bu kavram, yaşantımızın her alanında yer almaktadır. Ürün kalitesi, hizmet kalitesi, yaşam kalitesi, yayın kalitesi... Kalite anlayışı tüketicinin özellikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilen, farklı gereksinim ve beklentiler doğrultusunda biçimlenebilen öznel bir kavramdır. Bu bağlamda kalite; 'kaynakların verimli kullanımını sağlayan, ürün ve hizmetlere kullanım uygunluğunu kazandıran, müşteri gereksinimlerine uygun üretim ve hizmet anlayışını egemen kılan ve böylece işletmelerin kamusal sorumluluklarını da olumlu olarak gerçekleştirmelerine olanak sağlayan bir performans boyutudur' şeklinde tanımlanabilir.[54] Aşağıda kalite uzmanları tarafından yapılmış bazı kalite tanımları sıralanmıştır:[55]

- Kalite, müşteri isteklerinin tatminidir.
- Kalite, kullanıma uygunluktur.
- Kalite, belirlenmiş ihtiyaçlara uygunluktur.
- Kalite, mükemmellik derecesidir.
- Kalite, müşteriyi memnun etmektir.
- Kalite, bir varlığın (ürün veya hizmet) belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır.

Edward Deming kaliteyi ve kaliteli üretimi şu ifadeyle açıklamaktadır: 'Kalite, imalatın başlangıç aşamasında doğru yapılmasıdır. Diğer bir deyimle kalite kontrol edilemez, üretilir. Kaliteyi kontrol etmekle daha iyi sonuç alınmaz; olsa olsa iyiler kötülerden ayırt edilebilir. Önemli olan hatasız imalatı gerçekleştirmektir.

[54] www. Sbedeu.edu.tr (30.Nisan.2005)

[55] Ford Otosan eğitim notları

Hatalı imalatı düzeltme masrafları, işin hatasız yapılmasından daha yüksek olabilir. Üstelik kalite artınca verimlilikte artar.'[56]

Joseph Juran ise kalitede iki tanımın önemli olduğunu vurgulamaktadır:

"Kalite müşterinin ihtiyaçları üzerinde odaklaşan ve böylece üründe tatmin sağlayan özelliklerinden oluşur."

"Kalite hatalardan arınmışlıktadır."[57]

Dar anlamda kalite, ürün kalitesi olup, geniş anlamda ise iş kalitesi, hizmet kalitesi, iletişim kalitesi, süreç kalitesi, işçiler, mühendisler ve yöneticileri içeren insanların kalitesi, sistem kalitesi, firma kalitesi, hedeflerin kalitesini içermektedir.

Kalite kavramı, geniş anlamıyla değerlendirildiğinde, bazı boyutlar içerdiği görülmektedir. Kaliteyi oluşturan bu boyutlar başlıca altı grupta toplanabilir:[58]

1. Kalitenin stratejik boyutu, işletmeler tarafından pazar durumlarına göre stratejik hedeflerin belirlenmesinde göz önüne alınmaktadır.
2. Satış planlarında ve işlemlerinde, müşterilerin kalite arayışları, kaliteye bir ticari boyut kazandırmaktadır.
3. Kalitesizliğin büyük mali yükler getirmesi, kalitenin finansal boyutunu oluşturmaktadır.
4. İşletmelerin iç yapıları, kaliteyi üretmelerinde önemli bir etkendir. Bu bakımdan kalitenin bir de örgütsel boyutu söz konusudur.
5. Kalite üretimi, tasarımdan gerçekleştirmeye kadar, her aşamadaki metotların ve makinelerin de kalitesine bağlı olduğundan kalite aynı zamanda bir teknik boyut içermektedir.
6. Kalitenin diğer bir temel boyutu da beşeridir. Çünkü yukarıda açıklanan bütün unsurların başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi, işletmedeki insan gücünün niteliğine bağlıdır.

---

[56] DEMİNG, W.Edward, *Kalite Üretimi ve Yapılması Gerekenler*, el kıtapçığı.
[57] '*Toplam Kalite Yönetimi'* www.iyte.edu.tr (15.06.2005)
[58] DÜREN, Zeynep.*İşletmelerde Kalite Çemberleri*.,İstanbul,1991.s.13

3.1.2 Kalitenin Ölçülmesi

Kalite bir talep karşısında ortaya çıkmaktadır. Bu talep; savunma sanayi ürünlerinde, özellikle havacılık sektöründe en zor şartlarda üstün performans sağlayan mühendislik gereklilikleri olabileceği gibi, genel olarak bilinen nihai ürün veya hizmet alıcısının (müşteri) isteklerinden de kaynaklanabilmektedir.

Bir ürünün kalite seviyesi, üretim işlemi sırasında oluşmaktadır. Nihai ürünün standartlara uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan kontrol işlemi sonucunda, ürünlerin kusurlu ve sağlam diye ikiye ayrılmalarını, başka bir ifadeyle red ya da kabul edilmelerini sağlamaktadır. Kalite, genelde planlanabilir ve organize edilebilir olduğundan, talimatlarla kalite seviyesinin yükseltilmesi, gözlem ve kontrollerle de güvence altına alınması gerekmektedir. [59]

Kaliteyi ölçmeye çalışırken, kalite tarifine iki boyutta bakılabilir. Bunlardan birincisi müşterinin tatmini, diğeri ise üretimde hatasızlıktır.[60]

3.1.2.1.Müşteri Tatminine Dayalı Kalite Ölçümü

Müşteri tatminine bağlı olan kalite ölçümünde kalite seviyesini müşteri belirlemektedir. Burada müşteri istekleri dikkate alınarak kalite kriterleri ortaya çıkartılmaktadır. Kalite kriterlerinin belirlenmesi için bir takım yöntemler uygulanmaktadır: Ürünü kullanan müşterilere anket düzenlenmesi, yüz yüze görüşme, müşteri şikayet bilgileri, müşteri temsilcileri ve istihbaratla (fuara çıkan ürünlerin görülmesi yada rakip ürünlerin takibi) kalite kriterleri belirlenmektedir. Elde edilen bu kalite kriterlerine göre kalite seviyeleri belirlenmektedir. Ürün üretilirken ve üretim sonrasında ürünü üreten grup tarafından ürünün kalite seviyeleri kontrol edilmektedir. Bu, bir anlamda kontrollü süreç işlemidir, ürün üretilirken kalite sağlanmaktadır.

---

[59] ŞİMŞEK, Muhittin., *Toplam Kalite Yönetimi,* Alfa Yayınları, İstanbul, 2004. sf.7.
[60] ŞİMŞEK, Muhittin*., Toplam Kalite Yönetimi*, Alfa Yayınları, İstanbul, 2004. sf.8.

3.1.2.2. Üretimde Hatasızlığa Dayalı Kalite Ölçümü

Üretimde hatasızlığa bağlı olan kalite ölçümünde amaç, ürünün süreçten hatasız çıkmasını sağlamaktır. Ürün için henüz süreç oluşturulmadan Hata Etki Analizleri yapılarak hatalar bu analizlerde, müşterinin fark edebileceği hatalara göre kritik ve belirgin olarak sıralanmaktadırlar. Kritik ve belirgin olarak sınıflandırılan bu özelliklerin, süreç devreye girdiğinde hata vermemesi için süreç kontrol noktaları oluşturulmaktadır. Bu noktalarda işlem gören ürün, kontrol planlarında belirtilen frekansa göre ölçümsel olarak kontrol edilmekte ve tutulan veriler istatistiksel olarak değerlendirmektedir. Bu değerlendirmelerde İstatistiksel Süreç (Proses) Kontrol (İPK) araçları kullanılmaktadır. İPK araçlarının kullanılmasının nedeni, hatayı müşteriye gitmeden süreç esnasında tespit edebilmektir. Hatanın süreç esnasında tespit edilmesi ve süreçten hatasız çıkması sağlanmaktadır.

3.2. Altı Sigma Yaklaşımıyla Maliyet Değerlendirmesi

Bir işletmenin amacı bulunduğu dönemde kar etmek ve karını var olduğu sürece arttırmaktır. Karın hesaplanması ancak maliyetin bilinmesi ve hesaplanmasıyla mümkündür. Bilindiği gibi kar, satış ile maliyet arasındaki farktır. Bu nedenle karı arttırma yollarından biri, maliyetleri düşürmektir.

İşletmeler maliyetleri azaltmak için çeşitli yöntemler ve projeler uygulamaktadırlar. Altı Sigma yaklaşımı da, işletmelerin maliyetlerini azaltmak için uyguladıkları yöntemlerden birisidir. Altı Sigma yaklaşımında çok sık tekrar edilen özelliklerden birisi, bu yaklaşımın maliyetleri azalttığı yönündedir. Bu nedenle çalışmanın uygulama bölümünde bir üretim işletmesinde Altı Sigma yaklaşımının maliyetlere etkisi incelenmiştir.

3.2.1. Maliyetin Tanımı

Maliyet, bir mal veya hizmet edinilmesi için, o dönem içinde yapılan harcamalardan o mal ve hizmetlerin edinilmesinde katlanılan fedakarlıkların parasal tutarıdır. [61] Maliyet, bir mal veya hizmeti satışa hazır hale getirebilmek için yapılan harcamalardır.[62]

Yönetim kararlarında yöneticiler, değişik amaçlar için değişik bilgilere ihtiyaç duymaktadırlar. Bunlar genellikle maliyet ile ilgilidir. Muhasebede maliyeti hesaplanmak istenen birimlere 'maliyet objeleri' denilmektedir. Başka bir ifadeyle maliyet objesi, maliyeti ayrı hesaplanmak istenen bir mal veya hizmet olabilir. Bunlar; satın alınan bir mal, üretilen bir mamul, kiralanan bir bina olabileceği gibi bir binanın yapımı, bir geminin inşası gibi bir proje, hukuk departmanı, sevkıyat departmanı veya üretim departmanı gibi bir departman, uyuşturucu ile mücadele programı, eğitime katkı programı gibi bir programda olabilmektedir. [63]

Maliyet altı gruba ayrılabilmektedir:

- direkt işçilik (üretilen hangi ürün birimine harcandığı kolayca saptanabilen işçiliğe denir.)
- direkt maddeler (üretilen ürüne doğrudan giren, başka bir deyişle hangi ürün birimine harcandığı saptanabilen maddelerdir.)
- üretim genel giderleri (direkt işçilik ve direkt maddeler arasına alınmayan üretimle ilgili her çeşit masraflardır.)
- satış masrafları (malların satışı için yapılan her çeşit masraf)
- mali masraflar (işletmeye sermaye ve para temini için yapılan masraflar)
- yönetim masrafları (satış ve mali masraflar arasına girmeyen masraflar)

---

[61] AKDOĞAN, Nalan., *Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, 5.baskı, Ankara, 2000.,s.11.
[62] HATİPOĞLU,Zeyyat.,*İşletme Yöneticiliğinin Temelleri*, İstanbul,1977., s.19.
[63] KÜÇÜKSAVAŞ, Nihat., *Bilgisayar Uygulamalı Maliyet Muhasebesi*, Beta Yayınları, İstanbul, 2002, s.15.

Yukarıdaki ilk üç maddenin toplamına imalat maliyeti, son üç maddenin toplamına da devre maliyeti denilmektedir. Hepsinin toplamına toplam maliyet yada maliyet denilmektedir.[64]

3.2.2. Altı Sigma Uygulama Sürecindeki Maliyetler

Altı Sigma yaklaşımının bir işletmede uygulanabilmesinde belirli maliyetler oluşacaktır. Altı Sigma yaklaşımında hangi maliyetlerin yer aldığına ilişkin bilgiler izleyen paragraflarda yer almaktadır. Söz konusu maliyetler, maliyet muhasebesinden beklenen amaçlar göz önünde bulundurularak, değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Yapılacak sınıflandırmaların aşağıda belirtilen sonuçları sağlayacak şekilde olması gerekmektedir:

a. Maliyetler hızlı ve kolay bir şekilde hesaplanabilmeli,
b. Etkili bir kontrole imkan vermeli,
c. Planlama ve karar vermede yönetimin ihtiyaçlarını karşılamalıdır.

3.2.2.1 Eğitim Maliyetleri

Ekonomik anlamda maliyet kavramı, belirli bir üretim karşılığı olarak yapılan harcamaları tanımlamada kullanılmaktadır. Eğitim maliyeti ise, bireyin eğitimi için yapılan dolaylı ve dolaysız, bireysel ve toplumsal harcamalar, vazgeçme maliyetinin toplamı ile bu öğrenimden dolayı bireyin sağlayacağı ilerideki toplam kazançları ve üretime yapılacak fazla katkıların karşılaştırılarak verimliliğinin tahminine dayanan ekonomik bir çözümlemedir.[65]

Altı Sigma yaklaşımına geçişte ortaya çıkan eğitim maliyetleri, yurtdışı eğitimleri ve firma içi eğitimlerden oluşmaktadır. Bu maliyetler, Altı Sigma

---

[64] HATİPOĞLU,Zeyyat.,*İşletme Yöneticiliğinin Temelleri*, İstanbul,1977., s.19.
[65] GİRGİNER, Nuray., *Uzaktan Eğitim Kararlarında Teknoloji, Maliyet, Etkinlik Boyutları ve Uzaktan Eğitime Geçiş İçin Kavramsal Bir Model Önerisi*. Anadolu Üniversitesi, Doktora Tezi, 2001.sf.47.

yaklaşımında yer alan Uzman Kara Kuşak, Kara Kuşak ve Yeşil Kuşakların eğitimlerinde ortaya çıkan maliyetlerdir.

Ford Otosan firmasında Altı Sigma'ya geçiş aşamasında 5 kişi yurtdışı eğitimine gönderilmiştir. Firmada 2 Uzman Kara Kuşak, 25 Kara Kuşak ve 350 Yeşil Kuşak bulunmaktadır. Ayrıca Kara Kuşak ve Yeşil Kuşaklar firma içinde 5 haftalık ve 1 haftalık eğitimlere alınmakta ve bundan dolayı iç masraflar olmaktadır.

3.2.2.2. Donanım Maliyetleri

Altı Sigma yönetim sistemi içerisinde yer alan donanım maliyetleri, işletim ve bakım-onarım maliyetlerini içermektedir. Teknolojik cihaz ve donanımların satın alma maliyetlerinin genelde yüksek olması, bu tür maliyetlerin önemini arttıran bir unsurdur. Mevcut teknolojik ekipmanın, yeni gelişmelere uyarlanması durumunda da yenileme, uyarlama maliyetleri söz konusudur.

Ford Otosan firmasında donanım maliyeti, firmaya alınan 50 adet diz üstü bilgisayardan oluşmaktadır.

3.2.2.1 Üretim Hacmiyle İlişkilerine Göre Maliyetler

Maliyetler üretim hacmindeki değişmelere göre de değişmektedir. Maliyetler üretim hacmiyle ilişkilerine göre değişken, sabit ve karma maliyetler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmada maliyetlerin üretim hacmiyle ilişkileri belirli faaliyet aralıkları içinde incelenmektedir.

Belirli faaliyet aralığı, toplam sabit maliyetlerin ve birim başına değişken maliyetlerin, faaliyet hacmi artsa da azalsa da değişmeyen faaliyet aralığı olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3.1 üretim maliyetlerinin sınıflandırılmasını göstermektedir.[66]

Tablo 3.1 Üretim Maliyetlerine Örnekler

Değişken Maliyetler	Sabit Maliyetler	Karma Maliyetler	
		Yarı Değişken	Kademeli
i. direkt ilk madde ve malzeme ii. direkt işçilik iii. makinelerde kullanılan elektrik birim esasına göre hesaplanan amortismanlar	i. bina ve bakım maliyetleri ii. amortismanlar (birime göre hesaplananlar hariç) iii. emlak vergileri iv. sigorta v. kiralar	i. araba kiralaması ii. makine kiralaması ve dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler iii. telefon	i. ustabaşı maaşları ii.denetçi maaşları

3.2.2.4 İşletme Fonksiyonlarına Göre Maliyetler

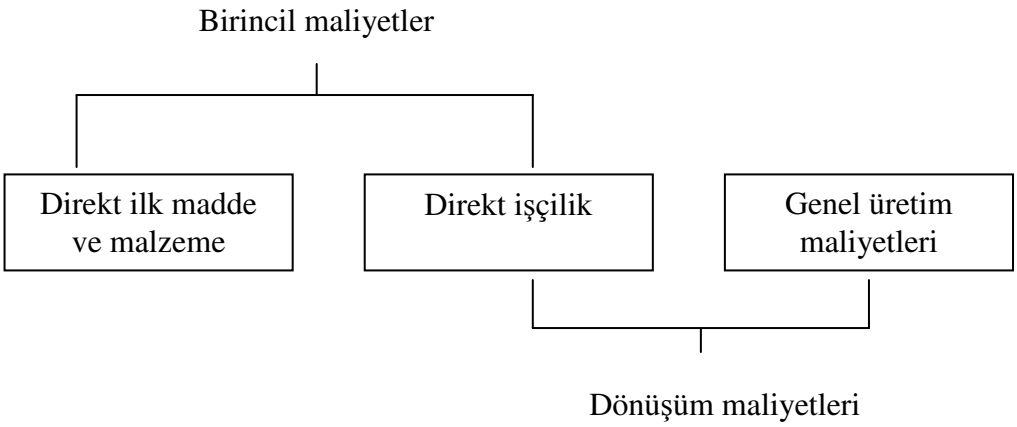
Burada maliyetler temel işletme fonksiyonlarına göre sınıflandırılmaktadır. Üretim işletmelerinde ortaya çıkan bütün maliyetler, işletme fonksiyonlarına göre; üretim maliyeti, pazarlama maliyeti, genel yönetim maliyetleri ve finansman maliyetleri şeklinde sınıflandırılmaktadır.

3.2.2.5 Üretim Fonksiyonu Bileşenlerine Göre Maliyetler

Maliyetlerin üretimle olan ilişkilerine göre sınıflandırılması, ürün maliyetini oluşturan unsurlar (direkt ilk madde ve malzeme, direkt işçilik ve genel üretim maliyetleri) ve planlama ve kontrolün ana amaçları ile yakından ilgilidir. Maliyetler

[66] KÜÇÜKSAVAŞ, Nihat. *Bilgisayar Uygulamalı Maliyet Muhasebesi*, Beta Yayınları, İstanbul, 2002, s.32.

üretimle ilişkilerine göre birincil maliyetler ve dönüşüm maliyetleri şeklinde iki kısma ayrılmaktadır. Grafik 3.1 üretim fonksiyonu bileşenlerine göre maliyetleri göstermektedir.



Grafik 3.1 Üretim Fonksiyonu Bileşenlerine Göre Maliyetler

3.2.3. Maliyetin Hesaplanması

Üretilen mal ve hizmetlerin maliyetlerinin ölçülmesi işletmenin benimsediği bir maliyet sistemi doğrultusunda yapılmaktadır. Bir maliyet sistemi, maliyetlerin kapsamı, nitelik ve hesaplanış şekliyle ilgili bir takım maliyet hesaplama yöntemlerinin bir arada kullanılmasından oluşmaktadır. Başka bir deyişle çeşitli maliyet hesaplama yöntemlerinin birleşiminden maliyet sistemleri ortaya çıkmaktadır. Maliyet yöntemleri, üç grupta toplanabilir:[67]

1-Maliyet kapsamına göre maliyet yöntemleri: Bu yöntem, üretilen mal ve hizmetlerin maliyetleri hesaplanırken hangi giderlerin maliyet kapsamına alınacağını belirtmektedir. Burada başlıca dört yöntem kullanılmaktadır:[68]

[67] AKDOĞAN, Nalan., *Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, 5.baskı, Ankara, 2000.,s.11.
[68] SAVCI, Mustafa*., Maliyet Muhasebesine Giriş*, 3.baskı, Rize, 1999.s.48.

a.Tam maliyet yöntemi: Tüm maliyet unsurlarının maliyetin içine sokulduğu yöntemdir. Bu yöntemde, üretilen bir mamulün maliyeti, direkt ilk madde, direkt işçilik giderleri ve en direkt gider niteliğinde olan genel üretim giderlerinden oluşur.

b.Değişken maliyet yöntemi: Maliyetlerin yalnızca değişken giderlerin esas alınarak hesaplandığı yöntemdir.Bu yöntemde giderler, değişken ve sabit olarak ayrılmakta ve maliyetleri bulunacak birimlere giderler yüklenmektedir.

c.Normal maliyet yöntemi: Bu yöntem, değişken giderlerin tamamının, sabit giderlerin ise kapasite kullanım oranına göre maliyetlere yüklenmesi esasına dayanmaktadır.

d.Doğrudan maliyet yöntemi: tam maliyet yönteminin tam karşılığı olan bu yöntemde, üretilen birimlerin maliyetine yalnızca direkt ilk madde ve malzeme giderleri ve direkt işçilik giderleri yüklenmekte, genel üretim giderlerinin tamamı maliyet dışında bırakmaktadır.

2- Maliyetlerin saptanması zamanına göre maliyet yöntemleri: Bu yöntemde, maliyetlerin üretimden sonra gerçek verilere, üretimden önce tahmini ve standart verilere göre tespiti söz konusudur. Bu durumda maliyetler üçe ayrılmaktadır:

a.Fiili maliyet yöntemi: Maliyetlerin, faaliyet yapıldıktan sonra giderlerin fiilen gerçekleşen tutarları esas alınarak hesaplandığı yöntemdir.

b.Tahmini maliyet yöntemi: Maliyetlerin geçmiş deneyimlerden ve cari girdi fiyatlarından yararlanılarak önceden tahmin edilmesi ve kayıtların bu maliyet göre tutulması esasına dayanan bir yöntemdir.

c.Standart maliyet yöntemi: Maliyetlerin olması gereken tutarlarının faaliyet yapılmadan önce bilimsel yöntemlerle önceden saptanması ve kayıtların bu maliyetlere göre tutulmasını öngören bir yaklaşımdır.

3-Maliyetlerin saptanma şekline göre (üretim biçimine göre) maliyet yöntemleri: İşletmedeki birim maliyetlerin hesaplanması, üretim tekniği ve işletmenin üretim politikasıyla belirlenmektedir. Bu da iki grupta toplanmaktadır:

a.Sipariş maliyet yöntemi: Belirli partiler halinde üretim yapan ve her partide diğerlerinden farklı tür veya nitelikte mamuller üreten işletmelerde kullanılmaktadır.

b.Evre maliyet yöntemi: Bu maliyet yöntemi, birbirini izleyen ve birbirine bağlı aşamalarda sürekli ve seri olarak kitle halinde ürün elde edilen işletmelerde kullanılmaktadır. Bu yöntemde evrelere ilişkin maliyetlerin ölçülmesi esas alınmaktadır.[69]

3.3. Altı Sigma Yaklaşımında Kalite-Maliyet İlişkisi

İşletmeler için en önemli amaç kar elde edebilmektir. 21.yüzyılda işletmeler kar edebilmek ve hayatta kalabilmek için müşteri isteklerine cevap vermek zorundadırlar. Günümüzde müşteri kendisine sunulan ürünün/hizmetin sadece fiyatına bakarak satın almamaktadır. Müşteri için artık kalite en önemli isteklerden biri olmuştur. Bu nedenle işletmeler ürettikleri ürünlerin/hizmetlerin hem kaliteli hem de ucuz olmasını sağlamalıdırlar.

İşletmelerde kaliteli hizmet/ürün elde edebilmek içim günümüze kadar birçok yöntem kullanılmıştır ve hala da kullanılmaktadırlar. ISO 9000, TKY bu yöntemlerde bazılarıdır. Son zamanlarda dünyada ve Türkiye'de de uygulanmaya başlanan Altı Sigma yaklaşımı, kullanılan diğer yöntemleri de kapsayan bir yaklaşımdır.

Altı Sigma yaklaşımı uygulayan işletmelerde kalite artışı sağlanmakta, maliyetlerinde de düşüş gerçekleşmektedir.

---

[69] AKDOĞAN, Nalan., *Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, 5.baskı, Ankara, 2000.,s.20.

3.3.1 İşletme Yönetimindeki Önemi Açısından Altı Sigma'da Kalite-Maliyet İlişkisi

Her işletmenin faaliyeti ile çıkar ve görüşleri birbirinden farklı üç grupla ilgilidir: İşletme sahipleri, işletmede çalışanlar ve müşteriler.

1. İşletme sahiplerinin istekleri:
    a. Mümkün olduğu kadar fazla kar edilmesi
    b. Düşük maliyetli üretim yapılması
    c. İşletmenin verimli bir şekilde çalışması.
2. İşletmede çalışanların istekleri:
    a. Sigorta
    b. Tatmin edici ücret
    c. İşinde kalacağından emin olmak
    d. Yaptığı işten ve çalışma ortamından memnun olmak.
3. Müşterilerin istekleri
    a. Kaliteli ürünün düşük fiyatlarla satın almak
    b. Aradığı ürüne kolayca ulaşabilmek
    c. Ürünle ilgili herhangi bir problem ortaya çıktığında ilgilenilecek bir kurumun olması.

İşletme sahipleri ve müşteriler bir noktada aynı şeyi istemektedir: Kaliteli ürün. Ancak müşteri kaliteli ürünü ucuz fiyata almak istemekte, işletme ise kaliteli ürünü ucuza üretip fazla kar elde etmek istemektedir. Temelde her ikisinin isteği de aynıdır. İşletmelerin düşük fiyatla kaliteli ürüne ulaşma hedefleri bir takım yönetim sistemleri ve araçlarını denemelerine yol açmıştır. Benchmarking, TKY bunlardan bazılarıdır. İşletmeler bu yöntemleri maliyetlerini azaltma ve kalitelerini arttırma yolunda hala kullanmaktadırlar. Problemlerini çözmekte bu yöntemlerin yetersiz kalması durumunda da Altı Sigma yaklaşımını uygulamaktadırlar.

Altı Sigma sadece işletmenin performansının ölçüm ve analizine katkıda bulunmaz, işletme yönetimi açısından temel bir yaklaşımı da geliştirir. Altı Sigma'nın tüm süreçlerde bir ölçüm yöntemi olarak ele alınması etkin ve yoğun bir eğitimle tüm çalışanların bu yöntemi planlı ve sistemli bir şekilde uygulaması, Altı Sigma'yı bir yönetim aracı haline getirmektedir. Altı Sigma yaklaşımının en temel hedefi, işletme bünyesinde Altı Sigma iyileştirme projeleri ile değişkenliğin azaltılmasına ve süreç iyileştirmeye odaklanan, ölçüm esaslı bir kalite yaklaşımı yerleştirmektir.

Altı Sigma yaklaşımı, sadece liderlerin ya da orta kademe yöneticilerin sahipliğindeki bir yaklaşım değildir. Fikirler, çözümler, süreç icatları ve iyileştirmeler, genellikle sürecin içinde yer alan ve işi yapan sorumlu insanlardan çıkmaktadır. Altı Sigma, güçlü liderlikle köklü enerjiyi birleştirerek daha etkin ve güçlü bir yönetim stratejisi oluşturmaktadır. [70]

Kalite, kaynakların verimli kullanımını sağlayan, ürün ve hizmetlere kullanım uygunluğunu kazandıran, müşteri gereksinimlerine uygun üretim ve hizmet anlayışını egemen kılan ve böylece işletmelerin kamusal sorumluluklarını da olumlu olarak gerçekleştirmelerine olanak hazırlayan bir performans boyutudur. Kalite bu anlayış çerçevesinde gerçekleştirildiğinde, işletme performansına büyük katkılarda bulunabilir. Bu katkıların ölçülmesi ve bu alanda sağlanan gelişmelerin bilinmesi gerekmektedir. Kaliteyi işletme performansının bir boyutu olarak ele almak bir zorunluluk olmaktadır.

Günümüzün rekabetçi ortamında ve müşteriye yönelik yönetim anlayışı içinde kalite de etkenlik, verim ve verimlilik gereksinimleriyle iç içe olan bir gereksinim olarak temel performans zinciri içinde yerini almıştır.[71]

---

[70] KİRİŞ, Görkem.,*6 Sigma Yaklaşımı-Tusaş Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2003, s.18.
[71] www.ytukvk.org.tr (15.06.2005)

İşletmelerin geliştirilmesinde temel konulardan biri süreç iyileştirmesidir. Süreç yeterliliği arttıkça ürün kalitesi artmaktadır. Altı Sigma programının özelliği, tüm süreçleri tanımlama, kontrol ve optimize etme yaklaşımı ile işletmenin Altı Sigma başarısına ulaşmasını sağlamaktır. Bu amaçla işletmenin sigma kalite hedeflerini belirlemesi gerekmektedir. Kalite hedefini sıfır hata olarak tanımlamak yerine, milyonda 3.4 hata gibi somut bir değer ortaya koymak gerekmektedir. [72]

Altı Sigma yaklaşımının uygulanması ile doğrudan kalite artışı sağlanmayabilir. Kalite artışı işletmenin kalite hedefleri doğrultusunda ya da müşteriden gelen istekler göz önüne alınarak yapılabilir. Müşteri istekleri doğrultusunda Altı Sigma projesi hazırlanmasına karar verilmektedir. Hangi ürünün hangi parçasında iyileştirme ya da kalite artışı isteniyorsa o ürünle ilgili Altı Sigma projesi için gerekli veriler toplanarak bir ekip çalışmasıyla proje tamamlanmaktadır.

Kar etmek her işletmede en önemli amaçlardan biridir. İşletme karının hesaplanabilmesi için de işletmenin maliyetlerinin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü kar; satışlarla maliyetler arasındaki farka eşittir. Kalite uygulamaları veya kalite iyileştirme çabalarının temel hedeflerinden biri de maliyetleri en aza indirmeye çalışmaktır.

Altı Sigma'nın amacı, katma değer yaratmayan işleri ortadan kaldırarak veya azaltarak, maliyetleri düşürmek ve kaliteyi arttırarak karlılığı en yüksek seviyede tutmaktır. Katma değer yaratmayan etkinlikler, bir süreç içinde, dış müşteri için değer yaratmayan katma değer ölçütlerini – tekrarlanan işler, aktarmalar, denetleme/kontrol, bekleme/ gecikmeler vb.-karşılamayan etkinliklerdir. Her işletme sene başında çalışanlarına elde etmek istediği karı açıklamaktadır. Başka bir ifadeyle, ulaşılmak istenilen belirli bir kar hedefi bulunmaktadır.

---

[72] Mario Perez Wilson, *Six Sigma Strategies: Creating Excellence in Workplace*, www.qualitydigest.com (15.12.2004)

3.3.2. Maliyeti Ortaya Çıkaran Süreç Açısından Altı Sigma'da Kalite-Maliyet İlişkisi

Geleneksel mantık, yüksek kalitenin uzun vadede düşük kaliteden daha pahalıya mal olduğunu söylemektedir. Başka bir ifadeyle, kaliteyi arttırmak için yapılan harcamalar ürün maliyetine yansıtıldığı için ürün fiyatı artar, bu da rekabet gücünü azaltır anlayışı hakimdi. Altı Sigma kalitesini ve dünya çapında kalite anlayışını başlatanlar, çok kaliteli olmanın daha fazla maliyet girdisine neden olmadığını keşfetmişlerdir. Aslında en kaliteli olmak, kalitesiz olmaktan daha ucuza gelmektedir. Bunun nedeni de 'kalite maliyeti' diye adlandırılan anlayıştır. Kalite maliyeti, gerçek anlamda kaliteye ödenen paradan; ıskartaya çıkarılan malların maliyetinden, tekrar işleme maliyetinden, müşteri iadelerinden, satılan üründe ortaya çıkan olumsuzlukları karşılamak için garanti masraflarından, denetleme, onarım, muayene, test ve müşterilerden iade edilen malzeme maliyetlerinden vb. kaçınmaktır. Kısacası, ürünü ilk seferinde hatasız üretmenin maliyeti, üretim aşamasında yükselse de, ilk önce üretip, sonra hataları bulup daha sonra da bunları düzeltmekten daha düşük seviyededir.

Altı Sigma 'kalitesizlik maliyetleri'ne odaklanmaktadır. Düşük kalite maliyeti, %100 kaliteli ürün üretmede ve ürünü teslim etmede yapılan hatadan kaynaklanan maliyettir. İyileştirme için seçilecek projelerde düşük kalite maliyeti getiren süreçler tanımlanmalı ve yok edilmelidir.[73]

Kalitesizliğin en önemli boyutu kalite maliyetleridir. Kalite maliyeti, meydana gelebilecek hataları önlemek amacıyla yürütülen faaliyetlerin, planlı kalite muayenelerinin ve ürünün üretim esnasında veya müşteriye tesliminden sonra görülen hataların sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir.[74]

---

[73] KİRİŞ, Görkem.,*6 Sigma Yaklaşımı-Tusaş Motor Sanayii A.Ş (TEI)'de Uygulama Örneği*, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2003, s.24.

[74] '*Kalitesizliğin Önemli Bir Boyutu: Maliyet Artışı*' www.ormanweb.edu.tr (18.06.2005)

Bu tür kalite maliyetlerinin en düşük seviyede tutulması istenmektedir. Düşük kalite maliyetleri ileriye yönelik kalitenin iyileştirilmesine değil, geriye dönük kaliteye işaret etmektedir. Maliyetlerin düşürülmesine yönelik faaliyetler yararlı olmakla birlikte karlılığın arttırılması açısından yeterli değildir. Asgari kalite maliyeti her zaman azami kar anlamına gelmemektedir.

Kalite maliyetlerini kalite güvencesinin göstergeleri olarak almanın iki önemli sorunu vardır. Birincisi, geriye yönelik kaliteye işaret etmesi açısından tek başına müşteri memnuniyetini sağlayacak koşulları aydınlatması mümkün olmamaktadır. Diğer bir sorun ise kalite maliyetlerinin, kalitenin devam ettirilmesi ve iyileştirilmesi için yapılan harcamalar olmasıdır.[75]

Kurumların sigma seviyeleri ile kalite maliyetleri arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. İki sigma seviyesindeki kuruluşlarda toplam hasılatın ortalamada %35'i kalitesizlik maliyeti olarak boşa harcanmaktadır. Üç sigma seviyesinde kaynak israf oranı %25 dolaylarına düşerken, Altı Sigma seviyesinde %10'un altına inmektedir. Her sigma seviyesi arttırmak demek, işletme karlılığında %10-5 artış anlamına gelmektedir.

Altı Sigma yaklaşımında da amaç, süreçlerde sıfır hata oranlarına yani mükemmellik modeline ulaşmaktır.

Kuruluşların başarısı, ürettikleri ürün ve hizmetlerin, zamanında, en düşük maliyetle ve fonksiyonunu yerine getirme yeterliliği ile doğrudan bağlantılıdır.[76] Kalite maliyetlerini Grafik 3.2'deki gibi gösterebiliriz.

Bazı maliyetler, normal işletme giderleri olduğu halde yanlışlıkla kalite maliyetleri olarak düşünülebilirler. Aşağıda sıralanan maddeler bu tür maliyetlere örnek olabilir:

---

[75] *'ISO 9000:2000 ve Tarihçesi'* www.kalitenet.com (15.06.2005)
[76] *'Tasarım Sürecinde Altı Sigma Altı Sigma Metodu'nun Toplam Kalite Yönetimi ve Tasarım Süreçlerindeki Yeri'* www.kalder.org.tr (18.06.2005)

1. Iskarta ve yeniden işlemenin direkt malzeme ve işçilik maliyeti üzerine genel masraf katılması,
2. Kaçınılmaz imalat atıkları. Bunlar hatalı parçalar değildirler. Bir tel kangalın baş tarafından belli bir bölümünün atılması, döküm parçasının işlenmeden önce düzeltilmesi, normal işlem için alınan talaşlar kalite maliyeti sayılmaz.
3. Kırıntı ürün oluşması dolayısıyla kar kaybı,
4. Müşterinin iyi niyetinde ve satışta kayıp,
5. Ürün sorumluluk maliyeti,
6. Önleyici bakım,
7. Ölçme cihazının kıymetten düşmesi,
8. Ürün sorumluluk maliyeti,
9. Takım bakımı,
10. Moralin bozulması.

Diğer bir takım maliyetlerde kalite maliyetleri olmalarına rağmen gizli kalmaktadır. Bu maliyetler şu şekilde sıralanabilir:

1. Olası satış kayıpları,
2. Kalite nedenlerinden dolayı tekrar tasarım maliyetleri,
3. Kalite şartlarını karşılayamamaktan doğan imalat süreci değişim maliyetleri,
4. Kalite nedenlerinden doğan yazılım değişimleri maliyetleri,
5. Standartlara dahil edilmiş maliyetler. Belli seviyede hatalar kaçınılmazdır ve standartlara belli karşılıklar dahil edilmektedir.[77]

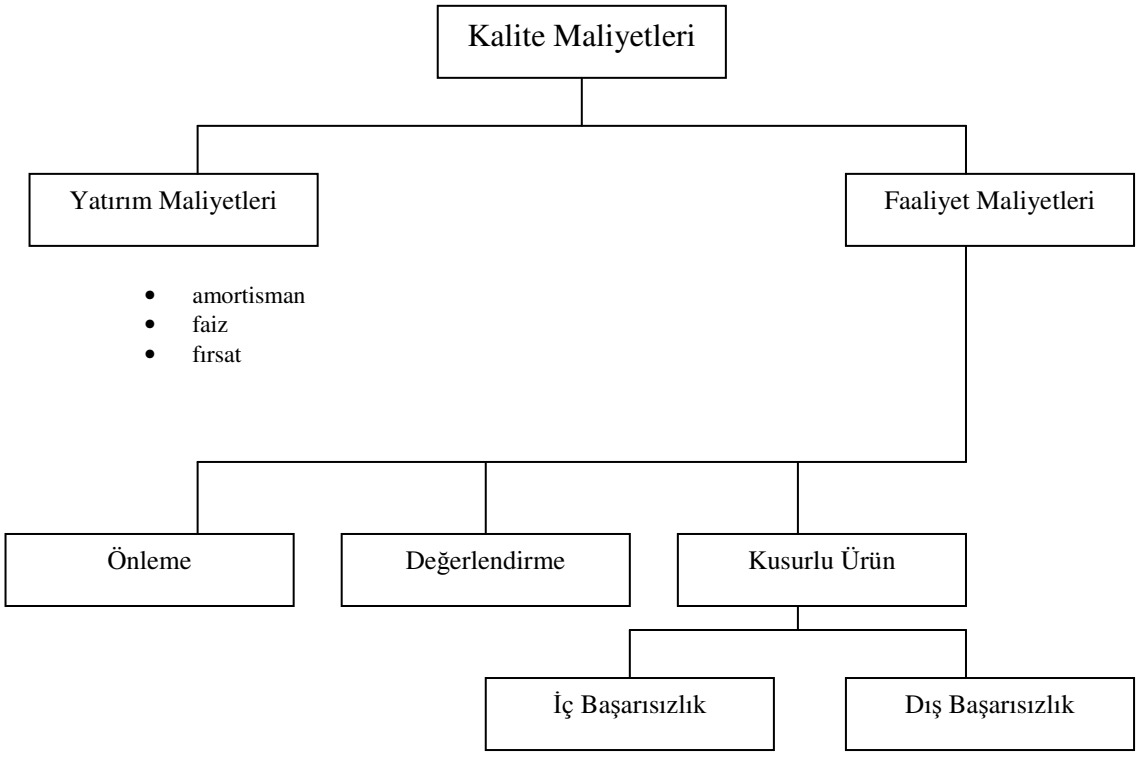
Sürecin kontrol altında olması hatasız bir kalite düzeyi için ön şarttır. Kalitesizlik maliyeti, kontrol altında olmayan sürecin bir sonucudur. Kalitesizlik maliye ile sigma ilişkisi Tablo 3.2'de verilmiştir.[78]

---

[77] UĞUR, Ahmet Naci., *100 Soruda Kalite*
[78] ATAŞ, Berna., *Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı: Isı Üretim Sürecinde Bir Uygulama.,* Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 2001.s.18.

Tablo 3.2 Kalitesizlik Maliyeti-Sigma İlişkisi

Kalitesizlik Maliyeti	**PPM (per part million-milyon parçadaki hata değeri)**	**Sigma**
Satışların %30-40'ı	308.557 (rekabet edemez)	2
Satışların %10-15'i	233	5
Satışların %10'undan azı	3.4 (dünya çapında)	6



Grafik 3.2 Kalite Maliyetleri

Uygulama bölümünde; Altı Sigma yaklaşımını uygulayan bir endüstriyel üretim işletmesinde, bu yaklaşımın uygulanmasından önceki ve sonraki maliyet değerleri incelenmiş ve sonuçları irdelenmiştir.

4. BİR ENDÜSTRİYEL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ALTI SİGMA UYGULAMASI VE SONUÇLARININ İRDELENMESİ

Araştırmanın uygulama bölümünde, Altı Sigma yaklaşımını 2000 yılından beri uygulayan bir üretim işletmesinde Altı Sigma yaklaşımının maliyetler üzerindeki etkisi incelenmiş ve sonuçları yorumlanmıştır.

4.1. Üretim İşletmesi Hakkında Genel Bilgiler

İşletme; Kamyon ürün geliştirme , Motor Aktarma Organları ve Kamyon Fabrikası üretim bölümleri ve bu bölümlerde çalışan destek bölümlerinden oluşmaktadır. Fabrika 63.157 m^2 kapalı alanla toplam 1.100.000 m^2 alan üzerine kurulmuştur.

4.1.1. Kuruluşu

Türkiye Otomotiv sektörünün öncü kuruluşlarından biri olan işletme, 1959 yılında kurulmuş ve sektörde faaliyet göstermeye başlamıştır. İşletmenin Türkiye'de 3 tesisi bulunmaktadır ve bu tesislerde 6.460'ü işçi, 1265'i memur olmak üzere toplam 7.725 kişi görev almaktadır. 1998 yılında 750 Milyon € yatırımla inşasına başlanan ve 2001 yılında devreye alınan Kocaeli fabrikasında orta ticari araç ve hafif ticari araç üretimi yapılmaktadır. Eskişehir fabrikasında kamyon, motor ve aktarma organları üretimi yapılırken, İstanbul Kartal'da ise Türkiye'nin en büyük yedek parça dağıtım merkezi olan Servis ve Yedek Parça bölümü bulunmaktadır.

Fabrikada üretilen ürünlerin ve firmanın kalite alanında aldığı ödüllerin yıllara göre dağılımı şöyledir:

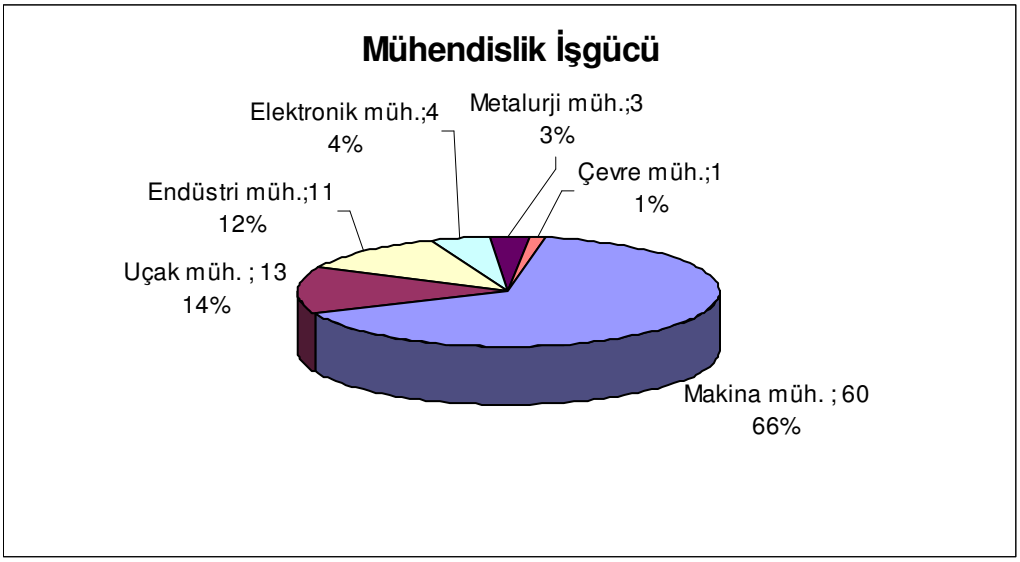
Üretim tarihçesi

- 1983 OHC &Kamyon motorları
- 1984 Kamyon montajı
- 1986 İlk yerli dizel motor geliştirilmiştir (ERK)
- 1992 2,5DI motor ve Hipoid dişli
- 1995 MT-75 şanzıman
- 1997 Arka aks
- 2000 Puma motor ve Ön düzen
- 2003 (H298) ve NHDD motor

Kalite tarihçesi ve ödüller

- 1992 ikmalci Q1 sertifikası
- 1997 ISO 9001
- 1998 ISO 14001
- 1989,-91, -95, -99 ve 2005 Eskişehir Sanayi Odası Teknoloji ödülleri
- 1999 CDQA ödülü
- 2000 CDQA ödülü

İşletmede 161'i beyaz yaka olmak üzere 1611 çalışan bulunmaktadır.Grafik 4.1'de İşletmede çalışan mühendislerin branşları görülmektedir.



Grafik 4.1 İşletmede Çalışan Mühendislerin Branşları.

4.1.2. Tarihçesi

Resmî olarak 1959 yılında kurulan işletme, Türkiye'de Otomotiv sanayinin gelişmesinde çok önemli bir rol oynamış, kısa sürede montaj fabrikasından üretim merkezi konumuna gelmeyi başarmıştır.

Eskişehir'deki fabrikanın kurulmasındaki amaç, yerli üretimi arttırarak döviz gereksinimini minimuma indirmek ve daha yüksek kalitede üretim yapmaktır. Özellikle üzerinde durulan diğer bir konu ise; işletmenin ticari araç üretim kapasitesini arttırmaktır. Eskişehir fabrikasının ticari üniteler bölümü 1983 yılında İstanbul fabrikasından parça parça taşınmıştır. Kamyonunun imalatı, Eylül 1984 ayından itibaren tamamen bu fabrikada yapılmaya başlanmıştır.

4.2. Üretim İşletmesinde Altı Sigma Yaklaşımının Uygulama Aşamaları

İşletme, Türkiye'de Altı Sigma yaklaşımını uygulayan sınırlı sayıdaki şirketlerden biridir. İşletmede Altı Sigma çalışmaları, 2000 yılında başlamış, 2001 yılında yaşanan krizle beraber bir duraklama dönemi yaşanmıştır. Firma, krizin ardından Altı Sigma çalışmalarına kaldığı yerden devam etmiştir.

4.2.1. Altı Sigma Sistemine Geçiş

İşletme Altı Sigma çalışmalarına 2000 yılının Haziran ayında, Mikel Harry tarafından kurulan Six Sigma Academy'nin verdiği bilinçlendirme ve proje şampiyonu eğitimi ile başlamıştır. Uzun vadeli bir Altı Sigma uygulama planı hazırlanarak, bu plan çerçevesinde kritik kitlenin oluşturulabilmesi amacıyla Eylül 2000'de ilk siyah kuşak adaylarının seçimi yapılmış ve eğitimler Six Sigma Academy eğitmenleri tarafından gerçekleştirilmiştir. Tamamlanan ilk Altı Sigma projeleri ile elde edilen sonuçlar finansal açıdan çok büyük olmamış ancak Altı Sigma araçlarının öğrenilmesi ve uygulanması sırasında karşılaşılabilecek sorunlara ışık tutması açısından son derece başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Uygulama planının ikinci adımı olarak, uzun vadede tüm beyaz yakalı personeli kapsayacak olan Yeşil Kuşak eğitimleri başlatılmıştır. İşletme Altı Sigma yaklaşımını, "proje yapan yeşil kuşaklar" yaklaşımıyla zenginleştirmiştir ve bu sayede çok kısa bir sürede sağlıklı bir Altı Sigma altyapısı oluşturulabilmiştir. Altı Sigma uygulaması için vazgeçilmez olan siyah ve yeşil kuşak eğitimleri, proje şampiyonu eğitimleri, bilinçlendirme eğitimleri gibi tüm eğitimler işletmenin kendi kaynakları ile yapılmaktadır. Bu avantaj sayesinde, siyah kuşakların iki yıllık görevleri sonucunda üretim süreçlerine uyum ve yeni adayların bir an önce işe atılmaları sorunsuz olarak gerçekleştirilebilmekte; işe yeni başlayan beyaz yakalı çalışanların Altı Sigma dilini çok kısa sürede konuşabilmelerine olanak sağlanabilmektedir.

Altı Sigma'nın başarıya ulaşabilmesini sağlayan en önemli unsur üst kademe yönetimin bu konuya olan bağlılığı ve desteğidir. İşletme yönetimi bu konudaki kararlılığını ve desteğini, Altı Sigma'yı yürütme komitesi toplantılarının ilk gündem maddesi yaparak, proje ekiplerine bu toplantılarda çalışmalarını aktarma olanağı vererek ve ilerlemesi önünde engel olan projelerin detayında yol gösterici olarak yapmaktadır. Bunun ötesinde, Altı Sigma performans göstergelerinin tüm çalışanların hedef kartlarında iki madde ile ölçülebilir hale getirilmesi, Altı Sigma proje çalışmalarının teşvik ve takdir edilebilmesi yönünde alınmış en önemli karar olmuştur. Ayrıca, yönetim Altı Sigmanın firma kültürüne yaptığı olumlu katkıların bilincinde olarak geleceği şekillendiren Altı Sigmayı, elde edilen parasal kazançların ötesinde çalışanların kişisel gelişim süreçlerindeki en önemli unsur olarak kabul etmektedir.[79]

4.2.2. Yürütülen Altı Sigma Projeleri

Firma, Altı Sigma ile dört yılda 23 siyah, 450 yeşil kuşak yetiştirilebilmiş, tamamlanan 153 adet proje sayesinde 20 milyon dolara yakın bir kazanç sağlamıştır. İşletmenin Altı Sigma organizasyonunda, merkezi bir yönetime idari açıdan bağlı

[79] www.altısigma.gen.tr (20.06.2005)

siyah veya yeşil kuşaklar söz konusu değildir. Toplam Kalite Müdürlüğü'ne bağlı Altı Sigma Koordinatörü (Uzman Siyah Kuşak), eğitimlerin verilmesinden, Altı Sigma ilerleme raporlarını hazırlamaktan, çalışılan projelerdeki ekiplere destek olmaktan ve büyük projelere liderlik etmekten sorumludur.

İşletme bugün geldiği noktada, Altı Sigma ile birlikte Altı Sigma'nın ayrılmaz bir destekçisi olan yalın üretim sistemini ve daha pek çok gelişim yöntemini değer akışının daha uçlarına; tedarikçilerine de öğütlemekte, bununla yetinmeyip bilinçlenmelerini sağlamak amacıyla eğitimler düzenlemektedir. [80] Tablo 4.1 İşletmede yapılan proje sayıları ve siyah kuşak, uzman siyah kuşak ve yeşil kuşaklıların sayısını göstermektedir.

Tablo 4.1 İşletmede Yapılan Proje Sayıları ve Eğitimli Beyaz Yakalılar.

	2001	2002	2003	2004
Tamamlanmış proje sayısı	7	24	42	80
Aktif siyah kuşak sayısı	3	13	23	20
Uzman siyah kuşak sayısı	0	1	1	2
Yeşil kuşak sayısı	30	92	254	450
Proje şampiyonu sayısı	4	38	72	84

[80] www.altısigma.gen.tr (20.06.2005)

4.3. İşletmede Altı Sigma Yaklaşımı Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Maliyet Verilerinin Karşılaştırılması

İşletmeden, Tablo 4.2'de verilen toplam maliyet, maliyet bileşenleri ve toplam imalat miktarları alınmıştır. İşletmede kamyona ve motora ait bit çok parça üretilmektedir. Bütün ürünlere ait tek tek maliyet incelemesi yapmak zor ve vakit alıcı olacağından firma toplam maliyetlerini motora ait bir parça olan puma blok üzerinden hesaplamaktadır. Tablo 4.2'de verilen bütün maliyetler bu ürün temel alınarak hesaplanan değerlerdir.

Tablo 4.2 İşletmenin İnönü fabrikasına Ait Toplam Maliyet Değerleri

	TOPLAM MALİYET (euro)									
YILLAR	1996	1997	1998	***1999***	2000	***2001***	2002	2003	2004	2005
İMALAT ADETLERİ	742.860	978.769	770.673	***462.667***	739.021	***238.685***	276.093	536.680	839.705	1.065.364
PUMA BLOK /MALİYET	84,54	79,34	82,78	*98,14*	84,82	*109,64*	82,84	62,82	46,78	44,41
DİREK İŞCİLİK DEĞİŞİMİ	25,36	22,21	24,83	24,53	27,14	26,31	21,53	18,21	15,43	
ENDİREK İŞCİLİK	11,83	10,31	9,1	12,95	11,02	13,15	10,76	6,91	5,61	
MEMUR İŞCİLİĞİ	15,21	13,48	12,41	18,64	11,02	18,63	15,73	8,016	6,08	
İŞLETME MALZEMESİ	10,99	11,9	11,58	15,7	11,87	16,44	9,94	9,42	7,48	
ENERJİ DEĞİŞİMİ	11,83	10,01	11,58	14,72	11,02	17,55	9,11	10,05	6,54	
DİĞER	9,29	11,1	13,24	13,73	12,72	15,34	13,24	7,53	4,67	

4.3.1. Maliyetler

Toplam maliyet bileşenleri direkt işçilik, endirekt işçilik, memur işçiliği, işletme malzemesi, enerji ve diğer üretim maliyetlerinden meydana gelmektedir.

Direkt işçilik maliyeti: Direkt departman olarak tanımlamış bölümlerde çalışan kişilerin işçiliklerinden meydana gelir. Hangi ürün için çalışıyorsa tüm maliyet bu ürüne yansıtılır.

Endirekt işçilik maliyeti: Endirekt departman olarak tanımlanmış bölümlerde çalışan kişilerin işçiliklerinden meydana gelir. Ürün için endirekt çalışanların maliyetlerinin tamamı ilgili ürüne yansıtılır. Destek bölümlerde çalışanların (kalite güvence, planlama vb.) maliyetleri ise tüm ürünlere süreleri ile doğru orantılı olacak şekilde dağıtılır.

Memur işçiliği maliyeti: Beyaz yaka çalışanların maliyetlerinin dağılımından oluşur. Ürünle direkt bağlantılı çalışanların (ekip lideri v.b) maliyetinin tamamı ilgili ürüne yansır. Diğer tüm beyaz yaka çalışanların maliyetleri ürün toplam süreleri ile doğru orantılı olarak dağıtılır.

İşletme malzemesi maliyeti: İş emirlerinden gelen masraflardan oluşur. İmalat toplam süreleri ile doğru orantılı olarak dağıtılır.

Enerji maliyetleri: Elektrik, su, akaryakıt, fueloil, kömür, doğalgaz ve genel yağ giderlerinden oluşur.

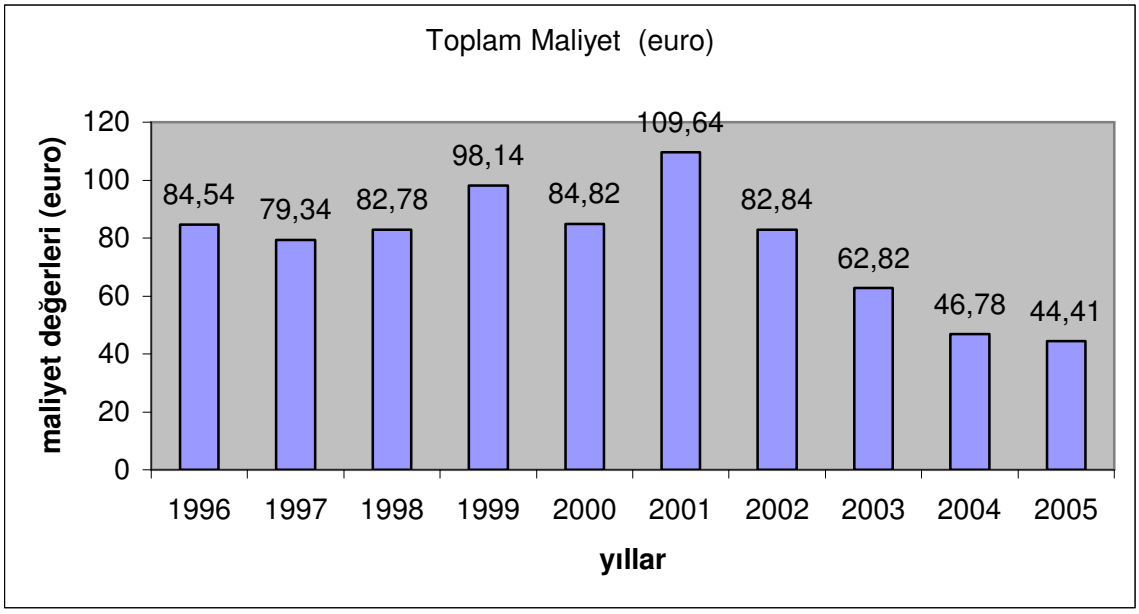
Diğer üretim maliyetleri: Tamir, bakım, temizlik giderleri, küçük demirbaşlar, sigorta giderleri, mekanizasyon giderleri, kira giderleri, nakliye-hammaliye giderleri, kırtasiye ve matbaa giderleri, yurtiçi seyahat giderleri, yurtdışı seyahat giderleri, şehriçi yol giderleri, P.T.T giderleri, telefon giderleri, servis giderleri, emlak vergisi, damga vergisi, taşıt alım vergisi, diğer vergiler, tapu harcı, şantiye giderleri, delme ve patlatma giderleri, yabancı motor giderleri gibi giderlerden oluşmaktadır.

4.3.2. Maliyet Değişimi

Bu çalışmada, 2000 yılında Altı Sigma çalışmalarına başlayan işletme, Altı Sigma'yı uygulamaya başlamadan önceki ve uygulamaya başladıktan sonraki maliyetlerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bununla beraber, toplam maliyet ve toplam maliyet bileşenleri arasındaki etkileşim incelenmiş, hangi bileşenin toplam maliyet üzerinde daha etkili olduğunun belirlenmesi istenmiştir.

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi firmanın Altı Sigma çalışmalarına başlamadan önceki döneminde maliyet değerleri dalgalı bir seyir izlemektedir. 1999 ve 2001'deki kriz dönemlerinde ise imalat miktarları kriz öncesi dönemlere göre çok düşük olmasına karşılık maliyetler çok yükselmiştir. Altı Sigma'nın uygulanmaya başladığı dönemden itibaren (2000 yılı) imalat miktarı artmasına rağmen maliyetlerde düzenli bir düşüş görülmektedir. 1996 ve 2005 yılının ilk 6 ayına ait maliyet değerleri Grafik 4.2'de de görülmektedir.

Grafik 4.2'de görüldüğü gibi, işletmenin Altı Sigma uygulamaya başladığı dönem olan 2000 yılındaki maliyeti 84,82 euro iken takip eden yıllarda Altı Sigma sisteminin etkisiyle maliyetler düşmüş ve 2005'in 1.dönemimde hesaplanan verilere göre puma blok maliyeti 44,41euro'ya düşerek toplam maliyette, yaklaşık %77'lik bir iyileşme sağlanmıştır.



Grafik 4.2 İşletmenin 1996-2005 Yılları Arasındaki Toplam Maliyet

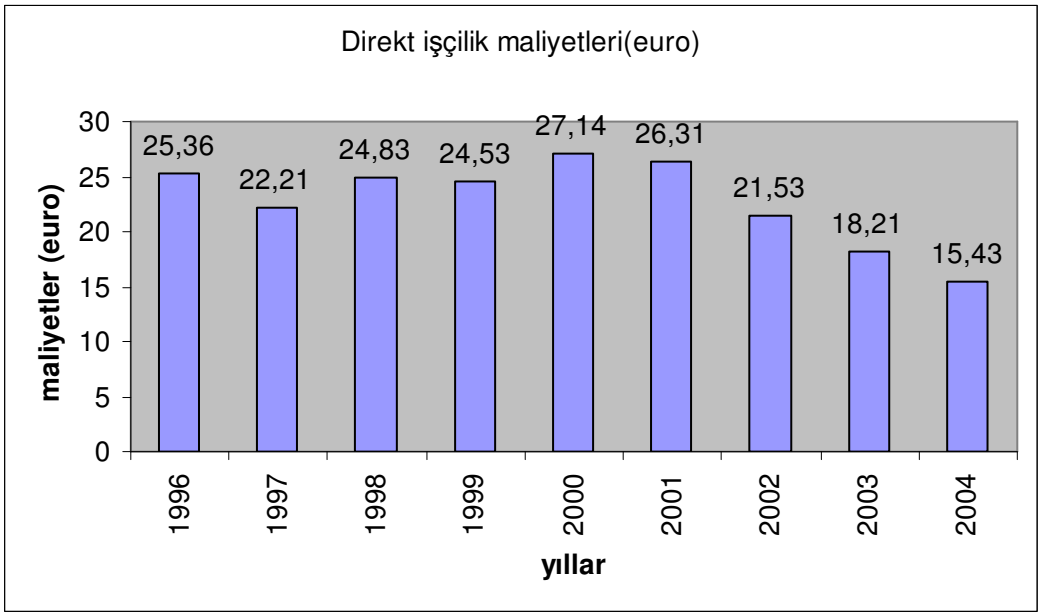
İşletmenin 2002 ve 2005 yıllarındaki parça maliyetine bakıldığında parça başına (82,84-44,41=38,43) 38,43 euro kazanç sağlandığı görülmektedir. Puma blok parçasından yılda toplam 750.000 adet üretildiğinde işletmenin toplam kazancı 28.822.500 euro olmaktadır. Bu kazancın %50'si kapasite kullanım oranı artışından

sağlanırken, %50'si de Altı Sigma yaklaşımı çalışmalarından sağlanmaktadır. Tablo 4.3 işletmenin Toplam Kazancını göstermektedir.

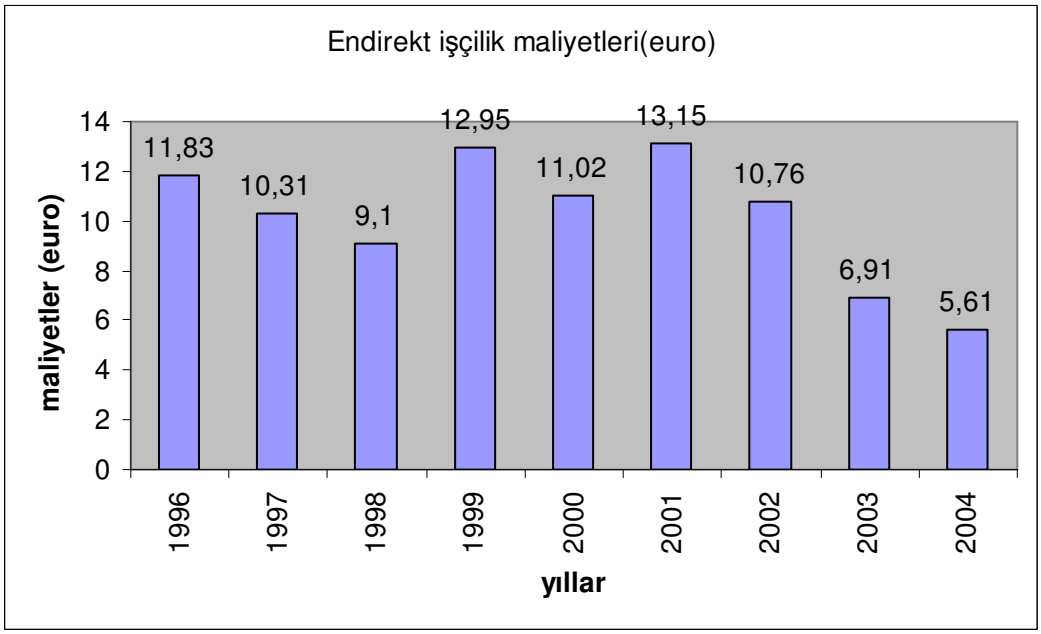
Tablo 4.3 İşletmenin 2002-2005 Yıllarındaki Toplam Kazancı

TOPLAM KAZANÇ	
Toplam Maliyet (2002)	82,84 euro
Toplam Maliyet (2005)	44,41 euro
Yıllık Üretim	750,000 adet puma blok
Toplam Kazanç ↗ %50'si kapasite kullanım oranı artışı + varsayımlardan doğan farklılıklar. ↘ %50'si Altı sigma yönetim sistemi çalışmaları.	28.822.500 euro

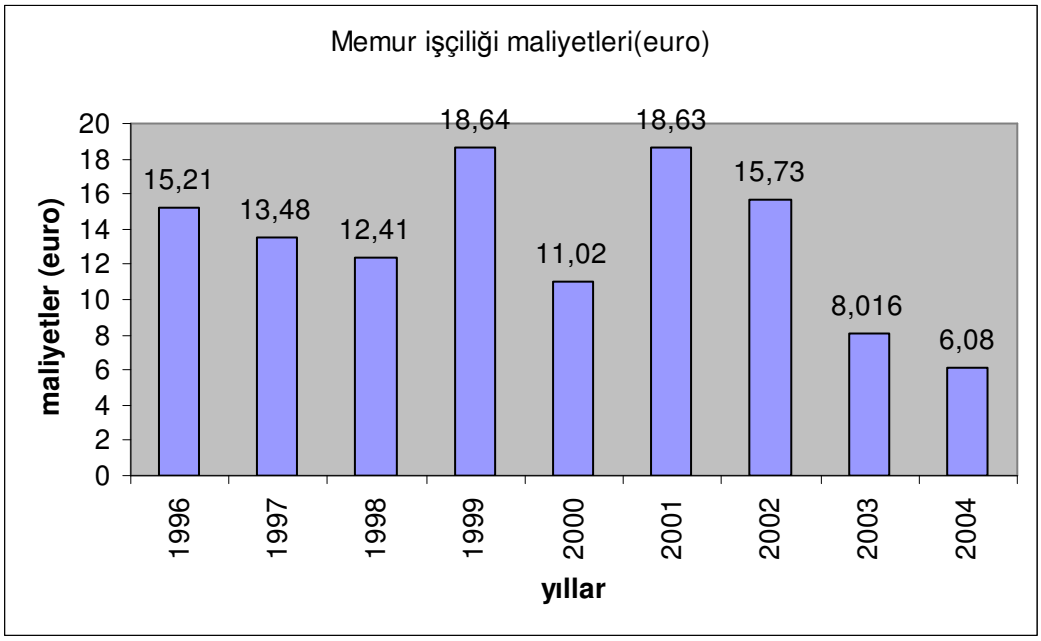
Aşağıda Grafik 4.3, Grafik 4.4, Grafik 4.5, Grafik 4.6, Grafik 4.7 ve Grafik 4.8'de toplam maliyet bileşenlerinin 1996-2004 yılları arasındaki maliyet değerleri verilmiştir. Bu grafiklerden de görüldüğü gibi, işletme Altı Sigma uygulamasına geçmeden önce (2000 yılından önce), memur işçiliği maliyetleri dalgalı bir gidiş hat ortaya koyarken, diğer bütün maliyet bileşenleri yılları takiben bir artış göstermiştir. Altı Sigma'ya geçildikten sonra işletmenin bütün maliyet bileşenlerinde bir düşüş görülmektedir. 1999 ve 2001 kriz dönemlerinde maliyetler normal gidişlerinin dışına çıkarak bir fırlama yapmışlardır. Bu da kriz dönemi için normal bir durumdur. Eğer bu dönemler olmasaydı maliyetler istikrarlı bir şekilde düşüşlerine devam edebilirdi.



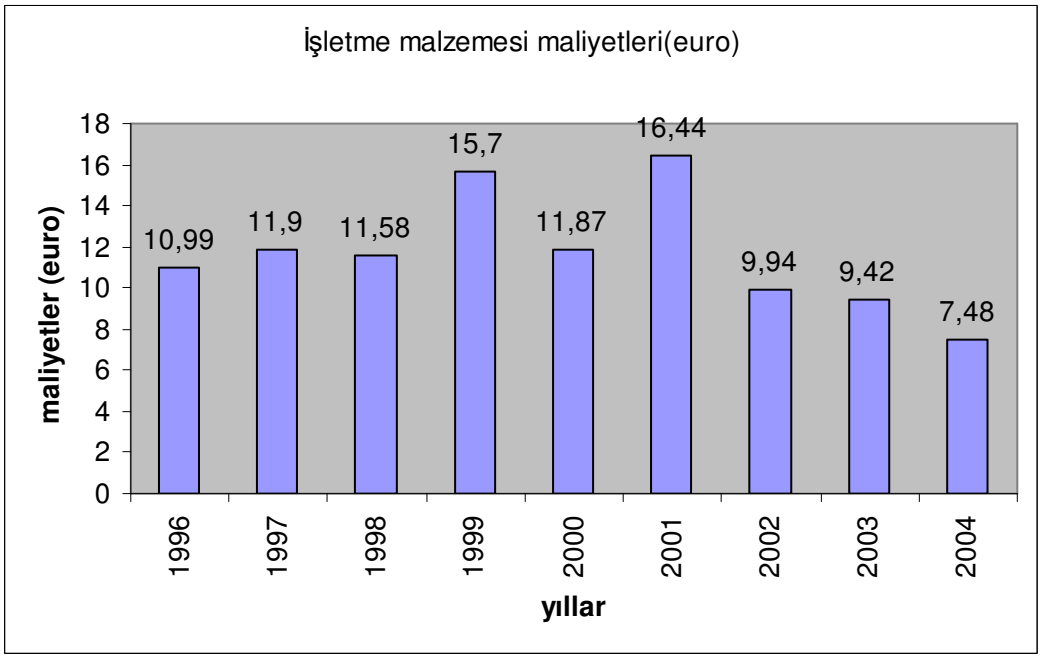
Grafik 4.3. İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Direkt İşçilik Maliyetleri



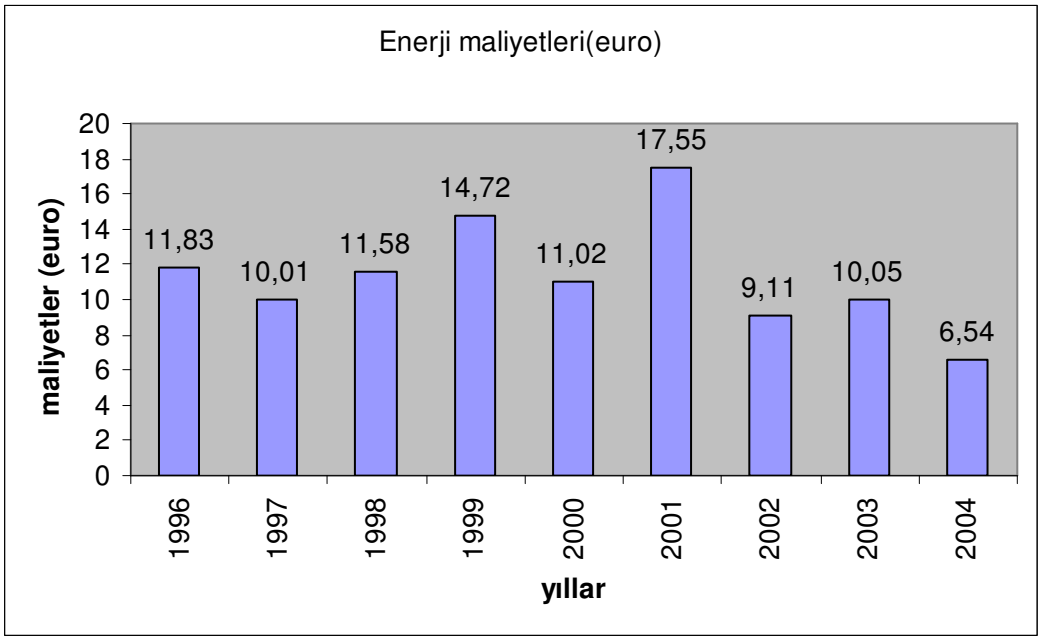
Grafik 4.4 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Endirekt İşçilik Maliyetleri



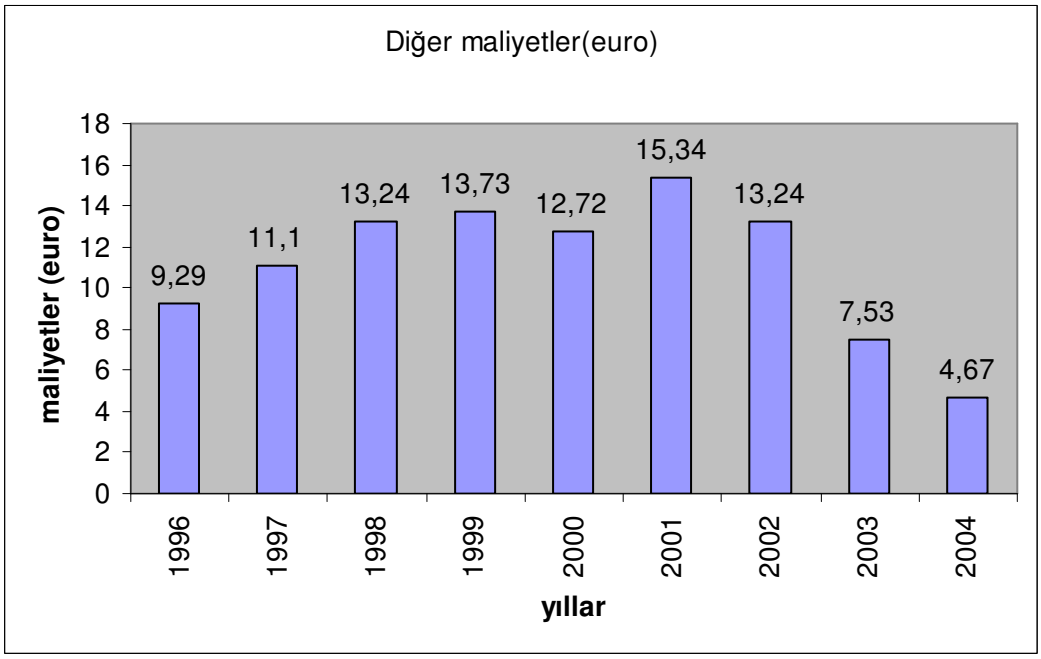
Grafik 4.5 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Memur İşçiliği Maliyetleri



Grafik 4.6 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki İşletme Malzemesi Maliyetleri



Grafik 4.7 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Enerji Maliyetleri



Grafik 4.8 İşletmenin 1996-2004 Yılları Arasındaki Diğer Üretim Maliyetleri

4.4. İşletmedeki Maliyet Verilerinin Kullanımı İle Bileşen Maliyetlerin Toplam Maliyet Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Altı Sigma uygulayıcısı olan işletmenin, Altı Sigma uygulamalarında hangi maliyet bileşenlerinin toplam maliyet üzerine etkisinin olduğunu belirlemek amacıyla çoklu regresyon uygulaması yapılmıştır. İki ya da daha çok değişken arasında var olan ilişkinin derecesine çoklu regresyon denilmektedir.[81] Analizde kullanılacak bağımlı değişken birden çok bağımsız değişken ile etkileşimli olduğundan maliyet bileşenlerinin toplam maliyet üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde çoklu regresyon analizinin uygun olacağı düşünülmüştür. Tablo 4.3 işletmenden alınan verilerle yapılan regresyon analizinin sonuçlarını vermektedir.

Tablo 4.4 İşletmeye ait Toplam Maliyet değerlerinin Regresyon Analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	DF	SS	MS	F	P	R^2	R^2(adj)	S
Regresyon	6	2647,60	441,27	246,68	0,004	%99,9	%99,5	1,337
Artık kareler	2	3,58	1,79					
Toplam	8	2651,17						
Değişkenler		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
Katsayılar	10,783	0,1703	2,432	0,3177	-0,7351	2,2997	1,7922	

Regresyon denklemi;

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6$$

Y=Toplam Maliyet

X_1 =direk işçilik maliyetleri

X_2 =endirek işçilik maliyetleri

X_3 = memur işçiliği maliyetleri

[81] SPIEGEL,Murray R.,STEPHENS,Larry J.*İstatistik*, Çev. Alptekin Esin, Salih Çelebioğlu, 1999 sf.345.

X_4 = işletme malzemeleri maliyetleri

X_5 =enerji maliyetleri

X_6 = diğer üretim maliyetleri

Tablo 4.3'deki değerlerle Minitab 13.1'de regresyon analizi yapıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Regresyon denklemi aşağıdaki gibi oluşmuştur.

$$Y = 10,8 + 0,170\ X_1 + 2,43\ X_2 + 0,318\ X_3 - 0,735\ X_4 + 2,30\ X_5 + 1,79\ X_6$$

Yapılan regresyon analizinde; modelde ele alınan 6 bağımsız değişkenin (direk işçilik maliyetleri, endirekt işçilik maliyetleri, memur işçiliği maliyetleri, işletme malzemeleri maliyetleri, enerji maliyetleri ve diğer üretim maliyetleri), Bağımlı değişken (toplam maliyet) üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğu görülmüştür. ($P < 0,05$, $F=246,68$, %5; 6;2)

Belirlilik katsayısı (R^2 =%99,9) oldukça yüksek bir değerdedir. Bu da göstermektedir ki, toplam maliyetler üzerinde etkileri ortaya konmaya çalışılan maliyet bileşenleri (bağımsız değişkenler), toplam maliyet değişiminin %99,9'unu açıklayabilmektedir. Başka bir ifadeyle modele, toplam maliyetlerle açıklanabilen değişkenler dahil edilmiştir.

Çoklu doğrusal regresyon analizinde ele alınan değişkenlerden işletme malzemesi maliyetleri haricinde hepsi aynı yönde ilişki içerisindedir. Bağımsız değişkenlerden, toplam maliyet üzerinde en fazla etkisi olan endirek işçilik maliyetleridir, X_2'ye ait regresyon katsayısının değeri 2.43'tür. 2,30'luk katsayıyla enerji maliyetleri X_5, etki bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Daha sonra sırasıyla, 1,79'luk katsayıyla diğer üretim maliyetleri, X_6; 0,318'lik katsayıyla

memur işçiliği maliyetleri, X_3 ve en az etkisi olan 0,170'lik katsayıyla direk işçilik maliyetleri, X_1 gelmektedir. 0,735'lik katsayıyla işletme malzemeleri maliyetlerinin, X_4 ; toplam maliyet üzerinde negatif yönlü bir ilişkisi bulunmaktadır

b_1=0,17: X_1, direkt işçilik maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 0,17 euro'luk artışa neden olacaktır.

b_2=2,43: X_2, endirekt işçilik maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 2,43 euro'luk artışa neden olacaktır.

b_3=0,318: X_3, memur işçiliği maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 0,318 euro'luk artışa neden olacaktır.

b_4=0,735: X_4, işletme malzemeleri maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 0,735 euro'luk bir azalışa neden olacaktır.

b_5=2,3: X_5, enerji maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 2,3 euro'luk artışa neden olacaktır.

b_6=1,79: X_6, diğer üretim maliyetlerinde meydana gelecek 1 euro'luk artış toplam maliyetlerde 1,79 euro'luk artışa neden olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerde maliyet, işletmelerin kar edebilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri için önemli şartlardan birisidir. Her işletme maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir. Altı Sigma çalışmaları işletmelerin maliyetlerinde önemli ölçülerde değişimler ortaya çıkarmaktadır. Altı Sigma diğer kalite yaklaşımlarından farklı olarak işletmede sadece doğrudan maliyetlerin azaltılmasına değil; hatasız, hurdasız ve israfsız üretim ile kalitenin arttırılması yoluyla da maliyetleri azaltmaya odaklanmaktadır.

Toplam maliyete etki eden bileşenlerin belirlenmesi, maliyet iyileştirmelerinde hangi bileşenler üzerinde çalışılması gerektiğinin ve toplam maliyete olumsuz yönde etki eden bileşenlerin neler olduğunun tespit edilebilmesinde önemli bir faktördür. Bu bağlamda, yapılacak maliyet çalışmalarıyla toplam maliyet üzerindeki bileşenlerin etki sıralaması rahatça belirlenebilmektedir. Bu öneminden dolayı, Türkiye'nin öncü firmalarından biri olan ve 2000 yılında Altı Sigma'yı uygulamaya başlayan işletmede Altı Sigma çalışmaları etkisini göstermiş ve maliyetlerde düşüşler ortaya çıkmıştır. İşletme maliyetlerinde yaklaşık %77'lik bir iyileşme sağlanmıştır. Bu iyileşme işletmeye parça başına 33,43 euro'luk bir kazanç sağlanmış ve toplamda işletmeye sağladığı kazanç 28.822.500 euro'ya ulaşmıştır. Buna rağmen, 2001 yılında ülkenin içine girdiği kriz ortamı bütün firmaları etkilediği gibi bu işletmeyi de etkilemiştir. Ülke böyle bir kriz içerisine girmeseydi, işletmedeki Altı Sigma çalışmaları daha iyi ve hızlı bir gelişme gösterebilirdi.

Maliyet bileşenlerinin, toplam maliyete etkisinin ortaya çıkartılması amacıyla yürütülen çoklu regresyon analizinde, toplam maliyetlere etki eden en önemli değişkenin Endirek işçilik maliyetleri olduğu belirlenmiştir. Bu uygun bir sonuçtur çünkü endirek işçiler; ürün için doğrudan çalışan kişiler değildir. Bu nedenle, ürünle doğrudan ilgilenmeyen bu kişilerin maliyetleri ürün için çalıştıkları süreye bağlı olarak doğru orantılı artmaktadır. Bu sonuca dayalı olarak, işletmenin ürünle doğrudan çalışacak şekilde personelini görevlendirmesinin daha uygun olacağı söylenebilir.

Endirekt maliyetlerden sonra, toplam maliyete etki eden bileşenleri sırasıyla, enerji maliyetleri, diğer üretim maliyetleri ve memur maliyetleri oluşturmaktadır.

Toplam maliyetlere etkisi en az olan değişken ise direk işçilik maliyetleridir. Bunlar zaten doğrudan ürün için çalışanlar olduklarından, toplam maliyetler üzerindeki etkisinin az olması beklenen bir sonuçtur. İşletme, personelini ürünle doğrudan çalışacak şekilde görevlendirdiğinde, direk maliyet bileşeninden de görüldüğü gibi bu bileşenlerin toplam maliyete etkisi az olacaktır.

Toplam maliyetlere etki eden işletme malzemesi, toplam maliyetlerle negatif yönde ilişki içindedir. Bu, işletmede bir verimsizliğin söz konusu olduğunu göstermektedir. İmalat miktarındaki artış verimsizliği ortadan kaldırabilir ve toplam maliyetle doğru orantılı bir değişim gösterebilir.

Çalışmanın başlangıcında, Altı Sigma uygulayan 5 firma (TEI-1995, Arçelik-1998, Otosan-2000, Vitra-2003 ve Tofaş-2005) üzerinde maliyet ve kalite değişimlerinin incelenmesi hedeflendiyse de 5 firmanın Altı Sigma uygulamasına geçmeden önceki ve geçtikten sonraki kalite ve maliyet değerlerine ilişkin veriler elde edilememiştir. Türkiye'de Altı Sigma çalışmalarının henüz çok yeni olması, uygulayan firma sayısının az oluşu, uygulayan firmaların da henüz bu sisteme yeni geçmeleri nedeniyle yeterli verilere sahip olmamaları, kaliteyle ilişkilendirilecek verilere ulaşımı engellemiştir. Bu nedenle çalışma, bir üretim işletmesinden alınan 9 yıllık sınırlı bir veri grubuyla yapılmıştır. Bu çalışmanın ilerleyen 10 yıllık periyotta yinelenmesi, maliyet üzerinde Altı Sigma'nın etkisinin daha net görülmesini sağlayabilecektir. Altı Sigma yaklaşımını uygulayan firmalarda, bu yaklaşımın firmaların kalite ve maliyetlerine sağladığı değişimlerin incelenmesi, bundan sonra yapılacak araştırmalarla belirlenebilir.

Altı Sigma'nın maliyetler üzerindeki etkisinin gösterilmeye çalışıldığı bu araştırmanın, Altı Sigma'ya geçmeyi planlayan işletmelere önsel bilgi sunduğu düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. AKDOĞAN, Nalan. (2000). *Maliyet Muhasebesi Uygulamaları*, 5.baskı, Ankara,.
2. ATAŞ, Berna. (2001).*Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı: Isı Üretim Sürecinde Bir Uygulama.*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
3. ÇOBAN, Fadime. Six Sigma Zamanı.*Capital Dergisi*, Nisan 2003.
4. DEMİNG, W.Edward, *Kalite Üretimi ve Yapılması Gerekenler*, el kıtapçığı.
5. DÜREN, Zeynep.(1991).*İşletmelerde Kalite Çemberleri*.,İstanbul..
6. EFİL, İsmail.(1999). Yönetimde Kalite Çemberleri ve Uygulama Örnekleri., Alfa Yayınları. İstanbul.
7. Ford Otosan Eğitim Notları
8. GİRGİNER, Nuray., *Uzaktan Eğitim Kararlarında Teknoloji, Maliyet, Etkinlik Boyutları ve Uzaktan Eğitime Geçiş İçin Kavramsal Bir Model Önerisi*. Anadolu Üniversitesi, Doktora Tezi, 2001
9. GÜRSAKAL,Necmi.,OĞUZLAR,Ayşe. (2003).*Altı Sigma*.Bursa.
10. HARRY,Mikel.,PH.D.,SCHROEDER,Richard.(2000)*Six Sigma*.USA.
11. HATİPOĞLU,Zeyyat.(1977).*İşletme Yöneticiliğinin Temelleri*, İstanbul.
12. KAMOY, Selda. *Altı Sigma ve İstatistiksel Teknikler.*Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi 2002.
13. KARTAL, Ali., SEVİM, Adnan., GÜNDÜZ, Erdin..(2003).Maliyet Muhasebesi, *Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları*, Eskişehir.
14. KARTAL, Mahmut.(1999).*İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Şafak Yayınevi, Sivas.
15. Kiriş, Görkem., *6 Sigma Yaklaşımı-Tusaş Motor Sanayii A.Ş. (TEI)'de Uygulama Örneği.* Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2003.
16. KÜÇÜKSAVAŞ, Nihat.(2002).*Bilgisayar Uygulamalı Maliyet Muhasebesi*, Beta Yayınları, İstanbul.
17. Mikel J. Harry.(1997). *The Nature oj Six Sigma Quality*, Motorola University Pres.

18. PANDE, Pete, HOLPP, Larry.(2002)*What Is Sıx Sigma?,* McGraw-Hill.
19. Pande, Peter S.,Neuman, Robert P.,Cavanagah, Roland R.(2004).*Sıx Sigma* Yolu. İstanbul, Klan Yayınları. (Çeviri. Nafiz Güder-Güneş Tokcan).
20. SPIEGEL, Murray R., STEPHENS, Larry J.(1999). *İstatistik*, (Çev. Alptekin Esin, Salih Çelebioğlu).
21. TAPIK, Yılmaz., KELEŞ, Özgür.(1998).*Kalite Savaş Araçları*. Kalder Yayınları, İstanbul.
22. UĞUR, Ahmet Naci., *100 Soruda Kalite.*
23. URAZ,Çevik.(1971).*İşletme Yönetimi Aracı Olarak Pazarlama Maliyetleri Analizleri*, Ankara.
24. USLU, Lütfi. *Altı Sigma ve Sanayi Uygulamaları*.Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2002.
25. YAVUZ,Ercan. *Bürokraside 6 Sigma Devri*. Akşam Gazetesi.
26. www. Sbedeu.edu.tr
27. '*Altı Sigma Nedir?*', www.o-2k.com
28. *'ISO 9000:2000 ve Tarihçesi'* www.kalitenet.com
29. '*Kalitesizliğin Önemli Bir Boyutu: Maliyet Artışı'* www.ormanweb.edu.tr
30. Mario Perez Wilson, *Six Sigma Strategies: Creating Excellence in Workplace.* www.qualitydigest.com
31. '*Six Sigma'*, www.kalekalip.com
32. '*Tasarım Sürecinde Altı Sigma Altı Sigma Metodu'nun Toplam Kalite Yönetimi ve Tasarım Süreçlerindeki Yeri'* www.kalder.org.tr
33. *'Toplam Kalite Yönetimi'* www.iyte.edu.tr
34. *6 Sigma'nın Temel Aşamaları*, www.kaliteofisi.com/sig_tem_2.asp
35. www.altısigma.com
36. www.altısigmaforum.com
37. www.eneraconsulting.com
38. www.qualitydigest.com
39. www.ytukvk.org.tr
40. www1.gantep.edu.tr
41. www.altısigma.gen.tr