



KALİTE ANLAYIŞINDA ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

SIX SIGMA APPROACH AT THE QUALITY CONCEPTION

Yrd.Doç.Dr. Sait PATİR

İnönü Üniversitesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD

spatir@Inonu.edu.tr

ÖZ

Rekabet dünyasında, “maliyet minimizasyonu, kâr maksimizasyonu, müşteri tatmini ve pazar payının genişletilmesi” firmaların ana hedeflerdir. 21. Yüzyılın ilk çeyreğinde işletmeye bu hedeflerini gerçekleştirmesinde yardımcı olacak en etkin ve denenmiş metotlardan biri de “altı sigma” yaklaşımıdır. Altı sigma, “müşteriyi bütün çalışmalarının odak noktasına koyarak, maliyetleri azaltma, verimliliği artırma ve kaliteli mal üretip bunu sürdürmeyi amaçlayan bir yönetim felsefesidir”. Bunun için oluşturduğu araç ve metotlarıyla sürekli süreç iyileştirmesini müşteri beklentilerine göre yerine getirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışmamızın amacı, kalite anlayışının gelişim sürecinde mükemmellik döngüsünü ele alarak altı sigma yaklaşımını irdelemek, iyileştirme sürecinin araç ve metotlarını, değişim ile sigma ilişkisini ve hata/milyon fırsatta hata sayısı ile sigma seviyelerini örnekler yardımıyla değerlendirmektir.

Anahtar Kelime: Kalite, Toplam Kalite yönetimi, Mükemmellik Döngüsü, Altı Sigma Yaklaşımı, Milyon Firsatta Hata Sayısı

ABSTRACT

In the competitive world, “cost minimization, profit maximization, customer satisfaction and increasing market share” are the main goals of firms. In the first quarter of 21th century, one of the most efficient and experienced methods of helping firms to realize these goals is the “six sigma” approach. The “Six sigma” is a management approach aiming at decreasing costs, increasing productivity and producing and maintaining high quality by putting the customer into the centre. It is aimed at fulfilling continuous process improvement with its tools and methods.

The objective of the study is to examine the six sigma approach by discussing the excellent circle at the development process of quality conception as well as to evaluate the tools and methods of improvement process, relation of changing to sigma and defects/defects number per one million opportunities and sigma levels with help of examples.

Key Words: Quality, Total Quality Management, Excellence Circle, Six Sigma Approach, Defects Number Per One Million Opportunities.

1. KALİTE, TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ VE MÜKEMMELLİK DÖNGÜSÜ

Kalite, bir ürün ya da hizmet hakkında müşteri ya da kullanıcıların yargısı olup, beklentiler ve gereksinimlerin karşılanmasına olan inançlarının ölçüsüdür(Bozkır,R.,Odaman,A,1995,s.1). Kalite Kontrolü(KK) ise, Japon Endüstri Standartları (Z8101-1981) tanımına göre “müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak ürün ve hizmetleri ekonomik olarak üretmek üzere kurulmuş bir araçlar sistemi”dir ((İmai, Masaaki.,1986, s.xxiii). KK ilk kez 1950 yılında W.E.Deming tarafından Japonya’da tanıtıldığında, üzerinde durulan esas nokta, üretim proseslerinde istatistiksel araçları

kullanarak ürün kalitesini iyileştirmek idi,1954'te J.M.Juran KK kavramını, yönetim performansını iyileştirmek için önemli bir araç olarak sundu. Bugün KK, müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak iyileştirilmiş kaliteye ulaşabilmek için, iş yönetimini oluşturan tüm elamanların birbiriyle süre gelen etkileşimini sağlayan sistemi oluşturmak için kullanılan bir araçtır(Masaaki.,age, s.xxiii).

Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı (European Foundation for Quality Management (EFQM))'nin geliştirdiği Toplam Kalite Yönetimi, Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin özünü vermektedir. Modele göre; müşteri tatmini çalışanların tatmini ve imaj konularında başarı, uygun bir liderlik anlayışı ile sağlanabilir. EFQM mükemmellik modelinde ana kriterler vardır. Bunlar; *Girdi Kriterleri*; liderlik, politika ve strateji, çalışanlar, işbirlikleri ve kaynaklar, süreçler; *Sonuç Kriterleri*; müşterilerle ilgili sonuçlar, çalışanlarla ilgili sonuçlar, toplumla ilgili sonuçlar, temel performans sonuçlarıdır(Yılmaz, Argüden, s.2. Erişim Tarihi,10.06.2007).

Toplam Kalite Yönetimi(TKY), iç ve dış müşteri beklentilerinin aşılmasını temel olarak alan, çalışanların bilgilendirilip yetkilendirilmesini ve takım çalışmasıyla tüm süreçlerin sürekli iyileştirilmesini hedefleyen bir yönetim felsefesidir. Başka bir ifadeyle, toplam kalite yönetimi; tüm paydaşların (Müşterilerin, Çalışanların, Hissedarların, Tedarikçilerin, Toplum) beklentilerinin dengeli bir şekilde karşılamak üzere kurumdaki bütün faaliyetlerin sürekli olarak iyileştirilmesidir. Toplam Kalite Yönetiminin hedefi, organizasyondaki tüm faaliyetlerin sürekli iyileştirilmesi, tüm çalışanların aktif katılımıyla, iç ve dış müşterinin beklentilerini yerine getirerek hedeflere ulaşılmasını sağlamaktır. EFQM ve KALDER tarafından kullanılan iş mükemmelliği modeli Toplam Kalite Yönetimi esaslarının bir sistem anlayışı dâhilinde ilişkilerini belirten, kurumlara buldukları durumu belirlemeleri ve iyileştirmeleri açısından yönetim aracı niteliğinde bir modeldir. Toplam kalite yolculuğu aynı zamanda etkin bir öğrenme aracıdır. Toplam kalite yönetiminin temel kavramları sırasıyla(www.kalder.com.tr, Erişim Tarihi:10.06.2007)

- **Sonuçlara yönlendirme:** Mükemmellik, bütün paydaşların (çalışanların, müşterilerin, tedarikçilerin, toplumun ve kuruluşla finansal ilişkisi bulunan herkesin) gereksinimleri arasında bir denge sağlayabilmeye ve bütün paydaşların gereksinimlerini karşılayabilmeye bağlıdır.
- **Müşteri Odaklılık:** Müşteri, ürün ve hizmet kalitesiyle ilgili son sözü söyleyecek kişidir; bu nedenle, mevcut ve potansiyel müşterilerin gereksinimlerine odaklanarak müşteri bağlılığı, müşteri tutma ve pazar payını artırma gibi konularda en yüksek düzeye ulaşılmaya çalışılmalıdır.
- **Liderlik ve amacın tutarlılığı:** Bir kuruluşun liderlerinin davranışları kuruluş içinde amacın berraklığını, birliğini sağlar ve hem kuruluşun hem de çalışanlarının mükemmelliğe erişebilecekleri bir ortam yaratır.
- **Süreçler ve verilerle yönetim:** Kuruluşlar, en iyi performanslarını birbiri ile ilişkili tüm faaliyetler anlaşıldığı, sistematik bir biçimde yönetildiği ve işlemleri ve planlanan iyileşmeleri ilgilendiren kararlar paydaşların görüşlerini kapsayan güvenilir bilgilere dayanılarak alındığı zaman gösterirler.
- **Çalışanların geliştirilmesi ve katılım:** Bir kuruluşun çalışanların potansiyelinin tam olarak yaşama geçirebilmesi için paylaşılan değerler ile bir güven ve yetkilendirme kültürü olması gerekir. Böyle bir ortam herkesin katılımını kolaylaştırır.
- **Sürekli öğrenme, yenilikçilik ve iyileştirme:** Kuruluşun performansı; bilgi birikimi sürekli bir öğrenme, yenilikçilik ve iyileştirme kültürü içinde yönetilirse ve paylaşılırsa, en üst noktaya çıkar.

- **İşbirliklerinin geliştirilmesi:** Bir kuruluşun en iyi performansını ortaya koyması işbirliği yaptığı kuruluşlarla güvene, bilgi birikiminin paylaşılmasına ve bütünleşmeye dayalı, kârşılıklı yarar sağlayan ilişkiler kurmasına bağlıdır.

Kurumsal sosyal sorumluluk: Kuruluşun ve çalışanlarının uzun vadeli çıkarlarının korunması etik bir yaklaşımın benimsenmesine, genel olarak toplumun beklentilerinin ve var olan düzenlemelerin aşılmasına bağlıdır(www.kalder.com.tr, Erişim Tarihi:10.06.2007).

EFQM, organizasyonda iş stratejileri oluşturulmasını ve geliştirilmesini sağlayan bir toplam kalite tekniğidir. EFQM mükemmellik modeli ise, sektörü, büyüklüğü, yapısı ve olgunluk düzeyi ne olursa olsun bir kuruluş, başarılı olmak için kurması gereken düzgün bir yönetim sistemidir. EFQM Mükemmellik Modeli, kuruluşların mükemmellik yolunda ilerleyip ilerlemediklerini ölçerek yönetim sistemlerini geliştirmeleri konusunda onlara yardımcı olan pratik bir araç niteliği taşır; kuruluşların kuvvetli yönlerini ve iyileştirmeye açık alanlarını görmelerini sağlayarak onları çözümler üretmeleri konusunda teşvik eder(www.kalder.com.tr).

EFQM Mükemmellik Modeli dokuz ana kriter üzerine kurulmuş ve zorunluluk içermeyen bir modeldir. Bu kriterlerden beşi "Girdi" kriterlerini, dördü ise "Sonuç" kriterlerini oluşturur. Girdi kriterleri bir kuruluşun yaptığı faaliyetleri içerir. Sonuç kriterleri ise o kuruluşun neler gerçekleştirdiğini gösterir, sonuçlar girdilerden kaynaklanır(Argüden,age,2)

Performansla ilgili tüm boyutlarda sürdürülebilir mükemmelliği gerçekleştirmek üzere pek çok yaklaşımın olabileceği gerçeği üzerine kurulmuş olan model: Performansa, müşterilere, çalışanlara ve topluma yansıyan mükemmel sonuçlar, politika ve stratejinin, çalışanların, kaynakların ve süreçlerin uygun bir liderlik anlayışıyla yönlendirilmesine dayanır. EFQM Mükemmellik Modeli şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: İş Mükemmelliği Modeli

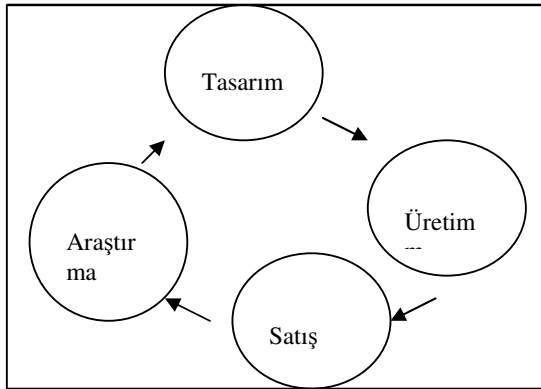
Kaynak: www.sistem.com.tr, Erişim Tarihi: 10.06.2007

Şeklin alt ve üst tarafındaki oklar modelin dinamik yapısını ortaya koyar. Bu oklar, girdilerdeki iyileştirmeleri sağlayan ve böylece sonuçlardaki iyileşmelere yol açan yenilikçilik ve öğrenme yaklaşımını gösterir(www.sistem.com.tr, Erişim Tarihi: 10.06.2007).

Toplam Kalite Yönetimi; 1950’lerde Deming’in Japon İşletmelerde verdiği seminerler ile başlayan, Juran(1954), Feigenbaum(1956), İshikawa(1962) ve Crosby’nin(1961) geliştirmiş sadece kalite kontrol gözü ile bakılıyordu. Modern kalite anlayışının kalite kontrolünden, toplam kalite yönetimine geçirdiği evrimler, aslında yönetim biliminde yaşanan evrimler ile paralel bir seyir izlemektedir. TKY’de “Müşteri Odaklılığı”, “Müşteri Tatmini” kavramları ön plana çıkmıştır(Özcan, Kılıç, 2000,s.1).

Toplam Kalite Yönetiminin kontrol işlevine bakış açısı, felsefesine uygun olarak sürekli gelişmeyi gerçekleştiren bir süreç oluşturmaya yöneliktir. Bu amaçla Taylor döneminin planla(P),Uygula(U) ve Gör(G) kavramıyla ifade edilen muayene esaslı Kalite Kontrol yaklaşımına dördüncü bir adım (Harekete Geçme: Eylem) eklenmiştir, bu fikir ilk kez İstatistiksel Kalite Kontrolün fikir babası kabul edilen Dr.W.A.Shewhart tarafından öne sürülmüştür.Fakat TKY’nin temel ilkelerinden biri haline gelmesi ve yaygınlaşması, Deming sayesinde gerçekleşmiştir(Yenersoy,Gönül,1997,s.73). Deming sürekli iyileştirmeyi sağlamak üzere başvurulacak en önemli kalite kontrol araçlarından biri olan “Deming Döngüsü’nü Japonya’da tanıtmıştır. Deming, bir şirketin müşteri beklentilerine uygun daha kaliteli üretim yapabilmesi için araştırma, tasarım, üretim ve satış arasındaki sürekli alışverişin, etkileşimin önemini vurgulamıştır. Bu etkileşim çemberinin kaliteye öncelik veren belirlemeler ve kaliteye öncelik veren sorumluluklar ekseninde dönmesi gerektiğini belirtmiştir. Deming, bir şirketin ancak böyle bir prosesle müşterinin güvenini, beğenisini kazanacağı ve başarılı olacağı görüşünü savunmuştur(İmai, age, s, 59).

Deming döngüsü şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil.2. Deming Döngüsü

Kaynak: İmai, age, s, 69.

Deming döngüsü, daha sonra yönetimin tüm aşamalarına uygulanmış ve çarkın belirli yönetim faaliyetlerine denk düştüğü görülmüştür. Yeni süreç; Planla, Uygula, Kontrol et ve Önlem Al şeklindedir.

- **Planla:** Mevcut performansı sorunlar açısından değerlendir. Temel sorunlar hakkında veri topla. Sorunların temel nedenlerini tanımla ve onlara yönel, mümkün çözümlerini düşün ve potansiyeli en yüksek çözümün bir denemesini yap.
- **Uygula:** Planlanan çözümün pilot uygulamasını gerçekleştir.
- **Kontrol Et:** İstenilen noktaya ulaşıp ulaşılmadığını görmek için sonuçlarını ölç. Eğer sorun çıkıyorsa, iyileştirme önündeki engelleri belirle.
- **Önlem Al.** Denenen çözüm ve değerlendirmeye bağlı olarak çözümü kalıcı olacak biçimde ayrıntılandır ve geliştir. Bu yeni yaklaşımı mümkün olan her yere uygula ve gerekli standardizasyonu sağla(Peter S.Panda, ve diğerleri,2004,s.68).

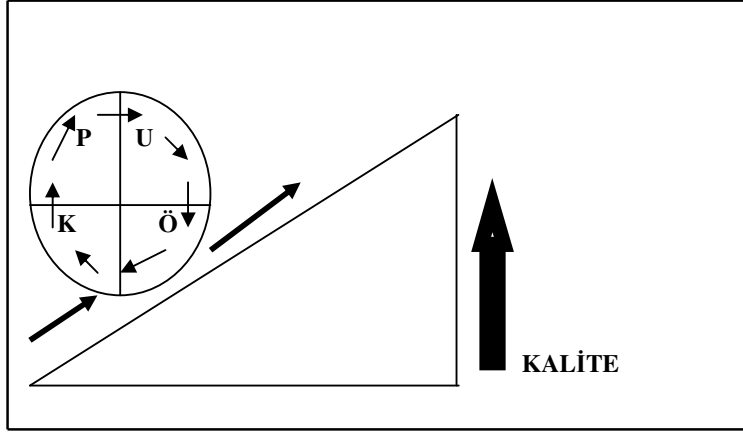
Bu sürecin işletmede: Tasarım, üretim, satış ve araştırma işlevlerine denk düştüğü görülmüştür.(Tablo 1).

Tablo 1: Deming Çarkı ile PÜKO Döngüsü Arasındaki Kârsılıklı İlişkiler

Tasarım →	Planla	Ürün tasarımı, yönetim planlama safhasına denk düşer
Üretim →	Uygula	Üretim, tasarlanan ürünü yapma, uygulama veya üzerinde çalışmayı başlatır.
Satış →	Kontrol et	Satış reklamları, müşterinin memnun kalıp kalmadığını gösterir.
Araştırma →	Önlem al	Bir şikayet ile karşılaşıldığında bu planlama safhasına dahil edilmeli ve olumlu adımlar atılmalıdır. Burada “Önlem Al”ın anlamı, iyileştirme için yapılan çalışmadır.

Kaynak: Burak,Özgen; “Kalite, Toplam Kalite Yönetimi ve İSO 9000”, **Yayınlanmamış Çalışma**, Akdeniz Üniversitesi,, Antalya, s, 54.

PUKÖ döngüsü, iyileştirme için gerçekleşen bir dizi faaliyetlerdir. Çalışmalar mevcut durumun incelenmesi ve iyileştirme planı için veri toplanmasıyla başlar. Bu plan son halini aldığı anda, uygulamaya geçilir. Bundan sonra, hedeflenen iyileştirmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini görmek üzere, uygulama kontrol edilir. Sonuç başarılıysa uygulama standartlaştırılır ve böylece iyileştirmeyi desteklemek üzere yeni yöntemlerden sürekli olarak yararlanır(İmai, age, s, 60). İşletme, PUKO döngüsünün iyileştirme sürecine devam ederek, daha yüksek bir kazanç ve daha yüksek bir kaliteyi sağlayacaktır (şekil 3)(Ashok, R., Schlesinger, P. F., ve diğerleri.,1996,s.202).



Şekil:3. PUKO Döngüsü İle Kalite Artışı Arasındaki İlişki

Kaynak: Ashok, Schlesinger.,Ve Diğerleri., age, s. 202.

Sürekli iyileştirmeyi hedefleyen yaklaşımlardan bir de KAİZEN'dir. KAİZEN döngüsü, iyileştirmeye yöneliktir. Dahası KAİZEN, iş, ev, özel ve sosyal yaşamdaki sürekli iyileştirme faaliyetleridir. Bir işyerine uygulandığında, KAİZEN yöneticiler ve işçiler dâhil olmak üzere herkesi içeren sürekli iyileştirmelerdir(İmai.,age, s, xxiii). Verimlilik, TKY, sıfır hata(SH), kaban ve öneri sistemi Kaizen düşüncesinin içeriğini ifade etmektedir(İmai.,age,s.4).

2. PROSESTEKİ DEĞİŞKENLİK VE ALTI SİGMA

Değişkenlik, kısaca gerçek değerden sapmalar olarak tanımlanır. Bütün prosesler, makine, takım, malzeme, operatör, bakım ve çevre koşullarından kaynaklanan değişime uğrarlar. Bu nedenle, hiçbir zaman iki ürün veya ürünün herhangi bir özelliği aynı olmaz. Kalite Kontrolü'nün amacı değişimin özel nedenlerini ortadan kaldırarak prosesi kontrol altında tutmaktır. Kontrol altındaki bir proses, değişimin özel nedenleri ortadan kaldırıldığında sürekli olarak kendi doğal spesifikasyonu içinde parçalar üretmektedir. Değişkenliğin nedenleri kalite kontrol bakımından genel nedenler ve özel nedenler olarak ifade edilmektedir. Değişkenliğin genel nedenleri birçok küçük kaynaktan oluşan ve her proste rassal olarak önceden tahmin edilebilen değişkenliklerdir. Genel nedenler, proste özel nedenler ortadan kaldırıldıktan sonra, zamanla sabit bir dağılım gösterdiğinden bu nedenlerin azaltılması yoluna gidilmelidir. Değişkenliğin özel nedenleri ise belirsiz bir kaynaktan oluşurlar, önceden tahmin edilemez ve düzenli değildirler. Önlem alınmadıkça tekrar ederler. Özel nedenlerin ortaya ne zaman çıktığı bilinirse kolaylıkla tespit edilebilir ve düzeltilebilirler(Durman, B. M Pakdil, F.,2005,s.2).

Altı sigma; işte başarıyı yakalamak, sürdürmek ve en üst düzeye ulaştırmak için kapsamlı ve esnek bir sistemdir. Altı sigmayı işleten benzersiz mekanizma, müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama; gerçekleri, verileri ve istatistiksel analizleri bir disiplin çerçevesinde kullanma; iş süreçlerini yönetme, iyileştirme ve yeniden keşfetmekten ibarettir(Panda ve diğerleri,age,13).

Altı sigma kavramındaki sigma, herhangi bir prosese ilişkin ölçülebilir gözlem değerlerinin değişkenliğini (varyasyonunu) veya birbirlerinden uzaklığını (benzemezliğini) ortalama olarak ölçen bir istatistiksel araçtır. Değişkenlik, standart sapma adı verilen bir ölçü ile belirlenir ve sigma (σ) sembolü ile gösterilir(Erkan,Işığışok,2007,s.6). Altı sigma ise, sigma sürecindeki değişkenliğin ölçüm birimidir ve müşterinin beklentileri doğrultusunda her hangi bir özellik veya spesifikasyonla ilgili değişkenliği altı seviyeye ayırıp beklenen

özelliklerde, her sigma ilerledikçe mükemmelliğe doğru ilerlemeyi ve müşteri tatminini optimize etmeyi hedefleyen bir süreçtir. Altı rakamı ise hedeflenen kusursuzluk düzeyini temsil etmektedir. Buna göre, Altı sigma süreci herhangi bir üretim ve hizmet alanında kritik işleri daha iyi yapmak için sürekli iyileştirmeyi sağlamak üzere mantıksal ve metodolojik bir uygulamadır(Wyper Bill.,Harrison Alan.,2000,s.721).

2.1 NORMAL DAĞILIM EĞRİSİ İLE SİGMA ARASINDAKİ İLİŞKİ

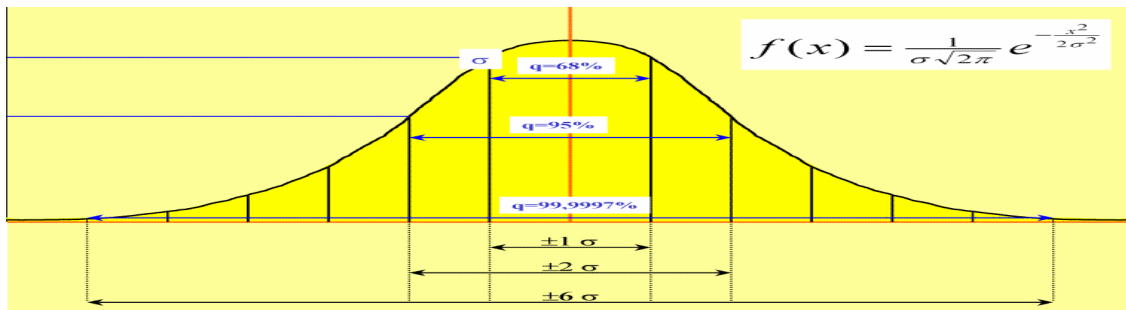
Bir hizmetin veya ürünün üretilmesinde tekrarlanan faaliyetler bir süreci oluştururlar. Süreçleri basitleştirip bir sürecin içerdiği adımları azaltmak yolu ile bir süreç daha hızlı ve etkin hale getirilebilir. Bir sürecin 3σ yeterliliğine sahip olması yakın zamana kadar tatminkâr sayılıyordu. Bunun anlamı, normal dağılımın merkezinin (ortalamanın) 3σ sağına üst kontrol limitinin ve 3σ soluna alt kontrol limitinin yerleştirilmesi durumunda, bu iki limit arasında ve eğrinin altında kalan alanın toplam alanın % 99,73'ü olması ve bu alanın spesifikasyonlara uyan mal ve hizmet oranını göstermesiydi. Kontrol limitleri dışında ve eğri altında kalan alan ise toplam alanın %2,7 'dir ve bu oran milyon başına hata(DPM- defects per million) dönüştürüldüğünde 2700 olmaktadır. Sigma düzeyleri ile normal dağılım arasındaki ilişki ve milyon başına hata oranı tablo 2'de gösterilmiştir(Necmi ,Gürsakar., Ayşe,Oğuzlar,2003,s.41-43).

Tablo.2: Merkezi Bir Normal Dağılımın 1σ Sigma Düzeyi Milyon Başına Hata ve Hasıla

Sigma Düzeyi Milyon Başına Hata		
Sigma Düzeyi (Süreç Yeterliliği) Spesifikasyon Limitleri	Milyon Başına Hata(DPM)	Hasıla(Yüzde)
± 1	317300	66,27
± 2	65500	95,45
± 3	2700	99,73
± 4	63	99,9997
± 5	0,57	99,999943
± 6	0,002	99,9999999

Kaynak: Necmi ,Gürsakar., Ayşe,Oğuzlar., **Altı Sigma**, Vipaş, A.Ş, Bursa , 2003, s,42.

Normal Dağılımın; $\pm 1\sigma$, Normal eğrinin % 68,3'ünü kapsadığı, $\pm 2\sigma$, %95,5'ini ve $\pm 6\sigma$ 'nında %99,9997 kapsadığı kabul edilir, şekil 4'da bu durum gösterilmiştir.



Şekil.4. Normal Dağılım ve Altı Sigma Düzeyi

Kaynak: Cathy, Hiatty., " Six Sigma" , **Boise State University**, October, 9, 2001, s,4.
http://www.sixsigma.de/english/images/sixsigma/gauss_kurve.gif Erişim Tarihi: 28.09.2007

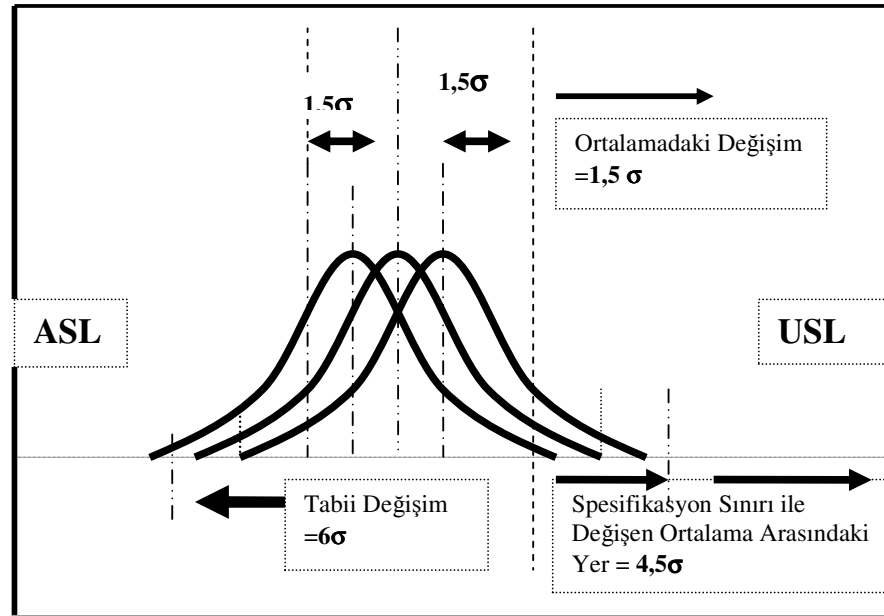
Tipik bir imalat sürecinin ortalamasının merkezden 1.5σ kaydığı bilindiğine göre, bir 3σ süreci merkezden 1.5σ sağa ve sola kaydığında normal eğrinin sadece % 93,32'si kontrol limitleri arasında kalacaktır. $1 - 0,9332 = 0,0668$ olduğu için spesifikasyonların dışındaki ürün veya hizmetlerin oranı 66800 DPM olacaktır. Bir süreç 6σ yeterliliğine sahip olduğunda ve yine merkezden 1.5σ kaydığını varsaydığımızda süreç sadece 3,4 DPM üretir. Tablo 3' de normal dağılım, sigma düzeyi ve hata ilişkisi $1,5 \sigma$ göre verilmiştir (Gürsakar, Oğuzlar, age, 43).

Tablo.3: Normal Dağılım $1,5\sigma$ Sigma Düzeyine Göre Milyon Başına Hata ve Hasıla

Sigma Düzeyi Milyon Başına Hata ve Hasıla		
Sigma Düzeyi (Süreç Yeterliliği) Spesifikasyon Limitleri	Milyon Başına Hata(DPM)	Hasıla(Yüzde)
± 1	697700	30,23
± 2	308700	69,13
± 3	66810	93,32
± 4	6210	99,3790
± 5	233	99,97670
± 6	3,4	99,999660

Kaynak: Necmi ,Gürsakar., Ayşe,Oğuzlar., **Altı Sigma**, Vipaş, A.Ş, Bursa , 2003, s,42.

Bu durumda ortalamadan sağa ve sola toplam 6σ değeri kaymış olacaktır. Buna göre $-6\sigma < \mu > 4,5\sigma$ veya $-4,5\sigma < \mu > 6\sigma$ olarak simetrik olmayan $10,5\sigma$ lık bir sapma olacaktır (Işığışık, age, 5). Şekil 5' de Normal dağılımın ortalamadan $1,5\sigma$ sapmasını göstermektedir.



Şekil.5. Normal Dağılımdan $1,5\sigma$ Sağa ve Sola Sapma
Kaynak: Ashok, Schlesinger, ve Diğerleri., age , s. 324.

Altı sigma performansına ulaşmadaki hedefi, bir sürecin altı sigmanın belirlenmiş sınırlar içerisinde çekilmesiyle değişkenliği azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Bu sonuç, süreç, mal ve hizmet için arzu edilen çok büyük bir iyileştirme anlamına gelecektir. Buna göre hedefleri;

- Müşteri tatmininin artırılması,
- Kusurların azaltılması,
- Çıktının iyileştirilmesi,
- İş veriminin yükseltilmesidir(Gülay,Çalışkan,2006,s.63).

Altı Sigma'nın ilk beş yıllık uygulamasından sonra Motorola 2.2 milyar dolar tasarrufu sağlamıştır(Harry,M.J,1994). Daha sonra diğer şirketler, örneğin, ABB, Signal, Bombardier ve General Electric bunu takip etmişlerdir(Wyper,B.,Harrison.A.,2000,722). Etkin bir Altı Sigma uygulaması ile şirketlerin elde ettikleri gelirlerden bazıları aşağıda şirket bazında tablo 4'de verilmiştir(www.spac.com.tr, Erişim Tarihi: 12.07.2007)

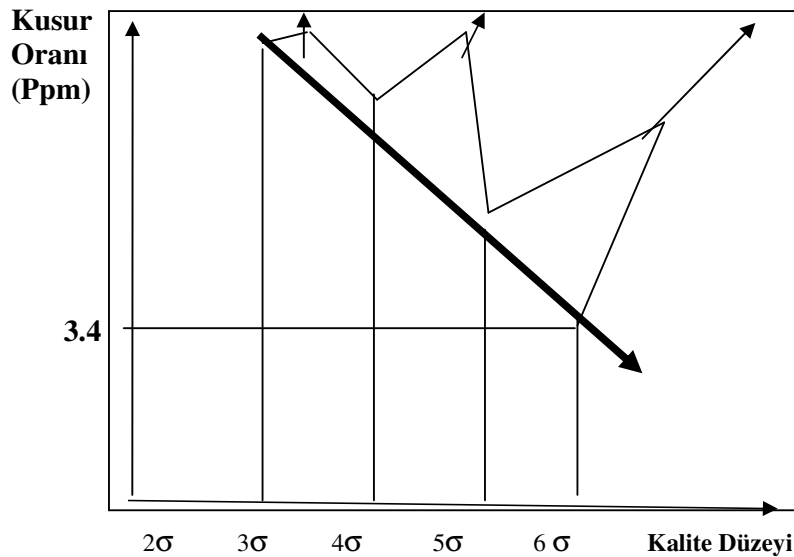
Tablo.4 Altı Sigma Uygulamaları ve Elde Edilen Kârlar

Şirket Kazançları (US\$)		
Motorola	2.2 Milyar	2.6 yıl
ABB	900 Milyon	1 yıl
TI	600 Milyon	1.8 yıl
AlliedSignal	1.2 Milyar	2 yıl
GE	2.2 Milyar	4 yıl
Nokia	300 Milyon	2 yıl
Siebe PLC	100 Milyon	9 ay
Sony	100 Milyon	1 yıl

Kaynak: www.spac.com.tr, Erişim Tarihi: 12.07.2007

Uzun dönemde bir milyonda 3.4 gibi hatalı bir üretimi hedefler. Sigma düzeyi ilerledikçe hata/kusur oranı azalacaktır şekil 6'da bu durum ifade edilmiştir.

66.8 %10 gelişme 6210 %30 gelişme 233 ppm % 70 gelişme



Şekil 6. Sigma Kalite Düzeyi ve Kusur Oranı

Kaynak: www.spac.com.tr, Erişim Tarihi: 12.07.2007

Tablodaki Ppm, PPM (parts per million) değeridir. Belli bir periyotta yapılan sevklenden ne kadarı müşteriden (müşterinin üretim yerleri olan giriş, proses ve son kontrol sırasında yakalanan) gelen iadelerdir, bunun yüzde olarak belirtilmesi ppm olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 6'dan görüleceği üzere 2 sigmadan 6 sigmaya doğru ilerledikçe kusur oranı katlanarak azalmaktadır. 3 ve 4 sigma kalite düzeyi arasında işleyen bir işletmede milyonda kusur sayıları 66800'den 6210' a kadar değişim göstermektedir. Bu da % 99,73'lük bir performanstır. Bu kusur oranları toplam gelirin %25 'e kadar olan oranların kusurlar nedeniyle kaybedilmesi demektir. Gerçek hayatta bu kayıp oranlarının yansımaları ise tablo 5'de gösterilmiştir(www.spac.com.tr, Erişim Tarihi: 12,07,2007)

Tablo.5 Gerçek Hayatta Kayıp Oranların Yansımaları

ÖRNEK	% 99 İyi (3.8 Sigma)	% 99.999966 (6 Sigma)
10.000 çalışanda kayıp işçilik saati	100 adam-gün	49 dakika
Bir günde kirli su içme zamanı	14.4 dakika	0.3 saniye
Aylık elektrik kesintisi	7.2 saat	8.8 saniye
6 saatlik uçuşta ciddi hava boşluğu tehlikesi	3.6 dakika	0.1 saniye
1,000,000 \$ Yatırımdaki kayıp	10,000 \$	3.4 \$

Kaynak: www.spac.com.tr, Erişim Tarihi: 12.07.2007

Günümüzde pek çok işletme 3 ve 4 sigma seviyesinde iş yapmaktadırlar. Sigma seviyesinde ilerleme, çok ciddi bir çabayı ve top yekûn bir hedefe kilitlenmeyi gerektirir. Organizasyondaki bütün bireylerin bu hedefe inanmaları, başta üst yönetim olmak üzere alttaki bütün bireylerin aynı amaç doğrultusunda çaba sarf etmeleri sonucu ulaşılabilecek bir başarıdır.

3. ALTI SİGMANIN ARAÇ VE TEMALARI

Pek çok büyük buluş gibi altı sigma da bütünüyle yeni değildir. Altı sigmanın bazı temaları yönetim bilimlerinde çok yakın geçmişte gerçekleşen atılımlara dayandığı gibi, bazılarının ise temeli sağduyudur. Aşağıda en önemli altı sigma yöntemlerinden bazıları özetlenmiştir(Pande ve diğerleri,age,43-48).

- **Müşteri Odaklılık(gerçekten):** Altı Sigma'da müşterilerin beklentilerinin ölçülmesi ve tatmin duygularının artırılması öncelikli hedefdir. Yapılan çalışmalarla müşterinin beklentileri üst seviyelere çıkartılmaya ve iyileştirmeye çalışılır.
- **Veriye ve Gerçeklere Dayalı Yönetim:** Böyle bir iyileştirme için müşterilerin tatmin ölçüsünü artıracak kriterler belirlenir ve bunları optimize edecek şekilde iyileştirme süreci başlatılır. Bu nedenle altı sigma yaklaşımı; iş performansını değerlendirme açısından hangi ölçümlerin kilit konumunda olduğunu netleştirmekle işe

başlar; sonra da kilit değişkenleri tanımlayacak ve sonuçları optimize edecek biçimde veri ve analizleri uygular.

- **Sürece Odaklanma, Yönetim ve İyileştirme:** Altı sigma işletmeyi başarıya götürecek birinci aracı olarak süreci görür. Bütün amaçların; performans ölçümü, iş tatminin sağlanması yada müşteri memnuniyetinin artırmanın yeri hiç şüphesiz öncelikle süreç ve buranın kontrolüdür. Bu nedenle altı sigmanın başarısının en büyük nedenlerinden biri sürecin müşteriye göre düzenlenmesi gerçeğidir.
- **Proaktif Yönetim:** Proaktif olmak, olaylardan önce harekete geçmek demektir. Altı Sigmada yönetim, problemler meydana gelmeden ileriye görerek problemin oluşumuna fırsat vermeyen iddialı hedefler oluşturmak, açık politikalar geliştirmek, dinamik, ihtiyaçlara gerçekten cevap veren proaktif yönetme biçimine dayalı araç ve uygulamalardan yararlanır.
- **Sınırsız İşbirliği** Altı Sigma işletmenin ekonomi içerisinde kendi konumunu görmesini ve faaliyetler arasındaki ilişkileri anlayarak iş birliği fırsatlarını arttırmaya çalışır. Altı sigma için sınırsız işbirliğinin anlamı, kendini bilinçsizce feda etmek değil, hem son kullanıcılar gerçek taleplerini, hem de bir süreç ya da üretim zincirindeki iş akışını iyice anlamayı gerektirir.
- **Mükemmelliğe Yöneliş, Başarısızlığa Karşı Hoşgörü:** Altı sigma uygulamasında temel hedef kusursuz mamulü elde etmek isteği ve azmidir. İyileştirme sürecinde arzu edilen kârlılık, büyüme ve müşteri tatmini ancak risk alarak yeni amaçlarla mümkün olacaktır. Bu uygulamalar sırasında, ara sıra meydana gelecek başarısızlıklara hoşgörüyle karşılaşması gerekir.

4. ALTI SİGMA ORGANİZASYONU

Altı sigma yaklaşımında başarı için işletmede uygun alt yapının olması, tepe yönetiminin isteği ve arzusu ve bütün sistemdeki bireylerin katkısıyla başarılı bir uygulamaya dönüşecektir. Başarılı bir uygulama için projede çalışan ekip görevlilerinin sorumluluk ve görevlerinin tanımlanması gerekir. Altı sigma yaklaşımında çalışan görevlilerin çalışma görev ve sorumlulukları aldıkları kuşak rengine göre sıralanmış ve tanımlanmıştır(Türker,Baş,2003,s.152-163).

Üst Kalite Konseyi: Altı Sigma'da projeler organizasyonun orta kademesinde yer alan Kara Kuşaklar tarafından yürütülür. Bunun için özellikle büyük çaplı işletmelerde bir üst kalite konseyinin oluşturulması yararlı olacaktır. 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.

Yönetim Temsilcisi: Alt Sigma gayretleri üst yönetimden etkili bir lider tarafından yönetilmelidir. Bu tür bir görevlendirme Altı Sigma'ya verilen önemi göstermesi ve faaliyetleri kolaylaştırması açısından önemlidir. 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 dâhilinde 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.

Kalite Şampiyonu: Kalite Şampiyonu, iyileştirme projelerini Üst Kalite Konseyi adına gözlemleyen kişi/kişilerdir. Aslında Altı Sigma Takımlarını, Toplam Kalite Yönetimi Çemberlerinden ayıran temel fark da buradadır. 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.

Uzman Kara Kuşak: Altı Sigma ile ilgili her konuda en üst düzey teknik bilgiye sahip uzmandır. Bu görev, Altı Sigma çalışmalarının başlangıcında dış kuruluşlardan kiralanan bir danışman tarafından yürütülebilir. Uzman Kara Kuşağın başlıca 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.

Kara Kuşak: İyileştirme Takımının lideridir. İyileştirme projelerinin seçimi, yürütülmesi ve elde edilecek sonuçlardan birinci derecede sorumludur. Kara Kuşaklar, Altı Sigma araçlarını etkin bir şekilde kullanarak, işletme sorunlarına hızlı ve kalıcı çözümler getirebilecek yeterlilikte olmalıdırlar. Kara Kuşakların başlıca görevleri;

- İyileştirme projesini belirleyerek kalite şampiyonuna teklif etmek,
- İyileştirme projelerinin konu ve kapsam değişikliklerini kalite şampiyonuna teklif etmek,
- Takım üyelerini belirlemek ya da belirlenmesinde kalite şampiyonuna yardımcı olmak,
- Takım üyeleri arasında iş/görev dağılımını yapmak,
- İyileştirme projesini yönetmek ve projenin zamanında 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.

Yeşil Kuşak: İyileştirme takımı üyelerine verilen addır. İyileştirme faaliyetlerini bizzat yürüten icracı personeldir. Altı sigmanın temel faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Maliyetleri azaltmak,
- Verimliliği arttırmak,
- Pazar payını arttırmak,
- Çevrim zamanını düşürmek,
- Hata oranını azaltmak,
- Kültür ve değişimi sağlamak ve
- Ürün ve hizmet geliştirmek.

Genel bir altı sigma organizasyonu içerisinde üstlenilen rolleri ve dağılımı tablo 5’de görülmektedir(Pande ve diğerleri,age,157).

Tablo:5. Genel Roller ve Kuşak Örnekleri

Genel Rol	“Kuşak” ya da Diğer Unvanlar
Liderlik Konseyi	Kalite Konseyi, Altı Sigma Yönetim Komitesi
Sponsor	Şampiyon, Süreç Sahibi
Uygulama Lideri	Altı Sigma Müdürü,Kalite Lideri,Uzman Kara Kuşak
Rehber	Uzman Kara Kuşak, ya da Kara Kuşak
Ekip Lideri	Kara Kuşak ya da Yeşil Kuşak
Ekip Üyesi	Ekip Üyesi ya da Yeşil Kuşak
Süreç Sahibi	Sponsor ya da Şampiyon





Kaynak: Panda, Neuman, Cavanagh.,age, s,157.

5. ALTI SİGMA UYGULAMA SÜRECİ

5.1. TANIMLA, ÖLÇ, ANALİZ ET, KONTROL ET (TÖAİK) SÜRECİN BELİRLENMESİ

Altı sigma değişim modeli W.Edwards Deming'in PUKO; Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al döngüsüne dayanmaktadır(Wyper,Harrison,age,721). Bu model, Altı Sigma Organizasyonunda TÖAİK olarak uygulama bulmaktadır. Yani: Tanımla, Ölç, Analiz Et, ve Kontrol Et şeklindedir. İyileşme sürecinde yeni proje tasarımını ve uygulamada karşılaşılabilecek problemlerle ilgili bilgiler tablo 5'de özetlenmiştir(Pande ve diğerleri,age,70).

Tablo.5. Süreç İyileştirilmesi ve Süreç Tasarım/Yeniden Tasarım Akışının TÖAİK Modelinde İncelenmesi

	Süreç İyileştirme	Süreç Tasarım/Yeniden Tasarım
1.TANIMLAMA 	<ul style="list-style-type: none"> Sorun belirleme, Gereksinimleri tanımlama, Hedef belirleme 	<ul style="list-style-type: none"> Spesifik yada genel sorunları belirleme, Hedef belirleme/Vizyon değiştirme, Kapsam ve müşteri taleplerini netleştirme
2.ÖLÇME 	<ul style="list-style-type: none"> Sorunu/Süreci doğrulama, Sorunu/hedefi ayrıntılandırma 	<ul style="list-style-type: none"> Taleplere kıyasla performansı ölçme, Süreç verimlilik verilerini toplama, Temel adımları/girdileri ölçme
3.ANALİZ 	<ul style="list-style-type: none"> Nedene ilişkin hipotezler geliştirme, Birkaç kilit neden tanımlama, Hipotezleri doğrulama 	<ul style="list-style-type: none"> En iyi uygulamaları saptama, Süreç tasarımını değerlendirme, <ul style="list-style-type: none"> değer katanlar/katmayanlar, darboğazlar/kopukluklar alternatif yollar Gereksinimleri ayrıntılandırma
4.İYİLEŞTİRME 	<ul style="list-style-type: none"> Kök nedenleri ortadan kaldırmak için fikir üretme, Çözümleri deneme, Çözümü standartlaştırma/sonuçları ölçme 	<ul style="list-style-type: none"> Yeni süreç tasarlama, <ul style="list-style-type: none"> sorun tahminleme, Yenilikciliğin uygulanması, İş akış ilkeleri, Yeni süreçlerin, yapıların, uygulanması
5.KONTROL	<ul style="list-style-type: none"> *Performansı sürdürülebilme için standart ölçümlerin geliştirilmesi , *Gerektiğinde sorunların giderilmesi 	<ul style="list-style-type: none"> *performansı sürdürülebilme için ölçüm ve değerlendirmelerin geliştirilmesi, *gerektiğinde sorunların giderilmesi

Kaynak: Panda, Neuman, Cavanagh., age, s.70.

A. TANIMLAMA AŞAMASI

Bu aşamanın amacı, proje hedef ve sınırlarının herkes tarafından anlaşılır şekilde tanımlanması, müşteriye olan etkilerinin belirlenmesidir. Bu aşamada kullanılan temel araçlar şu şekilde belirtilebilir(Akın,Polat,2005,s.85).

- Proje Beyanı,
- SIPOC,
- Süreç Şeması,
- Sebep - Sonuç Matrisi,
- VOC

Sürecin detaylı haritalarının en doğru şekilde belirlenmesi için birbirini takip eden sekiz farklı adım proje ekibi tarafından kurulur(Polat ve diğerleri,age,s.87).

1. Sürece genel bakış SIPOC adı verilen en üst seviye Tedarikçi-Girdiler-Proses-Çıktılar-,Müşteriler diyagramının oluşturulması
2. Süreç adımlarının çizilmesi,
3. Katma değeri olmayan adımların belirlenmesi,
4. Temel süreç çıktılarının belirlenmesi,
5. Süreç girdilerinin belirlenmesi,
6. Girdi tiplerinin belirlenmesi,
7. Kontrol edilebilir gidilerin belirlenmesi,
8. Sebep sonuç matrisi gibi tekniklerin kullanılarak kritik proses parametrelerinin proje ekibi ile belirlenmesidir.

B.ÖLÇME AŞAMASI

Bu aşamada temel amaç, projenin girdi ve çıktılarının doğru olduğundan emin olmak ve mevcut durumu değişik görsel analizler yardımı ile ortaya koymaktır. Süreç performans göstergelerinin ne kadar doğru ölçülüp ölçülmediğinin belirlenmesi çalışmaları bu aşamada yürütülür. Bu aşamada kullanılan temel araçlar olarak şunlar sayılabilir(Polat ve diğerleri,age,87).

- ÜBH/TSV,
- Veri Toplama Planı,
- Grafiksiz Analizler,
- ÖSA(Gage R&R),
- Yeterlilik Analizleridir.

Gage (R&R) ölçüm endeksi, ölçüm sisteminden kaynaklanan değişkenliğinin toplam değişkenliğe oranı ile hesaplanmaktadır. Genel olarak endüstride GageR&R değerinin % 30'dan daha düşük olması beklenir. Düşük olması, ölçüm sisteminin gerçek değişkenliği hesaplaması anlamında yeterli olması demektir. Ölçüm sisteminden kaynaklanan değişkenlikler iki parçaya ayrılabilir. Reproducibility (Yeniden Üretilirlik) Repeatability (Yinelenirlik), Gage R&R endeksinin "R" lerini oluşturan iki parçadır. Buna göre(Polat ve diğerleri,age,92);

1. **Yeniden Üretilirlik (Reproducibility)**; Aynı parça üzerindeki bir parametrenin, farklı kontrol elamanlarınca, aynı ölçüm cihazı kullanarak, birçok defa ölçmeleri sonucu ortaya çıkan değişkenliktir. Yeniden üretilebilirlik, operatörlerin birbirleri arasındaki farklılıklara göre hesaplanmaktadır.

2. **Yinelenirlik (Repeatability)** ; Aynı parça üzerindeki bir parametrenin, aynı cihazı kullanarak, bir kontrol elamanı tarafından, birçok defa ölçülmesi sonucu ortaya çıkan değişkenliktir. Yinelenirlik her operatörün kendi içindeki tekrar edebilirliğini test etmektedir.

C. ANALİZ AŞAMASI

Problem bütün detaylarıyla sayısal olarak belirlenip ortaya konduktan sonra analiz adımına geçilir. Bu problemin çözümünden sonra işletmeye sağlayacağı kârlılığı, performansa katkısı ve üretkenliğe sağlayacağı faydalar ele alınarak değerlendirilir. Problemin kritik faktörleri bulunduğundan sonra, işletme analiz sürecinde uygulayacağı yöntemler kullanır bunlar(www.isixsigma.com/library/content/c010204a.asp, Erişim Tarihi: 14,06,2007);

- Beyin Fırtınası,
- Kalite Kontrol Şemaları,
- Verimlilik Değerlendirilmesi,
- Kıyaslama (Benchmarking),
- Sebep - Sonuç analizi,
- İstatistiksel Proses Kontrolü,
- T testi,
- F testi,
- Ki Kare testi,
- Anova testidir.

D. İYİLEŞTİRME AŞAMASI

Bu aşamada, soruna neden olan ana faktörler bulunarak düzeltilmek üzere seçilir. İyileştirmek üzere bu faktör ve uzantıları belirlenerek gerekli ön çalışma yapılır, bu faktörleri belirlemede birçok teknikten yararlanılır, bunlar(www.isixsigma.com/library/content/c010204a.asp, Erişim Tarihi: 14,06,2007);

- Regresyon analizi
- Deney tasarımı,
- Faktör analizi,
- Anova testi,
- Kesirli Faktöriyel Deneyler,
- Rassal bloklama,
- Tam Faktöriyel Deneyler,
- 2 K Faktöriyel Deneyler,
- Kesirli Faktöriyel Deneyler,
- Cevap Yüzeyi Metodu'dur.

Analiz yapılarak iyileştirme süreci tamamlanır. Beklenen ile gerçekleşenler arasında bir farkın olup olmadığı, varsa sapmalar ve nedenleri araştırılır. İyileştirilme sonunda

Fayda/maliyet analizleri yapılır. İyileştirilen sürecin ne derece arzu ettiğimiz sonuçlarla gerçekleştiğini saptamamız gerekecektir.

E. KONTROL AŞAMASI

Sürecin istenilen seviyede gerçekleşmesini sağlayan ve varsa sapmaları düzeltmek adına yapılan kontroller sayesinde, süreç istenilen değerler içinde devam edecektir. Altı sigmayla sürekli bir iyileştirme hedefinin tutturulmasında önemli bir işlev de kontrol aşamasıdır. Bu aşamada yararlanılacak tekniklerden bazıları(www.isixsigma.com/library/content/c010204a.asp, Erişim Tarihi: 14,06,2007):

- Çoklu Değişkenli Analizler,
- İstatistiksel Proses Kontrolü,
- Güvenilirlik,
- Tolerans Analizi,
- Lojistik Regresyon,
- Dokümantasyon ve Standartlaştırma,
- Sonuçların Değerlendirmesi'dir.

5.2. HATA/MİLYON FIRSATTA HATA/ BAŞARI ORANLARININ BELİRLENMESİ

Süreç iyileştirmesi testi, belirli zaman aralıklarında günlük, haftalık veya aylık ölçüler olarak sürecin seyri hakkında bilgiler toplamak ve gidişatla ilgili bir düşünceye varmaktır. Üretim alanında bir ölçünün ne kadar etkili olduğunu denemek için en sık kullanılan yöntem "R&R Göstergesi" olarak bilinir. Bu yöntem, bir ölçüyü çeşitli ortamlarda denemek için dört önemli esasa göre tekrarlamayı içerir(Pande ve diğerleri,age,261).

- **Doğruluk**: Ölçüm veya inceleme ne kadar kesindir?
- **Tekrarlanabilirlik**: Ölçüm ekibindeki bir kişi veya bir alet, aynı kalemi tekrar ölçtüğünde veya incelediğinde her seferinde aynı sonuçları almakta mıdır?
- **Aynılık**: İki veya daha fazla sayıda kişi ya da makine, aynı şeyi ölçtüklerinde, aynı sonucu elde ediyorlar mı?
- **Kararlılık**: Zaman içinde doğruluk veya tekrarlanma durumu bozuluyor mu?

Süreçten elde edilen hatalı ürün oranı, başarı oranı ve milyon fırsatta hatalı oranı hesaplamaları, sürecin kontrol altında olup olmadığı düşüncesini bize sağlayacaktır. Bununla ilgili formülleri ve hesaplamalar örnekler yardımıyla yapılmıştır.

a)Hatalı Parça ve Başarı Oranı ölçüleri: Bir hizmette ve üretimde hatalı parça oranını hesaplamak ve sürecin başarısını belirlemek olasıdır. Hesaplama şekilleri ve formülleri (tablo 6)' da verilmiştir.

Hatalı Parça Oranı; Alınan örnekte çıkan bir ya da fazla hata oranını ifade eder.

Son Başarı Oranı (Yson); Bu oran, 1 'den Hata Oranını çıkarılarak hesaplanır. Üretilen veya teslim edilen toplam birimden ne kadar kısmın hatasız olduğunu, dolayısı ile başarı oranını verir. Tablo 6'da hatalı parça oranı ve son başarı oranı hesaplamaları verilmiştir(Pande ve diğerleri,age,263-265).

Tablo 6: Formül ve Örnekler: Hatalı Parça Oranı/ Son Başarı Oranı

Hatalı Parça Oranı
Hatalı Parça Oranı= Hatalı Parça Sayısı/Toplam Parça Sayısı
Hizmet Örnekleri:
<ul style="list-style-type: none"> 250 kredi başvurusundan 43'ünde hata var 43Hatalı/2500 birim= 0,1721(veya % 17,2 si hatalı) 186 reklam sözleşmesinden 66'sında hata var. 66 hatalı / 186 birim = 0,354 (veya % 35,4'ü hatalı)
Üretim Örnekleri:
<ul style="list-style-type: none"> 750 mikroçipten 97'sinde hata var. 97 hatalı / 750 birim = 0,129 (veya % 12,9' u hatalı) 1150 çelik kırıştan 99'ünde hata var 99 hatalı / 1150 birim = 0,086 (veya % 8,6' sı hatalı)
Son Başarı Oranı
SBO= 1- Hatalı Parça Oranı
Hizmet Örnekleri :
<ul style="list-style-type: none"> 250 kredi başvurusundan 43'ünde hata var. 1-0,172= 0,828 veya 82,8 Başarı Oranı 250 reklam sözleşmesinden 66'sında hata var 1-0,354= 0,646 veya % 64,6 Başarı oranı
Üretim Örnekleri
<ul style="list-style-type: none"> 750 mikroçipten 97'sinde hata var. 1-0,129 = 0,871 veya % 87,1 Başarı Oranı 1150 kırıştan 99'ünde hata var 1- 0,86 = 0,914 veya % 91,4 Başarı Oranı

Kaynak: Panda, Neuman, Cavanagh., age, s, 264-265.

b) Hata Fırsatına Dayalı Ölçüleri Hesaplamak: Hata fırsatlarını temel alan ölçüleri hesaplama ve ifade etmenin çeşitleri tablo 7'de gösterilmiştir(Pande ve diğerleri,age,271-275). Milyon parçadaki hata sayısı da tablo 8'de verilmiştir. Milyon parçadaki sigma seviyeleri sigma tablosuna bakılarak yapılmaktadır, tablo 9'da verilmiştir.

- **Fırsatta Hata Sayısı:** Bu, bir grup içindeki toplam fırsatlardaki hata oranını ifade etmektedir. Örneğin; Fırsatta Oranla Hata 0,05 ise, bir kategori içinde yüzde beş oranında hata olması şansı var demektir.
- **Milyon Fırsatta Hata Sayısı:** Çoğu hata fırsatı ölçüsü, bu biçimde ve bu ifade de eğer bir milyon fırsat varsa ne kadar hata çıkacağını belirtir. Özellikle üretim çevresinde, Milyon Fırsatta Hata Sayısı genellikle “milyondaki parça sayısı” diye de adlandırılır.
- **Sigma Ölçüsü:** Bir çevirme tablosu kullanarak hata ölçünüzü-ki bu genellikle Milyon Fırsatta Hata Sayısıdır-çevirmektir.

Tablo 7: Formül ve Örnekler: Hata/ Fırsatta Hata Sayısı

Hata/Fırsat
FHS= Hata Sayısı / parça x Hata
Hizmet Örnekleri:
250 kredi başvurusundan 52'sinde hata var 4 hata fırsatı/ başvurusu 52 Hata / 250 Parça x 4 hata fırsatı/başvurusu = 0,052 Fırsatta Hata Sayısı
186 İhale sözleşmesinde, 321 hata ve 8 hata fırsatı var 321 hata / 186 parça x 8 fırsat = 0,216 Fırsatta Hata Sayısı
Üretim Örnekleri:
750 mikroçip, 52 hata ve 150 hata fırsatı var 52 hata / 750 parça x 150 fırsat = 0,00046 Fırsatta Hata sayısı
1150 çelik kırış, 319 hata ve 15 hata fırsatı var 319 hata / 1150 birim x 15 fırsat = 0,018 Fırsatta Hata Sayısı

Kaynak: Panda, Neuman, Cavanagh., age, s.271.

Tablo 8: Milyon Fırsatta Hata Sayısı

Hata/ Milyon Fırsat (Milyon Fırsatta Hata Sayısı:MFHS)
MFHS= Fırsatta Hata Sayısı x 1,000,000(10 ⁶)
Hizmet Örneği:
kredi Başvuruları
0,052 hata x 10 ⁶ = 52,000 Milyon Fırsatta Hata Sayısı
reklam Sözleşmesi
0,216 hata x 10 ⁶ = 216,000 Milyon Fırsatta Hata Sayısı
Üretim Örnekleri:
Mikroçipler
0,000046 x 10 ⁶ = 460 Milyon Fırsatta Hata Sayısı
Çelik kırımlar
0,018 x 10 ⁶ = 18,000 Milyon Fırsatta Hata Sayısı

Kaynak: Panda, Neuman, .Cavanagh., age, s, 272.

Tablo 9: Milyon Parçadaki Hata Sayısını Hesaplama Örnekleri

Sigma Ölçüsü
Milyon Parçadaki Hata Sayısını Hesaplama,Kontrol Tablosu
Hizmet Örneği:
Kredi Başvuruları
52,000 MPHS = 3,1 Sigma seviyesi
Reklam Sözleşmesi
216,000 MPHS = 2,3 Sigma Seviyesi
Üretim Örneği:
Mikroçipler
460 MPHS = 4,8 Sigma seviyesi
Çelik Kırımlar
18,000 MPHS = 3,6 Sigma seviyesi

Kaynak Panda, .Neuman, .Cavanagh.,age, s,273.

c) **Altı Sigma Dönüştürme tablosu:** Başarı oranlarına göre sigma seviyeleri tablo 10'da verilmiştir(Pande ve diğerleri,age,456).

Tablo 10: Milyon Fırsatta Hata Seviyesine Göre Sigma Düzeyleri

Başarı Oranı(%)	MFHS(MOHS)*	SİGMA
6,68	933,200	0
8,455	915,450	0,125
10,56	894,400	0,25
13,03	869,700	0,375
15,87	869,700	0,5
19,08	841,300	0,625
22,66	809,200	0,75
26,595	734,050	0,875
30,85	691,500	1
35,435	645,650	1,125
40,13	598,700	1,25
45,025	549,750	1,375
50	500,000	1,5
54,975	450,250	1,625
59,87	401,300	1,75
64,565	354,350	1,875
69,15	308,500	2
73,405	265,950	2,125
77,34	226,600	2,25

80,92	190,800	2,375
84,13	158,700	2,5
86,97	130,300	2,625
89,44	105,600	2,75
91,545	84,550	2,875
93,32	66,800	3
94,79	52,100	3,125
96,96	40,100	3,25
97,73	22,700	3,5
98,32	16,800	3,625
98,78	12,200	3,75
99,12	8,800	3,875
99,38	6,200	4
99,565	4,350	4,125
99,7	3,000	4,25
99,795	2,050	4,357
99,87	1,300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,997	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,25
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
99,99767	23,35	5,625
99,99833	16,7	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99966	3,4	6

Kaynak: Panda, Neuman, Cavanagh., age, s.456

***MFHS/MOHS**= Milyon Fırsatta Hata Sayısı/Milyon Olasılıkta Hata Sayısı

SONUÇ

Altı Sigma yaklaşımı 21.yüzyılın rekabet dünyasında kendisinden önceki kalite ve yönetim anlayışının günümüzde değişen koşullara uyarlanmış en değerli araç ve yöntemlerinden biridir. Hiç şüphesiz, kendisinden önceki değişim ve ilerlemelerin en faydalı yönlerini alarak; müşteriye tatmin etme, verimlilik ve performans artırma amaçlarına öncelik vererek, prosesi (süreci) iyileştirmeye çalışan bir kültürel değişim felsefesidir. Altı sigma bir yenilenme öğretisi ve kendini yenileme çalışmasıdır. Sınırlarını müşterilerin isteklerinin belirlediği bir çağdaş yönetim anlayışı, geleceğin beklentilerine göre gelişen bir eğitim sürecidir. Statik değil, dinamik bir karar alma sürecini tavsiye eden, geleneksel değil yenilenmeye ve değişime ayak uydurmayı hedef alan işletmelere tavsiye edilebilecek araçlardan birisi, altı sigma öğretisi olacaktır. Bu çalışmada, altı sigma aşamasına kadar kalite anlayışındaki gelişimi ele alarak, altı sigmanın kalite anlayışına katkısı, değişim ya da varyasyonla ilişkisi, milyon fırsatta hata sayısının elde edilmesi ve sigma seviyesi örnekler yardımıyla ele alarak irdelenmiştir.

KAYNAKÇA

- ARGÜDEN**,Yılmaz., “Toplam Kalite Yönetimi EFQM”, www.arge.com, E.T.:10.06.2007
- BAŞ**, Türker; **6 Sigma**, Kalite Ofisi Yayınları No: 5, Şubat 2003.
- ÇALIŞKAN**, Gülay., “Altı Sigma ve Toplam Kalite Kontrolü” **Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi**, ISSN: 1304-0278 Yaz- 2006, C. 5. Sayı.17.
- GÜRSAKAL**, Nemci, Oğuzlar, Ayşe., **Altı Sigma**, Vipaş, A.Ş, Bursa , 2003.
- İŞİĞİÇOK.**, Erkan, **Altı Sigma Kara Kuşaklar İçin Hipotez Testleri Yol Haritası.**, Sigma Center, Bursa-2005.
- İŞİĞİÇOK**, Erkan., “Mükemmelliğe Giden Yolda Altı Sigma TOAİK (DMAİC) Modeli”, **VIII. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi**, 24-25 Mayıs 2007, Malatya.
- HARRY**,M.J., , “The vision of Six Sigma:A Roadmap for Breakthrough(**Phoenix,AZ,Six Sigma Publishing Co**), 1994.
- HİATT**, Cathy., “ Six Sigma” , **Boise State University**, October, 9, 2001,
- MASAKİ**, İmai., **KAİZEN, The Key to Japan’s Competitive Success**, ,The KAİZEN İnstitute, Ltd. Japon, 1986.
- KILIÇ**, Özcan,; “Pazarlama ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi” **İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi**, C: 29, S: 2/Kasım, 2000.
- ÖZGEN**, Burak., “Kalite , Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000”, **Yayınlanmamış Çalışma**, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- PANDE**, Peter S., Robert P. Neuman.,Roland R.Cavanagh., **Six Sigma Yolu**, Klan Yayınları, İstanbul, 2004.
- POLAT**,A.,CÖMERT,B.,ARITÜRK,T.,**Altı Sigma Vizyonu**, Pelin Ofset Matbaacılık, Ankara, 2005.
- PYZDEK**, Thomas., “Six Sigma and Beyond” www.Pyzdek.Com , Erişim Tarihi: 10,05,2007
- WYPER**, Bill., Harrison Alan., “Deployment of Six Sigma Methodology in Human Resource Function:A Case Study” **Total Quality Management**,Vol-11,NOS 415,200, 2000.
- YENERSOY**, Gönül., “Toplam Kalite Yönetimi”,**Rota Yayınları**,İstanbul,1997.
- “Applying Six Sigma Methodology to Energy- Saving Project, Case Study” **U.S. Departman of Energy**,Texas. 2003.
- www.arge.com, Erişim Tarihi,10.06.2007
- www.eere.energy.gov, Erişim Tarihi: 11.05.2007,
- www.esosder.com, Erişim Tarihi: 05.06.2007
- www.kalder.com.tr, Erişim Tarihi: 10.06.2007
- www.isixsigma.com, Erişim Tarihi: 15.06.2007
- www.isixsigma.com/library/content/c010204a.asp, Erişim Tarihi: 14.06.2007
- www.tkgm.gov.tr , Erişim Tarihi:11.06.2007
- www.Pyzdek.Com, Erişim Tarihi:10.05.2007
- www.sisteme.com.tr/toplamkaliteyonetimi, Erişim Tarihi: 8.04.2007
- http://www.sixsigma.de/english/images/sixsigma/gauss_kurve.gif: 28.09.2007
- www.spac.com.tr- , Erişim Tarihi: 12.07.2007.