

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ALTI SİGMA YÖNTEMİNİN ORTA ÖLÇEKLİ
İŞLETMELERDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN
ANALİZİ VE ÖRNEK İŞLETME UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İBRAHİM KARAGÖZ

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Yılmaz ÖZKAN

MAYIS - 2006

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ALTI SİGMA YÖNTEMİNİN ORTA ÖLÇEKLİ
İŞLETMELERDE UYGULANABİLİRLİĞİNİN
ANALİZİ VE ÖRNEK İŞLETME UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İBRAHİM KARAGÖZ

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme
Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

Bu tez 14/06/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İbrahim KARAGÖZ

31.05.2006

ÖNSÖZ

Ülkemizde Avrupa Birliğine girme çalışmalarının büyük bir önem ve hız kazandığı şu günlerde, işletmeler Kaizen, Tam Zamanlı Üretim vb. kalite teknikleri uygulayarak dünya pazarında söz sahibi olmaya çalışmaktadır. Bu teknikler içersinde yer alan Altı Sigma tekniği şuanda Türkiye’de sadece büyük şirketler tarafından uygulamaktadır. Bu tekniğin Türkiye’nin lokomotifini olan KOBİ’ler tarafından kullanılması işletmelerin üretim kalitesini artıracak ve uzun dönemde kar marjını artıracaktır. Burada hedef Altı Sigma tekniği uygulamalı olarak anlatarak Türkiye’de KOBİ’lerin Altı Sigma yöntemini uygulamasını teşvik etmektir.

Bu eserin oluşmasında ilk teşekkür Altı Sigma konusu ile tanışmamı sağlayan hocam, Prof.Dr.Orhan TORKUL ve danışman hocam Prof.Dr.Yılmaz ÖZKAN’a olacaktır. Uygulama çalışması esnasında yardımlarını esirgemeyen işletme çalışanları ile mühendisler Mustafa ERSOY, Cengiz YAMAN, Uğur ULUDAĞ’a, tezin hazırlanmasında teknik destek konusunda Tuğba SİVRİKAYA ve Altan TOPÇU’ya teşekkür ederim. Ayrıca, eğitimim konusunda her zaman yanımda olan annem, babam ve ağabeyime, eserin oluşmasında bana çalışma ortamı sağlayan eşim Kübra ve çocuklarım Beyza ve Burak’a minnettarım.

31 Mayıs 2006

İbrahim KARAGÖZ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.1. Tezin Bölümleri	1
1.2. Araştırma Metodolijisi.....	2
1.3. Araştırmanın Kısıtları	3
1.4. Çalışmanın Türü	4
BÖLÜM 1: ALTI SİGMA	5
2.1. Tanımı Ve Tarihçesi	5
2.2. Altı Sigmanın Altı Teması	8
2.3. Türkiye’de Altı Sigma	10
2.4. Kalite Çemberleri Ve Altı Sigma	12
2.5. Altı Sigma’da Roller	15
2.5.1. Üst Kalite Konseyi	15
2.5.2. Altı Sigma Koordinatörü	15
2.5.3. Proje Şampiyonu (Sponsor)	16
2.5.4. Uzman Kara Kuşak	16
2.5.5. Kara Kuşak	17
2.5.6. Yeşil Kuşak	24
2.5.7. Sarı Kuşak	25
2.6. Altı Sigma İyileştirme Çevrimi	28
2.6.1. Tanımla	28
2.6.2. Ölçme	28
2.6.3. Analiz	28

2.6.4. Uygula	29
2.6.5. Kontrol	29
2.7. Yeterlilik Endeksleri	32
2.7.1. C_p Endeksi	32
2.7.2. C_{pk} Endeksi	33
2.8. Ortalamadaki Kayma	33
BÖLÜM 2: ALTI SİGMA UYGULAMASI	35
3.1. Şirket Tanıtımı	35
3.2. Altı Sigma Projelerini Seçmek	38
3.3. Pareto Analizi:	39
3.4. Sebep- Sonuç Diyagramı	41
3.5. F Testi Varyans Analizi	42
3.6. Kruskal-Wallis Testi	44
3.7. Sürecin Sigma Seviyesini Belirlemek	45
3.8. Ürünün Özellikleri	47
3.9. Taguchi Metodu ve Deney Tasarımı	51
3.10. Taguchi Metodunun Uygulaması	55
SONUÇ VE ÖNERİLER	61
KAYNAKÇA	64
EKLER	67
ÖZGEÇMİŞ	70

KISALTMALAR LİSTESİ

- PPM** : Birim Başına Hata (Part Per Million).
- HP** : Hidrolik Pres.
- EP** : Eksantrik Pres.
- DPMO**: Milyonda Hata Olasığı (Defects Per Million Opportunities).
- USL** : Üst Spesifikasyon Limiti.
- ASL** : Alt Spesifikasyon Limiti.
- r** : Taguchi deney tasarımında tekrar sayısı.
- A** : Taguchi deney tasarımında ilk faktörün düzey sayısı.
- B** : Taguchi deney tasarımında ikinci faktörün düzey sayısı.
- C** : Taguchi deney tasarımında üçüncü faktörün düzey sayısı.
- N** : Taguchi deney tasarımında deney sayısı.
- k** : Taguchi kayıp fonksiyonunda sapmayı para birimine çeviren katsayıdır.
- Y** : Taguchi kayıp fonksiyonunda değişkenin ölçülen değer.
- T** : Taguchi kayıp fonksiyonunda hedef değer.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Altı Sigma Dağılımı	6
Şekil 2 : Altı Sigma'nın Altı Teması	10
Şekil 3 : Kuruluştaki Problemlerin Zorluklarına Göre Dağılımları	13
Şekil 4 : Altı Sigma İyileştirme Çevrimi	27
Şekil 5 : Altı Sigma'da 1.5 Sigma Kayma	34
Şekil 6 : Organizasyon Şeması	37
Şekil 7 : Hata Türleri ve Yüzdeleri	40
Şekil 8 : İyileştirme Öncesi Pareto Diyagramı	41
Şekil 9 : Balık Kılçığı Diyagramı	42
Şekil 10 : Fırın Alt Kapak Saçı Üretim Akış Diyagramı	47
Şekil 11 : Fırın Alt Kapak Saçı 3 Boyutlu Görünüm	48
Şekil 12 : Fabrika Yerleşim Planı ve Alt Kapak Saçı Akış Süreci	49
Şekil 13 : Taguchi Kayıp Fonksiyonu	53
Şekil 14 : Faktörlerin Etkileri ve Sinyal/Gürültü Oranları	58
Şekil 15 : İyileştirme Sonrası Pareto Diyagramı	59

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Süreçte 4 σ ile 6 σ Çalışmanın Farkları	6
Tablo 2 : Altı Sigma'nın Temel Özellikleri ve Sağladıkları	7
Tablo 3 : Kalite Çemberleri ve Altı Sigma Farkları	14
Tablo 4 : Yeşil ve Siyah Kuşak Bilgi Gereksinimleri	26
Tablo 5 : İyileştirme Çalışmalarında Yap / Yapma	29
Tablo 6 : Son Kontrol Çeşitleri	36
Tablo 7 : 2005 Yılı Hatalı Parça Miktarları	39
Tablo 8 : Darbe Hata Oranları	42
Tablo 9 : Alt Kapak Saçı 2005 Yılı Hatalı Birim Sayıları	46
Tablo 10: Alt Kapak Saçı İşlem Adımları ve Süresi	50
Tablo 11: Taguchi Deney Tasarımı Faktörlerinin Seviyeleri	56
Tablo 12: Taguchi Deney Tasarımı Süreç Verileri	56

Tezin Başlığı: Altı Sigma Yönteminin Orta Ölçekli İşletmelerde Uygulanabilirliğinin Analizi Ve Örnek İşletme Uygulaması

Tezin Yazarı: İbrahim KARAGÖZ **Danışman:** Prof.Dr.Yılmaz ÖZKAN

Kabul Tarihi: 14 Haziran 2006 **Sayfa Sayısı:** vii(ön kısım)+63(tez)+7(ekler)

Anabilim Dalı: İşletme **Bilim Dalı:** Üretim Yönetimi ve Pazarlama

Değişen pazar şartlarına uyum sağlamak işletmenin yeniliklere açık olması ile sağlanır. Altı Sigma tekniği, uzman bir ekip ile sürekli başarı sağlamanın güzel bir örneğidir.

Altı Sigma'da işletme içerisindeki her çalışanın amacı sıfır hataya yaklaşmaktır. Bir milyon üretimde 3,4 kusur oranını yakalamak hedefdir. Bu hedefin kaynağı müşteri memnuniyetidir. Altı Sigma, önce müşterinin ihtiyaçlarını analiz eder sonra iyileştirmeye çalışır.

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de büyük işletmelere girdi sağlayan tedarikçiler küçük ve orta ölçekli işletmelerdir. Bu nedenle, büyük işletmelerin hatasız ürün üretebilmeleri için hatasız ürünleri tedarik etmeleri gerekir. KOBİ'lerin müşterilerinin ihtiyacına kulak vermesi demek, hatalı ürün oranını aşağıya çekmesi anlamına gelmektedir.

Bu çalışmada, orta ölçekli bir işletmede bir ürüne ait sürecinin geri dönüşünü sağlayan hata nedenlerini analiz ederek, bu sebeplerin ortadan kaldırılmasına çalışıldı. Taguchi ve problem çözme yöntemleri yardımıyla sürecin değişkenliği azaltılabileceği görüldü. Uygulama yapılan firmada, ele alınan sürecin biraz daha sıkı kontrol edilmesi ile sigma düzeyinin yükselebileceği anlaşıldı.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, üst yönetimin liderliğini sağlayarak müşteri ihtiyaçları doğrultusunda doğru proje seçmek ve çalışanlara gerekli eğitimleri vermektir.

Anahtar Kelimeler: Altı Sigma, KOBİ, Kalite

Title of the Thesis: The Analysis Of Practicability Of Six Sigma Method At Medium Size Enterprises And Model Enterprise Application	
Author: İbrahim KARAGÖZ	Supervisor: Prof.Dr.Yılmaz ÖZKAN
Date: 14 June 2006	Nu.of pages: vii(pre text)+63(main body)+7(appendices)
Department: Business	Subfield: Production Management And Marketing
<p>To adapt to changing market conditions is implemented by being inclined to changes. The six sigma method is a good example of making continous success with a professional team.</p> <p>At six sigma, the aim of each employee at enterprise is to approach to zero defect. The object is to reach 3.4 defect at one million production. The source of this object is customer pleasure. Six sigma, firstly, analyses the needs of customer, then tries to reform.</p> <p>Such as in the World, also in Turkey, the purveyors that provide input to large enterprises are small and medium size enterprises. Therefore, large enterprises should provide faultless products to produce faultless products. As small size enterprises heed the requirements of customers, they reduce the faulty product rate.</p> <p>At this study, it is tried to analyse the defect reasons that makes the transformation of a process belonging to a product at a medium size enterprise and to eliminate these reasons. By the help of Taguchi and problem solving methods, it is seen that the process could reduce the instability. It is come out that sigma level can increase by controlling the discussed process a bit closer at the firm that application is made.</p> <p>The point that is necessary to beware here is to select right projects on the direction of customer requirements by providing the leadership of upper administration and to give necessary educations to the employees.</p>	
Keywords: Six Sigma, SMEs, Quality	

GİRİŞ

Motorola, Allied Signal ve General Electric gibi dünya çapında ün yapmış firmaların çevrim zamanının kısılmasını sağlayan, boş bekleme süresini azaltan, hata oranını sifıra yakınlaştıran, yeniden işleme maliyetini ortadan kaldıran, maliyetlerini düşüren ve en önemlisi kar oranlarını artıran Altı Sigma tekniği Türkiye’de Arçelik, Borusan, TEI ve Aselsan tarafından başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

İşletmeye bu kadar yüksek oranlarda katma değer sağladığı bilinen ve kaliteyi artıran Altı Sigma tekniği ne yazık ki Türkiye’de hak ettiği değeri henüz bulamamıştır. Türkiye’de Altı Sigma konusunda yapılan araştırmaların ve bu tekniği uygulayan işletme sayısının azlığı bunu göstermektedir.

Türkiye’deki işletmelerin yaklaşık %90’dan fazlasını KOBİ’ler oluşturmakta ve katma değer %25’den fazlasını da KOBİ’ler sağlamaktadır. Bu nedenle Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde, maliyetleri düşürmeyi ve kar oranını artırmayı hedefleyen Altı Sigma tekniğinin uygulamasının önemi gittikçe artmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın iki temel amacından birincisi, değişkenliği azaltarak, işletme içindeki belirsizlikleri ortadan kaldıran Altı Sigma tekniğinin Orta Ölçekli bir firmada uygulanabileceğini göstermek, ikincisi ise çalışmalarda kapalı geçilen ayrıntıları açıklayarak ileride bu konuda yapılacak çalışmalara ışık tutmaktır.

Tezin Bölümleri

Bu tez üç ana başlık altında incelenebilir.

Giriş bölümünde bu konuda yapılan çalışmalar irdelenecek, araştırmamızın yöntemi ve kısıtları hakkında bilgi verilecektir.

Birinci bölümde ise ilk olarak Altı Sigma’nın tanımı yapılarak, günümüze kadar olan dünyada ve Türkiye’deki tarihsel gelişimi yer alacaktır. Daha sonra ise Altı Sigma’da kullanılan teknik ve metotlar anlatılacaktır.

İkinci bölümde ise bu anlatılanların ışığı altında Arçelik Pişirici Cihazlar fabrikasının

tedarikçi firmalarından birinde uygulama yapılacaktır. Taguchi deney tasarımı metodunu kullanarak gerçekleştireceğimiz bu çalışmada, Altı Sigma tekniği ile problemlere nasıl yaklaşıldığı ve sürecin kalitesini nasıl iyileştirdiği gösterilmeye çalışılacaktır.

Araştırma Metodolojisi

Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezinde Altı Sigma konusunda yapılmış dokuz adet Türkçe tez bulunmaktadır. Bütün tezlerde uygulanan yöntem ve veri toplama metotları farklıdır. Bu tezlerden üçü uygulamaya yöneliktir. Bunlar;

Sıdıka Akbulut tarafından 2003 yılında, Marmara Üniversitesinde yapılan “Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Deneysel Tasarım Uygulaması”(Akbulut; 2003). Bu yüksek lisans tezinde Deneysel Tasarım ve 2^k Faktöriyel analiz uygulaması yapılmıştır.

Arzu Tekir tarafından 2003 yılında, Dokuz Eylül Üniversitesinde yapılan “İşletmelerde Kalite Çalışmalarında Altı Sigma Yaklaşımı Üzerine Bir Araştırma” (Tekir;2003). Bu yüksek lisans tezinde kesirli deney tasarımı uygulaması yapılmıştır. Amaç çamaşır makinesinin yıkama performansını artırmaktır. Çamaşır makinesinin performansını etkileyen birçok faktör olduğu için bu faktörler içersinden birkaç tanesinin etkisi analiz edilmiştir. Bu sayede işletme içersinde bir süreç Altı Sigma teknikleri sayesinde iyileştirilmiştir.

Berna Ataş tarafından 2001 yılında, Osmangazi Üniversitesinde yapılan “Süreç İyileştirmede Altı Sigma Yaklaşımı Isıtıcı Üretim Sürecinde Bir Uygulama” (Ataş;2001). Yine bu yüksek lisans tezinde Pareto analizi, Hata Etkileri Analizi kullanılarak hata oranları aşağıya çekilmiştir. Çalışmada Deney tasarımı kullanılmış ve Taguchi yöntemi kullanılarak da aynı sonuçların gözlemlendiği belirtilmiştir.

Rodney Mc Adam ve Brendan Lafferty, makalelerinde Altı Sigma'nın Toplam Kalite Yönetiminin bir alt kümesi mi yoksa ayrı bir felsefe mi olduğu sorusuna cevap aramaya çalışmıştır. Makalede cevabı aranan bir diğer soru da Toplam Kalite Yönetiminin etkili bir Altı Sigma için ön şart mı olduğu sorusudur. Bu soruların tam olarak cevabı bulunamasa da bilinmesi gereken Altı Sigma, TKY'nin bir uzantısı ya da

yer değiştirilmesi değildir. Bazı işletmelerin sũreçlere odaklanmalarını sağlayan bir metod olmasdır (Mc Adam;2004).

Ravi S. Behara, Gwen F. Fontenot ve Alicia Gresham, çalışmalarında hata sayısını azaltarak, mũřteri memnuniyetini arttırmak için sũrecin basitleştirilmesinin esas olduğunu savunmuştur (Behara;1995).

Yapılan çalışmalarda sũrecin iyileştirilmesi için Kalite iyileştirme tekniklerinden her zaman yararlanılmaktadır. O zaman Altı Sigma tekniğini diğer kalite tekniklerinden ayırmak mũmkũn değildir. Bu tekniğin diğer tekniklerden farkları ũst yũnetimin liderliğinde, uzman kişilerle, sıkı bir disiplinle istatistik metodlarının kullanılmasını gerektirmektedir.

Bu çalışmadaki analizlerde Minitab V.14 istatistik paket programı kullanılmaktadır. Taguchi Deney Tasarımı metodunun nasıl uygulanabileceği ũzerinde duruldu. KOBİ'lerde çalışan herkesin Altı Sigma tekniğini anlayabilmesi için formũllerin basit bir dille anlatması tercih edilmektedir.

Bũtũn Kalite çalışmalarında olduğu gibi, Altı Sigma da, mũřteri odaklı bir çalışmadır. Bu nedenle ilk olarak mũřterinin memnuniyetinin analiz edilmesi gereklidir. Uygulamaya sũrecinde, mũřteri konumunda olan Arçelik firmasından elde edilen verilerine dayanılarak uygulama yapılan şirkete ait hatalı ve kusurlu parça sayıları ve bunların ortaya çıkma nedenleri araştırılarak, iyileştirecek sũrece karar verilmektedir.

Araştırmanın Kısıtları

Bu çalışmanın kısıtlarından birincisi, firmanın bu uygulamaya yeni başlaması nedeniyle işletme içersinde uzun periyotlu veri toplama işleminin yapılamamış olmasdır. Bu nedenle fabrikanın bir ũnceki yıl mũřterisine (Arçelik Fabrikasına) gũndermiř olduğu parti mallar içersinden geri dũnen kusurlu parça sayısı dikkate alınarak iyileştirme çalışması yapılacak olan birimler tespit edilmiştir.

İkinci kısıt, fabrika içersinde kullanılan pres vb. makinelerin zemine sabitlenmiş olmaları nedeniyle sũre tasarımı için yerleşim konusunda bir değişiklik yapmaya imkan vermemesidir.

Üçüncü kısıt, Altı Sigma hemen sonuç veren bir çalışma olmadığından firma yönetimini ikna etmek konusunda yaşanan sıkıntılardır.

Dördüncü kısıt, işletmenin hammaddesi olan yassı saç hammaddesinin müşteri (Arçelik) tarafından sağlanıyor olmasıdır. Saç plakaların istenen özelliklerde veya zamanında gelmemesi değişkenliği artıran önemli bir faktör olmaktadır.

Beşinci kısıt, eğitilebilir kişi sayısının az olması ve maddi destek sıkıntısıdır. İki-üç mühendis bulunan işletmelerde personeli Yeşil Kuşak, Kara Kuşak ve Uzman Kara Kuşak olarak eğitmek işletmeye mali sıkıntı verecektir. Mühendislerin asli görevlerinin dışında proje yürütmeye zaman ayırması imkansız hale gelecektir. Bunun dışında kuruluş içerisinde çalışanlara danışmanlık şirketleri tarafından eğitim verilmesi işletme maliyetlerini artıran önemli bir faktör olarak görülmektedir.

Çalışmanın Türü

Bu çalışma, KOBİ niteliği taşıyan işletmede deney tasarımı uygulanarak yapılmıştır. Bu nedenle çalışmanın yöntemi ampirik ve deneysel'dir.

Amacımız deney tasarım metotları kullanarak farklı faktörlerin, hataların ortaya çıkması üzerindeki etkilerini analiz ederek, hataların ortadan kaldırılması ve sonuçların diğer üretilen malzemelerde de uygulanmasını sağlamaktır.

Tam eşlendirmeli deney tasarımı kullanılmak suretiyle, hatayı meydana getiren faktörler tek tek veya ikili kombinasyonlar şeklinde analiz edilmiş ve hataya olan etkileri araştırılmıştır. Bu sayede en çok etki eden etmenlerin ortadan kaldırılması sağlanmıştır.

BÖLÜM 1: ALTI SİGMA

1.1. Tanımı ve Tarihçesi

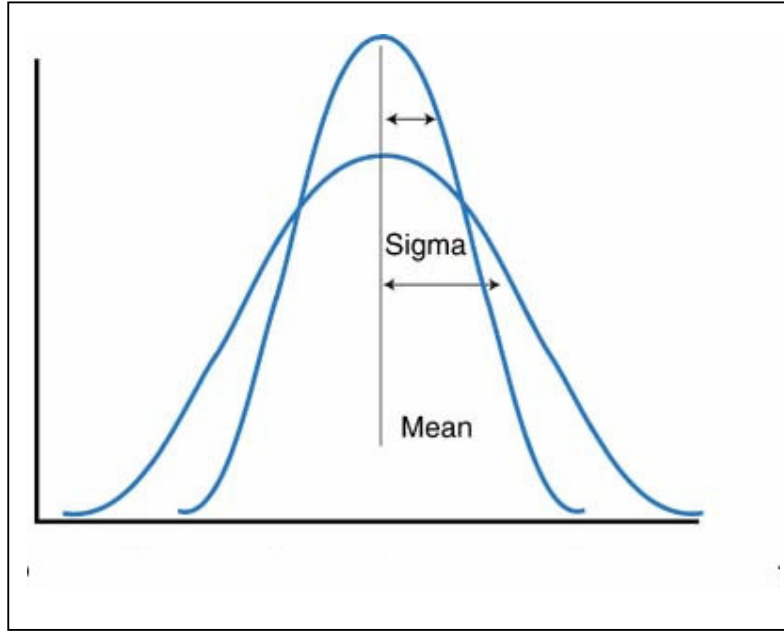
Yunan alfabesindeki harflerden biri olan Sigma (σ), İstatistik anlamda verideki değişkenliği ifade eden standart sapmanın simgesi olarak kullanılır.

Standart sapma, gözlem değerlerinin ortalamadan sapmalarının ortalama ölçüsüdür. Terimler arasındaki fark artıkça standart sapma büyür, azaldıkça küçülür. Terimlerin hepsinin müşterinin talepleri doğrultusunda belirlenmiş olan ve merkezi çizgi adı verilen (nominal değer) değerde olması durumunda, standart sapma değeri sıfır olur (Sıfır Hata).

Günümüzde işletmeler yaklaşık olarak 4 σ seviyesinde değişkenliği kabul ederek çalışmaktadır. Üretim sürecinde değişkenlik istenmeyen bir durumdur. Değişkenliğin yüksek olması direkt olarak müşteriye yansiyorsa eğer, bu durum daha da kötü sonuçlar doğuracaktır. Örneğin müşteriye söylenecek, “buzdolabınızı teslim etme süremiz 1-2 ay arasında değişmektedir” sözü müşterinin memnuniyetsizliğini, sonuç olarak da müşteri kaybına neden olmaktadır. Dave Schulenberg’in dediği gibi, “Müşteriler ortalamaları değil değişkenliği fark eder” (George, 2005). Altı Sigma, istatistik yöntemler kullanarak değişkenliği azaltmayı hedeflemektedir. Bu sayede hata oranı azalır, çevrim süresi kısılır ve müşteri memnuniyeti artmaktadır. Altı Sigma’da hedeflenen hata sayısı milyonda 3.4 hatadır.

Burada dikkat edilmesi gereken husus; σ değişkenlik demek olduğuna göre, 6 σ demek, 6 kat değişkenlik anlamına gelmemektedir. Süreç içerisindeki değişkenliği azaltılarak 6 σ aralığına kadar olan değerlerin kabul edilebilir olmasıdır.

Şekil 1.1. Altı Sigma Dağılımı



Kaynak:

www.jci.com/bg/images/sixsigma2.jpg

Değişkenliğin 4 σ 'dan 6 σ 'ya çekilmesinin sonuçları Tablo 1.1.'de net olarak görülmektedir.

Tablo 1.1. Süreçte 4 σ ile 6 σ Çalışmanın Farkları

4σ İLE ÇALIŞILIRSA	6σ İLE ÇALIŞILIRSA
Her saat 20 000 mektup kaybolur	Her saat 7 mektubun kaybolur
Hergün 15 dakika pis su akar	Her 7 ayda 1 dakika pis su akar
Haftada 5000 hatalı ameliyat yapılır	Haftada 1,7 hatalı ameliyat yapılır
Her gün havaalanlarına 2 hatalı iniş olur	Her beş yılda havaalanlarına 2 hatalı iniş olur
Her yıl 200 000 hatalı reçetenin yazılır	Her yıl 68 hatalı reçetenin yazılır
Her ay 7 saat elektrik kesintisi yaşanır	Her 34 yılda 1 saat elektrik kesintisi yaşanır

Kaynak: Gürsakal (2003;9-10)

Altı Sigma'nın temel özellikleri ve sağladıklarını tablo 1.2'de görülmektedir.

Tablo 1.2. Altı Sigma'nın Temel Özellikleri ve Sağladıkları

Temel Özellikleri :	Sağladıkları :
Asıl hedefi müşteri memnuniyetini ve pazar payını yükseltmektir. Bunun için işletmede kültür değişimi, stratejik iyileştirmeler ve sorun çözme yeteneğinin geliştirilmesi gerekir.	Değişkenlik küçülür,
	İş/işlem süreleri kısalmır,
	Hatalar azalır,
Tepe yönetimin desteğine bağlıdır,	Maliyetler küçülür,
Bilgi / deneyim ve teknoloji tabanlıdır,	Üretkenlik / verimlilik yükselir,
Sistemli ve projeye dayalı çalışılır.	Sadık müşteri çoğalır,
Her düzeyde İstatistik ve özellikle İstatistik deney planlaması etkin ve istekli kullanılır.	Pazar payı büyür,
Öğrenen organizasyon özelliğindedir.	Kültür değişimi yaşanır,
Değişkenliği, işlem zamanlarını ve maliyetleri küçültmek önemli bir hedefdir.	Ürün ve servis gelişir.
Sorun çözücü, amaca uygun etkin bir eğitim/danışmanlık desteği gerektirir.	Çalışanların/Paydaşların yaşam standartları ve mutlulukları artar.
Sonu olmayan bir sürekli iyileştirme sürecidir.	Başarı ve özgüven artışı iyileştirme isteklerini kamçılar

Kaynak: Kasa (2003;8)

Altı Sigma'nın tarihi gelişimine baktığımızda, bu konuda ilk çalışmaların 1798'de Eli Whitney'e verilen 10.000 adet tüfek üretme sözleşmesi ile başladığı görülmektedir. Eli Whitney ürettiği tüfeklerde, bütün parçalarının ölçülerinin belirli bir tolerans aralığı içerisinde olmasını sağlayarak değişkenliği azaltıp ve standartlaştırmayı sağlamıştır.

Carl Friedrich Gauss'un (1777-1855) aynı yıllarda ortaya koyduğu Normal Dağılım eğrisi (Çan Eğrisi) Altı Sigma tekniğinin temelini oluşturmaktadır.

1920'lerde ise Walter A. Shewart 3 sigma (3σ) sapmalı süreçlerin düzenleme gerektirdiğini belirlemiştir.1924'de Walter A. Shewart'ın görüntü ve analiz formu isimli yeni veri toplama yöntemi İstatistiksel Kalite Kontrol'ün başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

İkinci Dünya savaşının sonunda yeniden yapılanma sürecine giren Japonya başarının

anahtarını Kalite olarak görerek ve Japon Kalite Hareketini başlatmıştır. Bu süreçte, 1950 yılında Dr.Deming tarafından Japonya’da başlatılan konferanslar meyvelerini çok kısa bir zamanda vermeye başlamıştır. 20 yıl boyunca Kalite konusunda yapılan hamleler sonucunda Japonya kalite’de Amerika ile yarışmaya başlamıştır. 1973 petrol krizi daha az yakıt tüketen Japon otomobillerine olan talebi artırdı. 1980 yılında Philip Crosby mükemmellik için çaba gösterilmesi gerektiğini vurguladı.

1987 yılından itibaren her alanda ortak standartlar belirlenmeye çalışıldı. Yine 1987 yılında Motorola şirketi Malcolm Baldrige Ulusal Kalite ödülüne sahip oldu. Motorola bu ödülü, Altı Sigma yöntem bilimine yönelmesi sayesinde kazanmıştır.

Motorola’da Bob Galvin’in liderliği ile kalite iyileştirme çabaları hız kazanmıştır. Motorola yöneticileri ve Bill Smith süreç kapasitesi ve ürün spesifikasyonları kavramlarını birleştirdiler. Milyonda hata olasılığını ölçmek için çalışmalar yaptılar. Bu çalışmalarını şirketin kalite kültürü olarak benimsediler. 1988 yılından itibaren Motorola şirketi 16 milyon dolardan fazla kazanç sağladığı bu tekniği ve uygulamaları diğer firmaların paylaşımına açtı. Altı Sigma Motorola firmasının tescilli bir markasıdır.

Allied Signal bu tekniği benimseyen ve kullanan şirketlerin başında gelir. 1995 yılında ise General Electric’in CEO’su Jack Welch tarafından bu teknik kullanılmaya başlanmıştır (Folaron, 2005).

1.2. Altı Sigmanın Altı Teması

Altı Sigma’nın birçok teması bulunmaktadır. Bu temalar içerisinde en çok göze çarpanlar altı başlık altında toplanabilir (Şekil 2.2).

1. Müşteri odaklıdır. Hedef hatalı ürün sayısını sıfıra yaklaştırmak olduğu için müşteri memnuniyeti ilk hedeftir. Altı Sigma’da performans ölçümleri müşteriyle başlatılır (Pande; 2004).

2. Verilere dayalı yönetim gerektirir. Altı Sigma yaklaşımı, iş performansını değerlendirme açısından hangi ölçümlerin kilit konumda olduğunu netleştirmekle işe başlar; sonra da kilit değişkenleri tanımlayacak ve sonuçları optimize edecek biçimde

veri ve analizler uygulanmaktadır (Pande;2004).

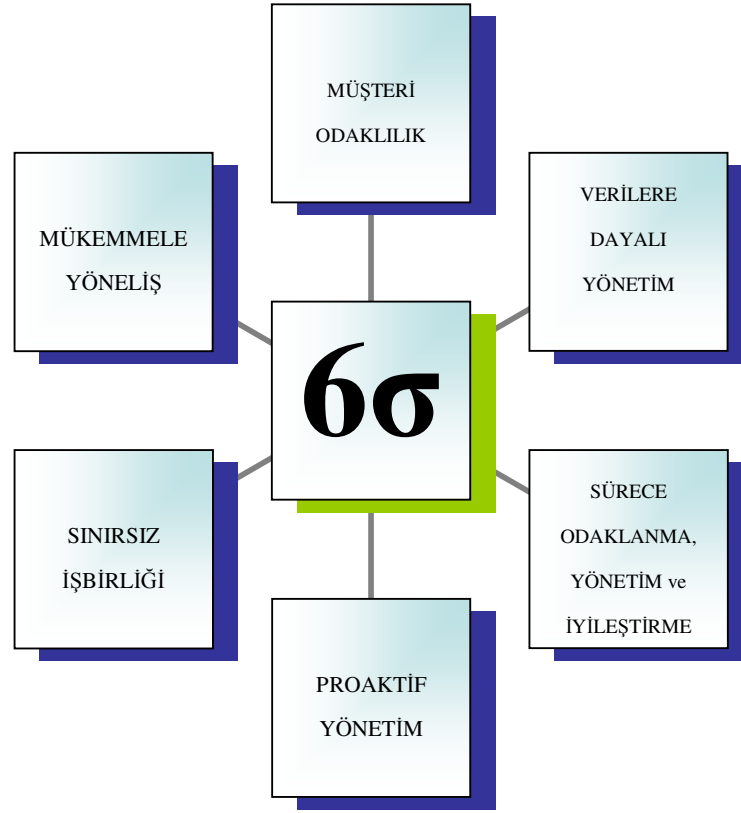
3. Sürece odaklanma ve iyileştirme sayesinde hatanın oluştuğu noktadan öncesinin de mercek altına almak gerekmektedir.

4. Altı Sigma proaktif bir sistemdir. Olay olmadan sorunların görülmesi ve giderilmesini gerektirir. Tepkisel olmaktan yana değildir.

5. Sınırsız işbirliği sayesinde şirket içi çalışanların hepsi projelerde görev alabilmektedir. Kaliteyi artırmak adına şirket içinde tedarikçiden müşteriye kadar olan süreçte herkesin üstüne düşen görevler bulunmaktadır. İletişimsizlik ya da çekişmeler şirket için büyük maddi kayıp demektir.

6. Nihai hedef mükemmeli yakalamaktır. Mükemmeli yakalarken başarısızlığa karşı hoşgörülü olunması istenmektedir. İlk bakışta tezat gibi görünen bu davranış esasında çalışanların mükemmelle olan yolculuklarında risk almasını sağlamaktır. Risk almaktan korkan kişi hata yapar, aynı zamanda mükemmeli yakalayamaz (Pande, 2004:109).

Şekil 1.2 Altı Sigma'nın Altı Teması



1.3. Türkiye’de Altı Sigma

Türkiye’de Altı Sigma konusunda çalışmalar ilk olarak 1995 yılında TEI (Tusaş Engine Industries) tarafından uygulandı. Başta istatistik olmak üzere yoğun eğitim programları sonucunda 1996 yılında ilk projeleri başladı. 2004 yılına kadar 200’ün üzerinde proje üretildi. 2004 yılı için 500 olarak hesaplanan fabrika toplam milyonda hata olasılığı değeri, Altı Sigma projeleri neticesinde Kasım ayı itibariyle 290 olarak gerçekleşti.

1997 yılından itibaren Altı Sigma konusunda çalışmalar yapan bir diğer kurum da ASELSAN olmuştur (www.altisigma.com).

1998 yılına kadar Türkiye’de sadece askeri sanayide kullanılan Altı Sigma, bu yıldan itibaren özel şirketler tarafından da uygulanmaya başlandı.

“Arçelik'te 1998 yılının ikinci yarısında üretim sürecindeki sorunlara öncelik veren 6 Sigma projeleri tanımlanmış, 2002 yılında da üretim dışı süreçlerde mükemmelliğe ulaşılması ve 6 Sigma Metodolojisi'nin yayılmasının sağlanması amacıyla çalışmalar başlamıştır. Arçelik'te 6 Sigma felsefesinin ana unsurlarını; liderlik, yaratıcılık, müşteri merkezli düşünce, yapılan her işte hız ve verimlilik, bir başka deyişle her alanda mükemmellik oluşturmaktadır.” (<http://www.arcelikas.com.tr/Cultures/tr-TR/Kurumsal/ArcelikKaliteYolculugu/6SigmaMetodolojisi>).

Bu çalışmalar sonucunda Arçelik 2004 yılının sonu itibariyle Altı Sigma projesinden yaklaşık 14 milyon Euro kazanç elde etmiştir (<http://www.arcelikas.com.tr/Cultures/tr-TR/Kurumsal/ArcelikKaliteYolculugu/6SigmaMetodolojisi>).

1999 yılında Vitra Seramik fabrikası Altı Sigma uygulamalarına başladı. 2002 ve 2003 yılları toplam getiri 2 bin doların üstünde olmuştur (Ersoy, 2004:35).

2000 yılından itibaren büyük şirketler Altı Sigma konusunda çalışmalar yapmaya başlamıştır. İlginin artmasıyla birlikte bu tarihten itibaren danışmalık şirketleri Altı Sigma eğitimlerine ağırlık vermiştir.

Sabancı Holding tarafından da Altı Sigma çalışmaları yapılmıştır. “Şubat 2000'de SASA- DuPontSA'da uygulanmaya başlanmış olan Altı Sigma, iki yıl gibi kısa bir sürede büyük hız kazanarak son derece başarılı noktalara ulaştı. SASA- DuPontSA'da biten 5 proje olup, bunların toplam getirisi 1.347.000 \$ oldu.” (www.altisigma.com).

Ford Otosan Altı Sigma çalışmalarına 2000 yılında başladı. “Dört yıl içersinde 23 siyah, 450 yeşil kuşak yetiştirilebilmiş, tamamlanan 153 proje sayesinde 20 milyon dolarar yakın bir kazanç sağlanmıştır.” (Üsküp, 2004:30).

Türkiye'nin en büyük şirketlerinden biri olan Borusan, 2002 Mayıs ayında Altı Sigma uygulayan şirketler arasına katıldı. Borusan yetkilileri, Altı Sigma katma değeri sayesinde 2007 yılı ciro hedeflerini 2 milyar dolar olarak hedeflediklerini bildirdiler. (<http://www.borusan.com.tr/6sigma/sigma.asp>).

1.4. Kalite Çemberleri ve Altı Sigma

1960 yılında Japonlar, küçük atölye ve işletmelerde çalışanların da kaliteye katkı sağlamasını sağlamak için arayış içine girdi. 1962 yılında Ishikawa Japonya’da ilk Kalite Çemberlerini oluşturdu. “Çemberler sayesinde en niteliksiz işçi bile, isterse öneri getirebilecek, görüş bildirecek, kısacası aktif ve katılımcı bir iş gören haline gelebilecektir.” (Düren;1990:25).

Kalite Çemberleri: “Aynı alanda çalışan bir grup işçinin, sorunları tartışarak, nedenlerini araştırmak, çözüm üretmek ve düzeltici önlemler almak üzere her hafta bir saat kadar bir araya gelmesidir.” (Özkan;2005:78).

Japonya’da başarılı bir şekilde uygulanan kalite çemberleri Amerika’daki şirketler için de uyarlanmaya çalışılmıştır. Kısa zamanda ticari sonuçların iyileşmediğini gören Amerikan şirketleri kültürel açıdan aktarılamaz diyerek kalite çemberleri ile çalışmayı bırakmak zorunda kaldılar.

“Maalesef Amerikalı gözlemciler kalite çemberlerinin gerçek anlamını anlamadılar. Bu çemberler aslında kalite eğitimi sırasında liderlik yapacak uzmanlar ve küçük ekipler sağlamak için tasarlanmıştı.” (Folaron; 2005).

Kalite çemberleri konusunda yapılan en büyük yanlışlardan biri de bütün işçilere yoğun İstatistik test tekniklerini öğretmeye çalışmak oldu. Ishikawa’nın belirttiği gibi:

“ İstatistiksel yöntemlerin etkili oldukları doğrudur, ancak biz bu yöntemlerin önemini gereğinden fazla vurguladık. Sonuçta insanlar çok zor bir şey olduğunu düşündükleri için kalite kontrolden ya korktular, ya da hoşlanmadılar. O dönemde basit yöntemlerin yeterli olmalarına rağmen insanları gereğinden fazla eğittik ve onlara karmaşık yöntemler sunduk.” (Folaron; 2005).

Zaman ve maliyet bakımından büyük kayıpların olduğu zaman içerisinde gözlenince bu çalışmadan vazgeçildi. İleri İstatistik teknikleri sadece uzmanlara öğretildi. İşçilere basit tekniklerinin öğretilmesi yeterli oldu.

Altı Sigma ve Kalite Çemberleri bazı konularda benzerlik göstermekle beraber özünde birbirinden tamamen ayrıdır. Kalite çemberlerin çalışmaları sadece kendi bölümleri ile ilgilidir. İşletmenin genel kalite sorunları ele alınmaz. Fakat Altı Sigma’da işletme

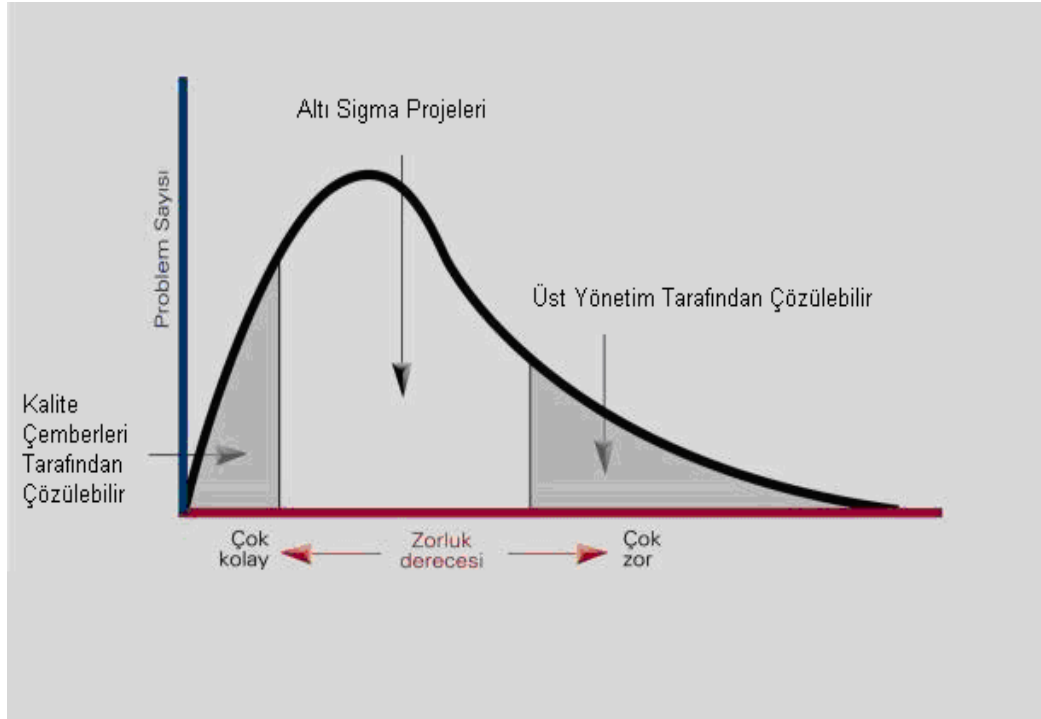
içinde ki süreçlerin kalitesini artırmak hedeftir. Herhangi bir sürecin iyileştirilmesi ile çevrim süresinin kısaltılır ve müşteri memnuniyeti sağlanır.

Kalite çemberlerinde çalışanların, beden gücünün yanında beyin gücünün de üretime katılması hedeflenir. Siz işçinin beden gücü için para ödüyorsunuz birde beyin gücünü kullanıyorsunuz diyerek batılı sendikalar yıllar boyunca kalite çemberlerine karşı çıkmışlardır.

Kalite çemberlerinde, çembere üye olmayan kişilerin çembere üye olanlar ile aralarında iletişim kopukluğu yaşandığı gözlenmiştir. Çembere üye olmayan kişiler, çember üyelerini iş yükü getiren birer angarya olarak görmektedir. Ayrıca Çember lideri olamayan ustabaşılar arasında da yetki sıkıntısı doğmaktadır.

Üst yönetim eğer çemberlere destek vermezse, desteğini sürekli hissettirmezse çemberler çok çabuk dağılıbilir. Ayrıca kalite çemberlerinde yapılan harcamalar küçüktür. Bu oranda getirisi de küçük olan projelerdir. (Şekil 1.3.)

Şekil 1.3. Kuruluştaki Problemlerin Zorluklarına Göre Dağılımları



Kaynak: <http://www.matrisas.com/sixsigmanedir.htm>

Altı Sigma'da bölümler arası iletişim kopuklukları yoktur. Çünkü ekip de her bölümden farklı uzmanlar vardır ve bu uzmanlar her projede değişebilmektedir. Bu sayede kıskançlıklar oluşmamaktadır. Ayrıca hedef işletme için büyük kar sağlamak ve müşteri memnuniyetini maksimum seviyeye çıkarmak olduğu için Altı Sigma'da zorluk derecesi büyük olan problemler ele alınır(Şekil 1.2).

Kalite çemberleri ile Altı Sigma tekniğinin detaylı bir karşılaştırması tablo 1.3'de görülmektedir.

Tablo 1.3. Kalite Çemberleri ve Altı Sigma Farkları

	Kalite Çemberlerinde	Altı Sigmada
Amaç	Aynı birimde çalışanlara, sürekli bir şekilde çalışacakları ortam sağlamak.	Belirli bir sorunu çözmek
Liderlik	Şef veya ustabaşı	Uzman Karakuşak, Karakuşak
Katılım	Aynı birimde çalışan benzer işleri yapan gönüllü işçiler ve şefler	Aynı fabrikada çalışan kişiler farklı işlerde uzman kişiler
Çalışma Konuları	Üyelerin işleri ile ilgili konular	İşletmenin genelini ilgilendiren projeler
Çalışma Metotları	Basit İstatistik Teknikleri	Karmaşık İstatistik Teknikleri
Çalışma Yöntemleri	Düzenli aralıklarla toplanan	Gerektiğinde toplanan
Yaşam Süresi	Dağılmadan yeni bir konu seçer	Her projede farklı ekiple çalışılır
Grupların oluşumu	Kişi Sayısı 3-15 olan	Proje büyüklüğüne göre kişi sayısı değişken
Proje Büyüklükleri	Küçük ve az maliyetli	Büyük ve yüksek maliyetli
Sonuçların İzlenmesi	İzleme ve seyir panoları sayesinde anında	Uzun süren maliyet analizleri sonucunda yılsonunda
Üst Yönetimin Rolü	Faaliyetleri başlatır ve takip eder.	Sadece sonuçları takip eder.

1.5. Altı Sigma'da Roller

Altı Sigma projelerinde çalışan üyeler görev aldıkları proje sayısı, aldıkları eğitim ve başarıları oranında gruplara ayrılırlar. Uzakdoğu savaş sanatlarından esinlenerek roller kara kuşak, yeşil kuşak vb. olarak ayrılmıştır. Bazı işletmelerde en alt kuşak olarak yeşil kuşaklar kabul edilmekte iken son zamanlarda bazı işletmeler sarı kuşakları en alt kuşak olarak kabul etmektedir. Buna göre işletme içindeki yukarıdan aşağıya doğru hiyerarşik yapılanma:

1.5.1. Üst Kalite Konseyi: İşletmelerde üst yönetimin desteği olmadan yapılan her çalışma belirli bir süre sonra yok olmaya mahkumdur. Kalite'de üst yönetimin desteği ve onayı olmadan asla uygulanamaz. Üst yönetimin Altı Sigma'nın sağlayacağı katma değere inanmış olması gerekir. Üst yönetimin görevleri:

- 1) Altı Sigma girişimi bünyesindeki rolleri saptamak ve bunun alt yapısını oluşturmak.
- 2) Projeler seçmek ve bunlara kaynak aktarmak.
- 3) Projelerde sağlanan ilerlemeyi düzenli olarak değerlendirmek.
- 4) Çalışma bünyesindeki kuvvetli ve zayıf noktaları tanımlamak.
- 5) Altı Sigma çabalarının, şirketin net karını nasıl etkilediğinin niceliksel olarak saptanmasına katkıda bulunmak.
- 6) En iyi uygulama örneklerini çalışanlarla ve ihtiyaç halinde tedarikçilerle ve müşterilerle paylaşmak.
- 7) Projelerin önündeki engelleri kaldırmak (Altı Sigma Yolu; 152).

1.5.2. Altı Sigma Koordinatörü: Üst Kalite Konseyi'nin her zaman toplanması mümkün olmayacaktır. Alınması gereken ani kararların bir sonraki Kalite Konseyi toplantısını beklemesi imkansız olacaktır. Bu nedenle, Altı Sigma tekniğinde üst düzey yönetimden bir kişinin projeye önderlik etmesi şarttır. Bu koordinatörün görevleri:

- 1) Altı Sigma eğitim planlarını hazırlamak ve eğitimin plana uygun olarak icrasını sağlamak,

- 2) Gerektiğinde Altı Sigma konusunda, eğitim kuruluşları, danışmalık şirketleri ve diğer ilgili kuruluşlardan yardım almak,
- 3) Altı Sigma konusunda yardım isteyen kuruluşların taleplerini cevaplamak,
- 4) Proje seçimi ve takımların oluşturulmasında kalite şampiyonu/şampiyonlarına yardımcı olmak,
- 5) Belirlenen projeleri ve bu projeler için oluşturulan takımları onaylamak,
- 6) Takımların ihtiyaçlarını değerlendirmek, uygun gördüklerinden yetkisi dahilinde olanları tedarik etmek, yetkisini aşanları üst kalite konseyine teklif etmek,
- 7) Kalite şampiyonlarına her konuda destek olmak
- 8) Tüm iyileştirme projelerini takip etmek ve elde edilen sonuçları bir rapor halinde üst kalite konseyine sunmak, şeklinde özetlenebilir (www.kaliteofisi.com).

1.5.3. Proje Şampiyonu (Sponsor): Projeleri saptayan ve izleyen yetkili kişidir. Projenin başında durmak zorunda olmamasına karşın projenin sorumluluğunu sponsor'dadır. Bunların görevleri:

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

1.5.4. Uzman Kara Kuşak: Altı Sigma projeleri oldukça zaman ve emek gerektiren projelerdir. Günlük akışı düzenlemek ve rehberlik etmek için görevlendirilen kişiler Uzman Kara Kuşaklardır. Bunların görevleri:

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

1.5.5. Kara Kuşak: Altı Sigma projelerinden birinci derece sorumlu olan kişidir. Süreç iyileştirme ve tasarım çalışmalarını yürütür. Daha önceden birkaç iyileştirme projesini başarıyla bitiren kişilere verilen ünvandır. Müşterinin istekleri ve memnuniyeti doğrultusunda yürüteceği projelerde, projenin geleceğini şekillendirir. Bu nedenle Kara Kuşakların bilmesi gereken 101 temel görev bulunmaktadır.

- 1) Genelde bir Altı Sigma kara kuşaklısı nicel düşünmeye yönelik olmalıdır.
- 2) Bir Altı Sigma kara kuşaklısı, minimum yardım ile genellemeleri eyleme uygun amaçlara dönüştürmede verileri kullanabilmelidir.
- 3) Bu amaçlara ulaşmak için örnek olaylar oluşturabilmelidir.
- 4) Amaçlarına ulaşabilmek için ayrıntılı planlar yapabilmelidir.
- 5) Amaçlara yönelik gelişimi müşterilere ve liderlere anlamlı gelen ölçülerle ölçmelidir.
- 6) Altı Sigma yolu ile elde edilen kazançları sürdürebilmek için kontrol sistemlerinin nasıl kurulacağını bilmelidir.
- 7) İlk hedeflere ulaşıldıktan sonra bile sürekli gelişimin mantığını anlamalı ve iletişimini sağlayabilmelidir.
- 8) Firmaların Altı Sigma'dan elde ettikleri faydaları nicelleştirecek araştırmalara

yakın olmalıdır.

9) Farklı sigma düzeyleri ile farklı PPM oranları arasındaki ilişkileri bilmeli veya bulabilmelidir (Altı Sigma = 3,4 PPM)

10)Çeşitli sigma düzeyleri için kötü kalitenin yaklaşık görel maliyetini bilmelidir (Üç sigma firmaları %25 COPQ -kötü kalitenin maliyeti- açıklamaktadır.)

11) İşgören ve müşteri taramalarından elde edilen verileri nicel olarak nasıl analiz edebileceğini bilmelidir. Buna güvenilirlik ve geçerlilik taramaları ile taramalar arasındaki farklar da dahildir.

12)Değişimle ilgili çeşitli kişilerin rollerini anlamalıdır (yüksek düzeydeki liderler, şampiyonlar, değişim ajanları, teknik liderler, ekip liderleri kolaylaştırıcılar).

13)Müşteri taramaları için testleri tasarlayabilmeli ve analiz edebilmelidir.

14)İki veya daha fazla tarama sonuçları kümesi verildiğinde onların arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

15)Müşterinin bekleme süresinin değerini nicelleştirebilmelidir.

16)Kısmen tamamlanmış bir kalite fonksiyonunun yayılımı matrisi(QFD matrisi) verildiğinde onu tamamlayabilmelidir.

17)Belirli bir süre için tutulan veya yatırılan paranın değerini hesaplayabilmelidir. Buna belirli bir miktarın şimdiki değeri ile gelecekteki değeri de dahildir.

18)Çeşitli dönemler için şimdiki değeri veya gelecekteki değeri hesaplayabilmelidir.

19)Bir projenin başabaş noktasını hesaplayabilmelidir.

20)Nakit akımlarının net şimdiki değerini hesaplayabilmeli ve bu sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

21)Nakit akımlarının iç getiri oranlarını hesaplayabilmeli ve sonuçları proje seçmek amacıyla kullanabilmelidir.

22)Altı Sigma için kötü kalitenin maliyeti mantığını bilmeli diğer bir deyişle, eğer

kötü kalitenin maliyeti analizi belirli bir süreç için optimumun altı sığmadan az olduğunu ortaya koyarsa ne yapılacağını açıklayabilmelidir.

23)Kötü kalitenin maliyetine ilişkin temel kategorileri bilmeli ve maliyetleri doğru kategorilere sınıflandırabilmelidir.

24)Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, istatistiksel trend analizi yapabilmelidir.

25)Zaman serisi verileri şeklinde bir kötü kalitenin maliyetleri tablosu verildiğinde, maliyetlerin çeşitli kategorileri dağılımı konusunda istatistiksel testler yapabilmelidir.

26)Bir proje ile ilgili işler verildiğinde, bitirme zamanları ve ilişkileri verildiğinde projenin en erken tamamlanma zamanları ile en geç tamamlanma zamanlarını ve boş zamanları (slack time) hesaplayabilmelidir. Aynı zamanda hangi görevlerin kritik patikada olduğunu belirleyebilmelidir.

27)Bir proje görevleri için maliyet ve zaman verileri verildiğinde normal ve crash eğrilerini ve minimum toplam maliyet eğrisini hesaplayabilmelidir.

28)Benchmarking'in temel ilkelerine yakın olmalıdır.

29)Benchmarking'in kısıtlamalarına yakın olmalıdır.

30)Bir örgüt yapısı ve ekip elemanları, süreç sahipleri ve sponsorlar verildiğinde; düşük başarılı olasılıklı projeleri belirleyebilmelidir.

31)Çeşitli ölçülerin sınıflayıcı, sıralayıcı, eşit aralıklı gibi çeşitli ölçek düzeylerini belirleyebilmelidir.

32)Belirli bir ölçekte elde edilmiş veriler verildiğinde, bunlarla belirli bir istatistiksel yöntemin analiz için uygulanıp uygulanamayacağını belirleyebilmelidir.

33)Uygun olarak toplanmış bir veri kümesi verildiğinde yanlılığın tekrarlanabilirliğinin, yeniden üretilebilirliğinin, kararlılığının, doğrusallığının hesaplanması gibi tam bir ölçme sistemi analizi yapabilmelidir.

- 34) Ölçme sistemi matrisi verildiğinde, belirli bir ölçme sisteminin sürecin belirli bir parçasında kullanılıp kullanılmayacağını bilmelidir.
- 35) Üretim dizişi bilinen bir veri kümesi ile üretim dizişi bilinmeyen bir veri kümesi için sigmaların nasıl farklı hesaplanacağını bilmelidir.
- 36) AIAG ve Gage R & R incelemesi sonuçları verildiğinde, ölçme sistemine ilişkin çeşitli soruları cevaplayabilmelidir.
- 37) "Bulunduğu durumu" ve "olması istenilen durumu" sözel betimlemeleri verildiğinde süreç haritalarını hazırlayabilmelidir.
- 38) Bir ham veriler tablosu verildiğinde, verilerin frekans dağılımını hazırlayabilmeli ve bunu bir histogram oluşturabilmek için kullanabilmelidir.
- 39) Bir gruplanmış frekans dağılımından yararlanarak, dağılımın ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabilmelidir.
- 40) Bir dizi problem verildiğinde, bunların frekansları için Pareto diyagramı çizebilmelidir.
- 41) Bölümlere göre problemleri belirleyen bir liste verildiğinde, bir çapraz tablo oluşturabilmeli ve bu bilgileri Ki-kare analizinde kullanabilmelidir.
- 42) Bir tabloda x ve y veri çiftleri verildiğinde, ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirleyebilmelidir.
- 43) Ürünleri ve süreçleri daha dirençli yapabilmek için doğrusal olmama durumlarını nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
- 44) Bir zaman dizişi şeklinde veriler verildiğinde, bir diziler (runs) grafiği oluşturarak nasıl yorumlayabileceğini bilmelidir. Buna dizi uzunluğunu hesaplamak, dizi sayısını hesaplamak ile nicel trend değerlendirmesi de dahildir.
- 45) Verilerin üstel veya Erlang Dağılımından geldiği söylendiğinde dizi grafiğinin standart x ortalama grafiğine tercih edilmesi gerektiğini bilmelidir-
- 46) Bir ham veri kümesi verildiğinde, merkezi eğilim, değişkenlik ve biçime ilişkin ölçüleri hesaplayıp yorumlayabilmelidir.

- 47) Bir ham veri kümesi verildiğinde, bir histogram oluşturabilmelidir.
- 48) Bir kök-yaprak diyagramı verildiğinde, yeniden bir örneklem üreterek diyagramın doğruluğunu (accuracy) belirleyebilmelidir.
- 49) Bir kutu diyagramı verildiğinde, birinci ve üçüncü kartillerle medyayı belirleyebilmelidir.
- 50) Parametrik olmayan yöntemleri ne zaman uygulayıp uygulayamayacağını bilmelidir.
- 51) Ne zaman analitik istatistiksel yöntemleri uygulayıp uygulayamayacağını bilmelidir.
- 52) Ayrık olaylar gibi, bağımlı ve bağımsız olaylar gibi temel olasılık kavramlarını bilmelidir.
- 53) Faktöriyel, permütasyon ve kombinasyon kavramlarını ve bunları olasılık dağılımlarında nasıl kullanabileceğini bilmelidir.
- 54) Sürekli ve kesikli rassal değişkenler için beklenen değerlerin nasıl hesaplanacağını bilmelidir.
- 55) Örneklemelerden elde edilen tek değişkenli istatistikleri hesaplayabilmelidir.
- 56) Güven aralıkları hesaplayabilmelidir.
- 57) Birikimli bir frekans grafiğinden değerleri okuyabilmelidir.
- 58) Binomial, Hipergeometrik, Poisson, Normal, Üstel, Ki-kare, t ve F gibi sık kullanılan olasılık dağılımlarına aşina olmalıdır.
- 59) Bir veri kümesi verildiğinde doğru biçimde hangi dağılımın kullanılması gerektiğini bilmelidir.
- 60) Örneklemelerden hesaplanan belirli bir istatistik ile varsayılan bir parametrenin analizi için farklı tekniklerin gerektiğini bilmelidir. Verilere ilişkin yeterli bilgi verildiğinde, bunlara uygun doğru tekniğin seçimi ve uygulamasını yapabilmelidir.
- 61) Alt gruplara ayrılmış bir veri kümesi verildiğinde, doğru kontrol grafiğini

seçmeli, hazırlamalı ve belirli bir sürecin kontrol altında olup olmadığına karar vermelidir.

62) Bunun aynı sık kullanılan kontrol grafiklerinin tümü için geçerli olmalıdır.

63) Varyans analizine(ANOVA) ilişkin varsayımları bilmeli ve verilere dönüşüm tekniklerini seçip uygulayabilmelidir.

64) Bir olası nedenler listesinden hangi nedenin en büyük olasılıkla rassal olmayan bir regresyonun hatalar, örüntüsünü açıklayabileceğini, belirleyebilmelidir.

65) Kontrol grafikleri gösterildiğinde bunları yorumlayabilmelidir.

66) Ön kontrolün (precontrol) mekaniklerini anlayabilmelidir.

67) Verilerde otokorelasyon olduğunda beklenen tartılı hareketli ortalama grafiği (EWMA) kullanılmalıdır.

68) Alt gruplara ayrılmış ve kontrol altında veriler verildiğinde, süreç yeterlilik analizi yapabilmelidir. Buna yeterlilik endekslerinin hesaplanması ve yorumlanması, hata yüzdelerinin tahmin edilmesi ve kontrol limitlerinin hesaplanması dahildir.

69) Süreç yeterlilik endeksleri için gerekli varsayımları bilmelidir.

70) Tekrarlı 2^2 Tam faktöriyel deney verildiğinde bütün ANOVA tablosunu hesaplayabilmelidir.

71) Deney tasarımlarının ilkelerini bilmeli ve deney tasarımı yapabilmelidir.

72) Bir deney planı verildiğinde, istenilen güce ulaşmak için deneyin doğru tekrar sayısını bulabilmelidir.

73) Çeşitli türden deneysel modeller arasındaki farkları bilmelidir (Sabit etkiler, rassal etkiler ve karma modeller gibi).

74) Rassallaştırma ve bloklama kavramlarını anlamalıdır.

75) Bir veri kümesi verildiğinde, Latin kare analizi yaparak sonuçları yorumlamasını bilmelidir.

76) Tek yönlü ANOVA ve iki yönlü ANOVA'nın tekrarlı ve tekrarsız biçimlerini tam ve kesirli faktoryal tasarımlar ile tepki düzeyi tasarımların, bilmelidir.

77) Uygun deneysel sonuçlar verildiğinde. en dik çıkışın (steepest ascent) yönünü hesaplayabilmelidir.

78) Bir değişkenler kümesi ve bunların iki düzeyi verildiğinde, doymuş bir tasarım (a saturated design) kullanarak izleme deneyi (screening experiment) için doğru deneysel tasarım, belirleyebilmelidir.

79) Böyle bir deney için veriler verildiğinde, hangi temel etkinlerin anlamlı olduğunu belirleyebilmeli. ve bu faktörlerin etkilerin, ifade edebilmelidir.

80) İki veya daha fazla kategorik değişkenlerden oluşan veri kümesi elimizde olduğunda (müşteri memnuniyetini araştıran taramalarda bu tür veriler elde edilir), Ki-kare testi uygulanarak örneklemeler arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirleyebilmelidir.

81) Altı Sığma kara kuşaklısı, karışma kavramım (confounding) bilmeli ve anlamlı temel etkilerle hangi iki faktörün etkileşimlerinin karıştığını belirleyebilmelidir.

82) Deneysel verilerden en dik yükselişin (steepest ascent) yönünü ifade edebilmelidir.

83) Katlamalı tasarımları (foldover) anlamalı ve belirli bir karışmayı (Bir başka etki ile korelasyon içinde olan bir etki - alias) temizleyen katlamalı tasarımı belirleyebilmelidir.

84) Bir bileşik veya merkezi bileşik tasarım oluşturmak için faktöryel tasarımı nasıl artırabileceğini bilmelidir.

85) Bir deneyin koyduğu teşhisi değerlendirebilmelidir.

86) Y değişkeni için gerekli dönüşümü belirleyebilmeli ve doğru dönüşümü uygulayabilmelidir.

87) İkinci dereceden bir tepki düzeyi denklemi verildiğinde, durağan noktayı hesaplayabilmelidir.

88) Veriler verildiğinde, durağan noktanın maksimum mu, minimum mu yoksa eğer noktası mı olduğunu belirleyebilmelidir.

89) İkinci dereceden bir kayıp fonksiyonunu kullanarak belirli bir sürecin maliyetini hesaplayabilmelidir.

90) Basit ve çoklu doğrusal regresyon analizi uygulayabilmelidir.

91) Regresyonların artıklarındaki örüntülerden kullanılan regresyon modelinin doğru olup olmadığını belirleyerek gerektiğinde doğru regresyon modelini uygulayabilmelidir.

92) Regresyon ve korelasyon analizleri arasındaki farkı bilmelidir.

93) Kontenjans tablolarına Ki-kare analizi uygulayabilmelidir.

94) Temel güvenilirlik analizi istatistiklerim hesaplayabilmelidir (bozulmalar arasında geçen ortalama süre -mtbf, elde edilebilirlik gibi).

95) Alt sistemler için bozulma oranları verildiğinde, Altı Sigma karakuşaklısı, bozulmalar arası ortalama zaman (mean time between failures) hedeflerini oluşturmak için güvenilirlik dağıtımını (reliability apportionment) yapabilmelidir.

96) Çeşitli sistem konfigürasyonları için sistem güvenilirliğini hesaplayabilmelidir.

97) Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) sonuçlarını anlayabilmelidir

98) Hata ağacı (fault tree) sonuçlarını anlayabilmelidir

99) Dayanıklılık ve stres dağılımları verildiğinde, bozulma olasılıklarını hesaplayabilmelidir.

100) İstatistiksel tolerans uygulaması yaparak basit montajlar için tolerans ayarlaması yapabilmelidir. İstatistiksel toleransları en kötü durum toleransları ile nasıl karşılaştıracağını bilmelidir.

101) Altı Sigma yaklaşımının kısıtlarının farkında olmalıdır.

1.5.6. Yeşil Kuşak: Bir sürecin ölçümü, analizi ve iyileştirmesi konusunda yardımcı olur. Çoğunlukla projelerde yarı zamanlı çalışan kişilerdir. Bir veya birden fazla

projeye dahil olabilir hatta ufak çaplı projelerden sorumlu olabilirler. Yeşil Kuşakların temel istatistik yöntemlerini bilmeleri ve bilgisayar yardımı ile analiz yapabilecek düzeyde olmaları gerekir. Yeşil Kuşakların ortalama iki haftalık basit eğitimler alması yeterlidir.

1.5.7. Sarı Kuşak: Bir diğer ifade ile proje ekip üyeleri, proje uygulamalarında destek vermek üzere görevlendirilirler. Sarı Kuşaklar projenin uygulandığı süreçteki kişiler arasından seçilirler. Bizzat sürecin içerisinde yer alan kişiler oldukları için projelere olan katkısı çok büyüktür. Sarı kuşakların üstlendikleri bazı görevler bulunmaktadır (Altı Sigma Forum, Nisan 2005:64).

- 1) Süreçle ilgili bilgi ve tecrübelerini proje liderleri ile paylaşmak.
- 2) Bağlı oldukları projede sorumluluklara alarak proje liderlerinin iş yükünü hafifletmek.
- 3) Proje liderlerinin verdiği iş ve görevleri yerine getirmek.
- 4) İşletmelerdeki Altı Sigma organizasyonunda belli bir kademeyi oluşturarak kurumsal Altı Sigma yayılımına katkıda bulunmak.

Siyah ve Yeşil kuşak sahiplerinin bilmesi gereken konular tablo 1.4'de detaylı ve karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

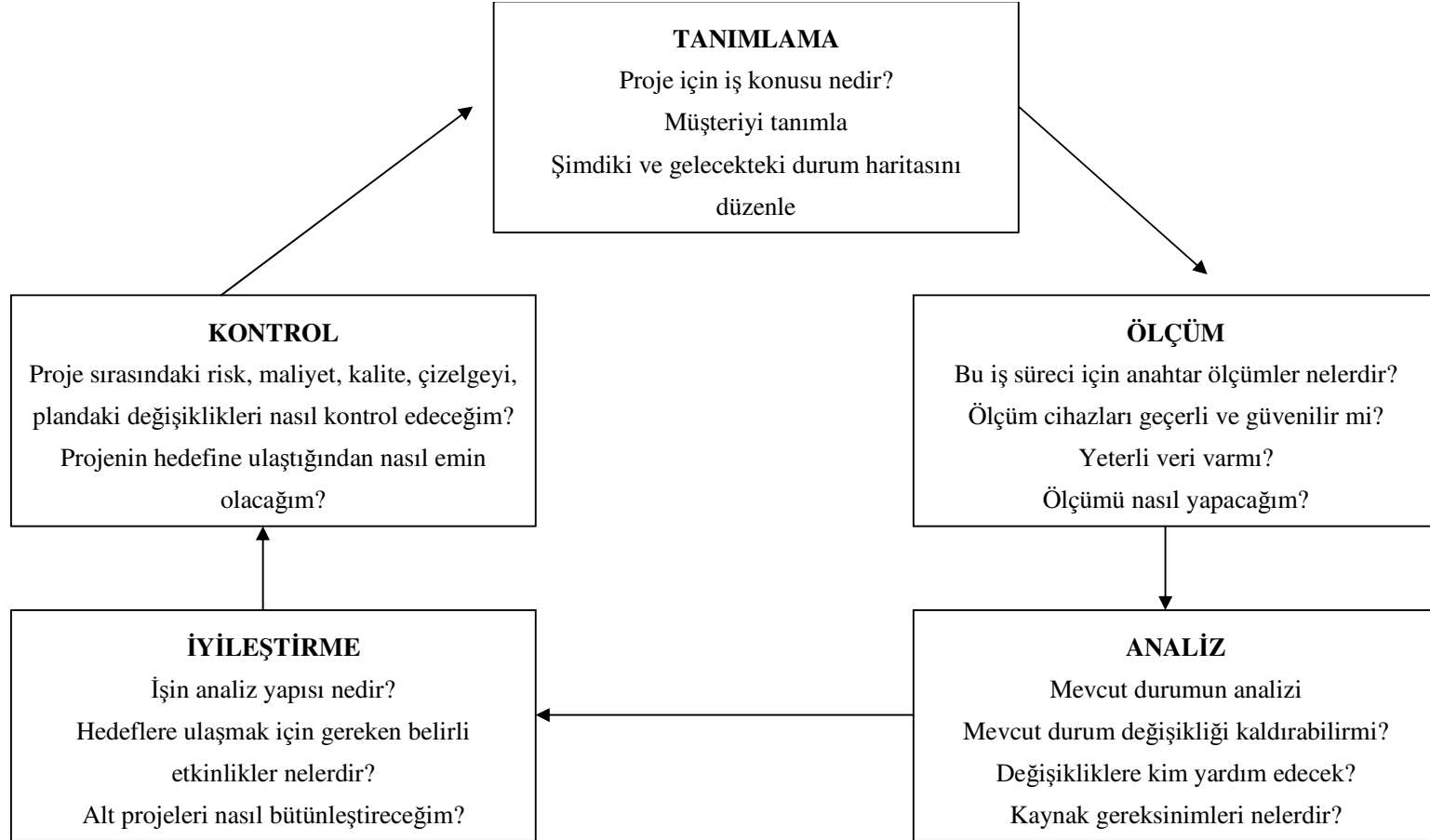
Tablo 1.4 Yeşil ve Siyah Kuşak Bilgi Gereksinimleri

Altı Sigma Düzey Gereksinimleri		Yeşil	Siyah
Tanıtm	Altı sigma tanıtımı	●	●
	Uyarılma ve yayılma	●	●
	Miras Kalite Gelişim Süreçleri (8-D, PDCA, Kaizen)	●	●
	İyi bir altı sigma projesi nasıl oluşur	●	●
	Altı sigma takımları	●	●
	Kalite maliyeti	●	●
	Proje yöneticisi	○	●
Tanımlama	Proje patenti	●	●
	Kalite hesaplarının kontrolü	●	●
	Kalite testi	●	●
	Sürecin haritalandırılması	●	●
	Value Stream haritalandırılması	○	●
	Yönelim kavramları	○	●
	Müşterinin sesi (VOC) / İşin sesi (VOB)	○	●
Ölçüm	Tanımlayıcı istatistik	●	●
	Ölçüm sistem analizleri	●	●
	Veri toplama	●	●
	Kalite araçları	●	●
	Olasılık	○	●
	Süreç yeterliliği	●	●
Analiz	Hipotez testi	○	●
	Olasılık dağılımları		●
	Korelasyon & Regresyon	○	●
	Varyans analizi (ANOVA)	○	●
Geliştirme	Taguchi Kayıp Fonksiyonu		●
	Deneysel tasarım(DOE)	○	●
	Sağlamlık çalışması		●
	Kalite fonksiyon yayılması (QFD)	○	●
	Başarısızlık etkisi& Etkilerin analizi	○	●
	Karar alma	●	●
	Hata/yanlış ispatı	●	●
Kontrol	Kontrol planlaması	●	●
	Çalışma yönergeleri	●	●
	İstatistiksel süreç kontrolü (SPC)	●	●

● - tam bilginin bulunduğu bölüm ○ - kısmi bilginin bulunduğu bölüm

Kaynak: www.quality-one.com/training/cbt_six_sigma_level_requirements.cfm

Şekil 1.4. Altı Sigma İyileştirme Çevrimi



1.6. Altı Sigma İyileştirme Çevrimi

Altı Sigma çevrimi, DMAIC(Define- Measure - Analyze - Improve – Control) olarak belirlenen beş aşamalı bir süreçtir. Yapısı bakımından Deming'in PDCA(Plan – Do – Check- Act) döngüsüne benzer.

1.6.1. Tanımla (Define): İşletme için hedeflerin tam ve düzgün olarak açıklanması büyük önem taşır. Bu nedenle şu üç soruya cevap verebilmek gerekir(Pande;2004):

- 1) Değişmemesi gereken süreçler nelerdir?
- 2) Müşterilere sunulan ürünler ve/veya hizmetler nelerdir?
- 3) Süreçlerin kuruluş içindeki akışı nasıldır?

En önemlisi, hedefleri müşterilerden elde edilen bilgilerle belirlemektir. Herhangi bir pazar araştırması yapmadan “müşterinin ihtiyaçlarını biz çok iyi biliyoruz” diyerek yola çıkmanın sonucu hüsrana olabilir. Gelecekte ayakta kalan şirketler müşterinin ihtiyaçlarına zamanında ve doğru bir şekilde cevap verebilen şirketler olacaktır.

En üst seviyedeki hedefler ise, genişçe bir müşteri sadakati ya da artan pazar payı veya daha çok çalışan memnuniyeti gibi organizasyonun stratejik hedefleri olacaktır. Müşterilerle, hissedarlarla ve çalışanlarla doğrudan paylaşım ile hedefler edinir (Pyzdek: 2003: 238).

1.6.2. Ölçme (Measure): Ölçmeden iyileştirme yapmak yanlış bir karardır. Var olan sistemin ölçülmesi ve mevcut durumla müşteri ihtiyaçlarının ne şekilde karşılandığının öğrenilmesi önemlidir. Amaç(lar)a yönelik gelişmeyi izlemeye yardımcı olacak geçerli ve güvenilir ölçümleri yerleştirmek gerekir (Pyzdek: 2003: 238).

1.6.3. Analiz (Analyze): Sistemin ya da sürecin mevcut performansı ile arzu edilen hedef arasındaki boşluğu ortadan kaldırmak için yöntemleri saptamak adına sistem analiz edilir. Mevcut ana hatlar belirleyerek başlanır. Veriyi anlamana yardımcı olması için keşifçi ve betimsel veri analizler kullanılır. Analizlere rehberlik etmesi için istatistik araçlar kullanılır (Pyzdek: 2003: 238).

1.6.4. Uygula (Improve): Sistem sürekli geliştirilir. Bir şeyleri daha iyi, daha ucuz ya da daha hızlı yapmak için yeni yollar bulmak konusunda keşfedici çalışmalar yapılır. Yeni yaklaşım için proje yönetimini ve diğer planlama ve yönetim araçları kullanılır. Gelişimi geçerli ve devamlı kılmak için istatistik yöntemler kullanılır (Pyzdek: 2003: 238).

1.6.5. Kontrol (Control): Yeni sistem kontrol edilir. Tazmin ve teşvik sistemlerini, politikaları, prosedürleri, MRP'yi, bütçeleri uyarlayarak, yönergeleri ve diğer yönetim sistemlerini işleterek geliştirilen sistemler kurumsallaştırılır. Dokümantasyonun doğru olduğundan emin olmak için ISO 9000 gibi kalite yönetim sistemlerinden istifade edilebilir. Yeni sistemlerin kararlı ve düzenli biçimde işlediğini izlemek için istatistik araçları kullanılır (Pyzdek: 2003: 238).

Tablo 1.5. İyileştirme Çalışmalarında Yap / Yapma

	Yap	Yapma
Tanımla	<p>Proje seçimini sağlam kriterler üzerine temellendirin.</p> <p>Müşteri tatmini ve maliyet/etkinlik faktörleri arasında dengeyi sağlayın ancak önceliği müşteri tatminine verin.</p> <p>Altı sigma ekibi için çalışma konusunu ve hedefi açıkça tanımlayın.</p> <p>Müşterilere doğrudan değer katan aktivitelere odaklanın.</p> <p>Prosesi tanımlarken ilgili tüm departmanların temsilcilerinden görüş alın.</p> <p>Temel prosesler için birkaç kritik girdi ve çıktı ile sınırlı kalın.</p> <p>Müşteri ve piyasa bilgisini toplamak için geniş tabanlı bir sistem oluşturun.</p>	<p>Aynı anda çok fazla sayıda proje seçmeyin.</p> <p>Büyük ölçekli ve geniş kapsamlı projeler seçmeyin.</p> <p>Seçtiğiniz projelerin gerekçelerini ortaya koymakta başarısızlığa düşmeyin.</p> <p>Temel süreçleri belirlerken fazla detaya inmekten kaçının.</p> <p>Proseslere değişmez birer sabit veri olarak bakmayın.</p> <p>Müşterinin gerçekte neyi istediğine dair yeni bilgilere zihninizi kapalı tutmayın.</p> <p>Çalışanları henüz yeni tanımlanmış müşteri gereksinimlerine derhal adapte olmalarını beklemeyin.</p> <p>Müşteri gereksinimlerini karşılama</p>

	<p>Ürünün ve müşteri hizmetlerinin kalitesine eşit derecede önem verin.</p> <p>Müşteri taleplerini açık ve ölçülebilir şekilde ifade etmek için çaba gösterin.</p> <p>Problem saptamasını mümkün olduğu kadar olgu ve veriler üzerine şekillendirip, net biçimde ifade edin.</p> <p>Problemin ne olduğu hedef ve proje parametreleri hakkında görüş birliği sağlanması için Proje Belgesini kullanın.</p> <p>Proje Belgesini ulaşılabilir kılın ve gerektiğinde revize edin.</p>	<p>performansını takip etmeyi unutmayın.</p> <p>Keşfettiğiniz yeni müşteri gereksinimlerini eskisinin yerini alacak yeni kalıplar haline dönüştürmeyin.</p> <p>Problemin sebepleri hakkında tahmin ve varsayımlara bel bağlamayın.</p> <p>Gerçekçi olmayan hedefler belirlemeyin.</p> <p>Proje Belgesini uzun ve karmaşık yazmayın.</p> <p>Başlangıç aşamasında sürecin ayrıntılarına inmeyin.</p>
Ölçme	<p>Kaynaklarınızla sınırlanmış ölçüm önceliklerinizi belirleyin.</p> <p>Ürün için olduğu kadar müşteri hizmetleri kalitesini ölçmek için de uygun yöntemler bulun.</p> <p>Ölçüm sisteminizi sürekli geliştirin.</p> <p>Gereksiz yada kullanışlı olmayan ölçümleri durdurun.</p> <p>Problemi daraltmak için ölçüm verilerini kullanın.</p> <p>Çıktı, proses ve girdi ölçümleri arasında denge kurun.</p> <p>Veri toplarken ileride neleri analiz etmek isteyeceğinizi de göz önünde tutun.</p>	<p>İşinize yaramayacak ölçüm formatlarını kullanmayın.</p> <p>Alternatif ölçüm opsiyonlarını ihmal etmeyin.</p> <p>Varsayımlarınızı desteklemeyen ölçüm verilerini göz ardı etmeyin.</p> <p>Ölçüm aşamasını kısa bir süre içine sığdırmaya çalışmayın.</p> <p>Ölçüm öncesi yapılması gereken temel hazırlık aşamasını atlamayın.</p>
Analiz	<p>Sebepler sonuç hipotezlerinizi anlaşılır ve açık şekilde ortaya koyun.</p> <p>Hipoteziniz hakkında şüpheli olun.</p>	<p>Aşırı ve gereksiz derinlikte analiz yapmayın.</p> <p>Problemi tam olarak anlamadan analiz sürecini sonlandırmayın.</p>

	Müşterek düşünmeyi ve fikir yürütmeyi kullanın.	
İyileştirme	<p>Elde edilebilecek sonuçlar hakkında büyük düşünün.</p> <p>Fırsat ve riskleri dengeleyen bir iyileştirme ölçeği tanımlayın.</p> <p>Tüm temel müşteri talepleri için proses performans ölçümlerine dair sağlam bir temel oluşturduğunuza emin olun.</p> <p>Proses geliştirme fırsatları için sürecin içinden ve organizasyon dışından elde edebileceğiniz her bilgiye dikkat edin.</p> <p>Prosesi yeni bir gözle bakmak için konsantre olun.</p> <p>Prosesi yeniden tasarlariken olası kazanımlar için proses analizi yapın.</p> <p>Tasarımı analiz etmek için performans kriterleri belirleyin.</p> <p>Öğrendiklerin doğrultusunda planlarınızı revize etmeye hazır olun.</p> <p>Süreci detaylandırın ve geliştirin. Süreci pilot uygulamada test edin.</p>	<p>Ürün yeterlilik kriterlerinin ve müşteri taleplerinin statik olduğunu sanmayın.</p> <p>Organizasyonu değişime hazırlamak için vakit kaybetmeyin.</p> <p>Süreci yeniden tasarlamayı planlıyorsanız elinizdeki problemin kök nedenlerini araştırmakla vakit kaybetmeyin.</p> <p>Yeni prosesi sırf daha efektif olduğu için herkesin seveceğini zannetmeyin.</p> <p>Gözünüzü yeni prosesten ayırmayın.</p> <p>Pilot uygulamayı gerçek uygulama koşullarından farklı, “evcil” koşullarda değerlendirmeyin.</p>
Kontrol	<p>Yeni süreci destekleyecek iyi bir dokümantasyon geliştirin.</p> <p>Süreç performansını görüntülemek için dengeli bir ölçüm karışımı kullanın.</p> <p>Bilgiyi hızlı ve basit olarak taşıyacak ölçüm raporları kullanın.</p> <p>Proseste gerçekleşebilecek problemler için bir aksiyon programı geliştirin.</p>	<p>Süreç yönetimini değişimden etkileneceklerin görüşünü ve desteğini almadan devreye sokmayın.</p> <p>Kullanışsız ve işe yaramaz süreç raporları ve dokümantasyonlar oluşturmayın.</p> <p>Dokümanları ulaşılamayacak dolaplarda kilit altında saklamayın.</p> <p>Proses haritalarının süreç kontrol düşüncesini görselleştiren en pratik araçların başında geldiğini</p>

	Proses geliştirme aşamalarını ve öğrendiklerinizi belgeletin. Kazanımlarınızı elde tutmak için proses kontrol planı geliştirin. Süreç sahibi için görev ve sorumlulukları dikkatli şekilde tanımlayın.	unutmayın.
--	--	------------

Kaynak: www.altisigma.com

1.7. Yeterlilik Endeksleri

Altı Sigma’da kullanılan bazı endeksler bulunmaktadır. Endekslerin kullanım yerleri değişik olduğu için tanımlarda değişebilmektedir. Altı Sigma’da endeks, süreç dağılımını tolerans dağılımı ile karşılaştıran bir orandır. Endeks hesaplamalarında dikkat edilmesi gereken dört temel faktör vardır (Roth; 2005:24-29).

- 1) Sürecin dağılımının normal yada normale yakın olması gerekir.
- 2) Süreç İstatistik Kontrolde olmalıdır.
- 3) Örnek boyutunu standart sapmanın anlamlı olacağı kadar büyük seçmelidir.
- 4) Standart sapma aynı formülle hesaplanmalıdır.

Bunun dışında ölçüm hatası belirleme işlemi de yapılmalıdır. Ölçümler tekrarlanmalı ve değişkenlik gözlenmelidir.

1.7.1. C_p Endeksi

Sürecin bir spesifikasyonu yerine getirip getiremeyeceğini belirlemek için kullanılan bir endekstir.

$$C_p = \frac{(USL - ASL)}{6\sigma}$$

Üst spesifikasyon ile Alt spesifikasyon değerlerinin arasındaki farkın 6 standart

sapmaya oranıdır.

Yıllar boyunca mühendisler süreç dağılımının, tolerans aralığının %75'inden fazla olmamasını yeterli görmüşlerdir. Bu ise 1,33 değerine karşılık gelmektedir. Literatürde;

$C_p \geq 1$ Yeterli bir süreç

$C_p < 1$ Yetersiz bir süreç

Olarak kabul edilmesine rağmen, uygulamada 1,33 değerinden daha küçük olan süreçler yetersiz olarak kabul edilmektedir.

1.7.2. C_{pk} Endeksi

Bu endeksin bir önceki C_p endeksinden farkı, süreç ortalamasının da belirlenerek hesaplamaya dahil edilmesidir. Burada olası bir hata söz konusudur. Süreç ortalamasının nominal değerden ne kadar farklı olduğu hesaplanamamaktadır.

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - Ortalama}{3\sigma}, \frac{Ortalama - ASL}{3\sigma}\right)$$

“Bir sürecin Altı Sigma olabilmesi için o sürecin değişkenliğinin üst spesifikasyon limiti ile alt spesifikasyon limitlerinin farkı olan spesifikasyon genişliğinin yarısına eşit olması gerekir. Eğer sürecin ortalaması spesifikasyon limitlerinin orta noktasına eşitse ve süreç değişkenliği spesifikasyon genişliğinin yarısına eşit ise, C_{pk} ve C_p değerleri 2'ye eşit olur. Altı Sigma süreçleri için minimum C_{pk} değeri 2'dir. C_p değeri 2'den büyük olabilir.” (Gürsakal; 2003:152)

1.8. Ortalamadaki Kayma

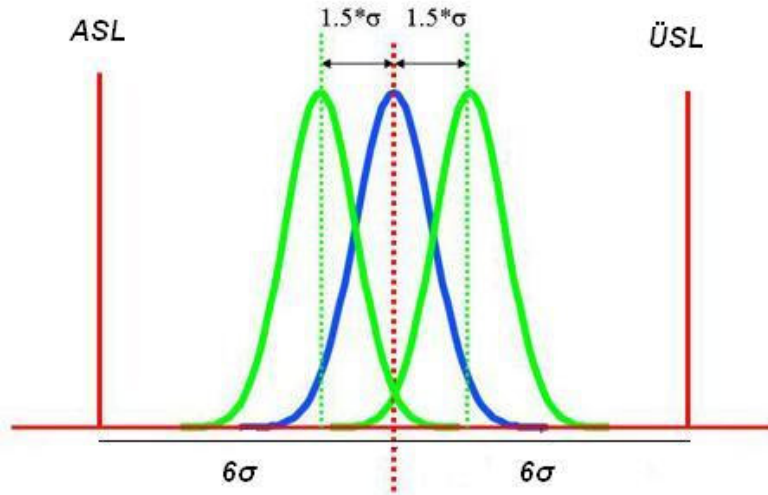
Motorola tarafından Altı Sigma konusunda yapılan çalışmaların neticesinde, uzun dönemdeki standart sapma, kısa dönemdeki standart sapmanın 1,5 katı olarak hesaplanmıştır.

Bu sapmanın sebebi üretimde kullanılan bir aracın eskimesinden veya tedarikçilerin sağladığı hammaddenin farklılığından oluşabilir (Gürsakal, 2003).

John Maleyeff ve Daren E. Krayenvenger 2004 yılındaki makalelerinde Altı Sigma'nın milyonda 3.4 hata hedefini birçok işletmenin anlamadığını belirtmektedir. "Sadece işlemin aritmetik ortalaması nominalden 1.5 sigma-birim değiştirildiğinde ve sadece işlemin değişkenliği normal olarak dağıtıldığında milyonda 3.4 uyuşmazlıkla sonuçlanacağını bilmemektedirler." (J.Maleyeff, D E. Krayenvenger; 2004). Motorola tarafından ortaya atılan 1.5 sigma kaymanın evrensel olup olmadığı hala tartışılan bir konudur.

Sonuç olarak sürecin ortalaması her zaman nominal değerde olmaz ve çok farklı sebeplerden dolayı süreç ortalaması sağa veya sola $1,5 \sigma$ sapma gösterebilir (Şekil 2.5).

Şekil 1.5. Altı Sigma'da 1.5 Sigma Kayma



Kaynak: www.qsconsult.be/Website%20Engels/images/Six-Sigma-1.jpg

BÖLÜM 2: ALTI SİGMA UYGULAMASI

2.1. Şirket Tanıtımı

İncelemeye konu olan şirket 1965 yılında Bolu’da kurulmuştur. İlk faaliyet alanı elektrik motorlarının tamir ve bakımını gerçekleştirmek olan şirket 1980’li yılların başında Bolu’da kurulan Arçelik Pişirici Cihazlar fabrikasının, çeşitli makinelerinin üretimini ve montajını gerçekleştirmiştir. Fabrikanın üretime başlaması ile birlikte Arçelik için metal parça yardımcı sanayi olarak faaliyet göstermeye başlamıştır. 1984 yılından bu yana Anonim Şirket statüsünde olan firma, 26 yılı aşkın bir süredir Arçelik’in yardımcı sanayisi olarak hizmet vermektedir.

Fabrikada saç metal parça üretimi ile birlikte kalıp üretimi de yapılmaktadır. 2800 m² alan üzerine kurulu fabrikada, yıllık 7000 ton saç işlenmekte ve 610 adet farklı ürün üretilmektedir.

Şekil 2.7’de işletmenin yerleşim planı görülmektedir. Fabrikanın yerleşim planına bakıldığında hataların olduğu görülmektedir. İşletmenin her geçen gün yeni makineler olarak büyüme eğiliminde olması bu yerleşim probleminin ana sebebidir.

İşletmede 101 işçi, 2 tanesi makine mühendisi olmak üzere 3 adet mühendis ve 19 adet idari personel çalışmaktadır. Şekil 2.1’de işletmenin organizasyon şeması görülmektedir.

Fabrikayı giyotin makas, pres ve gruplama olmak üzere üç grupta ele alınırsa, giyotin makas kısmında 7 işçi, presde 67 işçi ve gruplamada 27 işçi çalışmaktadır.

İşletme sipariş usulü ile çalışmaktadır. İşletmeye müşteri tarafından sipariş geldiğinde, pazarlama bölümü siparişi alır ve teyidini gerçekleştirir. Planlama bölümü tarafından siparişin aylık ve günlük planlaması gerçekleştirilir.

Satın alma bölümüne satın alma sipariş tarihleri bildirilir. Satın alma bütçesi hazırlanır ve muhasebe bölümüne devir edilerek ödeme bütçesi hazırlanması sağlanmaktadır. Günlük üretimden iki gün önce ürünler satın alınmış olur. Eğer bu ürüne ait kalıplar

mevcut değilse, AR-GE bölümü tarafından bu ürüne ait kalıpların imalat süreci başlatılır.

Üretime ait bütün ihtiyaçlar giderildiğinde, üretim ve sevkiyat bölümü günlük planlamayı operasyonel planlamaya çevirmektedir. Makinelere ve işçilere ait iş emirleri üretim sorumlusu vardiya şeflerine yazı ile bildirilir.

Vardiya şefleri iş emrini operasyonlara döker ve bunların gerçekleşmesini takip edilerek gerçekleştirilme nedenlerini ortadan kaldırılır. Üretim sonucunda ürünler depoya çekilir. Müşteri tarafından belirlenen günde teslim edilir.

ISO Kalite Güvence Belgesine sahip olan işletme içerisinde üç tip kalite çalışması yapılmaktadır:

1) Giriş Kalite: Müşteri tarafından istenilen ürüne ait müşteri tarafından temin edilen hammaddenin gelişinde yapılan kalite çalışmalarıdır. Burada gözle hasar tespiti ve ölçümlere boyutsal kontrol yapılmaktadır.

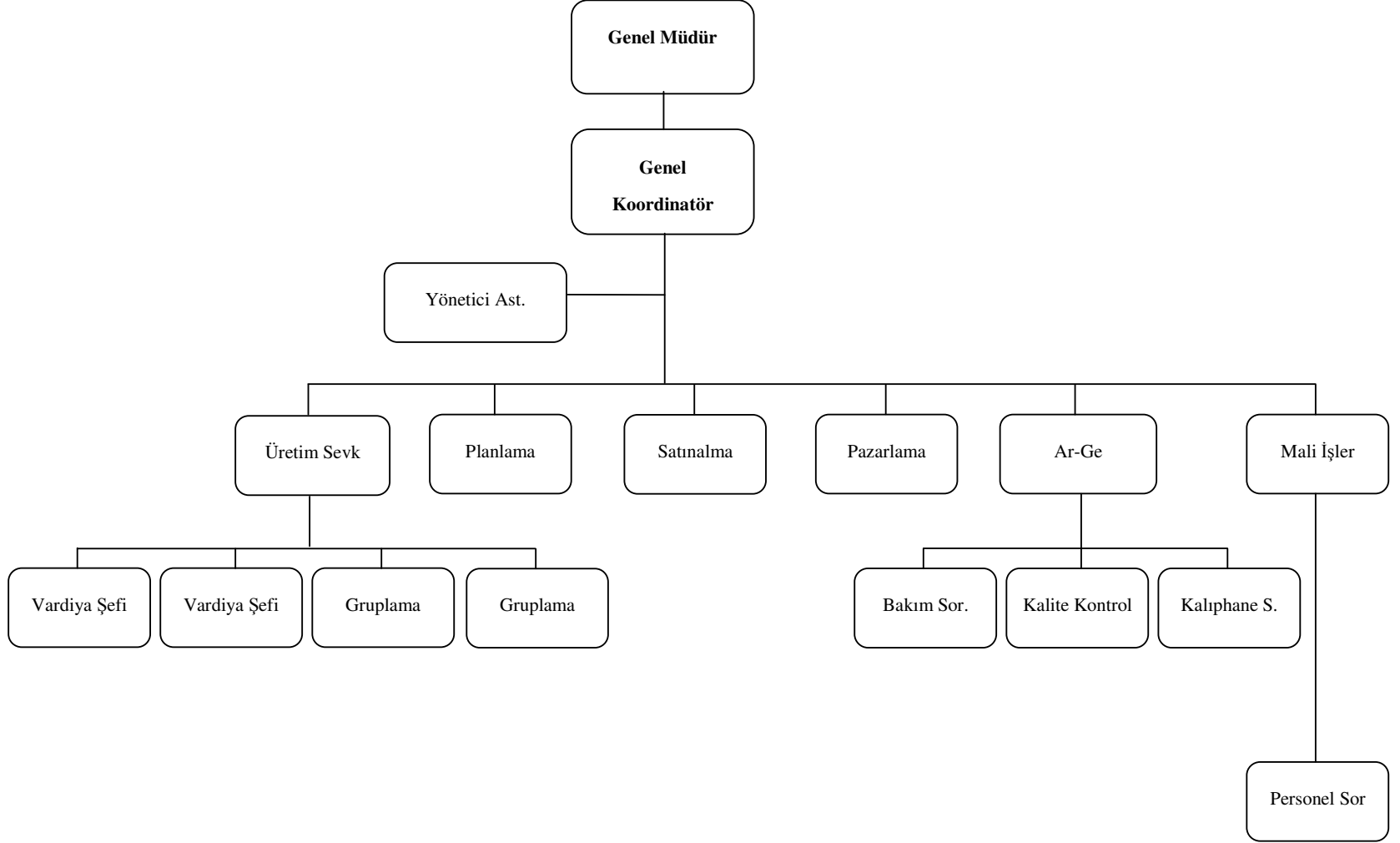
2) Proses Kalite: Teknik resimde belirtilen görünüm ile uyumluluğu, deliklerdeki çapak kontrolü, matkap uçlarının kontrolü, mastar kontrolü, puntaların sağlamlık kontrolü, yüzey görünüm kontrolü ve gruplanan malzemenin apart kontrolü bu kısımda yapılmaktadır.

3) Çıkış (Final) Kalite: Üretim sonunda aşağıdaki tablo 2.1’de görüldüğü şekilde son kontroller yapılır ve ürün sevk edilmek üzere depoya çekilir.

Tablo 2.1. Son Kontrol Çeşitleri

KONTROL CİNSİ	KONTROL EKİPMANI
Genel Görünüş Kontrolü	Göz ve El
Ambalaj Kontrolü	Göz ve El
Kaplama Kalınlığı	Ölçüm Cihazı
Punta ve Delik Kontrolü	Göz ve El
Ölçü Kontrolü	Kumpas, Mikrometre, Açık Ölçer
Mastar Kontrolü	Kumpas, Mikrometre, Açık Ölçer

Şekil 2.1. Organizasyon Şeması



2.2. Altı Sigma Projelerini Seçmek

Altı Sigma'da en önemli konu doğru projenin seçilmesidir. Amaç proje yapmış olmak için proje yapmak olmadığı için uzun dönemli sürdürülebilir ve sağladığı katma değeri yüksek olan projelerin seçilmesi şarttır. Üst yönetim kampanyalar düzenleyerek Altı Sigma'ya dikkat çekmelidir. Daha sonraki aşamada beyin fırtınası yöntemini kullanarak muhtemel projelerin ortaya konulması ve tartışılması gerekmektedir. Genellikle aşağıdaki projeler ilk olarak uygulanmak istenmektedir. (Bertels ve Patterson, 2004:57)

- 1) Taşıma ve nakliye masraflarını azaltma
- 2) Üretim kapasitesini artırmak ve ürünün hurdalarını azaltmak
- 3) Yedek parça maliyetlerini azaltmak
- 4) Üretim hattındaki değişkenliği azaltmak ve çıkış hızını artırmak
- 5) Bakım amaçlı yedek parça stoklarının azaltılması
- 6) Bitmiş ürün stoklarını azaltmak

Bu projelerin seçilmesi ve sonuçlandırılmasından sonra, Altı Sigma'nın çalışması ve uygulanışı hakkında bilgi sahibi olan çalışanlar daha önemli projeleri üst yönetimle birlikte belirleyecektir.

Altı Sigma'da hedef müşteri memnuniyeti olduğu için, bu çalışmada Altı Sigma projesini seçerken uygulama yapılan şirketin müşterisi olan Arçelik firması yetkilileri ile görüşülmüştür. 2005 yılı iade miktarları ve nedenleri Arçelik firmasından temin edilmiştir. Bir önceki yıla ait verilerinin olması sebebiyle, proje seçiminde beyin fırtınası yöntemi yerine Pareto analizini kullanarak en çok hata sebebinin araştırılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

2.3. Pareto Analizi:

Sorunların tanımlanması ve çözümleri için önceliklendirilmesi amacıyla kullanılan bir araçtır. Vilfredo Pareto ve M.C. Lorenz isimli iki ekonomistin farklı zamanlarda yaptığı teorinin özünde, ulusal gelirin %80'ini nüfusun %20'si tarafından paylaşılıyor düşüncesi yatmaktadır. Bir diğer ifadeyle hataların %80'nin kaynağı, hataları oluşturan faktörlerin %20'sinden oluşmaktadır tezinin sonucu olarak ortaya çıkan bir analizdir.

Pareto analizinde amaç sorun çözmek değil ilk olarak hangi sorunun çözülmesi gerektiğine yani öncelik sırasına karar verebilmektir.

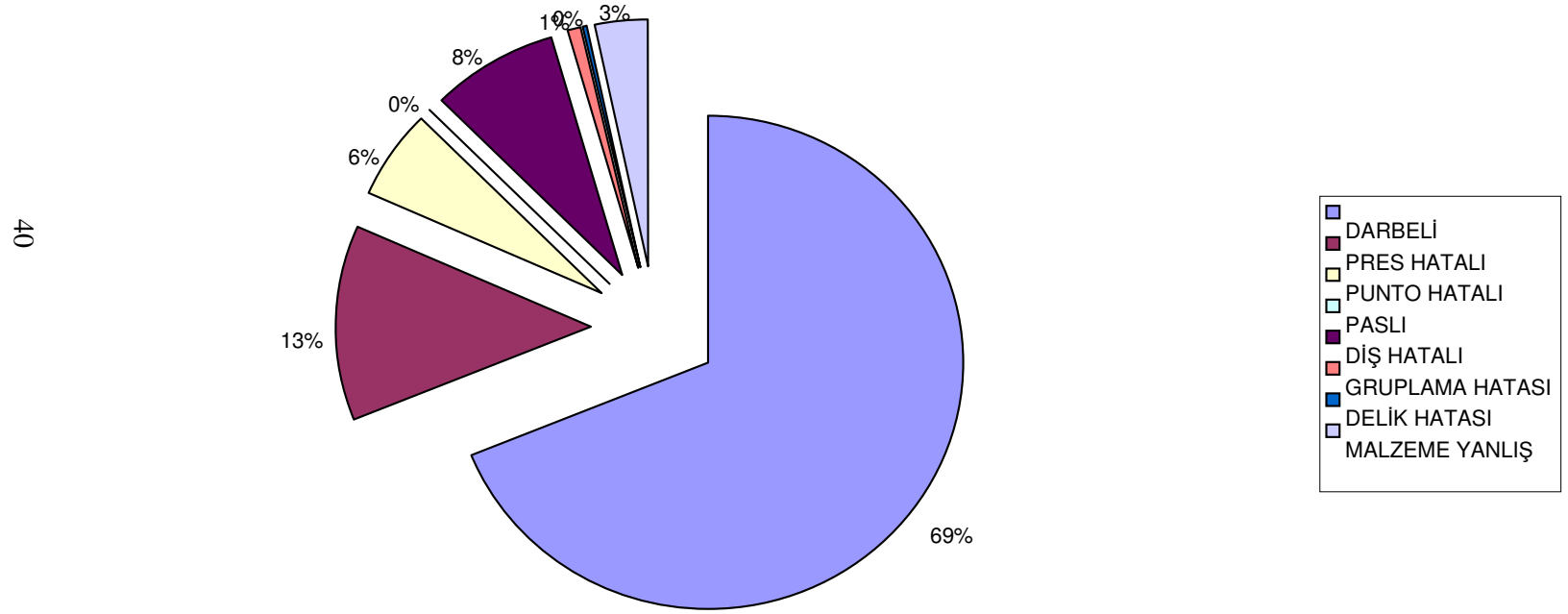
Tablo 2.2. 2005 Yılı Hatalı Parça Miktarları

HATA AÇIKLAMASI	GÖNDERİLEN TOPLAM MALZEME (ADET)	HATA SAYISI (ADET)	GERİ DÖNEN PARTİ SAYISI
DARBELİ	231604	2459	48
PRES HATALI	150115	453	29
PUNTO HATALI	97946	204	11
PASLI	19436	6	1
DİŞ HATALI	15068	282	13
GRUPLAMA HATASI	9396	37	5
DELİK HATASI	3781	9	2
MALZEME YANLIŞ	1261	115	1
TOPLAM	528607	3565	110

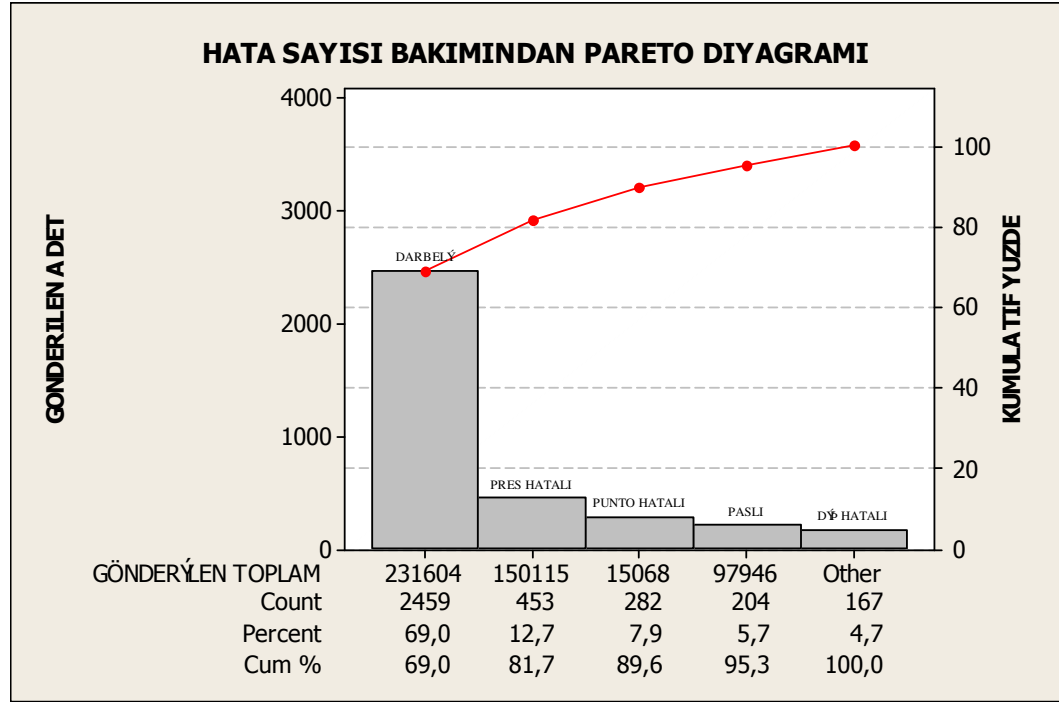
Arçelik, Kalite Kontrol çalışmasını gönderilen ürünler içinden rassal olarak numune almak suretiyle yapmaktadır. Kontroller de kabul edilen parti içindeki ürünlere boya, sırlama vb. katma değerler sağlanmaktadır. İşletmemize geri gönderilen ürünlerin tamamına yakını boya, sırlama vb. katma değerler sağlandıktan sonra montaj hattında tespit edilen hatalı ürünlerdir. Bu ürünlerin tekrar onarılması için üzerlerindeki boya veya sırrın kaldırılması gerekmektedir. Bu işlemin maliyeti yüksek olması nedeniyle geri iade edilen ürünler hurda olarak kabul görmektedir ve maliyeti artmaktadır.

Tablo 2.2'de görüldüğü üzere 2005 yılında Arçelik firması tarafından hatalı ürün nedeniyle geri gönderilen parti sayısı 110 tanedir. En çok darbe problemi nedeniyle ürünler geri gönderilmiştir (48 parti).

Şekil 2.2. Hata Türleri ve Yüzdeleri



Şekil 2.3. İyileştirme Öncesi Pareto Diyagramı



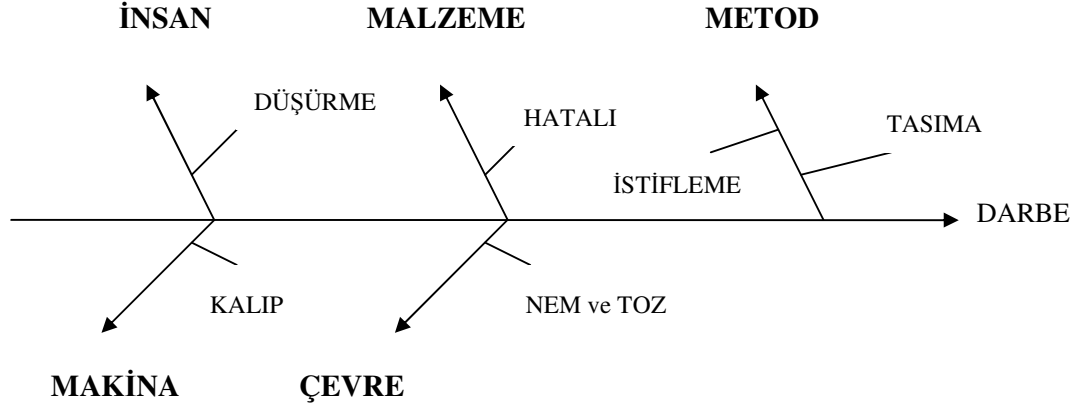
Şekil 2.3.'deki Pareto diyagramında görüldüğü üzere %69'lık oranla en fazla hata sebebi darbeden kaynaklanmaktadır. İkinci sırada %12 ile pres hatası ve üçüncü sırada da %8'lik bir oranla punto hatası görülmektedir.

2.4. Sebep- Sonuç Diyagramı

1943 yılında Kaoru Ishikawa tarafından bulunan bu teknik, problemin ortaya çıkışına etki eden sebeplerin bulunması için kullanılan bir yöntemdir. Amaç problem üzerinde etki eden 6 ana faktörün (İnsan, Malzeme, Metod, Makine, Çevre ve Yönetim) altında yatan alt nedenlerin 5N 1 K çözüm metodu ile açıklığa kavuşturulmasıdır.

Pareto diyagramında görüldüğü gibi, gönderilen ürünler arasında en fazla geri dönüş sebebi darbe'dir. Ürünler üzerindeki darbelerin kaynağını bulmak için yapılan sebep-sonuç diyagramı (balık kılçığı) şekil 2.4.'de görülmektedir.

Şekil 2.4. Balık Kılçığı Diyagramı



Malzemenin müşteri tarafından karşılanması, aile şirketi olması nedeniyle yönetimde tek söz sahibinin olması ve çevresel etkileri ortadan kaldırmanın yüksek maliyeti bu süreçte, malzeme, yönetim ve çevre faktörlerine etki etmeyi imkansız kılmaktadır.

2.5. F Testi Varyans Analizi

2005 yılında 10 aya ait, darbe nedeniyle oluşmuş hata oranları (x1000) tablo 2.3’de görülmektedir. Bu verilerin ışığında aylara göre ortalamalar arasında farklılık olup olmadığını analiz etmek için F-Testi (Varyans Analizi) gerçekleştirildi.

Tablo 2.3. Darbe Hata Oranları

OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN
7,3	1,2	2,7	7,7	5,4	0,5
5,9	4,8	6,5	66,7	3,2	2,5
1,6	8,9	6,7	6,8	1,9	3,4
	3,8	3,7	6	21,7	2,6
		20	6,2	0,8	4
		1,9		21,4	2,7
		13,2		6,6	
		46,2			

TEMMUZ	AGUSTOS	EYLUL	EKIM
1,1	10,5	2	4,1
0,6		6,5	7,6
42,5		0,3	23,7
17,1		8,9	3

Test edeceğimiz hipotezlerimiz, aylar arasında ortalamalar bakımından bir fark olmadığını tanımlayan H_0 hipotezi yani her ayın ortalaması birbirine eşit ve veriler aynı kütleden çekilmiştir. Alternatif hipotezimiz ise en azından iki aya ait ortalamamın birbirine eşit olmadığını tanımlayan H_1 hipotezimiz;

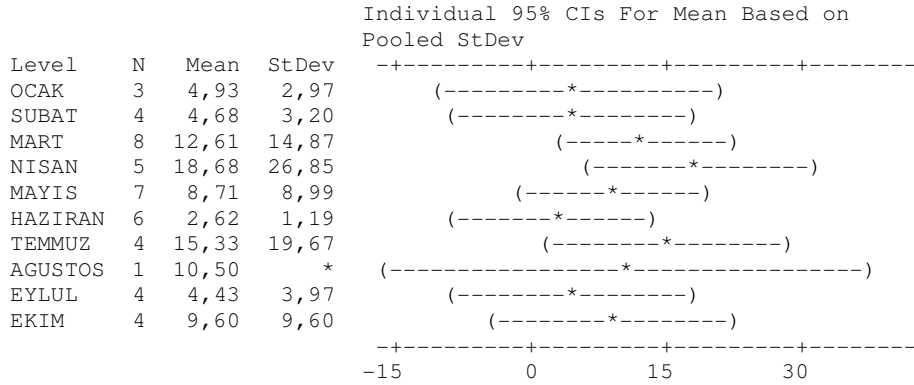
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{10}$$

H_1 : μ 'lerden en az ikisi eşit değil.

One-way ANOVA: OCAK; SUBAT; MART; NISAN; MAYIS; HAZIRAN; TEMMUZ; AGUSTOS; ...

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	9	1182	131	0,73	0,677
Error	36	6456	179		
Total	45	7639			

S = 13,39 R-Sq = 15,48% R-Sq(adj) = 0,00%



Pooled StDev = 13,39

Payın serbestlik derecesi 3, paydanın serbestlik derecesi 16. Ek-2'de bulunan %5 güven aralığına göre F tablo değeri.

$$F_{0.05,3,16} \cong 2.12$$

Hesaplanan F değeri (0.73) tablo değerinden küçük olduğuna göre H_0 hipotezi kabul edilir. Yani aylara ait ortalama değerler arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bilindiği üzere F testinde örneklerin alındığı anakütlelerin normal dağılım göstermesi, aynı varyansa sahip olması ve homojen bir dağılıma sahip olması gerekmektedir.

2005 yılı verilerinde her aya ait aynı sayıda ölçüm yapılmadığı gözlemlenmektedir. Örneğin Ağustos ayında sadece bir parti malzeme gitmiş ve bir tek değer elde edilmiştir. F testini uygulanırken homojenlik olması beklenir. Burada örneklem sayıları farklı olduğu için homojenlikten özelliği bulunmamaktadır. Bu nedenle anakütle ortalamalarını test etmek için F testi uygulamak yerine, Non parametrik testlerden olan Kruskal-Wallis testi uygulamak gerekmektedir.

2.6. Kruskal-Wallis Testi

F testine alternatif olarak kullanılan Kruskal-Wallis testinde normallik ve homojenlik gibi temel faktörlerin gerçekleşip gerçekleşmediği önem taşımamaktadır. Bu testin sonuç kısmında analiz edilecek bölüm sayısı üç den fazla ise örnekleme dağılımı Ki-Kare dağılımına uyum sağlar(Kartal, 1998). Buna göre F testinde olduğu gibi H_0 hipotezi örneklem ortalamalarının eşit olduğunu, H_1 hipotezi ise en azından iki örnekleme ait ortalamanın birbirinden farklı olduğunu belirtmektedir.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{10}$$

H_1 : μ 'lerden en az ikisi eşit değil.

Kruskal-Wallis Test: C1 versus C2

Kruskal-Wallis Test on C1

C2	N	Median	Ave Rank	Z
AGUSTOS	1	10,500	37,0	1,02
EKIM	4	5,850	28,0	0,70
EYLUL	4	4,250	18,5	-0,78
HAZIRAN	6	2,650	12,6	-2,14
MART	8	6,600	27,6	0,94
MAYIS	7	5,400	23,4	-0,03
NISAN	5	6,800	32,4	1,57
OCAK	3	5,900	21,0	-0,33
SUBAT	4	4,300	20,6	-0,45
TEMMUZ	4	9,100	22,8	-0,12

Overall 46 23,5

H = 9,22 DF = 9 P = 0,417
H = 9,22 DF = 9 P = 0,417 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Bölüm sayısı 10 olduğundan 9 serbestlik derecesine göre Ek-3'te bulunan χ^2 tablo değeri:

$\chi_{0,05;9}^2 = 16,92$ olur.

Buna göre bulunan tablo değeri hesaplanılan 9,22 değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. %5 önem seviyesine göre ayların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

2.7. Sürecin Sigma Seviyesini Belirlemek

Bir sürecin Sigma seviyesini belirlemek için kullanılan çok basit bir yöntem vardır. Bu yöntemi kullanabilmek için bazı kavramları bilmek ve hesaplamak gerekir.

Hata: Ürün veya hizmette ortaya çıkan standart dışı beklenmeyen durumlar.

Birim: Ürün veya hizmet gibi ölçülebilen kavramlar.

Hata Çeşit Sayısı: Ürün veya hizmette ortaya çıkan hata sayısı.

Birim Başına Hata: Ürün yada hizmette oluşan toplam hata sayısı. (ppm: milyonda birim adedi)

DPMO: Birim başına hata'nın hata çeşidi sayısına bölünmesi.

Hesaplama kısmında ilk önce toplam hata sayısı (D) bulunur. Toplam hata sayısı bu hataların hesaplandığı toplam birim sayısına (N) bölünür. Bölüm sonucu 1 000 000 değeri ile çarpılarak Birim Başına Hata (ppm) değeri hesaplanır. Ppm değeri Birim Başına Toplam hata sayısına (O) bölünerek dpmo hesaplanır. Bulunan değer Ek-3'deki Sigma Çevrim Tablosuna bakılarak belirlenir.

İşletme içinde üretilen yüzlerce ürün içersinde 2005-2006 yılları arasında fırın alt kapak saçı en fazla üretilen üründür. Bu nedenle fırın alt kapak saçına ait sürecin iyileştirilmesi yapılmıştır. Sürece ait 2005 yılı verileri tablo 2.4' de verilmiştir.

İlk olarak fırın alt kapak saçına ait sürecin sigma seviyesini tespit edersek:

Tablo 2.4. Alt Kapak Saçı 2005 Yılı Hatalı Birim Sayıları

AYLAR	GÖNDERİLEN BİRİM SAYISI	HATALI BİRİM SAYISI	AÇIKLAMA
OCAK	11682	19	DARBELİ
ŞUBAT	10511	13	DARBELİ
MART	14211	46	DARBELİ
NİSAN	10748	29	DARBELİ
MAYIS	14741	40	DARBELİ
HAZİRAN	11707	70	DARBELİ
TEMMUZ	8183	9	DARBELİ
EYLÜL	12879	143	PUNTO
KASIM	12324	50	DARBELİ
TOPLAM	106986	419	

Toplam Hata Sayısı (D) 419

Toplam Birim Sayısı (N) 106986

Birim Başına Hata (ppm) $BBH = D / N * 1\ 000\ 000$

$$BBH = 419 / 106986 * 1\ 000\ 000$$

$$BBH = 3916,400$$

Toplam Hata Çeşiti (O) 2 (Darbe ve Punto)

Milyonda Hata Olasılığı (DPMO) $DPMO = BBH / O$

$$DPMO = 3916,400/2$$

$$DPMO = 1958,200$$

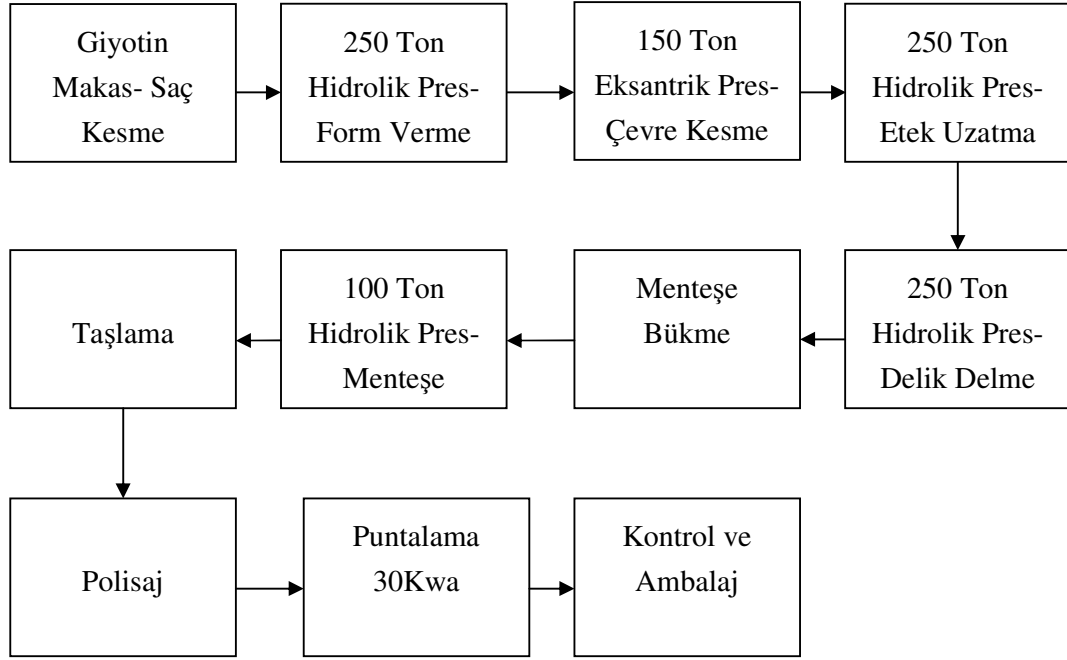
1958,2 değerine Ek-3'ten baktığımızda bu değere karşılık gelen Sigma seviyesi

yaklaşık olarak 4,4 olarak görülmektedir.

2.8. Ürünün Özellikleri

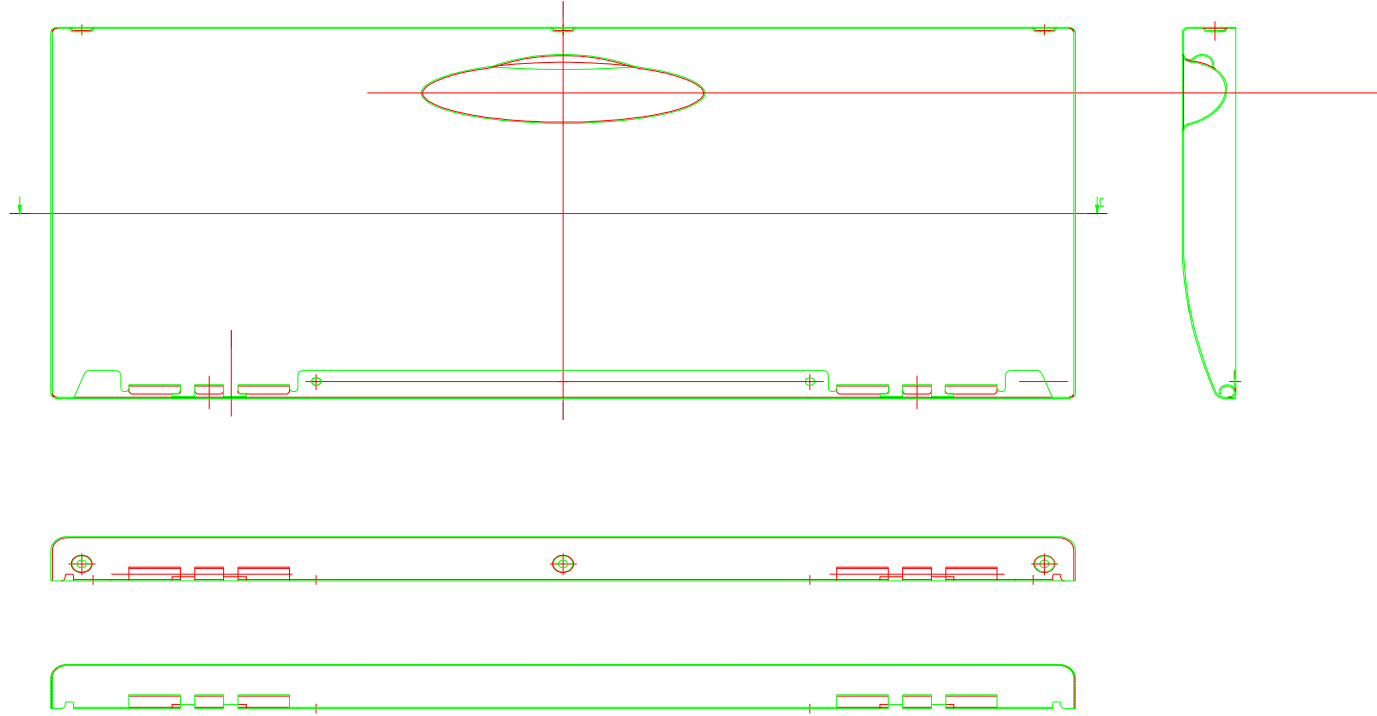
Süreç iyileştirmesini sağlanacak olan fırın alt kapak saçı işletme içerisinde şekil 2.5'te görüldüğü üzere 11 operasyondan geçtikten sonra statik boya olmak üzere farklı bir işleme gönderilmektedir. Bu aşamadan sonra Arçelik firması tarafından üretimde kullanılmaktadır.

Şekil 2.5. Fırın Alt Kapak Saçı Üretim Akış Diyagramı

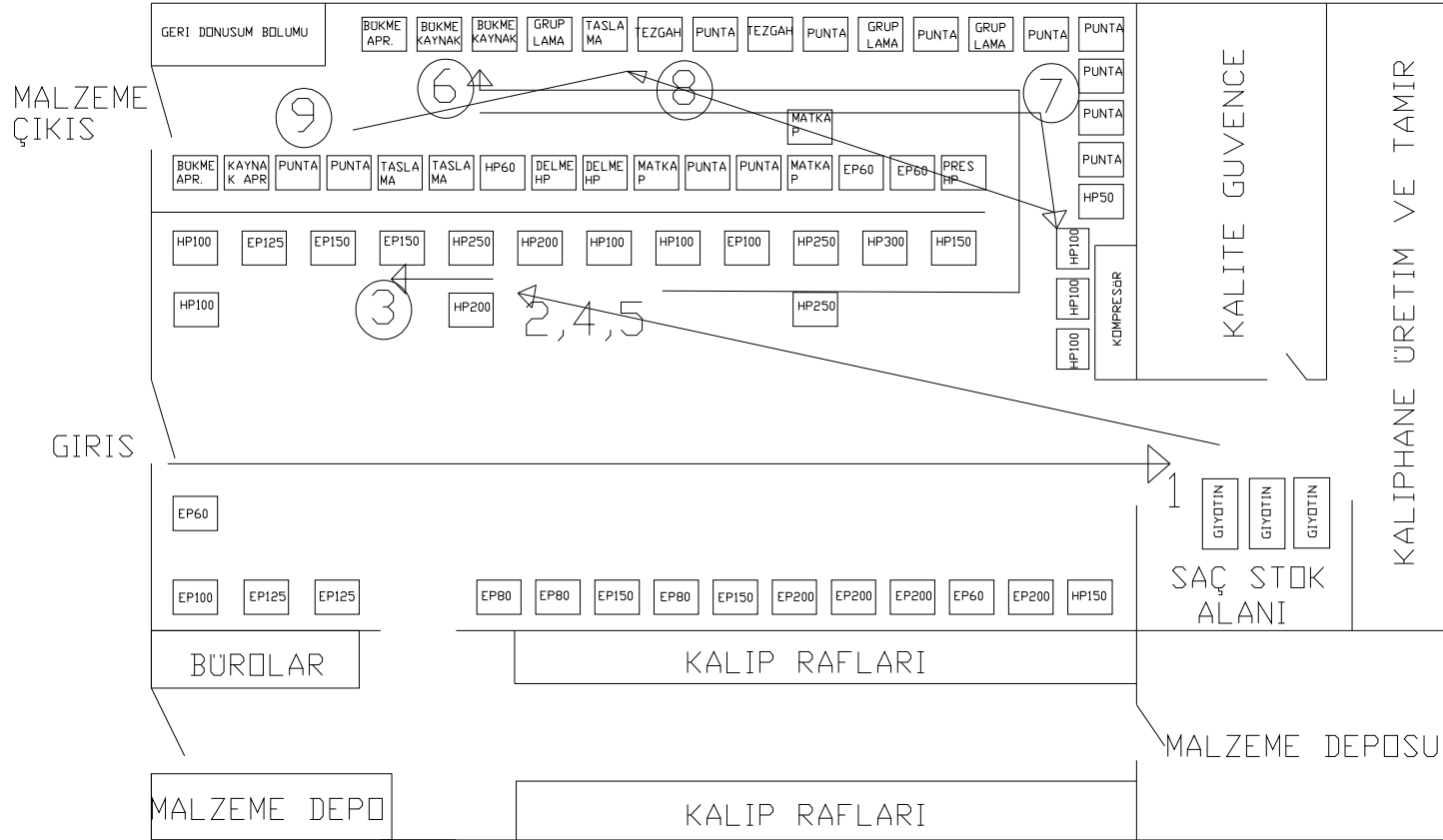


Süreç içerisinde her ürün tek tek üretildiği için makine başındaki çalışanlar tarafından göz ile muayene yapılmakta ve ölçüm aletleri yardımıyla ölçümleri yapılmaktadır. Doğabilecek hatalar anında görülmekte ve onarılmaktadır. Pareto diyagramında da görüldüğü üzere en büyük hata kaynağı darbedir. İşletme içerisinde tespit edilen darbeli ürünler onarılmaktadır.

Şekil 2.6. Fırın Alt Kapak Saçı 3 Boyutlu Görünüm



Şekil 2.7. Fabrika Yerleşim Planı ve Alt Kapak Saçı Akış Süreci



Tablo 2.5. Alt Kapak Saçı İşlem Adımları ve Süresi

İŞLEM ADIMI	İŞLEM AÇIKLAMASI	İŞLEM SÜRESİ (sn.)
1	SAÇ KESME	6
2	FORM VERME VE SIVAMA	17,4
3	ÇEVRE KESME	13,8
4	ETEK UZATMA	18,6
5	DELİK DELME	18,6
6	APARAT İLE MENTEŞE BÜKME	6
7	MENTEŞE KIVIRMA	15
8	TAŞLAMA	12
9	POLİSAJ	13,2
10	PUNTALAMA	22,8
11	KONTROL VE AMBALAJLAMA	9

Alt kapak saçı süreci:

- 1) Saç Kesme: Müşteri (Arçelik) tarafından tedarik edilen yassı saçlar giyotin makas adı verilen büyük yassı saç kesme makinaları tarafından 300×560 ebatlarında kesilmektedir. Bu süreç 6 saniye sürmektedir.
- 2) Form Verme ve Sıvama: 250 tonluk hidrolik pres yardımıyla kapak'ın tutma kısmı basılmaktadır. Bu süreç 17,4 saniye sürmektedir.
- 3) Çevre Kesme: 150 tonluk eksantrik pres yardımıyla alt kapak saçının çevresinin belirginleştiği kısımdır. 13,8 saniye süren süreçtir.
- 4) Etek Uzatma: Menteşe kısmının takılacağı etek kısmının 250 tonluk hidrolik pres yardımıyla oluşturulması sürecidir. Bu süreç 18,6 saniye sürmektedir.
- 5) Delik Delme: Alt kapak saçındaki delik yerlerinin delinmesi işlemidir. 250 tonluk hidrolik pres yardımıyla 18,6 saniye sürer.
- 6) Aparat İle Menteşe Bükme: 6 saniye süren bu süreçte işçi aparat sayesinde menteşe kısımlarını bükmektedir.
- 7) Menteşe Kıvrırma: 100 tonluk hidrolik pres yardımıyla menteşelerin sabitlenmesi gerçekleştirilir. Bu işlemin süresi 15 saniye.

- 8) Taşlama: Yüzey üzerindeki çapaklar taşlanarak giderilir. 12 saniye sürer.
- 9) Polisaj: Taşlama sonrasındaki yüzeyin temizliğidir. 13,2 süren bir süreçtir.
- 10) Puntalama: 30 KWA'lık puntalama cihazı ile menteşe yerleri ve köşelerin sabitlenmesi gerçekleştirilir. 22,8 saniye süren bir süreçtir.
- 11) Kontrol ve Ambalaj: 9 saniye süren bu süreçte üretilen ürünler müşteri tarafından temin edilen özel kutulara yerleştirilir.

Pareto diyagramında da görüldüğü üzere işletme içersinde en önemli sorun ürünlerin üzerindeki darbe izlerinin sebebinin bulunması ve giderilmesidir. İnceleyeceğimiz ürün olan alt kapak saçının darbe probleminin giderilmesi için balık kılıcı metodu ile tespit edilen üç faktörün etkisini azaltmak için deney tasarımı uygulanacaktır.

2.9. Taguchi Metodu ve Deney Tasarımı

Ronald Fisher tarafından 1920 yılında Varyans Analizi (ANOVA) yöntemi geliştirilmiştir. Varyans analizi ile deney tasarımı yöntemi önem kazanmıştır.

Deney tasarımının bu kadar önemli olmasının nedenleri (Polat; 2005)

- 1) Süreç çıktılarını en fazla etkileyen önemli az süreç girdileri bulmak ve bunları optimize etmek.
- 2) Girdilerin çıktılar üzerindeki etkilerini sayısallaştırabilmek.
- 3) Tecrübeyle beraber gelen önemli sayılan girdilerin gerçekten önemli olup olmadığını ispat etmek.
- 4) Gerekli ve gereksiz girdileri bularak kaynakları etkin kullanmak.
- 5) Minimum kaynakla maksimum bilgiyi elde etmek.
- 6) Üretilbilirlik için tasarım yapmak için önemlidir.

Geniçi Taguchi Japonya'da kalite konusunda çalışmalar yapan bilim adamıdır. Taguchi'nin kalite felsefesi yedi madde ile özetlenebilir.(Saat, 2000)

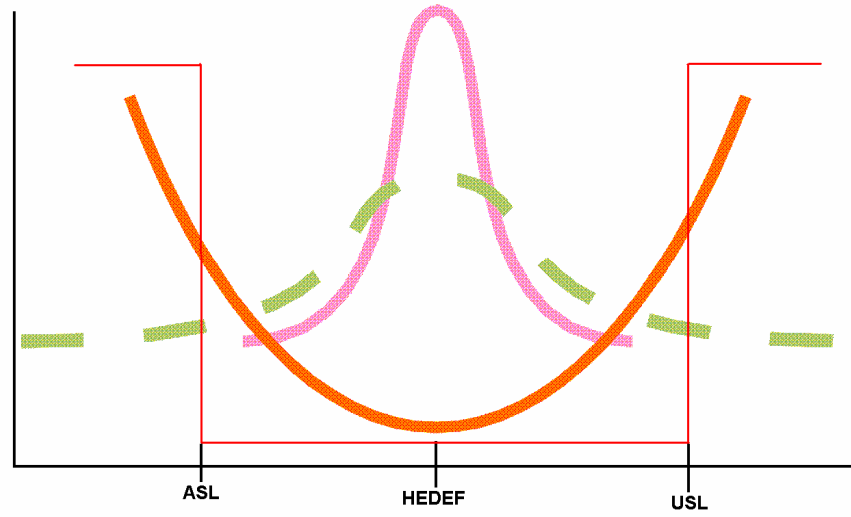
- 1) Ürün kalitesinin önemli bir boyutu, o ürünün kalitesizliğinin toplumda yol açabileceği toplam kayıp olarak ifade edilebilir.
- 2) Rekabetçi bir ekonomide işletmenin varlığını sürdürebilmesi için kaliteyi sürekli olarak geliştirmesi ve maliyetleri düşürmesi gereklidir.
- 3) Sürekli kalite geliştirme programları, ürünün performans karakteristiklerinin hedef değerlerden sapmalarının kayda değer miktarda azaltılmasını içermelidir.
- 4) Ürün performansındaki değişim sonucunda ortaya çıkan müşterilerin katlandığı kayıp, yaklaşık olarak, performans karakteristiğinin hedef değerden sapmasının karesi ile doğru orantılıdır.
- 5) Ürünün nihai kalite ve maliyeti, önemli oranda ürünün ve imalat sürecinin mühendislik tasarımları tarafından belirlenir.
- 6) Ürün veya sürecin performans varyansı, ürün ve süreç parametrelerinin performans karakteristikleri üzerindeki eğrisel etkileri giderilerek azaltılabilir.
- 7) İstatistiksel olarak planlanmış deneyler performans varyansını azaltan ürün veya süreç parametrelerinin belirlenmesinde kullanılabilir.

Taguchi'nin literatüre kazandırdığı en önemli formül kalite kayıp fonksiyonudur:

$$\text{Kayıp} = k (Y - T)^2$$

Kaybın azaltılması için değişkenliğin azaltılması gerekmektedir. Şekil 2.7'de Taguchi'nin kayıp fonksiyonunun Altı Sigma Dağılımı ve Normal Dağılımı ile karşılaştırılması görülmektedir. Altı Sigma'da değişkenliğin azaltıldığı için kayıp değeri daha düşük çıkacaktır.

Şekil 2.8. Taguchi Kayıp Fonksiyonu



Kaynak: <http://www.dnh.mv.com/ipusers/rm/>

Ayrıca Geniçi Taguchi tarafından Japonya’da Deney Tasarımı uygulanmıştır. Taguchi, Varyans Analizinin imalat sektöründe uygulanması konusunda çalışmalar yapmıştır. Taguchi kaliteyi sağlamak için yapılan faaliyetleri iki bölüme ayırmaktadır. (Şirvancı, 1997)

- 1) Off-Line Kalite Kontrol: Pazar araştırması ve üretim sürecinin geliştirilmesi sırasında gerçekleştirilen faaliyetleri içerir. Yani tasarım çalışmalarıdır.
- 2) On-Line Kalite Kontrol: İmalat esnasında ki ve sonrasındaki kalite faaliyetlerini kapsar.

Taguchi üç kalite aşaması ile kalitenin sağlanmasını öngörmektedir.

- 1) Sistem Tasarımı
- 2) Parametre Tasarımı
- 3) Tolerans Tasarımı

Taguchi bu üç parametre içersinden en çok parametre tasarımı konusuna önem vermiştir. İki türlü parametre tasarımı vardır. Ürün parametre tasarımında amaç ürünü oluşturan parametrelerin optimum noktasını bulabilmektir. Süreç parametre tasarımı,

kontrol edilebilen süreç parametreleri için optimum değerlerin bulunmasıdır. Parametre tasarımında amaç değişkenliği asgariye indirmektir. Değişkenlerden bazılarının kontrol edilemediği için kontrol edilebilen değişkenler içerisinde en uygun değişken kümesini seçmek değişkenliği azaltır. Bu sayede maliyetler aşağıya doğru çekilebilir (Şirvancı, 1997).

Taguchi, robüst tasarım kavramını ortaya çıkarmıştır. Robüst tasarım, kontrol edilemeyen faktörlere karşı duyarsız ürün ve süreç tasarımı anlamında kullanılmaktadır.

Bir diğer ifade ile bir faktörün kalite değişkenine etkisi, başka bir faktöre bağlı ise iki faktör arasında etkileşim var demektir. Bu etkileşimleri hesaplayarak optimum noktayı yakalamak gerekmektedir.

Taguchi iki tip deneyden bahsetmiştir.

1) Tam Eşlendirmeli (Tam Faktöriyel) Deney: Deney tasarımlarında kalite değişkenine etki eden tüm faktörlerin kombinezonlarının denenmesi doğru sonuca ulaşmamızı sağlayacaktır. Bu tür eşlendirmelere Tam Eşlendirme adı verilir.

2) Kesirli Deney: Her zaman kalite değişkenine etki eden tüm faktörlerin denenmesi zaman, para ve veri kısıtları sebebiyle mümkün olmamaktadır. Bu tür durumlarda ikili yada daha yüksek dereceli etkileşimleri hesaplamamaktır.

Taguchi, varyansın minimize edilmesini, robüst üretim veya varyansa karşı duyarlı olmayan üretimlerin yapılmasının hedeflemiştir (Saat; 2000).

Ayrıca Taguchi deney tasarımında ürün yada sürecin performansını etkileyen iki faktör olduğunu belirtmiştir (Saat; 2000).

1) Kontrol Edilebilen Faktörler (Tasarım Faktörleri): Tasarım yada süreç mühendisi tarafından kolayca belirlenebilen faktörlerdir. Sinyal faktörleri denilen özel faktörler bu grupta yer alır.

2) Kontrol Edilemeyen Faktörler (Gürültü Faktörleri): Giderilmeleri çok zor olan değişkenlerdir. Hava sıcaklığı ve nem oranı gibi değişkenler bu grupta yer alır. Bu değişkenlerin belirli değerler içerisinde olması yeterlidir.

Tasarım parametrelerinin belirlenmesi için yapılan deneyin amacı gürültü faktörlerinin performans karakteristiği üzerindeki etkisini azaltmaktır. Bu işlem iki farklı yöntemle yapılabilir (Saat, 2000).

- 1) Deney tasarım parametreleri değerlerini sistematik olarak değiştirme yoluyla,
- 2) Her bir deney için gürültü faktörlerinin etkisini karşılaştırarak gerçekleştir.

2.10. Taguchi Metodunun Uygulaması

Fırın alt kapak saçının darbe problemini en aza indirmek amacıyla yapılan çalışmada, hata oranını azaltması konusunda iki düzeyli üç faktörlü Taguchi Deney Tasarımını uygulanacaktır. Balık kılçığı diyagramında belirlenen faktörler içersinden oylama sonucunda en yüksek oya sahip üç faktör seçilmiştir.

Seçilen üç faktör;

- 1) Ambalaj: Uygulamada alt kapak saçları taşınırken ürünler arasına herhangi bir yalıtım malzemesi konulmamaktadır. Metal sepetler içersinde taşınan ürünler forklift yardımıyla nakliye kamyonlarına yüklenmektedir. Darbe oluşmasının nedenlerinden biride ürünlerin taşınması esnasında birbirlerine çarpmasıdır. Bunu önlemek amacıyla taşıma sepetlerine ürünleri yerleştirirken ürünler arasına yalıtım malzemesi (sünger) yerleştirilecektir.
- 2) Yerleştirme: Uygulamada ürün metal sepetler içinde taşınırken üst üste konularak taşınmaktadır. Ürünlerin dikey olarak taşınması ve kat aralarına karton yerleştirilmesi sağlanarak yükün dengeli dağıtılmasına çalışılacaktır. Bu yöntemin bir dezavantajı , bir sepette üst üste yatay şekilde yaklaşık 270 adet ürün taşınırken, dikey pozisyonda taşımada sepet içersine 210 adet ürün yerleştirilmesidir.
- 3) Kalıp: Uygulamada kalıplar çok uzun süre temizlenmeden kullanılmaktadır. Kalıp içersindeki çapak vb. parçaların azda olsa darbelere sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kalıpların her gün üretimden önce silinmesi sağlanılmıştır.

Tablo 2.6. Taguchi Deney Tasarımı Faktörlerinin Seviyeleri

FAKTÖRLER	SEVİYE 1	SEVİYE 2
Ambalaj	Süngerli	Süngersiz
Yerleştirme	Yatay	Dikey
Kalıp	Temiz	Kirli

Uygulamada her deney 4 defa (sepet) tekrarlandı. Taşıma sepetleri ortalama 240 adet parça aldığı için güvenilir bir sonuca ulaşabilmek için gözlem sayısının yüksek tutulması hedeflendi.

$$n = r \times A \times B \times C$$

$$n = 4 \times 2 \times 2 \times 2$$

$$n = 32 \text{ adet deney uygulandı.}$$

Buna göre tablo 2.7’da elde edilen değerler görülmektedir.

Tablo 2.7. Taguchi Deney Tasarımı Süreç Verileri

AMBALAJ	YERLESTIRME	KALIP	HATA SAYISI
1	1	1	0
1	1	1	0
1	1	1	0
1	1	1	0
1	1	2	0
1	1	2	0
1	1	2	0
1	1	2	1
1	2	1	0
1	2	1	0
1	2	1	0
1	2	1	0
1	2	2	0
1	2	2	0
1	2	2	0
1	2	2	0
2	1	1	0
2	1	1	0
2	1	1	1
2	1	1	1

2	1	2	1
2	1	2	1
2	1	2	1
2	1	2	1
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	2
2	2	2	3
2	2	2	1
2	2	2	2
2	2	2	1

Taguchi Analysis: HATA versus AMBALAJ; YERLESTIRME; KALIP

Response Table for Signal to Noise Ratios

Smaller is better

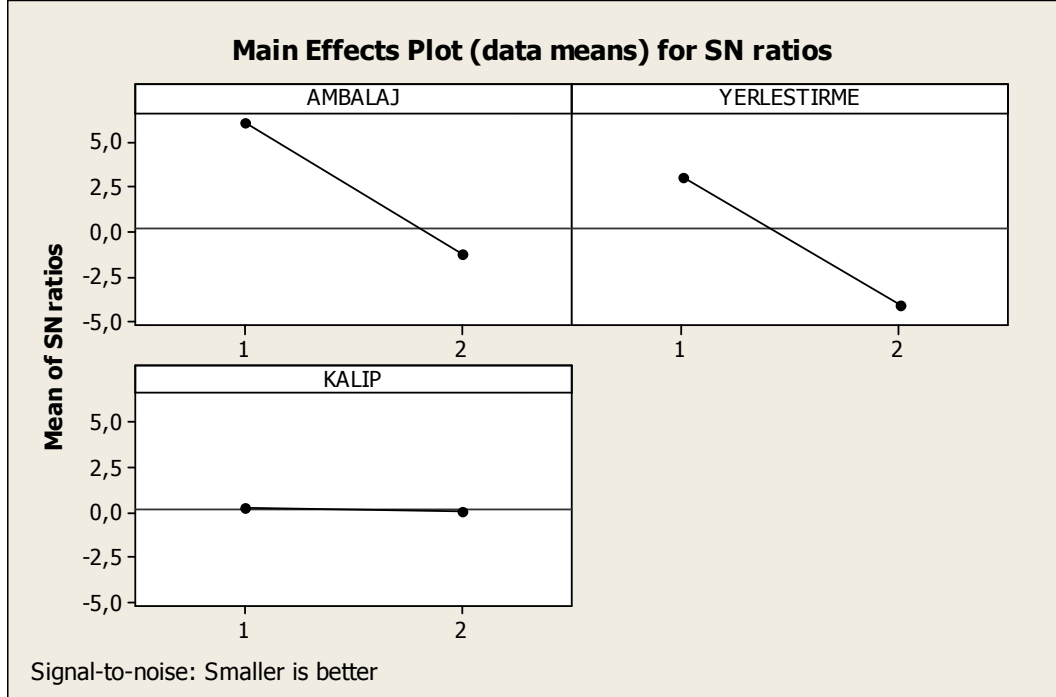
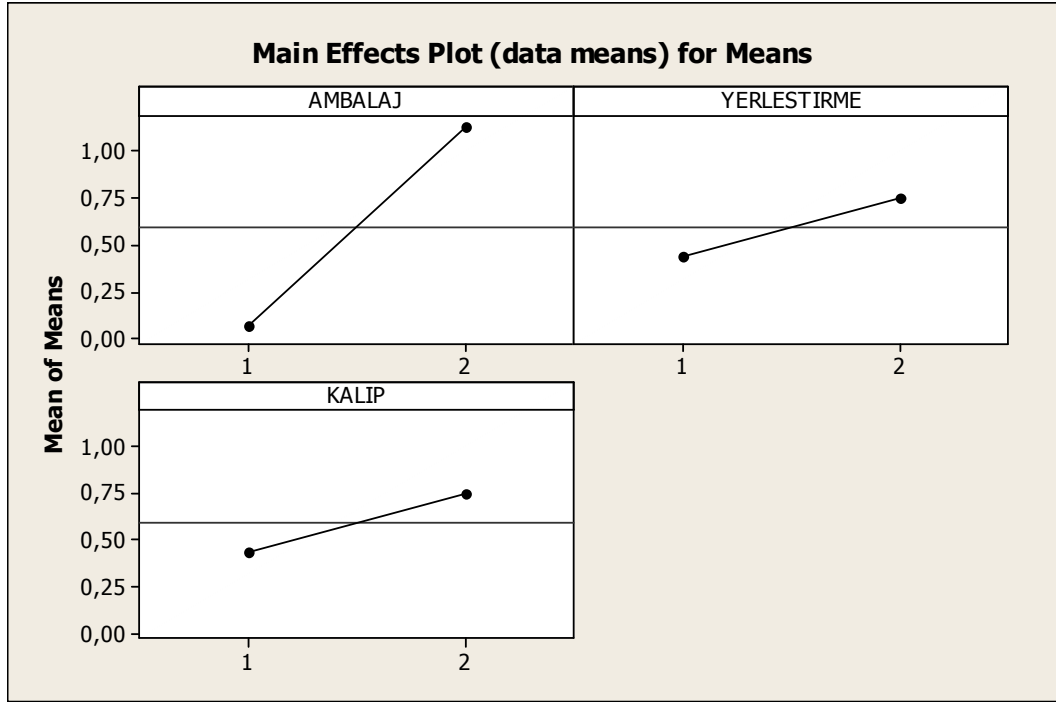
Level	AMBALAJ	YERLESTIRME	KALIP
1	6,02060	3,01030	0,28996
2	-1,29010	-4,08535	0,09343
Delta	7,31070	7,09565	0,19653
Rank	1	2	3

Response Table for Means

Level	AMBALAJ	YERLESTIRME	KALIP
1	0,06250	0,43750	0,43750
2	1,12500	0,75000	0,75000
Delta	1,06250	0,31250	0,31250
Rank	1	2,5	2,5

Taguchi metodu ile yapılan analiz sonucunda sünger malzemesi ile ambalajlamanın ürünlerdeki hata sayısını azaltığı gözlenmektedir. Dikey olarak yerleştirme ve kalıpların her sabah temizlenmesinin etkilerinin aynı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Şekil 2.9. Faktörlerin Etkileri ve Sinyal/Gürültü Oranları

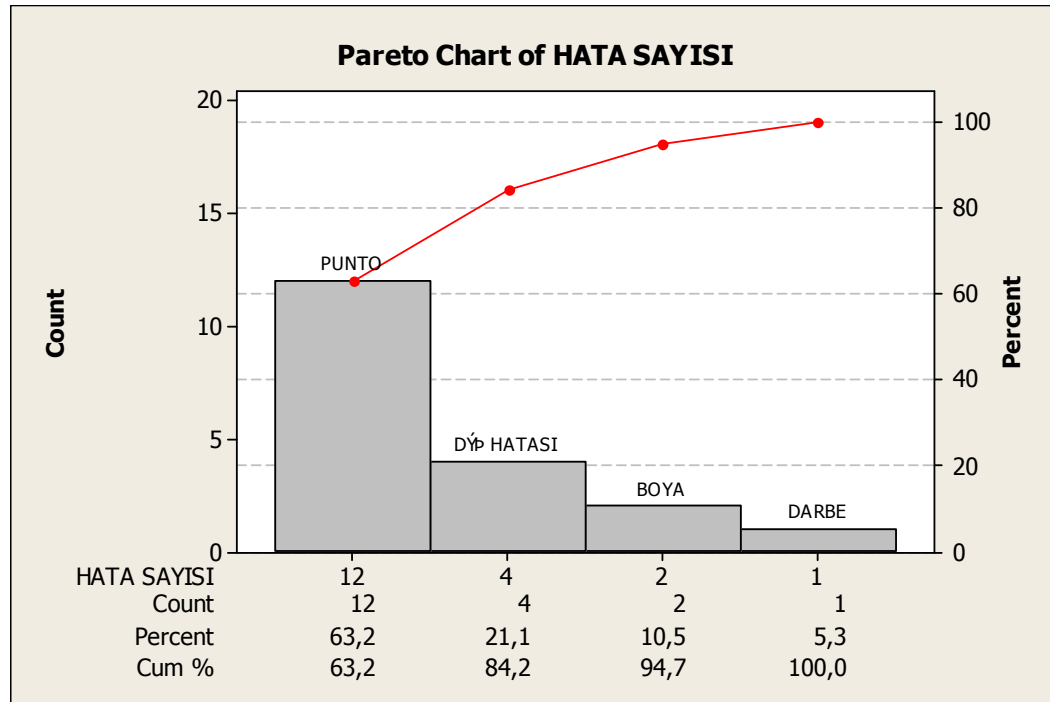


Sinyal ve Gürültü oranları olarak incelendiğinde süngerli olarak dikey taşıma sinyali ve

gürültü oranlarını azaltmaktadır. Kalıp'ta ise belirgin bir etki yaratmamaktadır (Şekil 2.9.).

Bu uygulamada dikkat çeken bir husus hatalı ürünlerin sadece birinde darbe hatasının görülmesidir. Ortaya çıkan diğer hata türleri değişkenliği artırmakta ve Sigma seviyesini azaltmaktadır.

Şekil 2.10. İyileştirme Sonrası Pareto Diyagramı



Buna göre fırın alt kapak saçı üretim sürecinin iyileştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmada Sigma düzeyi bir kez daha hesaplanılır:

Toplam Hata Sayısı (D) 19

Toplam Birim Sayısı (N) 7680

Birim Başına Hata (ppm) $BBH= D / N * 1\ 000\ 000$

$BBH= 19 / 7680 * 1\ 000\ 000$

$$\text{BBH} = 2473,95$$

Toplam Hata Çeşiti (O) 4 (Darbe, Punto, Boya ve Diş Hatası)

$$\text{Milyonda Hata Olasılığı (DPMO)} \quad \text{DPMO} = \text{BBH} / \text{O}$$

$$\text{DPMO} = 2473,95/4$$

$$\text{DPMO} = 618,49$$

618,49 değerine Ek-3'e baktığımızda bu değere karşılık gelen sigma seviyesi yaklaşık olarak 4,7 olarak görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Altı Sigma metodu büyük ölçekli şirketlerde başarıyla uygulanan bir metottur. Bu metot sayesinde uzun vadelerde çok büyük kazançlar elde edilmiştir. Burada yanlış anlaşılması gereken bir nokta, şirketin Altı Sigma çalışmaları yapıyor olması o şirkette üretilen her ürün veya hizmetin Altı Sigma düzeyinde üretildiği anlamına gelmemesi gerektiğidir. Birkaç süreçte iyileştirme yapmak suretiyle Altı Sigma seviyesinde değişkenliği yakalamak bile müşteri memnuniyetinin sağlanması ve uzun vadede kar'a geçilmesi için yeterlidir.

Giriş kısmında da belirtildiği gibi Türkiye'de katma değer %25'inden fazlasını KOBİ'lere aittir. Ayrıca günümüzde hala daha kriz senaryolarının yazıldığı ve konuşulduğunu düşünürsek kriz ortamlarına karşı dayanıklı olan KOBİ'lerin ürettiği mal veya hizmetlerin kalitesinin artırılması büyük önem arz etmektedir.

KOBİ'lerin piyasada başarılı olabilmesi için müşteri gereksinimlerini doğru ve eksiksiz saptaması, yeni teknolojileri takip etmesi, rekabet ortamında pazara uyum sağlaması, mevcut süreçleri iyileştirmesi gerekmektedir.

Altı Sigma, müşteri gereksinimlerinin saptanması ve süreçlerin iyileştirilmesi için mükemmel bir metottur. Bu kadar mükemmel olan Altı Sigma metodunu kullanmaması gereken şirketler de doğal olarak vardır. Bunlar:

- 1) Mevcut sürecin iyileştirilmesi için çalışmalar halen yürütülmeekteyse,
- 2) Uzun vadeli kar yerine kısa vadeli karlar yeterliyse,
- 3) Verilerin çalışanlarla bile paylaşılması imkansızsa,
- 4) Çalışanların bilgi ve beceri düzeyi bu kadar uzun soluklu projeleri desteklemiyorsa,
- 5) Çalışanları eğitmek zaman ve para kaybı ise,

şirket yöneticilerine Altı Sigma metodu ile çalışılması önerilmemektedir.

Kalite konusunda ortaya atılan birçok metot sürekli gelişen işletme koşullarında belirli bir zaman sonra popülaritesini yitirmiştir. Altı Sigma'nın geleceği bu metodu kullanan

işletme sayısı ile doğru orantılı olacaktır. Şuan da Altı Sigma'nın hizmet sektöründe kullanılmaya başlandığını görülmektedir. Buda Altı Sigma'nın kısa soluklu bir metot olmayacağını göstergesidir.

Bu çalışmada, KOBİ sınıfına giren bir işletmede basit metot ve yöntemlerle Altı Sigma metodunun nasıl uygulanabileceğini gösterilmeye çalışılmıştır.

Tanımlama kısmında, uygulanacak olan Altı Sigma projesinin seçilmesi için işletmenin en büyük müşterisi olan Arçelik'den memnuniyetsizliğinin rakamsal ifadeleri temin edilmiştir. Bu verilerin Pareto analizi ile yorumlanması neticesinde işletme içersindeki en büyük sorunun darbe problemi olduğu görülmektedir. Balık kılıcı diyagramı ile darbeye neden olan etkenler ortaya çıkarılmaktadır.

Ölçüm kısmında, Taguchi Deney tasarım metodu kullanılarak, darbeye en çok neden olduğu düşünülen faktörlerin hatanın oluşumuna olan etkisi ölçülmektedir.

Analiz kısmında, Taguchi deney tasarımı sonucunda ortaya çıkan değerlerin analizi gerçekleştirilmektedir. Buna göre;

Ürünlere boya veya sırlama işlemi uygulandıktan sonra darbe hatasının daha çok belli olduğu gözlenmektedir. Katma değer kazandıktan sonra geri dönen her ürünün hurda olarak değer gördüğünü düşünürsek, bu maliyetten daha düşük bir maliyete katlanarak darbe sorununu çözmek hedef olmalıdır.

Uygulamada ürünler arasına yalıtım malzemesinin konulması darbeyi birinci derecede engellediği görülmektedir. Yalıtım malzemesi kullanmanın bir maliyeti olduğu bilinmektedir. Yalıtımda sünger gibi sürekli kullanılabilen ve maliyeti ucuz olan malzemelerinin kullanılması darbe maliyeti ile karşılaştırıldığında çok daha düşük bir maliyet olacaktır.

Ürünlerin yatay olarak üst üste yerleştirildikten sonra taşınmasının meydana getirdiği kusurlar sürecin bu noktasında bir eksiklik olduğuna işaret etmektedir. Taşıma sepetlerine biraz daha fazla ürün yerleştirebilmek için yapılan bu uygulamanın sonuçları ise daha fazla darbeli üründür. Uygulama yaptığımız işletme ile Arçelik fabrikası arasındaki mesafenin uzak ve yolun bozuk olması taşıma sepetlerinin alt kısmına olan yükü artırmaktadır. Taşıma işleminde sepet içersideki ürünlerin dikey

olarak yerleştirilmesi ve her kat arasına karton vb. sert bir yalıtım malzemesi konulmasındaki amaç, ürünler üzerindeki yük dengesini eşit olarak dağıtabilmektir. Eşit olarak yükün dağılması neticesinde darbe oranında azalma olmaktadır.

Darbe oluşumunu eşit oranda engelleyen iki faktörden birincisi ürünlerin dikey yerleştirilmesi ve ikincisi kalıp faktörüdür. Kalıpların yapım ve bakım maliyetlerinin aşırı yüksek olması kalıpları yenilememizi hatta üzerinde değişiklik yapmamıza engel teşkil etmektedir. Kalıp içersinde çapak adı verilen metal parçaların kalması bir sonraki ürünün darbeli olmasına neden olmaktadır. Burada yapılabilecek uygulama periyodik olarak kalıpların temizlenmesinin alışkanlık haline getirilmesini sağlamaktır.

İyileştirme kısmında, ürünlerin arasına yalıtım malzemesinin konulması, taşıma işlemi esnasında ürünlerin dik pozisyonda yerleştirilmesi, kat aralarına sert yalıtım malzemesi konulması ve kalıpların sabahları temizlenmesi sağlanmaktadır.

Son olarak Kontrol aşamasında, bu iyileştirmenin değişkenliğe olan etkisi, sürecin Sigma seviyesine hesaplanarak elde edilir.

Süreçte Sigma seviyesi 4,4'ten 4,7'e çıkmıştır. 6 sigma düzeyini yakalayabilmek için sürece etki eden diğer faktörlerinde kontrol altına alınması gerekmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, mevcut süreç ile iyileştirme sonrasındaki süreç arasında yorum yapmamızı sağlayacak Sigma seviyesinde fark oluşmasını darbe problemi dışındaki hataların engellemiş olmasıdır.

Bundan sonraki süreç iyileştirme çalışması punto probleminin ortadan kaldırılması yönünde olmalıdır. Bu sayede sigma seviyesinde belirgin bir artış olacaktır.

KOBİ'lerde, yüksek eğitim görmüş personelin azlığı, sipariş usulü ile çalışılması ve zamanın yetersizliği nedeniyle uzun zaman alan projeler uygulamak büyük boy işletmeler göre daha büyük sabır ve emek gerektirmektedir. Altı Sigma metodunu verimli bir şekilde kullanabilmesi için işletmelerde mümkün olan basit metotlar kullanılması ve doğru projelerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Aslında Altı Sigma için en önemlisi, elde edilen başarının yaygınlaştırılarak sürdürülebilir olmasıdır.

KAYNAKÇA

- AKBULUT, Sıdıka, (2003), “**Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Altı Sigma Yaklaşımı ve Bir Deneysel Tasarım Uygulaması**”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ATAŞ, Berna, (2001), “**Süreç İyileştirmede Atı Sigma Yaklaşımı Isıtıcı <üretim Sürecinde Bir Uygulama**”, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- BEHARA, Ravi S, FONTENOT, Gwen F.(1995), GRESHAM Alicia, **Altı Sigma Kullanılarak Müşteri Tatmininin Ölçümü Ve Analizi**, International Journal of Quality & Reliability Management Volume 12 Number 3 1995 pp. 9-18 USA
- BERTELS, Thomas, G.Patterson (2004) **Altı Sigma Konularını Seçmek Önemli Bir Konudur**, Altı Sigma Forum, Yıl 2005, Sayı 3, Nisan-Mayıs-Haziran, s.56-59
- BOZKURT, Rıdvan (2003), **Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri**, 3.Baskı, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- DÜREN, A.Zeynep (1990), **İşletmelerde Kalite Çemberleri**, 1.Baskı, Evrim Basım Yayım Dağıtım, İstanbul
- ECKES, George (2005), **Herkes İçin Altı Sigma**, Çev. Umut Hasdemir,Kapital Medya Hizmetleri, İstanbul
- ERSOY, Ertan (2004), **Vitra’da Altı Sigma Uygulamaları**, Altı Sigma Forum, Yıl 2004, Sayı 1, Kasım-Aralık, s.33-35
- FOLARON,Jim(2005), **Altı Sigma Evrimi**, Altı Sigma Forum, Yıl 2005, Sayı 3, Nisan-Mayıs-Haziran, s.32-40
- GÜRSAKAL, Necmi, OĞUZLAR Ayşe (2003), **Altı Sigma**, 1. Baskı, Vipaş A.Ş.
- GÜRSAKAL, Necmi (2005), **Altı Sigma Müşteri Odaklı Yönetim**, 2.Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- HALİS, Muhsin (2000), **Paradigmadan Uygulamaya Toplam Kalite Yönetimi**, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş., 1. Baskı, İstanbul.

- KARTAL, Mahmut (1998), **Hipotez Testleri**, Şafak Yayınevi, Erzurum.
- KASA, Halit (2003), **Altı Sigma Gerçeği**, Kalder Altı Sigma Deneyim Paylaşım Sempozyumu
- Mc ADAM Rodney, LAFFERTY Brendan(2004), **Bir Çoklu Seviyeli Altı Sigma Vaka Çalışmasının Eleştirisi: İstatistiksel kontrol ya da stratejik değişim?**, International Journal of Operations & Production Management Volume 24 Number 5 2004 pp. 530-549 UK
- MORGAN, Jim (2005),**Altı Sigma Evrimi**, Altı Sigma Forum, Yıl:1, Sayı:3, Nisan-Mayıs-Haziran, s.32-40.
- ÖZKAN, Yılmaz (2005), **Toplam Kalite**, 1.Baskı, Sakarya Kitabevi, Sakarya.
- PANDE, P.S., R.P. Neuman ve R.R. Cavanagh (2004), **Altı Sigma Yolu**, Çev., Nafiz Güder, Güneş Tokcan, Klan Kitap, İstanbul
- POLAT, A., B. Cömert ve T. Arıtürk (2005), **Altı Sigma Vizyonu**, S.P.A.C. Altı Sigma Danışmanlık Ltd.Şti., Ankara
- PYZDEK, Thomas (2003), **The Six Sigma Handbook**, The McGraw-Hill Companies, New York
- SAAT, Mesiha (2000), **Kalite Denetiminde Taguchi Yaklaşımı**, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Ankara
- ŞİMŞEK, Muhittin (2000), **Sorularla Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemleri**, 1.Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- ÜSKÜP, Kadir (2004), **“Altı Sigma Nedir?”**, Altı Sigma Forum, Yıl 2004, Sayı 1, Kasım-Aralık, s.28-30
- TEKİR, Arzu (2003), **“İşletmelerde Kalite Çalışmalarında Altı Sigma Yaklaşımı Üzerine Bir Araştırma”**, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

www.altisigma.com

www.arcelikas.com.tr/Cultures/tr-TR/Kurumsal/ArcelikKaliteYolculugu/

www.borusan.com.tr/6sigma/sigma.asp

www.kaliteofisi.com

www.matrisas.com/sixsigmanedir.htm

www.quality-one.com/training/cbt_six_sigma_level_requirements.cfm

www.qsconsult.be/Website%20Engels/images/Six-Sigma-1.jpg

Ek-1 %5 Önemlilik Derecesine Göre F Dağılım Tablosu

PAY İÇİN SERBESTLİK DERECESİ																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254	
2	18.5	19.0	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53	
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	
5	6.61	5.79	5.46	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37	
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01	
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76	
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25	
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00	

Ek-2 Kritik χ^2 Değerleri

Serbestlik Derecesi	Önem Seviyesi	
	0,05	0,01
1	3,84	6,63
2	5,99	9,21
3	7,81	11,34
4	9,49	13,28
5	11,07	15,09
6	12,59	16,81
7	14,07	18,48
8	15,51	20,09
9	16,92	21,67
10	18,31	23,21
11	19,68	24,72
12	21,03	26,22
13	22,36	27,69
14	23,68	29,14
15	25,00	30,53
16	26,30	32,00
17	27,59	33,41
18	28,87	34,81
19	30,14	36,19
20	31,41	37,57

Ek-3 Sigma Çevrim Tablosu

Uzun Dönem Çıktı	Süreç Sigma	1.000.000'da Hata	100.000'de Hata
99,99966%	6,0	3,4	0,34
99,9995%	5,9	5	0,5
99,9992%	5,8	8	0,8
99,9990%	5,7	10	1
99,9980%	5,6	20	2
99,9970%	5,5	30	3
99,9960%	5,4	40	4
99,9930%	5,3	70	7
99,9900%	5,2	100	10
99,9850%	5,1	150	15
99,9770%	5,0	230	23
99,9670%	4,9	330	33
99,9520%	4,8	480	48
99,9302%	4,7	680	68
99,9040%	4,6	960	96
99,8650%	4,5	1350	135
99,8140%	4,4	1860	186
99,7450%	4,3	2550	255
99,6540%	4,2	3460	346
99,5340%	4,1	4660	466
99,3790%	4,0	6210	621
99,1810%	3,9	8190	819
99,930%	3,8	10700	1070
98,610%	3,7	13900	1390
98,220%	3,6	17800	1780
97,730%	3,5	22700	2270
93,320%	3,0	66800	6680
84,20%	2,5	158000	15800
69,20%	2,0	308000	30800
50%	1,5	500000	50000
31%	1,0	690000	69000
16%	0,5	840000	84000

ÖZGEÇMİŞ

1972 tarihinde Bolu'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bolu'da bitirdikten sonra, 1989 yılında Anadolu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik bölümünü kazandı. 1992-1993 yılları arasında Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesinde Pedagojik Formasyon eğitimi aldı. Haziran 1993'de İstatistik bölümünden mezun oldu. Kasım 1993'de Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Meslek Yüksekokulu'nda Bilgisayar Uzmanı olarak göreve başladı. 1995 yılında yapılan sınav sonucunda aynı birimde Bilgisayar Öğretim Görevlisi oldu. 1997 yılında Sakarya Üniversitesi İşletme Anabilim dalında, Üretim Yönetimi ve Pazarlama yüksek lisans sınavını kazandı. 2002 yılında Bolu Meslek Yüksekokuluna ataması yapıldı.

Halen Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bolu Meslek Yüksekokulunda Bilgisayar ile Kalite Güvence ve Standartlar derslerini yürüten Öğretim Görevlisi İbrahim Karagöz evli ve iki çocuk babasıdır.