

T.C.

**GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

777161

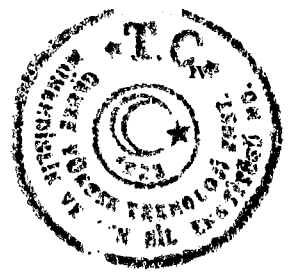
**İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROLÜ
VE
UYGULAMASI**

**Leyla ÇELİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr.Erol EREN**

GEBZE

1998



ÖZET

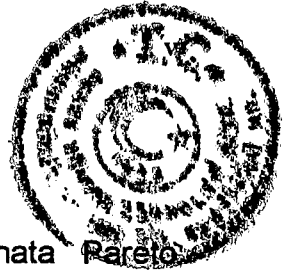
Doğada ve insan etkisiyle meydana gelen tüm olaylarda değişkenlik kaçınılmaz bir sonuçtur. İmalatta bu gerçek göz önüne alınarak dizayn aşamasında kalite spesifikasyonları için belirli kurallara göre tolerans limitleri saptanır. Mamul kalitesinin belirlenen toleranslar içerisindeki değişimi normaldir. Ancak değişimler limitler dışına çıkarsa bunun hemen kontrol altına alınmasını sağlayacak düzeltici önlemler alınması gerekir.

İmalat esnasında meydana gelen değişkenliğin nedenlerini özel nedenler ve tesadüfi nedenler olarak ayırmak mümkündür. Burada tesadüfi nedenler zaman zaman ortaya çıkan ve önlenmesi hemen hemen imkansız olan nedenlerdir. İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) ile özel nedenler ortadan kaldırılarak tesadüfi nedenlerin de kontrol altına alınması esastır. Günümüzde İPK işletmelerin sadece TS ISO9000 belgesi alması için gerekli bir yöntem olmaktan çıkmış gelişen rekabet ortamında ürün kalitesini arttırmak ve rekabet avantajı sağlamak için önemli bir araç olmuştur.

İPK ile istatistiğin tüm prensip ve teknikleri üretimin her aşamasında kullanılabilir. İPK önceden belirlenen spesifikasyonlara uygunluğu sağlayan, standartlara bağlılığı hedef alan ve kusurlu ürün üretimini en aza indirmekte kullanılan bir metodolojidir. İPK ile, kalite üretim sürecinin her aşamasına inşa edilmiş olmaktadır.

İPK yöntemi uygulanırken üretim süreci birçok aşamaya bölünür, sonra her aşamaya sürecin istatistiksel kontrol altında olduğunu belirlemek amacıyla istatistik analiz uygulanır. Eğer süreç istatistik kontrol altında ise bir sonraki aşamaya geçilir, değilse problem belirlenir ve düzeltilir. Böylece spesifikasyon dışı üretim engellenerek süreç üzerindeki gerekli düzenlemelerin zamanında yapılması sağlanmış olur.

Birçok şirkette olduğu gibi uygulama yapılan Oklu Ltd.Şti.'nde de görülmüştür ki kaliteyi olumsuz yönde etkileyen önlenabilir faktörler mevcuttur. Bu



faktörler içerisinde olumsuzluğa neden olan en önemli hata Pareto Diyagramı yardımıyla seçilmiş ve bu hatanın görüldüğü tezgahlarda, istenilen kalite spesifikasyonu için makine ve proses yeterlilik çalışmaları yapılmıştır. Bu hataya sebep olan faktörler tespit edilerek düzeltici ve önleyici faaliyetler araştırılmıştır. Son olarak da gerekli önlemler alınarak prosesin yeterliliği sağlanmış ve prosesin sürekli kontrol altında tutulması için kontrol kartları hazırlanmıştır.





SUMMARY

Variation is an unavoidable result of the events those are happening at the nature and by the cause of the people. During fabrication, considering this reality, tolerance limits are determined for the quality specifications according to the pre-fixed rules at the stage of design. The quality variance of the product within designated tolerances is normal. However, if the variations exceed the acceptable limits, the corrective actions should be taken urgently, in order to get the case under control.

The causes of the variations emerging during the manufacturing may be classified as specific causes and random causes. Random causes are the causes emerging time to time and they are almost impossible to eliminate. The basis of the Statistical Process Control (SPC) is to control the random causes, while obliterating the specific causes.

Nowadays, SPC is not only necessary for deserving TS ISO9000 certificate, but also an important tool for increasing the product quality and enhancing the competitive advantage in thriving competitive market. By SPC, all methods and principles of statistics are able to be used at every stage of production. SPC is a methodology which ensures the conformity with the designated specifications, which has the target of adherence to the standards and which is used for minimizing the defective product. By the help of SPC, quality is being built at each stage of production process.

While the method of SPC is being applied, the production process is divided into lots of stages and then statistical analysis is applied to be sure that each stage is under control. If it is under control, the next stage is analyzed, otherwise the problem is assigned and quenched. By this way, the production beyond specifications is prevented and it is ensured to take corrective actions on the process, in time.

As practiced in most companies, at the end of the applied research at OKLU



LTD.ŞTİ., it is seen that there are preventable causes those affect the quality of the product negatively. The most serious defect within causes mentioned above is determined by the Pareto Analysis. At the next stage, machine and process capabilities for the designated specifications are examined. Then, the causes of this defect are researched and corrective actions are set up. After applying corrective actions, the process capability is ensured and control charts are prepared to maintain continually that the process is in statistical control .





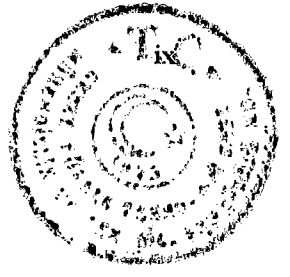
TEŞEKKÜR

Tez hazırlık çalışmalarım boyunca, gösterdiği yakın alakasıyla bana moral desteği veren ve önerileriyle çalışmalarımı yönlendiren , değerli danışman hocam Sayın Prof.Dr.Erol EREN' e katkılarından dolayı en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca İ.P.K. uygulaması için yardımcı olan Oklu Ltd.Şti. çalışanları ve yöneticilerine ve tezimi inceleyerek öneri ve eleştirilerde bulunan Sayın Yrd.Doç.Dr.Gül Erdem OKUDAN'a ilgilerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Leyla ÇELİK

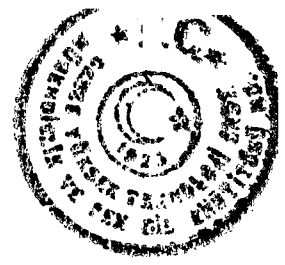
Temmuz, 1998

Kocaeli

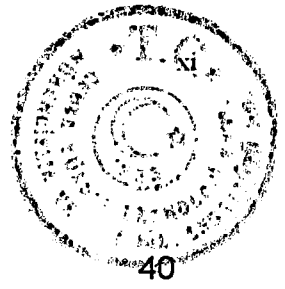


İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
TABLolar LİSTESİ	xvii
1.GİRİŞ	1
2.İŞLETMELERDE KALİTE KAVRAMI ve TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNE GEÇİŞ	3
2.1.Kalitenin Gelişimi	3
2.2.Kalite Kavramı	5
2.3.Kaliteyi Oluşturan Temel Öğeler	7
2.3.1.Tasarım Kalitesi	7
2.3.2.Uygunluk Kalitesi	8
2.3.3.Performans Kalitesi	8
2.4.Kalite Kontrol Kavramı	9
2.5.Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı	10
2.6.Toplam Kalite Kontrol Anlayışı	11
2.6.1.Toplam Kalite Kontrolde İstatistik ve Önemi	13
2.7.Toplam Kalite Yönetimi	16



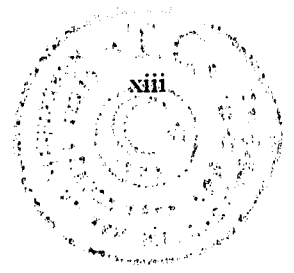
2.8. Geleneksel ve Modern Kalite Kontrol Anlayışlarının Karşılaştırılması	16
2.9. Gelecekte Kalite	17
3. TEMEL İSTATİSTİKSEL KAVRAMLAR	19
3.1. İstatistiksel Seriler	20
3.1.1. Basit Seriler	20
3.1.2. Frekanslı Seriler	20
3.1.3. Gruplandırılmış Seriler	20
3.2. Merkezi Eğilim Ölçüleri	22
3.2.1. Aritmetik Ortalama	22
3.2.2. Mod	23
3.2.3. Medyan	23
3.3. Merkezi Dağılım Ölçüleri	23
3.3.1. Dağılım Aralığı	24
3.3.2. Standart Sapma ve Varyans	24
3.4. Olasılık Dağılımları	25
3.4.1. Binom Dağılımı	25
3.4.2. Poisson Dağılımı	26
3.4.3. Normal Dağılım	26
4. KALİTE KONTROLDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK TEKNİKLER	30
4.1. Çetele Tablosu	30
4.2. Histogramlar	31
4.3. Pareto Analizi	35
4.4. Neden-Sonuç Diyagramı	37



4.4.1.Beyin Fırtınası	40
4.5.Gruplandırma	42
4.6.Serpilme (Dağılma Diyagramı)	43
5.KONTROL DİYAGRAMLARI	45
5.1.Kavram Olarak Kontrol Diyagramları	45
5.2.Kontrol Diyagramlarının Yapısı	47
5.3.Kontrol Diyagramlarının Çizimi	49
5.3.1.Ölçülebilen Özellikler İçin Kontrol Şemaları	50
5.3.1.1.Standartlar Bilindiğinde Kontrol Diyagramlarının Çizimi	51
5.3.1.2.Geçmiş Kayıtlara Dayanılarak Kontrol Diyagramı Çizilmesi	53
5.3.2.Özellikler İçin Kontrol Diyagramları	54
5.3.2.1.Standartlara Göre P ve C Diyagramı Çizimi	55
5.3.2.2.Geçmiş Kayıtlara Göre P ve C Diyagramı Çizimi	56
5.4.Kontrol Diyagramlarının Karşılaştırılması	57
5.5.Anakütleden Alınan Bir Örneğin Sahip Olması Gereken Özellikler	58
5.6.Kontrol Diyagramları İçin Kontrol Limitlerinin Saptanması	59
5.7.Kontrol Diyagramlarının Yorumlanması	60
6.PROSES VE MAKİNA YETERLİLİK ANALİZLERİ	66
6.1.Kontrol Altındaki Bir Prosesin Üretici ve Tüketici Açısından Yararları	66
6.2.Proses Yeterlilik Analizi	66
6.2.1.Proses Yeterliliğini Arttırma Yolları	68
6.2.2.Proses Yeterliliği Grafiğinin Çizimi	70

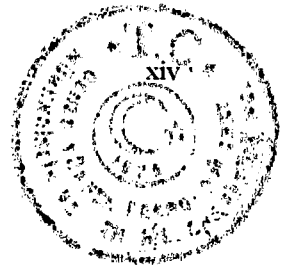


6.2.3. Proses Yeterliliğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyon Kullanımı	70
6.2.4. Proses Yeterliliği İle İlgili Örnekleme Kuralları	74
6.3. Makina Yeterlilik Analizi	76
6.3.1. Makina Yeterlilik Analizinin Yorumlanması	77
6.3.2. Makina Yeterlilik Analizinde Düz Çizgi Metodu	78
7. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL UYGULAMASI	80
7.1. Firmanın Tanıtımı	80
7.1.1. Ürün Çeşitliliği	80
7.2. Problemin Seçimi	80
7.3. Neden – Sonuç Diyagramı	81
7.4. Makina Yeterlilik Analizi	84
7.5. Proses Yeterlilik Analizi	87
7.5.1. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (I. Aşama)	92
7.5.2. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (II. Aşama)	98
7.5.3. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (III. Aşama)	104
7.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler	105
KAYNAKÇA	109
ÖZGEÇMİŞ	112
EK	
Kontrol Diyagramı Katsayıları	



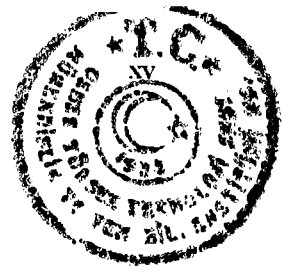
SİMGELER VE KISALTMALAR

σ	Standart Sapma
Δ_1	Mod sınıfı Frekansı ile Bir önceki Sınıfın Frekanslarının Farkı
Δ_2	Mod sınıfı Frekansı ile Bir önceki Sınıfın Frekanslarının Farkı
Σ_f	Frekans Toplamı
AKL	Alt Kontrol Limiti
b	Kümülatif Frekans
c	Bir Birimde Bulunan Kusur Oranı
c	Sınıf Aralığı
C_m	Makine İşlem Kapasitesi
C_{mk}	Makine İşlem Kapasite Endeksi
C_p	İşlem Kapasitesi
C_{pk}	İşlem Kapasite Endeksi
C_{pka}	Alt Spesifikasyon Değerine Göre Nominal Ortalama Sapması
$C_{pkü}$	Üst Spesifikasyon Değerine Göre Nominal Ortalama Sapması
f	Frekans
İ.P.K.	İstatistiksel Proses Kontrol
k	Sınıf Sayısı
K.Ç.	Kalite Çemberi
L_1	Medyan Sınıfının Alt Sınırı
n	Toplam Yığın Mevcudu
np	Kusur Oranı (Örnekler eşit değil ise)
OÇ	Ortalamaların Ortalaması
μ	Ortalama
p	Kusur Oranı (Örnekler eşit ise)
R	($R_{max} - R_{min}$) Yayılma Alanı



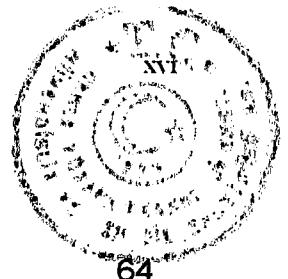
S	Standart Sapma
S.P.C.	Statistical Process Control
S_a	Alt Spesifikasyon
S_ü	Üst Spesifikasyon
T	(S_ü-S_a)
T_{doğ}	Doğal Tolerans (6*S)
T_{max}	Maksimum Tolerans Aralığı
T_{min}	Minimum Tolerans Aralığı
T_{nom}	Nominal Değer
ÜKL	Üst Kontrol Limiti
u	Kusur Oranı (Birimler farklı ise)
X_{ort}	Aritmetik Ortalama





ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
2-1 Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı	10
2-2 Toplam Kalite Kontrol ile Gelişme Grafiği	11
2-3 Üretim Süreci İçinde Toplam Kalite Kontrol Aşamaları	13
2-4 İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemi Aşamaları	15
3-1 Günlük Ücretler Histogramı	21
3-2 Normal Dağılım Eğrisi	27
4-1 Simetrik Histogram	32
4-2 Sağa Asimetrik Histogram	32
4-3 Sola Asimetrik Histogram	32
4-4 İki Ayrı Parçaya Bölünmüş Histogram	33
4-5 Kesikli Histogram	33
4-6 İki Modlu Histogram	34
4-7 Soldan Sağa Azalan Histogram	34
4-8 Pareto Diyagramı	37
4-9 Neden-Sonuç Diyagramı	38
5-1 Kontrol Kartlarıyla Normal Dağılımın İlişkisi	47
5-2 Kontrol Diyagramının Temel Öğeleri	48
5-3 Bir X Değişkeni İçin Çizilen Kontrol Diyagramı Örneği	51
5-4 Örnek Alma	58
5-5 Kontrol Diyagramı Örneği	59
5-6 Ard Arda İki Örnek Değerin Uyarı Sınırları İçine Düşmesi	61
5-7 Ard Arda En Az Yedi Değer Merkez Değerine Göre Aynı Tarafa	61
5-8 Belirli Bir Modele Uygun Olarak Değişim	62
5-9 Örnek Değerlerin Bir Trend Göstermesi	62
5-10 Çok Sık Gidip Gelme Olması Durumu	62
5-11 Değişmelerin Sınır Değerine Çok Yakın Olması Durumu	63
5-12 Merkez Değerinin Etrafında Kümelenme Durumu	63



5-13 Dizilim Sayısının Azlığı	64
5-14 $\pm 1 \sigma$ Dışında Ard Arda Sekiz Nokta Olması Durumu	64
5-15 Ard Arda Gelen Beş Noktadan Dördünün $\pm 1 \sigma$ Dışında Kalması	64
5-16 Aynı Sırada Bir Artış Bir Azalış Gösteren 14 Nokta Olması Durumu	65
6-1 Proses Yeterliliğinin Zaman İçinde Arttırılması	69
6-2 Normal Dağılım İçin Doğal Değişkenlik Sınırları	71
6-3 Yeterli ve Yetersiz Proses Durumu	73
6-4 İstatistiksel Proses Kontrol Proje Akış Diyagramı	75
6-5 Yeterli ve Yetersiz Makina	77
7-1 Problem Seçimi Pareto Analizi	82
7-2 Neden-Sonuç Diyagramı	83
7-3 Makina Yeterlilik Analizi Histogramı ve Değerlendirilmesi	86
7-4 Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (I.Aşama)	90
7-5 Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (I.Aşama)	91
7-6 Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (II.Aşama)	96
7-7 Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (II.Aşama)	97
7-8 Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (III.Aşama)	102
7-9 Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (III.Aşama)	103
7-10 Sonuçların Değerlendirilmesi Pareto Analizi	106

TABLÖLAR LİSTESİ



Tablo		Sayfa
3.1	Günlük Ücretler Tablosu	21
4.1	Niteliksel Veri Toplamak İçin Kullanılan Çetele Tablosu	31
7.1	Problem Seçimi Pareto Analizi Veri Tablosu	82
7.2	Makine Yeterlilik Analizi Veri Tablosu	85
7.3	Proses Yeterlilik Analizi (I.Aşama) Değişkenlik Faktörleri	88
7.4	Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (I.Aşama)	89
7.5	Proses Yeterlilik Analizi (II.Aşama) Değişkenlik Faktörleri	94
7.6	Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (II.Aşama)	95
7.7	Proses Yeterlilik Analizi (III.Aşama) Değişkenlik Faktörleri	100
7.8	Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (III.Aşama)	101
7.9	Sonuçların Değerlendirilmesi Pareto Analizi Veri Tablosu	106



1.GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ikinci yarısıyla birlikte sanayi ve ticarete "imhacı rekabet" dönemi başlamıştır. Ekonomik sınırların ortadan kalkması ile birçok kuruluş öteden beri sahip oldukları pazarlarda yeni ve güçlü rakipleri karşılarında bulmuşlardır.

Hakim oldukları pazarlarda pay kaybeden şirketlerin bir kısmı küçülmüş veya yok olmuş, diğerleri ise rakiplerinin pazarlarından pay alma gayreti içersine girmişlerdir. Bu dönem içerisinde Toplam Kalite Kontrol felsefesi ve onun getirdiği yaklaşımı benimseyen şirketler rekabet gücünü artırarak büyüme eğilimine girmişlerdir. Çünkü Toplam Kalite Kontrol kaliteyi yükseltirken aynı zamanda prodüktiviteyi de arttırmaktaydı.

Klasik kalite kontrol anlayışında kaliteyi arttırmak maliyetlerin yükselmesine dolayısıyla rekabet gücünün azalmasına sebep olmaktaydı. Toplam Kalite Kontrol anlayışı ile bu durum tamamen değişmiştir. Kalite maliyeti değil kalitesizlik maliyeti kavramı ortaya çıkmıştır. Artık kalite şirketler için bir maliyet oluşturmamakta, aksine kalitesizlik bir maliyet oluşturarak şirketin rekabet gücünü azaltmaktadır.

Sürekli gelişen bir firma, ayakta kalmak için en iyi şansa sahiptir. İşçilerine, yöneticilerine ve hissedarlarına en iyi güvenceyi verir.

Toplam Kalite Yönetimi felsefesi içerisinde geliştirmeye ilgilenen yöneticilere faydalı olacak bazı araçlar vardır. Kontrol tabloları, akış diyagramları ve deneysel tasarım. Özel sebepleri tanımlaması , yok etmesi ve çalışmayı sürekli geliştirmesi için yönetime yardımcı olabilir. İşte bu anlamda geliştirilen bir yöntem olan İstatistiksel Proses Kontrol proses esnasında meydana gelebilecek değişkenlikleri kontrol altına almak suretiyle kalitede bir süreklilik sağlamıştır.

Kısaca İstatistiksel Proses Kontrol için; prosesin ekonomik ve güvenilir bir şekilde kontrol altında tutulması için geliştirilen bir yöntemdir, diyebiliriz.

Ancak şunu bilmeliyiz ki; yönetim işini yapmaz ve sistemi, yerel rakamlara dayanarak herkesin ve her bölümün yargılandığı bir sistemden, güvenliğin egemen olduğu ve insanların büyümeye teşvik edildiğı ve işin zevkini tattığı bir sisteme çevirmezse, bu araçların çok az değerleri vardır.

Tez hazırlanırken ilk olarak konuyla ilgili kavramların açıklanması uygun görülmüştür. Bu amaçla Kalite ve Kalite Kontrol kavramları ile Toplam Kalite Kontrol ve Toplam Kalite Yönetimi kavramları açıklanmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde istatistiksel proses kontrol çalışmalarında kullanılan temel istatistiksel bilgiler verilmiştir. Burada seriler, merkezi eğilim ve merkezi dağılım ölçüleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, kalite kontrol çalışmalarında kullanılan temel istatistiksel teknikler anlatılmıştır. Burada çetele tablosu, histogramlar, Pareto analizi, neden-sonuç diyagramı, gruplandırma ve serpilme (dağılma) diyagramı konuları işlenmiştir.

Beşinci bölümde temel istatistiksel tekniklerden biri olan ve bizim uygulama çalışmamızı da oluşturan kontrol kartlarının geniş bir şekilde anlatılması uygun görülmüştür. Altıncı bölümde proses ve makine yeterlilik analizi anlatılmaya çalışılmıştır. Yedinci bölümde ise istatistiksel proses kontrol uygulaması ile ilgili çalışmalar anlatılmıştır.

2. İŞLETMELERDE KALİTE KAVRAMI ve TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNE GEÇİŞ

2.1. Kalitenin Gelişimi

Kalite gelişimini başlıca iki dönüm noktasını göz önüne alarak inceleyebiliriz. Bunlardan birincisi, büyük miktarda üretim imkanı sağlayan Endüstri Devrimi, ikincisi ise üretkenliğe ve kaliteye yeni bir boyut kazandıran İkinci Dünya Savaşı'dır. Bu iki olay önceki dönemin anlayışını değiştirecek yapısal gelişmelere neden olmuştur.

Çağdaş anlamda sanayinin oluşmasından önce üretim, ustaların elindeydi ve dolayısıyla kalite ustaların güvencesi altındaydı. Üretim bu hızda ilerlerken Endüstri Devrimi gerçekleşti. Bu devrim ile el emeği yerini makinelerle bırakmış oldu.

Artık makinelerin çalışmasında yararlanılan ustalar fabrikaların ustabaşları oldular. Ustabaşılar üretimden sorumlu olurken yavaş yavaş muayene (Kalite Kontrol) bölümleri de oluşmaya başladı. Bu bölümler direkt olarak üretim sorumlularına bağlanmışlardı.

19.yy. sonlarına doğru Taylor tarafından geliştirilen bir sistem ile işlerin temel parçalara bölünerek basitleştirilmesi ve kişilerin uzmanlaşması sağlanmış oldu. Bu sistem üretimde bir patlamaya sebep olurken kalitede aynı ölçüde gelişme sağlanamadı.

Üretkenlikle birlikte kaliteyi de arzulayan şirketler çözümü bağımsız muayene birimleri oluşturmakta bulmuşlardır. Bu birimler direkt Genel Müdürlüğe bağlı olarak çalışmaktaydılar ve dolaylı olarak üretimi durdurma yetkileri bulunmaktaydı.

20.yy. başlarında teknolojiyi geliştirme çabaları kalitenin gelişmesine yeterli katkıda bulunmamıştır. Yani yöneticiler teknolojiyi o devirde erişilmesi daha pahalı görülen kaliteye tercih etmişlerdir (Kavrakoğlu, 1995) .



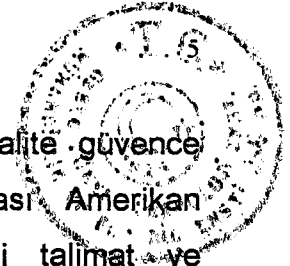
İstatistiksel Proses Kontrolünün kalite kavramına etkisi 1920 yılından itibaren artarak devam etmiştir. Birinci dünya savaşının teknolojik üstünlüğünün askeri üstünlük olduğunu göstermesi, endüstriyel çabalara yeni bir ivme kazandırmıştır. Üretim akışının hızlı olduğu alanlarda uygulanan kontrolün etkin olmadığı saptanmıştır. Askeri araçlardan beklenen sağlamlık ve dayanıklılık seri üretim için yeni kalite kontrol yöntemleri arayışlarına yol açmış ve 1930 'lu yıllarda o günün tanımı ile istatistiksel kalite kontrol yöntemleri ortaya çıkmıştır.

İstatistiksel kalite kontrol sistemleri büyük başarı sağlamış ve bu nedenle uzun yıllar askeri sır olarak korunmuştur. Buna karşın kalite sağlama anlayışında bir yenilik olmamış ve kalite kontrolün belirli bir ekibin sorumluluğu olarak görülmesi değişmemiştir. Kalite sorumluluğunun bir gruba emanet edilmiş olması, uzun vadede iyi sonuçlar vermemeye başlamış, ürünün ortaya çıkmasındaki sorumluluğu paylaşan, fakat kalitenin sağlanması açısından dışlanan insanları sorumsuzluğa itmiştir (Ersen, 1997, s.17) .

İPK, daha ziyade ikinci dünya savaşı yıllarında ilgi görmüştür. Bu yıllarda üretim daha çok savaş malzemelerine yöneliktir. Üretimin karmaşık yapıda olması ve yetişmiş insan gücünün az olması verimli üretimin değişik şekillerde desteklenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. O güne kadar tecrübelerle dayanan kalite kontrol konusunda bir takım standartların oluşması gereği ortaya çıkmıştır.

İlk çözüm üretilen her malın kontrolü şeklinde olmuşsa da, olasılık kurallarına dayanan ve giderek kendini ispatlayan bir metotla kontrol daha ön plana çıkmıştır. Bu da ikinci bir İPK akımını doğurmuştur.

Savaş sonrası artan üretim miktarını karşılama çabası kalitenin yeniden ikinci plana atılmasına sebep olmuştur. Bu olay özellikle savaştan galip çıkan Amerika Birleşik Devletleri'nde görülmüştür. İkinci dünya savaşında devlet tarafından desteklenen İPK çalışmaları da eski önemini yitirmiştir. İPK çalışmaları durdurulmasa da oldukça yavaşlamıştır.



Savaş yıllarıyla birlikte kalifiye işgücünün azalması kalite güvence kavramının gelişmesine etken olmuştur. Öyle ki savaş sonrası Amerikan Hava Kuvvetleri müteahhitlere yaptıracığı işlerde belirli talimat ve prosedürler oluşturma gereği duymuştur. Amerikan Hava Kuvvetleri'nin bu isteği kalite güvence kavramının doğmasını ve günümüze kadar çeşitli revizyonlarla gelmesini sağlamıştır (Kavrakoğlu, 1995) .

Savaşı kazanan tarafta kalite hak ettiği değeri görmezken, kaybeden taraf olan Japonya'da ise kalite devrimi gerçekleşmiştir. Japonlara göre bunun sebebi eskiyi değiştirme isteğidir. Japonlar kaliteyi müşteriye bir söz vermek olarak tanımlamış ve bu sözün yerine getirilebilmesi için bizzat işçiler tarafından da verilmesi gerektiğini fark etmişlerdir. 1962 yılında Kaura Ishikawa'nın başlattığı işçi eğitimleri ve Kalite Kontrol Çemberleri çalışmaları bu görüşten hareketledir (Efil, 1995, s.9) .

2.2. Kalite Kavramı

Yapılan bazı araştırmalar 1990'lı yıllarda uluslararası pazarlarda her on müşteriden sekizinin herhangi bir mal yada hizmeti satınalma kararında kalitenin fiyata eşit yada ondan daha fazla ölçüde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bundan yaklaşık 10-15 yıl önce ise her on müşteriden ancak üçü satın alma kararını benzer şekilde veriyordu. Kalitenin pazardaki öneminin geçtiğimiz yıllardaki bu sıçrayışı çağdaş pazarlama tarihindeki en önemli gelişmedir (Peşkircioğlu, 1997, s.11) .

Kalite ve kalite kontrol son yıllarda değişik boyutlar kazanmıştır. Günümüzde kaliteyi mühendislik olanaklarından çok tüketici gereksinimleri belirlemektedir.

Kalite, kullanıcı açısından memnuniyeti arttıran her şey olarak tanımlanır. Kalitenin güvenilirlik veya kullanım ömrü gibi bazı özellikleri diğerlerinden daha kolay tanımlanabilir ve ölçülebilir. Pahalı ve yabancı malzemeler ve destekleyici sistemler kullanarak kalitenin bu özelliklerini



arttırmaya çalışmak, kaliteyi artırma değildir. Ancak başka ürün tasarımı ve yaratılmasıdır.

Kalite, sadece sistemdeki insanlar güven hissettiklerinde ve yaptıkları işten zevk aldıklarında olasıdır. İnsanların bunları tatmasını engelleyen herhangi bir tedbir sonuç vermez ve düşük kalite firma için kayıp getirir (Aguayo, 1994, s.62) .

Kalite alanında yaptığı çalışmaları, eserleri ve tüm dünyada yaygın kabul gören fikirleriyle çağımızın kalite öncülerinden olan J.M.Juran, kalitenin birden fazla anlamı olduğuna değinmiş ve bunlardan en önemli iki tanesini şöyle açıklamıştır (J.M.Juran, 1988, s.22) :

Kalite kusursuzluk arayışına sistemli bir yaklaşımdır.

Kalite kullanıma uygunluktur.

Kalite konusunda yapılan diğer tanımlar ise şöyledir (Efil, 1995, s.6) :

P.B.Crosby'ye göre kalite, şartlara uygunluktur.

TS-ISO 9005'e göre kalite bir ürün ya da hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır.

Kalite kontrol uygulamak, en ekonomik, en kullanışlı ve tüketiciyi daima tatmin eden kaliteli ürünü geliştirmek, tasarımı yapmak, üretmek ve satış sonrası hizmetlerini vermektir.

Kalite beş boyuttan oluşmuştur (Gözlü, 1990, s.1-2) ;

İşlevsellik (Fonksiyonellik): Bir mamulün kendisinden bekleneni imalat prosesi sonunda veya ilk kullanımda gerçekleştirip gerçekleştirilememesi durumudur. Yani kullanım amacına uygunluktur.

Güvenilirlik: Mamulün önceden belirlenen süre içerisinde arıza yapmaması durumudur.

Dayanıklılık: Mamulün alışık olunmayan koşullarda kendisinden beklenen işlevi ne ölçüde gerçekleştirdiğidir.

Güvenlik: Kullanan kimsenin güvenliğini bozucu bir durum bulunmamasıdır.

Estetik Özellikler: Görünüş ile ilgili özelliklerdir. Yüzey düzgünlüğü, simetri, parlaklık, renk, koku, v.b. özellikler bir mamulün estetiğini belirlemektedir.

2.3. Kaliteyi Oluşturan Temel Öğeler

Bir mamulün kalitesi tasarım, uygunluk ve performans olmak üzere üç öge tarafından belirlenmektedir.

2.3.1. Tasarım Kalitesi

Tasarım kalitesi ürünün sınıfını belirler. Aynı işi görmek için yapılan değişik ürünler arasındaki fark konstrüksiyon esnasında öngörülen veya ortaya çıkan farktır. Tasarım kalitesi, kullanılan malzeme, seçilen biçim, boyutlar yüzey kalitesi ve toleransların sonucudur (Boran, 1994, s.3,) .

Tasarım kalitesi müşteri araştırmaları ve hizmet/satış ziyaretleri ile başlar, müşteriye tatmin edecek bir ürün/hizmet kavramının belirlenmesiyle sürdürülür. Ürün/hizmet kavramı için spesifikasyonlar hazırlanır.

Bir ürün/hizmet kavramının geliştirilmesi süreci pazarlama, satış sonrası hizmet ve tasarım mühendisliği personeli arasında işbirliği oluşturulmasını içerir. Bir işletmenin ürün/hizmet anlayışı sürekli ve sonsuz iyileştirme olmalıdır. Çünkü müşterinin beklediği kalite tasarım aşamasında gerçekleştirilir. Bu kaliteyi tutturmak mümkün olsa da olmasa da müşteri şikayetleri beklenmeksizin ürün geliştirme çalışmaları devam ettirilmelidir.

2.3.2. Uygunluk Kalitesi

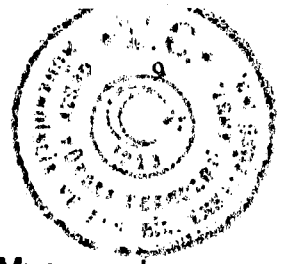
Müşteri gereksinimlerinin karşılanması için gerekli olan tasarım spesifikasyonlarını karşılayabilme ölçüsüdür. Kalite kontrolünün etkinliği arttıkça, yani kalite spesifikasyonlarına uygunluk derecesi yükseldikçe bozuk mal sayısı azalır. Dolayısıyla, bozuk malların ortaya çıkardığı malzeme ve işçilik kayıpları ve tamir masrafları ile müşteri şikayetleri hızla azalır.

Uygunluk kalitesi ölçülebilir bir karakteristiktir. Uygunluk kalitesini değerlendirmede iki gösterge söz konusudur. Bunlardan birincisi nominal yani hedeflenen değerdir. Örneğin; bir civatanın belirlenmiş olan boyutları nominal değerdir. İkincisi ise toleranslardır. Bu değerler nominal değer kabul edilebilir alt ve üst sapma değerleridir. Örneğin; bir civatanın nominal değeri 4cm olabilir. Toleransları ise ± 0.5 mm olabilir. Bu durumda alt limit 3.95 cm ve üst limit de 4.05 cm olacaktır (Kobu, 1994, s.461) .

2.3.3. Performans Kalitesi

İşletmenin ürün/hizmetlerinin pazardaki performans düzeylerinin müşteri araştırmaları ve satış/hizmet analizleriyle belirlenmesidir. Bu çalışmalar bakım, satış sonrası hizmet, güvenilirlik ve lojistik destek analizi ile müşterilerin neden ürün/hizmetlerini satın almadıklarının araştırılmasını içerir.

Performans kalitesi çalışmalarında kalite kaybı iki kaynakla aranmalıdır. Birinci olarak kalite kaybı ürün/hizmetin karakteristiklerinin pazarın gereksinimlerinden farklı bir şekilde üretildiği süreçte olur. Bu kayıp pazar sayısının arttırılması ve ürünün müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde düzeltilmesiyle önlenabilir. İkinci olarak kalite kaybı kalite karakteristikleri değişiminin çok fazla olduğu ürün/hizmet üreten işletmelerde ortaya çıkar. Bu iki kalite kaybı performans kalitesi aşamasında aranmalıdır. Elde edilen bilgi daha sonra tasarım ve uygunluk kalitesi aşamasına bildirilmelidir (Günel, 1994) .



2.4. Kalite Kontrol Kavramı

Endüstride kalite kontrolü muayene kavramı ile başlamıştır. Muayenede imal edilen veya satın alınacak parçalar ölçülür ve bunların evvelce tespit edilmiş olan tolerans aralığında bulunup bulunmadığına bakılır. Bu da gösteriyor ki muayene mamulün kalitesini değiştirmez.

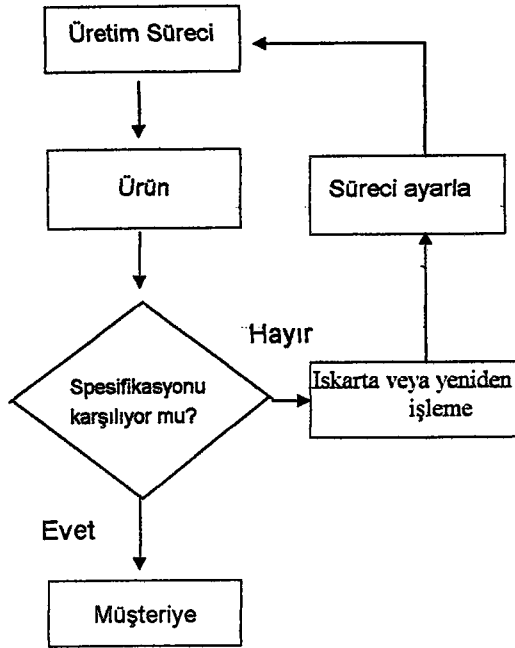
Kalite kontrolü , kalitenin kontrol altında tutulması anlamına gelir ve buradaki kontrol kelimesi muayeneden çok farklı bir anlam içerir. Kalite kontrolün fonksiyonu mamul henüz imalat safhasında veya tezgahda iken başlar. Kalitenin, daha doğrusu prodüksiyon standartlarının gidişatını her an göz önünde bulundurur ve gerekli doğrulayıcı tedbirlerin icap eden alanlarda alınmasını sağlar. Böylece mamul kalitesinin belirli standartlar dışına çıkmasına engel olur (Akün, 1992, s.1) .

Japon kalite kontrolü yönetimde bir düşünce devrimidir. Yönetim konusunda yeni bir düşünüşü gösteren bir yaklaşımdır. Japon endüstriyel standartları (JIS) kalite kontrolü aşağıdaki gibi tanımlar (Ishikawa, 1995, s.46) :

“Tüketicilerin gereksinimlerini karşılayan kaliteli mal veya hizmetleri ekonomik olarak üreten bir üretim yöntemleri sistemi. Modern kalite kontrol istatistiksel yöntemlerden yararlanır ve genellikle istatistiksel kalite kontrol olarak adlandırılır.”



2.5. Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı



Şekil 2-1. Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı

Kaynak : N.Uğur ve H.Çaltuğ, İstatistik Kalite Kontrol, s.1, Ankara:1994.

Kaura Ishikawa'ya (1995) göre;

"Kalite kontrol yapmak; en ekonomik, en kullanışlı ve tüketiciyi her zaman memnun eden kaliteli bir ürünü geliştirmek, tasarlamak, üretmek ve bakımını yapmak demektir." (s.46)

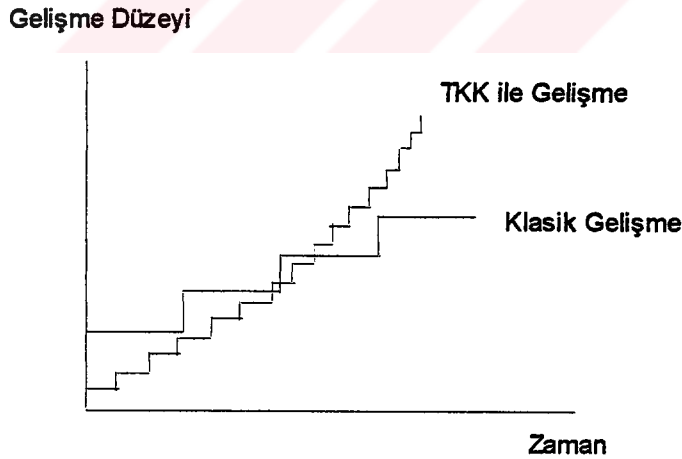
Geleneksel kalite kontrol anlayışında imal edilen veya satın alınacak parçalar ölçülür ve bunların evvelce tespit edilmiş olan tolerans aralığında bulunup bulunmadığı muayene yoluyla kontrol edilir. Yapılan muayene mamulün kalitesine hiçbir etki yapmaz. Yani kalitesini değiştirmez. Çünkü mamul artık imal edilmiştir. Burada muayenenin faydası müşteriye gitmeden önce mamulün istenilen özellikleri sağlayıp sağlayamadığının görülmesidir. Muayene sonucu spesifikasyon değerlerini karşılamayan ürünler ya tekrar üretime geri gönderilir yada hurdaya çıkarılır. Spesifikasyon limitlerini karşılamayan ürün miktarı fazla olduğu takdirde üretim süreci gözden geçirilerek gerekli düzenlemeler yapılır (Şekil 2-1) .

Görüldüğü gibi geleneksel kalite kontrol anlayışı masraflı ve verimsiz bir çalışma niteliği taşımaktadır. Çünkü bu anlayışta ürünün imal edilmesini bekleme zorunluluğu vardır. Bu sebeple ürün yada ara ürüne belirli bir yatırım yapılmıştır (Uğur ve Çaltuğ, 1994, s.1) .

2.6. Toplam Kalite Kontrol Anlayışı

Kalite kontrolü sadece muayene veya fabrikanın belirli bir bölümünde sürdürülen faaliyetler olarak düşünülmez. İşçisinden genel müdürüne kadar tüm personelin derece derece sorumluluk taşıdığı, hammadde girişinden mamul dizaynına ve imalattan mamul ambarına kadar her aşamada yer alan bir faaliyetler topluluğudur.

Kalite kontrolün sonuç alıcı biçimde uygulanması, üst yöneticiler, müdürler, amirler, işçiler dahil olmak üzere şirketteki herkesin şirketin pazar araştırma ve geliştirme, ürün planlama, tasarım, üretim planlama, satın alma, imalat, ölçme ve muayene, satış, satış sonrası hizmetler, muhasebe, personel, eğitim gibi tüm faaliyet alanlarında işbirliğini gerektirir. Bu şekilde gerçekleştirilen kalite kontrole, şirket çapında kalite kontrol veya toplam kalite kontrol denir (Kavrakoğlu, 1995, s.12) .



Şekil 2-2. TTK ile gelişme grafiği

Kaynak : i.Kavrakoğlu, Toplam Kalite Yönetiminin Felsefesi ve Öğeleri,s.13, İstanbul:1992 .



Şekil 2-2'de görüldüğü gibi, Japonlar Kaizen'i gerçekleştiren klasik gelişmede olduğu gibi sıçramaların büyüklüğü ile değil sıklığı sayesinde batıya nazaran daha büyük ilerlemeler kaydetmişlerdir. Aşamaların sık ve küçük olması tüm örgütün gelişmelerle bütünleşmesine neden olmakta ve bu oluşum sürekli beslenebilmektedir. Dolayısıyla, örgütün başarı şansı artmış olmaktadır.

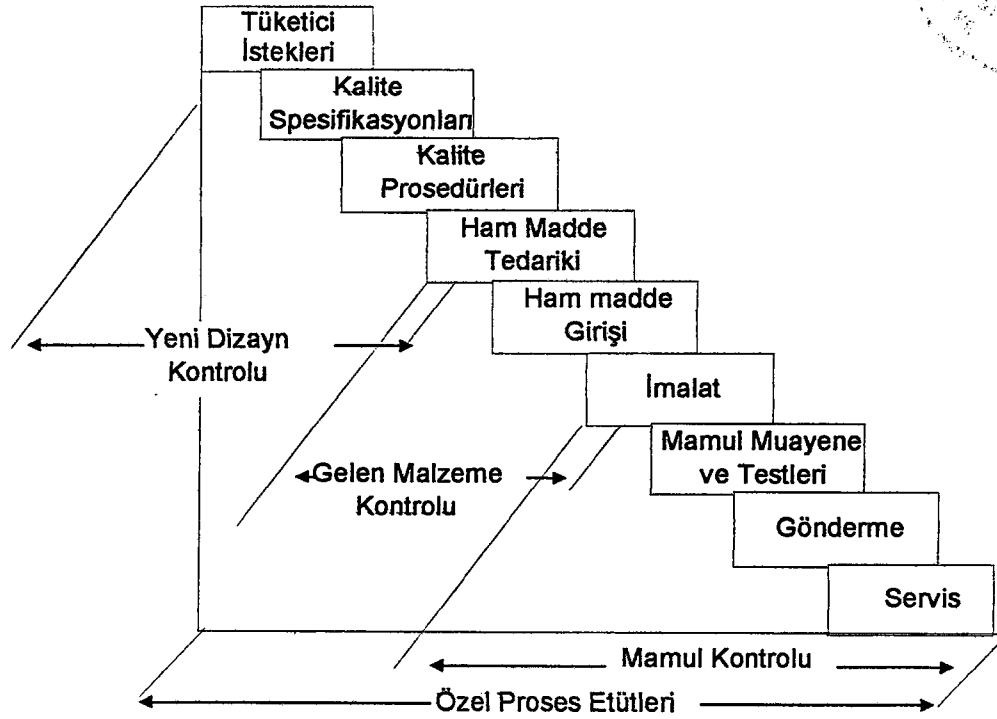
Tüketici isteklerini en ekonomik düzeyde karşılamak amacı ile işletme organizasyonu içindeki çeşitli ünitelerin kalitenin yaratılması, yaşatılması ve geliştirilmesi yolundaki çabalarını birleştirip koordine eden etkili sisteme **TOPLAM KALİTE KONTROLÜ** denir (Kavrakoğlu, 1992) .

Toplam kalite kontrolü üretim sisteminin her yerinde rastlanılan faaliyetlerden oluşur. Bu faaliyetleri normal akış düzeni içinde (Şekil 2-3)' de yer alan diyagramda görüldüğü gibi sıralayarak gruplamak mümkündür. Buna göre TKK üç ana aşamada gerçekleşmektedir (Kobu, 1994, s.467) :

1.Yeni Dizayn Kontrolü : Tüketici ihtiyaçları, satın alma gücü ve Pazar özellikleriyle teknolojik olanaklar göz önüne alınarak mamulün kalitesini belirleyen teknik spesifikasyonlar ve prosesler tespit edilir.

2. Gelen Malzeme Kontrolü: Mamulde kullanılan hammadde, yarı mamul, parça ve yardımcı malzemelerin istenilen niteliklerde olup olmadığının tespiti.

3. Mamul Kontrolü: İmalatın önceden tayin edilmiş bulunan çeşitli aşamalarında yarı mamul ve mamullerin kalite spesifikasyonlarına uygunluğunun kontrolü ve gerekli hallerde ilgili ünitelerin zamanında düzeltici karar almalarını sağlayacak şekilde uyarılmasıdır.



Şekil 2-3. Üretim süreci içinde Toplam Kalite Kontrol Aşamaları

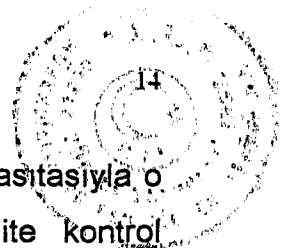
Kaynak : Kobu, Üretim Yönetimi, s.467, İstanbul:1994 .

2.6.1. Toplam Kalite Kontrolde İstatistik Ve Önemi

Japonya İkinci dünya savaşı yenilgisiyle harap olmuştu. Hemen hemen tüm sektörleri azami ölçüde zarar görmüş, gıda giyim ve inşaat sektörleri yok olmuştu. İnsanlar açlıktan ölmek üzereydi.

Amerika Birleşik Devletleri işgal kuvvetleri Japonya'ya ayak bastığında önemli bir engelle karşılaştı: Telefon hatları sık sık kesiliyordu. Japon telefon ağı güvenilir bir haberleşme aracı değildi. Sorun yalnızca yeni bitmiş olan savaşın sonucu değildi, kullanılan malzeme kalitesizdi ve standart olmaktan uzaktı.. Bu zayıf noktaları gören A.B.D. kuvvetleri Japon telekomünikasyon sektörüne modern kalite kontrol yöntemlerini kullanma talimatı verdi ve endüstriyi eğitmek için harekete geçti. Böylece Mayıs 1946'da Japonya'da istatistiksel kalite kontrol başlamış oldu (Ishikawa, 1995, s.19) .

Kalite kontrolün kontrol fonksiyonunu sağlayabilmesi bugün istatistik usuller sayesinde mümkün olmaktadır. Kalite kontrol içerisine istatistik ilminin girmesini kısaca şöyle açıklayabiliriz;



İstatistik bize genel olarak bir yığından alınan numuneler vasıtasıyla o yığın ile ilgili kontrollü bilgiler veren bir bilim dalıdır. Kalite kontrol çalışmalarında yüzde yüz muayene mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla istatistik bilimi direkt olarak kalite kontrolün içine girmiş olmaktadır.

Yüzde yüz muayenenin yapılamama nedenleri şöyle sıralanabilir;

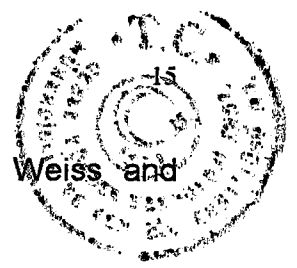
- Muayene tahripli olabilir. Yani bir mermi imalatında %100 muayene yapılmaya kalkılırsa ortada mermi kalmaz.
- Hassas mekanik imalatı veya bahis konusu malı %100 muayene etmek pratik olarak mümkün değildir.
- %100 muayene için yeteri kadar kalifiye eleman bulunmaması muayenenin neticesinin arzu edilen seviyede olmamasına sebep olur.

Bir dağılım cinsi ne olursa olsun tesadüfi bir yapı gösterir. İstatistiğin bir tarifi de tesadüfi olayların kanunlarını inceleyen bir bilim dalı olduğu şeklindedir (Akün, 1992, s.2-3) .

İstatistiğin kalite kontrolde geniş uygulama olanakları bulması, minimum malzeme ve işçilikle yüksek kalite düzeyinde ve büyük miktarlarda üretimi zorunlu kılan İkinci Dünya Savaşı ile birlikte gerçekleşmiştir. Savaşın ortaya çıkardığı çeşitli ihtiyaçlar kalite kontrolde kontrol diyagramlarının ve örnekleme ile yapılan kabul tesislerinin geniş çapta kullanılmasını gerektirmiştir.

Kalite kontrolde iki temel metodoloji kullanılır. Bunlar kabul örnekleme ve proses kontrolüdür. Her iki metotta da istatistiksel teknikler geniş olarak kullanılır (Monks,1987, s.579) .

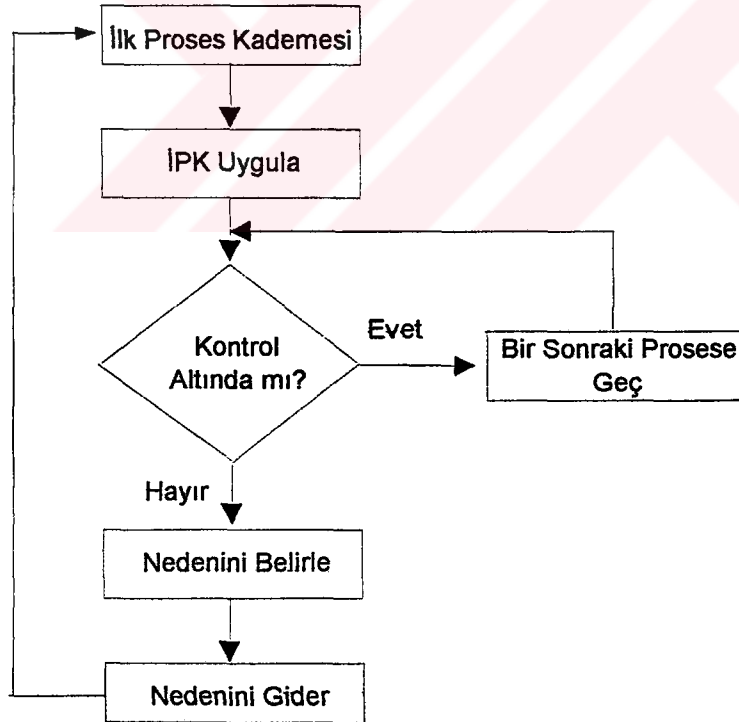
Kabul örnekleme kalite kontrolün temel ve arzu edilir bir fonksiyonudur. Fakat bu yöntem sadece ürünün kabul edilebilir olup olmadığına cevap verir. Ayrıca üretim prosesinin kalitesini üretim esnasında kontrol etmek için İPK yöntemi kullanılır. Bu yöntem süreç esnasında



yapılabildiği gibi tamamlanmış parçalar için de yapılabilir (Weiss and Gershon, 1989, s.780) .

İPK ile istatistiğin tüm prensip ve teknikleri üretimin her aşamasında kullanılabilmektedir. İPK önceden belirlenen spesifikasyonlara uygunluğu sağlayan, standartlara bağlılığı hedef alan ve kusurlu ürün üretimini en aza indirmekte kullanılan bir araçtır. İPK ile kalite üretim sürecinin her aşamasına inşa edilmiş olmaktadır.

İPK yöntemi uygulanırken üretim süreci birçok aşamaya bölünür sonra her aşamaya sürecin istatistiksel kontrol altında olduğunu belirlemek amacıyla istatistik analiz uygulanır. Eğer süreç istatistik kontrol altında ise bir sonraki aşamaya geçilir, değilse problem belirlenir ve düzeltilir (Şekil 2-4). Böylece spesifikasyon dışı üretim engellenerek süreç üzerindeki gerekli düzenlemelerin zamanında yapılması sağlanmış olur.



Şekil 2-4. İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemi Aşamaları

Kaynak : N.Uğur ve H.Çaltuğ, İstatistik Kalite Kontrol, s.3, Ankara:1994.



2.7. Toplam Kalite Yönetimi

Toplam kalite yönetimi için uluslar arası kabul gören bir tanım bulunmamaktadır. Firmalar bu anlayışı kendi bünyelerine uygun bir şekilde uygulamaktadırlar. Ancak International Organization for Standardization aşağıdaki tanımı tavsiye etmektedir (Dobler and Burd, 1996, s.452) ;

Toplum ve örgütün tüm üyelerinin yararı için müşteri memnuniyeti ile uzun süreli başarıyı hedefleyen ve tüm üyelerin işbirliği temelleri üzerine kurulan kalite odaklı bir organizasyon yaklaşımıdır.

TKY' de yer alan temel kavramları şöyle sıralayabiliriz;

- Kalitenin herkesin sorumluluğunda oluşu
- Organizasyonun tüm bireyleri arasında aktif işbirliği
- Kalitenin sürekli gelişimi
- Müşteri memnuniyeti.

Toplam Kalite Yönetimi, kalitenin yükseltilmesi, masrafların azaltılması, üretkenliğin artırılması ve müşteri tatminini yükseltmesi için ürünlerin, metodların ve hizmetlerin devamlı gelişimini içeren rekabetçi bir strateji olarak geliştirilmiştir. Toplam Kalite Yönetimi, müşteri ihtiyaç ve isteklerini tatmin etmek için, üretim ve hizmet metodlarını kontrol edecek; istatistiksel metodların, yönetim tekniklerinin, sistem mühendisliği metodlarının kullanımını içerir. Bu artan üretkenlik, düşük masraflar, daha güçlü rekabet durumu, artan Pazar payı ve karlılıkla sonuçlanan, sürekli kalite gelişimine dayanmaktadır (Zenz, 1994, s.191).

2.8. Geleneksel ve Modern Kalite Kontrol Anlayışlarının Karşılaştırılması

Geleneksel anlayışta kalite düzelticidir ve sorgusuz benimsenmiştir. Düzeltici faaliyetler ürün bazında ele alınır. Kalitenin sadece kalite kontrol

elemanlarınca sağlanacağı görüşü hakimdir. Esas olan üretim miktarıdır. Ürünlerin üretimi tamamlandıktan sonra kontrolleri yapılır ve düzeltici önlemler ürün bazında alınmaya çalışılır.

Geleneksel anlayış kalite ile karlılık arasındaki ilişkiyi de görememiştir. Bu düşünceye göre kalitenin iyileşmesi maliyeti artırır ve dolayısıyla karlılığı olumsuz yönde etkileyebilir. Bu görüş tam olarak doğru değildir. Çünkü karlılığı artırmanın en etkili yolu, önce kaliteyi geliştirmektir (Optimum, Ekim 1997, s.85) .

Modern kalite anlayışının temelinde geliştirme ve sürekli iyileştirme kavramları yatmaktadır. Düzeltici faaliyetler proses bazında ele alınır. Hatalar oluşmadan tahmin edilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanır. Herkes kaliteden sorumludur. Bir sonraki departman bir önceki departmanın müşterisi konumundadır. Kalite arttıkça maliyetlerin düşeceği inancı hakimdir.

2.9. Gelecekte Kalite

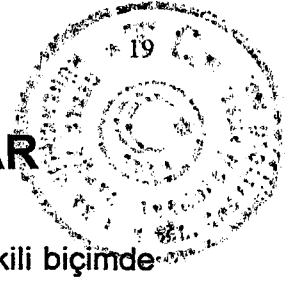
1980'li yılların başından itibaren somutlaşan ve tüm sektörlerde üretimde ve "Toplam Kalite" stratejisine dayalı bir yönetim anlayış ve modelinin gelişmesine neden olan "Kalite Devrimi" bu yüzyılda iş hayatında bilimsel yönetime eşdeğer önemde yaşanan tarihsel bir gelişme olarak nitelendirilmektedir.

Tüm toplumları dalgalar halinde saran bu kalite hareketi, toplumların yaşam tarzı ve ortaya çıkan yeni ihtiyaçları kadar, bilim ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla gelişmesinin de bir sonucu olmuştur. Teknolojik ürünlerin giderek artan kompleksliği, bu ürünlerin güvenilirlik düzeyinin de giderek yükseltilmesini gerektirirken bilgisayar teknolojisine dayalı sistemler birçok alanda insan ve mekanik sistemlerle yer değiştirmeye başlamıştır.

Yirmibirinci yüzyılda bileşik ürün piyasaları müşteri isteğine göre imal edilmiş, iyi kaliteli, çok çeşitli ürünleri global ve hızlı şekilde üretmek ve teslim etmek zorunda kalacaklardır. Bu ürünler sadece şekil bakımından

değil, fonksiyon yönünden de farklı olmakla kalmayacak ayrıca ürünle birlikte sağlanan servisi ve ürünün tasarımına katkıda bulunan müşteriye de kapsayacaktır. İmalatçı şirketler üretimle izole edilmeyecek, satıcı ağlarını, müşterileri, mühendisleri ve diğer hizmet fonksiyonlarını da özünde birleştirecektir (Peşkircioğlu, 1997, s.13) .





3. TEMEL İSTATİSTİKSEL KAVRAMLAR

İstatistik kuramı kalite kontrolde ilk olarak 1920 yıllarında etkili biçimde uygulanmaya başlanmıştır. Yeni istatistiksel yöntemler, kalite kontrol problemlerine ilk defa 1924 yılında Walter A.Shewart tarafından Bell Telephone Laboratuvarı'nda uygulanmıştır. İkinci dünya savaşıyla birlikte istatistiksel kalite kontrol yaygınlaşmıştır.

İstatistiği genel olarak şöyle tanımlayabiliriz:

İstatistik; tesadüfi etkenlerin etkisi altında bulunan olayların gözlenmesi ve belirli kuram, araç, yöntem ve tekniklerin yardımıyla bu olaylar hakkında sistematik biçimde bilgilerin toplanması ve incelenmesi sonunda belirli duyarlıkta tahmin ve yorumlar yapılmasını sağlayan bilim dalıdır.

Kütle: Kütle yığın olay niteliğini taşıyan aynı cinsten birimlerin meydana getirdiği topluluktur. Kendisini meydana getiren birimlerden daha farklı bir varlığa sahip değildir. Kütleli meydana getiren birimler homojendir ve son olarak da istatistik kütesini teşkil eden birimlerin tek değil, çeşitli etkenlerin tesiri altında bulunması ve bir vasfın farklı şıklarına rast gelmesi gerekir (Çömlekçi, 1984, s.4).

Örnek: Kütleli temsil eden belirli ve sınırlı sayıda elemandan oluşan ve kütleli karakteri hakkında bilgi veren alt cümleciktir. Tesadüfi olmalıdır.

İstatistiksel proses kontrolde ve birçok olayların istatistiksel olarak araştırılması yapılırken örnekleme yoluna gidilir. Çünkü bir yığının incelenmesi hem çok zaman alır hem de yeterli para ve eleman bulunmayabilir. Ayrıca belirli bir özelliğin saptanması için yapılan ölçme bireyin diğer özelliklerine zarar verebilir.

Ölçme: Bilinmeyen bir büyüklüğün bilinen bir büyüklük veya standartla karşılaştırılmasıdır.



Ölçme Tekniği: "Sistem içinde ölçme aletlerinin seçimi, geliştirilmesi, kullanılması, bakımı ve kalibrasyonu ile ölçme yöntemlerinin uygulanmasından oluşan faaliyetler topluluğuna ölçme tekniği denir" (Sağdıç, 1995) .

Bir istatistik kütlesini meydana getiren birimlerin sayılması veya ölçülmesi ile örneğin analize hazır hale getirilmesi sağlanır. Analize hazır hale getirilen veriler seriler ve grafikler yardımıyla sunulur.

3.1. İstatistiksel Seriler

3.1.1. Basit Seriler

Bir seriyi meydana getiren elemanların küçükten büyüğe doğru sıralanmasıdır. Bu sıralamaya istatistikte dizi adı verilir.

3.1.2. Frekanslı Seriler

Elemanları birden fazla tekrar eden serilerde birden fazla tekrar eden elemanlar tek bir satır olarak yazılır ve yazılan elemanın karşısına tekrar sayısı yazılır. Yazılan bu tekrar sayısına frekans, elde edilen seriye de frekanslı seri adı verilir.

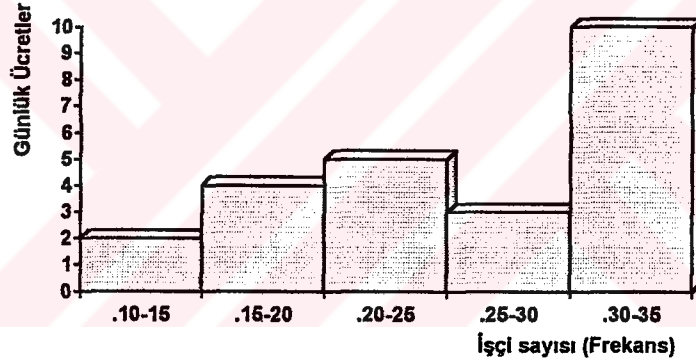
3.1.3. Gruplandırılmış Seriler

Veri sayısı çok fazla olduğu zaman, veriler belirli aralıklar içinde kalan sıklara göre bir sıralamaya tabi tutularak gruplandırılmış seriler oluşturulur.

Örnek:

Tablo 3.1.Günlük Ücretler Tablosu

Günlük Ücretler	İşçi Sayısı (Frekans)
(10 - 15)	2
(15 - 20)	4
(20 - 25)	5
(25 - 30)	3
(30 - 35)	10
Toplam	24



Şekil 3-1.Günlük Ücretler Histogramı

Örnekte de görüldüğü gibi her bir sınıfın üst sınırı kendisinden sonra gelen sınıfın alt sınırına eşittir. Ancak bu şekilde müşterek sınırların olabilmesi için göz önünde bulundurulan vasfın mutlaka sürekli olması gerekir.

Gruplandırılmış serilerde önemli bir problem grup sayısının belirlenmesidir. Uygulamada çoğu zaman 20'den fazla gruba ihtiyaç olmadığı görülmüştür. Ayrıca grup sayısının 10'dan az olması da dağılımla ilgili önemli özelliklerin gizli kalmasına sebep olabilir. Sınıf sayısı k,

incelenen yığının mevcudu da n ile belirtilirse; $k=1+3.3 \log n$ Sturges Kuralı ile bulunabilir (Çömlekçi, 1984, s.20).

Hesaplanan k değeri yuvarlatıldıktan sonra maksimum değer ile minimum değer arasındaki fark sınıf sayısına bölünmek suretiyle sınıf aralığı belirlenir. Tam sayı olmaması halinde bu da yuvarlaklaştırılır.

Sınıf aralığının eşit olması istenilen bir durumdur. Fakat bazı durumlarda eşit olmayabilir. Sınıf sayısı 20'den fazla veya belirlenen sınıf aralığına göre bazı sınıfların frekanslarının sıfıra eşit olması durumunda sınıf aralığının eşitliği bozularak bir tek sınıf oluşturulma yoluna gidilir (Çömlekçi, 1984, s.14 -19) .

3.2. Merkezi Eğilim Ölçüleri

3.2.1. Aritmetik Ortalama

Bir istatistiksel dağılımın aritmetik ortalaması dağılımdaki terimler toplamının terim sayısına oranıdır. Söz konusu ortalama için X_{ort} simgesi kullanılacaktır.

Basit serilerde aritmetik ortalama :

$$X_{ort} = \frac{X_1 + X_2 + ... + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Frekanslı ve sınıflı serilerde aritmetik ortalama :

$$X_{ort} = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i}$$

formülü ile hesaplanır. Burada X_i sınıf orta noktalarını temsil etmektedir.

3.2.2. Mod

Bir dağılımda en büyük sıklığa sahip olan değerdir. Sınıflı serilerde MOD değeri formül yardımıyla hesaplanır.

$$MOD = L_1 + c \frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2}$$

3.2.3. Medyan

Seriye iki eşit kısma bölen değere medyan denir. Bir serideki bütün değerleri küçükten büyüğe doğru sıralayarak bir dizi oluşturursak tam ortada yer alan ve seriyi iki eşit parçaya ayıran değer medyan olarak tanımlanmaktadır. Özellikle çok büyük ve çok küçük değerlerinde bulunduğu serilerde ortalamadan daha iyi seriyi temsil edebilir.

Sınıflı serilerde medyan formül yardımıyla hesaplanır :

$$MEDYAN = L_1 + c \frac{\Sigma f_i / 2 - b_{(f-1)}}{f_m}$$

Medyan sınıfı ; $\Sigma f_i / 2$ değerini içinde barındıran en küçük birikimli frekans olarak belirlenir.

Serilerin dağılım şekilleri analiz edilirken ;

Mod = Medyan = Aritmetik ortalama ise seri simetrik.

Mod < medyan < aritmetik ortalama ise sağa asimetric seri

Aritmetik ortalama < medyan < mod ise sola asimetric seri demektir.

3.3. Merkezi Dağılım Ölçüleri

Bir dağılımdaki terimlerin normal büyüklüğü hakkında fikir veren ortalamalarla birlikte yığının birtakım özelliklerinin daha bilinmesi gerekir. Mesela bir ülkedeki yaşam düzeyi hakkında karar verebilmek yönünden gelir

ortalaması tek başına fazla anlamlı değildir. Ortalama gelir, gelir dağılımıyla ilgili objektif bir ölçüyle birlikte anlam kazanır. Bunlar gibi birçok durumlarda yığını oluşturan birimlerin değişkenlik derecesinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Çömlekçi, 1989, s.160) .

Kısaca serileri tam olarak inceleyebilmek için, ortalamaı değişkenlik derecesini ve serinin şeklini ifade eden ölçülerle tamamlamak gerekmektedir. Bu anlamda en çok kullanılan ölçüler şunlardır:

- Dağılım aralığı
- Standart sapma ve Varyans,

3.3.1. Dağılım Aralığı

Dağılımdaki en büyük değer ile en küçük değer arasında ki farka eşit olan bir ölçüdür.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Bu değişkenlik ölçüsü terim sayısı farklı olan dağılımların karşılaştırılmasında veya farklı ölçü birimleri ile ifade edilmiş farklı büyüklükteki terimlerden oluşmuş dağılımların karşılaştırılmasında kullanılamaz. Genellikle değişim aralığı küçük örneklerin peş peşe alınması durumlarında kullanılması uygundur.

3.3.2. Standart Sapma Ve Varyans

Dağılımın terimlerinin aritmetik ortalamadan olan cebirsel sapmalarının kareli (kuadratik) ortalaması dağılımın standart sapmasıdır. Bu değişkenlik ölçüsünün karesine varyans adı verilir.

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - x_{ort})^2}{n}$$

3.4. Olasılık Dağılımları

Bir olasılıksal değişken bir olasılık yasası çerçevesinde hareket edebilir. Olabildiğince az sayıda parametreye bağlı genel bir matematiksel ifade, bir işlev bağıntısı bu yasayı belirleyebilir ; işte bu matematiksel ifade veya işlev bağlantısı teorik bir dağılımı tanımlar.

Gözlem veya deneme sonucu elde edilen sıklık dağılımlarının istatistiksel yöntemlerle belirlenen dağılım işlevlerine olasılık dağılımları yada kuramsal sıklık dağılımları denir. Bunlardan özellikle üç tanesi, Binom, Normal ve Poisson dağılımları uygulamada ve kuramda büyük öneme sahiptir (Çömlekçi, 1989, s.216) .

3.4.1. Binom Dağılımı

Bir deneyin yalnız iki mümkün çıktı verdiğini varsayalım: 0 ve 1. 0 başarısızlığı, 1 ise başarıyı gösterebilir. P, her deneydeki başarının bir çıktısı, olasılığını gösterebilir. Deneyi, benzer koşullar altında n kez tekrarlayalım. Eğer, n adet deneydeki başarı sayısı X ise, bu durumda X'in binomial bir dağılım gösterdiğini söyleyebiliriz (Erkut, 1992, s.110) .

Genel Formül ;

$$B(k;n;p) = \frac{n!}{k! (n-k)!} p^k q^{(n-k)}$$

- Ortalaması :

$$\mu = np$$

- Standart Sapması :

$$\sigma = \sqrt{npq}$$

Binom dağılımında p oranı > 0.05 ve n küçük bir sayıdır. İki parametrelili bir dağılımdır (n ve p) . Süreksiz bir dağılımdır, frekans poligonunda (n + 1) tane nokta vardır.

Binom dağılımının şekli, p ve q değerine bağlıdır. N değeri ne olursa olsun p = q olduğu zaman dağılım simetrik olacaktır. Ancak, p ≠ q olsa bile, eğer p ve q değerleri sabit tutulup n arttırılırsa, binom dağılımı simetriye yaklaşır (Çömlekçi, 1989, s.158).

3.4.2. Poisson Dağılımı

Özellikle kuyruk problemlerinde sıklıkla rastlanan bir dağılım türüdür. Eğer bir hizmet birimine müşteriler tamamen rassal olarak geliyorlar ise, birim zamandaki gelişlerin sayısını gösteren rassal değişken Poisson dağılımı gösterir (Erku, 1992, s.113).

Dağılımın genel formülü ;

$$p(x=k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!} \quad (e = 2.7)$$

$$\lambda = np$$

Dağılımdaki p oranı < 0.05 ve n değeri de büyük bir sayıdır. Dağılımın tek bir parametresi vardır. Bu parametre λ ile ifade edilir. Beklenen değer ve varyans birbirine eşittir.

Beklenen değer ve varyans :

$$E(x) = \lambda$$

$$\text{Var}(x) = \lambda$$

3.4.3. Normal Dağılım

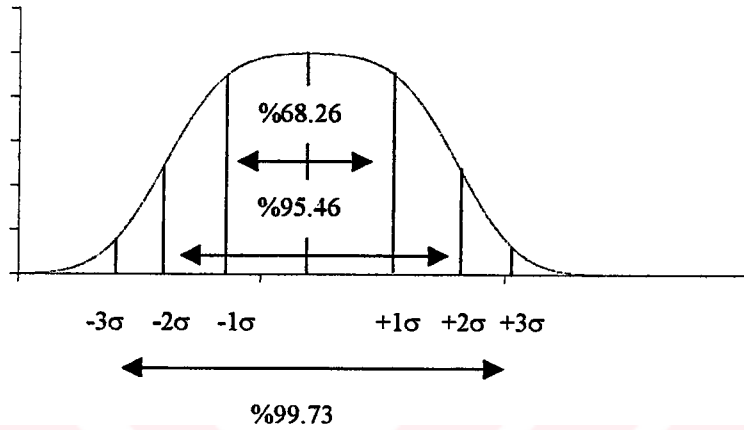
Sürekli değişim gösteren istatistikî olayların incelenmesinde geniş ölçüde kullanılan Normal Dağılım, Gauss Dağılımı olarak da adlandırılır. Bu dağılımın μ ve σ olmak üzere iki önemli parametresi vardır.

Normal eğri fonksiyonunun belirlediği dağılım ortalama etrafında simetrik, yani çan eğrisi şeklindedir. Ortalaması, ortanca değeri ve tepe



noktası aynıdır. Eğri altında kalan alan tüm olasılıkların toplamına eşittir. Olasılıklar toplamı bire eşittir (Şekil 3-2) .

Herhangi bir x değişkeninin tek başına olasılığından söz edilemez; değişkenin bir (a,b) aralığında bulunma olasılığı a ve b' den çıkan düşeylerle , eğri ve yatay eksen arasındaki alana eşittir (Akın, 1996, s.27) .



Şekil 3-2. Normal Dağılım Eğrisi

Kaynak: A.Bağrıaçık, Belgelerle Uygulamalı ISO 9000 Nedir? Nasıl Kurulur? Bilim Teknik Yayınevi, s.337, İstanbul:1995

Sürekli rassal değişken X için normal dağılım aşağıdaki gibi verilir;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad -\infty < x < \infty$$

$$-\infty < \mu < \infty \quad \text{ve} \quad \sigma^2 > 0$$

X 'in ortalaması veya beklenen değeri μ ve varyansı σ^2 ' dir.

Normal dağılım eğrisinde toplam alanın %68.26'sı $\mu - \sigma$ ile $\mu + \sigma$ arasında, %95.44'ü $\mu - 2\sigma$ ile $\mu + 2\sigma$ arasında, %99.74 'ü ise $\mu - 3\sigma$ ile $\mu + 3\sigma$ değerleri arasında değişim gösterir.

Normal olarak dağılmış x rassal değişkeninin birikimli dağılımı ise şöyle ifade edilir ;



$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] dt$$

Normal dağılımın analitik olarak integrali alınamaz. Bunun sonucu olarak, ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan normal dağılım birim normal dağılıma dönüştürülür. Dönüştürülen normal dağılımın ortalaması 0 ve varyansı ise 1' dir. Ortalaması 0 ve varyansı 1 olan normal rassal değişkenin birikimli dağılımı kolaylık açısından tablo olarak verilir.

Ortalaması ve standart sapması bilinen bir popülasyona ait normal dağılım olasılıklarını Z tablosundan bulabilmek için önce x cinsinden verilen aralıklar Z' ye dönüştürülür. Hesaplamalarda normal eğrinin simetrik özelliğinden faydalanılır. Bu amaçla geliştirilmiş Z tablosu kullanılır. Z kritik değeri formülle şöyle hesaplanır :

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Burada x normal olarak dağılmıştır. Ortalaması μ ve varyansı σ^2 'dir. Eğer, x, Ortalaması μ ve varyansı σ^2 ile normal dağıldığını göstermek için,

$X \sim N(\mu, \sigma^2)$ sembolünü kullanırsak, gösterilebilir ki ;

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \sim N(0,1)$$

Bu durumda F(x) fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanabilir ;

$$P(x \leq a) = P \left(Z \leq \frac{a - \mu}{\sigma} \right) = \Phi \left(\frac{a - \mu}{\sigma} \right)$$

Φ değeri karşılığı normal dağılım tablosuna bakılarak bulunur (Banks, 1989, s.78-79) .

Dağılım $-\infty$ 'dan $+\infty$ 'a kadar bütün değerleri belirli oranlarda veya ihtimallerle kapsar. İPK uygulamalarında kullanılan Niceliksel değişkenler

normal dağılıma uymak zorundadırlar,aksi halde bütün kullanılan formüller geçersizdir.

Gauss, "kütleden alınacak örnekler yeterli büyüklükte (kütleyi temsil edecek şekilde) alınır,alınan örnekler normal dağılım (çan) eğrisi gösterecektir" (Çömlekçi, 1989, s.160) .



4. KALİTE KONTROLDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK TEKNİKLER

4.1. Çetele Tablosu

Herhangi bir konuda muayene ve test verilerinin kullanılması amacıyla oluşturulan tablolardır. Bunlar kayıt formu olarak da geçer. Bu tabloların hazırlanmasının faydası verilerin gerçekleri temsil edecekleri doğrulandıktan sonra, verilerin kayıt işlemlerini, özetlenmesini ve analizini en kolay bir şekilde sağlayacak yöntemin bulunmasıdır.

Çetele tablosu bir dağılımın mod sayısını, basıklık ve çarpıklık durumunu, uç değerlerin varlığı veya kesikli durumların olup olmadığını gösterir. Ayrıca çetele tabloları ile dağılımın toleranslar dışına taşmaları açıkça görülebilir.

Çetele tabloları oluşturulurken önce parti büyüklüğü ve sonra da numune alma planlarından faydalanarak örnek büyüklüğü belirlenir. Daha sonra hata tipleri alt alta yazılır ve hangi hata tipine rastlanırsa karşısına çetele çizilir. Kontrol edilecek parça sayısı bitince, her hata tipindeki çeteleler toplanır. Reddedilen kusurlu parça sayısı bilgi formuna yazılır. Böylece karşılaşılan hata türlerinin dağılımı ve düzeltmenin nereden başlaması gerektiği konusunda işlenebilirlik sağlanır. Tablo 4.1’de konuyla ilgili bir örnek verilmiştir. Bu tabloları tamamlanış tarihleri itibarıyla sıra ile ele almak suretiyle hataların türleri, oluş şekilleri konusunda bir eğilimi ortaya koyarak, aldığımız düzeltici ve önleyici tedbirlerin başarısını ve devamını izlememiz mümkün olabilecektir (Akın, 1996, s.35) .

Tablo 4.1. Niteliksel Veri Toplamak İçin Kullanılan Çetele Tablosu

Ürün Adı: Dış Ticaret Kitabı

Tarih: 05.06.1995

Ürün Kodu: AA-20

Kontrol Edilen Kitap Miktarı: 500 adet

Hata Türü	Çetele	Hatalı Adet
Kesme Hatası	I	6
Selefon Baskı Hatası		9
Baskı Hatası		15
Kağıt (Bozuk) Hatası		8
Kırma Hatası		7
Harman Hatası		5
TOPLAM HATA		50

Kaynak: A.Bağrıaçık, Belgelerle Uygulamalı ISO 9000 Nedir? Nasıl Kurulur? Bilim Teknik Yayınevi, s.335, İstanbul : Kasım 1995

4.2. Histogramlar

Frekans dağılımını gösteren kolon grafiklere histogram denir. Histogramları oluşturan kolonların taban genişlikleri sınıf aralıklarına eşittir. Alanları ise frekansları ile doğru orantılıdır. Histogramlar genellikle olayların oluş sıklığını gösteren ve belirli bir zaman aralığında tanımlanan problemin daha sık meydana gelip gelmediğini hesaplar ve ortaya çıkan dağılımın şeklini bilinen bir dağılıma göre karşılaştırır.

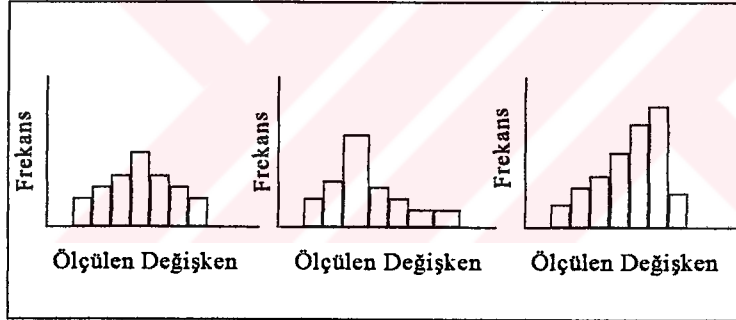
Aynı özelliğe sahip bir olayın belirli zaman aralıklarıyla histogramlar yardımıyla ölçülmesi ve takibi sağlanabilir. Histogram çiziminde yatay eksene ölçülen değer, düşey eksene de her bir sınıfa düşen frekans sayıları yazılır. Histogramların yorumlarının gerçeği yansıtabilmesi için veri adedinin en az 50 olması gerekir. Genellikle bu çalışmalarda 50-100 arası veri

kullanılmaktadır. 50 'den az veri ile çalışılırsa sınıf adedi azalacağı için üretim prosesinin dağılımıyla ilgili olarak yanıltıcı fikir elde edilebilir (Akın, 1996, s.40) .

Histogram sürecin resmini verdiğiinden dolayı bazı önemli bilgiler sağlamaktadır. Histogramın sağladığı üç bilgi şunlardır (Uğur ve Çaltuğ, 1994, s.8) :

- 1.Sürecin değişkenliğinin normal olup olmadığı.
- 2.Ürünün spesifikasyona göre doğru merkezlenip merkezlenmediği.
- 3.Sürecin istatistik olarak spesifikasyonu karşılamaya yeterli olup olmadığı.

Normal dağılıma benzeyen histogramlar, simetrik, sağa asimetrik ve sola asimetrik olmak üzere üç tiptir.



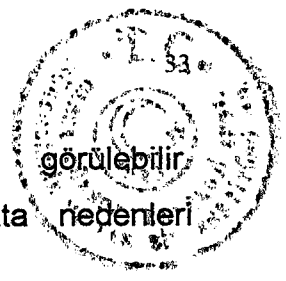
Şekil 4-1. Simetrik Histogram

Şekil 4-2. Sağa Asimetrik Histogram

Şekil 4-3. Sola Asimetrik Histogram

Kaynak: B.Akın, İşletmelerde İPK Teknikleri, Bilim Teknik Yayın Evi, İstanbul:1996, s.41.

Histogramlar spesifikasyon ve sonuç arasındaki ilişkilerin araştırılmasında normal olmayan verilerin belirlenmesinde malzeme ve değişik verileri sınıflandırarak üretim süreci içerisinde değişkenliğe neden olan faktörlerin gözden geçirilmesinde kullanılmaktadır (Caulcutt, 1991, s.24-25) .



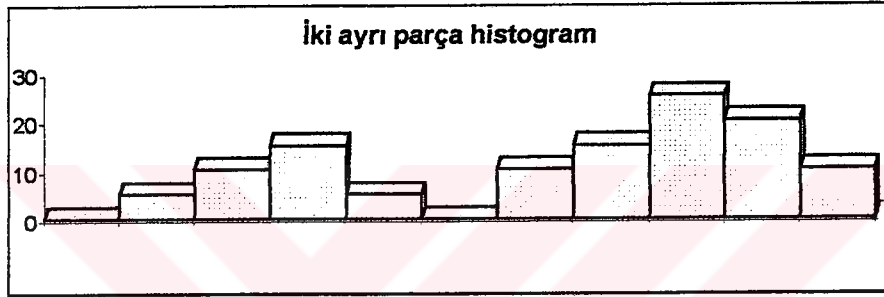
Histogramlar yardımıyla hatalarla ilgili düzensizlikler görülebilir. Aşağıdaki şemalarda bu durumlar ve muhtemel hata nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır (Akın, 1996, s.42) .

- *İki ayrı parçaya bölünmüş histogram (Şekil 4.4)*: Bunun nedeni üç faktöre dayanır:

I. Ürünler iki ayrı makinadan gelmiş olabilirler,

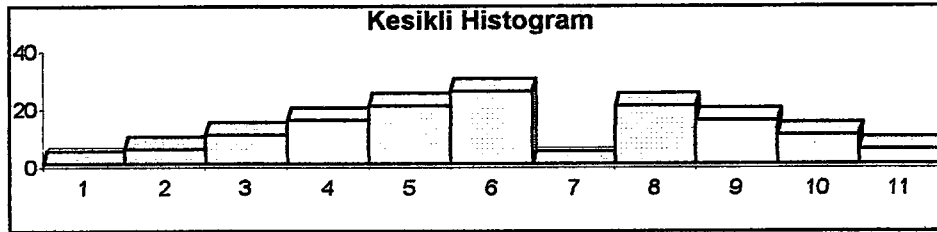
II. Veriler farklı elemanlarca alınmış olabilirler,

III. Farklı ölçü aletleri kullanılmış olabilir.



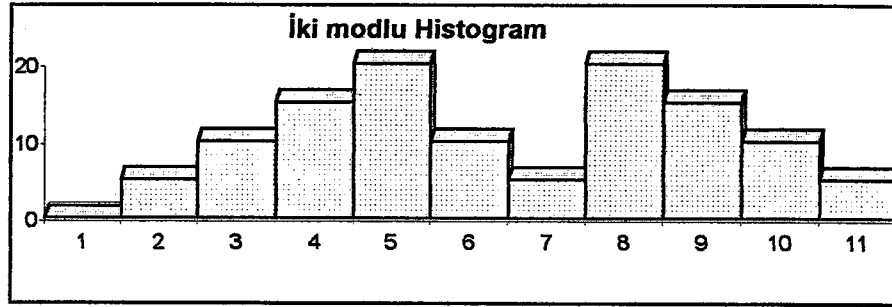
Şekil 4-4. İki Ayrı Parçaya Bölünmüş Histogram

- *Kesikli histogram (Şekil 4-5)*: Sebebi ölçümler yapılırken veya histogram hazırlanırken hataların yapılmasıdır. Sınıf adedi değiştirilerek veya ölçme aletleri ve okuma metodları kontrol edilerek düzeltilir.



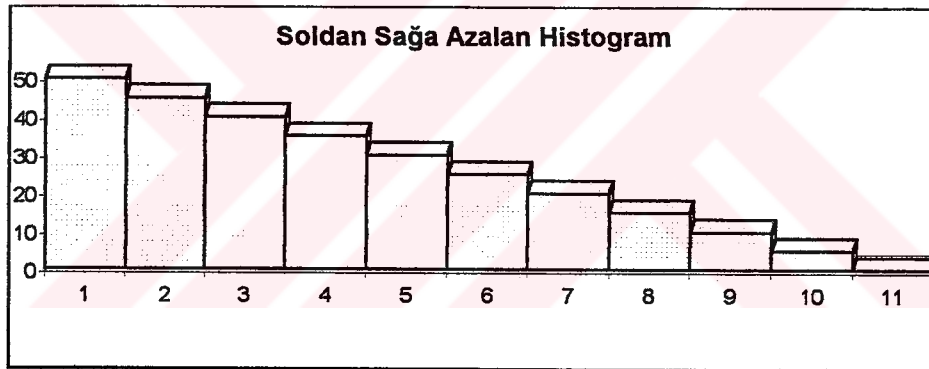
Şekil 4-5. Kesikli Histogram

- *İki modlu histogram (Şekil 4-6)*: Sebebi iki ayrı üretim prosesinin kullanılmasıdır. Grubun dağılımı incelenerek her grup için ayrı histogram yapılmalıdır.



Şekil 4-6. İki Modlu Histogram

- *Soldan sağa doğru azalan bölünme (Şekil 4-7)*: Bu durum söz konusu numunelerin rastgele seçilmesinden kaynaklanır.



Şekil 4-7. Soldan Sağa Azalan Histogram

Tolerans sahalarıyla ölçüm değerlerinin dağılıma sahası olan Range (R) değerinin karşılaştırılması ile aşağıdaki sonuçlar elde edilir(TSE İPK Eğitim Notları, 1994) :

- *Range değerlerinin tolerans sahasının tam ortasında yer alması durumu*: Bu durumda küçük proses değişiklikleri nedeni ile ıskarta rizikosu en azdır.



- *Tolerans sahası içerisinde yer alan range durumunda* *Xortalamanın küçük tolerans sınırına yakın olması durumu* : Bu durumda üretim prosesindeki en ufak bir değişiklik bile yüksek ıskarta oranına neden olabilir.

- *Range ile tolerans sahasının birbirine eşit olması durumu* : Dağıtım serbestliği yoktur. Ufak bir değişiklik ıskartaya neden olabilir.

- *Range'ın tolerans sahasının dışına kaymış olması*: Üretim prosesi düzgün değildir, değişim aralığını tolerans sahasının ortasına doğru çekecek önlemler alınmalıdır.

- *Tolerans sahasına göre proses dağılımı çok daha geniş olması durumu*: Bu durumda ya proses değiştirilir yada tolerans sahası genişletilir.

Tolerans sahası Range'dan çok daha geniş olması durumu : Bu durumda toleransları daraltmaya veya proses dağılımını yükseltmeye karar verilebilir.

Histogramlar tek özelliği ölçerler. Kontrol diyagramlarından farkları ,histogramlar prosesin o anki durumunu gösterirler (fotoğraflarını çekerler),kontrol diyagramları ise prosesin gidişatını gösteren film şeritleri gibidir.

4.3. Pareto Analizi

Pareto Diyagramı basit bir tanım ile, sınıflarına göre ayrılarak toplanmış verilerin bir frekans dağılımı veya histogramıdır. Pareto, 19.Yy.da Avrupa'da gelirin %80'inin nüfusun %20'sinin elinde toplandığını görmüştür. Pareto adıyla anılan teknikle pek çok benzer analiz yapılabilir. Örneğin; fabrikadaki duruşların yada hataların %80'ine makinaların %20'si neden olabilir. O zaman makinaların %20'sini düzeltmek hataların %80'ini ortadan kaldırmak demek olacaktır (Boran, 1994, s.35) .

Pareto grafikleri kalite kontrol çalışmalarında ilk defa Juran tarafından kullanılmıştır. Juran üretim veya hizmette, bazı kusurların birçok problemin

kaynağı olduğunu görmüştür. Bu kusurlar iki grup altında incelenebilir, hayati fakat az (vital few), önemsiz ama çok (trivial many). Burada Pareto prensibine göre 80/20 kuralı geçerlidir. Bunu şöyle açıklayabiliriz. Uygunsuzlukların %80'inin sebebi sebeplerin %20'sidir.

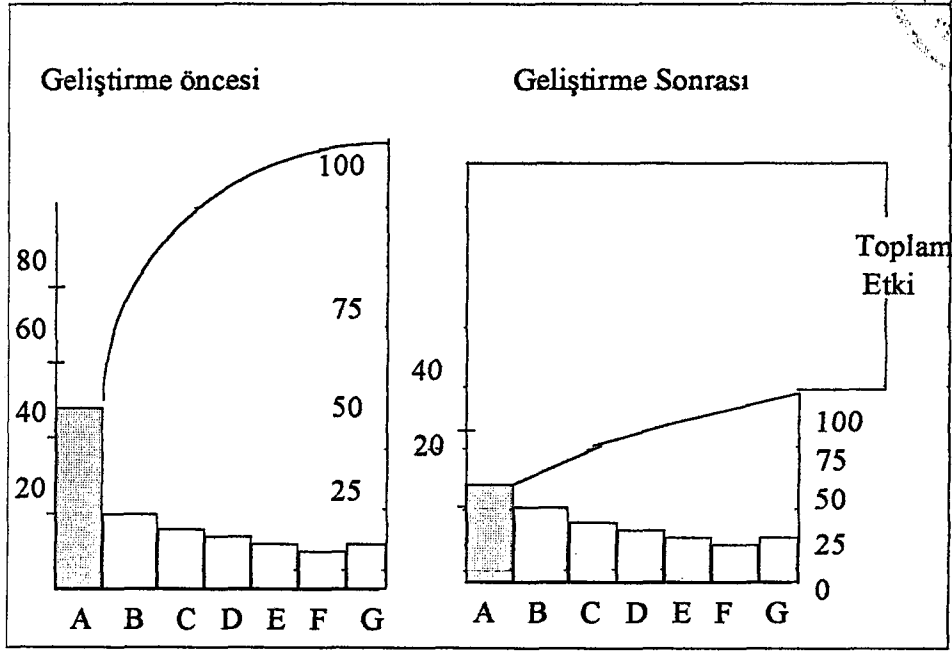
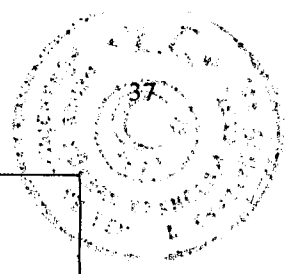
Bu diyagramlar sayesinde kullanıcı en sık oluşan hata tiplerini görsel olarak hızlı bir şekilde saptayabilir. Böylece dikkatlerin bu hataların nedenlerinin saptanması üzerinde yoğunlaşması sağlanabilir. Bu diyagramlar otomatik olarak en önemli hataları saptamaz. Ancak en sık meydana gelen hataları belirleyebilir. Bu da gösteriyor ki, bu diyagramlar vasıtasıyla az sayıdaki önemli nedenin çok sayıdaki önemsiz nedenden ayırt edilmesi kolaylıkla sağlanabilir (Montgomery, 1991, s.121).

Ürün performansı üzerindeki etkisi veya düzeltme maliyetleri açısından hatalar sınıflandırılabilir. Pareto analizi problemlerin hangisinin öncelikle ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Pareto diyagramı çizmek için, belirli bir zaman aralığında ve düzenli bir şekilde toplanıp kontrol tablosuna işlenen verilerden yararlanılmaktadır. Hata sayısı en fazla olan veri yatay ekseninde en başa yazılır ve sağa doğru sütunların önem dereceleri azalacak şekilde devam edilir. Hata sayısı, yüzde veya maliyet gibi değerler y ekseninde gösterilir. Hata nedenlerinin toplam frekans içindeki değeri ise sütun boyunu belirler. Sütunların üst üste konması ve sütunların sağ üst köşelerinin birleştirilmesi ile toplam eğrisi tamamlanmış olur.

Beyin fırtınası ve neden sonuç diyagramları ile olası problemlerin bütün nedenleri belirlenerek Pareto diyagramlarına temel oluşturulur. Bu yöntem sayesinde gücümüzü bir noktada yoğunlaştırabilmekteyiz. Bu diyagramlar parça bazında hazırlanacağı gibi, atölye, işçi, tezgah, ve üretim hattına göre de hazırlanabilir (Akın, 1996, s.50).

Şekil 4-8'de görüldüğü gibi geliştirme sonrası toplam hata sayısı 100 birimden 30 birime düşürülmüş ve 70 birimlik kazanç yani toplam etki sağlanmıştır (Banks, 1989, s.472).

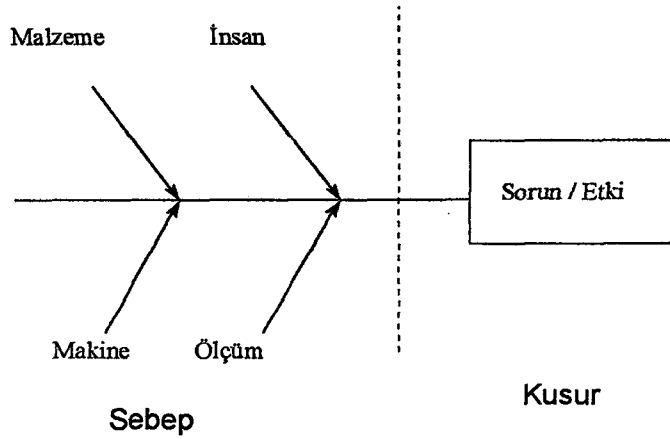


Şekil 4-8. Pareto Diyagramı

Kaynak: J.Banks, Principles of Quality Control, John Wiley & Sons, 1989.

4.4. Neden-Sonuç Diyagramı

Nedenlerin belirli olmadığı durumlarda (bazen belirlidir), neden-sonuç diyagramı, potansiyel nedenlerin ortaya çıkarılmasında çoğunlukla yararlı olan biçimsel bir araçtır. Neden - Sonuç diyagramı ile problem hakkında tüm bilinenler ortaya konularak bilinmeyenlere doğru sistematik bir yaklaşımla problemin çözümü sağlanabilir. Bir prosesi oluşturan ana faaliyetler ortadan geçen doğruya birleşen çizgilerle ifade edilir. Ortadaki okun sağ ucundaki kutu içine sebeplerini bulmaya çalıştığımız sonuç yazılır. Orta çizgiye birleşen çizgiler ve bu çizgilerle birleşen çizgiler sırasıyla ana faktörler ve alt faktörleri temsil ederler (Şekil 4-9) .



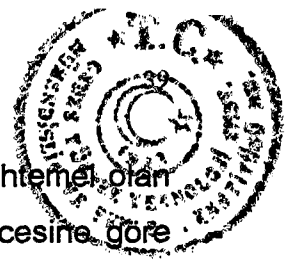
Şekil 4-9. Neden-Sonuç Diyagramı

Kaynak : J.Banks, Principles of Quality Control, S.474, John Wiley & Sons, 1989.

Bir neden - sonuç tablosu, cümleleri, cümle yapılarını çizmekte kullanılan tablolara benzer ve problemlerin olası sebeplerini tanımlamaya yardımcı olması için kullanılır. Bu tablolar çalışmayı berraklaştırmaya yardım eder ve geliştirmenin olası yollarını gösterir (Aguayo, 1994, s.179) .

Başarılı bir neden-sonuç diyagramı hazırlanabilmesi için aşağıdaki adımlar takip edilir (Montgomery, 1991, s.122) :

- Analiz edilecek problemin yada etkinin tanımlanması.
- Analizi gerçekleştirecek takımın belirlenmesi. Bu takım nedenleri genellikle beyin fırtınası yardımıyla belirleyecektir.
- Merkez çizginin ve sonuç kutusunun çizilmesi.
- Belli başlı neden kategorilerinin belirlenmesi ve bunların merkez çizgisine bağlanmış kutucuklar şeklinde çizilmesi.
- Mümkün nedenlerin belirlenerek dördüncü adımdaki kategorilerin içersine yerleştirilmesi, eğer gerekirse yeni kategorilerin oluşturulması.



- Probleme en fazla etki ettiği düşünölen yada etmesi muhtemel olan nedenlerin belirlenebilmesi amacıyla bu nedenlerin önem derecesine göre sıralanması.

- Düzeltici önlemlerin alınması.

Neden - Sonuç diyagramları ile kalite problemleri yanında aşğıdaki problemlerin çözümü de sağlanabilir (Akın, 1994, s.57) :

- İşletme sorunları ile ilgili bütün bilinenlerin ortaya konulması,
- Bilinen verilerden hareketle bilinmeyenlere doğru sistematik yaklaşma,
- İşletmenin sorunlarını bilen kişilerin deneyimlerinden yararlanma,
- Sorunları çözme sürecinin daha düzenli duruma getirilmesi,
- İşletmede çalışanların sorunların çözümünde katkısının ve işbirliğinin sağlanması.

Neden-sonuç diyagramları ilk defa Ishikawa tarafından kullanıldığı için Ishikawa Diyagramı olarak da adlandırılır. Ayrıca balık kılçığına benzediğı için balık kılçığı diyagramı olarak da geçer (Boran, 1994, s.36) .

Neden - Sonuç analizinin en önemli yararı bütün faaliyetleri beraber görme, aralarındaki ilişkileri inceleme ve alt faaliyetler arası iletişimi kolaylaştırmaktır.

İki çeşit neden-sonuç analizi vardır (Boran, 1994, s.36) :

1. Esas neden - sonuç analizi,
2. İşlem neden - sonuç analizi.

Esas neden - sonuç analizi aslında beyin fırtınasının özel bir türüdür. Sorun bir kutu içine yazılır. Sorunun ana nedenleri, malzeme, makine, metod ve insan (3M ve 1İ) birer dal halinde gösterilir. Daha sonra beyin fırtınası oturumuna başlanır ve herkes fikrini hangi ana dalın kapsamında kaldığını

da belirterek söyler. Fikir üretiminde 5N ve 1K'dan (Ne, nerede, ne zaman, neden, nasıl, kim) yararlanılır. Beyin fırtınası esaslarının uygulanmasında nedenlerin belirlenmesi tamamlandığında iki kez oylama yapılmak suretiyle önemli ve önemsiz nedenler belirlenir. Oy sayıları diyagram üzerinde daire içinde gösterilir.

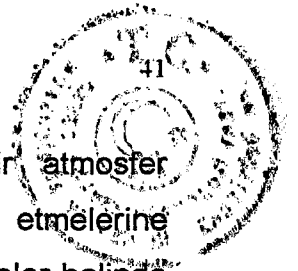
İşlem neden - sonuç analizi diyagramının esas neden - sonuç diyagramından farkı sürecin çeşitli evrelerinden oluşmasıdır. Yine sorunun solundaki kutulara olası nedenler yazılmaktadır. Her biri için gerekiyorsa esas neden - sonuç diyagramı yapılır. Bu teknik bir montaj hattında veya işlerin belirli bir sıra izleyerek yapıldığı yerlerde kullanılmak için idealdir.

4.4.1. Beyin Fırtınası

Beyin fırtınası, 1930'larda Amerika Birleşik Devletleri'nde Osborn isimli araştırmacı, iş görenlerin hayal gücünü geliştirmeye ilişkin çalışmaları esnasında oluşturduğu bir grup çalışması yöntemidir. İnsan beyninde bilinçli bir şekilde yaratılacak bir "fırtına"nın, yeni fikirler edinmenin en kısa ve en emin yolu olduğunu düşünmüştür. Beyin fırtınası birden gelen ilham olarak tanımlanır.

Beyin fırtınasında amaç grup çalışmasına katılanların yaratıcı düşüncelerini teşvik ve geliştirmektir. Grup üyelerinin, tam bir serbesti içinde belirli kurallara uyarak, bir sorun hakkında fikir üretmeleri esasına dayanır (Boran, 1994,s.32).

Beyin fırtınasına başlamadan önce şunlar yapılır: Problem açıkça ortaya konur. Problemin tanıtımı yapılarak tahtaya yazılır. Mümkün olduğunca grubun rahat olması sağlanır. Öneriler üzerinde tartışma yapılmaz. Katılanların tamamına öneriler sorulur. Tur sırasına göre her turda sadece bir görüş söylenilmesine izin verilir. Katılanların önerileri geliştirilmeye çalışılır. Garip ve saçma olsa bile, bütün fikirler sonuç almaya yardımcıdır. Bu nedenle açıklanmalıdır (Akın, 1996, s.59-60).



Yaratıcı ve üretken bir seans için rahatlık verici bir atmosfer sağlanmalıdır. Bu, katılanların kendilerini en iyi şekilde ifade etmelerine yardımcı olur. Beyin fırtınası uygulaması kısaca aşağıdaki maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Konu belirlenir.
2. Beyin fırtınası kuralları açıklanır.
3. Beyin fırtınası yapılır.
4. İlk tur oylama yapılır. (Oy hakkı sınırsızdır).
5. İlk tur oylamada en fazla oy alan fikirler seçilir.
6. En çok oy alanlarla ilgili tartışmalar açılır.
7. İkinci tur oylama yapılır. (Oy hakkı tektir.)

Beyin fırtınası yönteminin kullanıldığı bir seansta, bireycilik, karşıt fikirleri eleştirme, başkalarını küçük görme gibi tutum ve davranışlardan kesinlikle kaçınılmalıdır. Her üye sırası geldikçe fikrini söyler ve bu işlem bütün üyeler pas diyene kadar devam eder. Ayrıca üretilen fikirler hakkında soru sorulmaz.

Birinci seans sonunda üretilen fikirlerin tamamı aynen büyük bir pano üzerine geçirilir. Daha sonra üyeler bu fikirlerden kendilerine uygun olanlara oy verirler. En çok oyu alan üç veya dört fikir alınarak ikinci bir oylamaya gidilir. Bu oylamada üyelerin bir tek fikre oy verme hakkı vardır. Oylama sonunda en çok oy alan fikir, grup elemanlarının çoğunluğunun fikri olduğundan beyin fırtınası yöntemi amacına ulaşmış olur (Uğur ve Çaltuğ, 1994, s.42) .



4.5. Gruplandırma

Gruplandırma, belli kategorilere ve özelliklere göre bilgilerin sınıflandırılması sürecidir. Sorun kaynağını bulmak için verinin belirli özelliklere göre gruplandırılmasıdır.

Gruplandırma, sorun çözme sürecine yardım eder fakat kendi başına sorunları çözemez. Verilerin tamamına bakıldığında sorun gayet açık görünür fakat veriler daha küçük parçalara ayrılmadıkça güçlüğün ne olduğunu belirlemek oldukça zordur.

Gruplandırma, bir sorunu parçalara ayırıp her parçayı tek tek inceleme sürecidir. Buna bir örnek verecek olursak, bir işyerinin bölümlerinden birinde çok sayıda hata olmakta ise, yapılması gereken en iyi şey bölüm içindeki her grubun hata oranını ayrı ayrı incelemektir. Böylece, sorunun bölüm içinde küçük bir alanda teşhis edilebilmesi sağlanmış olmaktadır.

Belirli malzeme, makine, operatör etkisinin incelenmesi için kullanılan basit bir İPK tekniğidir (Akın, 1996, s.62) .

Gruplandırma yapılırken bileşenlere göre özellikler aşağıdaki gibi olabilir (Boran, 1994, s.37) .

<u>Bileşenler</u>	<u>Özellikler</u>
Malzeme	Marka, üretim yeri, üretici,
Makine	Tip, model, kullanım yılı,
İşgücü	Yaş, tecrübe,yeteneki
Çalışma koşulları	Isı, basınç, aydınlatma,
Zaman	Sabah, gün, vardiya no, yemek öncesi/sonrası
Çevre - İklim	Yağmur, kar, nem,

4.6. Serpilme (Dağılma Diyagramı)

Ürün ya da hizmetin kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişki olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan bir yöntemdir. Dağılma diyagramları günümüzdeki her konuya uygulanabilecek bir nitelik göstermektedir. Örneklersek, reklam harcaması ile satış miktarı arasında bir ilişki ya da korelasyon var mı? Bir malın fiyatı ile talep edilen miktarı arasında bir ilişki var mı? Kişilerin boyu ile ağırlıkları arasında bir ilişki var mı? gibi (Bağrıaçık, 1995, s.346) .

Dağılma diyagramı X değişkenindeki değişikliklerin Y değişkeni üzerinde ne gibi etkisi olduğunu gösterir. X değişkeni bağımsız, istenildiğinde değiştirilebilen değişkendir. Y değişkeni bağımlı, X değişkeninden etkilenebilen değişkendir.

X değişkenini değiştirerek Y değişkeni üzerinde üç olası sonuç görülebilir (Boran, 1994, s.37) :

1. X arttıkça Y de artar (pozitif ilişki).
2. X arttıkça Y azalır (negatif ilişki).
3. X arttıkça Y'de hiçbir değişiklik olmaz (ilişki yok).

Dağılma diyagramı hazırlanırken aşağıdaki işlemler yapılır (Akın, 1996, s.69) :

1. Bir kontrol tablosu (çetele) hazırlanır.
2. Toplanan veriler tabloya işaretlenir.
3. Grafik çizilir. Dikey eksen sonucu, yatay eksen ise nedeni gösterir.
4. Kontrol tablosundaki veriler grafik üzerinde bir nokta ile belirlenir.

5. İşaretlenmiş noktaları ortalayan bir doğru geçirilir.
6. Bilgi kartı kullanılarak mevcut durum, kalite kaydı olarak muhafaza edilir.



5. KONTROL DİYAGRAMLARI

Kalite kontrol faaliyetlerinin temel amacı, üretim sürecinin ekonomik olması koşulu ile kontrol altında tutulmasıdır. Yani, kontrolün gerçekleştirilmesi için harcanan çaba ile elde edilen yarar arasında bir denge olmalıdır.

Kontrol diyagramları herhangi bir değişken için çizilebilir. Bir trenin veya uçağın varış zamanı için dahi kontrol diyagramı çizilebilir. Bir kontrol tablosu, ön yargıya dayanmayan bilgilerle, korku ve baskı olmaksızın çizilmelidir. Bir kontrol tablosu bize neler olup bittiğini gösterir. Bütün noktalar limitler arasında oldukça ve eğilim veya devir olmadıkça sistem sabittir.

Kontrol limitlerinin dışına düşen her nokta özel sebeplerin varlığını gösterir. Özel sebepler tanımlanmalı ve imkan varsa yok edilmelidir. Bütün özel sebepler yok edildikten veya en azından açıklanabildikten sonra asıl zor kısım başlar. Şimdi sistem daha iyi bütünlük ve daha az hata üretmek için geliştirilmelidir (Aguayo, 1994, s.178) .

5.1. Kavram Olarak Kontrol Diyagramları

Proses kontrolünün istatistik yöntemlerle ekonomik ve güvenilir bir biçimde gerçekleştirilmesinde başlıca araç kontrol diyagramlarıdır. Kontrol diyagramları; mamulün, mamulü oluşturan parçaların veya diğer bileşenlerin kalite spesifikasyonlarını geçmiş deneyimlere dayanarak saptanan limitlere göre kronolojik olarak karşılaştırmaya yarayan grafik araçlar olarak tanımlanmaktadır (Sağdıç, 1996) .

Bir proseste değişkenliğe yol açan faktörler tesadüfi ve özel faktörler adı altında toplanır. Bir proseste ideal olarak sadece tesadüfi etkenlerin bulunduğu düşünülmekte ve bunların yaratmış olduğu küçük değişkenlikler doğal karşılanmaktadır. Prosesin kontrol limitleri belirlenirken tesadüfi faktörlerin yol açtığı değişkenliklerin bu limitleri aşmaması öngörülür.



Değişkenlik kontrol limitleri içinde kaldıkça prosesin istatistiksel olarak kontrol altında kaldığı kabul edilir. Tesadüfi faktörlerin bir süreçten tamamiyle arındırılması mümkün değildir. Çevre faktörleri, makine titreşimi, parça özellikleri tesadüfi faktörler olarak değerlendirilir.

Özel faktörlerin süreçte yol açtığı değişkenliğin miktarı oldukça büyüktür. Kontrol limitleri dışına taşan bir gözlemin bulunması, özel faktörlerin araştırılmasını gerektirir; hatalı işlem yada yöntem uygulanması, büyük işçilik hataları ve malzeme yapısındaki büyük farklar; özel faktörler olarak adlandırılmaktadır (Gözlü, 1990, s.148) .

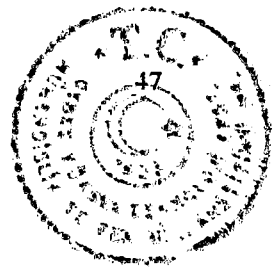
Tesadüfi faktörlerin alan üzerindeki etkileri bir kurala bağlı değildir. Belirsizlik nedeniyle varlıklarının tespiti ve etkilerinin ölçülmesi son derece güç hatta imkansızdır. Dolayısıyla, tesadüfi faktörleri tespit ederek ortadan kaldırmak yerine onları belirli limitler içerisinde kontrol altında tutmak çok daha kolay ve ekonomiktir.

Özel faktörler ise olayların sadece bir kısmı üzerinde etkili olurlar. Varlıkları sürekli olmayıp zaman zaman ortaya çıkarlar. Özel faktörlerin neden olduğu değişimler tesadüfi faktörler için belirlenen limitlerin dışına taşarlar ve böylelikle mevcut oldukları anlaşılır.

Burada şu sorulara cevap vermek gerekir (Kobu, 1993, s.493) :

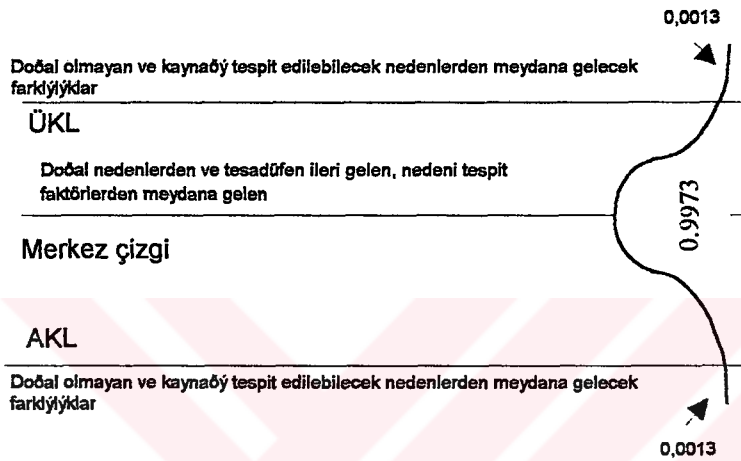
- Proses ne zaman kontrol altındadır?
- Özel faktörlerin varlığı nasıl anlaşılır?
- Prosesi etkileyen özel faktörler bulunmadığı nasıl ve ne ölçüde garanti edilebilir?

İşte kontrol diyagramları bu sorulara sistematik bir şekilde cevap bulmaya yarayan bir araçtır. Böylece özel faktörlerin varlığı belirlenebilir ve ortadan kaldırılması için gerekli önlemler alınabilir. Ayrıca özel faktörler yok iken var gibi düşünülüp yapılabilecek gereksiz harcamaların önüne geçilmiş olur.



5.2. Kontrol Diyagramlarının Yapısı

Kabul örnekleme Kalite Kontrol çalışmalarının temel ve vazgeçilmez bir fonksiyonudur. Fakat bu bize sadece bir ürünün kabul edilebilir olup olmadığı konusunda bilgi verir. Ayrıca üretim prosesinin kalitesini kontrol etmez. Kontrol diyagramları, ürün kalitesinin üretim esnasında ve üretim sonrasında kontrolünü sağlayan grafiksel araçlardır (Weiss and Gershon, 1989, s.780).



Şekil 5-1. Kontrol Kartlarıyla Normal Dağılımın İlişkisi

Kaynak: Besim AKIN, İstatistiksel Proses Kontrolü, s.78, İstanbul:1996.

Bir prosesteki değişkenliğin özel veya tesadüfi nedenlere dayandığını, kontrol diyagramı ile belirlenen kontrol limitleri ile anlayabiliriz. Bir işlemde sadece tesadüfi faktörler rol oynuyorsa herhangi bir değişken normal bir dağılım gösterir. Bu durumda bir ortalaması ve bir de standart sapması vardır. Ortalama değeri etrafında $\pm 3 \sigma$ bir alan oluşturur. Bu alan içerisinde yer alan olasılıklar 0.99734 'ünü kapsamaktadır. Şekilde görüldüğü gibi doğal nedenlerden veya tesadüfen meydana gelen veya nedeni tespit edilemeyen değişkenlikler 0.9973 olasılık değerine eşdeğer olan limitler arası alana eşittir. ÜKL ve AKL dışında kalan alanların değeri ise $1 - 0.9973 = 0.0027 / 2 = 0.00135$ değerine eşdeğer olup ; nedeni tespit edilebilen ve doğal olmayan nedenlerden kaynaklanan değişkenleri göstermektedir (Akın, 1996, s.79) .



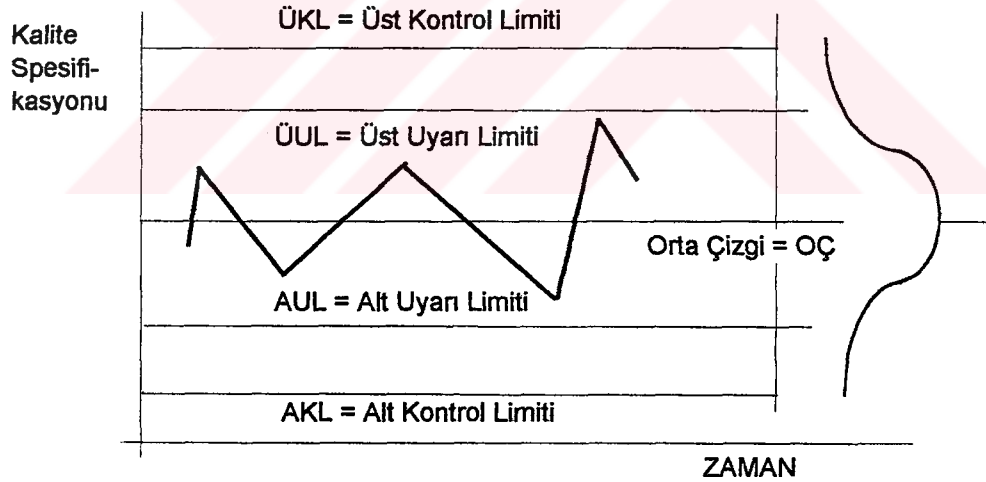
Proseste özel faktörlerin yol açtığı değişkenliğin belirlenmesinde kontrol diyagramları iki biçimde kullanılmaktadır ;

- Standartları belli olmayan bir prosesin kontrol altında olup olmadığının belirlenmesi,

- Standartları belli olan bir prosesin kontrol altında olup olmadığının belirlenmesi,

Birçok kontrol diyagramı için limitler ± 3 standart sapma temel alınarak oluşturulmaktadır. Bunun anlamı prosesteki tesadüfi faktörlerin %99,7 olasılıkla kontrol limitleri içinde bulunacağıdır. Geri kalan %0,3 'lük kısım özel faktörlere tekabül edip, bu sıklık çok düşük bir rakamdır.

Bu limitlerin dışında ± 2 standart sapma limitlerinin kullanılması, %4,5 olasılıkla özel faktörlere tekabül eder. ± 1 standart sapma limitlerinin kullanılması ise % 31,7 olasılıkla özel faktörlerin olabileceğini gösterir (Gözlü, 1990, s.149) .



Şekil 5-2. Kontrol Diyagramının Temel Öğeleri

Kaynak: Sıtkı Gözlü, Endüstriyel Kalite Kontrolü, s.149, İstanbul, 1990.

Şekil 5-2'de görülen kalite spesifikasyonu değerleri kronolojik olarak diyagrama yerleştirilmektedir. Bu değerler kontrol limitleri içerisinde kaldığı sürece prosesin istatistiksel olarak kontrol altında olduğunu söylemek mümkündür (Gözlü, 1990, s.148) .

Kontrol diyagramları prosesin ne derece iyi işlediğini gösterir. Bir prosesin istatistiksel kontrol altında olması, değişimin kaynağının sadece genel sebepler olması demektir. Aksi durumda ise hem genel hem özel sebepler mevcuttur. Kontrol diyagramları aksaklığı en kısa zamanda haber veren çok etkili bir araçtır. Burada dikkat edilmesi gereken kontrol diyagramlarının bir sorunun varlığını göstermesi, sorun hakkında ip uçları vermesi, ancak sorunun varlığını ortadan kaldıramamasıdır (Sağdıç, 1996) .

5.3. Kontrol Diyagramlarının Çizimi

Kontrol diyagramlarının çizimi altı aşamadan oluşmaktadır (Gözlü, 1990, s.150) ;

- Kullanılacak kalite karakteristiğinin belirlenmesi ; Bunun için en çok hata meydana getiren özelliğe öncelik verilir ve nihai mamulün kalitesini etkileyen proses değişkenleri ve koşulları tanımlanır.
- En uygun kontrol diyagramı türü seçilir.
- Kullanılacak orta çizgi ve kontrol limitlerinin hesaplanmasındaki kriterler saptanır.
- Kullanılacak veri kümeleri kronolojik olarak diyagrama yerleştirilir.
- Veri toplanmasında kullanılacak sistem oluşturulur. Kontrol diyagramı sadece günlük amaçlar için kullanılacaksa basit ve anlaşılır olmalıdır.
- Sonuçların yorumlanmasında uygulanacak kurallar belirlenir ve kontrol limitleri hesaplanır.

Her imalat prosesinde, belli bir miktarda doğal değişkenlik daima mevcut olacaktır. Bu değişkenlik prosesin ne kadar iyi tasarlandığına veya gerçekleştirildiğine, yada ne kadar yeterli bir şekilde devam ettirildiğine bakmaksızın ortaya çıkar. Değişkenlik, kontrol edilemez sayısız küçük etkenin sonucudur. Bu değişkenlikler kararlı bir tesadüfi etkenler sistemiyle ilgilidir ve bunlar küçük olduğu sürece, prosesin istatistiksel kontrol altında



olduğu söylenir. Kontrol dışındaki süreçler, belirlenebilir değişkenlik nedenlerinin varlığında yürürlüğe girer. Farklılıklara yol açan başlıca beş değişkenlik kaynağı aşağıdaki gibi özetlenir (Banks, 1989, s.131) :

- Prosesler (Aletin yıpranması, makinenin titremesi vs.)
- Malzemeler (Yapısı, ölçüsü, sertliği vs.)
- Çevre şartları (Sıcaklık , voltaj)
- Operatör (Tezgah ayarı, konumlama hassasiyeti, beceri vs.)
- Muayene (Hatalı muayene ekipmanı, kalite standartlarının yanlış uygulanması).

Bu sayılan beş değişkenin kaynağı beklenen şekilde dağıldığında proseste tesadüflerden kaynaklanan farklılıklar meydana gelir. Bunları kısaca doğal nedenler olarak nitelendirebiliriz. Bunlar tek tek fazla bir etki yaratamazlar ve prosesin kalitesi üzerinde olumsuzluğa yol açamazlar.

Fakat bunlar toplu olarak çeşitli kombinasyonlar halinde proseste belirli bir miktarda değişime sebep olabilirler. Genellikle küçük olan bu değişimler kaçınılmaz olur ve kabul edilebilirler.

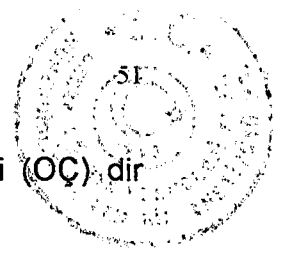
Bir işlemde sadece tesadüfi faktörler rol oynuyorsa herhangi bir değişken normal bir dağılım gösterir. Bu durumda, bir ortalama ve standart sapması vardır (Sağdıç, 1996).

Genel olarak ürünlerde izlenebilecek kalite özellikleri iki çeşittir;

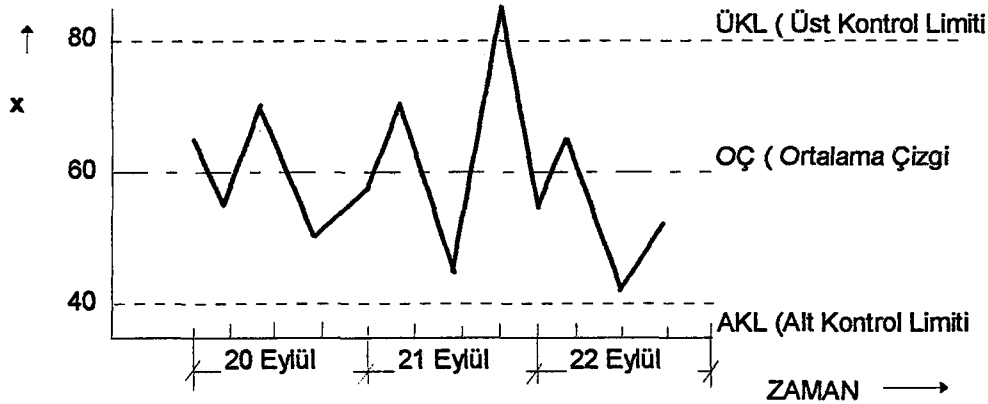
1. Ölçülebilen kalite özellikleri,
2. Ölçülemeyen kalite özellikleri,

5.3.1. Ölçülebilen Özellikler İçin Kontrol Şemaları

Değişkenlik cinsi ne olursa olsun kontrol diyagramının meydana getirilmesinde daima üç değerin hesaplanması gerekli ve yeterlidir. Bunlar,



alt kontrol limiti (AKL), üst kontrol limiti (ÜKL) ve ortalama çizgi (OÇ) dir (Şekil 5-3) .



Şekil 5-3. Bir X Değişkeni İçin Çizilen Kontrol Diyagramı Örneği

Kaynak: KOBU, Üretim Yönetimi, s.494, İstanbul, 1993.

5.3.1.1. Standartlar Bilindiğinde Kontrol Diyagramlarının Çizimi

Bu yoldan hesap yapabilmek için, kütleyi karakterize eden temel değerlerin, yani $\bar{X}_{ort}$ ve σ 'nın , geçmişteki tecrübeler sonunda belirlenmiş olması gerekir.

$\bar{X}_{ort}$ Diyagramının Çizimi

Dağılımın normal olduğu varsayılırsa, $\bar{X}_{ort}$ 'lar $\bar{X}_{ort}$ etrafında normal eğriye uyacak biçimde yığılırlar. Yani $\bar{X}_{ort}$ 'ların %99,73'ü $\pm 3\sigma$ aralığında bulunur.

Bu aralıkta yer alan $\bar{X}_{ort}$ 'ların sadece şans faktörleri etkisi altında değiştiği varsayılabilir. Dolayısıyla $\bar{X}_{ort}$ 'ların $\pm 3 \sigma$ aralığının dışına taşması bize özel sebeplerin varlığını gösterir.

$\bar{X}_{ort}$ 'ların standart sapması (σ), kütlenin standart sapmasının (σ') nün bir tahminidir ve n örnek hacmini göstermek üzere (Kobu, 1994, s.497) ;

$$\sigma = \sigma' / \sqrt{n}$$



Bu durumda x diyagramının limitleri;

$$AKL = X_{ort}'' - 3\sigma' / \sqrt{n}$$

$$ÜKL = X_{ort}'' + 3\sigma' / \sqrt{n}$$

Uygulamada kolaylık amacıyla;

$A = 3 / \sqrt{n}$ değişimi yapılır ve n sayısına göre A değerini veren tablolar kullanılır.

$$OÇ = X_{ort}''$$

$$AKL = X_{ort}'' - A\sigma'$$

$$ÜKL = X_{ort}'' + A\sigma' \text{ formülleri uygulanır.}$$

R Diyagramının Çizimi ;

Dağılımı normal olan bir kütle için R_{ort}'' ve σ_x değerleri d_2 ve d_3 örnek hacmine göre değişen katsayılar olmak üzere (Kobu, 1994, s.497) ;

$$R_{ort}'' = d_2 \sigma_x \text{ ve } \sigma_R = d_3 \sigma_x$$

$D_1 = d_2 - 3d_3$ ve $D_2 = d_2 + 3d_3$ çevrimi yapılır ve örnek büyüklüğüne göre D_1 ve D_2 tablo yardımıyla bulunabilir. Buna göre kontrol limitleri aşağıdaki formüller yardımıyla bulunur;

$$OÇ = d_2 \sigma_x$$

$$AKL = D_1 \sigma_x$$

$$ÜKL = D_2 \sigma_x$$



σ_x Diyagramının Çizimi :

c_2 örnek hacmine göre değişen bir katsayı olmak üzere $\sigma_x = c_2 \sigma_x'$

denklemleri ile belirlenir. σ_x 'in standart sapması da , c_3 bir sabit göstermek üzere (Kobu, 1994, s.498) ;

$$\sigma_{\sigma_x} = c_3 \sigma_x'$$

Buna göre kontrol limitleri şöyle oluşacaktır ;

$B_1 = c_2 - 3 c_3$ ve $B_2 = c_2 + 3 c_3$ ve n örnek büyüklüğü için B_1 ve B_2 değerleri tablo yardımıyla bulunacak olursa ;

$$OÇ = c_2 \sigma_x'$$

$$AKL = B_1 \sigma_x'$$

$$ÜKL = B_2 \sigma_x'$$

formülleri elde edilmiş olur.

5.3.1.2. Geçmiş Kayıtlara Dayanılarak Kontrol Diyagramı Çizilmesi

Ortalama X Diyagramı :

k örnek grubu sayısını ve x_i ' nci örnek grubu ortalamasını göstermek üzere (Kobu, 1994, s.499) ;

$$X_{ort}'' = \sum X_{orti} / k \quad (i = 1 \text{ den } k' \text{ ya kadar.})$$

bağıntısı ile hesaplanır.

$$E (R_{ort}'') = d_2 \sigma_x', \text{ burada } \sigma_x' = R_{ort}'' / d_2 \text{ yada } \sigma_x / c_2 \text{ kabul edilebilir.}$$

Kontrol limitleri R değeri kullanıldığında ;

$$X_{ort}'' \pm A R_{ort} / d_2 \text{ veya } X_{ort}'' \pm A_2 \sigma_x'$$

σ_x değeri kullanıldığında ;

$$X_{ort}'' \pm A \sigma_x' / c_2 \text{ veya } X_{ort}'' \pm A_1 \sigma_x' \text{ ile hesaplanır.}$$

R Diyagramı Çizimi :

OÇ' nin ordinatı, R_{ort}'' nin bir tahmini olan örnek grubu ortalaması, yani R_{ort}'' dir. Standart sapma tahmini için, $D_1\sigma_x'$ ve $D_2\sigma_x'$ de σ_x' yerine R_{ort}/d_2 konulur ve $D_3 = D_1/d_2$, $D_4 = D_2/d_2$ alınır (Kobu, 1994, s.499);

$$AKL = D_3 R_{ort} \text{ ve } \ddot{U}KL = D_4 R_{ort}$$

elde edilir.

σ_x Diyagramı Çizimi ;

$$B_3 = B_1 / c_2 , B_4 = B_2 / c_2 \text{ olmak üzere ;}$$

$$AKL = B_3 \sigma_{x \text{ ort}} , \ddot{U}KL = B_4 \sigma_{x \text{ ort}}$$

değerleri elde edilmiş olur.

5.3.2. Özellikler İçin Kontrol Diyagramları

Kontrol diyagramları ayrıca, iyi - kötü, sağlam - bozuk, kusur sayısı gibi özelliklerin değişimini incelemek amacıyla kullanılabilir. Kalite Kontrol açısından değişimin incelenmesinde önem taşıyan iki özellik bozuk parça yüzdesi ve kusur sayısıdır.

n elemandan oluşan bir örnek grubunda, d eleman kadar parçanın bozuk olduğu yani spesifikasyonlara uymadığı tespit edilmiş olsun, bozuk

parça yüzdesi; $P = d / n$ dir ve örnek grubunun alındığı kütlenin bozuk parça yüzdesi P' dür.

Kusur sayısı ise spesifikasyonlara uymadığı tespit edilen mamullerin miktarıdır ve c ile ifade edilir. Ortalama kusur sayısı $= c'$ dir.

5.3.2.1. Standartlara Göre P ve C Diyagramı Çizimi

• P Diyagramı Çizimi

Kütleye ait bozuk parça oranı bilinen herhangi bir örnek grubunda 0,1,2,3...n bozuk parça bulunma olasılıkları binomiyal bir dağılım gösterir. Buna göre ;

$$OÇ = P$$

$$AKL = P' - 3\sqrt{P' (1-P')/n}$$

$$ÜKL = P' + 3\sqrt{P' (1-P')/n}$$

şeklinde yazılabilir.

• C Diyagramının Çizimi

Kütleye ait ortalama hata sayısı c' bilindiği ve hata sayısının değişimi poisson dağılımına uyduğundan ;

$$\sigma_{c'} = \sqrt{c'} \text{ dür. Buna göre ;}$$

$$OÇ = c'$$

$$AKL = c' - 3 \sqrt{c'}$$

$$ÜKL = c' + 3 \sqrt{c'}$$

formülleri elde edilir.

5.3.2.2. Geçmiş Kayıtlara Göre P ve C Diyagramı Çizimi

- **P Diyagramının Çizimi :**

P' bilinmediğinde yerine tahmini P_{ort} kullanılır. Her biri n elemandan oluşan k adet örnek grubundaki bozuk parça sayıları d_i ile gösterilirse ;

$$P_{ort} = \sum d_i / \sum n_i \quad (i=1 \text{ den } k \text{ 'ya kadar})$$

$$OÇ = P_{ort}$$

$$AKL = P_{ort} - 3 \sqrt{P_{ort} (1 - P_{ort}) / n}$$

$$AKL = P_{ort} + 3 \sqrt{P_{ort} (1 - P_{ort}) / n}$$

- **C Diyagramının Çizimi :**

C' ve σ_c bilinmediğinden bunların yerine ;

$$OÇ = c_{ort}$$

$$(AKL;ÜKL) = c_{ort} \pm 3 \sqrt{c_{ort}}$$

- **d Diyagramı Çizimi**

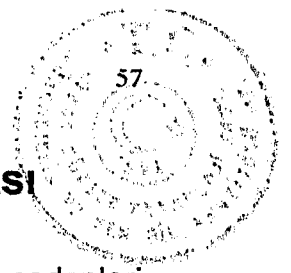
d = np olduğu için p diyagramından tek farkı görünüşüdür.

- **u Diyagramı Çizimi**

c diyagramlarının karmaşık olduğu durumlarda basitlik sağlamak amacı ile u diyagramı kullanılır. Tek fark görünüşlerindedir.

$$OÇ = u_{ort}$$

$$(AKL;ÜKL) = u_{ort} \pm 3 \sqrt{u_{ort} / n}$$



5.4. Kontrol Diyagramlarının Karşılaştırılması

$\bar{X}$ ort diyagramlarında noktaların limitler dışına sapma nedenleri (Akın,1996, s.84) ;

- Kullanılan malzeme değişmiştir,
- Makinanın ayarı yanlıştır,
- Kullanılan teknik değişmiştir,
- Gereksiz veya yanlış operatör müdahalesi söz konusudur.

R çizelgesinde ise ;

- Tecrübesiz makine operatörü,
- Makinada yetersiz bakım v.s.'dir.

Bu diyagramlarda noktaların dışarı taşması görüldüğü taktirde prosesi kontrol dışına iten nedenler olduğu düşünülür ve bu nedenler araştırılır.

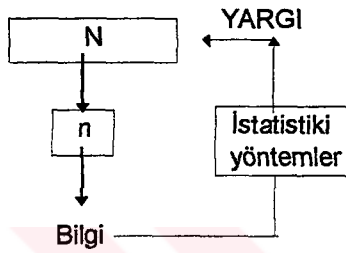
p ve np diyagramlarında ise ; noktalar ÜKL üzerine çıkarsa sorun vardır. Çünkü $AKL = 0$ dır.

c ve u çizelgelerinin p ve np çizelgelerinden farkı şudur: p ve np çizelgelerinde n parçadaki kusurlu sayısı olan k, n ' den büyük olamaz. c ve u çizelgelerinde ise kusur sayıları n 'den büyük olabilir. İstatistiki olarak p ve np diyagramları binomiyal dağılım , c ve u diyagramları ise poisson dağılımı gösterir (Akın, 1996, s.92) .

c çizelgesi örnek genişliği bir televizyon veya 5 m. gibi sabitlendiği durumlarda kullanılır. Aynı zamanda c çizelgeleri bir tek birey ile ilgili rakamları, örneğin; yaptığı hesaplama hataları, kopyalama hataları, kullandığı kalem, kağıt sayısı gibi durumları da kaydetmekte kullanılır (Ishikawa, 1995, S.92) .

u çizelgesi ise örnek genişliğinin sabit olmadığı durumlarda, bir birim başına düşen kusur sayısındaki değişimleri incelemeye kullanılır. Mesela bir sayfa kağıt veya çelik bir levhanın alanı örnek olarak alındığı zaman bundaki zamanla meydana gelen değişimler c çizelgesi yardımıyla görülebilir. Aynı zamanda u çizelgeleri bir fabrikadaki farklı kısımlarda ki kırtasiye malzemesi tüketimi, kaza sayısı gibi durumlar içinde kullanılır.

5.5. Anakütleden Alınan Bir Örneğin Sahip Olması Gereken Özellikler



Şekil 5-4 . Örnek Alma

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli : 1994.

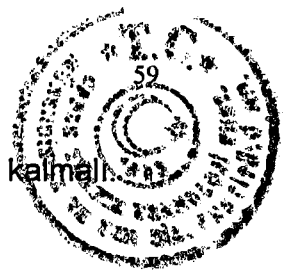
Kalite Kontrol çalışmalarında hareket tarzı $(1 - \alpha)$ güven aralığına dayanır. Bir anakütleden tesadüfen seçilen örnek grubu üzerinde yapılan gözlem ve ölçmeler değerlendirilir ve ana kütle hakkında yargıya varılır (Şekil 5-4).

Bir örneğin anakütle hakkında doğru ve güvenilir bilgileri yansıtabilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerekir (Günel, 1994) ;

- Sistematik hatasız olmalı
- Etkin olmalı : Aritmetik ortalamanın varyansı ortancanın varyansından daha küçüktür. Aritmetik ortalama daha etkindir.

- Yeterli olmalı : Elde edilen tüm bilgiler kullanılmalıdır. Hiçbir zaman ;

$(X_{\min} + X_{\max})/2 = X_{\text{ort}}$ yeterli değildir. Çünkü elde edilen tüm bilgiler kullanılamamaktadır. Dolayısıyla $\sum x_i/n = x_{\text{ort}}$ kullanılmalıdır.



- Tutarlı olmalı : Öngörülen ihtimalden daha küçük değerde kalmalı.

$$E(X_{ort}) = \mu$$

$$E(s^2) = \sigma^2$$

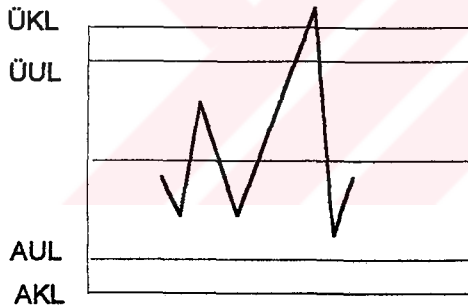
$$V(X_{ort}) = \sigma^2 / n$$

$$s^2 = \sum (x_i - x_{ort})^2 / (n-1)$$

$$\sigma_{X_{ort}} = \sigma / \sqrt{n}$$

5.6. Kontrol Diyagramları İçin Kontrol Limitlerinin Saptanması

Daha önceki konularımızda belirttiğimiz gibi bir kalite kontrol diyagramı hazırlanırken öncelikle her örneğin ayrı ayrı aritmetik ortalaması ve değişkenlik ölçüsü hesaplanmalıdır. İkinci aşama olarak ortalama değişkenlik ölçüsü ve örneklerin ortalamasının ortalaması belirlenip, standart sapma bulunmalıdır. Bulunan değerler yardımıyla üst kontrol ve alt kontrol limitleri ile üst uyarı ve alt uyarı limitleri hesaplanabilir.



Şekil.5.5. Kontrol diyagramı örneği

Hesaplanan limitler ışığı altında kontrol diyagramı çizilerek örnek alınma işlemine başlanır. Alınan örneklerden kontrol limitleri dışına taşanlar var ise, bu noktalar ortalamalardan çıkartılmak sureti ile yeniden kontrol limitleri hesaplanır. Bu işlem bütün örneklerin kontrol limitleri içinde kalması kesinleşinceye kadar devam ettirilir. Böylece üst ve alt kontrol limitlerinin yeterliliği sağlanmış olur. Şekil 5-5'de görüldüğü gibi alınan örnek değerlerden bir tanesi $\pm 3 \sigma$ aralığının dışındadır. Dolayısıyla bu örnek

değer çıkarılarak yeniden alt ve üst kontrol limitleri ile uyarı limitlerinin hesaplanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Burada alınan örneklerin limitler dışına taşmasının iki nedeni olabilir;

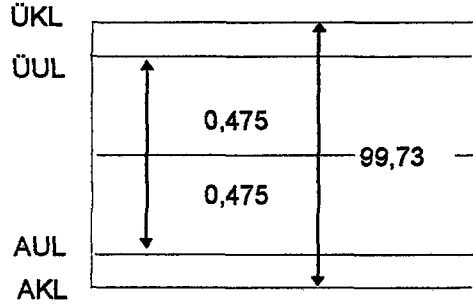
- Tesadüfi nedenler : İstatistiksel kontrol altında
- Tanımlanabilir nedenler : Müdahale gerektiren nedenlerdir.

Burada önemli bir nokta kontrol limitleri belirlenirken, $\bar{x}_{ort}$ ve R diyagramlarının her ikisinin de çizilmesi gerektiğidir. Bu diyagramlardan sadece bir tanesi ile belirlenecek olan kontrol limitleri yeterince sağlıklı olmayacaktır. $\bar{x}_{ort}$ diyagramını yorumlarken, öncelikle R diyagramının kontrol altında olup olmadığını belirlemeliyiz. Eğer $\bar{x}_{ort}$ ve R diyagramlarının her ikisi de tesadüfi olmayan bir model sergiliyorsa, en iyi strateji öncelikle R diyagramındaki belirlenebilir etmenleri elimine etmektir. Çoğunlukla bu otomatik olarak $\bar{x}_{ort}$ diyagramındaki tesadüfi olmayan modeli elimine eder. R diyagramı kontrol altında değilken kesinlikle $\bar{x}_{ort}$ diyagramı yorumlanmaya çalışılmamalıdır (Montgomery, 1991, s.222).

5.7.Kontrol Diyagramlarının Yorumlanması

Ölçülen tüm değerler kontrol limitleri arasında kaldığı sürece, prosesin çıktısını etkileyen özel bir değişim nedeni olmadığı düşünülerek, prosesin kontrol altında olduğu söylenir. Eğer bir veya daha fazla değer kontrol limitleri dışına taşarsa, ya olağan dışı bir durum oluşmuştur ya da proses kontrol dışındadır. Prosesin kontrol dışında olduğunun belirlenebilmesi için diğer bir kanıt da kontrol diyagramı üzerinde görülebilir. Eğer (Şekil 5-6) ile (Şekil 5-16) arasında belirtilen durumlardan herhangi biri gözlemlenirse, tüm noktalar kontrol limitleri içinde olsa bile, prosesin normal olmadığı sonucuna varılır. Bu durumda, pek yakında yetersiz proses durumu ile karşılaşılacağı ve noktaların limitler dışına taşabileceği sinyalleri verilmektedir (Mc Clave and Benson, 1991, s.728).

- Ard - arda iki örnek değerin uyarı sınırları içine düşmesi durumu (Şekil 5-6) :

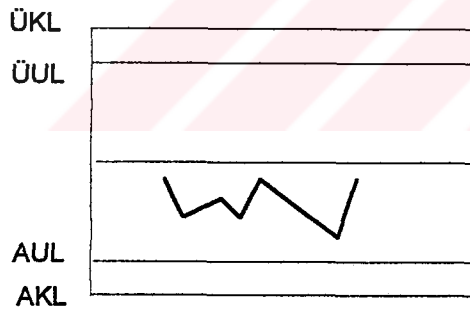


Şekil 5-6 . Ard Arda İki Örnek Değerin Uyarı Sınırları İçine Düşmesi

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .

Ard arda iki örnek değerin uyarı sınırları içine düşme olasılığı $(0.0046)^2$ dir. Bu durumda hemen müdahale gerekmektedir. Müdahale gerektiren nedenler tanımlanabilir olup, hammadde, işçilik veya makinadan kaynaklanıyor olabilir (Günel, 1994) .

- Peş peşe gelen en az yedi örnek değerin merkez değerine göre aynı tarafta kalması durumu (Şekil 5-7) . Bunun olasılığı $(1/2)^7$ dir.

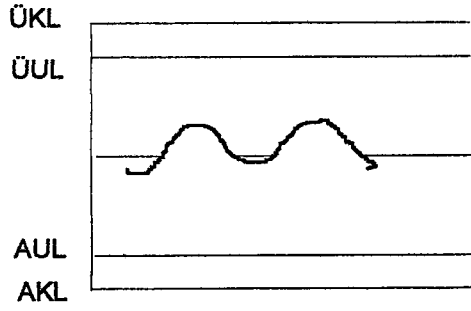


Şekil 5-7 . Ard Arda En Az Yedi Değer Merkez Değerine Göre Aynı Tarafta

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .

Peş peşe gelen 14 örnek değerden en az 12 değerin merkez değerine göre aynı tarafta kalması .

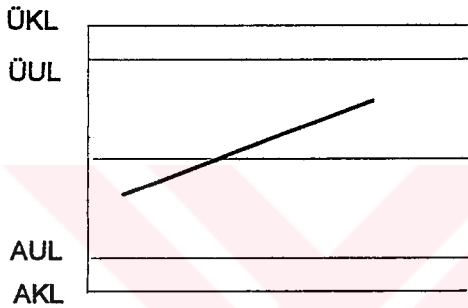
- Örnek değerleri sistematik bir değişim göstermektedir. Yani belirli bir modele uygun olarak değişim (Şekil 5-8) .



Şekil 5-8 . Belirli Bir Modele Uygun Olarak Değişim

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.720, San Fransisco : 1991 .

- Örnek değerleri bir trend gösterir ise (Şekil 5-9) ;

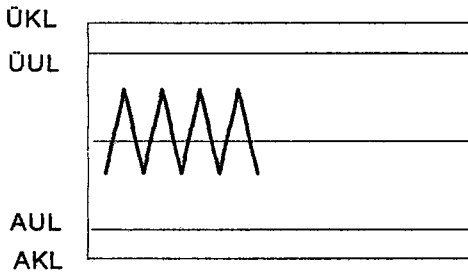


Şekil 5-9 . Örnek Değerlerin Bir Trend Göstermesi

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.720, San Fransisco : 1991 .

Böyle bir trend göstermesinin en bariz sebebi makine ayarlarının bozulmasıdır. Yapılacak iş hemen bir müdahaledir.

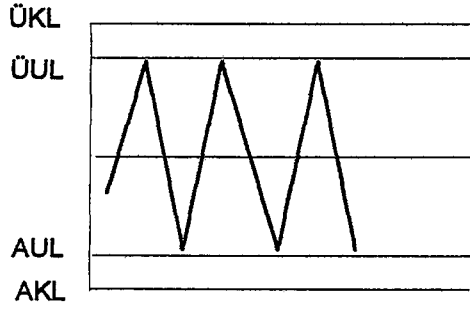
- Çok sık gidip gelmeler oluyor ise (Şekil 5-10) ;



Şekil 5-10 . Çok Sık Gidip Gelme Olması Durumu

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.720, San Fransisco : 1991 .

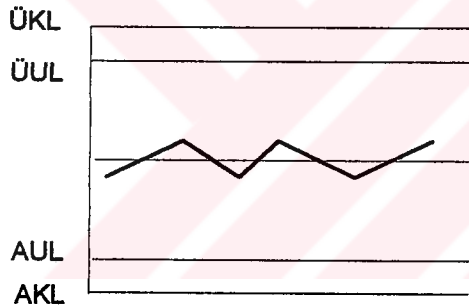
- Değişmeler var ancak değerler sınır değerlerine çok yakın (Şekil 5-11). Bu durumda hammadde ile ilgili bir problem olduğu düşünülebilir.



Şekil 5-11 . Değişmelerin Sınır Değerlerine Çok Yakın Olması Durumu

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.720, San Fransisco : 1991 .

- Değişim o kadar az ki , merkez değerinin etrafında kümelenmeler var (Şekil 5-12) . Makinanın ayarı gereksiz şekilde çok hassas olarak ayarlanmıştır. Gereksiz fazla maliyet oluşturacak bir durumdur.

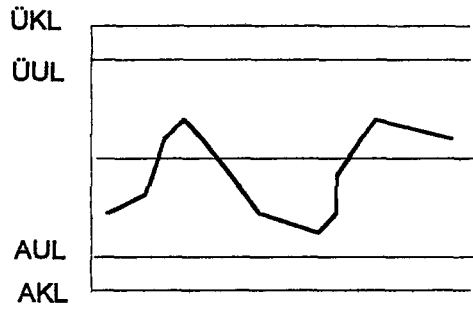


Şekil 5-12 . Merkez Değerinin Etrafında Kümelenme Durumu

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .

- Dizilim sayısının azlığı (Şekil 5-13) ;

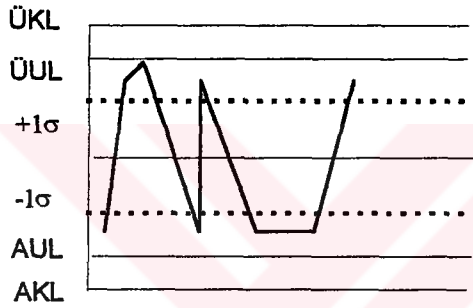
Dizilim : Peş peşe gelen ve merkez değerine göre aynı tarafta kalan değerler bir dizilim oluşturur. Ayrıca dizilim çok fazla sayıda ise de bu bir tesadüf değildir.



Şekil 5-13 . Dizilim Sayısının Azlığı

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .

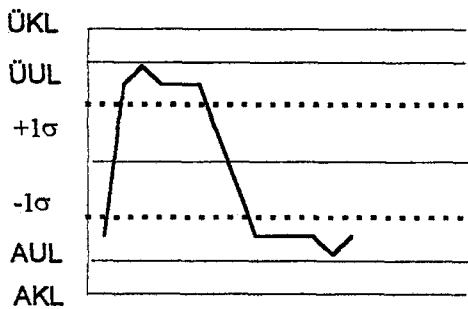
• $\pm 1 \sigma$ dışında ard arda sekiz nokta olması durumunda kontrole devam etmeliyiz. Proses sadece tesadüfi nedenlere bağlı olarak değişmiyor olabilir (Şekil 5-14) .



Şekil 5-14 . $\pm 1 \sigma$ Dışında Ard Arda Sekiz Nokta Olması Durumu

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .

• Ard arda gelen beş noktadan dördü $\pm 1 \sigma$ dışında kalıyor ise (Şekil 5-15) ;

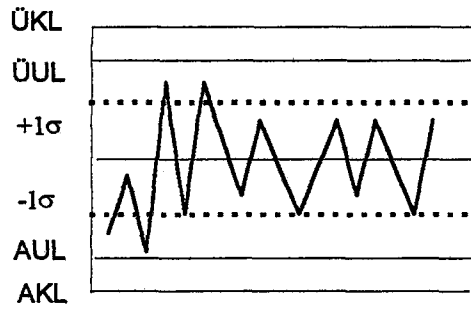


Şekil 5-15 . Ard Arda Gelen Beş Noktadan Dördünün $\pm 1 \sigma$ Dışında Kalması

Kaynak: Günel, Kalite Kontrol Ders Notları, Kocaeli:1994 .



- Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta var ise (Şekil 5-16)



Şekil 5-16 . Aynı sırada bir artış bir azalış gösteren 14 nokta olması durumu

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.720, San Fransisco : 1991 .



6. PROSES VE MAKİNA YETERLİLİK ANALİZLERİ

6.1. Kontrol Altındaki Bir Prosesin Üretici Ve Tüketici Açısından Yararları

Kontrol altındaki bir prosesde ürünün her bir parçası kalite yönünden daha uygun olacak , yani parçalar arasındaki farklılık azalacaktır. Kalite standartlarına, ürün spesifikasyonlarına ve müşteri isteklerine uygun üretimden dolayı, kaliteyi kontrol etmek için örnek hacmi dar olacak ve bunun sonucunda muayene maliyeti de düşmüş olacaktır.

Prosesin kontrol dışında olması durumunda, herhangi bir alt grup değerinin kontrol limitlerinin dışında yer alacağı anlaşılmaktadır. Bu durumda doğal olmayan ve nedeni tespit edilebilen bir sapma vardır.

Bazı durumlarda tüm alt grup değerleri kontrol limitleri içerisinde kalmakla beraber prosesin yetersizliğinden söz edilebilir. Bunun sebebi ise, ana kütle ortalamasından sapmalar olmasıdır. Bu bir uyarıdır. Çok yakında alt grup değerlerinin de kontrol limitleri dışına taşma olasılığı çok yüksektir (Akın, 1996, s.110).

6.2. Proses Yeterlilik Analizi

Bir parçanın imalatı için seçilen ekipman çıkan ürünün kalitesini ve maliyetini etkileyen önemli bir etkidir. Eğer seçilen proses ekipmanı, çizilen toleranslarla belirlenen kalite hedeflerini karşılayabilecek ölçüde doğru ise, makul maliyetler ve kabul edilebilir kalite düzeyi beklenebilir. Eğer proses ekipmanı kalite hedeflerini istikrarlı bir şekilde karşılayamıyorsa, yüksek maliyetler, hurda ve yeniden işlenmiş malzemeler kaçınılmaz sonuçlardır.

Bazı işletmelerde tecrübeli imalat mühendisleri, işçiler ve ustabaşları uzun süren deneyimlerine dayanarak hangi makinanın hangi toleranslarda daha verimli çalışabileceğini söyleyebilirler. Ancak bütün işletmeler bu

deneyime sahip olacak kadar şanslı değillerdir. Hatta proses ekipmanlarının yeterlilikleri hakkında çok şey bilinen fabrikalarda bile bilgi paylaşımının çok fazla olmadığı görülebilir.

Kalite kontrol programının uygun bir şekilde faaliyet göstermesi için, proses ekipmanlarının performans yeterliliği hakkındaki bu bilgi gereklidir. İşte bu sebepten dolayı bir çok fabrika, tüm ürün ve süreç kontrol programlarının anahtarı olan bu yeterliliklerin bilimsel araştırmasını yaptırmaya başlamıştır (Feigenbaum, 1991, s. 778-779).

Proses yeterlilik analizinin amacı bir prosesin çıktısındaki değişkenleri değerlendirmek ve prosesin sürekli istenen nitelikte ürün verme kapasitesini saptamaktır. Proses analizinin odaklandığı nokta herhangi bir prosesin çıktısının değişkenliği ve bu değişkenliğin ne kadar değişken olduğudur. Değişkenliğin çoğu prosesi oluşturan elemanlardan kaynaklanır (Makina Magazin, Haziran 1996, s.75) .

Proses, bir ürün veya hizmeti üretmek için gerek duyulan aşamaların tümüdür. Ortalama ve dağılma aralığı diyagramları yardımıyla prosesin kontrol altında bulunduğu belirlendikten sonra proses incelemesi yapılarak prosesin mamul spesifikasyonlarını karşılayıp karşılamadığı hususu araştırılır (Gözlü, 1990, s.167).

Proses yeteneğini, bir prosesin sağlayabildiği en az kalite değişimi olarak tanımlayabiliriz. Bir proses yeteneği, cihaz, materyal, insan ve çevre faktörlerine bağlıdır.

Proses yeteneği sayısal olarak spesifikasyon limitleri ve dağılım arasındaki ilişkiyi ifade eder. Proses yeterliliği sağlama işlemine, mevcut proses ve spesifikasyonların tanımlanması ile başlanır. Spesifikasyonlar mümkün mertebe proses çıktısını ölçmeye yönelik olmalıdır. Daha hassas sonuçlar elde edebilmek amacıyla olabildiğince değişken veriler ile çalışılmalıdır.

Proses kontrol altında tutulduğunda 6σ değeri yaygın olarak kullanılır. Bunun ölçüsü olarak 6σ açıklığı tanımlanır ve bu "Doğal Toleranslar" olarak adlandırılır.

Proses yeteneği ile (TSE, İPK Eğitim Notları);

- Prosesin toleranslara uygunluğu tahmin edilir.
- Örnek alma sıklıkları belirlenir.
- Taşeronlar arasında seçim yapmak için bir kriter sağlanır.
- Alınacak önlemlerle imalat prosesinde değişkenlik azaltılır.

6.2.1. Proses Yeterliliğini Arttırma Yolları

Bir proses yeterlilik analizi ile, prosesin, ortalaması, standart sapması , ortalama ve standart sapmasının zamanla nasıl değişim gösterdiği soruları yanıtlanmaya çalışılır.

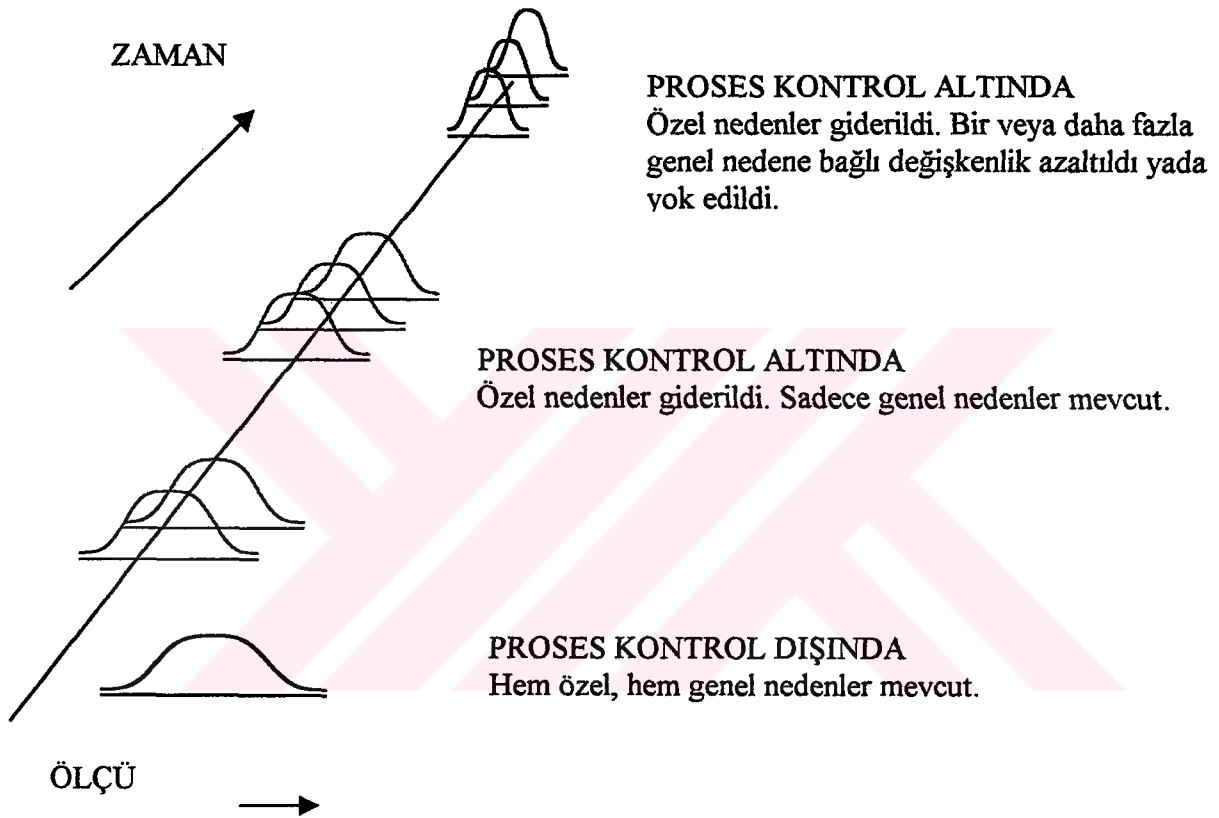
Proses yeterliliğini arttırmak için (Akın, 1996, 102-103);

- Varyasyonu yaratan özel nedenlerin tümü ortadan kaldırılır,
- Proses ortalaması hedeflenen değere mümkün olduğunca yaklaştırılır,
- Varyasyonu yaratan genel nedenler azaltılır.

Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesinde c_p ve c_{pk} olarak isimlendirilen proses yetenek indekslerinden faydalanılır. Bunlardan c_p indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, c_{pk} indeksi ise prosesin hem yayılımını, hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. c_{pk} indeksinin bu kontrolü yapabilmesi için çift taraflı olarak yapılması gerekmektedir (Uğur ve Çaltuğ, 1994, s.45-46).

Prosesin normal olasılık dağılımını izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol altında olduğu varsayıldığında, üretilen parçaların % 99,7'si proses yeteneği karşılığı olan alan içinde yer alacaktır (Feigenbaum, 1991, s.780).

Proses kapasite çizgileri açıkça belirtilmiş olan veya hedef olarak tespit edilmiş bir değerle bağlantılı olarak, proses sürekliliğinin veya zaman bazında kalitenin yayılım değişikliğidir.



Şekil 6-1. Proses Yeterliliğinin Zaman İçerisinde Arttırılması

Kaynak : J.T.McClave and P.G.Benson, Statistics for Business and Economics, s.727, San Fransisco : 1991 .

Kontrol dışındaki bir prosesi kontrol altına alarak prosesde yer alan özel nedenler giderilmeye çalışılır. Bu özel nedenler giderildikten sonra kalite geliştirme çalışmalarına devam edilerek prosesde yer alan genel nedenlerin zaman içerisinde azaltılması yoluna gidilmelidir (Şekil 6-1).

6.2.2. Proses Yeterliliği Grafiğinin Çizimi

- Üretim sırasına veya belli bir zaman periyoduna göre, prosesten en az 25 civarında veri toplanır.
- Spesifikasyon değerleri belirlenir ve çizelge üzerinde işaretlenir.
- Çizelgenin sağ tarafına örneğin dağılımını gösteren bir yatay histogram çizilir.

C_p ve c_{pk} indeksi proses yeteneğinin sayısal olarak değerlendirilmesidir. Proses değişiminin spesifikasyon limitleri içinde olup olmadığını belirlememize yardımcı olur. Bu indekslerin değişik değerler aralığında farklı yorumları vardır.

C_p ve $c_{pk} > 1.33$ ise yeterli prosestir. Proses tamamen spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir.

$1.33 \geq C_p$ ve $c_{pk} > 1.00$ ise proses kabul edilir. Ancak bu proses spesifikasyonları karşılamada zorluk çekmektedir. Bu nedenle proses kontrolü devam etmelidir.

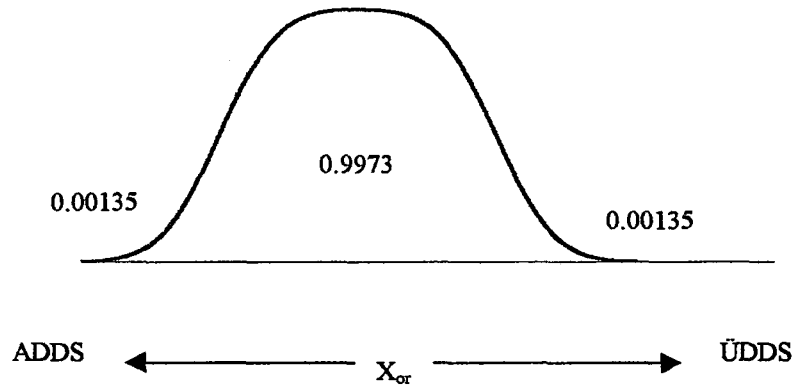
$1 \geq C_p$ ve c_{pk} ise proses yetersizdir. Prosesi geliştirmek amacıyla yaygın çaba gösterilmelidir (Akın, 1996, s.103).

6.2.3. Proses Yeterliliğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyon Kullanımı

İlgili prosesin üst ve alt spesifikasyon limitleri verilmişse, ortalama değeri bulabilmek ve değerlendirebilmek amacıyla spesifikasyon limitleri içindeki yayılım genişliğini değerlendirmek gerekir.

$$C_p = T / 6 \sigma \text{ ve } T = S_u - S_a$$

Spesifikasyon; standartlarla belirlenen ölçülere uygunluk derecesidir. Ayrıntılı bir talimat veya belirli özellikleri açıklıkla ve ölçülerle tanımlayan bilgilerdir (Akın, 1996, s.103-104).



Şekil 6-2 . Normal Dağılım İçin Doğal Değişkenlik Sınırları

Kaynak: Besim AKIN, İstatistiksel Proses Kontrolü, s.105, İstanbul:1996.

Prosesin normal olasılık dağılımını izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol (6σ) karşılığı olan alan içinde yer alacaktır (Şekil 6-2) . Böyle bir dağılıma sahip prosesin doğal değişkenlik sınırları $\pm 3 \sigma$ olarak belirlenir.

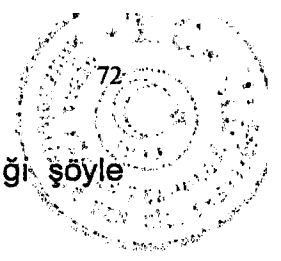
Normal dağılım için, doğal değişkenlik sınırlarının bütün değerlerin %99.73'ünü kapsadığını belirtmiştik. Bu durumda üretilen ürünlerin sadece %0.27 'si doğal değişkenlik sınırlarındandır. Düşük gibi görünen bu oran bir milyon ürün için 2700 adet kusurlu ürün anlamına gelmektedir.

Proses analizinin, proses veya üretimin geçmişiyile ilgili bilgiler de içermesi, prosesin zaman içindeki durumunu, stabilitesini ve istatistiksel kontrol düzeyini de açıklaması yönünden gereklidir.

C_p değerinin "1" den büyük olması gerekmektedir. Sadece c_p 'nin "1" den büyük olması prosesin hurdasız ürün ürettiği anlamına gelmez. C_p değeri sadece prosesin doğru olarak ayarlandığı takdirde, belirtilen toleranslarda üretim yapılıp yapılamayacağını göstergesidir.

C_p indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol eder.

C_{pk} indeksi ise hem proses deki yayılmayı, hem de ayarı belirtmektedir (Akın, 1996, s.105) .



Proses yeterlilik endeksinin yorumlanmasındaki temel mantığı şöyle açıklayabiliriz (Akın, 1996, s.106);

C_p veya $C_{pk} > 1$ ise proseste $\pm 3 \sigma$, spesifikasyonlardan küçüktür. Bu durumda örnekleme ile üretimden çekilerek incelenen ve yeterlilik testi uygulanan numunenin %0.3'ünden daha azı spesifikasyonlara uymayacaktır.

C_p veya $C_{pk} < 1$ ise proseste $\pm 3 \sigma$, spesifikasyonlardan büyüktür. Bu durumda yeterlilik testi uygulanan numunenin %0.3'den fazlası spesifikasyonlara uymayacaktır.

C_{pk} indeksini c_p indeksinden üstün kılan özellik, prosesin ne kadar hurda üretme imkanının olduğunu göstermesidir. Ancak doğru bir değerlendirme için her iki indisi kullanmak gereklidir.

Burada dikkat edilmesi gerek bir özellik, hiç bir zaman C_{pk} değeri C_p değerinden büyük olamaz.

$\sigma = R_{ort} / d_2$ formülü yardımıyla hesaplanan σ değeri prosesin hem yayılımını ve hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. Dolayısıyla çift taraflı olarak hesaplanması gerekmektedir. Burada küçük olan değer dikkate alınır.

$$C_{pk \text{ üst}} = (\text{Belirlenen üst limit} - X_{ort}) / 3 \sigma$$

$$C_{pk \text{ alt}} = (X_{ort} - \text{Belirlenen alt limit}) / 3 \sigma$$

Bu formüllerden birincisi; ortalamanın alt kontrol limitine göre, ikincisi ise üst kontrol limitine göre mukayesesidir. Hangi limite doğru yaklaşıldığında oradan çıkma olasılığının fazla olduğundan dolayı, küçük değer kritik değer olmaktadır .

Ayrıca sadece üst limitin kontrol altına alınması istenildiği durumlarda tek spesifikasyon limiti, yani $C_{pk \text{ üst}}$ kullanılması yeterlidir.

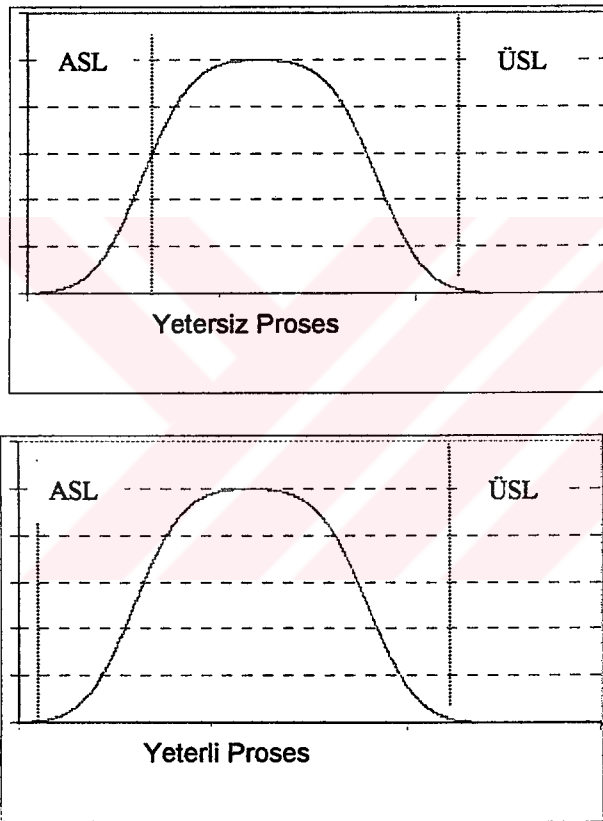
Unutulmamalıdır ki yeterli bir üretim prosesi de hatalara yol açabilir. Bunların sebeplerini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz (Akın, 1996, s.108);



• **Ortalama Bozukluğu** : Proses ortalaması toleransların ortalamasından sapmalar gösteriyorsa, düzeltilmesi gerekmektedir.

• **Karışık Parti** : Aynı şartlar altında üretilmemiş birimlerin oluşturduğu partidir.

• **Üretim Prosesinde Eğilimler** : Proseste meydana gelen ani değişiklikler malzeme, teknisyen vs. gibi herhangi bir değişmeye bağlı olarak gerçekleşmektedir. Şekil 6-3'de yeterli ve yetersiz proses durumları için örnekler verilmiştir;



Şekil 6-3. Yeterli ve yetersiz proses durumu

Kaynak: R. Caulcutt, R, Statistics in Research and Development, s.45, Chapman and Hall: 1991.

Hiç bir zaman unutulmamalıdır ki kontrol altında olan proses normal bir dağılım gösterecektir. Normal dağılım gösteren bir proseste; kontrol şemalarında noktaların 2/3' ü orta çizgi üzerinde veya yakınındadır. Çok az nokta üst veya alt kontrol limitlerinin yakınında veya yanındadır. Noktaların



orta çizgi üst veya altına düşmesi tesadüften kaynaklanır. Noktalar orta çizginin etrafında dengeli dağılmıştır ve üst ve alt kontrol sınırlarının dışında noktalar yer almaz. Daha öncede belirtildiği gibi kontrol altında yer alan yeterli bir proseste tesadüften kaynaklanan değişkenlik söz konusudur.

6.2.4. Proses Yeterliliği İle İlgili Örneklem Kuralları

Alt grup alma sıklığı konusunda belli bir kural yoktur. Genel olarak başlangıçta çok sık örnek almak ve eğer uygun olursa, daha sonra örneklem sıklığını azaltmak mümkündür (TSE, İPK Eğitim Notları);

- Alt grup büyüklüğü arttıkça, kontrol sınırları orta çizgiye yaklaşır ki, bu da kontrol grafiğini proses ortalamasındaki küçük değişmelere karşı daha duyarlı yapar.

- Alt grup büyüklüğü arttıkça muayene maliyeti artar.

- Tahribatlı testler yapılıyor ve üründe çok pahalı ise iki veya üç örnekten oluşan küçük alt gruplarla örneklem yapmak daha uygundur.

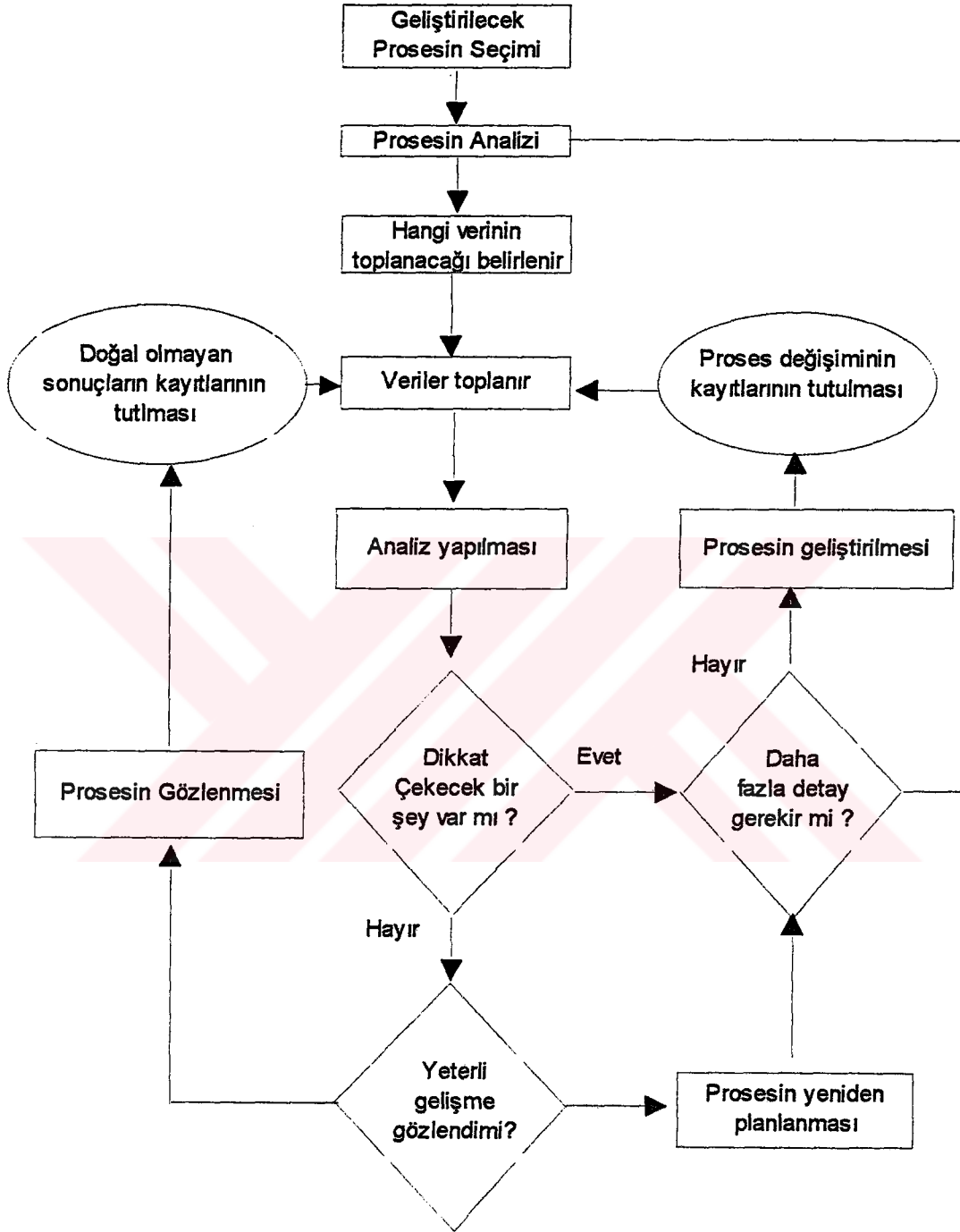
- İstatistiksel olarak alt grubu oluşturan örnekler, normal olmayan bir yığından gelseler bile, alt grup büyüklüğünün dört veya daha fazla olduğu durumlarda, alt grup ortalamasının dağılımı normaldir.

- Alt grup büyüklüğü 10' u geçtiği zaman proses yayılmasını kontrol etmek için R kontrol grafiği yerine σ kontrol grafiği kullanılmalıdır.

Prosesin kontrol altında olup olmama durumu bir çeşit hipotez kontrolüdür. Kontrol sınırları içine düşen bir nokta hipotezi kabul etmek veya kontrol sınırları dışına düşen bir nokta hipotezi reddetmek anlamına gelmektedir. Bu tür hipotez testlerinde başlangıçta belirli bir yanılma payını (%1 ; %5) kabul etmek gerekmektedir.

Proses denetlenirken kullanıcı iki tip hata ile karşılaşabilir (Akın,1996, s.116-117);

Bunlardan birincisi; proses gerçekten kontrol altında iken, kontrol dışı olduğuna karar vermek ve özel nedenler aramak, hatta süreci durdurmak. Bu durum zaman kaybettirici ve maliyeti yükseltici bir durumdur.



Şekil 6-4. İstatistiksel Proses Kontrol Proje Akış Diyagramı

Kaynak: Besim AKIN, İstatistiksel Proses Kontrolü, s.118, İstanbul:1996.

İkinci tip hata ise; proses gerçekten kontrol dışında iken kontrol altında olduğuna karar vermek, gerçekten özel bir neden olduğunda üretime devam etmek sonucu hatalı üretim miktarının artmasına sebebiyet verir.

6.3. Makina Yeterlilik Analizi

Makina yeterlilik indeksi kısa zaman süreci içinde küçük sayıda numune verileri ile operasyon potansiyelini belirlemek için kullanılır. Makine yeterlilik indeksinin hesaplanma tarzı proses yeterlilik indeksine benzerdir. Yalnız bu indeks bize özel nedenleri göstermez.

Makina yeterlilik indeksi çalışmaları sadece makinanın kendisinden meydana gelen değişimleri tahmini olarak belirlemek için kullanılır. Diğer operasyonlardan gelen etkileri yansıtmaz. Makina yeterliliğinde amaç $\pm 4\sigma$ 'nin spesifikasyon limitleri içerisinde kalmasıdır.

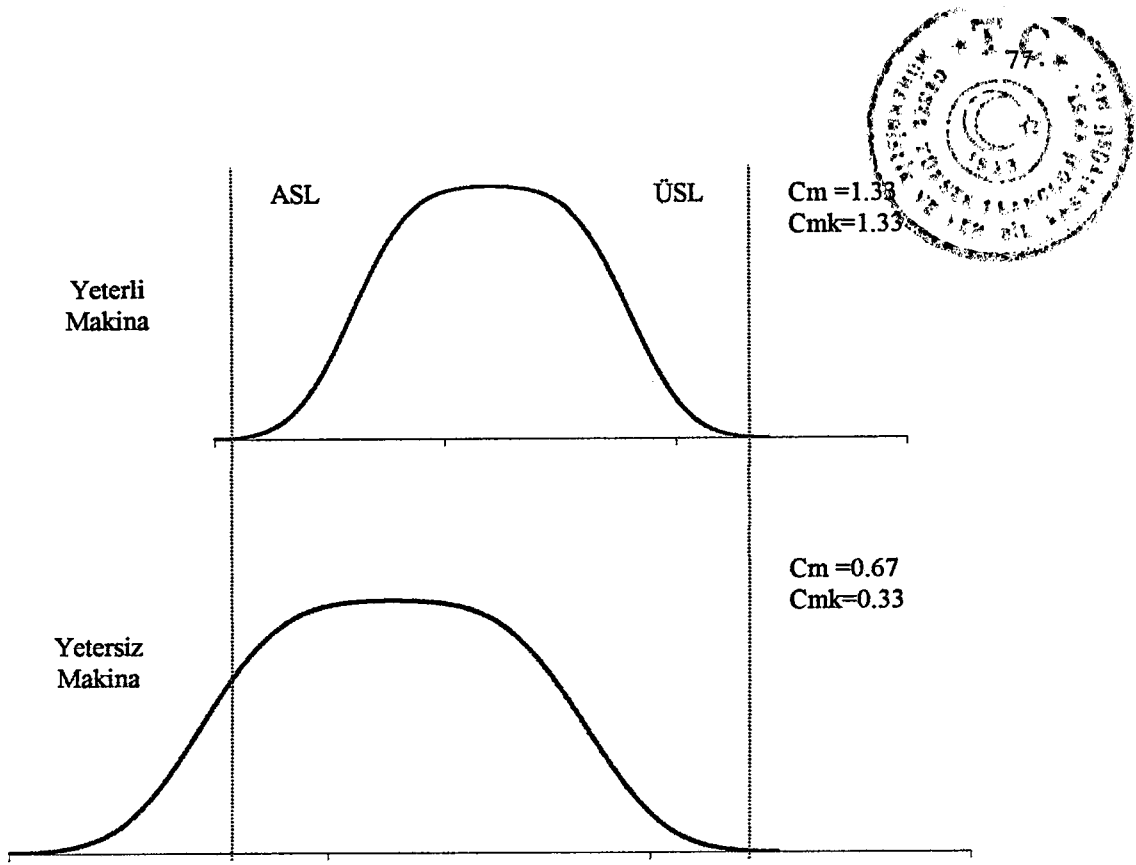
Makine yeterlilik indeksinde c_m ve c_{mk} indeksleri kullanılmaktadır.

$$C_m = \text{Belirlenen Toplam Tolerans} / 6\sigma$$

$$c_{mk \text{ üst}} = (\text{Belirlenen üst limit} - X_{\text{ort}}) / 3\sigma \text{ ve}$$

$$c_{mk \text{ alt}} = (X_{\text{ort}} - \text{Belirlenen alt limit}) / 3\sigma \text{ formülleri ile hesaplanır.}$$

Spesifikasyon limiti olarak $\pm 3 s$ alınırsa; c_m ve c_{mk} indeksleri bire eşit çıkacaktır. $\pm 4 s$ alınırsa, bu durumda c_m ve c_{mk} indeksleri 1.33 olarak bulunur. Hesaplanan makine indekslerinin normal dağılım eğrisi üzerinde gösterilişi Şekil 6-5'deki gibidir (Akın, 1996, s.119).



Şekil 6-5. Yeterli ve yetersiz makina

Kaynak: Besim AKIN, İstatistiksel Proses Kontrolü, s.120, İstanbul:1996.

6.3.1. Makina Yeterlilik Analizinin Yorumlanması

Spesifikasyon limiti olarak $\pm 4 S$ alınarak C_m ve C_{mk} indeksleri hesaplanır. Hesaplanan makine indeksleri normal dağılım eğrisi üzerinde gösterildikten sonra aşağıdaki gibi yorumlanabilir (Akın, 1996, s.120);

- Çizilen çan eğrisinin her iki ucu da spesifikasyon limitlerini kesmiyorsa, %99.99 olasılık ile uygun parça üretiliyor ve dolayısıyla makine yeterlidir.
- Şayet çizilen çan eğrisinin bir veya iki ucu birden spesifikasyon limitlerini kesiyor ise, makine yetersizdir. Bu durumda, prosesin hem yayılmasını ve hem de hedeflerden sapmasını kontrol altına alacak önlemler alınmalıdır.



- Makinenin yetersiz olması, alınan verilerin dağılım ve standart sapmasının büyük olması ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla tezgah ayarları, toleranslar v.b. gibi faktörler ile bu değerlerin düşürülmesine çalışılmalıdır.

- Yukarıda ki grafikte de görüldüğü gibi $\pm 4 S$ 'nin orta noktası bize ortalamayı vermektedir. Ayrıca noktalar arası uzaklık tahmini $8 S$ yeteneğini vermektedir.

- Takımların aşınmasından dolayı meydana gelen ortalamanın yer değiştirmesi normal olmayan dağılımlara neden olabilir.

- Bir makinenin ürününün dağılımı normal dağılım olmamasına rağmen, değişiminin özel nedenleri operasyonda mevcut olabilir. Bu sebepten normal olmayan dağılım modeli ortaya çıkabilir. Örneğin hasarlı takım veya parçayı yerleştirirken çapak kalması neticesi böyle bir normal olmayan dağılım ortaya çıkabilir.

6.3.2. Makina Yeterlilik Analizinde Düz Çizgi Metodu

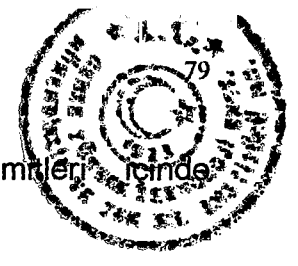
Makina yeterlilik analizinde c_m ve c_{mk} indeksleri haricinde daha basit bir yorumlama yapabilmek amacıyla geliştirilmiş bir metottur.

Düz çizgi metodu ile normal dağılıma uyum görsel olarak daha iyi açıklanabileceği gibi, extrapolasyon ve interpolasyon hesaplamalarına da daha uygundur.

Ayrıca düz çizgi metodu ile bireysel ölçümler ve diğer hataların düzeltilmesi çok daha kolaydır.

Makine yeterlilik analizinde düz çizgi metodu uygulanırken aşağıdaki adımlar takip edilir (Uğur ve Çaltuğ, 1994, s.44);

1. Öncelikle alınacak olan numune sayısı tespit edilmelidir. Bu sayı ortalama olarak elli kabul edilir. Proses normal dağılım göstermiyor ise bu sayı en az elli alınmalıdır.



2. Kullanılan bütün malzemelerin spesifikasyon limitleri içinde olduğundan emin olunmalıdır.

3. Örnekler ana kütleden ardışık olarak alınmalıdır.

4. Parçaların ölçümünde kullanılan ölçüm aletlerinin belirtilen toleransın 1/10 'u hassasiyetinde olması sağlanmalıdır.

5. Veriler çetele tablosuna işlenerek normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmelidir. Eğer göstermiyorsa başka yöntemler kullanılmalıdır.

6. Spesifikasyon limitleri çizilmelidir.

7. Her ölçüm hizasının frekans, kümülatif frekans ve yüzde değerleri hesaplanmalıdır.

8. Hesaplana yüzde değerleri çizelge üzerine sol kısımdan başlayarak işaretlenir.

9. Noktaların dikey kümülatif frekans çizgileri ile kesiştiği yerler işaretlenir. Bu işlem kümülatif frekansların tamamı için yapılır (Sadece %100'e işaret konmaz).

10. Elde edilen bu noktalar birleştirilerek, $\pm 4 S$ çizgisini kesecek tarzda düz bir çizgi elde edilmeye çalışılır. Çizginin düz olması bize makinenin yeterliliğini göstermektedir.

7.İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL UYGULAMASI



7.1.Firmanın Tanıtımı

Oklu Metal Taahhüt Ticaret. Limited Şirketi. , 1985 yılında Kocaeli Sanayi Sitesi İZMİT / KOCAELİ 'de kurulmuş olup 1997'de Vezir çiftliği Mevkii'ndeki yerine taşınmıştır. 2000 metrekare kapalı alan üzerinde sanayii çelik konstrüksiyon konusunda faaliyet göstermektedir. Fabrika üretim alanı firmanın malı olup ayrıca bugüne kadar yapılmış olan tüm yatırımlar firmanın kendi öz kaynakları ile gerçekleşmiştir.

Firma faaliyetleri çoğunlukla, LPG (Likit Petrol Gazı) depolanmasında kullanılan tüplere ait alt çember ve üst sap üreten yan sanayiine yönelik olup, Gaz Aletleri A.Ş., Aygaz A.Ş. ve Mogaz A.Ş. firmalarına tüp yedek parçaları üretmektedir. Kapasitesi; tek vardiyada 6.000 adet/gün, çift vardiyada ise 10.000 adet/gün muhtelif cins alt çember ve üst sap imalatıdır.

Üretilen parçaların tüm kalıp, aparat ve kontrol masterları firma bünyesindeki kalıphanede imal edilmektedir. Fabrikanın elektrik gücü 250 kWA'dır.

7.1.1.Ürün Çeşitliliği

AYGAZ, MOGAZ ve LİPETGAZ A.Ş.' nin talimatlarına istinaden, GAZAL A.Ş. 'nin vermiş olduğu standartlara uygun olmak kaydıyla, tüplerin piknik, ev yada sanayi tipi oluşlarına, boyutlarına ve markalarına göre değişen bir ürün çeşitliliğine sahiptir.

7.2.Problemin Seçimi

OKLU LTD.ŞTİ.'nin, aylık proses kontrol sonuç çizelgeleri incelenerek genellikle tüm ürünlerde en sık karşılaşılan ortak hata tipleri belirlenmiştir (Tablo 7.1.). Bu hatalar üzerinde yapılan Pareto Analizi sonucunda en sık

karşılaşılan hata tipinin, yazı derinliği hatası olduğu tespit edilmiş olup bu hata tüm hataların %63'ünü kapsamaktadır (Şekil 7-1).

Bahsedilen hataya çoğunlukla üst sapların plakalarına basılan Gazal A.Ş., Aygaz A.Ş. veya seri no yazılarında rastlanılmaktadır. Yazı derinlikleri çoğunlukla standartların altında olmaktadır. Hatalı yazı basılan plakalar doğrudan hurdaya ayrılmaktadır. Hatanın farkına varılmadığı takdirde sevk edilen partinin tamamının reddine sebep olabilmektedir. Çünkü bu saplarla imal edilen tüpler boyaya girdiğinde yazılar okunamamakta veya tamamen silinmektedir. Bu da imalatçı firmaya olan güvenin sarsılmasına sebep olmaktadır. Bu hatanın tashihi mümkün olmadığından iadelerin yerine yeni plakaların imalatı gerekir. Maliyeti arttıran bu durum, hatanın önemini arttıran diğer bir etkidir. Bunun üzerine bu hatanın nedenlerinin saptanması ve giderilmesi çalışmalarına başlanmıştır.

7.3. Neden - Sonuç Diyagramı

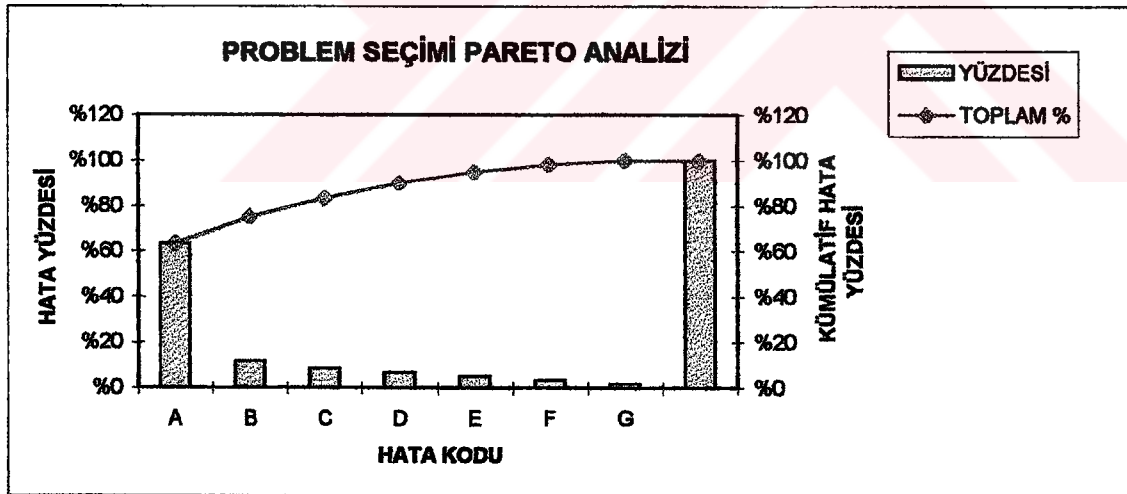
Kalite Müdürlüğü'nün katkılarıyla konuyla ilgili yöneticiler ve imalatla çalışan kişilerden oluşan bir ekip kurularak yazı derinliği hatasının sebepleri araştırıldı.

Toplantının başlangıcında beyin fırtınası yönteminin kuralları anlatılarak katılanların tümünün anlaması sağlandı. Sorun tanıtılarak beyin fırtınası uygulamasına geçildi. Tüm üyeler sorunun nedenleri hakkındaki fikirlerini belirttiler. Bu aşamada sırasıyla herkesin birer sebep söylemesine izin verilerek uygulamaya bütün üyeler pas diyene kadar devam edildi. Daha sonra oylama yapıldı. Herkesin oy hakkının sınırsız olduğu bu oylama sonucunda en fazla oy alan fikirler üzerinde tartışılarak ikinci tur oylamaya geçildi. Bu kez her üyenin bir oy verme hakkı vardı. Sonuç olarak yazı derinliği hatasının en önemli sebepleri olarak aşağıda belirtilen sebepler seçildi:

- Basınç ayarı (4 oy)
- Saç sertliği (2 oy)

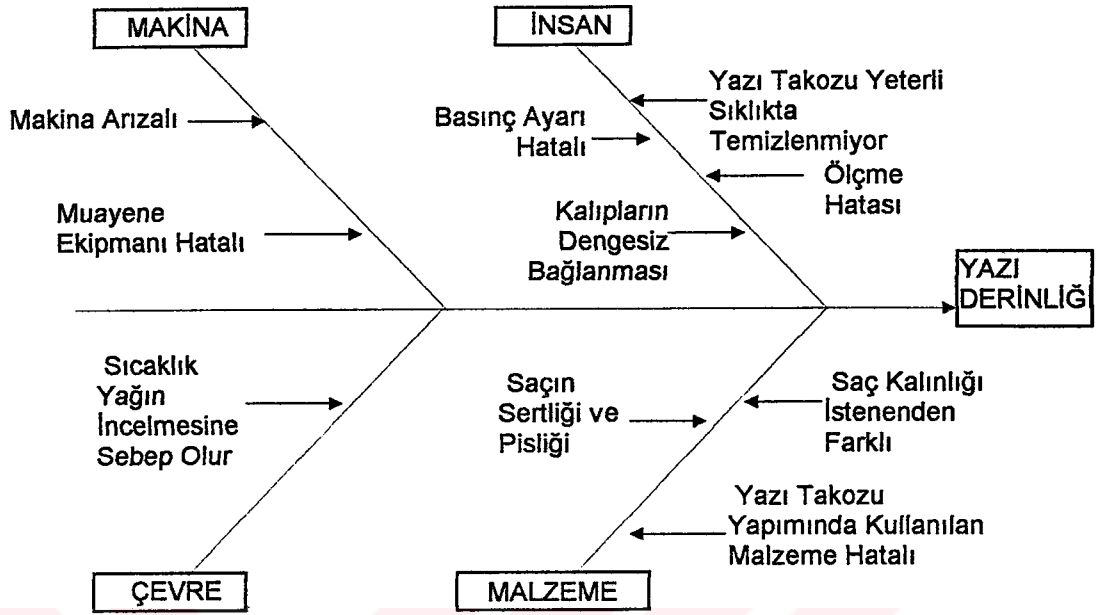
Tablo 7.1. Problem Seçimi Pareto Analizi, Veri Tablosu

HATA KODU	HATA TANIMI	HATA ADEDİ	HATA YÜZDESİ	KÜMÜLATİF TOPLAM	KÜMÜLATİF TOPLAM %
A	YAZI DERİNLİĞİ	38	%63	38	%63
B	DEMİR KESME	7	%12	45	%75
C	DEMİR KIVIRMA	5	%8	50	%83
D	ÇAP ÖLÇÜSÜ	4	%7	54	%90
E	KAYNAK DÜZGÜNLÜĞÜ	3	%5	57	%95
F	PLAKA SIRALAMA	2	%3	59	%98
G	PLAKA ÖLÇÜSÜ	1	%2	60	%100
	TOPLAM	60	%100	60	%100



Şekil 7-1. Problem Seçimi Pareto Analizi

- Yazı takozunun cürufıyla dolması (1 oy)



Şekil.7.2. Neden – Sonuç Diyagramı

Yapılan Neden-Sonuç Analizi neticesinde prosesteki kalite düzeyini etkileyen iki önemli ana faktör olduğu gözlenmiştir. Bu faktörlerden birincisi insan ikincisi ise malzemedir.

İnsandan kaynaklanan hatalar; basınç ayarının hatalı yapılması ve malzeme hatasından dolayı cürufıyla dolan yazı takozunun yeterli sıklıkta temizlenmeyiştir. Malzemedan kaynaklanan hata ise saç kalitesinin istenen düzeyde olmayışıdır.

Yapılan Neden – Sonuç analizinin ardından daha net bilgiler elde edilebilmesi amacıyla makine ve proses yeterlilik çalışmalarının yapılmasına karar verilmiştir. Makine ve proses yeterliliği sağlandıktan sonra oluşturulacak olan kontrol kartları ile istenilen kalite düzeyinin sürekliliği hedef alınmıştır.

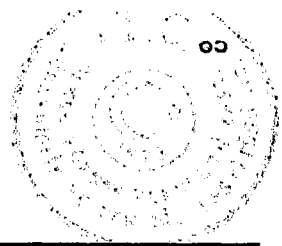
7.4. Makina Yeterlilik Analizi

Düzeltici ve önleyici faaliyetlere başlamadan önce ilk olarak; Aygaz Plaka, Gazal Plaka ve Seri No'ların basıldığı 250 ton Hidrolik Pres [PH-250] üzerinde çalışmalar yoğunlaştırıldı. Bu amaçla hidrolik pres için makina yeterlilik analizi yapılmaya karar verildi.

Ardışık olarak alınan 100 örnek incelendiğinde (makina işlem kapasitesi) Cm değerinin 2,41'e eşit olduğu görülmüştür. (Şekil 7-3). Bu da bize yayılımın istenilen toleranslar için yeterli olduğunu göstermektedir. (Makine işlem kapasite endeksi) Cmk değeri ise yaklaşık 1,34 olarak hesaplanmıştır. Bu da gösteriyor ki makine yeterliliği sağlanmış olmasına rağmen ortalamanın hedeflerden sapması yüksektir.

Sonuç olarak elde edilen dağılım normal dağılım göstermekte olup biçim olarak uygundur. Ancak konum sola kaçık ve yayılım geniştir. Müdahale edilmediği takdirde alt tolerans limitinin dışına taşmaya eğilimlidir.

Mevcut toleranslar için makine yeterliliği sağlanmıştır. Bu kez aynı makina için proses yeterlilik analizi yapılacaktır.



Tablo.7.2. Makine Yeterlilik Analizi Veri Tablosu

OKLU LTD.ŞTİ.	MAKİNA YETERLİLİK ANALİZİ	FORM NO : F5.2.1
		REVİZYON : 00
TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES		TARİH :
TEZGAH KODU : PH-250-2		
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)		RESİM DEĞERİ :
PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03		+0,10
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK : YAZI DERİNLİĞİ		0,5
KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS		-0,05

VERİ TABLOSU : (100 VERİ)

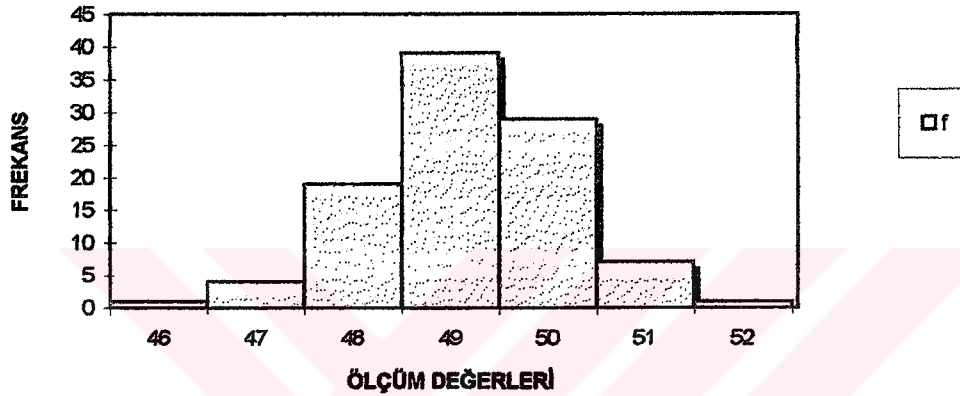
50	49	49	49	50	50	48	50	48	50
48	48	50	49	49	49	50	50	49	48
49	50	51	50	50	48	49	48	47	50
51	51	50	52	49	49	49	49	49	48
50	50	49	50	50	50	49	48	49	49
48	49	51	50	48	49	47	50	51	51
50	50	49	50	49	46	47	48	49	49
51	49	48	48	48	49	49	50	49	47
50	50	49	50	48	48	50	49	48	48
50	49	49	49	49	49	49	49	49	49

FREKANS SERİSİ

X	f	f*X	X*X	f*X*X	
46	1	46	2116	2116	ARİTMETİK ORTALAMA
47	4	188	2209	8836	Xort= 49,16
48	19	912	2304	43776	
49	39	1911	2401	93639	STANDART SAPMA
50	29	1450	2500	72500	S= 1,036533
51	7	357	2601	18207	
52	1	52	2704	2704	MOD = 49
	100	4916		241778	MEDYAN = 49

OKLU LTD.ŞTİ.	MAKİNA YETERLİLİK ANALİZİ	FORM NO : F5.2.1 REVİZYON : 00
TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES	TEZGAH KODU : PH-250-2	TARİH :
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)	PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03	RESİM DEĞERİ : +0,10 0,5 -0,05
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK : YAZI DERİNLİĞİ	KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS	

YETERLİLİK ANALİZİ HİSTOGRAMI



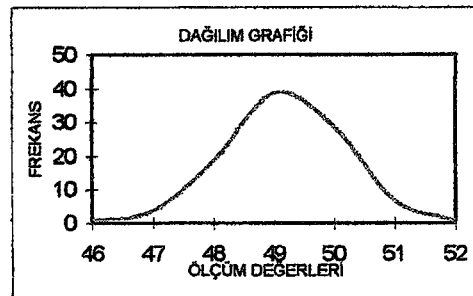
NOMİNAL DEĞER	T nom	52,5
MAKSİMUM TOLERANS	T max	60
MİNİMUM TOLERANS	T min	45
TOLERANS DAĞILIM ARALIĞI	T max - T min	15
STANDART SAPMA	S	1,036533
DOĞAL TOLERANS	T doğ = 6*S	6,219196
ORTALAMA (X)	X ort	49,16
MOD	En büyük frekansa sahip değer	49
MEDYAN	Seriye iki eşit kısma bölen değer	49

$C_m = (T_{max} - T_{min}) / (6 \cdot S)$
 $C_m = 2,411887$
 $C_{mkü} = (T_{max} - X_{ort}) / (3 \cdot S)$
 $C_{mkü} = 3,485981$
 $C_{mka} = (X_{ort} - T_{min}) / (3 \cdot S)$
 $C_{mka} = 1,337793$

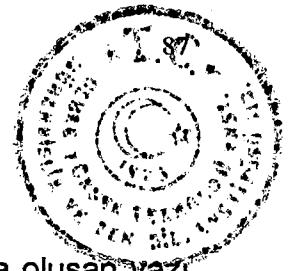
DEĞERLENDİRME:

Mod=Medyan<Xort

Sola kaçık normal dağılım eğrisi



Şekil.7.3. Makine Yeterlilik Analizi Histogramı ve Değerlendirmesi



7.5. Proses Yeterlilik Analizi

250 ton Hidrolik pres üzerinde basımı yapılan plakalarda oluşan yazı derinliği hatasının araştırılması amacıyla proses analizi yapılmaya başlanmıştır. Bu anlamda ilk olarak prosesi direkt olarak etkileyebilecek faktörler araştırılmıştır.

Yapılan araştırmalarda plaka basımlarında üç ayrı operatörün kullanıldığı öğrenilmiştir. Bu operatörlerin proses üzerinde etkilerini görebilmek amacıyla üretim takip edilerek üçünün de üretim yaptığı günlerde örnekler alınarak analiz yapılmıştır.

Yazıların basıldığı plakaların büyük bir miktarı GAZAL A.Ş. 'den temin edilmekte olan saçlardan imal edilmektedir. Edinilen bilgilere göre GAZAL A.Ş., bu saçları LPG Tüplerinin imalatında kullanmakta olup, tüp gövdeleri basıldıktan sonra kalan parçalarını yan sanayilerine plaka üretimi için satmakta yada hurda olarak değerlendirmektedir. GAZAL A.Ş. tarafından giriş kalite kontrolü yapılan bu saçlarda genellikle problem yaşanmamaktadır. Gazal Köşe Sacının bulunmadığı durumlarda ikinci alternatif olarak YASAN sacı kullanılmaktadır. Her iki sacın da proses üzerindeki etkilerini görmek amacıyla analizleri yapılmıştır.

Basım esnasında sürekli olarak kullanılan bir kalıp (yazı takozu) mevcuttur. Sadece arıza ve bakım durumlarında kullanılmak amacıyla yedek bir kalıp daha bulunmaktadır. Her iki kalıbın da prosese etkileri araştırılmıştır.

Ölçümler sürekli aynı kişi tarafından yapılmaktadır. Ancak bu kişi bulunmadığı zamanlarda ölçümü farklı kişiler yapabilmektedir. Bunun da proses üzerindeki etkisi gözlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 7.3. Proses Yeterlilik Analizi (I.Aşama) Değişkenlik Faktörleri



NO	GÜN	SAAT	Operatör	Hammadde	Ekipman	Ölçüm Yapan
1	23.04.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
2	23.04.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
3	23.04.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
4	23.04.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
5	23.04.1998	14,00	A	YASAN	1.KALIP	X
6	23.04.1998	15,00	A	YASAN	1.KALIP	X
7	23.04.1998	16,00	A	YASAN	1.KALIP	X
8	24.04.1998	8,30	A	YASAN	1.KALIP	X
9	24.04.1998	9,30	A	YASAN	1.KALIP	X
10	24.04.1998	10,30	A	YASAN	1.KALIP	X
11	24.04.1998	11,30	A	YASAN	1.KALIP	X
12	24.04.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
13	24.04.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
14	24.04.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
15	25.04.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
16	25.04.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
17	25.04.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
18	25.04.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
19	25.04.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
20	25.04.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
21	25.04.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
22	26.04.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
23	26.04.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
24	26.04.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
25	26.04.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X

Tablo 7.4. Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (I.Aşama)

OKLU LTD.ŞTİ.	PROSES YETERLİLİK ANALİZİ	FORM NO : F5.2.1
		REVİZYON : 00
TEZGAH ADI :	250 TON HİDROLİK PRES	TARİH :
TEZGAH KODU :	PH-250-2	RESİM DEĞERİ : +0,10 0,5 -0,05
PARÇA ADI :	145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)	
PARÇA KODU :	AYG-LPT-MOG-01-03	
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK :	YAZI DERİNLİĞİ	
KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI :	KUMPAS	

VERİ TABLOSU : (125 VERİ)

NO	GÜN	SAAT	X1	X2	X3	X4	X5	X ort.	R ort.
1	23,4,98	8,30	48	50	50	50	49	49,4	2
2	23,4,98	9,30	49	48	50	49	48	48,8	2
3	23,4,98	10,30	50	49	49	51	48	49,4	3
4	23,4,98	11,30	50	49	50	48	47	48,8	3
5	23,4,98	14,00	48	48	48	50	49	48,6	2
6	23,4,98	15,00	48	49	47	45	48	47,4	4
7	23,4,98	16,00	48	48	49	48	50	48,6	2
8	24,4,98	8,30	51	50	49	51	50	50,2	2
9	24,4,98	9,30	48	48	47	48	48	47,8	1
10	24,4,98	10,30	49	48	50	50	52	49,8	4
11	24,4,98	11,30	48	48	49	48	47	48	2
12	24,4,98	14,00	48	49	50	49	49	49	2
13	24,4,98	15,00	49	48	48	50	47	48,4	3
14	25,4,98	16,00	48	50	49	50	48	49	2
15	25,4,98	8,30	50	49	48	49	47	48,6	3
16	25,4,98	9,30	48	49	51	50	50	49,6	3
17	25,4,98	10,30	50	48	49	48	50	49	2
18	25,4,98	11,30	50	49	48	50	47	48,8	3
19	25,4,98	14,00	49	48	49	48	49	48,6	1
20	25,4,98	15,00	48	49	50	50	49	49,2	2
21	25,4,98	16,00	49	49	48	49	49	48,8	1
22	26,4,98	8,30	50	51	49	49	48	49,4	3
23	26,4,98	9,30	49	48	49	49	50	49	2
24	26,4,98	10,30	50	47	50	50	51	49,6	4
25	26,4,98	11,30	48	51	50	50	50	49,8	3

ORTALAMA	PROSES YETERLİLİĞİ	SONUÇ : $C_p > 1,33$
Xort = 48,944	Cp = 2,383197	Proses kabul edilebilir.Ancak sürekli kontrol altında tutulmalıdır.
ÜKL(X) = $X_{ort} + A_2 \cdot R_{ort}$ 50,351	Cpkü = 3,51315	
AKL(X) = $X_{ort} - A_2 \cdot R_{ort}$ 47,537	Cpka = 1,253244	
DAGILIM ARALIĞI	YORUM :	
R ort = 2,44	Cp>1,33 olduğundan dolayı Proses doğru olarak ayarlandığı takdirde belirtilen toleranslar için yeterliliği sağlanabilir. Şu anki durumu ile tamamen firesiz bir üretim yapmak mümkün değildir.	
ÜKL(R) = $D_4 \cdot R_{ort}$ 5,1606		
AKL(R) = $D_3 \cdot R_{ort}$ 0		
STANDART SAPMA		
Anakütle Standart Sapması		
S = R_{ort} / d_2		
S = 1,0490112		

OKLU LTD.ŞTİ. PROSES YETERLİLİK ANALİZİ

FORM NO : F5.2.1

REVİZYON : 00

TARİH :

RESİM DEĞERİ :

+0,10

0,5

-0,1

TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES

TEZGAH KODU : PH-250-2

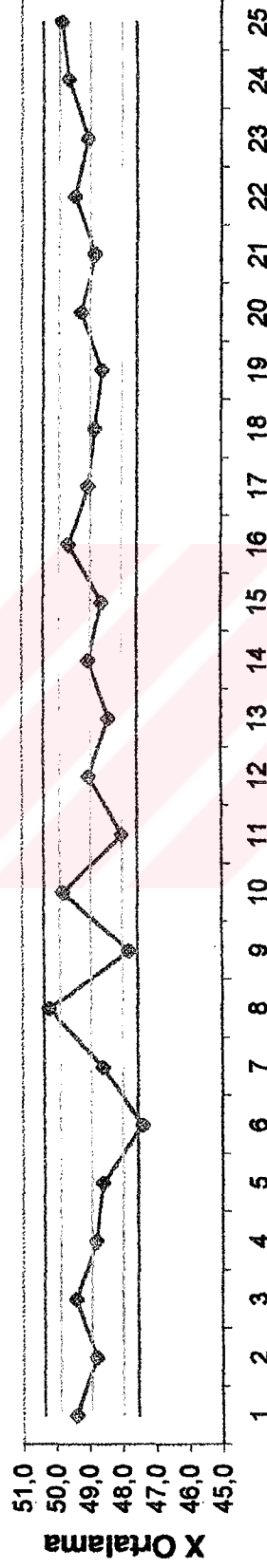
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)

PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03

KONTROL EDİLEN ÖZELLİK : YAZI DERİNLİĞİ

KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS

Proses Yeterlilik Analizi (X ort Grafiği)



X	49,4	48,8	49,4	48,8	48,6	47,4	48,6	50,2	47,8	49,8	48,0	49,0	48,4	49,0	48,6	49,6	49,0	48,8	49,2	48,8	49,4	49,0	49,6	49,8
Xort	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9
ÜUL(X)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
AUL(X)	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
ÜKL(X)	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4
AKL(X)	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5	47,5

Şekil.7.4. Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (1. Aşama)

OKLU LTD.ŞTİ.	PROSES YETERLİLİK ANALİZİ
------------------	------------------------------

FORM NO : F5.2.1

REVIZYON: 00

TARİH:

RESİM DEĞERİ :

+0,10

-0,1

TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES

TEZGAH KODU: PH-250-2

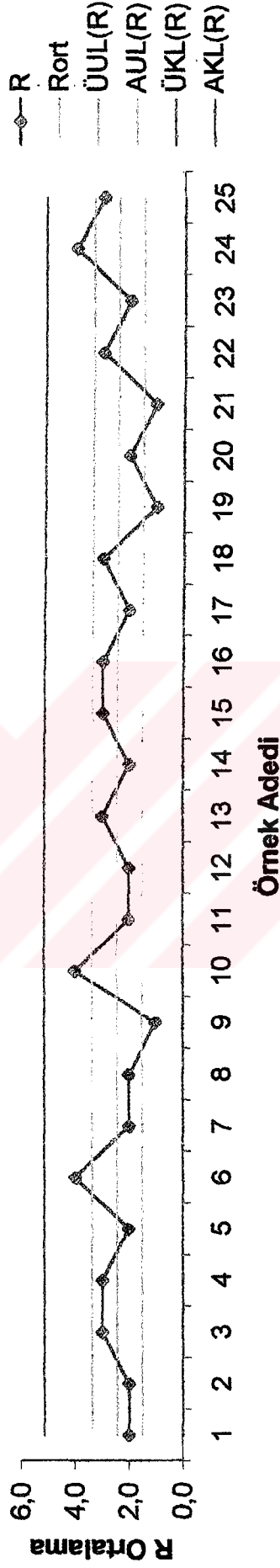
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI))

PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03

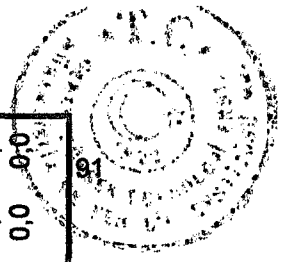
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK :

KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS

Proses Yeterlilik Analizi (R ort Grafiği)

[illegible]

Şekil.7.5. Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (1. Aşama)





7.5.1. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (I.Aşama)

Yapılan proses yeterlilik analizi çalışmasında görüldüğü gibi $C_p > 1.33$ ve $C_{pk} < 1.33$ değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerden yola çıkacak olursak prosesin kabul edilebilir olduğunu, fakat sürekli kontrol altında tutulması gerektiğini söyleyebiliriz.

Dolayısıyla; tamamen firesiz bir üretim yapılması mümkün değildir. Fakat proses doğru ayarlandığı takdirde belirtilen toleranslar için firesiz üretim yapmaya uygundur.

Şekil 7.4 ve şekil 7.5’de de görüldüğü gibi C_p değeri 1.33 değerinden büyük olduğu halde bazı noktalar kontrol limitleri dışına taşmaktadır. Bu da bize prosesde kaliteyi etkileyen özel nedenler olduğunu göstermektedir.

X ort ve R ort grafiklerinden çıkarabileceğimiz sonuçları şöyle sıralayabiliriz;

1. Bir ile beşinci noktalar arasında prosesi etkileyen herhangi bir faktöre rastlanmamıştır.
2. Beşinci nokta ile onbirinci noktalar arasında belirli bir modele uygun olarak değişim ve büyük sıçramalar gözlenmektedir. Ayrıca altıncı nokta kontrol limitleri dışına taşmıştır. Bu durumun olası nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;
 - a. Malzeme kalitesinde büyük değişiklikler,
 - b. Ürün ölçme yöntemindeki büyük farklılıklar,

Tablo 7.1. incelendiğinde beşinci noktadan itibaren GAZAL köşe sacı yerine YASAN sacının kullanıldığı belirlenmiştir. Onbirinci noktadan sonra tekrar GAZAL köşe sacına dönmüştür. Ayrıca tablodan ürün ölçme yönteminde herhangi bir değişiklik yapılmadığı kolayca görülmektedir.

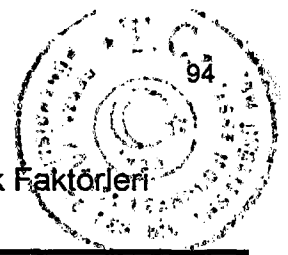
3. Onbirinci ve ondokuzuncu noktalar arasında prosesi etkileyen özel nedenler görülmemektedir.

Tablo 7.1.'de bu noktalara bakıldığı zaman tıpkı bir ile beşinci noktalar arasında olduğu gibi aynı operatör, aynı malzeme, aynı ölçüm yöntemi ve ekipmanların kullanıldığı görülmektedir.

4. Ondokuzuncu nokta ile yirmibeşinci noktalar arasında ise sürekli bir artış eğilimi gözlenmektedir. Olası nedenler ;
- a. Alet aşınması,
 - b. Yavaş bir şekilde ekipman aşınması,
 - c. Bağlama elemanlarında kir, talaş birikmesi,
 - d. Operatörün yorgunluğu

Tablo 7.1.' e bakıldığında ondokuzuncu nokta ile yirmibeşinci noktalar arasına düşen üretim tarihinin Cumartesi gününe denk geldiği anlaşılmıştır. Büyük olasılıkla haftanın son gününe denk gelen bu günde operatörün yorgunluğu prosese yansımaya başlamıştır ve proses üst kontrol limitine doğru yaklaşmaya başlamıştır.

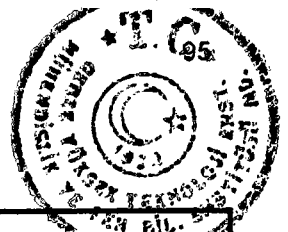
Proses yeterliliğinin sağlanabilmesi ve prosesi etkileyebilecek özel nedenleri belirleyebilmek amacıyla ikinci proses yeterlilik çalışmasının yapılmasına karar verilmiştir.



Tablo 7.5.Proses Yeterlilik Analizi (II.Aşama) Değişkenlik Faktörleri

NO	GÜN	SAAT	Operatör	Hammadde	Ekipman	Ölçüm Yapan
1	04.05.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
2	04.05.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
3	04.05.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
4	04.05.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
5	04.05.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
6	04.05.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
7	04.05.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	Y
8	05.05.1998	8,30	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
9	05.05.1998	9,30	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
10	05.05.1998	10,30	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
11	05.05.1998	11,30	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
12	05.05.1998	14,00	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
13	05.05.1998	15,00	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
14	05.05.1998	16,00	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
15	05.05.1998	8,30	B	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
16	06.05.1998	9,30	C	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
17	06.05.1998	10,30	C	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
18	06.05.1998	11,30	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
19	06.05.1998	14,00	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
20	06.05.1998	15,00	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
21	06.05.1998	16,00	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
22	07.05.1998	8,30	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
23	07.05.1998	9,30	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
24	07.05.1998	10,30	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X
25	07.05.1998	11,30	C	GAZAL K.S.	2.KALIP	X

Tablo 7.6. Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (II.Aşama)



OKLU LTD.ŞTİ.	PROSES YETERLİLİK ANALİZİ	FORM NO : F5.2.1
TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES		REVİZYON : 00
TEZGAH KODU : PH-250-2		TARİH :
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)		RESİM DEĞERİ :
PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03		+0,10
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK : YAZI DERİNLİĞİ		0,5
KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS		-0,05

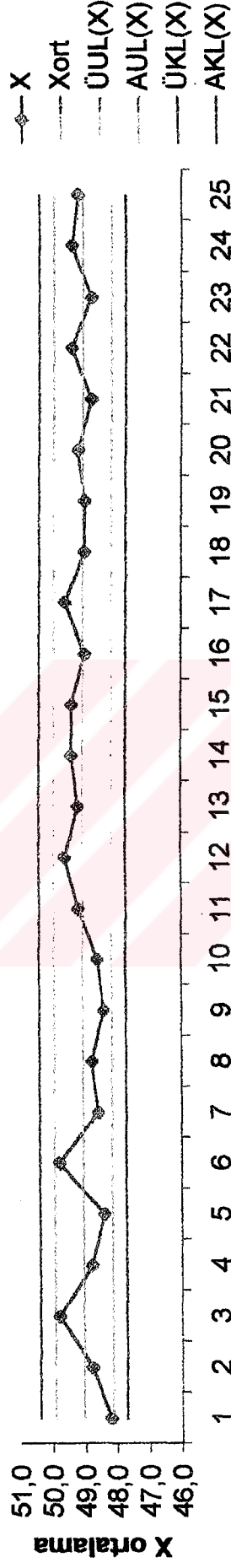
VERİ TABLOSU : (125 VERİ)

NO	GÜN	SAAT	X1	X2	X3	X4	X5	X	R
1	23,4,98	8,30	48	50	47	48	48	48,2	3
2	23,4,98	9,30	48	48	49	50	49	48,8	2
3	23,4,98	10,30	50	50	49	50	50	49,8	1
4	23,4,98	11,30	48	50	49	50	47	48,8	3
5	23,4,98	14,00	48	49	48	49	48	48,4	1
6	23,4,98	15,00	50	50	49	50	50	49,8	1
7	23,4,98	16,00	50	49	48	48	48	48,6	2
8	24,4,98	8,30	49	49	49	48	49	48,8	1
9	24,4,98	9,30	49	48	49	49	47	48,4	2
10	24,4,98	10,30	47	49	48	49	50	48,6	3
11	24,4,98	11,30	49	50	48	50	49	49,2	2
12	24,4,98	14,00	50	50	51	47	50	49,6	4
13	24,4,98	15,00	50	47	50	50	49	49,2	3
14	25,4,98	16,00	51	49	49	50	48	49,4	3
15	25,4,98	8,30	50	48	50	49	50	49,4	2
16	25,4,98	9,30	49	48	49	49	50	49	2
17	25,4,98	10,30	50	50	49	48	51	49,6	3
18	25,4,98	11,30	48	49	49	50	49	49	2
19	25,4,98	14,00	48	49	50	49	49	49	2
20	25,4,98	15,00	47	50	50	50	49	49,2	3
21	25,4,98	16,00	49	49	48	48	50	48,8	2
22	26,4,98	8,30	48	51	49	50	49	49,4	3
23	26,4,98	9,30	47	48	50	48	51	48,8	4
24	26,4,98	10,30	50	48	50	49	50	49,4	2
25	26,4,98	11,30	50	50	49	48	49	49,2	2

ORTALAMA	PROSES YETERLİLİĞİ	SONUÇ : Cp > 1,33
Xort = 49,056	Cp = 2,506466	Cpk > 1,33
ÜKL(X) = Xort + A2 * Rort 50,394	Cpkü = 3,657434	Proses Yeterliliği sağlanmıştır.
AKL(X) = Xort - A2 * Rort 47,718	Cpka = 1,355497	
DAGILIM ARALIĞI	YORUM :	
R ort = 2,32	Proses yeterliliği sağlanmıştır, ancak Cpka değeri 1,33 sınır değerine	
ÜKL(R) = D4 * R ort 4,9068	çok yakındır. Bu nedenle sonucun iyileştirilmesi ve uzun vadede kalıcı	
AKL(R) = D3 * R ort 0	çözüme ulaşılması için proses analizlerine devam edilmelidir. Bu	
STANDART SAPMA		
Anakütle Standart Sapması	esnada makine ayarları sık sık kontrol edilmelidir.	
S = Rort / d2		
S = 0,9974205		

OKLU LTD.ŞTİ.		PROSES YETERLİLİK ANALİZİ		FORM NO : F5.2.1
TEZGAH ADI :	250 TON HİDROLİK PRES	TARİH :		REVİZYON : 00
TEZGAH KODU :	PH-250-2			
PARÇA ADI :	145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)			
PARÇA KODU :	AYG-LPT-MOG-01-03	RESİM DEĞERİ :	+0,10	
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK :	YAZI DERİNLİĞİ		0,5	
KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI :	KUMPAS		-0,1	

Proses Yeterlilik Analizi (X ort Grafiği)



X	48,2	48,8	49,8	48,8	48,4	49,8	48,6	48,8	48,4	48,6	49,2	49,6	49,2	49,6	49,2	49,4	49,0	49,6	49,0	49,0	49,2	48,8	49,4	48,8	49,4	49,2
Xort	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1	49,1
ÜUL(X)	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9	49,9
AUL(X)	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2	48,2
ÜKL(X)	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4
AKL(X)	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7	47,7

Şekil 7.6. Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (II. Aşama)

OKLU LTD.ŞTİ.	PROSES YETERLİLİK ANALİZİ
------------------	------------------------------

FORM NO : F5.2.1

REVIZYON: 00

TARİH:

RESİM DEĞERİ :

+0,10

-0,1

TEZGAH ADI : 250 TON HİDROLİK PRES

TEZGAH KODU: PH-250-2

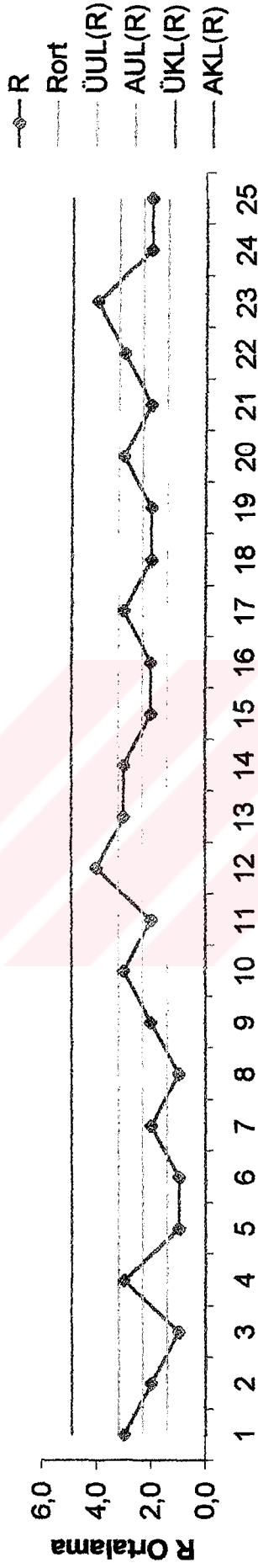
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI))

PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03

KONTROL EDİLEN ÖZELLİK :

KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS

Proses Yeterlilik Analizi (Rort Grafiği)



Şekil 7.7. Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (II. Aşama)



7.5.2. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (II.Aşama)

Yapılan ikinci proses analizi sonucunda C_p ve C_{pk} indeksleri 1.33 değerinden yüksek çıkmıştır. Fakat C_{pk} değeri hala sınır değere çok yakındır. Dolayısıyla proses iyileştirme çalışmalarına devam edilmelidir;

$\bar{X}$ ort ve R ort grafiklerini incelediğimizde ;

1. Birinci nokta ile yedinci noktalar arasında iki evren oluşturacak şekilde sıçramalar olduğu görülmektedir.

Tablo 7.5. incelendiğinde daha önce yapılan proses yeterlilik analizinden farklı olarak sadece ölçüm yapan kişinin değişmiş olduğunu görmekteyiz. Bu sıçramaların en belirgin sebebinin ölçüm yapan kişiden dolayı ölçüm yönteminde meydana gelebilecek farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

R_{ort} grafiğine bakıldığında da ilk yedi noktadan üç tanesinin alt uyarı limitinin altına düştüğü görülmektedir. Bu grafikte bize ölçümde farklılıklar olabileceğini teyit eder niteliktedir.

2. Yedi ile onaltıncı noktalar arasında sıçramalı bir şekil üst limite doğru kayma söz konusudur. Bu durumun olası sebeplerini şöyle açıklayabiliriz;
 - a. Makine ayarında değişme,
 - b. Farklı operatör,
 - c. Farklı malzeme, yöntem, süreç,
 - d. Bir makine parçasındaki küçük bir arıza,
 - e. Ölçme ekipmanı, tekniği ve ayarı,
 - f. Aşırı kontrol,

- g. Yeni master,
- h. Bağlama elemanı değişikliği,
- i. Değiştirilmiş parça,

Tablo 7.5.' den edinilen bilgilerde operatörün değişmiş olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca bu zaman dilimi içerisinde bağlantı elemanlarından kaynaklanan küçük bir arızanın olduğu operatörden öğrenilmiştir. Dolayısıyla proseste olumsuzluğa yol açan bu olayın, operatör değişikliği ve bağlantı elemanlarından kaynaklanan küçük bir arızadan dolayı meydana geldiği düşünülmektedir.

Ayrıca R_{ort} grafiğine bakılacak olursa, sekiz ile onaltıncı noktalar arasında orta çizgi üzerinde yer alan sıçramalı kayma, farklı operatörün deneyimsiz bir operatör olduğunu göstermektedir.

3. Onaltı ve yirmibeşinci noktalar arasında ise, R_{ort} grafiğine bakılacak olursa sıçramalı olarak kayma sözkonusudur. Tablo 7.5.' de bu noktalar arasında operatör ve kalıp değişikliğinin yapıldığı anlaşılmaktadır.

Tablo 7.7.Proses Yeterlilik Analizi (III.Aşama) Değişkenlik Faktörleri

NO	GÜN	SAAT	Operatör	Hammadde	Ekipman	Ölçüm Yapan
1	04.05.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
2	04.05.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
3	04.05.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
4	04.05.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
5	04.05.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
6	04.05.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
7	04.05.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
8	05.05.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
9	05.05.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
10	05.05.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
11	05.05.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
12	05.05.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
13	05.05.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
14	05.05.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
15	05.05.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
16	06.05.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
17	06.05.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
18	06.05.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
19	06.05.1998	14,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
20	06.05.1998	15,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
21	06.05.1998	16,00	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
22	07.05.1998	8,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
23	07.05.1998	9,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
24	07.05.1998	10,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X
25	07.05.1998	11,30	A	GAZAL K.S.	1.KALIP	X

Tablo 7.8. Proses Yeterlilik Analizi Çalışması (III Aşama)

OKLU LTD.ŞTİ.	PROSES YETERLİLİK ANALİZİ	FORM NO : F5.2.1
		REVİZYON : 00
TEZGAH ADI : 250 TON HIDROLİK PRES		TARİH :
TEZGAH KODU : PH-250-2		
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI)		RESİM DEĞERİ :
PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03		+0,10
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK : YAZI DERİNLİĞİ		0,5
KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS		-0,05

VERİ TABLOSU : (125 VERİ)

NO	GÜN	SAAT	X1	X2	X3	X4	X5	X	R
1	23,4,98	8,30	50	50	49	50	50	49,8	1
2	23,4,98	9,30	50	50	49	50	50	49,8	1
3	23,4,98	10,30	50	50	49	51	50	50	2
4	23,4,98	11,30	50	50	50	50	49	49,8	1
5	23,4,98	14,00	50	50	49	50	50	49,8	1
6	23,4,98	15,00	50	49	50	49	50	49,6	1
7	23,4,98	16,00	50	48	50	49	50	49,4	2
8	24,4,98	8,30	50	50	49	51	50	50	2
9	24,4,98	9,30	50	49	50	50	49	49,6	1
10	24,4,98	10,30	49	50	49	50	50	49,6	1
11	24,4,98	11,30	48	50	50	50	50	49,6	2
12	24,4,98	14,00	48	50	50	50	50	49,6	2
13	24,4,98	15,00	49	49	50	49	50	49,4	1
14	25,4,98	16,00	50	49	49	50	50	49,6	1
15	25,4,98	8,30	48	50	49	49	50	49,2	2
16	25,4,98	9,30	49	51	50	49	50	49,8	2
17	25,4,98	10,30	50	50	49	50	51	50	2
18	25,4,98	11,30	50	49	49	50	49	49,4	1
19	25,4,98	14,00	50	50	49	49	50	49,6	1
20	25,4,98	15,00	50	50	48	50	50	49,6	2
21	25,4,98	16,00	50	50	49	48	50	49,4	2
22	26,4,98	8,30	49	50	49	50	49	49,4	1
23	26,4,98	9,30	48	49	49	49	50	49	2
24	26,4,98	10,30	50	50	49	48	50	49,4	2
25	26,4,98	11,30	50	49	49	49	49	49,2	1

ORTALAMA	PROSES YETERLİLİĞİ	SONUÇ : $C_p > 1,33$ $C_{pk} > 1,33$ Cpk İstenen düzeye ulaşmıştır.
Xort = 49,584	Cp = 3,929054	
ÜKL(X) = $X_{ort} + A_2 * R_{ort}$ 50,438	Cpkü = 5,45667	
AKL(X) = $X_{ort} - A_2 * R_{ort}$ 48,73	Cpka = 2,401438	
DAGILIM ARALIĞI	YORUM :	
R ort = 1,48	Proses Yeterliliği istenen düzeye ulaşmıştır. Bu aşamadan sonra ulaşılan seviyenin korunması için personelin eğitimine gereken önem verilmeli ve kontrol kartları oluşturularak sürekli kontrol ve zamanında müdahale yapılabilmesi için operatörlere gerekli yetki ve sorumluluk verilmelidir.	
ÜKL(R) = $D_4 * R_{ort}$ 3,1302		
AKL(R) = $D_3 * R_{ort}$ 0		
STANDART SAPMA		
Anakütle Standart Sapması		
S = R_{ort} / d_2		
S = 0,6362855		

PROSES YETERLİLİK ANALİZİ

REVIZYON: 00

RESİM DEĞERİ:

50

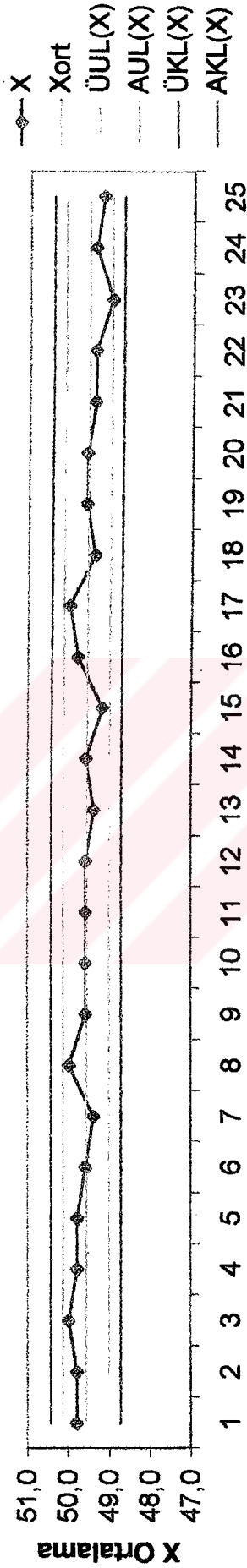
-0,1

TEZGAH KODU: PH-250-2

PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03

KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAS

Proses Yeterlilik Analizi (X ort Grafiği)

[illegible]

Şekil.7.8. Proses Yeterlilik Analizi X Ortalama Grafiği (III Aşama)

PROSES YETERLİLİK ANALİZİ

FORM NO : F5.2.1

REVIZYON: 00

TARİH:

RESİM DEĞERİ :

+0,10

-0,1

TEZGAH ADI : 250 TON HIDROLİK PRES

TEZGAH KODU: PH-250-2

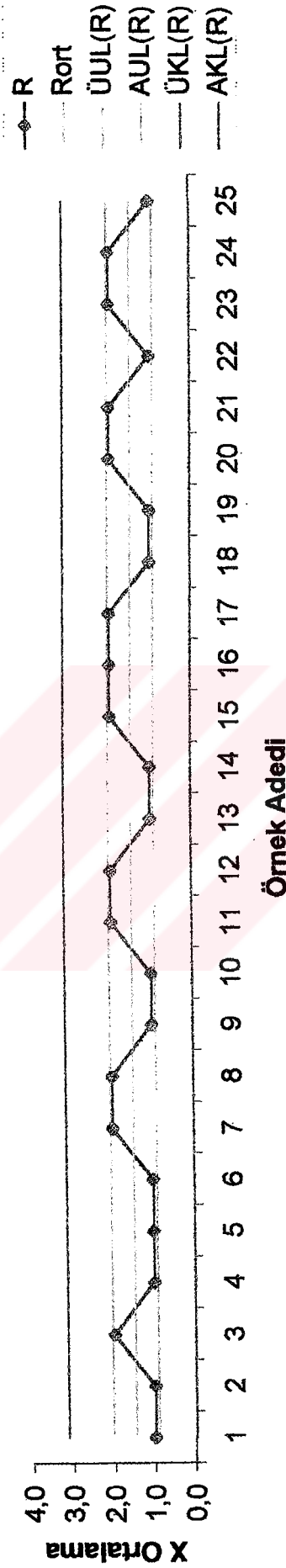
PARÇA ADI : 145 ÜST SAP-AYG-LPT-MOG(GAZAL PLAKASI))

PARÇA KODU : AYG-LPT-MOG-01-03

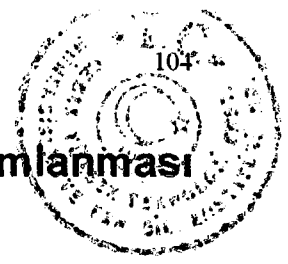
KONTROL EDİLEN ÖZELLİK:

KULLANILAN ÖLÇÜM EKİPMANI ADI : KUMPAŞ

Proses Yeterlilik Analizi (R ort Grafiği)

[illegible]

Şekil.7.9. Proses Yeterlilik Analizi R Ortalama Grafiği (III Aşama)

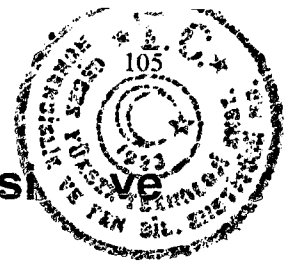


7.5.3. Proses Yeterlilik Analizinin Yorumlanması (III. Aşama)

Yapılan ilk iki proses analizi sonucunda karşılaşılan aksaklıklar ve prosesi etkileyen özel nedenler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalardan yola çıkmak suretiyle ideal koşullar sağlanarak üçüncü bir proses analizi yapılmıştır.

Üçüncü proses yeterlilik analizinde hedeflenen değerlere ulaşılmıştır. Şekil 7.8.'de X_{ort} grafiği incelenecek olursa bütün değerlerin ortadeğer etrafında homojen ve rassal olarak dağıldığı görülebilir. Aynı durum Şekil 7.9.'da yer alan R_{ort} grafiğinden de rahatca görülebilmektedir.

Bu aşamadan sonra ulaşılan seviyenin korunması için personel eğitimine gereken önem verilmeli ve kontrol kartları oluşturularak sürekli kontrolün ve zamanında müdahalenin yapılabilmesi için operatörlere gerekli yetki ve sorumluluk verilmelidir.



7.6. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Öneriler

Daha öncede belirtildiği gibi kontrol altındaki süreçlerde kontrol sınırlarının dışında hiçbir nokta yoktur ; orta çizginin altındaki ve üstündeki nokta sayısı (tam olmasa da) birbirine eşittir. İşaretlenen noktalar orta çizginin altında ve üstünde rassal olarak yer alır. Orta çizginin herhangi bir tarafında ardarda beş veya daha fazla nokta bulunmaz. Kontrol sınırlarına doğru ardarda altı yada daha çok nokta yer almaz.

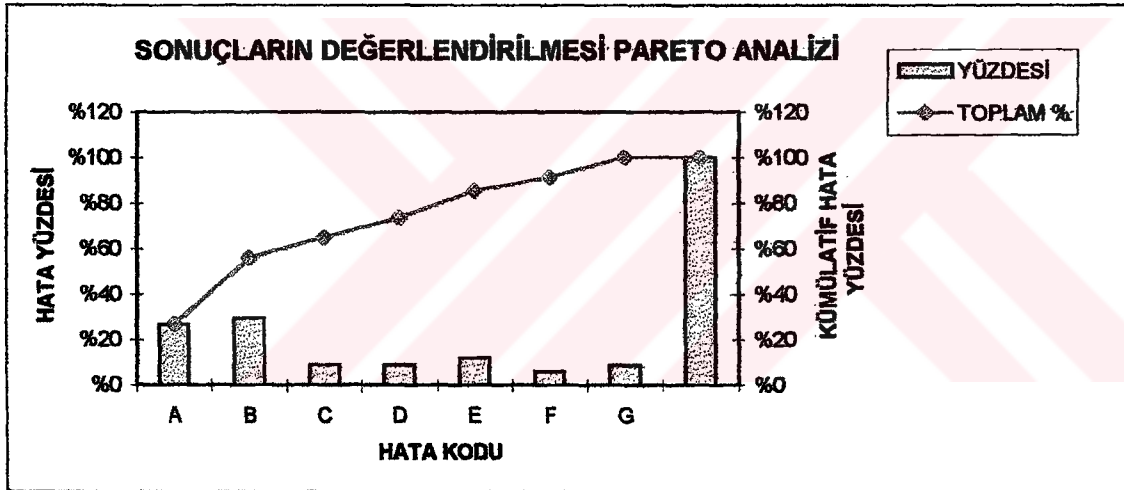
Eğer süreç yukarıdaki koşulları karşılamıyorsa kontrol altında değildir. Kontrol altında olmayan bir süreç incelenirken aşağıdaki sorular sorulmalıdır:

- a. Kullanılan cihazların ölçme doğruluğunda farklılıklar var mı?
- b. Farklı operatörlerin kullandığı yöntemlerde farklılıklar var mı?
- c. Süreç çevresel koşullardan etkileniyor mu ?
- d. Çevrede önemli bir değişiklik yapılmış mı ?
- e. Süreç alet aşınmasından etkileniyor mu ?
- f. Özel değişimin olduğu sırada eğitimsiz bir işçi mi vardı ?
- g. Hammadde kaynağında değişiklik mi oldu ?
- h. Süreç operatörün yorgunluğundan mı etkilendi ?
- ı. Bakım prosedürlerinde bir değişiklik mi oldu ?
- j. Örnekler farklı makinalar, vardiyalar yada operatörlerden mi alındı ?
- k. Operatörler kötü haberleri rapor etmekten mi korkuyor ?

250 Tonluk Hidrolik Pres oluşturmuş olduğumuz X ve R Kontrol kartları ile istatistiksel olarak kontrol altına alınmış ve değişiklikler kartlar vasıtasıyla

Tablo 7.9. Sonuçların Değerlendirilmesi Pareto Analizi Veri Tablosu

HATA KODU	HATA TANIMI	HATA ADEDİ	HATA YÜZDESİ	KÜMÜLATİF TOPLAM	KÜMÜLATİF TOPLAM %
A	YAZI DERİNLİĞİ	9	%26	9	%26
B	DEMİR KESME	10	%29	19	%56
C	DEMİR KIVIRMA	3	%9	22	%65
D	ÇAP ÖLÇÜSÜ	3	%9	25	%74
E	KAYNAK DÜZGÜNLÜĞÜ	4	%12	29	%85
F	PLAKA SIRALAMA	2	%6	31	%91
G	PLAKA ÖLÇÜSÜ	3	%9	34	%100
	TOPLAM	34	%100	34	%100



Şekil 7-10. Sonuçların Değerlendirilmesi Pareto Analizi

takip edilebilir duruma gelmiştir. Bu aşamadan sonra almış olduğumuz neticeleri görebilmek amacıyla yeniden Pareto Analizi yapılmıştır.

Başlangıç Pareto Analizi'nde %63 olan yazı derinliği hatası %26'ya düşürülerek %37'lik başarı sağlanmıştır. Sonuçların değerlendirilmesine ilişkin veriler Tablo 7.8'de ve Pareto Grafiği Şekil 7.10'da görülmektedir.

OKLU Ltd.Şti.'nde yapılan altı aylık çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçların geliştirilmesi ve devam ettirilebilmesi amacı ile firmaya birtakım önerilerde bulunulmuştur;

1.Plaka basımında kullanılan saçların kalitesi uygunsuzluğa yol açmaktadır. Bu sebeple firmanın sadece Gazal Köşe Sacını kullanması ve bununla ilgili asgari stok seviyesini belirlemesi gerekir.

2.Firma bu saçları Gazal dışından tedarik etme yoluna gidecekse giriş kalite kontrolünün çok iyi yapılması gerekir.

3.Firma yazı basımı işini üç farklı operatörle yürütmektedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki operatörler arasında çok fazla bilgi ve deneyim farkı vardır. Bu farkı kapatmak amacıyla planlı eğitim programları düzenlenmelidir.

4.Operatörlerin tek bir işte uzmanlaşması yerine bütün işlerde verimli hale getirilebilmesi amacıyla iş rotasyonu yapılmalıdır. Böylece firma operatör değişikliklerinden fazla etkilenmeyecektir.

5.Sürekli aynı operatörün kullanılması da firma açısından sakıncalıdır. Çalışmalar göstermiştir ki aynı işi yapan operatör belli bir süre sonra yorgun düşmekte ve dikkati dağılmaktadır.

6.Ölçüm yapan kalite kontrol elemanlarının da eğitilmesi gerekmektedir.

7.Operatör imalata başlamadan önce ve belirli aralıklarla makinanın ayarını ve bağlantı elemanlarının temizliğini kontrol etmelidir.

8.Firma haftalık, aylık ve yıllık planlı bakım programları oluşturmaktadır.

9. İstatistiksel proses kontrol çalışması diğer tezgahlar için de yapılmak suretiyle üretimin istatistiksel olarak kontrol altına alınması sağlanmalıdır.

10. İmalatı durdurma yetkisi proses kontrol elemanına verilmelidir. Dolayısıyla proses kontrol elemanının eğitilmesi şarttır.

11. Firma çalışmalarına devam edip her ay sonunda sonuçları değerlendirmek için toplanmalıdır.



KAYNAKÇA

Aguayo, R. (1994). **Japon Mucizesinin Mimarı.** İstanbul: Form Yayınları. Nq:31.

Akın, B. (1996). **İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri.** İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.

Akün, F. (1967). **İstatistik ve Kalite Kontrolü.** İstanbul: İskender Matbaası. İTÜ.

Bağrıaçık, A. (1995). **Belgelerle Uygulamalı ISO 9000 Nedir? Nasıl Kurulur?** İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.

Banks, J. (1989). **Principles of Quality Control,** John Wiley and Sons.

Boran, S. (1994). **Kalite Yönetimi.** Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.

Caulcutt, R. (1991). **Statistics in Research and Development.** Second Edition. Chapman and Hall.

Çömlekçi, N. (1985). **İstatistik.** Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.

Çömlekçi, N. (1989). **Temel İstatistik İlke ve Teknikleri.** Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.

Dobler, D.W. and Burt D.N. (1996). **Purchasing and Supply Management– Text and Cases.** McGrawHill International Editions. Sixth Edition.

Efil, İ. (1995). **Toplam Kalite Yönetimi ve Toplam Kaliteye Ulaşmada Önemli Bir Araç ISO 9000 Kalite Güvencesi Sistemi.** Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi. Yayın No:111.

Erkut, H. (1992). **Yönetimde Simulasyon Yaklaşımı.** İstanbul: Yönetim Bilimleri Dizisi.

Ersen, H. (1997). **Toplam Kalite ve İnsan Kaynakları Yönetimi İlişkisi.** 2.Baskı.

Everett, E.A. and Ebert, JR.R. (1992). **Production and Operations Management Concepts, Models and Behaviour,** Prentice Hall.

Feigenbaum, A.V. (1991). **Total Quality Control.** McGrawHill International Editions. Industrial Engineering Series. Third Edition.

Gözlü, S. (1990). **Endüstriyel Kalite Kontrolü.** Gümüşsuyu: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

Günel, A. (1994). **Kalite Kontrol Ders Notları.** Kocaeli Üniversitesi.

Ishikawa, K. (1995). **Toplam Kalite Kontrol.** İstanbul: KalDer Yayınları.No:7.

Juran, and Grayna. (1988). **M. F. Juran's Quality Control Handbok.** 4th Ed., New -York: Mc Graw-Hill.

Kavrakoğlu, İ. (1992). **Toplam Kalite Yönetimi.** İstanbul: KalDer Yayınları. No: 1.

Kobu, B. (1994). **Üretim Yönetimi.** İstanbul: İşletme İktisadi Yayın No: 153. İ.Ü. Yayın No: 260.

Monks, J.G. (1987). **Operations Management, Theory and Problems.** McGrawHill. Third Edition.

Montgomery, D. C. (1991). **Introduction to Statistical Quality Control.** John Wiley and Sons. Second Edition.



Özgül, F. (Haziran 1996). **Sizin Prosesiniz Ne Kadar Kontrol Altında?** Makina Magazin Dergisi.

Peşkircioğlu, N. (1997). **Kalite Yönetiminde ISO 9000 Uygulamaları.**

Ankara: MPM Yayınları. No:620.

Sağdıç, E. (1995): **İstatistiksel Proses Kontrol Semineri.** Çayırova: KOGEM.

Şencan, H. (1995). **Rapor Yazımı.** İstanbul: İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayın No:264.

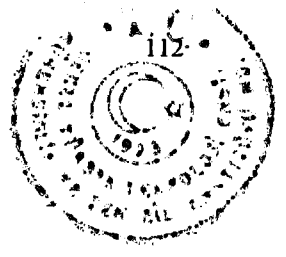
TSE (1994). **İPK Eğitim Notları.**

Uğur, N. ve Çaltuğ, H. (1994). **İstatistiksel Proses Kontrolü.** Ankara: KOSGEB.

Weiss, H.J. and Gershon, M.E. (1989). **Production and Operations Management.** Allyn and Bacon.

Yenersoy, G. (Ekim 1997). **Toplam Kalite Yönetiminin Temel Kavramları ve ISO 9000-2.** Optimum.

Zenz, G.J. (1994). **Purchasing and the Management of Materials.** John Wiley and Sons Inc. Seventh Edition.



ÖZGEÇMİŞ

1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Genel İşletme Yüksek Lisans Programında master'a başladı. Ekim, 1996'dan itibaren Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O. İzmit Şubesi'nde Kambiyo Uzman Yrd. olarak görev yapmaktadır.





EK

Kontrol Diyagramı Katsayıları

($2 \leq n \leq 5$ için)

Örnek hacmi (n)	X diyagramı								R diyagramı				
	AKL ve ÜKL			OÇ için katsayılar	AKL ve ÜKL				OÇ için katsayılar	AKL ve ÜKL			
	için katsayılar				için katsayılar					için katsayılar			
	A	A1	A2	C2	B1	B2	B3	B4	d2	D1	D2	D3	D4
2	2,121	3,760	1,880	0,5642	0	1,843	0	3,267	1,128	0	3,686	0	3,267
3	1,732	2,394	1,023	0,7236	0	1,858	0	2,568	1,693	0	4,358	0	2,575
4	1,500	1,880	0,729	0,7979	0	1,808	0	2,266	2,059	0	4,698	0	2,282
5	1,342	1,596	0,577	0,8407	0	1,756	0	2,089	2,326	0	4,918	0	2,115
6	1,225	1,410	0,483	0,8686	0,026	1,711	0,030	1,970	2,534	0	5,078	0	2,004
7	1,134	1,277	0,419	0,8882	0,105	1,672	0,118	1,882	2,704	0,205	5,203	0,076	1,924
8	1,061	1,175	0,373	0,9027	0,167	1,638	0,185	1,815	2,847	0,387	5,307	0,136	1,864
9	1,000	1,094	0,337	0,9139	0,219	1,609	0,239	1,761	2,970	0,546	5,394	0,184	1,816
10	0,949	1,028	0,308	0,9227	0,262	1,584	0,284	1,716	3,078	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,973	0,285	0,9300	0,299	1,561	0,321	1,679	3,173	0,812	5,534	0,256	1,744
12	0,866	0,925	0,266	0,9359	0,331	1,541	0,354	1,646	3,258	0,924	5,592	0,284	1,716
13	0,832	0,884	0,249	0,9410	0,359	1,523	0,382	1,618	3,336	1,026	5,646	0,308	1,692
14	0,802	0,848	0,235	0,9453	0,384	1,507	0,406	1,594	3,407	1,121	5,693	0,329	1,671
15	0,775	0,816	0,223	0,9490	0,406	1,492	0,428	1,572	3,472	1,207	5,737	0,348	1,652