

**TALAŞLI ÜRETİMDE SPC  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Nurhak SEVER**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç Dr. Abdurrahman KARABULUT**

**MAKİNE EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**MAYIS 2007**



Bu tez çalışması 06.TEF.02 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YEKSEK LİSANS TEZİ**

**TALAŞLI ÜRETİMDE SPC  
UYGULAMASI**

**NURHAK SEVER**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç Dr. Abdurrahman KARABULUT**

**MAKİNE EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**MAYIS 2007  
ONAY SAYFASI**



Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman KARABULUT danışmanlığında,  
Nurhak SEVER tarafından hazırlanan,  
Talaşlı Üretimde Spc Uygulaması  
başlıklı bu çalışma lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri  
uyarınca  
...../...../.....  
tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
Makine Eğitimi Ana Bilim Dalında  
Yüksek Lisan tezi olarak oybirliği/oy çokluğu kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı, Soyadı	İmza
Başkan Doç. Dr. Kubilay ASLANTAŞ	
Üye Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman KARABULUT	
Üye Yrd. Doç. Dr. Seydi Vakkas ÜSTÜN	

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Emine SOYTÜRK

## ÖZET

**Yüksek Lisans**

**Talaşlı Üretimde SPC Uygulaması**

**Nurhak SEVER**

**Afyonkarahisar Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makine Eğitimi**

**Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman KARABULUT**

Kalite, hem hizmet hem de üretim işletmelerinde rekabet avantajı sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Bugünün müşteri pazarları daha kaliteli ürüne talebin arttığını göstermektedir. Bir ürünün veya hizmetin kalitesini özel ihtiyaçları görme veya tahmin etme yeteneğine ve müşterilerin beklentilerini ve ihtiyaçlarını görme yeteneğine bağlıdır.

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) ürün ve süreç kalitesinin sürekli gelişimi için önemli ve güncel bir tekniktir. Kontrol kartları kontrol dışı durumların kontrol edilmesi ve böylece proseslerdeki değişkenliği azaltmak veya yok etmek için İPK’da kullanılan önemli ve kullanışlı bir tekniktir. Talaşlı imalatta istatistiksel proses kontrol uygulaması, başlıklı bu tez çalışmasında, prosesteki değişkenliğin sebeplerini araştırarak, bunları analiz etmek suretiyle prosesin kontrol altına alınmasını sağlayan İstatistiksel Proses Kontrol teknikleri anlatılmıştır. Uygulamadaki verilerin değerlendirilmesinde Excel’de hazırlanan program kullanılmıştır. Bu çalışmada, kalitenin artırılmasını hedefleyen Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret AŞ Mil İşleme Bölümünde uygulanmıştır. Sonuçlar göz önüne alındığında, üretilen millerin hatasız olarak işlendiği ve işletmenin belirli bir kaliteyi yakaladığı görülmüştür. Hassas ölçme aletleri ile, 6 çapındaki C45 Pb milinin 50 adetlik ölçülmüş 5’li gruplar halinde programda değerlendirmiştir. Aynı şekilde hava sensörü, C pimi deliği, mil tam boy ve montaj sonrası motor tam boyu uygulama gerçekleştirilmiştir. Rakamsal sonuçlar R-R değişkenin genişliği ve prosesin ortalaması X grafiklerinde gösterilmiştir. Rakamsal sonuçlar istenen sapma değerleri arasında görülmüştür.

**Anahtar Kelime;** Makine, Kalite, İstatistiksel Proses Kontrol

## **ABSTRACT**

**Ms Thesis**

**The SPC Application in Metal Machining**

**Nurhak SEVER**

**Afyonkarahisar Kocatepe University**

**Graduate School Of Natural And Applied Sciences**

**Machine Education**

**Assistant Yrd. Dr. Abdurrahman KARABULUT**

Quality plays an important role in both manufacturing and service organizations in gaining competitive advantage. Today's consumer markets experience is an ever increasing demand for better quality products. It is widely accepted that the quality of a product/service is generally thought of as ability to fulfill specific needs, and ideally exceed, consumer needs or expectations.

Statistical process control (SPC) is an important and powerful technique for the continuous improvement of product and process quality. The control chart is the familiar tool used within SPC for determining out-of-control situations and thereby eliminating or reducing variation in processes. This study was analyzed by using Excel for Windows office statistical program. In this study, after the measurement device and machine adequacy researches which were done at Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret AŞ that focuses on the search for quality, it has been absolved that the so called company achieved a definite quality. In this study, after the measurement device and machine adequacy researches which were done at Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret AŞ that focuses on the search for quality, it has been absolved that the so called company achieved a definite quality. 50 of 6 diameter C45 PB mil have been measured with sensitive control equipment and evaluated by group of 5. The same study, air sensor, C pin hole, shaft length measuring after the montage motor length measuring, Numeral results the width of the R-R factor and the average of the process has been showed at X charts. It has been seen that the numeral results are between the wanted.

**Key words;** Quality, machine, Statistical Process Control

## TEŞEKKÜR

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma, tez çalışmam boyunca kıymetli zamanını benimle paylaşan ve yönlendiren Yrd. Doç Dr. Abdurrahman KARABULUT' da önerileri ile tezimin düzenlenmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Süleyman TAŞGETİREN'e yardımları için teşekkür ederim.

Faz Elektrik Kalite Güvence Müdür'üm Ali Oğuz YAVAŞ'a, sadece tez konuda değil, iş hayatımda beni destekleyen Faz Elektrik Genel Müdür'ü Kaan AYDIN'a, Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret AŞ çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>TEŞEKKÜR</b>	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b>	vii
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b>	x
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	xi
<b>TABLolar DİZİNİ</b>	xii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	3
2.1 Kalite Kontrol ve Kavramlar	3
2.1.1 Kalite Kontrol	3
2.1.2 Deming Döngüsü	6
2.1.3 Muayene ve Muayene Çeşitleri	10
2.1.4 Kalitede Önleme Yaklaşımı ve İstatistik	11
2.2 Proses Kontrol Sistemi ve İstatistik Kavramları	12
2.2.1. Değişkenlik	14
2.2.2. Aritmetik Ortalama	15
2.2.3 Ortanca Değer ( Median )	15
2.2.4 Tepe Değeri ( Mode )	15
2.2.5 Değişim Genişliği ( Range )	15
2.2.6 Standart Sapma	16
2.2.7 Normal Dağılım ( Gaus Dağılımı )	16
2.3 Veri Toplama	18
2.3.1 İstatistik Neden Kullanılır?	18
2.3.2 Veri Toplarken Nelere Dikkat Etmek Gerekir?	19
2.3.3 Dağılım Sıklığı ( Frekans Dağılımı )	21
2.3.4 Çetele	21

2.4 Histogramlar	23
2.4.1 İki Ayrı Kısımlı Histogram	24
2.4.2 Kesintili Histogram	24
2.4.3 İki Tepeli Histogram	25
2.4.4 Soldan Sağa veya Sağdan Sola Azalan Bölünme	25
2.4.5 Histogramların Üretim Tolerans İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi	26
2.5 Pareto Analizi (ABC)	30
2.6 Balık Kılçığı Diyagramı (Sebeup-Sonuç )	32
2.7 Beyin Fırtınası	34
2.8 Tabaklama Yöntemi	35
2.9 Serpilme Diyagramı	36
2.10 Kontrol Şemaları ve Proses Yeterlilik Analizi	38
2.10.1 Kullanılan Kontrol Şemaları	38
2.10.2 Kontrol Dışı Durum 1	41
2.10.3 Kontrol Dışı Durum 2 (7'lerin Koşusu)	41
2.11 Proses Yeterlilik Analizi	42
2.11.1 Cp – Pp Proses Yeterlilik İndisi	43
2.11.2 Cpk - Ppk (Proses Merkezlenmesi)	44
2.11.3 Yeterli Üretim Prosesi Neden Hatalara Yol Açar?	45
<b>3. METERYAL ve METOT</b>	<b>47</b>
3.1 Çalışmanın Yapıldığı İşletme	47
3.1.2 Firmanın Kalite Durumu	47
3.1.3 Kullanılan Malzemeler	48
3.1.4 Kullanılan Ölçü Aletleri	48
3.1.4.1 Belirsizlik Hesabı	50
3.2 Kullanılan Yöntemler ve Özellikler	55
3.2.1 İstatistiksel Proses Kontrolde Ölçme Tekniğı	55



3.2.2 Ölçüm Sistem Analizi (ÖSA, MSA)	56
3.3 Proje Çalışmasında Oluşturulan Kalite Kontrol Seti	59
<b>4.BULGULAR</b>	61
4.1 C45 Pb Çap 6.000 mm Mil	61
4.2 Hava Sensörü mesafe ölçüsü	67
4.3 1174 Milin Tam Boy Ölçüsü	68
4.4 C Pim Deliği Ölçüsü	69
4.5 6401414 Radyatör Soğutucu Motor Tam Boy Ölçüsü	70
<b>5. SONUÇLAR</b>	68
<b>5. KAYNAKLAR</b>	70
<b>6. ÖZGEÇMİŞ</b>	66
<b>8. EKLER</b>	67

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$X$	Ortalama değer,
$n$	Ölçüm sayısı,
$OD-M$	Ortanca değer(Medyan),
$R$	Değişim genişliği,
$s$	Standart sapma,
$y$	Popülasyonun normal dağılımı
$H$	Grup sayısı
$C_m$	Makine işlem kapasitesi,
$C_m$	Makine işlem kapasitesi İndeksi,
$C_p$	Prosesin Potansiyel Yeterliliği
$C_{pk}$	Prosesin performansı
$F$	Frekans
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
SPC	Statistical Process Control
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu,
APQP	Advice Product Quality Planning
ISO-9001	Intonation Standard Organization Quality Management System
ISO-TS 16949	Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi
UKH	Ulusal Kalite Hareketi
TQM	Total Quality Management
EKD	En Küçük Değer
EBD	En Büyük Değer
MESS	Metal Sanayi İşveren Sendikası
PÜKO	Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al
KALDER	Kalite Derneği
AKU	Afyon Kocatepe Üniversitesi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>sayfa</u>
2.1 Kalite kontrolün evreleri	5
2.2 Şekil Deming Döngüsü	7
2.3 Muayene Çeşitleri	10
2.4 İPK (SPC) sisteminde tanımlar	12
2.5 İstatistiksel proses kontrol uygulama kademeleri	13
2.6 Normal dağılım standart sapmaların kontrol altında tutulan ürünlerin gösterimi	13
2.7 Çetelenin çıkartılması	22
2.8 Normal dağılım standart sapmaların kontrol altında tutulan ürünlerin uygulaması	22
2.9 Histogram olarak ölçüm sonuçlarının gösterilmesi	22
2.10 İki ayrı kısımlı histogram	23
2.11 Kesintili histogram	24
2.12 İki tepeli histogram	25
2.13 Soldan sağa veya sağdan sola azalan bölünme histogram	25
2.14 Tolerans sahasının ölçüm aralığından büyük olması durumu	26
2.15 Düşük tolerans ölçüsüne yakın olması durumu	27
2.16 Tolerans ölçüsüne ile aralığın eşit olması durumu	28
2.17 Tolerans sahası aralıktan geniş durumu	28
2.18 Tolerans sahası küçük aralık büyük durumu	29
2.19 Tolerans sahası küçük aralık büyük durumu	30
2.20 Pareto analizi için histogram oluşturulması	31
2.21 Balık kılıcı diyagramı unsurları	33
2.22 Serpilme diyagramları 1	33
2.23 Serpilme diyagramları 2	36
2.24 Toplam tolerans ve 6 sigma eşit	37
2.25 Toplam tolerans küçük, 6 sigma	43
2.26 Toplam tolerans büyük, 6 sigma	43
3.1 Ölçüm sistem analizi verileri	57

## TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>sayfa</u>
2.1 Kalite sitemleri arasındaki farklar	8
2.2 Tablo İPK kayıtları tutulması için yapılmış Excel programı $\overline{X}/R$ tablosu	39
2.3 İPK kayıtları tutulması için yapılmış Excel programı, $\overline{X}/\sigma$ tablosu	40
2.4 İPK’de sürecin kontrol dışı durumu	41
2.5 İPK’ de sürecin kontrol dışı durumu yaklaşma (7’lerin koşusu)	41
3.1 Tavsiye edilen laboratuvar şartları	49
3.2 Kumpas Kalibrasyon Formu 1	52
3.3 Kumpas Kalibrasyon Formu 2	53
3.4 Mikrometre Kalibrasyon Formu 1	54
3.5 Ölçüm Sistem Analiz Formu	58
3.6 06.TEF.02 numaralı proje ile alınan ölçüm cihazlarının listesi	60
3.7 Teknik resim ölçülerinin Excel programına girilmesi	62
3.8 Ölçülerin Excel programına girilmesi	62
3.9 Hesaplamaların yapıldığı eşitlikler	63
3.10 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait AKL ve ÜKL gösterilmesi	64
3.10 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait kontrol dışı durum gösterilmesi	65
3.11 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait kontrol dağılımının ortalaması	66
3.12 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne Cp ve Cpk hesaplaması	66
3.13 Hava sensörü için Excel programında hazırlanmış X ve R grafiği	67
3.14 1174 milin tam boy ölçüsü X ve R grafiği	68
3.15 C pim deliğinin otomatik delik delme makinesindeki işlemi X ve R grafiği	69
3.16 6401414 motorların tam boy ölçüsü X ve R grafiği	70

## 1. GİRİŞ

Kalite bilincinin oluşturulması, aktarılması ve uygulamaya yansıtılması kolay iş değildir. Kalite herkesin işidir, anlayışını kabul edersek, kalite hiç kimsenin işi olmayacaktır. Dolayısıyla kaliteyi geliştirmek ve üretmek için doğru yöntemleri, yapılanmayı ve doğru teknikleri uygulamak gerekir.

Günümüz müşterisi ne istediğini, ne zaman istediğini, nasıl istediğini belirten, baskın bir güç haline gelmiştir. Müşteriler, şimdi kendi gereksinimlerine göre tasarlanmış ürün ve hizmetleri talep etmektedir. Artan teknoloji ve sanayideki hızlı ilerleme, imalat endüstrisindeki firmalarda büyük gelişmelere neden olmuştur. Özellikle son yıllarda bu değişim süreci artarak hızlanmıştır. Bu gelişme sürecinin hızlanması ile birlikte, birtakım sorunlar kendini göstermeye başlamıştır. Seri üretim artmakta; artan ürünlerin taşınması, stoklanması, pazarlanması ve istatistik raporlarının tutulması üretimde yeni alanları ortaya çıkarmıştır. Firmaların artması ile birlikte ürünlere pazar bulmakta zorlaşmakta ve firmalar arası rekabet gündeme gelmektedir.

Prosesten (süreçten) beklenen bir iş vardır. Süreç, bir değişim yaratmaktır. Kendisi için belirlenmiş özellikleri ve limit değerleri dâhilinde bir üretim yapma işlemidir. Ancak süreçler; malzeme, çevre şartları, operatör ve muayene gibi değişkenli kaynaklardan etkilenmektedir. Bunun için üretim süreçlerinin bu değişkenlerden en az şekilde etkilenmesini sağlamak için çalışmalıyız; çünkü günümüzde rekabet sadece ulusal baz da değil, uluslararası seviyede de çok sert olmaktadır. Dolayısıyla bu işletmeler daha az hatalı ve mümkünse sıfır hatalı üretime zorlanmaktadır. Bunun için bütün süreçlerin izlenmesi gerekir.

Yönetimin desteği ve iyi bir organizasyonla desteklenmiş İstatistiksel Proses Kontrol metotları üretimde süreçleri kontrol etmeyi sağlar. İPK (İstatistiksel Proses Kontrol); genel olarak gerçekleştirdiğimiz her süreçte, işin doğru yapma yeterliliği olup olmadığını, doğru yapmaya devam edip edemeyeceğini, doğru yapıp yapmadığını ve hedeflenen kesinlikte yapılıp yapılamayacağını cevaplar. Süreçlerimizi tutarlı ve hedeflere yönelik yapabilmemiz için, prosesin sürekli gelişim içerisinde, güvenilir ve izlenebilir olması gerekir. İPK bu amaca hizmet etmektedir. Ancak elde edilen

sonuçların uygun bir Şekilde yorumlanmasını ve sũreklilięi sağlamak gerekmektedir. Aksi halde analiz edilmeyen bir bilgi hiçbir işe yaramaz.

Bu kapsamda çalışma beŐ bŕlũmden oluŐmaktadır. Birinci bŕlũmde (giriş bŕlũmũnde); bu çalışmanın neden gerçekleştirildiği, tezin sonunda neler elde edileceği konularına yer verilmiştir.

İkinci bŕlũmde; ilk olarak ‘‘Kalite Kontrol’’ kavramı ortaya atılmıŐtır. Proses Kontrol Kavramı, amacı ve fonksiyonlarının açıklanması uygun gŕrũlmüŐtũr. Sũreten çıkmış ũrũnlerin karakteristikleri ve tezin konusu olan İstatistiksel Proses Kontrol sũre kontrolũn içindeki yeri açıklanmıŐtır. İstatistiksel Proses Kontrol ve Kalite Kontrol iliŐkisi ortaya konulmuştur. İstatistiksel Proses Kontrol Kavramı ve Proses Kontrol çalışmalarında kullanılan temel istatistiksel teknikler anlatılmıştır. Verilerin toplanması ve bunların sonucunda ortaya çıkan sonuçların problem çözme teknikleri açıklanmıŐtır. Pareto analizi, neden-sonuç diyagramı, histogramlar, çetele tablosu, gruplandırma ve dağılım diyagramları ve temel istatistiklerden biri olan ve uygulama çalıŐmalarımızda da kullandığımız kontrol diyagramlarının geniş bir Şekilde anlatımı verilmiştir.

Ŭüncũ bŕlũmde; ‘‘Materyal ve Metot’’ baŐlıęında ‘‘Proses Yeteneği’’ ve ‘‘Proses Yeterliliği’’ kavramları ele alınmıştır. Bu konuyla ilgili proses ve makine yeterlilik katsayılarının nasıl ortaya çıktığı ve nasıl yorumlandığı açıklanmıŐtır. İstatistiksel Proses Kontrol uygulaması ile ilgili bilgiler, elde edilen verilerin kullanılmasıyla grafikler ve sonuçları, yorumları yer almaktadır.

Dŕdũncũ bŕlũmde (tartışma bŕlũmũnde); İPK ‘nin nitelik kontrolũne uygulanması konusuna değinilmiştir.

BeŐinci bŕlũmde ise sonuçlar ve elde edilen sonuçlara gŕre ŕneriler yer almaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Kalite Kontrol ve Kavramlar

#### 2.1.1 Kalite Kontrol

Çevremizde üretilen her mal veya hizmet toplumca kullanılmaktadır. Bir tüketici olarak satın aldığımız malın kaliteli olmasını isteriz. Kalite kelime anlamı olarak, nasıl oluştuğu anlamına gelmektedir. Kalite, günlük konuşmalarda üstünlüğü ve iyiliğini gösterir. Diğer taraftan kaliteyi bir ürünün ya da hizmetin diğerlerine olan farkı ortaya koyar (Aktif, 2007).

Kaliteli ürün ya da hizmet subjektif değerler taşır. Ancak her insanın ihtiyaçları ülkeden ülkeye değişmekte ve yaşam düzeyi, zevk, gelenekler, toplumsal yapı, eğitim, gibi çok sayıda faktörlerin etkisi altında değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle tüketicinin üründen kalite anlamında beklentisi farklı olacaktır. Bu bakımdan müşteri istek ve beklentilerini karşılayacak ürünler kalitelidir. Kalite sorusuna cevap vermek için ürünün veya hizmetin sahip olduğu aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır.

- Fonksiyonel özellikler; ürünün veya hizmetin belirli bir amacı yerine getirmesi gerekir.
- Kalite özellikleri; ürünün veya hizmetin daha iyi veya her zaman aynı şekilde yapılabilmesi göstermektedir.

Fonksiyonel özelliklere örnek olarak, Şekil 2.1'i inceleyecek olursak; bir vidanın boyutları, bir çelik levhanın sertlik derecesi, bir çelik malzemenin çapı veya mukavemeti gibi sayılarla ifade edilen özelliklerdir.

Kalite özellikleri ise, vidanın boyunun belirli bir ölçüye uygunluğu, belirli bir miktar milin ağırlığı, üretim hatalarının çeşitli partilerde rastlanan oranları gibi özelliklerdir.

Günümüzde müşteri isteği ortadan kalmış yerini müşteri tatmini almıştır. Ayrıca iki tip müşteri söz konusudur. Birincisi iç müşteri, her sürecin bir iç müşterisi vardır. Bant

sistemiyle çalışan bir atölye düşünürsek, bir süreç kendinden bir önceki sürecin müşterisidir. Örnek verilecek olursa; imalat bandı giriş kalite kontrolün müşterisidir. Giriş kalitenin onaylı verdiği ürünler montajda kullanılır. Giriş kalite, tedarikçilerin ilk müşterisi olmaktadır. İkicisi asıl müşteri, final kontrolden geçmiş sevki yapılan ürünü kullanan asıl müşteridir.

Tüm organizasyonlar kaliteyi sürekli ve verimli bir şekilde sağlamak üzere seferber edilir. Kalite belirli bir bölümün değil tüm çalışanların ortak görevi ve sorumluluğudur. Tüm çalışanlar hedef ve fikir birliği içinde olmalıdır. Uzun vadeli hedeflerle, müşteri tatmini sağlamayı, çalışanların topluma faydalı işler yapmayı amaçlayan bir yönetim sergilemelidir (Bureau Veritas, 2007).

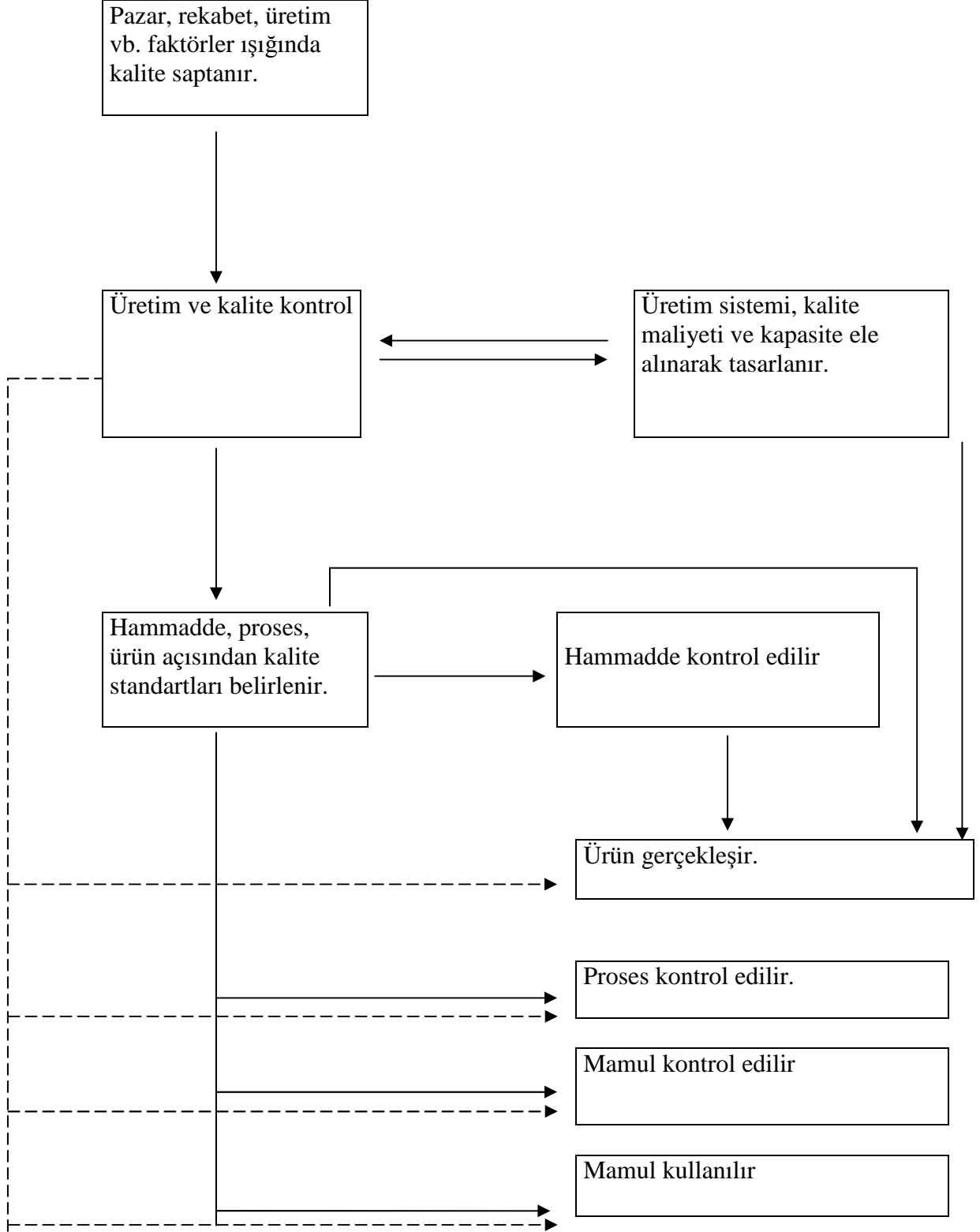
Toplam Kalite'nin amacında hataları ayıklamak yerine hata yapmamak yaklaşımı vardır. Önlemeye yönelik bir yaklaşımın genel bir ifadesi, planlamanın doğru yapılması şeklinde özetlenebilir. Her yönüyle iyi düşünülmüş, kapsamlı ve titiz bir planlama çalışması ile sonradan ulaşılacak hataların çok büyük bir bölümü ortadan kaldırılabilir. Tüm hata kaynaklarını öngörmek mümkün değilse de, olası hatalara önceden hazırlanmak, tamamen hazırlıksız yakalanmaya kıyasla büyük avantaj sağlar.

Hatalar ortaya çıktıktan sonra, yakalayıp ayıklamak veya gidermek oldukça pahalı bir işlemdir. Klasik muayene işleminde kullanılan bir kişi üretime hiçbir katma değer bulunmamakta, sadece başkalarının yaptığı hataları yakalamaya çalışmaktadır. Toplam Kalite'nin öngördüğü işi ilk seferde doğru yapmak ilkesi çalışanlara oto kontrol sorumluluğu yüklemekte, bu ise muayeneyi gereksiz kılmaktadır.

Toplam Kalite'nin bir başka önemli ilkesi ise sürekli gelişimdir. Ancak bir şeyi geliştirebilmek için önce mevcut durumun saptanması gerekir. Ölçülemeyen bir şeyi geliştirmek mümkün değildir. Bu nedenle ölçüm ve istatistik Toplam Kalite'nin vazgeçilmez parçasıdır.



Rekabet, üretim koşullarını zorlamakta ve firmalara hayatta kalma savaşı vermektedir. Üretimle kalite ayrı düşünülmemeli ve birlikte hareket etmelidir.



Şekil 2.1 Kalite kontrolün evreleri

Kaliteyi, bir mal ya da hizmetin tüketici ihtiyaçlarını uygun fiyatlarla karşılayabilme özelliği olarak tanımlayabiliriz. Teknik olarak yapıldığında Kalite; üretimi yapılan parça, mamul veya ünitenin tespit edilmiş (teknik resim ve şartnamelere uygun) bir şekilde elde edilmesidir (Nur 2006).

Bir malın ya da ürünün değişik amaçlarla kullanılması, amaca uygunluk açısından da değişik elemanlarının belirlenmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Bu elemanlara “Kalite Karakteristikleri” denilmektedir.

Bunları sıralayacak olursak;

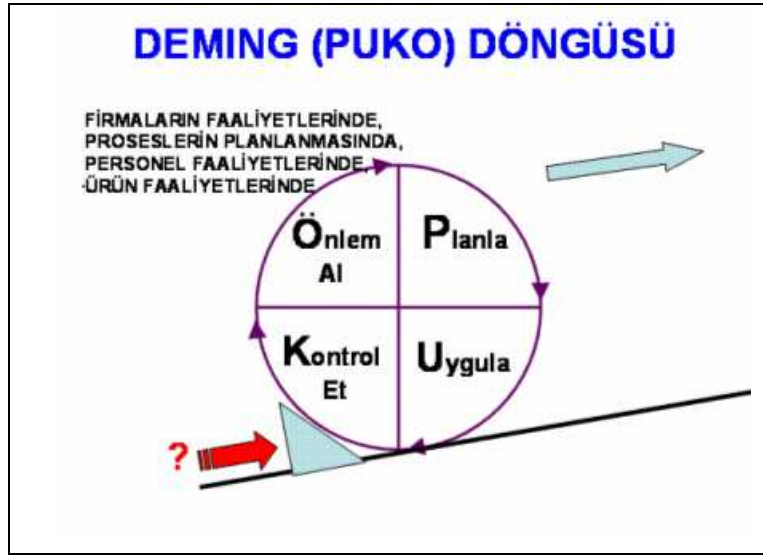
- a. Yapısal karakteristikler; Çap, uzunluk, kimyasal yapı, akışkanlık vb. gibi özellikler.
- b. Hissedilen karakteristikler; dış görünümle ilişkilidir. Yüzeyin pürüzlülüğü, renk, lezzet v.b gibi özellikler.
- c. Yasal mevzuat karakteristikler; ürün ya da mamulün yasal mevzuata uyması gerekir.
- d. Zamana bağlı karakteristikler; güvenilirlik, tamir edilebilirlik vb. gibi özellikler.
- e. Ticari karakteristikler; üretici firmanın güvenilirliği ve garantisi gibi özellikler.
- f. Ahlaki karakteristikler; kurumun müşteriye olan ilişkilerinde iyi niyetli, dürüst davranışlarıdır.

Bütün özellikler gösteriyor ki; kalite, yalnızca ürünün tasarımına değil, ürünün tasarımından kurumun imajına kadar çok değişik ve yaygın işlemlerin etkileşimine bağlıdır.

### **2.1.2 Deming Döngüsü**

Kaliteye yapılan yatırımın ne denli karlı olacağını bilmesi gerekir. Eğer kalitenin iyileştirilmesi karlılığı etkilemiyorsa, yatırım ekonomik olmayabilir. Bir malın üretiminde, işlemlere uygunluğunu tayin etmek için kontrol yaparız. Bir işin kontrol

altında olması ya da kontrol için, bu işe ilişkin olarak önceden belirlenmiş olan hedefler doğrultusunda bu işin gerçekleşmesini sağlamak gerekir. Üretimi yapılan parçanın kontrolünün %100 yapılması seri imalatta imkânsızdır. Üretimden alınan numunelerin incelenmesi suretiyle istenilen kalite seviyesine ulaşılmasına kalite kontrol denir. Kalitenin kontrolü aynı zamanda Deming döngüsü (PUKÖ) uygulamaktır.



Şekil 2.2 Deming Döngüsü (UKH, 2006)

1950’li yıllarda Japonya’yı pek çok kez ziyaret eden Dr. Deming bir şirketin müşteri beklentilerine uygun daha kaliteli üretim yapabilmesi için planlama, uygulama, ürünü kontrol etme ve elde edilen sonuçlara göre faaliyetler düzenleme arasındaki etkileşimi önemi üzerinde durmuş ve Deming Döngüsü olarak anılan etkileşim çemberini önermiştir (UKH 2006). Böylece Bütünsel Kalite Yönetimi’ne (TQM) giden yolun temeli atılmış oldu. Şekil 2.2’de son yıllarda kalite kapsamında geliştirilen önemli başlangıç noktalarına genel bir bakış sunulmaktadır.1960’lı yıllarda kaliteye etki eden faktör olan insan tekrar keşfedilmiş. Sıfır hata programları bu dönemde geliştirilmiştir. Bu bağlamda, insandan kaynaklanan hataları azaltmak için çalışanların kalite bilincini artıracak eğitim çalışmaları yapılmıştır.

Çalışanların kalite artırımı çabalarına katılımı sağlamak için, hata oranlarında düşüşe bağlı pirimler sunulmuştur. Ancak “Kalitenin Güvence Sorumluluğu” hala üretimden kopuk çalışan "Kalite" bölümlerinde olduğu için, bu programlar gerçekten başarılı olmamıştır.

Tablo 2.1’de görüldüğü gibi 80’li yıllardan bu yana Bütünsel Kalite Bütünsel Kalite Yönetimi’ne (TQM) yaklaşımının dünya çapında kabul görmesiyle birlikte, kalite artık ayrı bir bölüme devredilmekte ve tecrit olmuş bir faaliyetin sonucu olarak görülmemektedir. Kuruluştaki tüm çalışanların, en çok da yöneticilerin katılımını gerektiren, kapsamlı bir görev olarak kabul edilmelidir.

Kalite kuramının kalite güvencesinden kalite yönetimine uzanan döngüsü aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.1 Kalite sitemleri arasındaki farklar (Refa, 2007).

<b>Kalite Güvencenin Özellikleri</b>	<b>Kalite Yönetiminin Özellikleri</b>
Kalite uzmanları	Her çalışan bir kalite görevlisi
Ayrı kalite yönetimi birimleri	Bütünleşik kalite güvencesi
Ürün yönelimli kalite yönetimi	Süreç yönelimli kalite yönetimi
Son kontrol	Süreci eşlik eden kontroller
Hata bulma stratejisi	Hata önleme stratejisi
Kalite yönetimi bürokrasisi	Kendi kendini kontrol
Planlanmış yeniden işleme	Sıfır hatalı üretim
Belirlenmiş kalite özellikleri	Genişletilmiş kalite kavramı
Kalite koruma	Kalitenin sürekli iyileştirilmesi

Müşteri ürün ya da hizmeti satın aldığı bir kuruluşu çeşitli parametrelere göre değerlendirmektedir. Bu parametreler işletmelerin neyi nasıl kontrol etmesi gerektiğini belirlemiştir.

Bu parametreler sıralanacak olursa;

- a. Ürün ve hizmet tanımlarını karşılama yeteneği

- b. Ürün ve hizmet güvenilirliği
- c. Sevkiyat performansı
- d. Fiyat avantajı
- e. Satış desteği, teknik destek
- f. Kilit personele ulaşabilirlik
- g. Dökümantasyon kalitesi
- h. Müşteriye cevap verme hızı ve esnekliği
- i. Şikâyetlerin ele alınması
- j. Garanti hizmetleri
- k. Yeni ürün ve hizmet geliştirme

Yukarıda belirtilen şıkların tamamı müşteri tatmini için gerekli şartlardır. Her biri ayrı birer değişkendir. Kuruluşlar yukarıdaki konularda hazırlıklı olmalı ve müşterilerine yönelmelidir. Bunun için mal ya da hizmetin nerede nasıl kontrol edilmesi gerektiği aşağıda belirtilmiştir.

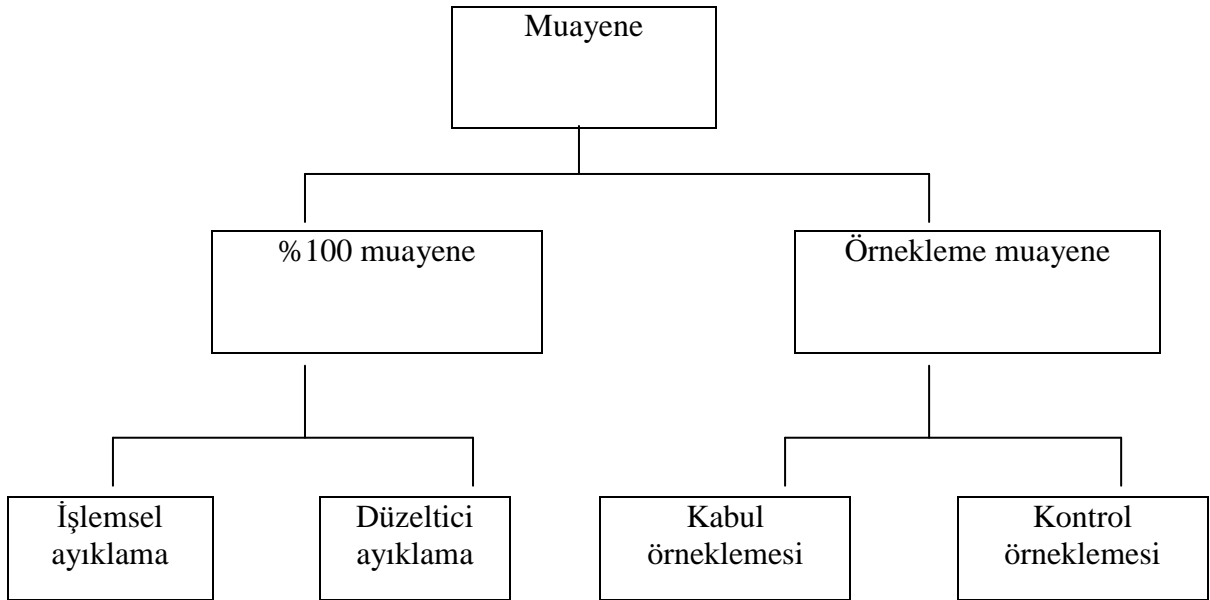
- a. Kontrol konusunun seçimi
- b. Kontrol biriminin seçimi
- c. Standardın seçimi
- d. Kontrol konusunun ölçülmesi için metot geliştirilmesi
- e. Ölçüm işleminin yapılması
- f. İnsan gücü (yönetici, teknik elaman, işçi)
- g. Malzeme, ölçü kontrol aletleri
- h. Tesis, makine üretim yönetimleri
- i. Teknolojik ve kültürel düzey
- j. Eğitim
- k. Ülke yasaları

Kontrol veya muayene bir mamulün, parçanın veya performansının önceden belirlenmiş özelliklere uyup uymadığının tespitidir. Bir başka deyişle kontrol veya muayene; belirli bir teknik prosedüre göre üretimi yapılan ürünün, çeşitli aşamalarda ve üretildikten sonra eleme işleminin yapılmasıdır.

Mamul veya onu oluşturan fiziksel varlıklar üzerinde imalatın çeşitli aşamalarında aşağıdaki aşamalar göz önüne alınmaktadır.

- a. Performans testleri
- b. Ömür deneyleri
- c. Spesifikasyonlar uygunluğun ölçülmesi, şeklinde yapılır.

### 2.1.3 Muayene ve Muayene Çeşitleri



Şekil 2.3 Muayene Çeşitleri (Refa, 2007)

Yukarıdaki şekle bakılacak olursa, muayene kalite kontrol faaliyetlerinden sadece birisidir. Günümüzde muayene sadece parçaları kötülerden ayıklama faaliyeti olarak düşünülmektedir. Şekil 2.3 incelenecek olursa kötü parçaların iç müşteriye veya dış müşteriye aktarılmasını engellemenin çeşitli yöntemleri vardır. SPC, hatalı parçaların müşterilere gitmesinin engellenmesinin öncesinde, hata meydana gelmeden yakalamayı hedeflemektedir. Kullanılan ölçü aletine göre veya ölçüm yapılan ürünü tahribata uğrayıp uğramadığına göre muayene yapılır. Örneğin; bir milin çekme mukavemeti veya sertliği ancak o mile tahribat uygulanarak yapılmaktadır.

Tahrip edici muayene tiplerinde istatistik için kontrolü yapılan malzeme zarara uğrayacaktır. İşlemsel ayıklama, imalat yöntemlerinin veya makinelerin yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan bozuk parçalar tespit edilerek ayrılır. Durumu düzeltici müdahale için geç kalınmıştır.

Düzeltilici ayıklama, işçilik ve kontrol sıklığı açısından maliyeti yüksektir. Hatalar yüzünden ortaya çıkan parçalar tespit edilir. Hata kaynaklarına müdahale mümkündür. Örnekleme muayenesinde ölçme ve testler seçilen örnekler üzerinde yapılır.

Hammadde grubunda yapılan kontrollerde tümü kabulse üretimde değişken yok ise ürün kabul örneklemesine göre sonuçların belirli toleranslara uygun olduğu düşünülür. Düzeltici karar o an için söz konusu değildir. İmalat aşamasında yapılan kontrol örneklemesinde ise olumsuz sonuç elde edilmesi halinde makine veya işçiden gelen hatanın düzeltilmesi amacı ile tedbir alınır. Gerekli tedbirler daima imalatçının sorumluluğundadır. Bu da gösteriyor ki imalattan ayrı bir kalite bölümü oluşturulması gerekmektedir.

Bunun yanında, kalite sadece kalite müdürlüğünün sorumluluğu değildir. Şirketlerde çalışanların katılımıyla, ortak bir amaca yönelik sistemin içinde yer almaları gerekir. Müşteri tatmini ana hedeftir. Nihai müşterilerin yanında, faaliyet zinciri içindeki müşteri (iç müşteri) tatmini sağlanmalıdır. İşletmelerde insan potansiyelinden tam olarak faydalanabilmek için her kademedeki katılım sağlanmalıdır. İletişimin geliştirilmesi için de herkesin ulaşabileceği açık bilgi sistemi kurmak gerekir (Erboz, 2002).

#### **2.1.4 Kalitede Önleme Yaklaşımı ve İstatistik**

Kalite Kontrol'ün tarihsel gelişimi sürecine bakıldığında, başlangıçta hataları ayıklamaya yönelik muayene yaklaşımının hâkim olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım kaliteyi arttırmak için denetimi arttırmak gerekir gibi yanlış bir temele oturtulmuştur. Bu yaklaşım yaklaşık 1950'li yıllarda Japonya'da terk edilmiş, Toplam Kalite'nin

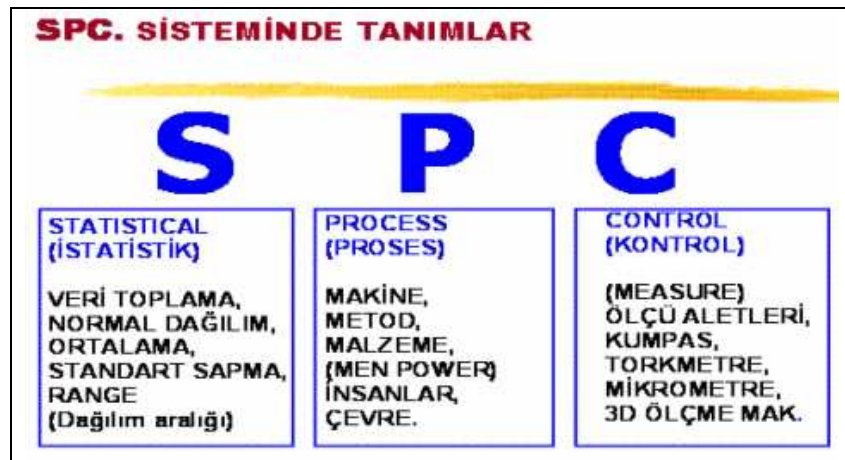
temellerinin atıldığı bu yıllarda muayene yaklaşımı yerini önleme yaklaşımına bırakmıştır.

Toplam Kalite'nin temelinde "hataları ayıklamak" yerine "hata yapmamak" yaklaşımı vardır. Önlemeye yönelik yaklaşımın genel bir ifadesi, planlamanın doğru yapılması şeklinde özetlenebilir. Her yönüyle düşünülmüş, kapsamlı ve titiz bir planlama çalışması ile sonradan oluşabilecek hataların çok büyük bir bölümü ortadan kaldırılabilmektedir. Tüm hata kaynaklarını öngörmek mümkün olmasa da, olası sürprizlere önceden hazırlanmak, tamamen hazırlıksız yakalanmaya kıyasla büyük bir avantaj sağlar (Dil, 2003).

Toplam Kalite'nin bir başka önemli ilkesi ise "sürekli gelişimdir." Ancak bir şeyi geliştirmek için mevcut durumu saptamak gerekir. Ölçülemeyen bir şeyi geliştirmek mümkün değildir. Bu nedenle, ölçüm ve istatistik Toplam Kalite'nin vazgeçilmez parçalarıdır (Kalder, 2006).

İstatistiksel yöntemleri kullanarak hataların ortaya çıkmadan önlenmesi amacıyla kullanılan "İstatistiksel Proses Kontrol" sürekli gelişimin en önemli parçalarından biridir.

## 2.2 Proses Kontrol Sistemi ve İstatistik Kavramları

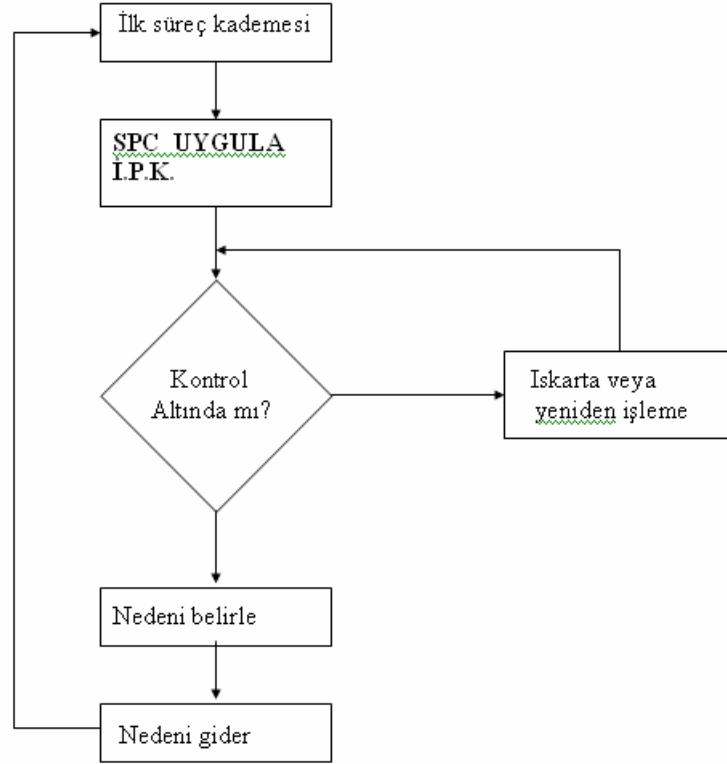


Şekil 2.4 İPK (SPC) sisteminde tanımlar(Bureau Veritas, 2007)



Şekil 2.4’de şematik olarak; İstatistiksel Proses Kontrol kısaltmalarının içeriği verilmiştir.

İstatistiksel tekniklerin; veri toplamak, analiz etmek, yorumlamak ve çözümler getirmek üzere kalite problemlerine uygulanmasıdır. Kalitenin sağlanmasında istatistiğin önemi büyüktür. Hatta Japon mucizesinin istatistiğe dayandığı kesindir. Çünkü organizasyonlar çapında kalite kontrol için sadece mühendisler değil üst kademedeki alt kademeye kadar tüm çalışanlar eğitimleri sırasında istatistiksel proses kavramlarını öğrenmelidirler. Şekil 2.5 İstatistiksel proses kontrol uygulama kademeleri akış şeması aşağıda gösterilmiştir. Şema prensip olarak geri beslemeli süreç kontrolünü gösterir. Bu yöntem prosesleri zaman içerisinde geliştirip mükemmel hale gelmesine sebep olur.



Şekil 2.5 İstatistiksel proses kontrol uygulama kademeleri

Şekilde kalite kontrolün üretim sürecinin her aşamasına veya kademesine nasıl uygulandığı açıklanmaktadır. Önce üretim süreci birçok aşamaya bölünür. Sonra her aşamaya, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını belirlemek amacı

ile istatistik analiz uygulanır. Eğer proses istatistiksel olarak kontrol altında ise, bir sonraki aşamaya, prosesi iyileştirme aşamasına gidilmelidir.

Böyle değil ise problem belirlenir ve düzeltilir. Problem çözümlendikten sonra sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olduğunu görmek için analize devam edilir. Bu şekilde ölçülerin alt ve üst sınırları dışında üretimi engellemek ve süreç analizlerinde gerekli ayarı zamanında yapmak mümkündür (Özüğür, 2001).

### 2.2.1 Değişkenlik

Doğada birbirinin aynısı olan ne bir nesne vardır ne de böyle bir nesne üretilebilir. İşte bu nesnelere arasındaki farklılığa değişkenlik denir. Başka bir ifade ile üretilen her ürün veya her parça diğerinden bir miktar farklıdır. Herhangi iki ürün veya özellik, tamamen birbirinin aynı değildir. Aradaki fark büyük veya ölçülemeyecek kadar küçük **olabilir**; fakat mutlaka bir fark vardır. Örneğin bir tornada üretilmiş parçanın boyutları, aşağıdaki faktörlerden etkilenmektedir.

- a) Makine (rulman aşınması)
- b) Takımlar (mukavemet, aşınma oranı v.s)
- c) Malzeme (boyut sertlik v.s)
- d) Bakım (yağlama, parça değişimi)
- e) Çevre (ısı, voltaj değişimleri v.s)

Bu etkilerin birleşimi sonucu ortaya çıkan çok çeşitli farklılıklar değişkenlik olarak bilinir.

Herhangi bir prosesi yürütebilmek ve prosesdeki değişkenliği azaltmak için değişkenliğin köküne inmek gerekir. İlk aşamada değişkenliğin genel, alışılmış nedenleri ile özel nedenleri arasında ayırım yapılması gerekir.

Genel nedenler; farklı proseslerde, çeşitli derecelerde her zaman bulunan, tesadüfi değişkenlerden kaynaklanır. Sadece genel değişkenlik nedenleri içeren bir prosesin

çıktısı zaman içinde tutarlı bir biçim oluşturmaktadır ve sonuçları önceden tahmin edilebilir. Genel nedenlerin iyileştirilmesi, prosesteki daha sonraki geliştirme faaliyetleri için bir temel oluşturmaktadır. Özel nedenler; çoğunlukla düzensiz ve istikrarsız olan ve **dolayısı** ile önceden tahmin edilemeyen, belirlenebilir az sayıdaki faktöre **bağlıdır**. Belirli bir özel nedenden dolayı oluşan hata önlem alınmadığında tekrar görülebilir (Ünlü, 2004).

### 2.2.2 Aritmetik Ortalama

Veri grubunun toplanıp, veri sayısına bölünmesi ile elde edilen değerdir.  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_n$  gibi  $n$  elemanlı bir veri grubunun aritmetik ortalaması  $X$  ile gösterilir.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{formülü ile hesaplanmaktadır.} \quad (2.1)$$

### 2.2.3 Ortanca Değer ( Median )

Büyükliklerine göre bir veri grubunda tam ortadaki değere ortanca değer denir.(OD veya M olarak gösterilir.) Eğer gruptaki veri sayısı çift ise, medyan sıranın ortasındaki iki değer aritmetik ortalamasıdır. Tespit edilmesi kolay ve pratik olmasına karşılık aritmetik ortalama kadar duyarlı değildir. Uç değerler aritmetik ortalamayı direk etkiler. Ancak medyanı etkilemez.

### 2.2.4 Tepe Değeri (Mode )

Bir varyant grubunda en fazla görülen veya frekansı en fazla olan değere tepe değeri veya mod denir. Bir şekilde veri grubunun yoğunlaşma noktasını gösterir. Tespiti kolaydır ancak medyan gibi ortalama için çok duyarlı sonuç vermediğinden kullanım alanları sınırlıdır.

### 2.2.5 Değişim Genişliği ( Range )

Bir veri grubundaki en büyük ve en küçük değerler arasındaki farkı belirtir.

$$R = X_{maks} - X_{min} \quad \text{formülü ile hesaplanmaktadır.} \quad (2.2)$$

Hesaplanması kolaydır. Ancak veri grubu içinde uç değerler var ise sonuç yanıltıcı olabilir. Böyle durumlarda standart sapma işlemini yapmak daha etkindir.

### 2.2.6 Standard Sapma ( $\Sigma, S$ )

Standard sapmayı  $X_i$  değerlerinin ortalamasından sapmalarının karelerinin ortalaması olarak tanımlamak mümkündür.

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n-1} \quad \text{formülü ile hesaplanmaktadır.} \quad (2.3)$$

Görülüyor ki x varyantlarının popülasyon ortalamalarından farkları, kareleri alınarak toplanmakta, böylece ortalamadan her iki tarafa aynı derecede sapan değerlere yine aynı önem vermektedir.

$$\frac{\quad}{(n-1)} \rightarrow \text{Serbestlik derecesi olarak adlandırılır.} \quad (2.4)$$

Standard sapmanın karesine varyant adı verilir.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{formülü ile hesaplanmaktadır.} \quad (2.5)$$

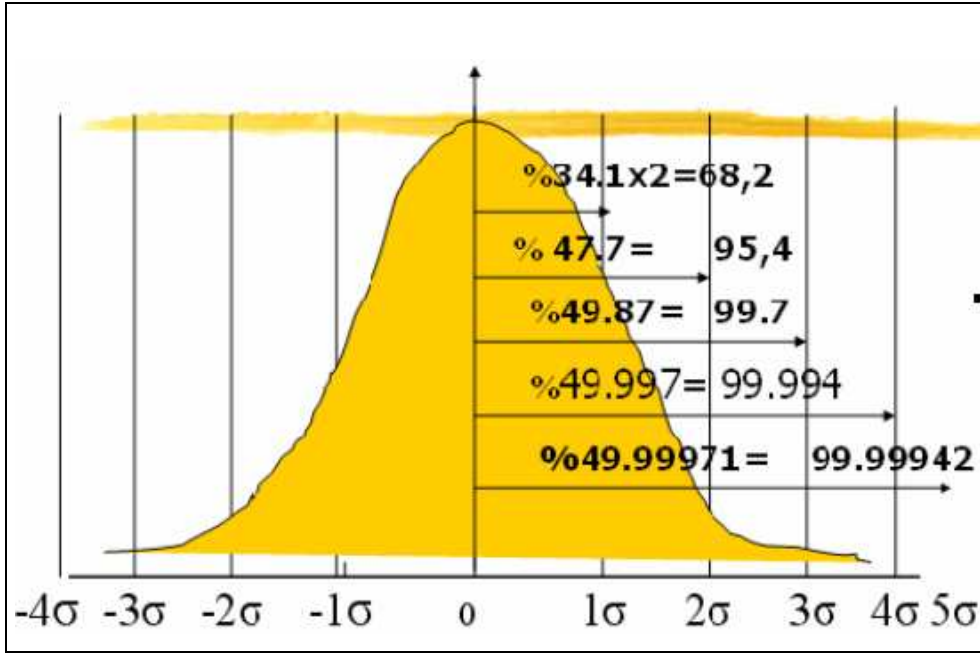
## 2.2.7 Normal Dağılım ( Gaus Dağılımı )

Birbirinde farkları tesadüfen başka sebeplere bağlanmayan varyantların oluşturduğu popülasyonlar 'normal' dağılım gösterirler. Bütün normal popülasyonlarda dağılım (Gaus formülü)

$$y = f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad \text{formülü ile hesaplanır.} \quad (2.6)$$

Burada  $\pi$  ve  $e$  matematiksel sabitlerdir.  $x$  tek tek parça ebatlarını  $y$  tekerrür sayısını vermektedir. Bu formülle n kadar tekrar yapılarak normal dağılım hesaplanır.

Aşağıda normal dağılımın standart sapmalarının kapsadığı oranları görüyorsunuz.



Şekil 2.6 Normal dağılım standart sapmaların kontrol altında tutulan ürünlerin gösterimi

“Her şey yolundaysa” çıktılarını

- %68'i ortalama  $\pm 1$ \*standart sapma
- %95'i ortalama  $\pm 2$ \*standart sapma
- %99,73'i ortalama  $\pm 3$ \*standart sapma

- % 0.27'si  $6\sigma$  kontrol limitlerinin dışında Süreçle ilgili hatırı sayılır bir kalite garantisi söz konusudur (Elginkan Vakfı, 2006).

Normal dağılım özelliklerini kullanarak makine ve prosesin performansı hakkında öngörülerde bulunabiliriz. Grafik olarak normal dağılım, simetrik ve çan biçiminde bir eğri görünümündedir.

## 2.3 Veri Toplama

### 2.3.1 İstatistik Neden Kullanılır?

Değişkenliği azaltmak için ilk önce onun ölçülmesi gerekir. Mutlak hassasiyet ancak prosesin her ürünü ölçtüğten sonra, yani kütle için, elde edilebilir. Bütün kütle yerine, kütle içinden seçilecek örnekleri değerlendirmek ve bundan elde edilen sonuçlara dayanarak, bütünün özelliklerini görmek için kullanmak daha ekonomiktir. İstatistik bu türden öngörülerini yapmak için kullanılan bir araçtır.

Her öngörünün değişik bir hassasiyet derecesi vardır. Örnek kütle ne kadar büyük olursa hassasiyet o kadar fazla olacaktır. Bir öngörünün güvenilirliği, örnek kütle kütle büyüklüğüne ve kullanılan yöntemle bağlıdır. Örnek kütle çok küçük olması halinde güvenilirlik derecesi düşecektir. İstatistiksel verilerin değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler vardır. Ancak veriler doğru toplandığında ve ilgili teknikler doğru kullanıldığında yapılacak öngörülerin hassasiyeti ve doğruluğu artacaktır.

Bir işletmenin veya prosesin performansını geliştirmek için mutlaka verilere ihtiyaç vardır. “Gerçeklere dayalı yönetim” ve “sürekli gelişme” ancak doğru zamanlı ve güvenilir verilerle gerçekleştirilebilir.

Daha çok veri, daha başarılı bir yöntem anlamına gelmez; sadece gerekli veriler toplanmalıdır. Kullanılmayan ve değerlendirilmeyen veriler zararlıdır, zira gereksiz maliyet getirirler. Kimi işletmelerde bilinçsizce veri toplanır ve değerlendirilmeden

depolanır. Bu tür depolama nasılsa bir gün işe yarar düşüncesi, kişileri de, bilgisayarları da işletmeyi de meşgul eder, yararlı işleri geciktirir.

Verilerin belirli bir amaç için ve o amaca uygun yöntemlerle toplanması gerekir. Toplanan veriler mutlaka değerlendirilip gereği yapılmalıdır.

Bu nedenle;

- Amaç açıkça belirtilmelidir,
- Amaca hizmet edecek veriler nelerdir kararlaştırılmalıdır,
- Bu verilerin hangi örnekleme yöntemi ile ve nasıl toplanacağı saptanır.
- Verilerin kim(ler) tarafından, hangi tarihte, nasıl ve hangi birimlerde toplandığı kaydedilir.
- Bu amaçla, özel bir form geliştirilebilir,
- Verilerin istenilen hassasiyette ve doğru olması için ölçü aletlerinin uygunluğu ve güvenilirliği sağlanır, tekrarlanabilirlik güvence altına alınır.
- Veriler, proses girdileri ile çıktıları veya proses özellikleri ile ilgili olabilir. Veriler ilgili özelliklerdeki değişkenliği incelemek için toplanır.

Verilerdeki değişkenlik, varyasyon konusunda değinilmiştir.

### 2.3.2 Veri Toplarken Nelere Dikkat Etmek Gerekir?

- Toplanan veriler hedeflenen amaca uygun hassasiyette olmalıdır.

Yeterli hassasiyete sahip olmayan veriler işe yaramaz.

- Verinin hassasiyeti ölçü aletinin hassasiyetini aşamaz. Örneğin 1/10mm hassasiyetindeki bir kumpas 1/100 mm değişkenlerin ölçmesi imkansızdır.

- Yapılacak gözlem sayısı, uygulanacak örnekleme yöntemi ve verileri, değerlendirme tekniği araştırılan konunun özelliklerine uygun olmalıdır.

- Veri toplanırken, her veri için geçerli olan tüm koşullar saptanmalı ve kaydedilmelidir. Örneğin bir kalite özelliği ölçüldüğünde ilgili vardiya, üretimi yapan kişi, kayıt cihazı, kullanılan hammadde, proses değişkenlikleri durumu ve çevre koşulları (sıcaklık, nem oranı v.b) kaydedilmelidir. İlk bakışta aşırı külfetli bir iş gibi görülse de zaman içinde sapma göstermeyen ya da değişimi söz konusu olmayan

özellik hakkında veri toplanması gereksizdir. Öte yandan gerçekten etkisi olan bir faktör hakkında yeterli veri yoksa ilgili kalite sorunu çözümsüz kalır (Ünlü, 2004).

Veriler otomatik yada el ile toplanabilir. Tercih edilmesi gereken manuel bir veri toplama yöntemidir. Teknolojik gelişme ile görünen bu tercihin çok köklü nedenleri vardır.

Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür,

- Manuel veri toplama işlemi işi yapanı prosese yakınlaştırır. Tercih edilmesi gereken manuel bir veri toplama yöntemidir.
- Olaylar veya zaman ilerledikçe sebep-sonuç ilişkilerini görmeye, bazı keşifler yapmaya başlayacaktır. Esas amaç da zaten bunu başarmaktır.
- Bu şekilde veri toplama, yaklaşımı dinamik bir hale gelecektir. Kimi verilerin gereksiz olduğu ortaya çıkacak ve terk edilecektir. Böylece optimum veri toplamaya doğru gelişim gösterilecektir.
- Sürekli Gelişme amaçlı veri toplama araştırma niteliklidir ve geçicidir. Gelişme sağlanınca veri toplama bırakılacaktır. En azından, araştırılacak yeni konuya bağımlı olarak değiştirilecektir. Geçici faaliyetler için manuel sistemler daha esnek ve ucuzdur.

Burada sıralanan gerekçeler otomatik sistemlerin hiçbir zaman kullanılmaması anlamına gelmez. Otomatik veri toplama sisteminin gereklilikleri de şu şekilde sıralanabilir.

- Değişimin çok hızlı olduğu durumlarda,
- Çok sayıda verinin aynı anda toplanması gerektiğinde,
- Sağlık yada emniyet açısından manuel veri toplamanın riskli olduğu durumlarda,
- Verilerin matematiksel analizi de yapılması gerektiğinde,



Verileri iki şekilde kaydedilir,

- Sayısal olarak tablolara ve formlara,
- Grafiksel olarak çizelgelere

Grafiksel kayıt aynı zamanda görsel analize de olanak sağladığından hem kayıt, hem de değerlendirme işlevi görür. Bu bakımdan başka bir neden yoksa her fırsatta tercih edilmelidir.

Verilerin toplanmasında dikkat edilecek hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Veriler ne amaçla toplanıyor? Bunun bilinmesi.
2. Verilerin makinelerden mi, ürünlerden mi, hammaddeden mi toplanacağı önemlidir. Toplanan verilerin sınıflandırılması gereklidir.
3. Verilerin nerede, ne zaman ve kim tarafından toplanmış olduğunun belirlenmesi.
4. Kaç adet veri toplandığının, kullanılan ölçü aletlerinin, ölçü biriminin, parti miktarının bilinmesi,
5. Verilerin yazılması için bir form kullanılması.
6. Verilerin güvenilir olması (ölçüm yöntemlerinin ve cihazların doğru olması) gerekmektedir.

### **2.3.3 Dağılım Sıklığı (Frekans Dağılımı)**

Ölçüleme, herhangi bir proses, ürün veya parti içindeki değişkenliği meydana çıkarır. Bu değişkenlik genelde belirli bir modele göre olur. Buna sıklık veya frekans dağılımı denir. Bir başka deyişle herhangi bir olayla ilgili olarak toplanan veriler, örneği oluşturan bireylerden belirli bir sıra veya kural gözetilmeden gelişigüzel elde edilirler. (dağılım , çetele tablosu, çan eğrisi, histogramlarda görülür).

### **2.3.4 Çetele**

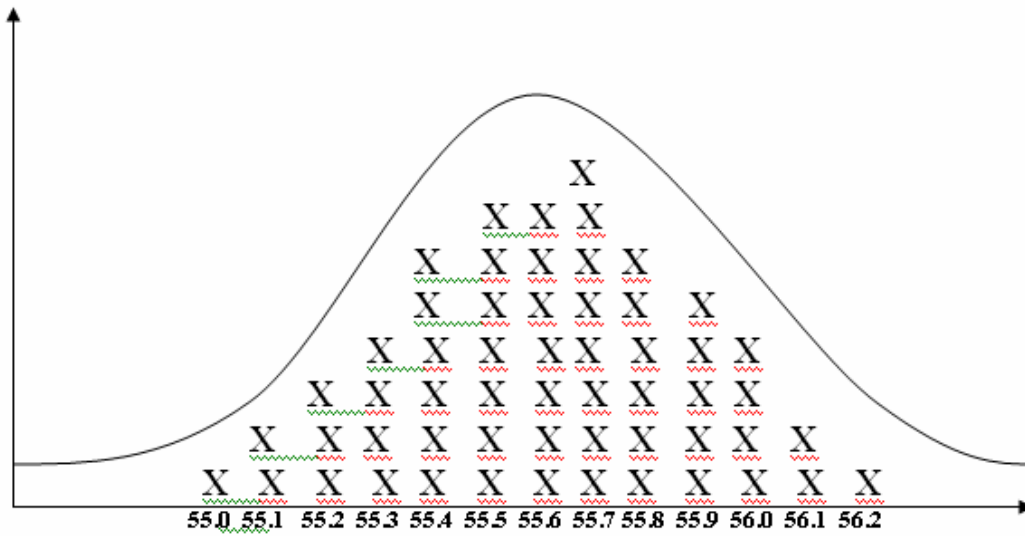
Alınan değerlerin modeli ortaya çıkartabilmesi için verilerin düzene sokulması gerekir. Burada rakamlar belirli bir sıralamaya göre dizilmelidir (büyükten küçüğe, küçükten

büyüğe, gruplama gibi). Örnek Şekil 2.7’de: Mil üretimi muayene deney kayıtlarına göre. Her çapta ölçülen parça sayısı frekans veya sıklık olarak çeteleye işlenmiştir.

Çap(mm)	Çetele	Sıklık(adet)
55,0	X	1
55,1	XX	2
55,2	XXX	3
55,3	XXXX	4
55,4	XXXXXX	6
55,5	XXXXXXXX	7
55,6	XXXXXXXX	7
55,7	XXXXXXXXXX	8
55,8	XXXXXXX	6
55,9	XXXXXX	5
56,0	XXXX	4
56,1	XX	2
56,2	X	1

Şekil 2.7 Çetelenin çıkartılması (Bureau Veritas, 2007)

Çan eğrisi (normal dağılım), simetrik bir çan eğrisini gösterir. İstatistik’i tanım olarak doğadaki her şey normal dağılıma uygundur. Bu varsayımıla uygulamalar yapılarak mukayese edilip sonuca ulaşılır. Şekilde 2.8’de görüldüğü gibi oluşan eğri merkez noktası yüksek ve normal dağılım yapmaktadır.

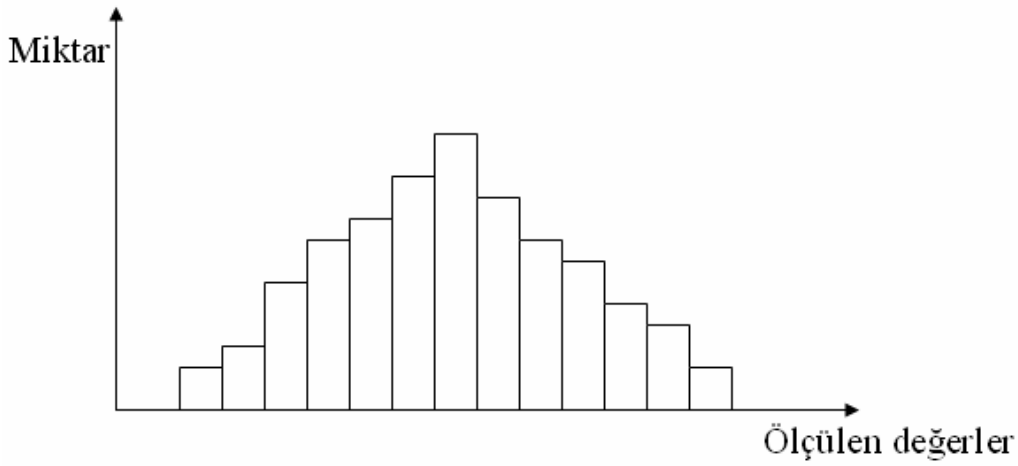


Şekil 2.8 Normal dağılım standart sapmaların kontrol altında tutulan ürünlerin uygulaması

Normal dağılım, bir ortalama etrafında merkezleşmiş, çan şeklinde simetrik bir eğri şeklinde gösterilir.

## 2.4 Histogramlar

Çeteleden yararlanılarak yaratılabilecek diğer bir teknik de histogramdır. Histogram üzerinde gerektiğinde kabul edilebilir alt ve üst limitler belirlenip kabul edilen veya reddedilen ürünler görülebilir. Ayrıca üretimin normal dağılıma uyup uymadığı tespit edilir.



Şekil 2.9 Histogram olarak ölçüm sonuçlarının gösterilmesi

Sonra grup sayısını elde etmek için,

$$Grubsayisi = \sqrt{n} \quad \text{formülü ile hesaplanılır.} \quad (2.7)$$

Daha sonra aralık (Range) elde edilir.

$$R = E.B.D - E.K.D \quad \text{formülü ile hesaplanılır.} \quad (2.8)$$

En büyük değerden en küçük değer çıkartılır.

Grup aralığının hesaplanması da;

$$H = \frac{R}{grubsayisi} \quad \text{formülü ile hesaplanılır.} \quad (2.9)$$

Grup aralığı rakamı en küçük değerden başlayarak toplanır.

$$1.\text{grup} = E.K.D. + H$$

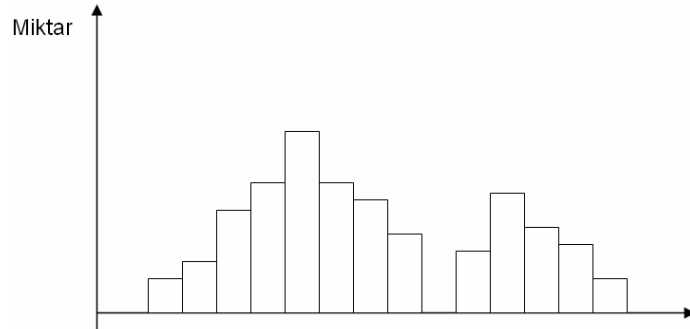
$$2.\text{grup} = 1.\text{grup} + H$$

$$3.\text{grup} = 2.\text{grup} + H$$

Yukarıdaki gibi grup sayısı kadar (sonuç en büyük değer bulununcaya dek) hesaplanır. Artık işlem tamamen işaretlemeye kalır. Sonuç olarak bir histogram çıkacaktır. Çıkabilecek histogramlar ve bunların yorumlanması aşağıdaki gibidir (Bureau Veritas, 2007).

#### 2.4.1 İki Ayrı Kısımlı Histogram

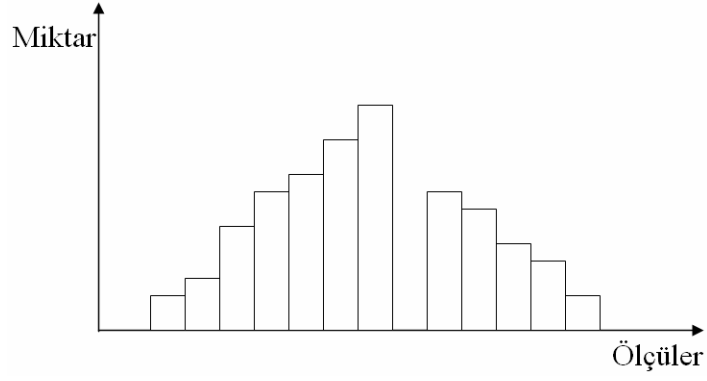
Bu durumda çıkan bir iki ayrı kısımlı histogramın çarpıklığının sebebi tetkik edilmelidir. Şekil 2.10 incelenecek olursa ürünler iki ayrı makineden gelebilir, değişik kalite kontrol elemanlarından gelebilir veya ayrı ölçüm aletleri kullanılmış olabilir (Bureau Veritas, 2007).



Şekil 2.10 İki ayrı kısımlı histogram

#### 2.4.2 Kesintili Histogram

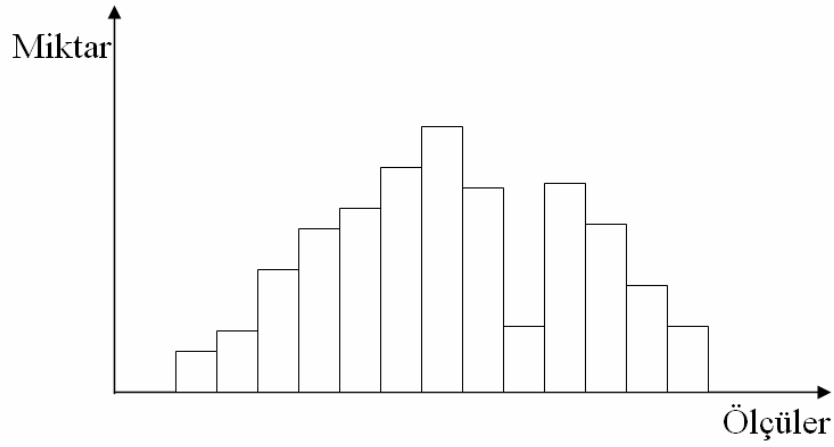
Şekil 2.11 incelenirse ölçümler yapılırken veya histogram yapılırken hatalar yapılmış olabilir (Ölçme aletlerini kontrol edin, okuma metotlarını kontrol edin, sınıf adedini değiştiriniz veya vardiya değişikliği olmuş olabilir).



Şekil 2.11 Kesintili histogram

### 2.4.3 İki Tepeli Histogram

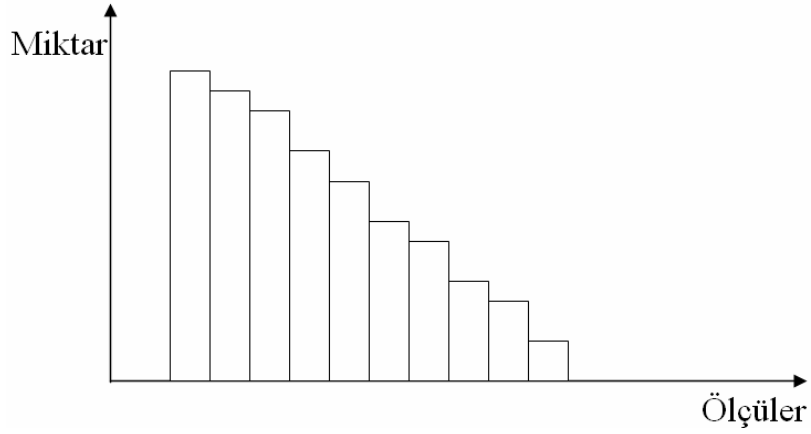
Şekil 2.12’de iki ayrı üretim prosesi kullanılması nedeniyle olabilir. (Grubun dağılımını tetkik edilmelidir. Ayrıca her grup için ayrı histogram meydana getirilmelidir.)



Şekil 2.12 İki tepeli histogram

### 2.4.4 Soldan Sağa veya Sağdan Sola Azalan Bölünme

Şekil 2.13’de sağa veya sola yatık olarak çıkan histogramlarda muhtemelen numuneler belirli bir nokta referans alınarak seçilmiş olabilir. (Özellikle tek taraflı bir numune alınmıştır numune alma yöntemi değiştirilmelidir.)

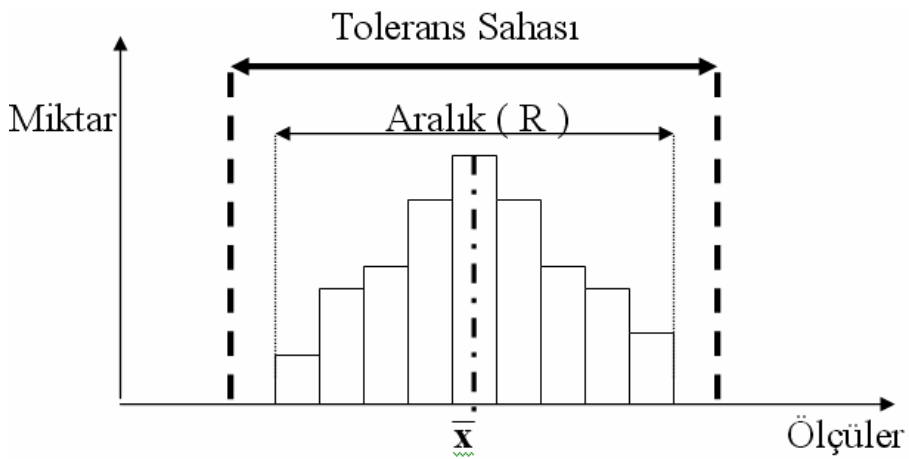


Şekil 2.13 Soldan sağa veya sağdan sola azalan bölünme histogram

#### 2.4.5 Histogramların Üretim Toleransı İle Karşılaştırılarak Değerlendirilmesi

Ölçüm Değerlerinin Tolerans Aralığından Küçük Durumu (Ford Otosan, 1998)

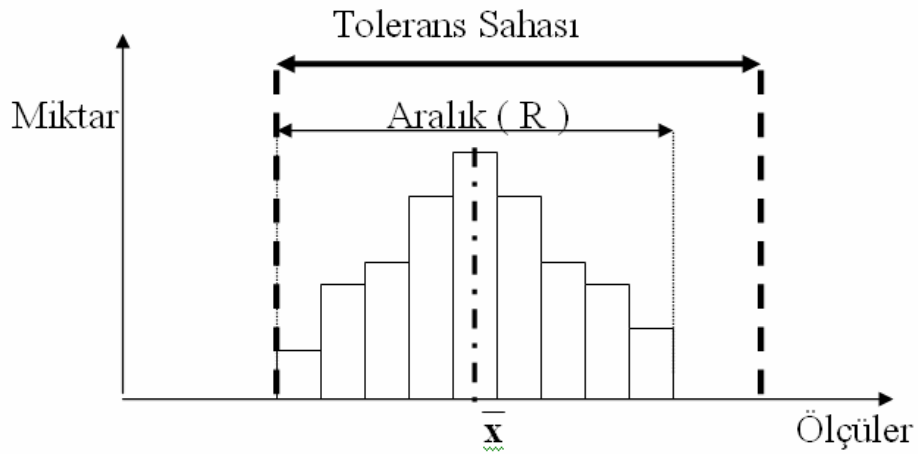
Ölçüm değerlerinin dağılım sahası ( R ), tolerans sahasının tam ortasında. Böyle bir durumda, sürecin küçük değişiklikleri nedeniyle ıskarta riski azdır. Şekil 2.14’de görüldüğü gibi tolerans aralığı ölçüm sonuçlarına göre daha büyük bir yayılmaya sahiptir. Alan olarak tolerans aralığı daha geniştir. Sonuç olarak, süreç kontrol altında ve olası riskler göz ardı edilebilir.



Şekil 2.14 Tolerans sahasının ölçüm aralığından büyük olması durumu

Düşük tolerans ölçüsüne yakın olması durumu,

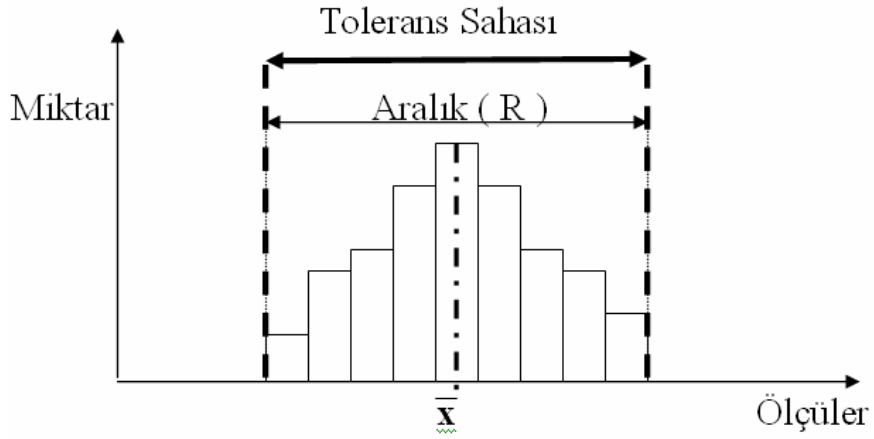
Her ne kadar R tolerans sahası içinde ise de proses ortalaması (  $\bar{x}$  ) düşük tolerans sınırına çok yakın. Şekil.2.15'te, üretim prosesinde olabilecek en küçük değişiklik yüksek ıskartaya sebep olabilir. Bu nedenle sistemdeki değişkenleri kontrol altına almak için uygun bir zamandır. İstatistiksel proses kontrolün mantığında bu duruma ulaşmak için yapılmaktadır. Sürece müdahale ederek değişkenler düzeltilir ve sürecin düşük toleransa yakın olması durumu için çalışma yapılmalıdır.



Şekil 2.15 Düşük tolerans ölçüsüne yakın olması durumu

Tolerans ve ölçüm aralığının eşit olması durumu

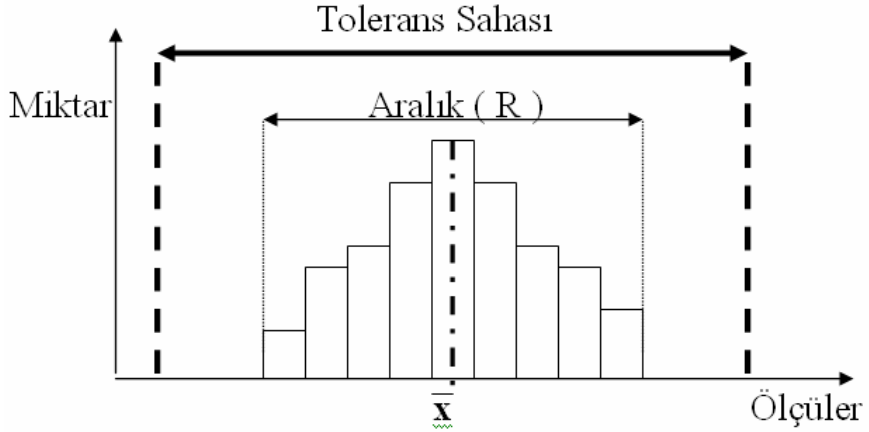
Şekil 2.16'da aralık ( R ) ve tolerans sahası birbirine eşit. Hareket serbestliği hiç yok. Her üretim prosesi değişikliği ıskartaya sebep olabilir. Süreç derhal gözlem altına alınmalı ve problem çözme teknikleri kullanılarak süreç iyileştirilmelidir.



Şekil 2.16 Tolerans ölçüsü ile aralığın eşit olması durumu

Tolerans sahasının aralıktan geniş olması durumu

Tolerans sahasının (R) aralıktan çok daha geniş olduğunu Şekil 2.17’den görmekteyiz. Toleransları daraltmaya ve / veya süreç dağılımını yükseltmeye yer var, daha hassas ölçüm gibi bir yol izleyebilme hakkımız vardır.



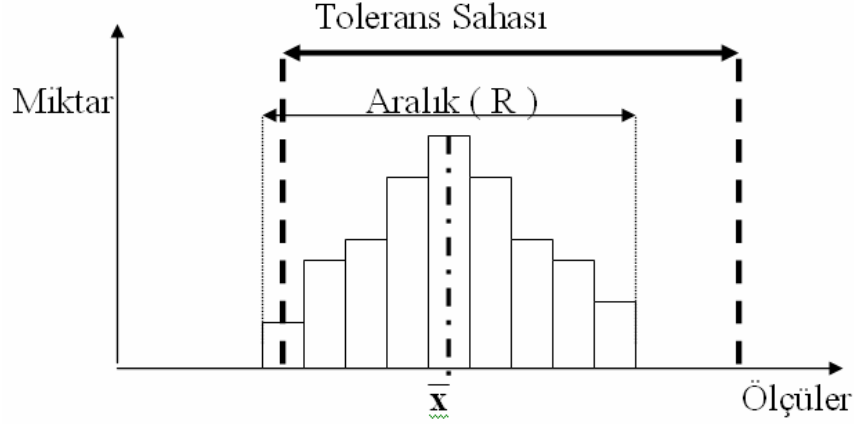
Şekil 2.17 Tolerans sahası aralıktan geniş durumu

Tolerans sahasının küçük aralığın büyük olma durumu

Şekil 2.18’i incelersek, üretim prosesinin durumu iyi değildir, proses ortalaması çok sola veya sağa kaymış olabilir. Prosesin tolerans ortasına çekilmesi için düzeltici faaliyet gerekmektedir. Acil olarak değişkenler kontrol altına alınmalı ve çalışma koşulları iyileştirilmelidir.



Süreç sonucundaki değişkenler iyileştirilemiyorsa çıkan ürünler %100 kontrol edilmeli ve hatalı ürünler sağlam ürünlerden ayrılarak kırmızı ret kasalara yerleştirilmelidir.



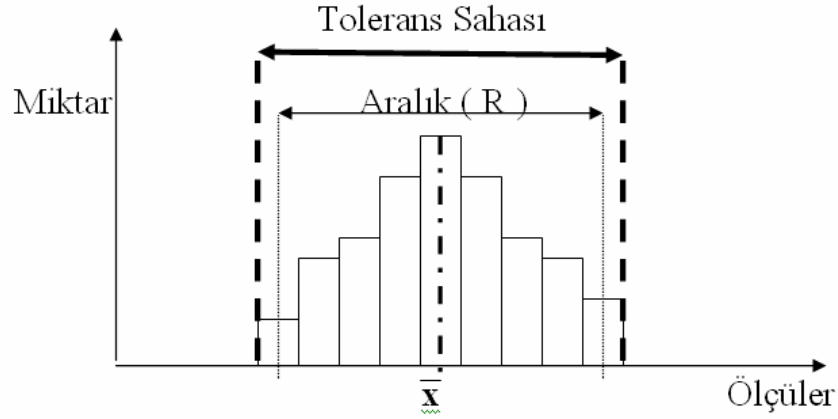
Şekil 2.18 Tolerans sahası küçük aralık büyük durumu

Süreçlerin ele alınması ile aynı sonuçlar devam ediyorsa süreci başka bir makineye kaydırmanız uygun olur. Çünkü %100 kontrol hem masraflı, hem de zaman alıcı bir işlemdir. İşletmelerde genel durum %100 ayıklama yöntemidir.

Bu tür yöntemler terk edilmeli ve bilimsel problem çözme yöntemleri kullanılarak günümüz serbest piyasa ekonomisine cevap verebilecek, acımasız kalite isteklerini karşılayacak kalite sistemlerini kurmak zorundadır. Modern kalite sistemlerini kullanmayan işletmeler gelecekte yok olmaya mahkum olacaklardır.

Proses sahasının geniş tolerans sahasından küçük olma durumu

Prosesin dağılımında çok geniş dağılmayı azaltmak için prosesi değiştir veya tolerans sahasını genişlet ( mümkünse toleransı değiştir).



Şekil 2.19 Tolerans sahası küçük aralık büyük durumu

Şekil 2.19'dan anlaşılacağı gibi tolerans sahası ölçüm aralığına eşit durumda. Süreçte meydana gelecek küçük bir değişkenlik ıskartaya neden olacaktır.

Hataların oluşmadan fark edilmesi mantığını taşıyan İPK sistemi bu noktada çok önemli bir tespit yapar ve problem çözme yöntemlerini kullanarak hatalı ürün üretilmesini önler. Şekil 2.19'dan çıkartılacak sonuç mutlaka sürece müdahale edilmesidir.

## 2.5 Pareto Analizi (ABC)

Mevcut problemlerin veya şartların bağıl büyüklüğünü ve önemini göstermek için kullanılır. Başlıca amaçları şunlardır (LU.D.J, 1987).

1. Problem çözmek için bir başlangıç noktası seçmek,
2. Probleme ait temel nedenleri belirlemek,
3. Başarıyı izlemek,

Nasıl kullanılır?

1. Diyagramda gösterilecek problemleri seçin.
2. Ölçüm yapılacak standart karşılaştırma birimi seçin

3. Seçilen problemleri, bunlara ait verilerden de yararlanarak önem sırasına sokun ve diyagramın en solundan başlayarak yerleştirin.

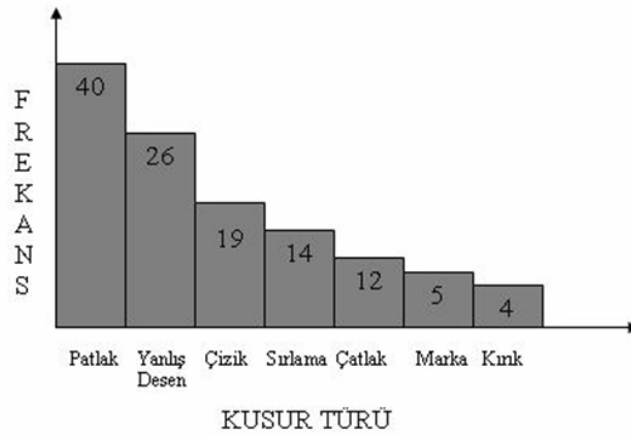
4. Yatay (X) eksenine problem tiplerini, dikey (Y) eksenine bunların meydana gelme sıklığını gösteren diyagramı çizin. (Y) eksenini tekrarların kümülatif (yığımlı) yüzdesini göstermek için kullanılır.

Şekil 2.20'den yola çıkarak burada dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- En sık karşılaşılan problemler ile maliyetleri en yüksek olan problemlerin aynı olması gerekmediği unutulmamalıdır. Örneğin ölümle sonuçlanan iki trafik kazası, yararlanma ile sonuçlanan 100 trafik kazasından daha çok dikkat çekmelidir.
- **Veriler** toplandığı zaman periyotları açıkça belirtilmelidir.

Eğer mümkünse veriler normalize edilmelidir. Böylece verileri gelecekteki pareto diyagramlarında da kullanarak değişimleri gösterebiliriz. (MESS Eğitim Vakfı Eğitim Notları, 2000 Problem Çözme Teknikleri)

Örnek olarak aşağıdaki Şekil 2.20'de, belirtilen kusur türlerine göre düzenlenmiş bir Pareto şeması bulunmaktadır.



Şekil 2.20 Pareto analizi için histogram oluşturulması

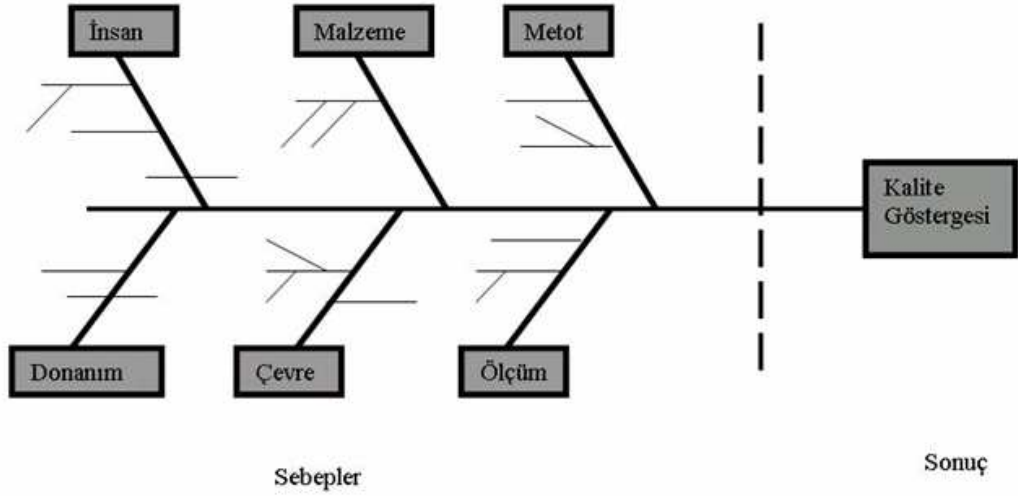
Çizilen histogram yardımıyla ürün kusurlarını gidermeye yönelik bir programın öncelikle hangi kusur türünü ele alması gerektiği belirlenir. Histograma bağlı olarak sürecin hangi aşamasından bu kusurun kaynaklanabileceği araştırılır.

Pareto diyagramı kusurların parasal boyutlarına göre de çizilebilir. Çok az gözlenen bir kusuru gidermek ya da kusur nedeni ile ürünü ıskartaya ayırmak önemli ölçüde parasal kayıp yaratabilir. Böylesi bir durumda pareto analizini parasal boyutta yapmak daha tutarlı olacaktır. Her bir kusurun yarattığı parasal kayıplar belirlenir; düşey ekseninde, büyüklük sıralarına göre yer alır.

Süreçte yapılan iyileştirme çalışmaları sonrası, gerekli verilerin derlenip yeni bir pareto diyagramının çizilmesi ile yapılan çalışmaların etkili olup olmadığı ortaya çıkar. Kusurların bazılarının giderildiği, önem sıralarının değiştiği ve benzeri durumlarla karşılaşılabılır.

## **2.6 Balık Kılıcı Diyagramı (Sebe-Sonuç )**

Bir olayın ortaya çıkmasına neden olan durumlar (sebe) ile ilgilenilen olayın (sonuç) şekilsel gösterimi sebe-sonuç (cause-effect) diyagramı olarak adlandırılır. Görünümleri nedeniyle Balık Kılıcı ya da bu diyagramları geliştiren Dr. K. Ishikawa'nın adıyla da anılır. İlgilenilen olayın nedenlerinin araştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirmektedir (UKH, 2006). Belirlenen sonuç kalınca çizilen yatay bir okun ucuna yazılır ve onu yaratacağı düşünülen temel nedenler de ince oklarla buna birleştirilerek Sebe- Sonuç Diyagramı oluşturulur. Aşağıdaki Şekil 2.21 'de sözü edilen tüm nedenler gösterilmiştir.



Şekil 2.21 Balık kılıçığı diyagramı unsurları

Sonuç olarak belirlenen olay olumlu / olumsuz olabilir. Olumlu olması durumunda arkasındaki nedenler açığa çıkarılabilecek, olumsuz ise düzeltici eylemlerin başlatılması gereği ortaya çıkacaktır. Her sonuca ilişkin birçok nedenden söz edilebilir. Başlıca çalışma yöntemleri (metot), malzeme işgücü, ölçüm, donanım ve çevre ana başlıklarında toplanan nedenlerin her biri bir alt dizi alt nedene de ayrıştırılabilir.

## 2.7 Beyin Fırtınası

Beyin Fırtınası tekniği Sebep- Sonuç Diyagramı oluşturulması sırasında potansiyel düşünceleri ortaya çıkarmak için kullanılır. Yapılacak beyin fırtınası oturumlarında aşağıdaki noktaların göz önünde bulundurulması yararlı olacaktır.

- Her üyeye sırası ile görüşünü söyleme fırsatı verilmesi,
- Görüşlerin niteliğinden çok sayısının önemli olması,
- Eleştirilere izin verilmemesi,
- Çözüm arayışının ön planda tutulduğu resmi olmayan rahat bir ortamın yaratılması
- Diyagramın herkes tarafından rahatça görülmesinin sağlanması,

İlk beyin fırtınası oturumu sonrası, ortaya çıkan görüşlerin olgunlaştırılması amacıyla ara verilir. İkinci oturumda, üyelere görüşlerin bir listesi verilir. Yeni görüşler ortaya çıkmamaya başladığında oturum sona erdirilir. Oluşturulan **Sebepe-Sonuç Diyagramı** üzerinde değerlendirme çalışmaları yapılarak en olası nedenler belirlenir.

#### Nasıl Kullanılır?

1. Nedenleri araştırılacak problemleri belirleyin.
2. Kâğıdın sol tarafına bir kutu içinde problemi yazın, bu kutuya yönelen bir ok çizin.
3. Başlıca olası nedenleri beyin fırtınası yönteminden de yararlanarak belirleyin. Bu nedenleri kutular içine alarak ana ok ile birleştirin. Ana nedenleri gösteren dalların sayısının ideal olarak iki ile altı arasında olmasına dikkat edin.
4. Herhangi bir neden için bunun nedeni nedir? Sorusunu sorun. Verilen cevapları birer yan dal olarak diyagrama ekleyin. Bu işlemi temel nedeni bulana kadar yineleyin.

Burada dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır.

Problemin tanımı üzerinde herkesin hemfikir olmasının sağlanması gerekmektedir. Gurubun deneyimi veya kontrolü dışında kalan problemlerin çözümü için uğraşılmamalıdır. Farklı nedenlerin sıklığını belirlemek için veri toplanmalıdır (Erboz, 2002).

Beyin fırtınası, ortak sorunlar, toplanacak veriler, çözüm önerileri, uygulama önerileri ve karşılaşılabilecek engeller gibi konularda bir fikir listesi oluşturmak amacıyla yapılır. Beyin fırtınasında uyulması gereken kurallar şunlardır:

- Takımın bütün üyeleri katılıma teşvik edilmeli
- Beyin fırtınası sırasında değil, seansın bitiminde tartışılmalı

- Kişiler birbirleri üzerinde yargı ve eleştiride bulunmamalı
- Bütün fikirler takım üyelerinin hepsinin görebileceği bir yere (flip-chart) yazılmalı ve daha sonra üzerinden geçilmeli

Beyin fırtınası düzenli veya düzensiz olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

**Düzenli Beyin Fırtınasının Adımları:**

1. Beyin fırtınasının konusu, tüm üyelere açık bir dille anlatılır.
2. Herkese düşünmek için bir iki dakika süre verilir.
3. Herkese sıra ile düşüncesi sorulur. Kimse ve hiçbir düşünce atlanmaz. Açıklama esnasında tartışma ya da kritik yapılmaz. (Düzensiz beyin fırtınasında takım üyeleri sıra ile değil diledikleri zaman fikir verirler.)
4. Bir kişi açıklanan tüm fikirleri herkesin görebileceği bir yere yazar (Kalder, 2006)

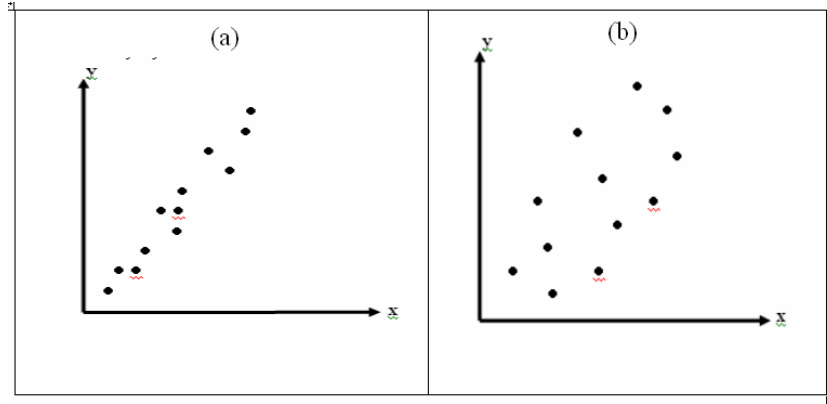
## **2.8 Tabaklama Yöntemi**

Hata sebeplerinin araştırılmasında kullanılan basit bir yöntemdir. Üretimde farklı makinelerden veya tezgâhlardan elde edilen ürünler genellikle aynı yerde biriktirilmekte ve kontroller daha sonra yapılmaktadır. Burada kontroller sonucu elde edilen hatalı ve hatasız ürünlerin hangi makineden kaynaklandığını bulmak oldukça zordur. Bu nedenle farklı makinelerden elde edilen ürünleri farklı yerlerde biriktirmek ve ayrı kontrole tabi tutmak makineye veya tezgâha ait bir olumsuzluğun hemen tespit edilmesini ve hatanın kaynağının bulunmasını sağlar.

## **2.9 Serpilme Diyagramı**

Üretilen ürünün kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek üzere kullanılan bir yöntemdir. Söz konusu özelliklere ait veriler bir grafik üzerinde noktalanarak aralarındaki korelasyon (ilişki) katsayısı bu grafik yorumlanılarak belirlenir. Korelasyon kelimesi, iki ayrı özelliğin birbiri ile ne derece bağlantılı

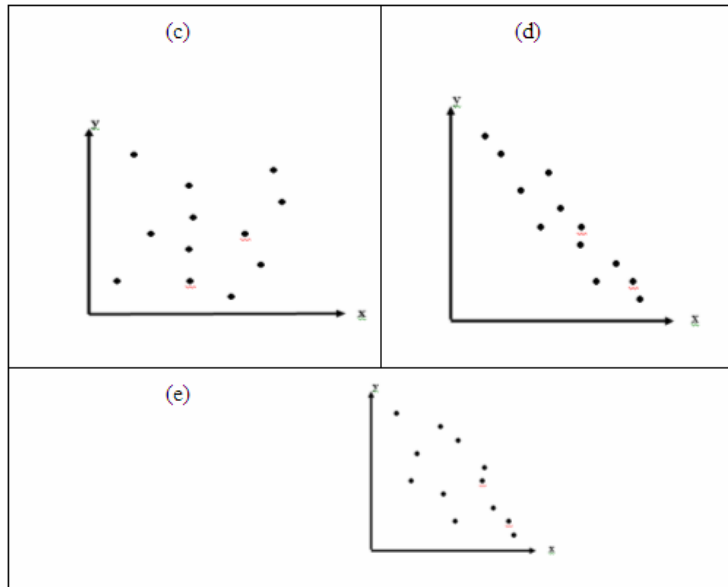
olduğunu göstermek için kullanılır. Uygulamada genellikle bir ürünün karakteristiğinin, üretim sürecinin karakteristiği ile ilişkili olup olmadığı araştırılır.



Şekil 2.22 Serpilme diyagramları 1

Şekil 2.22 Serpilme diyagramları a incelenecek olursa: x arttıkça y de artmaktadır. Diyagram da pozitif ve sıkı bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz. x arttıkça y daha büyük değerler almaktadır. Ancak dağılım alanı çok genişlemiştir. x ile y arasında pozitif ancak zayıf bir ilişki vardır diyebiliriz.

Şekil 2.23 Serpilme diyagramları b incelenecek olursa: Bu tür görüntü x ile y arasında hiçbir ilişki yok demektir.



Şekil 2.23 Serpilme diyagramları 2

Bu tür görüntü x ile y arasında hiçbir ilişki yok demektir. x arttıkça y azalmaktadır. Noktalar birbirine yakındır. Dolayısıyla x ile y arasında azalan



(negatif) ve sıkı bir ilişki vardır diyebiliriz.  $x$  arttıkça  $y$  azalmaktadır. Noktalar birbirine uzaktır. Dolayısıyla  $x$  ile  $y$  arasında azalan (negatif) ve gevşek bir ilişki vardır diyebiliriz.

## **2.10 Kontrol Şemaları ve Proses Yeterlilik Analizi**

Kontrol şemaları istatistiksel proses kontrol yöntemleri içerisinde en fazla kullanılan tekniktir. Bu konuda ilk taslak 1924 yılında W.A. Shewhart tarafından hazırlanmıştır. Bu nedenle “Shewhart Grafiği” de denir (Bureau Veritas, 2007).

Doğada hiçbir şey diğerinin aynısı değildir. Bu bir doğa kanunudur ve bilimsel olarak kanıtları mevcuttur. Üretilen her ürünün veya onu oluşturan parçaların, kalite özellikleri ile ilgili olarak değişkenlik göstermeleri doğaldır.

Kalite özelliklerini iki türde sınıflandırabiliriz. Bunlar;

1. Ölçülebilen kalite özellikleri,
2. Ölçülemeyen kalite özellikleri

### **2.10.1 Ölçülebilen Kalite Özelliklerinde Kullanılan Kontrol Şemaları**

Kontrol kartlarında 2 temel kontrol dışı durum belirtisi vardır. Bunlar teker teker incelenir. Analize başlarken, önce R grafiği analiz edilmeli, daha sonra X grafiğine geçilmelidir.

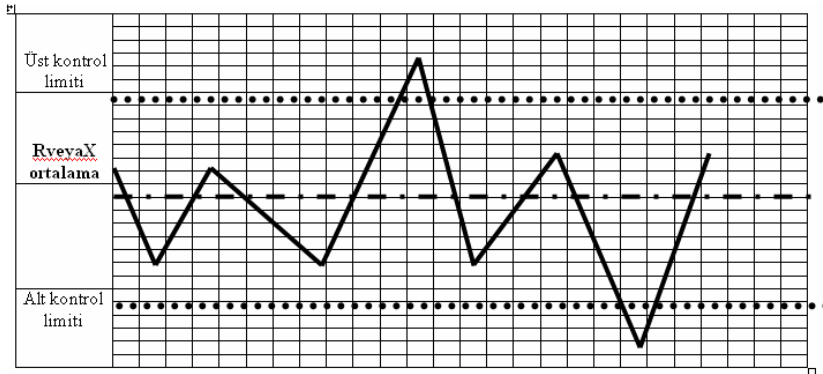


Tablo 2.3 İPK kayıtları tutulması için yapılmış Excel programı,  $\bar{X}/\sigma$  tablosu

PROSES KONTROL DİYAGRAMI ( $\bar{X}/\sigma$ )		PARÇA ADI	FREKANS	OP. NO	TARİH				
		KARAKTERİSTİK	SPEKİFİKASYON	MAKİNE ADI	ÖRNEK ADEDİ				
						DÜŞÜNCELER			
						$ÜKL_1 = \bar{\bar{x}} + A_1 \cdot \bar{\sigma}$		$AKL_1 = B_1 \cdot \bar{\sigma}$	
						VARDİYA			
SAAT									
GÜN									
X 1									
X 2									
X 3									
X 4									
X 5									
X 6									
X 7									
X 8									
$\Sigma X$									
$\bar{X}$									
$\sigma$									

## 2.10.2 Kontrol Dışı Durum 1

Tablo 2.4 İPK’de sürecin kontrol dışı durumu (Ford Otosan, 1998)

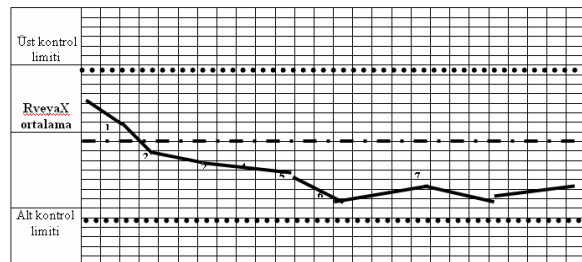


Tablo 2.4’deki grafik R grafiği olarak kabul edilirse; ilk kontrol edilmesi gereken kontrol limitinin doğru bulunup bulunmadığıdır. İkinci nokta ise, çizilen noktanın yanlış hesaplanmış veya çizilmiş olabileceğidir. Ölçme metodu, prosesi değişmiş olabilir. Parçalar arası değişkenlik artmıştır, makinede yetersiz bakım ya da o noktada deneyimsiz operatörün devreye girdiğinin belirtisi olabilir. Bu gibi araştırmalar hemen yapılmalıdır. Hatalı ürünler, sağlam ürünlerden ayrılmalıdır.

Tablo 2.4’deki grafiği ‘X’ ortalama grafiği olarak kabul edersek; Kontrol limiti **ya da** çizilen nokta yanlış hesaplanmış veya çizilmiş olabilir. Ölçme metodu veya prosesi değişmiş olabilir. Proses o noktada ötelenmiştir. Makine yanlış ayarlanmış, malzeme değişmiş, gereksiz operatör müdahalesine maruz kalınmış olabilir.

## 2.10.3 Kontrol Dışı Durum 2 (7’lerin Koşusu)

Tablo 2.5 İPK’ de sürecin kontrol dışı durumu yaklaşma (7’lerin koşusu)



Tablo 2.5 incelemek olursa; ortalamasının altında veya üstünde birbirini takip eden 7 nota ve sürekli artma veya azalma eğilimi gösteren ardışık noktalar vardır.

‘R’ veya ‘X’ ortalama grafiğinde, sürecin kötüleştiğinin habercisidir. Vardiya değişimi, hatalı malzeme girdisi, ölçme metodu değişimi, makinede arıza, operatör değişimi olabilir. Ölçme sisteminde bir yuvarlatmanın habercisi olabilir. Proseste tedbir alınıp düzeltme yapılmış olabilir. Ölçmede hataları örtbas eden bir ölçüm prosesi kullanılmış olabilir (Ford Otosan, 1998).

Tablo 2.5’de ‘X’ ortalama grafiği, prosesin ortalaması değişmiştir. Muhtemelen ayar işlemi yapılmış olabilir. Ölçme metodu prosesi değişmiş olabilir. Operatör yorgunluğu olabilir (güç gerektiren), Paydoslara ya da aralara yaklaşırken muhtemel operatör hataları. Makinede aşınma (torna kalem) Prosesi etkileyen faktörlerin değişimi olabilir ( sürekli azalan veya artan sistem havası gibi).

## 2.11 Proses Yeterlilik Analizi

Kontrol şemalarında dağılımı normal dağılıma benzeyen ya da uyan, bir prosesin çıktılarının; resim; spesifikasyon şartlarına göre mukayesenin yapılarak, prosesin belirtilen şartları sağlayıp sağlayamayacağını görmek için kullanılan bir metottur.

Bir prosesin yetenekli olup olmadığını ve prosesin nominal değere göre merkezlenip merkezlenemediğinin ölçüsü iki adet indisle belirlenir. Bunlardan **birincisi**; prosesin yeterliliğinin göstergesi olan  $C_p$  ve ikincisi de; merkezlenmenin **ya da** ayarlamasının göstergesi olan  $C_{pk}$  dır.

Eğer bu yeterlilik çalışmaları, bir proseste ilk defa yapılıyorsa ve numuneler arka arkaya ara vermeden ölçülüp kaydediliyorsa, indisler  $P_p$  ve  $P_{pk}$  olarak gösterilirler. Formüllerde bir değişiklik olmaz (Bureau Veritas, 2007).

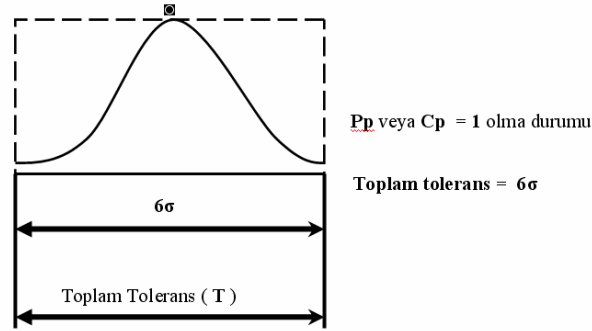
### 2.11.1 Cp – Pp Proses Yeterlilik İndisi

Resim spesifikasyon aralığı dediğimiz toplam tolerans bölgesi ile normal dağılım aralığı dediğimiz  $6\sigma$  değerinin oranıdır. Formülü aşağıda verilmiştir.

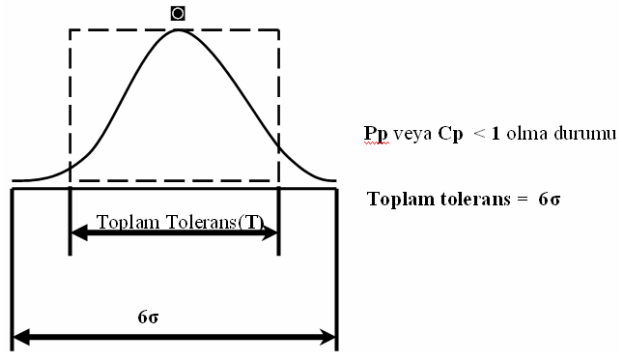
$$\text{ToplamTolerans} = \text{ÜSL} - \text{ASL} = T \quad (2.10)$$

$$Cp(\text{veya}Pp) = \frac{T(\text{toplamtolerans})}{6\sigma} \quad (2.11)$$

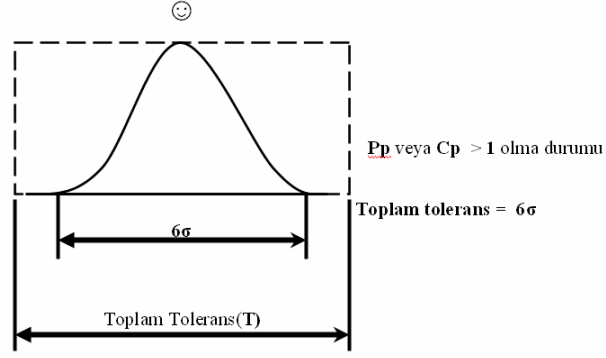
Formülden de anlaşılacağı üzere Cp veya Pp değerinin 1'den büyük olması gerekir. Aşağıda Şekil 2.24, Şekil 2.25 ve Şekil 2.26'de Cp veya Pp nin grafik olarak anlatımı gösterilmiştir.



Şekli 2.24 Toplam tolerans ve  $6\sigma$  eşit



Şekli 2.25 Toplam tolerans küçük, 6 sigma



Şekli 2.26 Toplam tolerans büyük,  $6\sigma$

Şekil 2.26’de sadece Cp’nin 1 den büyük olması prosesin hurdasız üretim yaptığını göstermez. Cp sadece prosesin doğru olarak ayarlandığı taktirde, belirtilen toleranslarda üretim yapılıp yapılamayacağını göstergesidir (Bureau Veritas, 2007).

### 2.11.2 Cpk - Ppk (Proses Merkezlenmesi)

Bir prosesin çıktılarının, resimde belirtilen nominal değere göre mukayesesini gösteren yetenek indisi, proses merkezlemesi ya da ayarı denilen Cpk veya Ppk indisleriyle gösterilen değerlerdir. Sadece Ppk veya Cpk değeriyle prosesin ne kadar hurda üretme imkanının olduğu anlaşılabilir.

Eğer standart da sapma hesaplaması yok ise yani X-R grafiği çalışması yapılmışsa

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d^2} \text{ formülüyle hesaplanır.} \quad (4.3)$$

Örnek olarak kapı aralığı bizim toleransımız ise, kişinin fiziksel yapısı prosesimizin sonucu olarak kabul edilir.

Üretim analizi için iki soru sorulur.

1. Kişi kapıdan girebilecek ölçüde mi?
2. Eğer kişi kapıdan geçebilecek ölçülere sahip ise kapının sağ tarafına mı yakın geçiyor sol tarafına mı yakın geçiyor yoksa her iki tarafa (istenilen durum) eşit mesafeden mi geçiyor?

$$Cpk, (Ppk) = \frac{\bar{x} - ASL}{3\sigma} \quad \text{formülü ile hesaplanır.} \quad (2.12)$$

veya,

$$Cpk, (Ppk) = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \quad \text{formülü ile hesaplanır.} \quad (2.13)$$

Hesap sonucu küçük olan değer alınır. Hedef 1 den büyük değerlerdir. Ppk veya Cpk'nın olacağı en büyük değer Pp veya Cp'nin değeridir. Unutulmaması gereken şey Ppk'nın veya Cpk'nın Pp veya Cp'den büyük olamayacağıdır. Formülde görüleceği üzere Ppk veya Cpk'nın iki formülü vardır. Bunlardan ilki ortalamanın alt tolerans değerine göre, diğeri ortalamanın üst tolerans değerine; yani kapının sağ tarafına göre mukayesesidir. Hangi tarafa yaklaşırsa o tarafa sürtünme ihtimali fazla olduğundan küçük değer kritiktir ve bu değer alınır (Bureau Veritas, 2007).

### 2.11.3 Yeterli Bir Üretim Prosesi Neden Hatalara Yol Açar?

Ortalama Bozukluğu: İmalat süreci doğru şekilde ortalanmamıştır. Ayarlama toleransın orta noktasına göre düzenlenmelidir.

Yanlış Muayene cihazı: Muayene cihazı sadece ürünün toleransa uygunluğu hakkında bilgi verir. Bu tür cihazlar süreci ayarlamak için uygun değildir. Cihazlar tolerans genişliğinin en az on katını ölçebilmelidir.

Üretim sürecinde eğilimler vardır. Örneğin kesme kalıplarında kalıbın sürtünmesinden dolayı ölçü küçülmesi eğilimi vardır. Bu sürecin doğal işleyişidir.



Üretim prosesinde düzensizlikler: Üretimde ani değişiklikler usta vb. veya ısınma süresi gibi (fırın) durumlar vardır. Böyle üretim prosesinde ayar veya önlemlere ihtiyaç duyulur. Bu önlemlerin nasıl olacağı genelde deneyimlerle ortaya çıkar.

Karışık parti: Tam olarak aynı şartlar altında üretilmemiş birimlerin oluşturduğu partidir. Örneğin; çok sayıdaki iş makinesi arasındaki aktarmalar gösterilebilir. Önlem alınmalıdır.

Üretim planlaması: Ürün üretilmeden önce planlama gereklidir. Planlamamın kalite üzerinde doğrudan etkisi vardır. Planlama her bir üretim kademesi için yapılır. Plan varsa gözden geçirilerek gerekli düzeltmeler yapılır.

### 3. METERYAL ve METOT

#### 3.1 Çalışmanın Yapıldığı İşletme

Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş İzmir Bornova'da 20000 m<sup>2</sup> kapalı alan, toplam 30000 m<sup>2</sup> alan üzerine kuruludur. Otomotiv sanayi başta olmak üzere, bir beygirden küçük elektrik motorları üretmektedir. İklimlendirme ve soğutma sistemleri için fanlar, silecek motoru, radyatör fan motoru, kalorifer motoru, klima motoru, takviye motoru, kaynak makinesi tel sürme motoru, gölge kutuplu motorlar, devre kesici motorlar, kombi motorları ürünleri arasında yer almaktadır. 1958 yılından bugüne üretim yapan firma 200 çalışana sahiptir. Önemli müşterilerinden, Ford-Otasan, Bosch, Temsa, Vestel, Klimasan, Kale Oto Radyatör, Arsal, Uğur Soğutmacılık, Safkar, yerli müşteridir, DCM Texdyne (ABD), Siroco (FR), Kalori (FR), Kırks (ABD), Konvekta (ALM), Aurora (ALM), G&C (HOL), Eberspacher (FR), Thermo King (İTL) yabancı müşterileridir. Yukarıdakiler gibi birçok firmaya elektrik motoru satmaktadır.

#### 3.1.2 Firmanın Kalite Durumu

Uygulama yapılan firma, kuruluşundan itibaren ürettiği mamullerde devamlı kaliteyi hedeflemiştir. Bu hedef, firmanın ilk kuruluşundan bugüne gelişerek devam etmiştir. Müşteri istek ve beklentilerini karşılayacak ürünler üretilip, satışlarını arttırmak, firmanın Kalite Politikasını ortaya koymaktadır. Müşterilerin talepleri doğrultusunda, kalite, güvence ve istatistiksel proses kontrol çalışmaları firma bünyesinde daha da önem kazanmıştır.

Firma müşteri denetimlerinden Siroco (FR):94, A grubu tedarikçi olarak başarılı olmuştur. Sıfır hata amacıyla çalışan firma, oluşturulmuş kalite kültürü sayesinde, hatalı mamul, üretim aşamasında tespit edilip, ret bölgelerine ayrılır. Firma 1998 yılında TÜBİTAK Teknoloji Ödülüne layık görülmüştür (İnt. Kayn. 1, 10.01.2007).

Ayrıca ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi'ne sahiptir. Bunun yanında Türkiye sanayisinde sayısı sadece 410'nu bulan firmanın sahip olduğu ISO-TS 16949 Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi belgesini Mayıs ortasında almış. Haziran ortasında ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve ISO OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kalite Yönetim Sistemi çalışmalarını başarıyla tamamlamayı planlamaktadır. Bunun yanında Ford'un, tedarikçilerinden istediği Q1 belgesi için de başvuru sürecindedir. Ford teknik resimlerinde belirtilen kritik karakteristik olarak tanımladığı ölçülere İPK istemektedir. Hazırlanmış olan tez yardımıyla Ford firması için üretilen silecek motor için belirtilen ölçülere İPK yapılmış ve İleri Ürün Kalite Planlaması (İÜKP),(Advanced Product Quality Planning, APQP), dosyasına konulmuştur. ISO-TS 16949 Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi belge denetlemesinde bu dosya incelenmiş ve Alman denetçi tarafından doğrulanmıştır.

### **3.1.3 Kullanılan Malzemeler**

Uygulama çalışmaları talaşlı imalat bölümü olan mil üretim ve montaj bölümlerinde yapılmıştır. 6 mm çapındaki C45 Pb mili, hava sensörü, C-pimi deliği, mil tam boy ölçüsü ve montaj sonrası motor tam boyu ölçümü üzerinde çalışılmıştır.

### **3.1.4 Kullanılan Ölçü Aletleri**

Öncelikle İPK yapmadan önce ölçü aletlerinin doğru sonucu verebilecek yetenekte olduğunun kanıtlanması gerekir. Bu durumda ölçü aletlerinin kalibrasyonu yapılması gerekir. Kalibrasyon ortamı; tozsuz, titreşimsiz, hava akışı olmayan, elektromanyetik girişimden uzak, sıcaklık ve nem kontrolü yapılan bir laboratuarda oluşturulmalıdır.

Tablo 3.1 Tavsiye edilen laboratuvar şartları (Ege, 2006)

Sıcaklık	20±1°C
Bağıl nem	%45±5 RH
Toz	0,5µm büyüklüğündeki paça sayısı 3x10 <sup>7</sup> /m <sup>3</sup>
Aydınlatma	100 Lux
Laboratuvar	Bodrumda ya da zeminde olmalı doğrudan güneş ışığı olmamalı. Pencere varsa kuzeye bakmalı. Pozitif basınç ve filtre sistemi olmalı. Özel giriş odası olmalı.
Titreşim	0,5µm yer değiştirme ya da 200 Hz'e kadar olan frekanslarda 0,002 g'yi aşmamalı.

Firmada kullanılan ölçü aletleri Uluslararası Metroloji Merkezine izlenebilirliği firma dışına akredite olmuş bir laboratuvar aracılığıyla etalonları ile sağlamaktadır. Ayrıca kalibrasyon konusunda eğitimli elamanları vardır (Bunlardan biri tez yazarıdır).

Söz konusu eğitim “Boyutsal Kalibrasyon” eğitimidir. Eğitim İzmir Makine Mühendisleri Odası’ndan (İMMO) alınmıştır. Eğitim sonunda yapılan sınavdan başarılı olan tez yazarı başarı belgesi almaya hak kazanmıştır.

Tezin diğer bir kısmı olan “Kalite Kontrol Seti Tasarımı” bölümünde, alınan ölçü aletlerinin kalibre işlemleri yapılmıştır. Belirsizlik hesabı Excel’de hazırlanan bir program yardımıyla hesaplatılmış, uygun ölçü aletleri kullanıma verilmiştir. Ölçü aletlerinin belirsizlik hesabı aşağıdaki yöntem kullanılarak yapılmıştır (Ege, 2006).

Dijital mikrometre 0,001 hassasiyetinde, dijital kumpas 0,01 hassasiyetinde ve master blokları kullanılmıştır.

### 3.1.4.1 Ölçü Aletleri Belirsizlik Hesabı

$$u_{bb} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.1)$$

Genişletilmiş belirsizlik (%95 güvenilirlik seviyesinde k=2 ile)

$$u_{gb} = 2.u_{bb} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.2)$$

Örnek hesap

Cihaz 0–150 mm dijital kumpas, okunabilirlik d;0,01mm

Ölçüm yapılan master 100mm DIN 861, 1 sınıf

Ölçümler;

100.01, 100.00, 100.02, 100.00

Laboratuvar sıcaklığı 20 °C ±2 °C

#### 1. Referans belirlisizliği

Mastarı kalibrasyon sertifikasına bakıldığında belirsizlik değeri

Örneğin; %95 güvenilirlikte ±0,7µm olarak verilmiş.

$$u_1 = \frac{0,7}{2} = 0,35 \mu m \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.3)$$

#### 2. Okuma belirsizliği

$$u_2 = \frac{10}{2\sqrt{3}} = 2,89 \mu m \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.4)$$

10 µm burada ölçü aletinin okuma hassasiyetidir.

#### 3. Tekrarlanabilirlik

Ortalama

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{100,01 + 100,00 + 100,02 + 100,02 + 100,00}{5} = 100,01 mm$$

Standart sapma

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{n - 1} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.5)$$

$$\sqrt{\sigma} = \frac{(10001-1000)^2 + (10000-1000)^2 + (10002-1000)^2 + (10002-1000)^2 + (10000-1000)^2}{4}$$

$$\sigma = 0,01 \text{ mm} = 10 \mu\text{m}$$

$$u_3 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{10}{5} = 4,47 \mu\text{m} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.6)$$

#### 4.Sıcaklığın etkisi

Mastarın uzaması ve kısılması

$$\Delta \ell_{\text{mastar}} = LX \alpha \Delta T = 100 \times 11,5 \times 10^{-6} \times 2 = 0,0023 \text{ mm} = \pm 2,3 \mu\text{m} \quad (3.7)$$

$$\Delta \ell_{\text{mastar}} = LX \alpha \Delta T = 100 \times 11,5 \times 10^{-6} \times 2 = 0,0023 \text{ mm} = \pm 2,3 \mu\text{m} \quad (3.8)$$

$$u_4 = \frac{\sqrt{2,3^2 + 2,3^2}}{\sqrt{3}} = 1,88 \mu\text{m} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.9)$$

Toplam belirsizlik

$$u_{bb} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

$$u_{bb} = \sqrt{0,35^2 + 2,89^2 + 4,47^2 + 1,88^2} = 5,66 \mu\text{m}$$

Geniştirilmiş belirsizlik (%95 güvenilirlik seviyesindeki k;2 ile)

$$u_{gb} = 2 \cdot u_{bb}$$


$$u_{gb} = 2 \times 5,66 = 11,3 \mu\text{m}$$

Sertifikada verilecek değer; 0,011 mm


Kullanılacak tanım, Ölçüm belirsizliği en az %95 güvenilirlik seviyesinde verilmelidir.

İşletme bünyesinde tüm ölçü aletlerinin, kumpas mehengir, mikrometre, açı ölçer, torkmetre, mastarlar, gönyeler gibi aletlerin ölçümlene ve yeterlilikleri kontrol edilmiştir.

Tablo 3.2 Kumpas kalibrasyon formu 1


 ANADOLU'NUN PADLAYAN YILDIZI <b>KALİBRASYON FORMU</b>		REF. BELIRSİZLİĞİmm	<b>0,000100</b>				
		KALB.TARIHI	<b>04.09.06</b>				
		GELECEK K.TAR.	<b>04.09.07</b>				
CİHAZIN	KODU	:AKÜ-007	ÖLÇÜM ARALIGI mm	<b>0</b>	<b>150</b>		
	CİNSİ	:MEKANİK KUMPAS	ÖLC.HASSASİYETİmm	<b>0,02</b>			
	MARKASI	:MITUTOYO	AIT OLDUGU BÖLÜM	:TEF			
	SERİ NO		KALIB.TALIMAT NO	KUMPAS KALB. TALİMATI			
<b>20</b>	SICAKLIK		ORTAM NEMİ (%45±15) %40				
<b>KULLANILAN KALİBRASYON CİHAZLARI</b>							
MARKA	MODEL	SERİ NO	SON KAL.TAR	KALİBRE EDEN			
OPUS	JOHNSON M.T.			:MITUTOYO			
MITUTOYO	MIKROMETRE			:MITUTOYO			
GÖRÜNÜM KONTROLÜ: HATA GÖRÜLMEDİ.							
SIFIR AYAR KONTROLÜ:SIFIR AYAR KONTROLÜ UYGUN.							
FONKSİYON KONTROLÜ:CALISMAYAN KISIM YOK.							
ÖZELLİK ADI		REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA	REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA
DIS BOYUT ÖLÇÜM		41,300	<b>41,300</b>	OK	131,400	<b>131,400</b>	OK
		41,300	<b>41,300</b>	OK	131,400	<b>131,400</b>	OK
		41,300	<b>41,300</b>	OK	131,400	<b>131,400</b>	OK.
İÇ ÇAP ÖLÇÜMÜ		10,600	<b>10,585</b>	OK.	20,300	<b>20,287</b>	OK
		10,600	<b>10,586</b>	OK.	20,300	<b>20,288</b>	OK
		10,600	<b>10,588</b>	OK.	20,300	<b>20,289</b>	OK.
KADAME ÖLÇÜMÜ		50,000	<b>50,000</b>	OK.	95,000	<b>95,000</b>	OK
		50,000	<b>50,000</b>	OK.	95,000	<b>95,000</b>	OK
		50,000	<b>50,000</b>	OK.	95,000	<b>95,000</b>	OK.
DERİNLİK ÖLÇÜMÜ		25,500	<b>25,500</b>	OK.	90,300	<b>90,300</b>	OK.
		25,500	<b>25,500</b>	OK.	90,300	<b>90,300</b>	OK.
		25,500	<b>25,500</b>	OK.	90,300	<b>90,300</b>	OK.
<b>KALİBRASYONUN SONUCU</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> UYGUN		<input type="checkbox"/> UYGUN DEĞİL		<input type="checkbox"/> SARTLI KULLANIM			
AÇIKLAMA:TOPLAM BELIRSİZLİK		<b>5,77523439</b>		µm'dir.			
KALİBRASYONU YAPAN,İMZA <b>NURHAK SEVER</b>			ONAYLAYAN,İMZA <b>YRD. DOÇ. DR. ABDURRAHMAN KARABULUT</b>				

Tablo 3.3 Kumpas kalibrasyon formu 2

 ANADOLU'NUN PARLAYAN YILDIZI REF. BELIRSİZLİĞİmm		<b>KALİBRASYON FORMU</b>		<b>0,000100</b>			
		KALB.TARIHI		04.09.06			
REF. BELIRSİZLİĞİmm		GELECEK K.TAR.		04.09.07			
CİHAZIN	KODU	:AKÜ-004		ÖLÇÜM ARALIGI mm	0	25	
	CİNSİ	:MEKANİK MİKROMETRE		ÖLC.HASSASIYETİmm	0,01		
	MARKASI	:MITUTOYO		AIT OLDUGU BÖLÜM	:TEF		
	SERİ NO			KALIB.TALIMAT NO	KUMPAS KALB. TALİMATI		
20	SICAKLIK		ORTAM NEMI (%45±15) %40				
<b>KULLANILAN KALİBRASYON CİHAZLARI</b>							
MARKA	MODEL	SERİ NO	SON KAL.TAR	KALİBRE EDEN			
OPUS	JOHNSON M.T.			KALMEM			
MITUTOYO	MİKROMETRE			KALMEM			
GÖRÜNÜM KONTROLÜ: HATA GORULMEDİ.							
SIFIR AYAR KONTROLÜ:SIFIR AYAR KONTROLÜ UYGUN.							
FONKSİYON KONTROLÜ:CALISMAYAN KISIM YOK.							
ÖZELLİK ADI		REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA	REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA
DIS BOYUT ÖLÇÜM		10,000	10,000	OK	15,000	15,000	OK
		10,000	10,000	OK	15,000	15,000	OK
		10,000	10,000	OK	15,000	15,000	OK.
		22,000	22,000	OK.			
		22,000	22,000	OK.			
		22,000	22,000	OK.			
<input checked="" type="checkbox"/> <b>KALİBRASYONUN SONUCU</b> <input type="checkbox"/>							
UYGUN			UYGUN DEĞİL		SARTLI KULLANIM		
AÇIKLAMA:TOPLAM BELIRSİZLİK			2,88848335		µm'dir.		
KALİBRASYONU YAPAN,İMZA NURHAK SEVER				ONAYLAYAN,İMZA YRD. DOÇ. DR. ABDURRAHMAN KARABULUT			



Tablo 3.4 Mikrometre kalibrasyon formu

 ANADOLU'NUN PARLAYAN YILDIZI <b>KALİBRASYON FORMU</b>		<b>0,000100</b>					
		KALB.TARIHI	<b>04.02.2007</b>				
REF. BELIRSİZLİĞİmm		GELECEK K.TAR.	<b>04.02.2008</b>				
CİHAZIN	KODU	<b>:AKÜ-005</b>	ÖLÇÜM ARALIGI mm	<b>0</b>	<b>25</b>		
	CİNSİ	<b>:DİJİTAL MİKROMETRE</b>	ÖLC.HASSASİYETİmm	<b>0,001</b>			
	MARKASI	<b>:MITUTOYO</b>	AIT OLDUGU BÖLÜM	<b>:TEF</b>			
	SERİ NO						
<b>20</b>	SICAKLIK		ORTAM NEMİ (%45±15) %40				
<b>KULLANILAN KALİBRASYON CİHAZLARI</b>							
MARKA	MODEL	SERİ NO	SON KAL.TAR	KALİBRE EDEN			
MITUTOYO	JOHNSON M.T.		04.02.2012	MITUTOYO			
GÖRÜNÜM KONTROLÜ: HATA GORULMEDİ.							
SIFIR AYAR KONTROLÜ:SIFIR AYAR KONTROLÜ UYGUN.							
FONKSİYON KONTROLÜ:CALISMAYAN KISIM YOK.							
ÖZELLİK ADI		REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA	REF.DEĞ	OKUNAN	SAPMA
DIS BOYUT ÖLÇÜM		10,000	<b>10,000</b>	OK	15,000	<b>15,000</b>	OK
		10,000	<b>10,000</b>	OK	15,000	<b>15,000</b>	OK
		10,000	<b>10,000</b>	OK	15,000	<b>15,000</b>	OK.
		22,000	<b>22,000</b>	OK.			
		22,000	<b>22,000</b>	OK.			
		22,000	<b>22,000</b>	OK.			
<b>KALİBRASYONUN SONUCU</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> UYGUN		<input type="checkbox"/> UYGUN DEĞİL		<input type="checkbox"/> SARTLI KULLANIM			
AÇIKLAMA:TOPLAM BELIRSİZLİK		<b>0,30550509</b>		µm'dir.			
KALİBRASYONU YAPAN,İMZA NURHAK SEVER			ONAYLAYAN,İMZA YRD. DOÇ. DR. ABDURRAHMAN KARABULUT				

Proje kapsamında alınan ölçü aletlerinin bazılarına ait kalibrasyon formunu yukarıda görülen proje kapsamında alınan ölçü aletlerine yapılmıştır. Kalibrasyon ile ölçü aletlerini doğrulama yapılmıştır. Yukarıda görülen tablolar Excel'de hazırlanmış bir belirsizlik hesaplama programıdır. Renkli kısımlara yapılan ölçümler yazılarak ölçü aletinin belirsizliği hesaplanabilmektedir. Bir ölçü aletinin 'uygun' olması için kendi hesaplanan belirsizlik ölçü aletinin okuma hassasiyetinden küçük çıkması gerekir.

Ölçü aletinin fonksiyon kontrolü yapılırken bir hata ile karşılaşırsa ölçü aleti 'kal' edilir. Kullanılmaması için üretimden **alınır**; gözetim altında tutulur. Kal edilen ölçü aletinin kilitli dolaplarda saklanması ve kırmızı etiket ile tanımlanması gerekmektedir. Tamiri mümkün ise gerekli tamire gitmesi sağlanmalıdır.

## **3.2 Kullanılan Yöntemler ve Özellikler**

### **3.2.1 İstatistiksel Proses Kontrolde Ölçme Tekniği**

İlgili boyutların yanlış ölçülmesi, iyi parçanın ıskartaya ayrılmasına ve hatta daha da kötüsü; istenilen kalite özelliklerinde olmayan parçaların müşteriye gönderilmesine kadar uzanabilir. Bu nedenle imalat tekniğinin yanında ölçüm tekniğinin de önemi çok büyüktür.

Aşağıda bu konuda dikkat edilmesi gereken hususlar sıralanmıştır.

- Kullanılacak master ve cihazlar hakkında bilgi içeren kontrol talimatı konmalıdır.
- Ölçüm parametreleri (Ölçme noktası, kuvvet, v.s) tam tarif edilmelidir.
- Cihazların temizliği ve dış görünümüne dikkat edilmeli, skala veya göstergeler iyi okunabilir olmalıdır.
- Ayarlar ve kontrol aletlerinin kalibrasyonu belirlenmeli ve kalibrasyon tarihi geçmiş bir ölçü aleti kullanımda olmamalıdır.
- Sabit, değişkenlik olmayan ve modüler ölçme aletleri kullanılmalıdır.

- Farklı tipte malzemelerin ölçümü için ayarı kolay aparat veya cihazlar kullanılmalıdır.
- Çok yönlü fonksiyonlar için cihazlar tercih edilmeli, cihazların mümkün olduğunca az kumanda elamanı olmalıdır.
- Bir ölçü için iki kontrol aleti değil, benzer ölçüler için aparat tasarlanmalıdır.
- Dışarıdan cihaz veya aparat alımlarında güvenilir olmalıdır.
- Ölçülen ölçüler hesap ile değil, direkt ölçü aletinden okunan bir ölçü olmalıdır.
- Kullanıcı etkisi minimuma indirilmelidir.
- Cihazları ve aparatları sıfırlamak için Johnson Masterları kullanılmalıdır.

### 3.2.2 Ölçüm Sistem Analizi (ÖSA)

Ölçüm aletinin doğruluğu kalibrasyonla sağlanırken; ölçüm yapacak operatörün yeteneği ÖSA yöntemiyle ölçülür. Ayrıca sistemin değerlendirilmesi; yani standart olarak belirlenen kontrol aletinin kontrollü de ÖSA ile yapılmaktadır. Ford bu konuda İÜKP ürün dosyasında kullanılan ölçü aletinin kalibrasyonunu ve ölçüm yapan elamanından ÖSA istemektedir.

Ölçme yeterliliğinin yapılabilmesi için alınan ayar mastarı aynı kişi tarafından 50 defa arka arkaya ölçülmüştür. Ölçme cihazı ve ölçüm ile ilgili veriler Şekil 3.1’de görülen forma yazılmıştır.

Yapılan deney sonucunda toplanan veriler elde edilmiştir.

Ayar mastarının teorik değeri; 6,000 mm

Üst sınır değeri; 6,003 mm

Alt sınır değeri; 5,997 mm

Tolerans aralığı (T): 0,003-(-0,003) T:0,006 mm’dir.

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler Şekil 3.1de verilmiştir.

	ölçüm sonuçları									
örnek numune 1	1	1	1	2	2	1	0	1	0	2
örnek numune 2	2	1	0	2	0	1	1	0	1	1
örnek numune 3	1	0	1	2	-1	0	1	0	2	2
örnek numune 4	1	-1	2	2	2	-1	2	-1	1	1
örnek numune 5	2	1	2	0	2	-1	1	-1	2	1

Şekli 3.1 Ölçüm sistem analizi verileri (ölçüler µm cinsindedir) (Faz, 2007).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.10)$$

$$\bar{x} = 0,90 \text{ µm.dir.}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad S=0,99$$

$$T: 0,006$$

$$C_{gm} = \frac{0,2T}{6S_w} = 2,0 \text{ formülü ile hesaplanır.} \quad (3.11)$$

$$C_{gmk} = \frac{(Xg + 0,1T) - \bar{X}}{3S} = \frac{(2 + 0,1 \times 0,006) - 0,90}{3 \times 0,99} = 2,3 \quad (3.12)$$

yada

$$C_{gmk} = \frac{\bar{X} - (Xg + 0,1T)}{3S} = \frac{\bar{X} - (2 + 0,1 \times 0,006)}{3 \times 0,99} = 1,6 \quad (3.13)$$

Ölçüm yeterliliği için  $C_{gm}$  ve  $C_{gmk} \geq 1,33$  olmalıdır (Ölçüm sistem Analizi, MSA Manual). Yapılan ölçüm yeterlilik araştırmasında elde edilen değerler ise;

$$C_{gm} = 2,0$$

$$C_{gmk} = 1,6 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Bu verilere dayanarak ölçme yeterlidir denir (MSA, 2000).

**R & R Nitelik Ölçümü ve Sonuçlandırılması****Rapor**

Rev: 6/2/2003

**Nitelik tanımı (5)**

(Must Enter Information)

**Geçer****Geçmez**

DATE: 30-Nis-2007

NAME: Nurhak Sever

PRODUCT: 1161

BUSINESS: 6206018

Bütün operatörler aynı fikirdemi  
Bütün operatörler standart ile aynı fikirdemi**İsteğe Bağlı; Operatör isimleri**

Delete Data	ilineneler	münip eren		güney kunduracı		metin aksoy		Y/N	Y/N		
		num une	Standard	Try #1	Try #2	Try #1	Try #2			Try #1	Try #2
	1	Geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	Y
	2	Geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	Y	Y
	3	Geçmez	geçmez	geçmez	geçer	geçer	geçmez	geçmez	geçmez	N	N
	4	Geçmez	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	N
	5	Geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	Y
	6	Geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	Y
	7	Geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	Y	Y
	8	Geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	Y
	9	Geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	geçer	Y	Y
	10	Geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	geçmez	Y	Y
% APPRAISER SCORE <sup>(1)</sup> ->		100,00%		100,00%		100,00%					
% SCORE VS. ATTRIBUTE <sup>(2)</sup> ->		9,00%		8,00%		9,00%					

SCREEN % EFFECTIVE SCORE<sup>(3)</sup> -> 9,00%SCREEN % EFFECTIVE SCORE vs. ATTRIBUTE<sup>(4)</sup> -> 8,00%**Notlar**

- 1) Operatörün ölçümlerinin birbirine olan tutarlılığı
- 2) Verilen standart ile operatör arasındaki fark
- 3) Operatörlerin kendi aralarındaki karşılaştırma
- 4) Standart ile operatörler arasındaki fark
- 5) Nitelik tanımı geçer/geçmez, iyi/kötü, kabul edilebilir/kabul edilemez.

Tablo 3.5 bir Excel programıdır. Tabloda Faz Elektrik Motor Makine Sanayi Tic AŞ süreç kontrol elamanlarının nitelik ölçümü (geçer/geçmez) mastarı kontrol örneği görülmektedir. Bu tablodan operatörün ölçümlerinin birbirine olan tutarlılığını, verilen standart ile operatör arasındaki farkı, operatörlerin kendi aralarındaki karşılaştırmayı, standart ile operatörler arasındaki farkı, son olarak ölçü aletinin nitelik tanımını burada

görebilirsiniz. Aynı zamanda süreç kontrol elamanlarını, standart olarak belirlenen parçaları karşılaştırma yapabiliyoruz.

Ayrıca Faz Elektrik Motor Makine Sanayi AŞ’de ÖSA bir diğer yöntemi olan operatörlerin ve ölçüm cihazının nitelik kontrolü yapılmaktadır. Bu işlem yapılırken standart parçalar belirlenerek, süreç kontrol elamanlarının ölçümleri karşılaştırılması görülmektedir. Bu formda aynı zamanda operatörler arasında kıyaslama yapılarak, onların yetenekleri değerlendirilmektedir. Operatörün kendi ölçümlerinin birbirine olan tutarlılığı, standart ile operatör arasındaki fark, standart ile operatörler arasındaki fark bu tablodan görülebilmektedir.

Oluşan tablo sonucunda aksiyon tablosu hazırlanır, gerekli eğitimler verilerek operatörlerin iyileştirilmesi sağlanır. Ölçü aletinin nitelik olarak bu ölçüm için uygun olduğunun kanıtlanması burada sağlanmaktadır. Tüm operatörler aynı hatayı yapıyorsa burada ölçü aletine ya da mastara müdahale edilmesi sağlanmaktadır.

### 3.3 Proje Çalışmasında Oluşturulan Kalite Kontrol Seti

06.TEF.02 numaralı proje ile oluşturulan “Kalite Kontrol Seti”nde her türlü ölçümleri yapabilecek kabiliyete sahip ölçüm cihazları vardır. Gerek boyutsal ölçümler gerekse fonksiyon kontrolleri bu ölçüm cihazları ile yapılabilmektedir.

Proje kapsamında alınan ölçü ve kontrol aletleri listesi Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6 06.TEF.02 numaralı proje ile alınan ölçüm cihazlarının listesi

SIRA	MALZEMENİN CİNSİ VE ÖZELLİĞİ	SIRA	MALZEMENİN CİNSİ VE ÖZELLİĞİ
AKU-01	Çelik Paralel Boy Ölçek Seti	AKU-12	Mikrometre Standı
AKU-2	V Blok Uzun	AKU-13	Radüs Mastarı1-7mm
AKU-3	Yükseklik Mehengiri	AKU-14	Radüs Mastarı 7,5-15mm
AKU-4	Dış Çap Mikrometresi 0-25mm	AKU-15	Açı Ölçer Ø150+200MM
AKU-5	Dijital Mikrometre 0-25mm 0,001mm	AKU-16	Dış Tarağı
AKU-6	Dijital Kumpas 150mm/0,01mm	AKU-17	Fleksibel Cetvel
AKU-7	Mekanik Kumpas 150mm/0,02,mm	AKU-18	Şapkalı Gönye
AKU-8	Komparatör Saati 100mm/0,01mm	AKU-19	Kıl Gönye
AKU-9	Komparatör Saati 100mm/0,01mm	AKU-20	Pleyt 630*400*70mm
AKU-10	Salgı Komparatörü 0,8mm	AKU-21	Pleyt Standı Profil 630x400mm
AKU-11	Manyetik Stand Standart Tip		

Faz Elektrik Motor Makine San. Tic. A.Ş. yapılan örnek çalışma AKU-5 ve AKU-6 numaralı ölçüm aletiyle (Dijital Mikrometre ölçüm Aralığı; 0-25mm Okuma Hassasiyeti; 0,001mm, Dijital Kumpas ölçüm aralığı 0-150mm hassasiyeti;0,01) aynı özelliklere sahip bir ölçüm aletiyle yapılmıştır. Diğer ölçüm cihazları değişik parçaların ölçülerinde kullanıma hazırdır.

Kalite Kontrol Seti Teknik Eğitim Fakültesi uygulama laboratuvarına kullanıma açılmıştır. Tablo Ek-2 de örneğini görebileceğiniz kalibrasyon formları tüm ölçü aletleri için düzenlenmiş, ölçü aletlerinin doğruluğu kontrol edilmiştir.

Ölçme için gerekli hassas mekanik ve dijital çalışan aletlerin bir araya getirilerek ölçme seti oluşturulması planlanmıştır. Oluşturulan Kalite Kontrol Seti ile öğretim elamanları ve genç araştırmacıların, bilimsel çalışmalarında bu setten faydalanmaları planlanmıştır. Ayrıca fakülte öğrencilerinin doğru ölçme yapması, aletleri tanınması ve kullanmayı öğrenmesi amaçlanmıştır. Yapılacak bilimsel çalışmaların doğru ölçüde gerçekleştirilmesi önemine binaen diğer fakülteler için gerekli görülen bir settir.

Bu çalışmadaki bir diğer amacımız, farklı ölçme aletlerini bir arada toplayarak imalata ve tasarıma kolaylık sağlamak maksadıyla, bütün ölçme aletlerini bir noktada toplamak ve ölçme aletlerinin kullanımını kolaylaştırmaktır.

## 4. BULGULAR

Ölçümü yapılan parçalara ait rakamsal değerler ve ilgili grafikler parça sırasına göre aşağıda gösterilmiştir. Hesaplama yapan programla ilgili bilgiler sıraya göre girilecektir.

Tablo Ek-1 Excel’de hazırlanmış programdır. Verilerin değerlendirilmesinde bu program kullanılmıştır. Programın çalışması için aşağıdaki bilgilerin girilmesi gerekir.

Parça adı  
Parça kodu  
Resim değeri ve  $\pm$  tolerans  
Tarih  
Özellik  
Örnek adedi  
Makine adı  
Ölçüm yapan  
50 adetlik bölüme ölçülen değerleri yazınız,

Sonuçta hesaplanan Cp ve Cpk’nın minimum 1,33 olması gerekir. Ayrıca bu değer müşteri isteklerine göre değişebilmektedir. Bunun yanında hesaplan alt ve üst sınır değerleri İstatistiksel Proses Kontrolün amacına hizmet eden önemli bir bilgidir. Bu ortalama grafiğine göre eğrilerin sınırlar dışına yaklaşması halinde operasyona müdahale edilerek, hatalı parça çıkması engellenebilir. Hata olmadan prosese müdahale İstatistiksel Proses Kontrolün mantığını temsil etmektedir.

### 4.1 C45 Pb Çap 6.000 mm Mil

Ford firmasına üretilen 6206018 silecek motorları için üretilen 1283 nolu milin taşlama tezgâhında işlenmesi sırasında alınan kayıtlarını görmektesiniz. Resim 3.1’de görülen parçanın İPK programına teknik resim üzerindeki ölçü 6,000 +0,003 / -0,011 olarak girilmiştir. Bu noktada program üst kontrol limitini ve alt kontrol limitini hesaplayarak kırmızı çizgilerle sınırları çizmektedir.






Resim 3.1 C45 Pb Çap 6.000 mm Mil

Ölçümlerin yapıldığı tarihin girilmesi önemli bir husustur. İleri bir tarihte bu veriler, aynı özellik için karşılaştırılabilecektir. Bununla birlikte bu veriler saklanarak bu ürünün ‘Yeşil Kartı’ ile takip edilecek, ürünün üretim tarihindeki kayıtlara bakılarak ürünün hangi ölçülerde üretildiği tespit edilecektir.

Tablo 3.7 Teknik resim ölçülerinin Excel programına girilmesi (Faz, 2007)

 KALİTE GÜVENCE	<b>PARÇA ADI</b>	<b>PARÇA KODU</b>	<b>TARİH</b>
	1283 Mil Nihai Taşlama	1283	17.02.2007
	<b>RESİM DEĞERİ</b>	<b>ÖLÇÜM SIKLIĞI</b>	<b>ÖRNEK ADEDİ</b>
	6,00 + 0,003 - 0,011	Ratsgele 50 Örnek	50

Tablo 3.7’de görülen programın bir kısmı izlenebilirlik sağlanması açısından mutlaka girilmelidir. İleri bir tarihte benzer bir ürün yapıldığında yapılan hata tekrarlanmamış olur. Örnek; adedi, en az 50 olarak belirlenmiştir. İPK’nın işemiş olduğu en küçük grup adedidir.

Makine adı, bu ürünün nerede üretildiğini gösteren bir özelliktir. Operatör adı, bu ürünün kim tarafından üretildiğini göstermek, herhangi bir hata anında sorumluluğun kime ait olduğunu göstermek için yazılmıştır.

Yapmış olduğumuz örnekte; taşlama operatörü saat başı 5 adet ölçümü 0,001 mm hassasiyette ölçüm yapabilen Mikrometre ile yaparak bilgisayara girmek suretiyle sürecin gidişi hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır.

Operatörün ölçüm sonuçlarını birebir girmesi gereklidir. Yapılan ölçümler sonucunda Excel programının kullandığı eşitlikler aşağıdaki gibidir. Tablo 3.9’da görülen eşitlikler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Proses ortalaması  $\bar{X}$  (2.1) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

Prosesin değişim genişliği (range)  $R$ ’de (2.2) eşitliği ile hesaplanmıştır.

Üst spek limiti ve Alt spek limiti tasarım tarafından teknik resimde verilen ölçüler girilerek hesaplanmıştır. Spek toleransı toplam tolerans olarak üst sınır ile alt sınır çıkartılması ile hesaplanmıştır.

Tablo 3.8 Ölçülerin Excel programına girilmesi (Faz, 2007)

# 1	5,991	5,997	5,993	5,991	5,990	5,992	5,997	5,993	5,993	5,994
# 2	5,992	5,993	5,996	5,993	5,990	5,992	5,992	5,992	5,994	5,994
# 3	5,992	5,995	5,994	5,998	5,990	5,993	5,992	5,993	5,994	5,993
# 4	5,995	5,994	5,994	5,991	5,992	5,992	5,993	5,991	5,994	5,997
# 5	5,991	5,997	5,993	5,999	5,990	5,992	5,993	5,994	5,993	5,993
TOPLAM	29,96	29,98	29,97	29,97	29,95	29,96	29,97	29,96	29,97	29,97
ORTALA. (X)	5,992	5,995	5,994	5,994	5,990	5,992	5,993	5,993	5,994	5,994
MAKS.	5,995	5,997	5,996	5,999	5,992	5,993	5,997	5,994	5,994	5,997
MİN	5,991	5,993	5,993	5,991	5,990	5,992	5,992	5,991	5,993	5,993
DAĞ.ORT.(R)	0,004	0,004	0,003	0,008	0,002	0,001	0,005	0,003	0,001	0,004

Standart sapma, eşitlik (2.3) kullanılarak hesaplanmıştır. Burada çeşitli sabitler kullanılmıştır. Bu sabitler Ford SPC Manual’dan alınmıştır.

Dağılımın yeteneği ( $C_p$ ), eşitlik (2.3) ile hesaplanmıştır.

Prosesin merkezlenmesi yeteneği ( $C_{pk}$ ), üst limite göre ve alt limite göre iki tane (2.4) ve (2.5) eşitliği ile hesaplanır. Excel programın tamamını Ek-1 de görülmektedir.

Tablo 3.8’e bakarak prosesin durumu hakkında bilgi edinebiliriz. Faz Elektrik’te bilgisayarı olan her orta ve üst düzey yönetici bu kayıtları istediği zaman paylaşım klasöründe salt okunur(üzerinde değişiklik yapılamaz) biçimde görebilmekte, süreç hakkında bilgi alabilmektedir. Bu durum hem hatalı ürün çıkmasını engellemekte hem de sürecin kayıtlarının tutulmasını sağlamaktadır. Süreç sahipleri, başlarda yapmak

istemeler de verilen İPK eğitiminden sonra tutulan bu kayıtların faydalarını anlamış ve dataları sürekli bir şekilde takip etmişlerdir.

Veriler girilmediğinde yöneticiler fark ederek müdahale etme şansı bulmuştur. Ayrıca bu kayıt sürecinin daimi takipçisi süreç kontrol elamanıdır.

Tablo 3.9 Hesaplamaların yapıldığı eşitlikler

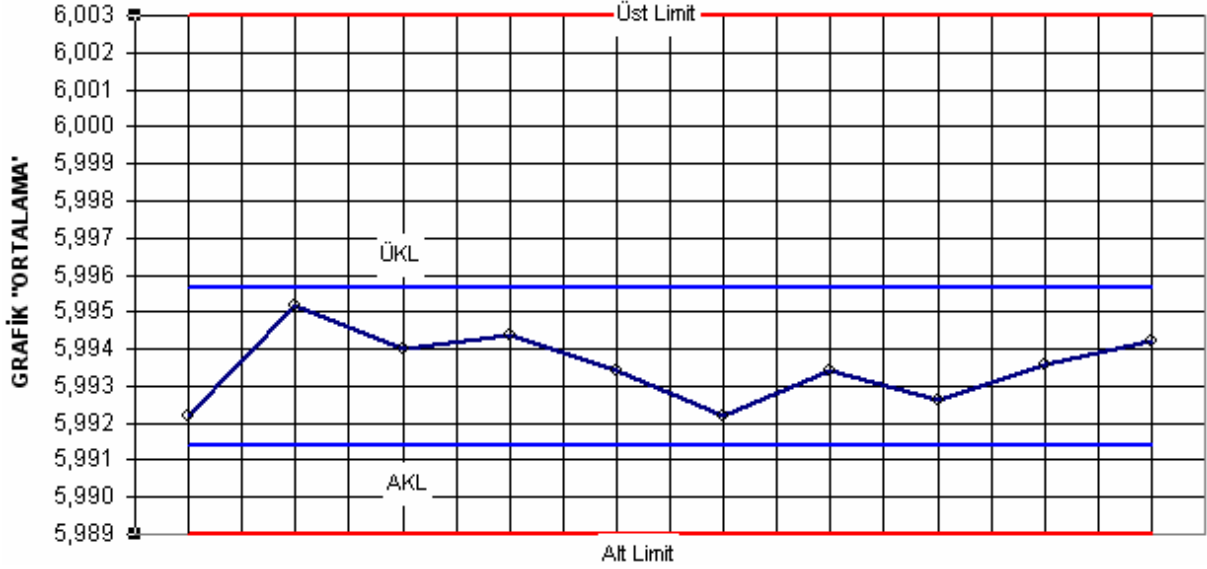
(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	5,993	5,995	5,991	0,01
Proses Ortalaması X = 5,993				
Dağılım Ortalaması R = 0,003				
Üst Spek Limiti = 6,003 (ÜSL)				
Alt Spek Limiti = 5,989 (ASL)				
Spek Toleransı = 0,014 (STL = ÜSL - ASL)				
Standart Sapma	SS = R / d2	d2 = [ 2,326 ]		0,002
Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)	1,55		Cp > 1,33 olmalı
Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınız)				
Cpk = min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)				
(Cmk)				
Cpk = 2,17 , 0,93				
(Cpk min 1.33 olmalıdır)				
ÜKL (X) = X + A2 * R		A2 = [ 0,577 ]		5,995
AKL (X) = X - A2 * R		A2 = [ 0,577 ]		5,991
ÜKL (R) = D4 * R		D4 = [ 2,114 ]		0,007
Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

Buradaki temel amacımız öncelikle prosesin ölçüm sonuçlarının AKL (Alt Kontrol Limiti) ile ÜKL (Üst Kontrol Limiti) arasında olmasıdır.

Tablo 3.9'da, dikkat etmemiz gereken birinci nokta, ölçülerimizi programa girdiğimizde, AKL ve ÜKL tezimizde geçen formüller yardımıyla 6σ (altı sigma)'ya

göre hesaplanmaktadır. Ayrıca yukarıda girilen ölçüler yardımıyla program bizim kırmızı çizgilerle tolerans aralığımızı belirlemektedir. İkinci nokta ise şudur: Alt limit ve Üst limit bizim tolerans aralığımızı göstermektedir. Tolerans aralığı bizim teknik resme göre kabul değerlerimizdir.

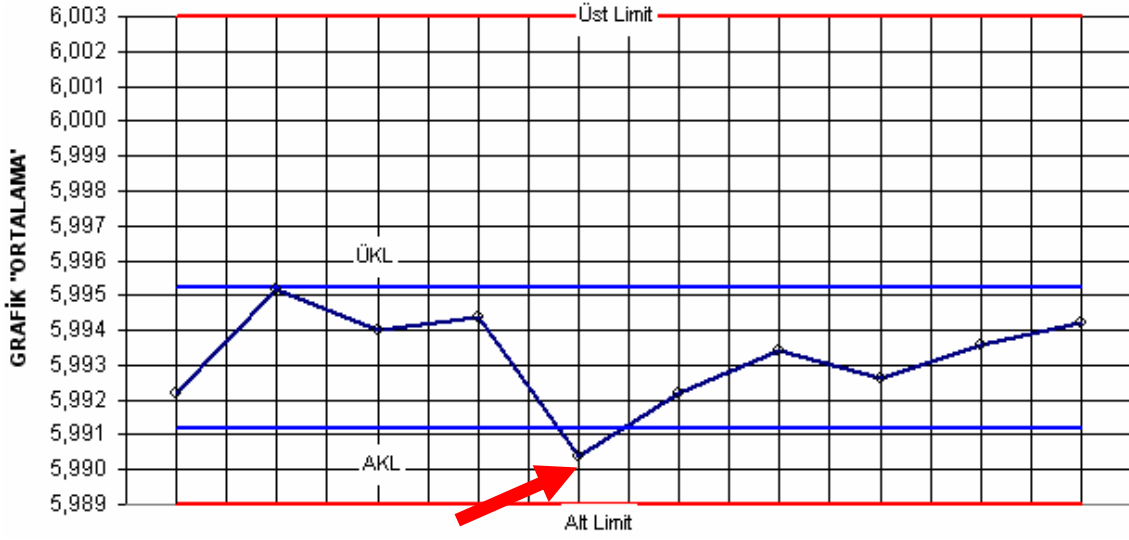
Tablo 3.10 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait AKL ve ÜKL gösterilmesi (Faz, 2007)



Kontrol edilen ölçülerin AKL ve ÜKL arasında olması prosesin seyrinin normal olduğunu gösterir. Bu sınırlar içinden çıktığında operatör prosese müdahale ederek, hata büyümeden; yani hatalı üretim olmadan düzeltir.

Tablo 3.10'da görüldüğü gibi ölçüm sonuçları AKL dışında oluşmuş ve bu noktada operatörün makine ayarlarını kontrol etmesi gerekmiştir. Bu noktada ayar yenilenip, ölçünün AKL ve ÜKL arasında olması sağlanmıştır.

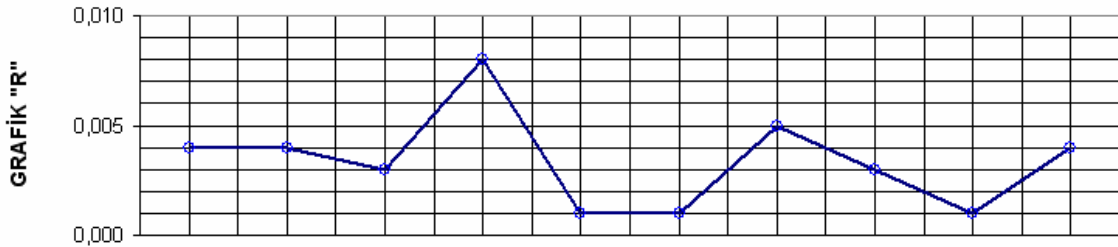
Tablo 3.10 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait kontrol dışı durum gösterilmesi (Faz, 2007)



Üretilen parçalar resim toleransları içinde olduğundan problem yoktur. İPK mantığına göre hatalı parça üretilmeden fark edilmiş ve prosese müdahale edilmiştir. Ayrıca operatör, prosesin kötüye gittiğini grafikten anlayabilmiştir. Gittikçe AKL'ye yaklaşan bir yol izlemekte olduğunu grafikten görmüş, prosese müdahale etmiş, hatalı parçaların oluşmasını engellemiştir.

Oluşturulan kayıt sistemiyle parçalara ait ölçüm sonuçları bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Oluşan bir hatada, geri dönüş kolay olmakta ve kök-neden analizi yapmada bu verileri kullanmaktayız.

Tablo 3.11 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne ait kontrol dağılımının ortalaması (Faz, 2007)



Tablo 3.11'de görüldüğü gibi her 5 adet ölçüme ait maksimum ölçüm ile minimum ölçüm arasındaki farkın grafiğini görebilmekteyiz. Sol sütuna toplam toleransımızı

girdiğimizde, ölçüm sonucunda oluşan maksimum ve minimum ölçüler arasındaki fark görülmektedir. Bu grafikten sürecin gidişatı hakkında bilgi sahibi olabiliyoruz.

Tablo 3.12 6,000 +0,003 / -0,011 ölçüsüne Cp ve Cpk hesaplaması (Faz, 2007)

Dağılım Yeteneği	$Cp = STL / (6 \times SS)$	<b>1,60</b>	$Cp > 1,33$ olmalı
Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınız)			
$Cpk = \min (USL - X) / (3 \times SS) , (X - ASL) / (3 \times SS)$			
(Cmk)			
$Cpk = 2,19 , 1,00$			
(Cpk min 1.33 olmalıdır)			

Yukarıdaki Tablo 3.12 programın bir bölümünden görüntüdür. Burada Cp ve Cpk için hesaplanmış örneği görebilirsiniz. Cp;1,60, alt limite göre Cpk;1,00, üst limite göre Cpk; 2,19 bulunmuştur. Küçük olan Cpk göz önüne alınacaktır. Burada kurallara göre Cpk minimum 1,33 olmalıdır (Ford otosan, 1998). Ancak bizim öncelikli amacımız parçaları toleranslar içerisinde üretmektir. Montaja uygun parçaların üretime girmesi sağlanmıştır. Alt Cpk;1,00 bulunduğuna göre prosesimiz, alt sınıra yakın çalışmaktadır. Burada yapılabilecek iyileştirme resim toleransının aşağıya çekilebilmesidir. Üst sınır aşağıya çekilebilir. Elde edilen veriler mutlaka anında değerlendirilip faaliyetlere başlangıç verilmelidir. Makine ayarları ve operatör ölçümleri sürekli takip edilmelidir.

#### 4.2 Hava Sensörü Mesafe Ölçüsü

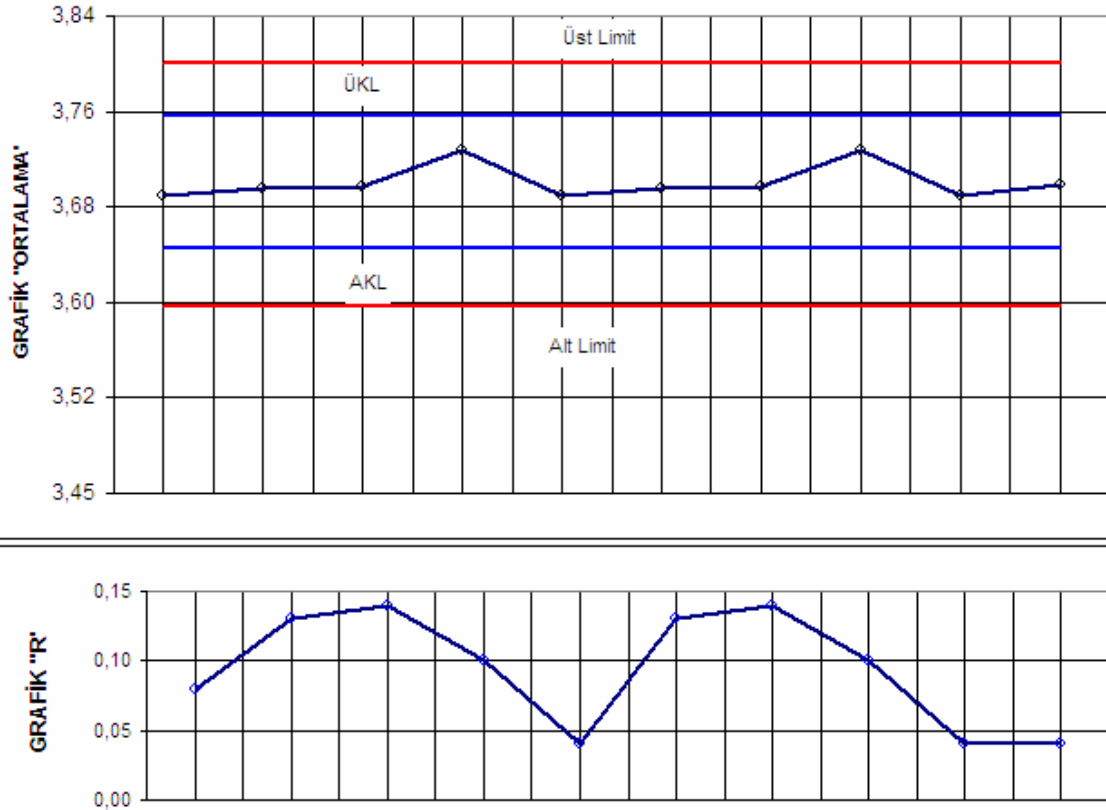
Bosch için üretilen 6505001 kombi motorları için üretilen 35178 nolu hava sensörünün CNC tezgâhında işlenmesi sırasında alınan kayıtlarını görmektesiniz.

İPK programına resim üzerindeki ölçü 3,70 +0,10/ -0,10 olarak girilmiştir. Bu ölçümler kalibre edilmiş dijital 0.01 hassasiyetindeki kumpas ile yapılmıştır. Örnek adedi 50'dir. 5'erli gruplar halinde oluşturulmuştur. Bu noktada program üst kontrol limitini ve alt kontrol limitini hesaplayarak kırmızı çizgilerle sınırları çizmektedir.



Resim 3.2 Hava Sensörü

Tablo 3.13 Hava sensörü için Excel programında hazırlanmış X ve R grafiği



Proses kontrol altında olduğu sürece ve ürünlerin tasarımcıların vermiş olduğu toleranslar dahilinde üretim yapılmıştır. Prosesin her seferinde aynı üretimi gerçekleştirmesi için kontroller devam ettirilmelidir. Hurda malzeme üretilmeden operatör uyarılmıştır.

### 4.3 1174 Milin Tam Boy Ölçüsü

Resim 3.3’de görülen parça üzerinde yapılan ölçümler sonucunda İPK yapılmıştır. Ölçüm cihazı Dijital kumpastır. Örnek adedi 50’dir gruplar ise 5’erlidir. Tam boy ölçüsü  $99,00 +0.10$  ve  $-0.10$  olarak verilmiştir. Verilen tolerans programa girilmiş ve yukarıdaki Tablo 3.14 meydana gelmiştir.

Programın hesapladığı ÜKL ve AKL arasında görülen parçalar imalat açısından problem teşkil etmemektedir. Kimi noktalarda prosesin ÜKL’ye yaklaştığı ve makine ayarları ile yapılan değişikliklerle hatalı parça oluşması engellenmiştir.

50 adetlik ölçümlerde bazı noktalarda ölçümlerin sonuçlarının aynı olduğu ve bu aynı ölçülerin gelişigüzel yapıldığı, operatörün gerçek değerleri yazmadığı anlaşılmaktadır.

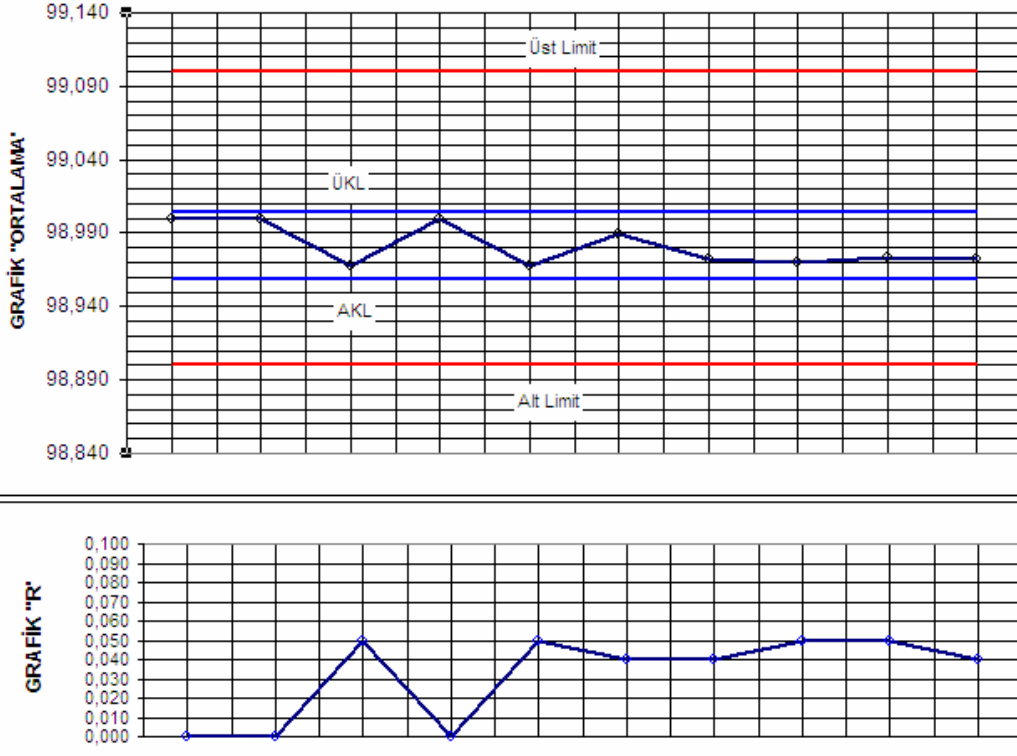


Resim 3.3 1174 Mil

Bu noktada operatör uyarılmış ve gerçek değerlerin anında programa girilmesi istenmiştir.



Tablo 3.14 1174 milin tam boy ölçüsü X ve R grafiği



Zikzakların fazla olması da bu durumun bir göstergesidir. Değerler diğer kolundan kopyalanmış ve bu değerlerin aynı olduğu saptanmıştır. SPC'nin önlemeye yönelik bir faaliyet olduğu buradan da anlaşılmaktadır.

#### 4.4 1560 MilinC Pim Deliği Ölçüsü

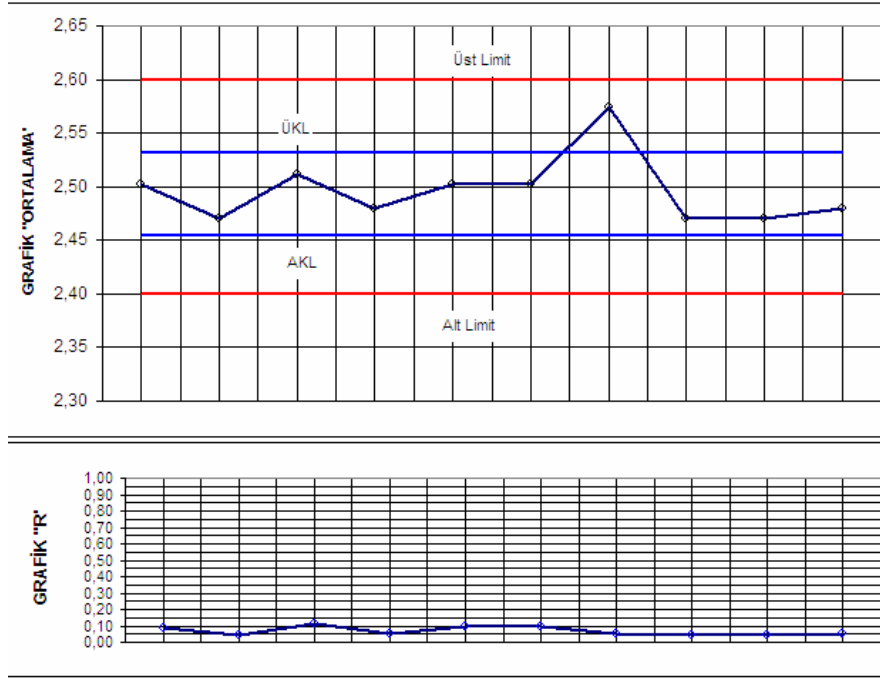
Mil üzerinde bulunan motor pervanesini sabitlemek ve milin dönme hareketini soğutucu pervaneye aktarmak için kullanılan mil üzerindeki deliğin pozisyonu aşağıdaki Resim 3,4'deki gibidir.



Resim 3.4 1560 Mil C pim deliği

C pim deliğinin otomatik delik delme makinesindeki işlemi için yapılmış SPC sonucunda elde edilen Prosesin ortalaması X ve R grafiği Tablo 3.15’de görülmektedir.

Tablo 3.15 C pim deliğinin otomatik delik delme makinesindeki işlemi X ve R grafiği



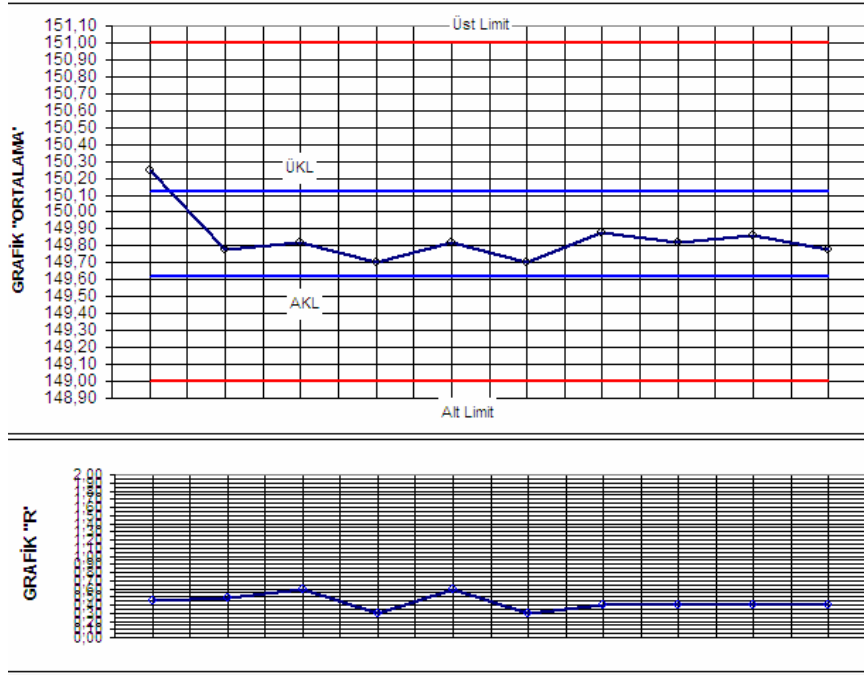
Delik ölçüşü  $2.50 +0.10, -0.10$  olarak teknik resimde verilmiştir. Delik ölçüşü programa girilerek AKL ve ÜKL hesaplanmıştır. Yapılan ölçümlerde dijital kumpas kullanılmış ve numune alma yöntemiyle 5’erli gruplar halinde 50 adet alınmıştır.

Elde edilen X grafiğinden anlaşılacağı gibi ÜKL dışına çıkan ölçüm sonuçları vardır. Bu noktada prosesin gerçek sahibi operatör, matkapta meydana gelen körelme sonucu ölçünün değiştiğini fark etmiş ve prosesin tolerans dışına çıkmasını önlemiştir. Yeni takım ile delme işlemine devam etmiştir.

#### 4.5 6401414 Radyatör Soğutucu Motor Tam Boy Ölçüsü

Müşteri şikayeti üzerine kritik ölçü olarak belirlenen motor montaj sonrası tam boy ölçüsü 150,00 +1,00 -1,00 olarak teknik resimde verilmiştir. Pervanelerin sıkı geçme şeklinde montajı yapılmaktadır. Ölçümler 0.01 hassasiyetindeki, kalibre edilmiş dijital kumpas ile yapılmıştır.

Tablo 3.16 6401414 motorların tam boy ölçüsü X ve R grafiği



Hesaplamalar sonucunda ÜKL ve AKL tabloda görülmektedir. İlk Tablo 3.16'dan anlaşılacağı üzere ilk ayar ölçüleri ÜKL dışında çıkmıştır. Sonrasındaki ayar değişikliği ile ölçümler kontrol altına alınmış ve prosesin seyri itibariyle bir problem görülmemiştir.

Tablodan anlaşılan bir başka öneri ise teknik resimdeki toleransın geniş olduğudur. Ölçünün üst sınırı 150,50 çekilebilme olasılığı vardır. Bu değişiklik müşteri onayı ile gerçekleşmelidir. SPC temel amacı hataları önlemektir. Bununla birlikte üretim esnasında elde edilen proses karakteristiklerini diğer alanlarda paylaşmaktır

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada araştırma projesi yardımıyla Teknik Eğitim Fakültesine ölçüm ve kontrolde kullanılan ölçüm seti kazandırılmıştır. Ölçme için gerekli, hassas, mekanik ve dijital çalışan aletler bir araya getirilerek ölçme seti oluşturulmuştur. Oluşturulan Kalite Kontrol Seti'nden öğretim elamanlarının, öğrencilerin ve araştırmacıların bilimsel çalışmalarında faydalanmaları planlanmıştır.

Fakülte öğrencilerinin doğru ölçme yapması, aletleri tanınması ve kullanmayı öğrenmesi amaçlanmıştır. Yapılacak bilimsel çalışmaların doğru ölçüde gerçekleştirilmesi önemine binaen bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmadaki bir diğer amacımız, farklı ölçme aletlerini bir arada toplayarak imalata ve tasarıma kolaylık sağlamak maksadıyla ölçüm kapasitesini artırmaktır. Çalışmamızda söz konusu olduğu gibi kullanılan ölçü aletlerinin mutlaka kalibrasyonu yapılmış olmalıdır. Ayrıca ölçüm sistem analiziyle, ölçü aletinin ve kontrol elamanlarının doğru ölçümlere yakınlığı tespit edilmelidir.

Ürün üretimi sırasında yapılan Excel programı yardımıyla tolerans dışı üretime doğru ilerleyen ölçüm sonuçlarının makine ayarları yapılarak düzeltilmesi ve hatalı parça üretilmeden engellenmesi sağlanmıştır. Yapılan Excel programından elde edilen sonuçların anında yorumlanması gerekmektedir. Daha sonra yapılan bir değerlendirme hiçbir işe yaramayacaktır. Bu durum tolerans dışı parçalar üretilmesine neden olur. İPK uygulama alanları konusunda talaşlı imalat yer almaktadır. Ancak plastik enjeksiyon yapan firmalarda bu gibi uygulamalar mümkün görülmemektedir. İPK mantığında üretim esnasında ölçüm yapılmalı ve bu ölçümler sonucunda düzeltici faaliyetler başlatılmalıdır. Plastik enjeksiyonda parça soğumaları ve parçanın çekmelerinden dolayı üretim sonrası soğuma zamanı gereklidir.

İstatistiksel proses kontrol sistemi; prosesin gerçekleştirildiği yerde prosesi gerçekleştiren operatör tarafından uygulanmalıdır. Böylece ürünü imal eden operatör; aynı zamanda ürünün kontrolünü de yapacak ve ortaya çıkabilecek herhangi bir

olumsuzluğa karşı anında tedbir alınarak prosesin normale dönmesini sağlamış olacaktır. Bununla birlikte, İstatistiksel proses kontrolünün uzun vadeli sonucu olarak proseste etki eden faktörler tespit edilecek ve uygulanacak yöntemler sayesinde proseste uzun vadeli istikrar sağlamak mümkün olacaktır. Bu istikrarın devamlılığı ve doğruluğu için, ölçüm cihazlarının ve imalat yapılan makinelerin yeterlilik araştırmalarının yapılmış olması gerekir. Bir kurumda bulunan her kademe için yeniden değişim önemlidir. Her bir birey için yeni şeyler öğrenmek değişim için atılacak yadsınamaz bir adımdır. Bu çalışmada çalışanlar değişime zorlanmış ve maliyetleri azalmış ret malzemeler oluşmadan önleyici faaliyetler başlatılmıştır (Deutschman 2006).

Günümüz kalite anlayışı; istatistiksel metotların kullanılmasıyla ve ürün kalitesini artırmada herkesin görev almasıyla, bir denetim olmaktan çıkmış, üretim süresi boyunca, her kademede bizzat işlemleri yapan tarafından yürütülen ve tüm sistemi kontrol altında bulunduran bir yöntem haline gelmiştir. Bu anlayışın tüm işletmelerde yaygınlaşması ve uygulanması gerekmektedir. Firmalarda ISO Kalite Yönetim Sistemi denilince gereksiz yere tutulan formlar olarak bilinir. Faz Elektrik Motor Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. de başlatılan eğitim seferberliği sayesinde operatör kayıtların ne işe yaradığını ve tutulduğunda yapılan analizlerden bir düzeltici, önleyici faaliyet çıkacağını öğrenmiştir. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin daha düzenli problem çözme tekniği olan 8-D problem çözme faaliyetlerine katılmışlardır. Kaliteyi destekleyen, çalışan, bir operatör, 50 kişilik bir kalite departmanından daha önemlidir.

Sonuç olarak; İPK, süreç iyileştirmede çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Günümüzün yoğun rekabet koşullarında sürekli iyileştirmenin önemini kavrayan, SPC uygulamasında gerekli titizliği gösteren şirketler, gelecekte varlıklarını sürdürecek ve buldukları sektöre liderlik edeceklerdir. Hassas ölçme aletleri ile, 6 mm çapındaki C45 Pb mili 50 adetlik ölçülmüş 5'li gruplar halinde programda değerlendirilmiştir. Aynı şekilde hava sensörü, C pimi deliği, mil tam boy ve montaj sonrası motor tam boyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Rakamsal sonuçlar, R-R değişkenin genişliği ve prosesin ortalaması X grafiklerinde gösterilmiştir. Rakamsal sonuçlar istenen sapma değerleri arasında görülmüştür.

## 6. KAYNAKLAR

- Aktif, E., EDM eğitim danışmalık, kalemiz eğitim notları, İzmir, 2007
- Bayraktaroğlu, K., 5S temizlik, tertip, ve düzende süreklilik, mess eğitim merkezi, İzmir, 2005
- Bureau Veritas, İstatistiksel proses kontrol eğitim notu, İzmir, 2007
- CNH, attribute gage R&R effectiveness, 2007
- Deutschman, A., Fast ,Company, önce kalite dergisi sayı:97, 40s., Ankara,2006
- Dil, S., istatistiki operasyon kontrol, Ford otasan İnönü fabrikası, Eskişehir, 2003
- Faz, Elektrik Motor Makine Sanayi Kalite Güvence Müdürlüğü, 2007
- Ege, kalmem kalibrasyon ve metrolji eğitim merkezi boyutsal kalibrasyon eğitim notları, İzmir, 2006
- Elginkan Vakfı, verimlilik artırma teknikleri, Manisa, 2006
- Erboz, Y., Kalite kontrol ve seri imalatta istatistiki proses kontrolü, yüksek lisans tezi (basılmamış), Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 2002
- Ford Otosan AŞ., İPK eğitim notları, Eskişehir, 1998
- Kalder, toplam kalite yönetimi, İzmir, 2006
- LU.D.J., Ishikawa Kaoru, what is total quality control, perentice-hall, USA, 1987
- MSA, Manual Book Ford, 2000
- Nur, Z. İş ve İnsan İlişkileri eğitim notları, İzmir, 2007
- Özuğur, G., Süreç iyileştirmede istatistiksel yöntemlerin kullanılması, yüksek lisans tezi (basılmamış), Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2001
- Refa, İş ve Süreç Düzenleme 1 MESS Eğitim kitabı, İzmir, 2007
- UKH, Ulusal kalite hareketi, kalite maliyetleri, İzmir, 2006
- Ünlü, T., toplam kalite yönetimi ders notları, İzmir mesleki eğitim merkezi, İzmir, 2004

### 6.1 İnternet kaynağı

[www.faz.com.tr](http://www.faz.com.tr)

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı ; NURHAK SEVER  
Doğum Yeri ; KULA / MANİSA  
Doğum Tarihi ; 08/08/1982  
Medeni Hali ; BEKAR  
Yabancı Dili ; İNGİLİZCE (upper intermediate)

### Eğitim Durumu

Lise ; İZMİR MİTHATPAŞA TEKNİK LİSESİ - 1999  
Lisans ; DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ - 2004  
Yüksek Lisans ; AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ – DEVAM

### Çalıştığı Kurumlar

Lucas Dizel ; 01.06.1999-10.09.1999  
BP Dolum Tesisi ; 22.10.1999-15.09.2000  
Girginer Yedek Parça Sanayi ; 01.06.2004-25.09.2005  
Faz Elektrik Motor Mak. San. ; 03.10.2005-Devam ediyor

### Katıldığı Eğitimler

**MESS EĞİTİM VAKFI**, Kalite Ve Verimlilik

**Internatiol Cert, Iso Ts 16949** Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi,

**Internatiol Cert, Iso Ts 16949** Otomotiv Yan Sanayi Kalite Yönetim Sistemi, İç

Denetçi

**BVQI BUREAU VERİTAS**, SPC İstatistiksel Proses Kontrol,

**IMI Danışmanlık**, ISO 13485 Medikal Sektörü Kalite Yönetim Sistemi,

**Elginkan Vakfı**, İş Ve İnsan İlişkileri



**IMI Danışmanlık, OHSAS İşçi Güvenliği İş Sağlığı Kalite Yönetim Sistemi, ISO 18000**

**IMI Danışmanlık, Medikal Sektörü İçin Kalite Yönetim Sistemi, ISO 13485**

**Kalite Dünyası, Performans Yönetimi Ve Değerlendirilmesi**

**Elginkan Vakfı, Toplam Kalite Yönetimi**

**Elginkan Vakfı, Temel İlk Yardım Eğitimi (Sağlık Bakanlığını Onaylı)**

**Kalite Dünyası, Eğitim Performansının Değerlendirilmesi**

**Elginkan Vakfı, Verimlilik Artırma Teknikleri**

**Akser Bilgisayar, Outlook Eğitimi**

**Ege Kalmem, Boyutsal Kalibrasyon (Uygulamalı)**

**TSE İzmir İç Kalite Tetkikçisi**

**Demirbükey İlk Yardım Kursu**

**Yeşilyol Bilgisayar Eğitim Merkezi, Bilgisayar İşletmenliği**

**İzmir Makine Mühendisleri Odası Master Cam Mil, Master Cam Lathe**

**MESS Eğitim Merkezi, Avrupa Birliği Projeleri Semineri**

## **EKLER**

1-1278 Milin Excel programında SPC hesaplaması

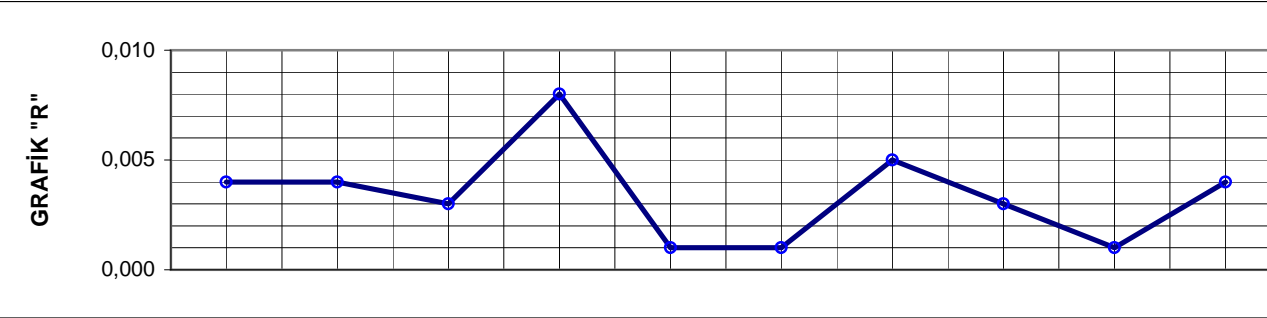
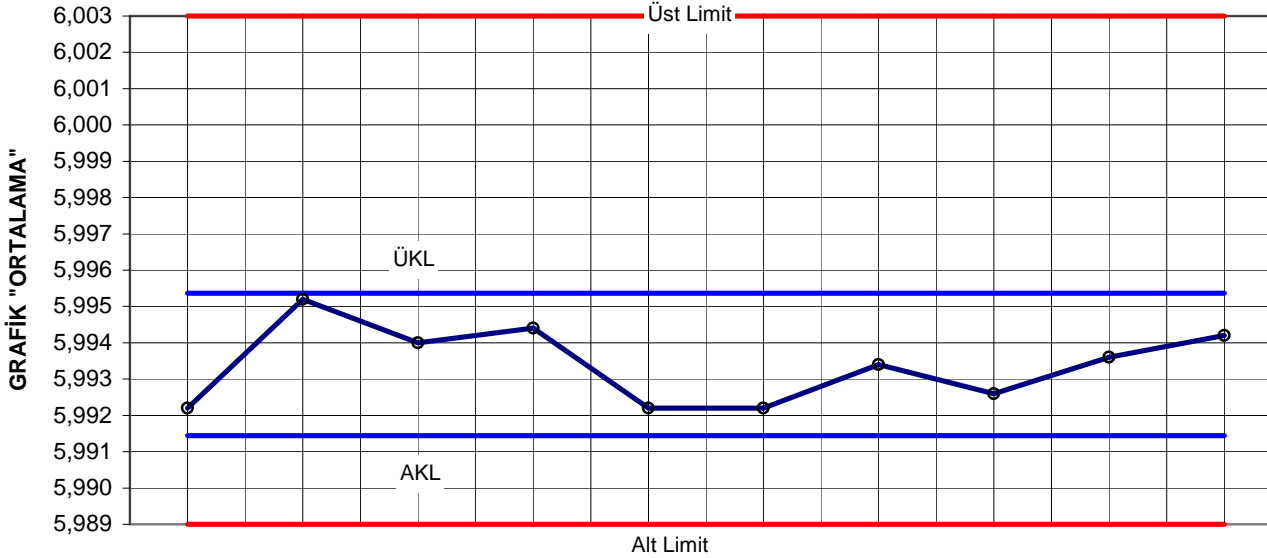
2-Hava sensörü Excel programında SPC hesaplaması

3-1174 Mil tam boyu Excel programında SPC hesaplanması

4-1560 Milin C pim deliği Excel programında SPC hesaplanması

5-6401414 Motorun tam boyu Excel programında SPC hesaplanması

<b>PARÇA ADI</b> 1283 Mil Nihai Taşlama	<b>PARÇA KODU</b> 1283	<b>TARİH</b> 17.02.2007	<b>ÖZELLİK</b> Çap	Sürekli <input type="checkbox"/> Kısa Dönem <input checked="" type="checkbox"/> Uzun Dönem <input type="checkbox"/>
<b>RESİM DEĞERİ</b> 6,00 + 0,003 - 0,011	<b>ÖLÇÜM SIKLIĞI</b> Ratsgele 50 Örnek	<b>ÖRNEK ADEDİ</b> 50	<b>MAKİNA ADI</b> 3 Numaralı Taşlama Tezgahtı	



# 1	5,991	5,997	5,993	5,991	5,992	5,992	5,997	5,993	5,993	5,994
# 2	5,992	5,993	5,996	5,993	5,992	5,992	5,992	5,992	5,994	5,994
# 3	5,992	5,995	5,994	5,998	5,993	5,993	5,992	5,993	5,994	5,993
# 4	5,995	5,994	5,994	5,991	5,992	5,992	5,993	5,991	5,994	5,997
# 5	5,991	5,997	5,993	5,999	5,992	5,992	5,993	5,994	5,993	5,993
TOPLAM	29,96	29,98	29,97	29,97	29,96	29,96	29,97	29,96	29,97	29,97
ORTALA. (X)	5,992	5,995	5,994	5,994	5,992	5,992	5,993	5,993	5,994	5,994
MAKS.	5,995	5,997	5,996	5,999	5,993	5,993	5,997	5,994	5,994	5,997
MİN	5,991	5,993	5,993	5,991	5,992	5,992	5,992	5,991	5,993	5,993
DAĞ.ORT.(R)	0,004	0,004	0,003	0,008	0,001	0,001	0,005	0,003	0,001	0,004

(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	5,993	5,995	5,991	0,01

Proses Ortalaması X =	5,993
Dağılım Ortalaması R =	0,003
Üst Spek Limiti =	6,003 (ÜSL)
Alt Spek Limiti =	5,989 (ASL)
Spek Toleransı =	0,014 (STL = ÜSL - ASL)
Standart Sapma	SS = R / d2      d2 = [ 2,326 ]
	0,001
Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)
	1,60
	Cp > 1 ,33 olmalı

Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınır)  
 $Cpk = \min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)$   
 (Cmk)  
 Cpk = 2,19 , 1,00  
 (Cpk min 1.33 olmalıdır)

ÜKL (X) = X + A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	5,995
AKL (X) = X - A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	5,991
ÜKL (R) = D4 * R	D4 = [ 2,114 ]	0,007

Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

	Uygun	Uygunsuz
Dağılım Yeteneği	x	
Merkezleme Yeteneği	x	
Grafikler	x	

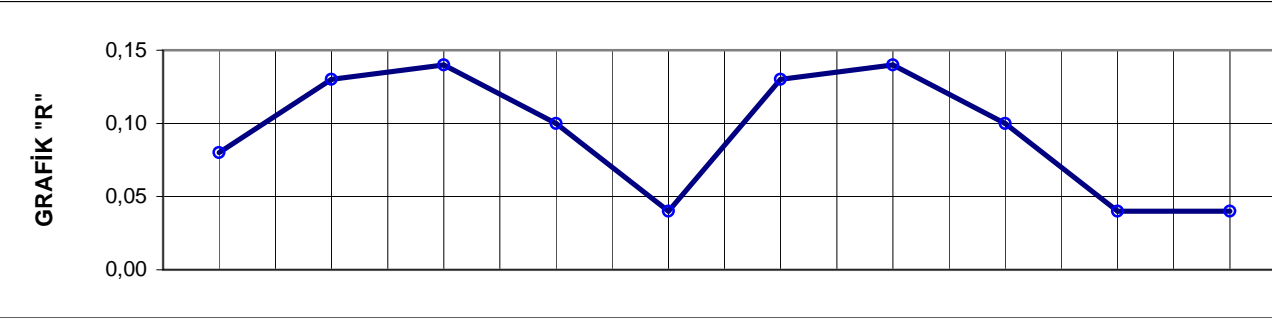
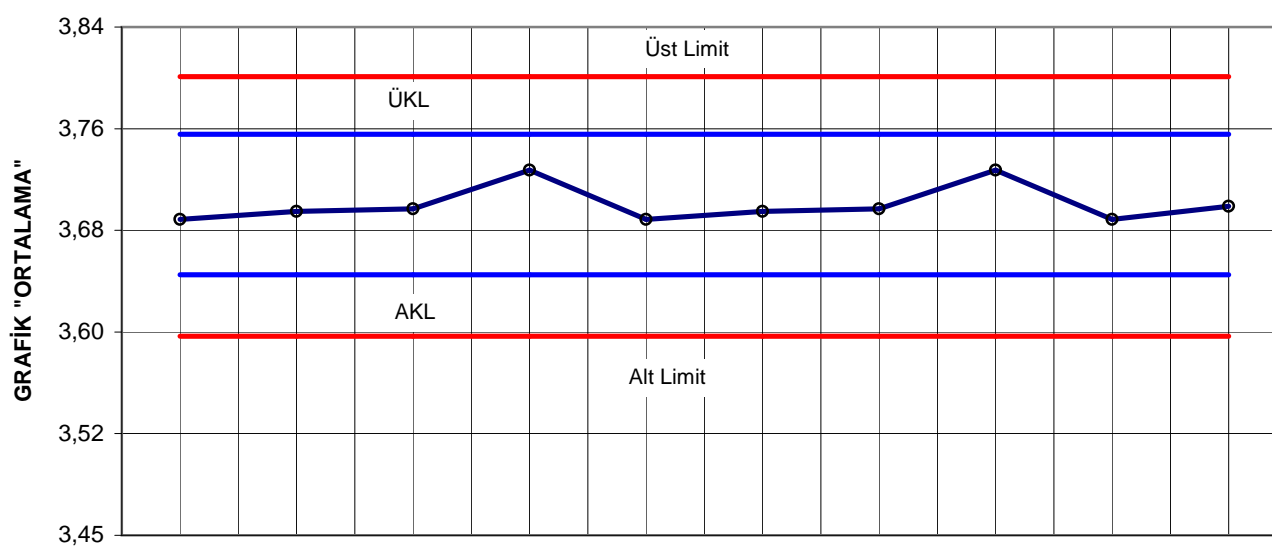
**AÇIKLAMA**

Yüksek Sapmalar Neticesinde Prosesin Yeteneği düşük çıkmıştır. Ürünler toleranslar içinde üretilmiştir.

Cp ve Cpk uygunluk limiti 1 ve üstü hedef değeri 1,33 ve üstüdür.

(\*) Varsa ve yeteneği uygun ise önceki çalışmalardan mevcut prosesin en iyi yansıtan çalışmanın değeri alınır.

PARÇA ADI HAVA SENSÖRÜ	PARÇA KODU 35177	TARİH 11.02.2007	ÖZELLİK ÇAP	Sürekli <input type="checkbox"/> Kısa Dönem <input type="checkbox"/> Uzun Dönem <input type="checkbox"/>
RESİM DEĞERİ 3,70 + 0,10 - 0,10	ÖLÇÜM SIKLIĞI	ÖRNEK ADEDİ 50	MAKİNA ADI SKP	



# 1	3,68	3,60	3,70	3,80	3,67	3,60	3,70	3,80	3,67	3,70
# 2	3,65	3,73	3,61	3,70	3,68	3,73	3,61	3,70	3,68	3,71
# 3	3,73	3,72	3,72	3,70	3,69	3,72	3,72	3,70	3,69	3,68
# 4	3,70	3,71	3,71	3,72	3,70	3,71	3,71	3,72	3,70	3,72
# 5	3,69	3,72	3,75	3,72	3,71	3,72	3,75	3,72	3,71	3,69
TOPLAM	18,45	18,48	18,49	18,64	18,45	18,48	18,49	18,64	18,45	18,50
ORTALA. (X)	3,69	3,70	3,70	3,73	3,69	3,70	3,70	3,73	3,69	3,70
MAKS.	3,73	3,73	3,75	3,80	3,71	3,73	3,75	3,80	3,71	3,72
MİN	3,65	3,60	3,61	3,70	3,67	3,60	3,61	3,70	3,67	3,68
DAĞ.ORT.(R)	0,08	0,13	0,14	0,10	0,04	0,13	0,14	0,10	0,04	0,04

(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	3,701	3,76	3,65	0,20

Proses Ortalaması X =	3,701
Dağılım Ortalaması R =	0,094
Üst Spek Limiti =	3,80 (ÜSL)
Alt Spek Limiti =	3,60 (ASL)
Spek Toleransı =	0,20 (STL = ÜSL - ASL)

Standart Sapma	SS = R / d2	d2 = [ 2,326 ]	0,040
----------------	-------------	----------------	-------

Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)	0,82	Cp > 1 olmalı
------------------	------------------	------	---------------

Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınız)  
 $Cpk = \min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)$   
 (Cmk)  
 $Cpk = 0,81 , 0,84$   
 (Cpk min 1 olmalıdır)

ÜKL (X) = X + A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	3,76
----------------------	----------------	------

AKL (X) = X - A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	3,65
----------------------	----------------	------

ÜKL (R) = D4 * R	D4 = [ 2,114 ]	0,20
------------------	----------------	------

Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

Dağılım Yeteneği	Uygun	Uygunsuz
Merkezleme Yeteneği		
Gratikler		

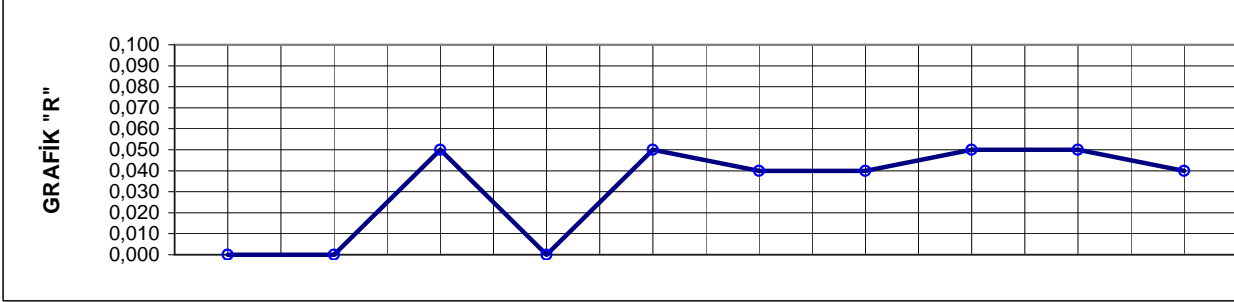
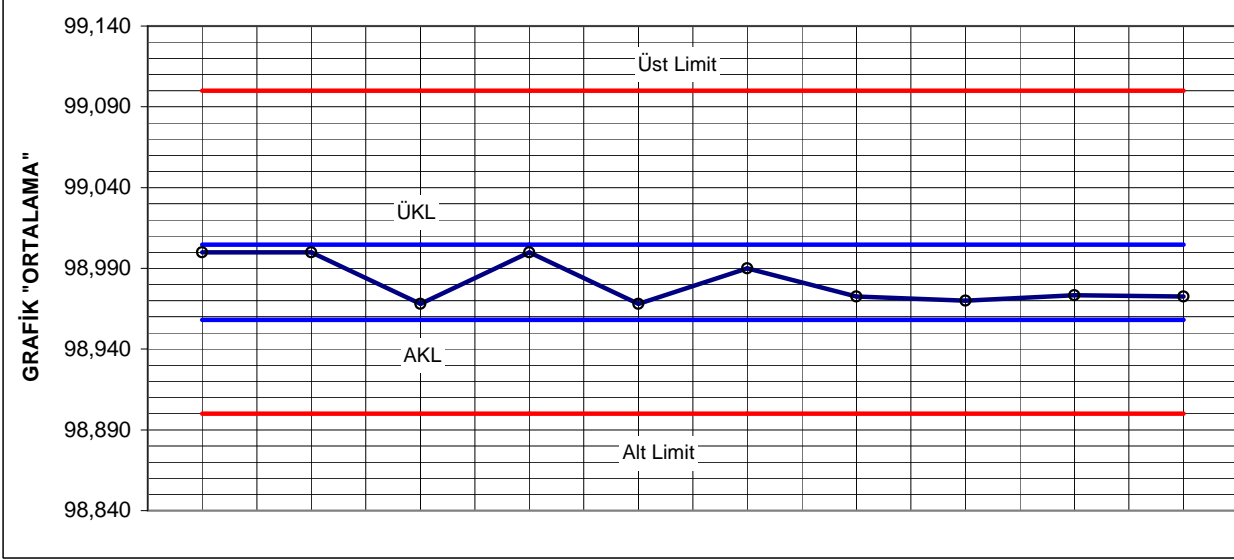
AÇIKLAMA  
 hatalı parça üretilmemiştir.  
 proses uygundur.

AKL ve ÜKL değerleri sonraki çalışmalarda kullanılabilir mi? E/H   
 Cp ve Cpk uygunluk limiti 1 ve üstü hedef değeri 1,33 ve üstüdür.  
 (\*) Varsa ve yeteneği uygun ise önceki çalışmalardan mevcut prosesi en iyi yansıtan çalışmanın değeri alınır.

MAKİNE YETERLİLİK VE Cp,Cpk HESAPLANMASI



PARÇA ADI MİL	PARÇA KODU 1174	TARİH 28.03.2006	ÖZELLİK MESAFE	Sürekli
RESİM DEĞERİ 99,00 + 0,100 - 0,100	ÖLÇÜM SIKLIĞI Ratsgele 50 Örnek	ÖRNEK ADEDİ 50	MAKİNA ADI TORNOS BECHLER	Kısa Dönem <input checked="" type="checkbox"/>
				Uzun Dönem <input type="checkbox"/>



# 1	99,000	99,000	98,970	99,000	98,970	99,000	98,970	98,970	98,970	98,970
# 2	99,000	99,000	98,960	99,000	98,960	99,000	98,960	99,01	99,01	98,960
# 3	99,01	99,01	98,950	99,000	98,950	99,01	99,01	98,950	98,950	99,01
# 4	99,000	99,01	98,960	99,000	98,960	98,960	98,960	98,960	99,01	98,960
# 5	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000
TOPLAM	396,00	297,00	494,84	495,00	494,84	395,96	395,89	395,88	296,92	395,89
ORTALA. (X)	99,000	99,000	98,968	99,000	98,968	98,990	98,973	98,970	98,973	98,973
MAKS.	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000	99,000
MİN	99,000	99,000	98,950	99,000	98,950	98,960	98,960	98,950	98,950	98,960
DAĞ.ORT.(R)	0,000	0,000	0,050	0,000	0,050	0,040	0,040	0,050	0,050	0,040

(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	98,981	99,00	98,96	0,07

Proses Ortalaması X =	98,981
Dağılım Ortalaması R =	0,032
Üst Spek Limiti =	99,100 (ÜSL)
Alt Spek Limiti =	98,900 (ASL)
Spek Toleransı =	0,200 (STL = ÜSL - ASL)

Standart Sapma	SS = R / d2	d2 = [ 2,059 ]	0,016
Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)	2,14	Cp > 1 ,33 olmalı

Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınır)

Cpk = min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)

(Cmk)

Cpk = 2,54 , 1,75

(Cpk min 1.33 olmalıdır)

ÜKL (X) = X + A2 * R	A2 = [ 0,729 ]	99,00
----------------------	----------------	-------

AKL (X) = X - A2 * R	A2 = [ 0,729 ]	98,96
----------------------	----------------	-------

ÜKL (R) = D4 * R	D4 = [ 2,282 ]	0,07
------------------	----------------	------

Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

Dağılım Yeteneği	Uygun	Uygunsuz
Merkezleme Yeteneği		X
Grafikler		X

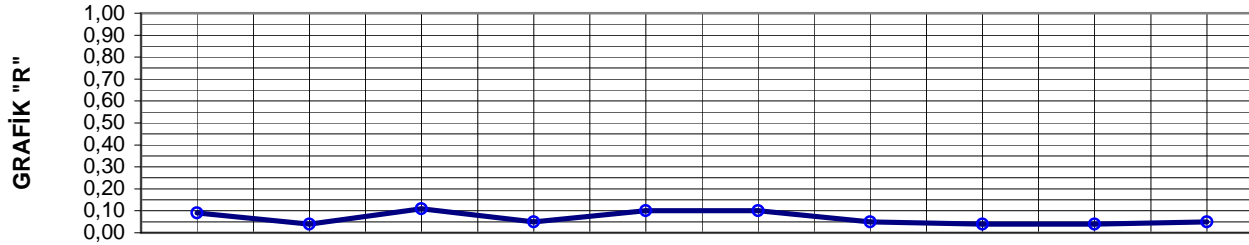
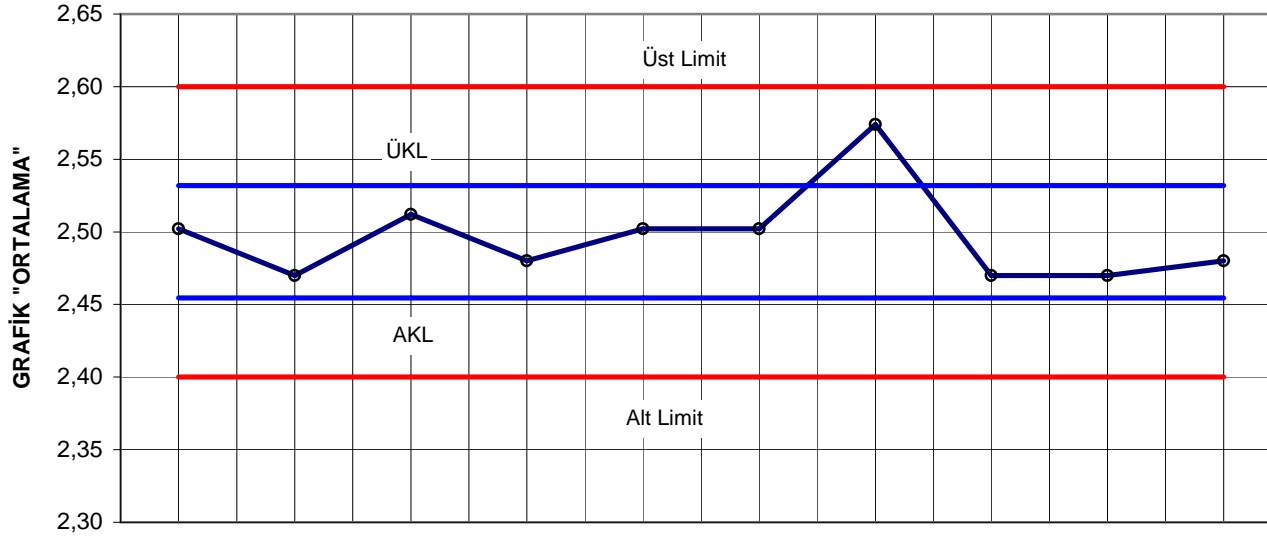
AÇIKLAMA

Yüksek Sapmalar Neticesinde Prosesin Yeteneği düşük çıkmıştır. Parçalar ÜKL ve AKL içinde üretilmiştir.

Cp ve Cpk uygunluk limiti 1 ve üstü hedef değeri 1,33 ve üstüdür.

(\*) Varsa ve yeteneği uygun ise önceki çalışmalardan mevcut prosesi en iyi yansıtan çalışmanın değeri alınır.

PARÇA ADI CPİM	PARÇA KODU 1560	TARİH 21.02.2007	ÖZELLİK BOY	Sürekli <input type="checkbox"/> Kısa Dönem <input type="checkbox"/> Uzun Dönem <input type="checkbox"/>
RESİM DEĞERİ 2,50 + 0,10 - 0,10	ÖLÇÜM SIKLIĞI	ÖRNEK ADEDİ 50	MAKİNA ADI OTOMATİK DELİK DELME MAKİNESİ	



# 1	2,55	2,45	2,45	2,50	2,47	2,47	2,55	2,45	2,45	2,50
# 2	2,50	2,47	2,56	2,45	2,49	2,49	2,55	2,47	2,47	2,45
# 3	2,50	2,49	2,55	2,47	2,55	2,55	2,59	2,49	2,49	2,47
# 4	2,46	2,49	2,55	2,49	2,55	2,55	2,58	2,49	2,49	2,49
# 5	2,50	2,45	2,45	2,49	2,45	2,45	2,60	2,45	2,45	2,49
TOPLAM	12,51	12,35	12,56	12,40	12,51	12,51	12,87	12,35	12,35	12,40
ORTALA. (X)	2,50	2,47	2,51	2,48	2,50	2,50	2,57	2,47	2,47	2,48
MAKS.	2,55	2,49	2,56	2,50	2,55	2,55	2,60	2,49	2,49	2,50
MİN	2,46	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,55	2,45	2,45	2,45
DAĞ.ORT.(R)	0,09	0,04	0,11	0,05	0,10	0,10	0,05	0,04	0,04	0,05

(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	2,493	2,53	2,45	0,14

Proses Ortalaması X =	2,493		
Dağılım Ortalaması R =	0,067		
Üst Spek Limiti =	2,60 (ÜSL)		
Alt Spek Limiti =	2,40 (ASL)		
Spek Toleransı =	0,20 (STL = ÜSL - ASL)		
Standart Sapma	SS = R / d2	d2 = [ 2,326 ]	0,029
Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)	1,16	Cp > 1 olmalı

Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınınız)

Cpk = min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)

(Cmk)

Cpk = 1,24 , 1,08

(Cpk min 1 olmalıdır)

ÜKL (X) = X + A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	2,53
----------------------	----------------	------

AKL (X) = X - A2 * R	A2 = [ 0,577 ]	2,45
----------------------	----------------	------

ÜKL (R) = D4 * R	D4 = [ 2,114 ]	0,14
------------------	----------------	------

Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

Dağılım Yeteneği	Uygun	Uygunsuz
Merkezleme Yeteneği		
Gratikler		

**AÇIKLAMA**

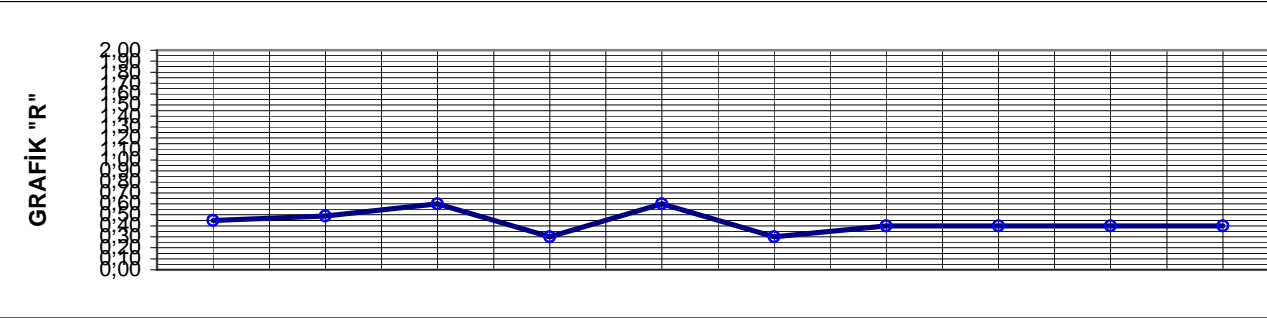
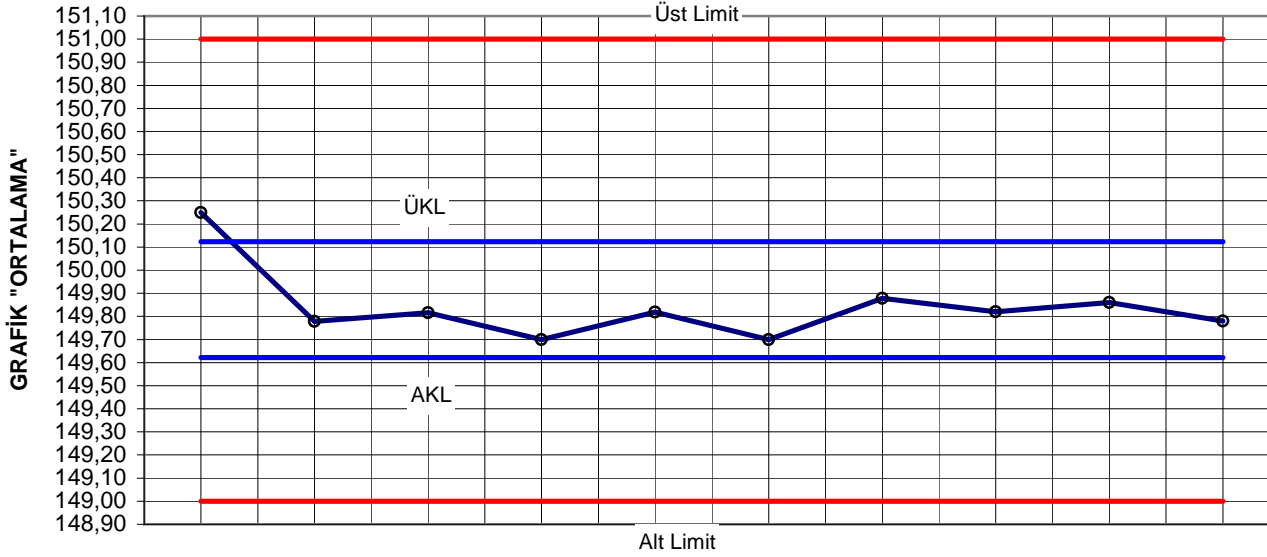
zaman zaman sıçramalar olmuş ve prosese müdahale edilmiştir.

AKL ve ÜKL değerleri sonraki çalışmalarda kullanılabilir mi? E/H

Cp ve Cpk uygunluk limiti 1 ve üstü hedef değeri 1,33 ve üstüdür.

(\*) Varsa ve yeteneği uygun ise önceki çalışmalardan mevcut prosesi en iyi yansıtan çalışmanın değeri alınır.

<b>PARÇA ADI</b> siroco radyatör motoru	<b>PARÇA KODU</b> 6401414	<b>TARİH</b> 05.05.2007	<b>ÖZELLİK</b> BOY	Sürekli <input type="checkbox"/> Kısa Dönem <input type="checkbox"/> Uzun Dönem <input type="checkbox"/>
<b>RESİM DEĞERİ</b> 150,00 + 1,00 - 1,00	<b>ÖLÇÜM SIKLIĞI</b>	<b>ÖRNEK ADEDİ</b> 50	<b>MAKİNA ADI</b> montaj	



# 1	150,00	149,90	149,50	149,70	149,99	149,70	149,99	149,70	150,10	149,70
# 2	150,10	149,70	149,99	149,80	150,10	149,80	150,10	150,10	149,70	149,70
# 3	150,30	149,80	150,10	149,50	149,70	149,70	149,80	149,70	149,70	149,70
# 4	150,40	149,50	149,50	149,70	149,80	149,80	149,70	149,80	150,10	150,10
# 5	150,45	149,99	149,99	149,80	149,50	149,50	149,80	149,80	149,70	149,70
<b>TOPLAM</b>	<b>751,25</b>	<b>748,89</b>	<b>749,08</b>	<b>748,50</b>	<b>749,09</b>	<b>748,50</b>	<b>749,39</b>	<b>749,10</b>	<b>749,30</b>	<b>748,90</b>
<b>ORTALA. (X)</b>	<b>150,25</b>	<b>149,78</b>	<b>149,82</b>	<b>149,70</b>	<b>149,82</b>	<b>149,70</b>	<b>149,88</b>	<b>149,82</b>	<b>149,86</b>	<b>149,78</b>
<b>MAKS.</b>	<b>150,45</b>	<b>149,99</b>	<b>150,10</b>	<b>149,80</b>	<b>150,10</b>	<b>149,80</b>	<b>150,10</b>	<b>150,10</b>	<b>150,10</b>	<b>150,10</b>
<b>MİN</b>	<b>150,00</b>	<b>149,50</b>	<b>149,50</b>	<b>149,50</b>	<b>149,50</b>	<b>149,50</b>	<b>149,70</b>	<b>149,70</b>	<b>149,70</b>	<b>149,70</b>
<b>DAĞ.ORT.(R)</b>	<b>0,45</b>	<b>0,49</b>	<b>0,60</b>	<b>0,30</b>	<b>0,60</b>	<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>

(*)	X Ortalama	ÜKL (X)	AKL (X)	ÜKL (R)
	149,872	150,12	149,62	0,92

Proses Ortalaması X =	149,872		
Dağılım Ortalaması R =	0,434		
Üst Spek Limiti =	151,00 (ÜSL)		
Alt Spek Limiti =	149,00 (ASL)		
Spek Toleransı =	2,00 (STL = ÜSL - ASL)		
Standart Sapma	SS = R / d2	d2 = [ 2,326 ]	0,187
Dağılım Yeteneği	Cp=STL / ( 6xSS)	1,79	Cp > 1 olmalı

Proses merkezlemesi yeteneği Cpk (Küçük olanı alınız)

$$Cpk = \min (ÜSL - X) / (3xSS) , (X - ASL) / (3xSS)$$

(Cmk)

$$Cpk = 2,01 , 1,56$$

(Cpk min 1 olmalıdır)

$$ÜKL (X) = X + A2 * R \quad A2 = [ 0,577 ] \quad 150,12$$

$$AKL (X) = X - A2 * R \quad A2 = [ 0,577 ] \quad 149,62$$

$$ÜKL (R) = D4 * R \quad D4 = [ 2,114 ] \quad 0,92$$

Num. Adeti	2	3	4	5
A2	1,880	1,023	0,729	0,577
d2	1,128	1,693	2,059	2,326
D4	3,268	2,574	2,282	2,114

Dağılım Yeteneği	Uygun	Uygunsuz
Merkezleme Yeteneği		
Grafikler		

#### AÇIKLAMA

Başlangıçta ÜKL dışında üretim yapılmış, proses düzeltilmiştir

AKL ve ÜKL değerleri sonraki çalışmalarda kullanılabilir mi? E/H

Cp ve Cpk uygunluk limiti 1 ve üstü hedef değeri 1,33 ve üstüdür.

(\*) Varsa ve yeteneği uygun ise önceki çalışmalardan mevcut proses en iyi yansıtan çalışmanın değeri alınır.