

**TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNDE İSTATİSTİKSEL SÜREÇ  
KONTROLÜ'NÜN ÖNEMİ ve BİR DEMİRDÖKÜM  
İŞLETMESİNDE YAPILAN UYGULAMA**

Seray YILDIRIM

Osmangazi Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Ana Bilim Dalı

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Eskişehir

Ocak ,2006

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma, jürimiz tarafından ..... Ana Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan .....

Üye .....

Üye.....

ONAY

.../.../2006

## ÖZET

### TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNDE İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜNÜN ÖNEMİ ve BİR DEMİRDÖKÜM İŞLETMESİNDE UYGULAMA

YILDIRIM, Seray

İşletme Ana Bilim Dalı

Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ocak 2006

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Hüseyin GÜRBÜZ

Bu çalışmanın amacı, Toplam Kalite Yönetimi'nde istatistiksel süreç kontrolünün önemini ortaya koymaktır. Üretimde kullanılan kum değerleri üzerinde yapılan gaz geçirgenliği ile ilgili süreç kontrol çalışmalarında spesifikasyon dışında kalan değerler tespit edilerek, kaliteyi artırıcı önlemlerin zamanında alınması sağlanmıştır.

Bu çalışmanın verileri, Bilecik ili sınırları içinde yer alan Toprak DemirDöküm A.Ş.'den alınmıştır. Uygulamada yapılan düzeltme işlemlerinde nitelik kontrol tabloları ve Değişken (Ölçülebilir) Kontrol Grafikleri'nden yararlanılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, Toprak DemirDöküm A.Ş.'de üretimde kullanılan kum değerlerinde gaz geçirgenliği parametresi için yapılan istatistiksel süreç kontrol çalışması sonucunda spesifikasyon değerleri dışında kalan değerler tespit edilip; düzeltici çalışmalar yapılarak sürecin kontrol altına alındığı görülmüştür.

## ABSTRACT

### THE IMPORTANCE OF STATISTICAL RPOCESS CONTROL IN TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND AN APPLICATION IN AN IRON CASTING COMPANY

This study aims to reveal the importance of statistical process control in Total Quality Management. In process control studies related with gas permeability in soil values used in production, the values out of spesification were detected and this ensured to take precautions that would promote the quality previously.

The data used in this study was collected in Toprak DemirDöküm A.Ş. located in the province of Bilecik. For the corrections in this study, quality control tables and Variable (Measurable) Control Graphics were used.

According to the findings of this study, as a result of the statistical process control studies for gas permeabilty parameter in soil values excluded from specification values were determined and with reformative corrective actions the process was taken under control.

## İÇİNDEKİLER

Jüri Ve Enstitü Onayı.....	i
Özet.....	ii
Abstract.....	iii
Tablolar Listesi.....	vii
Şekiller Listesi.....	viii
Grafikler Listesi.....	ix
Önsöz.....	x
Giriş.....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

### TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ VE UYGULAMASI

1.1. Toplam Kalite Yönetimi.....	2
1.1.1 Kalite Kavramı.....	2
1.1.2 Toplam Kalite Yönetiminin Tanımı.....	3
1.1.3 Toplam Kalite Yönetiminin Temel Unsurları.....	5
1.1.3.1 Müşteri Odaklı Yönetim.....	5
1.1.3.2 Üst Yönetimin Önderliği.....	7
1.1.3.3 Tüm Çalışanların Katılımını Sağlamak.....	9
1.1.3.4 Sürekli Gelişme (Kaizen).....	9
1.1.3.5 Personel Eğitimi.....	11
1.1.3.5.1 Kalite Stratejisi Eğitimi.....	12
1.1.3.5.2 İç Müşteri – Tedarikçi İlişkileri Eğitimi.....	12
1.1.3.5.3 Grup Çalışması Eğitimi.....	12
1.1.4 Toplam Kalite Yönetiminin İşletmede Uygulamaya Konması.....	12
1.1.5 Toplam Kalite Yönetiminin Yararları Ve Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar.....	13

1.1.6 Toplam Kalite Yönetiminde Başarı İçin Temel Faktörler.....	14
--	----

## **İKİNCİ BÖLÜM**

### **İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROL**

2.1 İstatistik süreci.....	16
2.2. Ana Kütle Ve Örneklemeye .....	17
2.3 İstatistiğin uygulanması.....	19
2.3.1.İstatistik Uygulamalarında Süreç .....	20
2.4 Veri toplama.....	20
2.4.1 Veri toplamının kuralları.....	20
2.5. İstatistiksel Seriler.....	21
2.6. Sebep – Sonuç Diyagramı.....	24
2.7. Temel İstatistiksel Teknikler.....	27
2.7.1.Histogram.....	27
2.7.2. Pareto Diyagramı.....	31
2.7.3. Kontrol Grafikleri.....	32
2.7.4. Dağılıma Diyagramı.....	32
2.7.5. Akış Diyagramları.....	35
2.8. İstatistiksel Süreç Kontrolü.....	36
2.8.1. Süreç Kontrol Sistemi.....	36
2.8.2. İstatistiksel Süreç Kontrolü'nün Amacı.....	38
2.9. Değişkenler İçin Kontrol Grafikleri .....	39
2.9.1. Hazırlık Aşamaları.....	40
2.9.2. Verilerin Toplanması.....	42
2.9.2.1 Alt Grup Büyüklüğünün , Frekansının Ve Sayısının Saptanması.....	42
2.9.3. Kontrol Grafiklerinin Hazırlanması .....	43

2.9.3.1. Kontrol Grafikleri Üzerinde Ortalamaların Ve Değişim Aralıklarının Gösterilmesi.....	44
2.9.4. Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması .....	45
2.10. Nitelik Kontrol Grafikleri .....	48
2.10.1. p-Kontrol Grafiği.....	50
2.10.2. np Grafiği.....	54
2.10.3. c-Grafiği .....	55
2.10.4. u-Grafiği.....	56
2.11. Süreç Yeterlilik Analizi.....	57
2.11.1. Süreç Yeterliliğinin Hesaplanması.....	57
2.11.2. Süreç Yeterliliğinin Değerlendirilmesi .....	60
2.11.3. Süreç Yeterliliğinin İyileştirilmesi.....	61
2.12. Kontrol Tablosu Analizinde Çeşitli Modellemeler.....	61

### **BÖLÜM 3**

#### **İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜN BİR DEMİRDÖKÜM İŞLETMESİNDE UYGULAMASI**

3.1. İstatistiksel Süreç Kontrolün Toprak Demirdöküm A.Ş.'deki Uygulaması.....	63
3.2. Kalıp Kumunun Gaz Geçirgenliği İçin Yapılan İstatistiksel Süreç Kontrol Çalışması.....	64
3.3. p ve np Grafiklerinin Çizilmesi.....	73
3.3.1. p Grafiği.....	74
3.3.2. np Grafiği.....	75
SONUÇ.....	76
KAYNAKÇA.....	77

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Toprak Demirdöküm A.Ş. kalite kontrol verileri.....	23
Tablo 2.2 : Frekans Tablosu.....	23
Tablo 2.3: Toprak Demirdöküm A.Ş. Kalite Kontrol Verileri.....	29
Tablo 2.4: Kontrol Limitleri için katsayılar.....	44
Tablo 3.1: 30 gün boyunca kumun gaz geçirgenliği için toplanan $\bar{X}$ ve $R$ grafiğine ait veriler (gr / cm <sup>3</sup> ).....	67
Tablo 3.2: $\bar{X}$ tablosunda yer alan ve kontrol dışı bulunan 4 değer (2., 4., 19. ve 23. değerler) çıkarılarak oluşturulan $\bar{X}$ tablosu.....	67
Tablo 3.3: $R$ tablosunda yer alan ve kontrol dışı bulunan 1 değer (12. değer) çıkarılarak oluşturulan $R$ tablosu.....	68
Tablo 3.4: p ve np grafikleri için radyatör döküm verileri.....	73



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Sürekli Gelişme Döngüsü.....	10
Şekil 2 : Histogram.....	28
Şekil 3 : Süreç Kontrol Sistemi.....	37

## GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1 : $\bar{X}$ Kontrol Grafiği.....	69
Grafik 2 : Düzeltilmiş $\bar{X}$ Grafiği.....	70
Grafik 3 : $R$ Grafiği.....	71
Grafik 4 : Düzeltilmiş $R$ Grafiği.....	72
Grafik 5 : $p$ grafiği.....	74
Grafik 6 : $np$ grafiği.....	75

## ÖNSÖZ

İkinci Dünya Savaşı sonunda Amerika Birleşik Devletleri tarafından işgal altına alınan Japonya'ya kalitesiz ve standart dışı görülen telekomünikasyon sektöründe kullanılmak üzere “Kalite Kontrol Yöntemleri Kullanma Talimatı” verilmiştir. 1946 yılında İstatistiksel Kalite Kontrol yöntemi Japonya'da uygulamaya girmiştir. 1950 yılında ABD'den Dr. Edwards DEMING Japon bilim adamları tarafından Japonya'ya getirilmiş ve kalitesiz üretim yapan Japon Endüstrisi için bu; bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir.

İstatistiksel Kalite Kontrolün teknoloji ağırlıklı bir çalışmadan çok, tüm yönetimi ilgilendiren bir kavram olduğunun anlaşılması; kalite konusunda yeni bir kapı açmış ve Toplam Kalite Kontrolünün bugünkü aşamasına gelmesinde önemli rol oynamıştır. Bu çalışmada, üretilen malın sonuç aşamasında değil de üretim aşamasında kontrol edilmesi ve karşılaşılabilecek problemlerin kontrolden çok, önlemeye yönelik olması gerekliliğinin önemi vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, benden desteğini esirgemeyen sayın danışman hocam Yrd.Doç. Dr. Hüseyin GÜRBÜZ' e sonsuz teşekkür ederim. Toprak Demirdöküm A.Ş. ile ilgili bilgileri edinmeme ve kullanmama yardımcı olan Toprak Demirdöküm A.Ş. yönetimine ve eşim, Üretim Mühendisi M.Kerem YILDIRIM'a teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmam boyunca, desteğini esirgemeyen çalışma arkadaşım Gökben BAYRAMOĞLU'na, bana sabır ve anlayış gösteren aileme, sevgili oğlum Ediz YILDIRIM'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Seray YILDIRIM

## GİRİŞ

Bilgi çağına girilen şu günlerde, ulusal pazarlar; bölgesel pazarlara, buradan da küreselleşmeye gidilerek liberalleşmiş ve doyuma ulaşan pazarlarda bir kapasite fazlası oluşarak “kalite” ve “müşteri tatmini” gibi kavramlar yoğun bir şekilde gündeme gelmiştir.

Üretim işletmelerinde % 100 muayene ile temin edilebilecek kalitenin; rekabet gücünü önemli ölçüde etkileyebileceğinin kabulünden sonra “önce üret, sonra kontrol et” anlayışı kabul görmüş; ancak bu anlayış daha sonra yerini “üretim aşamasında kontrol et” anlayışına bırakmıştır.

İstatistiksel Süreç Kontrol; prosesi üretim aşamasında etkin bir şekilde takip etmek için kullanılan yöntemlerden biridir. Amacı, hataları yakalamak değil; önlemektir. Doğru ve etkin istatistiksel yöntemler kullanılarak sorun teşhis edilir, önlemler planlanır, uygulanır, önlemlerin sonuçları izlenir. Sonuçlar olumsuz ise düzeltici önlemler alınır. Olumlu ise; standart hale getirilir. Bu çalışmada, bir demirdöküm işletmesinde üretimde kullanılan ana parametrelerden birinde İstatistiksel Süreç Kontrol çalışmaları yapılarak; hatanın proses aşamasında giderilmesi gözlenmiş; Toplam Kalite Yönetimi’nde İstatistiksel Süreç Kontrolü’nün önemi üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın birinci bölümünde; rekabette üstünlük sağlamak adına uygulanacak Toplam Kalite Yönetiminin temel unsurları ve müşterinin en temel tercih faktörü olan kalite kavramı incelenmiştir. Tezin ikinci bölümünde ise; temel istatistiksel teknikler ve İstatistiksel Süreç Kontrolü’nün önemi üzerinde durularak, yapılacak uygulamanın metotları ortaya konulmuştur. Üçüncü bölümde ise; ikinci bölümde öngörülen metotlar kullanılarak bir demirdöküm işletmesinde bu metotların ne ölçüde uygulandığını ortaya koymak amacıyla Toprak Holding’e bağlı olan Toprak DemirDöküm A.Ş.’de yapılan uygulamaya yer verilmiştir.

## BÖLÜM 1

### TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ VE UYGULAMASI

#### 1.1. Toplam Kalite Yönetimi

Hızlı ve sürekli olarak değişen çevre, işletmeleri etkilemekte ve değişikliğe zorlamaktadır. İşletmeler varlıklarını sürdürebilmek için, değişiklikleri önceden tahmin etmek ve acımasız rekabet ortamında üstünlük sağlamak zorundadırlar. Sürekli artan küresel rekabet şartları, işletmelerin önüne yaşamlarını sürdürebilmek için temel bir ölçüt çıkarmıştır: “*Müşteri tatmini*”. Bu ölçütte başarılı olabilmek için gerekli üç temel şart ise; “müşterinin istediği kalitede mal ve hizmeti, daha ucuza ve kısa sürede ulaştırmak” şeklinde ortaya çıkmaktadır. Günümüzde büyük bir hızla artan ürün ve hizmet arzında, müşterinin en temel tercih faktörü kalitedir.<sup>1</sup>

##### 1.1.1. Kalite Kavramı

Bilgi çağına girilen şu günlerde, ulusal pazarın bölgesel pazarlara, oradan da küreselleşmeye birlikte giderek liberalleşmesi, doyuma ulaşan pazarlarda bir kapasite fazlasının oluşması kalite kavramını yoğun bir şekilde gündeme getirmiştir.

Rekabete dayanan ekonomik hayatta işletmeler, ürün ve hizmetlerin kalitesini sürekli olarak geliştirme çağrısına uymak zorundadır. Kaliteli çalışmanın kazandıracağı sonuçlar; gurur, görevi en iyi şekilde yapmanın doyumunu, verimlilik işlerin bir defada doğru olarak yapılmasıyla kazanılan zaman sayılabilir. Buna göre

---

<sup>1</sup> Gürcan DUMAN, *Toplam Kalite Yönetimi Ders Notları*, (Eskişehir, 1997), s:2

kalite kavramının ne olduğu sorusu karşımıza çıkmaktadır. Kalitenin özelliklerini şu şekilde sıralanabilir:<sup>2</sup>

- **Kalite Önlemedir:** Sorunlar ortaya çıkmadan önce çözümlerini oluşturur, ürün ve hizmetlerin yapısına tasarım yoluyla üstünlük ve kusursuzluk katar.
- **Kalite Müşteri Tatminidir:** Ürün ve hizmetlerin ne kadar iyi olduğu konusundaki son kararının verdiği mutluluktur.
- **Kalite Verimlilik:** İşlerini yapabilmek için gerekli eğitimden geçen, gereksinim duyduğu araç-gereç ve talimatlarla desteklenen personelden elde edilir.
- **Kalite esnekliktir:** Talepleri karşılamak için değişmeyi göze almak ve bu konuda istekli olmaktır.
- **Kalite Etkili Olmaktır:** İşleri çabuk ve doğru olarak yapmaktır.
- **Kalite Bir Programa Uymaktır:** İşleri zamanında yapmaktır.
- **Kalite Bir Süreçtir:** Süregelen bir gelişmeyi kapsar.
- **Kalite Bir Yatırımdır:** Uzun dönemde bir işi ilk defada doğru olarak yapmak, hatayı sonradan düzeltmekten daha ucuzdur.

### 1.1.2. Toplam Kalite Yönetiminin Tanımı

Yapılan çalışmalarda, toplam kalite yönetimi; “kalite”, “kalite yönetimi”, “toplam kalite kontrol”, “kalite denetimi”, “yüksek kalite”, “kalite kontrol”, “kalite

---

<sup>2</sup> İsmail EFİL, **Toplam Kalite Yönetimi Ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi**, (Dördüncü baskı Alfa yayınları, İstanbul,1999),

sistemleri” vb. bir çok kavramla karşılaştırılmaktadır. Bütün bu kavramlar, kalitenin çok önemli bir faktör olduğunu belirtmekle birlikte kavram kargaşasına da yol açmaktadır. Günümüzün çağdaş bir yönetim felsefesi olan toplam kalite yönetimi, sadece bir kalite güvencesi değildir ve diğer kalite kavramlarıyla karıştırılmamalıdır.

Toplam kalite yönetimi, *“bir örgütteki değişik grupların müşteri tatminini de göz önünde tutarak; pazarlama, mühendislik, ürün ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek amacıyla; kalite geliştirme, kalite koruma ve kalite iyileştirme çabalarını birleştiren etkili bir sistemdir.”*<sup>3</sup>

Diğer bir tanıma göre ise toplam kalite yönetimi, *“bir işletmede üretilen ürün yada hizmetlerin, işletme süreçlerinin ve çalışanlarının sürekli iyileştirme ve geliştirme yol ile en düşük maliyetler düzeyinde, önceden belirlenmiş olan müşteri gereksinim ve beklentilerinin tüm çalışanların katılımı ile ve kendilerinden beklenen yükümlülükleri yerine getirmeleri sayesinde karşılanarak, işletme performansının iyileştirilmesi “ olarak tanımlanabilir.*<sup>4</sup>

Toplam kalite yönetiminin temel amacı, kalite yönetimi faaliyetlerinin işletme içinde işletmenin bütününe ilişkin kaliteyi sağlamaya yönelik olarak yapılmasıdır. Bunu sağlayabilmek içinde, örgütün tüm bölümlerinin ve en üst düzeydeki yöneticilerden en alt kademelerdeki çalışanlara dek tüm personelin kalite faaliyetlerinde bir araya gelip işbirliği yapmaları gerekmektedir. İşte bu biçimde uygulanan bir toplam kalite yönetimi, hataları önlemek için planlama, müşteri isteklerini arayıp bulma, tasarlama, satın alma, üretme, muayene ve pazarlamayı organize etme anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle, Toplam kalite yönetimi, ürün ya da hizmet ile ilgili işletme işlevlerine ilişkin; ticari, finansal, teknik, beşeri ve örgütsel kaynakları optimum kılması ve bunları tüm faaliyetlerin işbirliğini sağlayarak yönlendirmeyi amaçlamaktadır.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Adnan SEVİM, “Toplam Kalite Yönetiminde Bir Araç Olarak Toplam Kalite Maliyetlerinin Tekdüzen Hesap Planı Çerçevesinde Muhasebeleştirilmesi”, **Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi**, (Cilt: XIV., S:1-2, 1998), s: 209

<sup>4</sup> EFİL, **a.g.e.**, s: 29

<sup>5</sup> SEVİM, **a.g.e.** s: 209

### **1.1. 3. Toplam Kalite Yönetiminin Temel Unsurları**

Toplam kalite yönetiminin, temeli bazı basit kavramlardan oluşmaktadır. İşletmeler başarılı olabilmek için kârlı satışlar yapması gerekir. Bunun için ise, müşterisinin olması gerekir. İşletmeler şu andaki müşterilerini elde tutmak, hem de gelecekte müşteri bulabilmek için çabalamalıdır. İşletmeler, müşterilerini belirledikten sonra; onların gereksinim ve beklentilerini de belirlemeli ve süreçlerini bu gereksinimleri doğru ve zamanında karşılayacak şekilde düzenlemelidir.

Toplam kalite yönetiminin, diğer yönetim tekniklerinden en büyük farkı; her çeşit organizasyonu daha mükemmel götürebilecek bir yönetim sistemi olarak evrensel bir kabul bulmasıdır. Bu kabulün altında yatan en önemli neden, kurumların gereksinimlerini, geleneksel yaklaşımlardan farklı bir boyutta değerlendirerek, oluşturduğu sentezi yaratan düşünce tarzı, yani felsefesidir. Çünkü, bu felsefe belirli bir özelliklere sahip tüm her çeşit organizasyona uygulanabilmektedir. Toplam kalite yönetimi kavramı, kendine haz bazı davranış kuralları ve içimini kapsamaktadır. Toplam kalite yönetiminin başarısı, temel kuralların uygulanmasına bağlıdır. Bu kuralları şu şekilde sıralanabilir:<sup>6</sup>

- Müşteri odaklı yönetim
- Üst yönetimin liderliği
- Çalışanların katılımı
- Sürekli gelişme
- Personel eğitimi

#### **1.1.3.1. Müşteri Odaklı Yönetim**

Toplam kalite yönetiminin felsefesinde, “Madem ki müşteri yaşam kaynağıdır; o halde onu korumak ve yenilerini elde etmek için sunulan hizmet ve üründen memnun olmasını sağlamak gerekir” ifadesi geçerlidir.

---

<sup>6</sup> Gönül YENERSOY, **Toplam Kalite Yönetimi: Mükemmelliği Arayış Yolcuğuna İlk Adım** (Rota Yayınları, Mart, 1997), s: 52



Günümüzün pazarında satılan ürünlerin teknolojik gelişmişliği ve çeşitliliği karşısında müşteri, eskisinden çok daha fazla seçici olmuştur. Daha zor tatmin olmakta ve kolaylıkla aldığı ürünü ve satıcısını değiştirebilmektedir. Bu nedenle, müşterinin şimdi ve gelecekteki ihtiyaçlarını bilen ya da tahmin edebilen ve bu gereksinimleri yerine getirmek için ürün geliştirme, çeşitlendirme vb. yönetim stratejilerini çok hızlı ve herkesten önce uygulamaya koyan işletmelerin, rekabet gücü daima daha yüksek olmaktadır.

Toplam kalite yönetimi, bu gerçeklerden hareketle geleneksel yönetimin rekabet gücü ölçütlerini de içine alan, fakat önceliklerini değiştiren ve firmanın faaliyetlerini bu yönde gelişen bir davranış biçimine yöneltmeyi hedef alan bir kavramı hayata geçirmiştir. Bu kavram “müşteri tatminidir”. Müşteri tatminini ön plana yönetim anlayışı ise, toplam kalite yönetiminin müşteriye odaklı yaklaşımının ifadesidir.

Müşteriye yönelme, her çeşit ikili ilişkilerde davranışların, karşı tarafın düşüncelerini ve durumunu göz önüne alarak düzenlemesi şeklindeki olumlu tutumunun, alıcı-satıcı ikilisine uygulanmasıdır. Böyle davranılmaması halinde ilişkiler kopabilir. Oysa, toplam kalite yönetimi, “müşteri ile ilişkiyi devam ettirme”ye dayanır. Çünkü, yaşam kaynağıdır. O halde onu iyi tanıma gerekir.

Toplam kalite yönetimi, “bir sonraki süreç sizin müşterinizdir” ilkesi; müşteriye yönelme yaklaşımının, firma içindeki tüm işlemlere uygulanmasıdır. Nasıl ki, pazardaki müşterini gereksinimlerini tanımlayarak, ona sunulacak ürün ve hizmetin kalitesini geliştirmek olanaklı ise, toplam kalite yönetiminin sistem boyunca, her noktada performansın ve kalitenin geliştirilmesini amaç edinen “Firma çapında” yaklaşımı da aynen gerçekleştirilmelidir. Bu yaklaşım; pazardaki (dış müşteri) müşteriye ek olarak bir de iç müşteri tanımının yapılmasını gerektirmiştir. Müşteri; bir mal veya hizmetin satın alıp kullanan kişidir ve çalışan herkes bu tanım içinde yer almaktadır. Çünkü, ne iş yaparsa yapsın; herkes (her işlev) bazı girdileri alıp kullanmakta, bunları işleyerek oluşturduğu sonucu (çıktıyı) bir başka kişiye (işleve) girdi olarak sunmaktadır. Örneğin, imalat; satın alınan malzemenin temin ettiği malzemeyi alıp işler, ürün haline geldikten sonra, satışa gönderir. Bu durumda imalat satın alınan malzemenin müşterisi, satış ise imalatın müşterisidir. İmalatın yaptığı işin kalitesi, kullandığı malzemenin kalitesine, satışın performansı ise; imalatın müşterisini

beklentilerini karşılayacak nitelikte ürün yapmasına bağlıdır. Dolayısıyla, herkesin müşterisinin kim olduğunu ve onun işlevini en iyi şekilde gerçekleştirmesi için kendisinden beklendiğini bilmesi gerekir.

Organizasyonlardaki verimsiz çalışmaların, yapılan hataların, kısacası kalitesiz çalışmanın en başta gelen sebeplerinden birisi, bu düşünce tarzına bağlı olarak çalışmamaktır. Böyle bir ortamda hiç kimse, bütün içindeki rolünün öneminin farkında değildir. Hatta, başka bölümde çalışanlara düşman gözüyle bakılabilir. Bu durumda sistemin bir bütün olarak mükemmel çalışmasını ummak hayalden öteye geçemez. Oysa, eğer herkes müşterisini ve onun gereksinimlerini biliyorsa, kendinden beklenen en iyi hizmeti verebilir. Toplam kalite yönetiminin, iç müşteri kavramı ile gerçekleştirmeye çalıştığı iletişim budur. Toplam kalite yönetimi, bölümcülüğü ve bireyseliği reddeder. Bütün çalışanlar, bu çeşit bir çalışma disiplini uygulamadıkça; toplam kalite gerçekleşmez. İşin özü ve ruhu budur.<sup>7</sup>

### **1.1.3.2. Üst Yönetimin Liderliği**

Yönetim, insanlara yönelik bir faaliyettir. İnsan kaynağının değişen profiline bağlı olarak yönetimin özellikleri de değişmektedir. Örneğin, eğitimsiz ve yetişmemiş kişiler için otoriter yönetim tarzı uygun olurken, çağdaş ve eğitilmiş insanlar içinse demokratik yönetim tarzı uygun olmaktadır.

Çağdaş bir yönetim tarzı olan toplam kalite yönetimi, demokratik yönetim tarzı gerektirir. Demokratik yönetim, katılımcı yönetim demektir. Demokrat yöneticiler; astlarını dinleyen, onların fikir ve isteklerine değer veren, onlara hedef gösterip hedefe nasıl ulaşacağını kendilerine bırakan liderlerdir. Ayrıca, hızla değişen ve gelişen çevre şartları da kişinin yetenekleri ve kapasitesiyle sınırlı kalamayacak kadar karmaşık, geniş ve enerjisinden yararlanarak; bu bireysel görgü, bilgi ve enerjiyi işletmenin amaçları ve hedefleri doğrultusunda yönlendirebilecek bir insan olmalıdır.

Bütün bu değişen şartlar sonucunda; işletmenin amaçları, değerleri, stratejileri ve politikaları da önemli değişikliklere uğramışlardır. Örneğin, bugüne kadar

---

<sup>7</sup> YENERSOY, a.g.e. s: 53

işletmelerin kâr etmeleri birinci hedef iken, şimdi hayatta kalmaları ve içinde buldukları çevreyi de yaşatmaları birinci hedef haline gelmiştir. Bugün geçerli olan görüş ise işletmelerin; “müşteriyi tatmin edecek mal ve hizmeti üretip sat”, “yaşamak için yaşat” politikalarıyla hareket etmesidir. Çünkü, son yıllarda daha da iyi anlaşılan “sinerji” etkisini düşünüldüğünde, kalitesiz bir çevrede yaşamını sürdürebilmenin olanaksızlığını daha iyi anlaşılmaktadır.

Toplam kalite yönetimi felsefesine bağlı olarak organizasyon yapısı da değişmektedir. Esnek, yalın ve sınırsız işletmeler oluşmaktadır. İşlevsel yönetimin yerine, işlemsel yönetim (süreç yönetimi) önem kazanmıştır.

Bu yeni yönetimde, iletişim işlevi de klasik yönetimdeki yerinden daha önemli bir hale gelmiştir. Bu nedenle, bu çağa “iletişim çağı”da denmektedir. İç ve dış iletişimini sağlayamayan bir işletme yaşamayacaktır.

Buna bağlı olarak, iletişim araçları ve şekli de çok değişmektedir. Hem teknolojik olarak, hem de yönetsel olarak gelişen bu araçların kullanımı; işletmelere yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. İşletmeler uluslararası olmak, dünya çapında olmak gibi nedenlerin yanı sıra sadece bu yüzden bile yeni bir felsefe ve yeni bir kültür yaratma gereği duymuşlardır. Toplam kalite yönetiminin yarattığı bu kültüre, “kalite kültürü” denilmektedir. Bu kültür, kaliteyi insanların bir yaşam biçimi haline getirerek gelişmeyi sağlamaktadır.

Bir süreç olarak yönetime baktığımızda; planlama, örgütleme, yöneltme gibi işlevlerde bu kadar çok değişiklik olması sonucunda, bunlara bağlı olarak kontrol faaliyetlerinde de köklü değişiklikler oluşmuştur. Muayeneye dayalı ve başkası tarafından kontrol edilmenin zorluğu ve maliyeti göz önüne alındığında, herkesin kendi kendinden sorumlu olmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda, insanların kendi kendilerini kontrol edebilecekleri kriterlerin belirlenmesinin önemi ortaya çıkmıştır. Bunun için, çalışanlara belli hedefler verilmeli ve bu hedeflere nasıl ulaşacakları kendilerine bırakılmalıdır. Çünkü, işi yapan kişi bunun nasıl başarılacağını daha iyi bilmektedir. Bu ise, “hedeflerle yönetim” demektir. Hedeflerle yönetim; tek bir sonuca ve süreçlere ağırlık veren ve amaçlara göre yönetimin çağdaş bir uygulamasıdır. Bütün bu gelişmelerin doğal bir sonucu olarak, kontrol kriterleri de değişmiştir. Bireysel kontrol kriterlerinin yerine,

grup kontrolü önem kazanmıştır. Bireysel ve örgütsel kontrol de tümüyle değişmiş; yerine toplam kalite yönetimi gelmiştir.<sup>8</sup>

### **1.1.3.3.Tüm Çalışanların Katılımını Sağlamak**

Yönetim, örnek olma yanında amaçlarını personelin tamamına duyurmalı ve onların katılımını sağlamalıdır. Bir başka deyişle, tüm çalışanlar toplam kalite anlayışını benimsemeli ve buna gönüllü olarak katılmalıdır. Kaliteye ulaşmak, ürünün yapımından sunumuna kadar herhangi bir bölümde çalışan herkesin katılımını gerektirmektedir.

Kalite çalışmalarında başarı için, sadece üst kademelerde çalışan ile satış personelinin kalite kavramını anlamaları yetmemektedir. İşletmenin tüm çalışanlarının da, kalite kavramının gerçek ve algılanan kalite yönlerini anlamaları ve işbirliği yapmaları gerekmektedir. Kalite, çalışan herkesin katılımını sağlayacak bir takım ruhunun oluşturarak; kalite verimliliğini artırmanın yanı sıra kişilere yüksek bir moral ve motivasyonda sağlamaktadır.<sup>9</sup>

### **1.1.3.4.Sürekli Gelişme (Kaizen)**

Toplam kalite yönetiminin temelinde, “daha iyiyi arama” süreci yer alır. Bu bir “mükemmelin” aranması ve yakalanması süreci değildir. Bir kez için mükemmelin aranması değil; daha iyinin aranması anlamda sürekli devam edecek bir süreçtir.

Daha iyiyi aramak, geliştiği güzel ve rastgele yapılan bir yolculuk değildir. Belli bir modele ve yönetime sahiptir. Daha iyi aranırken, tanımlanmış bir süreç izlenir. Bu yaklaşımı ve modeli, yaratıcılığı kısıtlayan dar ve kalıplaşmış bir yol olarak düşünmemek gerekmektedir. Böyle bir anlayış; toplam kalite yönetimi anlayışına tamamen aykırı olmaktadır. Bu model, daha çok yol gösterici bir kılavuz

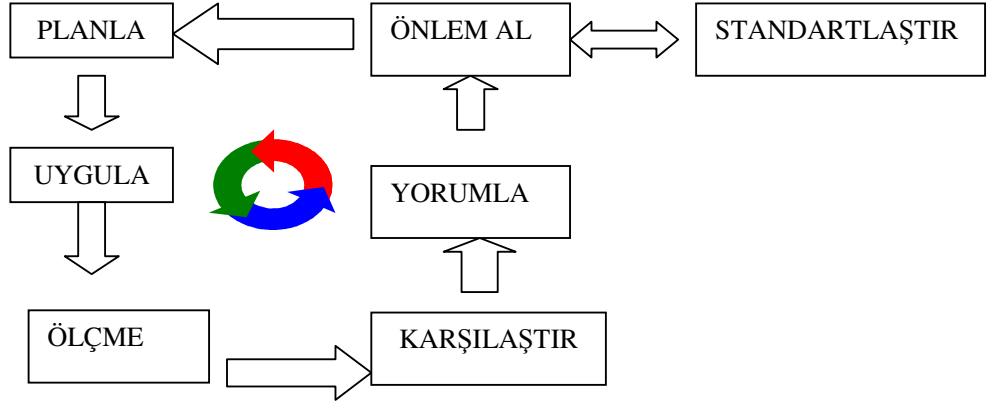
---

<sup>8</sup> Minâ ÖZEVREN, **Toplam Kalite Yönetimi Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, (Alfa Basım Yayım Dağıtım, Yayın No: 349, 1997), s: 49-50

<sup>9</sup> Gültekin YILDIZ, **İşletmelerde Toplam Kalite Yönetimi: Toplam Kalite Yönetimin Geçişte Stratejik Bir Yaklaşım**, (T.C. Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları No: 10, 1994) s:5

niteliğindedir. Bu kılavuz, incelenen durumun özelliklerine ve kullanıcının gereksinimlerine bağlı olarak yorumlanmaktadır.

Daha iyi arama süreci, ardışık bir “düşünme ve uygulama” sürecidir. Sürekli düşünmenin temelinde sağlıklı bir uygulama süreci vardır. Bu sürecin sağlıklı bir şekilde işlemesi sonucunda Gerekli değişim ve iyileşmeler sağlanabilir. ŞEKİL-1’de; Toplam kalite yönetimindeki iyileştirme çevrimi verilmektedir.



### Şekil 1: Sürekli Gelişme Döngüsü

Kaynak: Haluk ERKUT, **Toplam Kalite yaklaşımı: Sürekli İyileştirme Süreci**, (İnterbank Yayınları, No:3,1995), s:9

Felsefi düzlemde “daha iyiyi arama” ve bunun uygulamadaki yansıması olan iyileştirme çevrimi, toplam kalite yönetiminin kritik ve vazgeçilemez sürecidir. Bu çevrimin temel adımlarını şu şekilde sıralanabilir: <sup>10</sup>

- **Durum Tanımı:** Durumun tanımlanmasında; belirti analizi yapılarak, sorun ve iyileştirme alanlarını bulunması, öncelikli sorun ve iyileştirme alanlarını belirlenmesi, sorunların nedenlerinin analizi, gereksinimlerin tanımlanması ve çalışma amacının proje faaliyetlerinin belirlenmesi gibi faaliyetler gerçekleştirilir.

<sup>10</sup> Haluk ERKUT, **Toplam Kalite yaklaşımı: Sürekli İyileştirme Süreci**, (İnterbank Yayınları, No:3,1995), s:9

- **Sistem Tanımı:** Sistem tanımı yapılırken; sorun ve iyileştirme alanlarının sistematik bir çerçevede incelenerek; sistemin amaçları ve temel süreçlerinin belirlenir. Temel süreçlerin belirlenmesi için; sistemin alt sistemlerinin ve ilişkilerinin belirlenmesi, sistemin değişken, parametre ve saatlerinin belirlenmesi, sistemin performans göstergelerinin belirlenmesi gerekmektedir.
- **Veri Analizi:** Verilerin toplanması aşamasında; verilerin üretilmesi, toplanması, düzenlenmesi, sergilenmesi, işlenmesi, izlenmesi gerçekleştirilir.
- **Çözüm Oluşturma/ Tasarım:** Tasarım aşamasında; öngörü ve kestirimler yapılması, Çözüm önerisinin sistematik tasarımı, çözüm önerilerinin değerlendirilmesi ve seçimi yapılır.
- **Uygulama Hazırlığı:** Uygulama için hareket planı oluşturma, belgeleme ve dokümantasyon hazırlığı, fiziksel olanakların ve donanımlarının hazırlanması, uygulanacak iyileştirme sisteminin tanıtılması, sistemi uygulayacaklarının yönlendirilmesi, yetiştirilmesi ve eğitimi, gözleme, izleme sisteminin kurulması bu aşamada yapılır.
- **Uygulama:** Öncelikle, başlangıç/ pilot/deneme uygulaması yapılarak; izleme ve değerlendirme gerçekleştirilir. Uygulamanın sonuçlarına göre; uygulamada gerekli düzenlemeler yapılır ve tekrar uygulamaya konularak; sorunun çözümde etkili olup olmadığı kontrol edilir.
- **Standartlaştırma:** Kalıcı sistem, model ya da metot oluşturma, standart modeli gözden geçirme ve güvenlik sistemlerinin tasarımı ve standart modelin tanıtımı gibi faaliyetler gerçekleştirilir.
- **Sonuç Ve Durum Değerlendirme:** İyileştirme süreci değerlendirilir. Daha sonra, kalan sorunlar ve nedenleri incelenir ve öğrenme raporu hazırlanır.

#### 1.1.3.5. Personel Eğitimi

Yöneticilerin olduğu kadar, personelinde toplam kalite konusunda eğitime gereksinimi vardır. Ancak, yönetici eğitimi modeline göre yapılacak bu eğitim, personelin yapısına; içerik ve şekil bakımında uygun hale getirilmiş ve hafifletilmiş

olarak uygulanmalıdır. Personele verilecek eğitim; kalite stratejisi eğitimi, iç müşteri-tedarikçi eğitimi ve grup çalışması eğitimi olmak üzere üç kısımda incelenebilir.<sup>11</sup>

#### **1.1.3.5.1. Kalite Stratejisi Eğitimi**

Gerek üst yönetim olsun gerekse çalışanlar olsun, işletmede çalışan bütün bireyler, işletmenin kalite politikalarını ve stratejilerini bilmek zorundadır. Bu eğitimle; personelin kalite konusunda sahip olması gereken genel bilgilerin sağlanması ve kalite konusunda gerekli duyarlılığın oluşturulması hedeflenmektedir.

#### **1.1.3.5.2. İç Müşteri- Tedarikçi İlişkileri Eğitimi**

Personel, müşteri- tedarikçi ilişkisini iyi bir şekilde anlamak ve özümsemek zorundadır. Çünkü, bunu günlük uygulamalarda kullanmak zorunda kalmaktadır. Bu eğitimin, işletme içinde gerçekleştirilmesi ve eğitim sırasında; her iki tarafın da işbirliği ile uygulamaları yapılması büyük yararlar sağlamaktadır. Programı yürüten, yönetim bilgilerini; katılanlar ise tecrübelerini ortaya koyacaktır.

#### **1.1.3.5.3. Grup Çalışması Eğitimi**

Grup halinde çalışma eğitiminde amaç; grup çalışmasının genel araçları ile grup halinde sorun çözme tekniğini personele kazandırmaktır. Bunun için ise; beyin fırtınası, çizelgeler, matrisler, neden-sonuç analizi, pareto diyagramı gibi araçları kullanarak; sorunlara nasıl çözümler üretileceği araştırılmaktadır.

### **1.1.4. Toplam Kalite Yönetiminin İşletmede Uygulamaya Konması**

Toplam kalite yönetiminin, işletmelerde uygulamaya konulması dört aşamada gerçekleşmektedir. Bu aşamalar: geleneksel aşama, müşteri bilinci aşaması, iyileştirme ve yeniliktir.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> YILDIZ, a.g.e. s: 35

Geleneksel aşamada bulunan işletmeler, genellikle otoriter ve dikey yapıda organize edilmiş olup, sadece üretimle ilgilenmektedirler. Müşteri tatmin ve beklentilerine önem vermeyerek, ürettikleri ürün ya da hizmetin satılmasını beklemektedirler.

Müşteri bilinci aşamasında, müşteri istek ve gereksinimlerine önem verilerek, işletmede şikayet bölümü veya departmanları oluşturulmaktadır. Müşteri bilinci oluşurken, müşteriye yönelik gecikme ve istismar ve hakaretler önlenmektedir. Ancak, işletmeler bu aşamada; müşteri memnuniyetinin sağlanmasının, yalnız şikayet departmanların oluşturulması veya müşteriyle bire bir ilgilenen çalışanlarının, güler yüzlü olmasıyla sağlanamayacağını görerek, bir sistem dahilinde yapılmasının ve süreçlerinde sürekli iyileştirmenin gerektiğinin farkına varmaktadırlar.

Üçüncü aşama olan iyileştirme aşamasında; üst yönetim düzeyinde kalite kurulu oluşturulmaktadır. Bu kurul, süreçlerden en önemli olanları saptamakta ve sürekli iyileştirme sağlamak amacıyla, kalite takımları oluşturulmaktadır. Takımları iyileştirme çalışmalarıyla kalmayıp, sürekli iyileştirmenin işletme kültürü içinde temelini atarak, kuruluş tarafından bir yaşam biçimi olarak kabul edilmesini sağlanmaktadır.

Dördüncü ve başarılması en zor olan yenilik aşamasında ise, işletmeler, yaratıcılık güçlerini kullanarak; en yeni hatta hayal edilmesi dahi güç olan, ancak müşteri gereksinimlerini maksimum derecede karşılayacak, müşteri memnuniyetini en üst sınıra taşıyacak olan mal ve hizmetleri üretme düzeyine gelmek zorundadır.

### **1.1.5. Toplam Kalite Yönetiminin Yararları Ve Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar**

Toplam kalite yönetimi; doğru üretimi, ilk defada yapmayı ve bunu her defasında tekrarlamayı hedefleyen bir sistem olarak tanımlamanın yanı sıra, bir bütün olarak etkinliğini sağlanmayı, esnekliğe ulaşmasını ve rekabet gücünü de hedefleyen bir sistemdir.

---

<sup>12</sup> Charles N. WEAVER, **Toplam Kalite Yönetimi'nin Dört Aşaması**, (Çeviren: Tuncay Birkan, Osman Akinhay, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1997) , s: 3



Toplam kalite yönetiminin uygulanması durumunda işletmeler şu yararları elde edebilmektedirler:<sup>13</sup>

- Kendi pazarlarının gereksinimlerini, daha etkin ve sağlıklı bir biçimde yönetebilmek
- Ürün ve hizmet kalitesinin ötesinde, bütün alanlarda en yüksek kalite performanslarına erişmek
- Kalite performansına erişilmesinde, gerekli basit yaklaşımları kullanabilmek
- Üretici olmayan faaliyetleri ve bozuk ürün oranını azaltmak için, bütün süreçleri sürekli olarak incelemek
- Gerekli gelişmeleri saptamak ve bozuk ürün oranını azaltmak için bütün süreçleri sürekli olarak incelemek
- Gerekli gelişmeleri saptamak ve performans kriterleri geliştirmek
- Rakipleri tam ve detaylı olarak anlamak suretiyle etkili bir rekabet stratejisi oluşturmak
- Haberleşme anında ve başarılı bir işin takdiri konusunda etkili yollar yaratmak
- Hiç sona ermeyen bir ürün geliştirme strateji kapsamında süreçleri devamlı olarak gözden geçirmek

#### **1.1.6. Toplam Kalite Yönetiminde Başarı İçin Temel Faktörler**

Dünya klasmanında kalite yönetimi için temel öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:<sup>14</sup>

- İşletmeyi, ürün ürettiği kadar, enformasyon üreten bir sistem olarak yönetmek
- Test ve muayene verilerini, öncelikli bilgi kaynağı olarak kullanmak
- Bilgi ile zekayı ilişkilendirmeyi olanaklı kılacak bir sistem kurmak
- Bilginin zamanında, ilişkili, doğru ve taranabilir nitelikte olduğundan emin olmak
- Gelecekte ortaya çıkabilecek problemleri, önlemek için bilgiyi kullanmak
- Bir sorunu sabitleştirmek için, sürekli muayene veya test noktaları eklememek

---

<sup>13</sup> Seval Kardeş SELİMOĞLU, “İç Denetimde etkinliği Artırıcı Bir Araç Olarak Toplam Kalite Yönetimi”, *Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi*,

<sup>14</sup> EFİL, a.g.e. s:11

- Sürekli gelişmeye ulaşmak veya süreci kontrol etmek için, istatistiki yöntemler kullanmak
- Uygunluk yüzdesi gibi kazanılan bir spesifikasyon oranı oluşturmak
- Bir güvenilirlik spesifikasyonu oluşturmak
- Kalite maliyetini öğrenmek
- Ürün ve sistem geliştirmek için, ileri teknoloji kullanmak
- Ürünün, müşterileri beklentilerinin ötesine geliştirilmesi; ancak, bunun yanında maliyet düşüncesinden kopmamak
- Müşteriye yakın olmak
- Rekabeti bilmek amacıyla, benchmarking yapmak
- İçtenlikli olmak
- İnsanların kendi kendilerini motive edebildiği bir ortam sağlamak
- Kalite sistemini, iyileştirmelerin yapılacağı bir şekilde düzenlemek
- Değişimleri gerçekleştirirken; personel, materyal ve spesifikasyonları düzenlemek

## Bölüm 2

### TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNDE KULLANILAN İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER ve İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROL'ÜN ÖNEMİ

#### 2.1. İstatistik Süreci

İstatistik kelimesi günlük dilde belirli bir olay hakkında toplanmış rakamlar topluluğu olarak ifade edilebilir.<sup>15</sup> Sayısal bilgileri toplama, analiz etme, anlamını açıklama, bilgilerin sonuçlarının güvenilirliğini yansız bir biçimde ortaya koyma ve yorumlama işlemlerini içerir.<sup>16</sup> Aynı türden olaylar, aynı olduğu sanılan koşullarda az ya da çok farklılık gösterirler. Koşulların değişmesi ile bu farklılaşmaların daha da belirgin hale geldiği görülür. Bu farklılaşmalar değişkenlik olarak adlandırılır. Oluşan bu değişkenliklerin bir kısmının kaynağı bellidir, bir kısmı için ise kaynak belirlenemez. Kaynağı belirlenebilen değişkenler sorun üzerine gidilerek önlenebilirken, kaynağı belirlenemeyen değişkenlikler *rasgele değişkenlik* olarak adlandırılır, tamamen önlenemez, ancak araştırma – geliştirme, bilgi, deneyim, teknolojinin kullanımı yoluyla azaltılabilir.

Değişkenliğin bulunduğu koşullarda, bir tek ölçüm değeri ile, olaylar, özellikler, durumlar hakkında bir bilgi ya da fikir edinmek olası değildir. Ancak çok sayıda ölçüm ya da veri yardımıyla bir bilgi edinmek olanağı vardır. Bunun içinde **istatistik** ya da **istatistiksel yöntemler** kullanılır.

İstatistiksel yöntemler yardımıyla çok sayıda veri kolay anlaşılabilir, karşılaştırılabilir, bilimsel ölçekte değerlendirilip yorumlanabilir. İstatistiksel veriler, değişkenlerin aldıkları ya da alabilecekleri değerlerdir. Bunlar gerçek yaşamda, hakkında bilgi edinmek istenilen özelliklerle ilgili ölçüm ya da sayım sonuçlarıdır. Bir dağılım gösterirler. Bu dağılım, ölçüm sonuçlarında hangi değerlerden kaçar tane

---

<sup>15</sup> Fatin YÜCEL , “İstatistiksel Teknikler ve süreç Kontrolü” , **Kaldem Kalite Danışmanlık ve Eğitim Merkezi Eğitim El Kitabı**, (İzmir 1999), Yayın No: 2, Bölüm 1, s: 1

<sup>16</sup> Prof.Dr. Özkan ÜNVER , “**Uygulamalı İstatistik Yöntemler**” (Ankara , 1988 ) , s:2

bulduğunu yansıtır. Daha genel tanımlamak gerekirse, dağılım bir değişkenin hangi değerleri, hangi olasılıkla alabileceğini yansıtan bağıntı ya da çizelgedir.

## 2.2. Anakütle Ve Örneklem

İstatistik örnek verilerden hareket ederek bütün hakkında yorumlama, tahmin ve genelleme yapma bilimidir. Belirli özelliklere sahip birimlerin oluşturduğu en büyük yığın istatistikte **anakütle** olarak adlandırılır ve N harfiyle gösterilir. Bütün hakkında elde edilen bilgiler, bütünün içerdiği tüm bireyleri kullanarak elde etmek yerine, bütünü temsil etme yeteneği olan ve bu bütünün içinden seçilmiş örneklerden elde edilir.

Büyük ve incelemesi güç yığınlar üzerindeki problemleri incelemek oldukça zor ve zahmetli bir iştir. Bu tür yığınlar dinamiktir ve devamlı değişir. Örneğin; üretime giren malzemeler, siparişler, ölümler, doğumlar vb. Bu tür yığınlar hakkında bilgi edinmek ya da değerlendirmeler yapılmak istendiğinde istatistiğe başvurulur.

Yığının belirli özellikleri hakkında bilgi edinebilme amacı ile, incelenecek olayın özellikleri göz önünde tutulmak koşuluyla, bütünü temsil etme yeteneği olan küçük bir bölümün incelenmesine **örneklem**, anakütleden alınan küçük eleman veya malzeme grubuna da **örnek** denir.<sup>17</sup> İstatistikte örneklem büyüklüğü ( **n** ) harfiyle gösterilir.

Anakütleden örnek seçerken dikkat edilmesi gereken konu, örneğin anakütleyi iyi temsil etmesi yani yanlı olmamasıdır. Yanlı örnek üzerine yapılan çalışmalar sonucunda anakütle hakkında doğru olmayan bir takım sonuçlara varılabilir ve hatalı kararlar alınabilir. Yanlı örneklem seçilmesini önleyecek örneklem yöntemi **rasgele örneklem**dir.<sup>18</sup> Rasgele örneklemde örnekler anakütlenin her kesiminden alınmakta ve her bir örneğin seçilme şansı eşit olmaktadır. Rasgele örneklemenin yolu rasgele sayılar kullanmaktır. Bazı kısıtlamalar karşısında, anakütlenin tanımlanması onun bir parçası olan örnek

---

<sup>17</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 3, s: 1

<sup>18</sup> Paul NEWBOLD, **İşletme ve İktisat İçin İstatistik**, (Çeviren: Ümit Şenesen, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İstanbul, 2000), s: 725

yardımıyla yapılacağına göre, üzerinde ölçme ve gözlem yapılacak örneğin hangi koşullar altında bilgi sağlayabileceğinin, yani örnekleme kurallarının ortaya konulması gereklidir. Bir örneğin rasgele olması için seçim her türlü dış denetimden uzak yapılmalıdır. Diğer bir deyişle, bütünden alınacak aynı büyüklükteki örneklerin seçim şansları eşit olmalıdır. Ayrıca herhangi bir örneğin seçilmiş olması diğerlerinin seçim şansını etkilememelidir.

Rasgelelik, örneğin kendisine değil; seçim şekline ait bir niteliktir. Örnek rasgele olsa bile toplumu en iyi şekilde temsil ettiği her zaman ileri sürülemez. Kötü bir şans eseri olarak, örnek; toplumun uç değerlerinden oluşabilir. Ancak rasgelelik durumunda, anakütle parametreleri ile örnek değer arasındaki ilişkinin özellikleri ortaya koyulabilmekte, örnek yardımıyla varılan yargıların yanılma payı ihtimaller teorisi ile belirlenebilmektedir. İstatistiksel teknikler doğru ve etkin kullanılsalar bile yaklaşımın getirdiği yanılma payları mevcuttur. Ancak doğru ve etkin istatistiksel uygulamalarda bu yanılığın payları önceden tanımlanabilir ve kontrol altında tutulabilir.

Anakütlenin karakteristikleri istatistikte **parametre** olarak adlandırılır.<sup>19</sup> Örneğin; genişliği 8 cm.lik pikle dolu bir ambar anakütle olarak kabul edildiğinde, her bir pik'in kesit çapını bulmak için ölçüm yapılmıştır ve bu ölçümler 6,2 cm ile 10,1 cm arasında değiştiği gözlenmiştir. Ortalama pik genişlik değeri 8,15 cm 'dir ve bu değer anakütle için parametredir.<sup>20</sup>

Süreç kontrol uygulamalarında süreci iyi tanımak ayrı bir önem taşır. Çünkü, örnek büyüklüğü ve sıklığı süreç doğrultusunda belirlenir. Önemli olan yeterli miktarda ve sıklıkta örnek alınabilecek ve süreci iyi temsil edebilen bir sistemin belirlenmesidir. Örnek büyüklüğü olabildiğince küçük tutulmalıdır. Örnek sayısının 4 yada 5 olarak seçilmesi ve 10'dan büyük olmaması önerilir. Sık ve düzenli aralıklarla az sayıda örnek alınarak gerçekleştirilen örnekleme, süreç performansı ile ilgili oldukça yüksek doğruluğu olan sonuçlar verecektir.

Örnek ile, üretimin seyri hakkında, karar vermek bir risk gerektirir, fakat bu risk düşüktür ve miktarı önceden hesaplanıp belirlenebilir. Örnek olarak tek parça alınmaz çünkü tek parçada risk daha büyüktür. Ortalama bir büyüklük

---

<sup>19</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 2, s: 3

<sup>20</sup> Toprak Demirdöküm A.Ş. görüşme notları

tepsit edilip kullanıldığında, normal dağılım eğrisinin bulunması ve standart sapmanın tespiti için merkezi limit teoremi kullanılır.

Kontrol edilecek bir grup parça **parti** olarak adlandırılır. Partideki parça sayısı yani partinin büyüklüğü önemli bir özelliktir. Örneğin 10 000 adetlik bir partiden % 10 örnek alarak, yani 1000 parçayı kontrol ederek yapılan kontrol ekonomik olmayabilir. Buna karşılık 50 adetlik bir partiden alınan % 10 örnek genellikle kontrol elemanını yanlış kararlara sevk edebilir.

### 2.3.İstatistiğin Uygulanması

İstatistik, uygulanışı açısından;

- Tanımsal ( tanımlayıcı, tasvir edici ) istatistik
- Çıkarımsal ( yorumlayıcı, analiz edici ) istatistik olarak sınıflandırılır.

Tanımlayıcı istatistikte, gözlem sonuçlarının, büyüklük, farklılaşma ve ilişki yönünden, kolay anlaşılır hale getirmek, yani verileri tanımlamak amacına yönelik tekniklerin uygulanması ile söz konusudur.

Çıkarımsal istatistikte ise, gözlem sonuçlarının tanımlanmasının yanında, yığınlar hakkında tahmin yapmak ve karar vermek temel hedeftir. Burada veriler **örnekleme** yoluyla derlenir. Örnekten giderek, bunun ait olduğu yığın ( anakütle ) hakkında yığının parametresi denen ölçülerin tahmin edilmesi, bunlar hakkındaki varsayımların test edilip karara bağlanması gerekir.<sup>21</sup>

Anakütle, çalışma ya da araştırma amacına göre, çok büyük hatta sonsuz olabileceği gibi çok küçükte olabilir. Bu tamamen bizim hangi kapsamda bilgi edinmek istenmesine bağlıdır. **Ancak tarih, yer, ölçme ve kapsam bilgilerinin açık ve net olarak belirtilmesi gerekir.** Belirli bir gün içerisinde üretilen tüm ürünler anakütle olarak kabul edilebileceği gibi; aynı gün, saat 10.00 – 12.00 arasında üretilen birimler de bir anakütle olarak ele alınabilir.

İstatistik uygulama alanına göre de adlandırılır. Günümüzde her alanda yaygın bir uygulama bulmasına karşın bazı yöntemler özellikle bazı alanlarda daha yaygın olarak uygulanır. Uygulama alanları yönünden; teknik istatistik, mühendislik

---

<sup>21</sup> Yılmaz ALTAŞ, “İstatistiksel Süreç Kontrol Seminer Dökümanı”, Gelişim Yönetim Sistemleri A.Ş. Yayınları, Bölüm 3, s: 1

istatistiği, iktisadi istatistik vb. olarak adlandırılır. Ancak hepsinde de uygulama süreçleri ayımdır. Sadece araştırılan sonucun ilgili olduğu alan farklıdır.

### **2.3.1.İstatistik Uygulamalarında Süreç**

İstatistik uygulamalarının genel süreci aşağıda sıralandığı şekildedir;

- Anakütle ve incelenecek değişkenler belirlenir.
- Ölçüm sayısı ya da veri adeti belirlenir.
  - Tam sayım ( ya da % 100 kontrol ) yoluyla yığının tamamının ölçülmesi
  - Örnekleme yoluyla sınırlı bir kesintinin ölçülmesi, örnek büyüklüğünün ve hangi örnekleme yönteminin kullanılacağıının belirlenmesi.
- Öngörülen kadar ölçüm yapılarak veriler toplanır.
- Derlenmiş veriler işlenir.
  - Tasnif edilir, sınıflandırılır ve frekans dağılımı belirlenir.
  - Bu dağılım grafikler kullanılarak kolay anlaşılır hale getirilir.
  - Çeşitli istatistiksel parametreler hesaplanarak, veriler büyüklük, değişkenlik ve ilişki yönünden yorumlanır.
- Veriler örnekleme yoluyla toplanmış ise anakütle hakkında tahminler yapılır, yığın hakkındaki çeşitli varsayımlar test edilerek karara bağlanır.

### **2.4. Veri Toplama**

Veri toplama aşamasının öncesinde dikkat edilmesi gereken konular aşağıda özetlenmiştir :

1. Neyin bilinmek istendiğine dair net bir görüşün olması .
2. Mevcut verilerin önemli olup olmadığına karar verilmesi

#### **2.4.1. Veri Toplamanın Kuralları**

1. Hedefler net ve açık olarak belirlenmelidir.
2. Gruplandırma yapılmalı ve gruplar belirlenmelidir.
3. Ölçümlerin güvenilirliğinden emin olunmalıdır.

4. Veri kayıtları için en etkili yol belirlenmelidir.

Doğru veri toplamak için;

1. Amaç açıkça belirlenmelidir.
2. Amaca hizmet edecek verilerin neler olduğu kararlaştırılmalıdır.
3. Verilerin hangi örnekleme yöntemi ile nasıl toplanacağı saptanmalıdır.
4. Verilerin kimler tarafından, hangi tarihte ve nasıl toplanacağı belirlenmelidir.
5. Bu amaçla özel bir form geliştirilmelidir.
6. İstenilen hassasiyette için ölçü aletlerinin uygunluğu ve güvenilirliği sağlanmalıdır.

Başlıca veri toplama formları; kontrol listesi, kontrol grafiği ve çizimdir.

Veri toplama aşamasında aşağıda sıralanan unsurların varlığı sürekli soruşturulmalıdır:

- Veri toplamada önceden yönlenme tehlikesi,
- Veri noksanlığı ve nedenleri
- Toplanan verilerin tutarsızlığı

Verilerin yorumlanması gerektiğinde, aşağıda belirtilen temel soruların sorulması yerinde olacaktır.

- Öncelikle, veri toplamada takip edilen yolda bir önyargı olup olmadığının sorgulanması, yorumlama safhasında etkili olacaktır.
- Veri eksikliğinin olup olmadığı kontrol edilmesi, yorumlama safhasına geçmeden önce nedeninin bulunması ve verinin tamamlanmasını sağlayacaktır.
- Tutarsızlıkların araştırılması ile, toplama sürecinde rol alan elemanın yeterliliği, yöntem veya cihazların yeterliliği ve homojenliği hakkında bilgi verecektir.<sup>22</sup>

## 2.5. İstatistiksel Seriler

Belirli bir amaçla yapılan ölçme sonucunda elde edilen değerler çoğu zaman herhangi bir şekilde sıralanmış değildir. Bu verileri analiz edebilmek,

---

<sup>22</sup> [http://www.aselsan.com.tr/DERGI/temmuz\\_98/ tky.htm](http://www.aselsan.com.tr/DERGI/temmuz_98/ tky.htm)



değerlendirebilmek için verileri ilk aşamada istatistiksel bir seri haline dönüştürmek, ikinci aşamada ise bu serinin grafiğini çizmek gerekmektedir. Böylece gerek örnek; ve gerekse anakütle hakkında çeşitli özelliklerin ortaya çıkarılması mümkün olur.

Seriler gözlem sonuçlarının, başka bir deyişle toplanan verilerin, sınıflandırılmasıyla oluşur. Serileri oluşturan rakamlardan her birine **terim** adı verilir. Bir seri, bir çok terimden meydana geldiği için, olayın gerek yapısı ve gerekse değişimleri hakkında, daha kapsamlı bilgiler verir. Bu nedenle seriler olayları temsil ve ifade bakımından tek tek rakamlara oranla çok daha anlamlı ve değerli olup, istatistiksel analizlere dayanılarak oluşturulur.

İstatistiksel seriler üçe ayrılırlar:

1. Mekan Serileri
2. Zaman Serileri
3. Bölünme Serileri
  - Basit Seriler
  - Frekans serileri
  - Gruplandırılmış Seriler

**Basit Seriler :** Bir istatistik serisinde yer alan elemanların yalnız bir defa mevcut olması durumunda olan serilere **basit seri** denir. Basit seriler çok miktarda ham bilgiyi kolayca anlaşılabilir ve işlemlere elverişli şekle sokmadıklarından yararları sınırlıdır.

**Frekans Serileri :** Bir araştırma sonucunda elde edilen bilgilerin içerisinde birden çok tekrarlanan bilgiler yer alabilir. Bu durumda bilgiler kümesinin belirli bir kurala göre düzenlenmesi gerekli olmaktadır. Düzenlenmiş bilgilerle analiz yapma olanağı vardır. İncelenecek niteliğin gözlenen değerini tekrar tekrar yazmak yerine her terim bir defa yazılır. Her terimin kaç defa tekrarlandığını gösteren sayıya **frekans** adı verilir. Bu tür seriler de **frekans serisi** olarak adlandırılır.

**Örnek :** Radyatör üreten Toprak Demirdöküm A.Ş. de bir vardiyalık üretimden 50 adedi rasgele örnekleme yoluyla seçilmiştir. Seçilen birimlerin kumpasla okunan boyları milimetre cinsinden aşağıdaki gibi kaydedilmiştir.

**Birinci aşamada veriler gelişigüzel kaydedilir ;**

498	500	505	503	502	504	499	503	502	502
501	499	502	501	501	502	503	502	499	504
504	501	504	504	504	505	502	500	502	501
502	502	504	501	502	503	503	501	503	503
503	504	501	500	500	500	502	501	503	503

**Tablo 2.1: Toprak Demirdöküm A.Ş. kalite kontrol verileri**

**İkinci aşamada veriler küçükten büyüğe doğru sıralanır ;**

498	500	501	501	502	502	503	503	504	504
499	500	501	501	502	502	503	503	504	504
499	500	501	501	502	502	503	503	504	504
499	500	501	502	502	502	503	503	504	505
500	501	501	502	502	502	503	503	504	505

**Üçüncü aşamada her bir terimden kaç tane olduğu bulunur ve frekans tablosu oluşturulur.**

BOY	498	499	500	501	502	503	504	505
	X	XXX	XXXXX	XXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX	XXXXXXX	XX
				XXX	XXXXXXX	XXXX	XX	
FREKANS	1	3	5	9	12	10	8	2

**Tablo 2.2 : Frekans Tablosu**

**Gruplandırılmış Seri:** Frekans serileri, basit serilere göre daha kullanışlı olmakla birlikte, yinede ayrıntılı sayılabilir. Bu durumda elde edilen bilgiye göre hazırlanacak olan tablo çok büyük olacak, dolayısıyla da bu verilere ilişkin

yeterli bir fikir edinmek son derece güç olacaktır. Bu bakımdan süreçten alınan örnek sayısı fazla ise, yada ölçüm değerleri birbirinden çok farklı ise frekans serisi yerine, belirli aralıklar içinde gruplandırılmış olarak incelenebilir.

Bir istatistiksel seride yer alan terimlerin belli bir kurala ve sınıf denilen belli sayıdaki aralığa göre ve seride yer alan frekansların bu sınıflara göre düzenlenmesiyle oluşturulan serilere **gruplandırılmış seri** denir. Bu tür serilerin düzenlenmesindeki amaç istatistiksel analizler için gerekli işlemleri basitleştirmek ve frekans serilerine oranla daha fazla kolaylık elde etmektir. Özellikle çok hassas ölçüm sonuçlarının olduğu yada çok sayıda ölçüm sonucunun bulunduğu durumlarda tüm değerleri frekans tablosunda göstermek çok büyük boyutta bir grafik oluşturulmasına neden olacaktır.<sup>23</sup>

## 2.6. Sebep – Sonuç Diyagramı

Sebep – sonuç diyagramları genellikle bir takım yada grup çalışmasında grup üyelerinin konu hakkında mümkün olduğunca çok fikir üretmeleri amacıyla oluşturulur.

Sebep – sonuç diyagramı, özel bir problem yada koşulun olası nedenlerini belirlemek, keşfetmek ve göstermek ihtiyacı duyulduğunda kullanılır. Sebep – sonuç diyagramı bazı “sonuçlar” ile onları etkileyen tüm olası “nedenler” arasındaki ilişkileri temsil etmek için geliştirilir. Sebep – sonuç diyagramı yaşayan bir doküman olmalıdır. Problemi oluşturan nedenler, ortaya çıktıkça, bu diyagrama eklenebilir.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> ÜNVER, a.g.e., s: 14

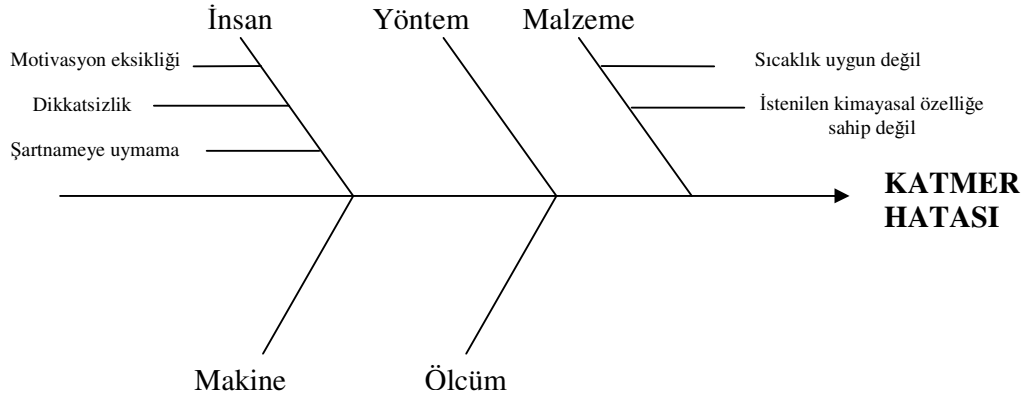
<sup>24</sup> Hüdaverdi BİRCAN, Hasan GEDİK, Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 2 (Sivas, 2003), s: 73

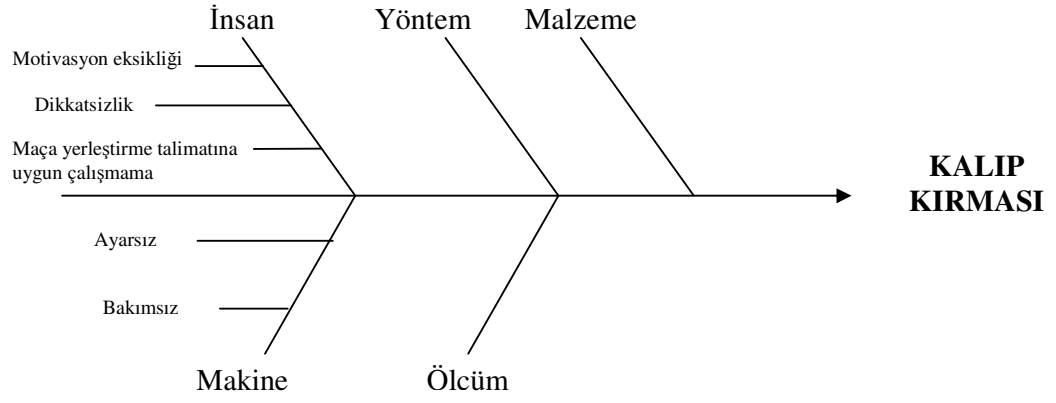
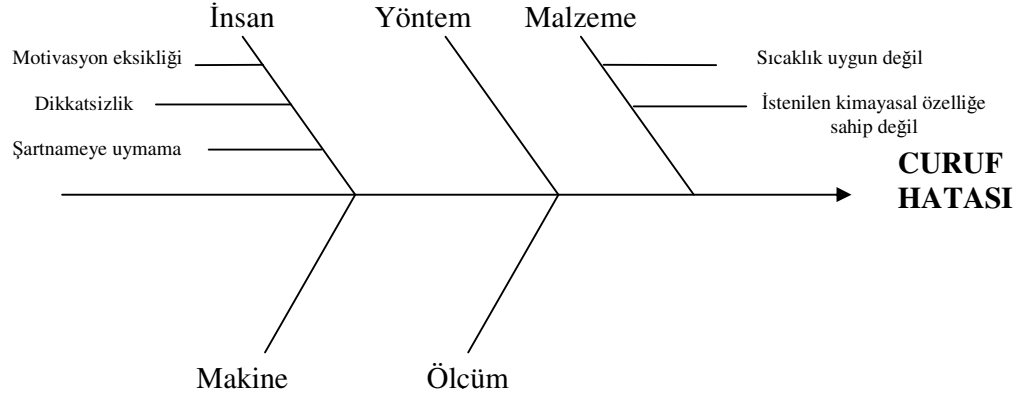
**Örnek** : Otomotiv parçası ve Radyatör üreten Toprak Demirdöküm fabrikasının bir partilik ( vardiya ) üretiminden elde edilen otomobil pistonu toplam 500 kalıp / vardiyadır.

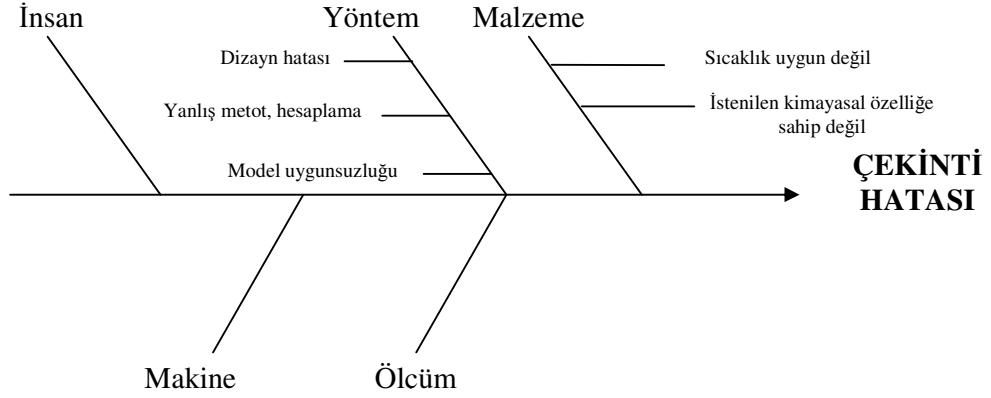
1 Kalıp = 6 ürün

% 100 gözle kontrol sonucu aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Çekinti Hatası	% 5	150 Adet
Kalıp Kırmaması/Ezme	% 1	30 Adet
Curuf Hatası	% 0,5	15 Adet
Katmer Hatası	% 0,1	3 Adet







## 2.7. Temel İstatistiksel Teknikler

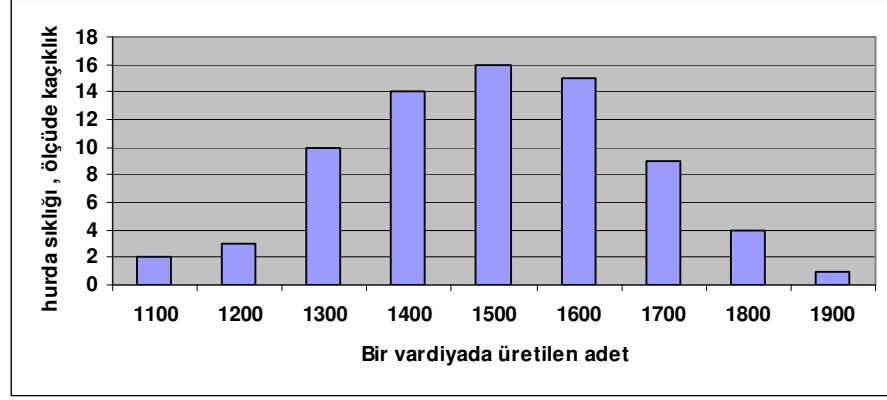
### 2.7.1. Histogram

Histogram, özel bir grafik türüdür. Bir histogram sadece ve sadece bir çeşit ölçümün sonucunu göstermek üzere oluşturulur. Örneğin metal parçaların genişlik ve boylarını göstermek için biri genişlik diğeri boy olmak üzere iki ayrı histogram çizmek gereklidir.

Bir sürecin istatistiksel kontrol altında olduğunu (normal dağılım gösterdiğini ) ve düzenli aralıklarla örnekler alınarak gözlemlendiği varsayıldığında sonuçlar her zaman aynı olmayacaktır. Çünkü süreci etkileyen ve değişkenliği oluşturan bir çok neden vardır. Bu değişkenliği yaratan kaynaklar, hammadde, test yöntemleri veya aynı işin farklı bir yöntemle gerçekleştiriliyor olması vb. bir neden olabilir. Her bir örnek, sonucu farklı olmasına rağmen, bir grup halinde alınan örneklerden çıkan sonuçlar bir dağılım oluşturacaktır.

Eğer bir süreç istatistiksel kontrol altında ise sadece değişkenliği doluşturan genel nedenlerden söz edilebilir. Genel nedenler; hammadde özelliği ve malzeme özelliğinde değişimler, aydınlatma durumu, üretimde kullanılan makine ve araçların durumu, nem ve sıcaklık değişkenliği, ölçme aletlerinin durumu ve niteliği,

çalışanların durumudur. **Süreç kontrol altında olduğu sürece, değişkenliğin ortalaması ve miktarı değişmez ve dağılımın şekli zaman içinde aynı kalır.**



**Şekil 2 : Histogram**

Şekil 2’de Toprak Demir döküm San. Tic. Aş. Fabrikasının bir hafta süresince her vardiyada üretilen radyatör adetleri x-ekseni (yatay eksen ) üzerinde, her vardiya için kaçıklıktan kaynaklanan hurda radyatör sayıları y-ekseni (dikey eksen) gösterilmektedir.

- En çok tekrarlanan değer “mod” olarak adlandırılır. Bu örnekte mod: 1500’dür.
- Histogram aynı zamanda seçilen zaman içindeki değişikliği görmemizi sağlar. En büyük değer-en küçük değer  $1900-1100=800$
- Histogramla dağılımın şeklini tahmin edebiliriz. Örneğin, histogram normal bir dağılım gösteriyorsa çan eğrisi şeklinde bir dağılım verecektir. Bu, mod değerinin etrafında daha çok değer olduğunu ve modan uzaklaştıkça sıklığın azaldığını göstermektedir.
- Histogram sonuçlarının spesifikasyonlarla karşılaştırılabilmesini sağlar. Örneğin üretimde uygunluk için kabul için edilen adet limitleri  $1500 + / - 300$  ise bu, spesifikasyonlar dışına taşan değerler için önlem almamızı sağlar.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Toprak Demirdöküm A.Ş. görüşme notları

**Bir histogram** sıklık değerini (mod), değişkenlik miktarını-R, dağılımın şeklini (standart sapma) ve spesifikasyonlarla mevcut durumun karşılaştırılması bilgisini verir. Histogramda sütunların tabanları yatay eksen üzerine oturtulmuştur ve genişlikleri sınıf genişliği kadardır. Histogramda her sınıfın frekansı, o sınıfa ait sütunun boyu ile alanı ile gösterilir. Yani histogramda frekansları sütunların alanları temsil eder. Bu nedenle, sınıf aralarının olanaklı olduğunca eşit tutulmasına çalışılmalıdır.

Histogramda sütunların üst noktaları birleştirilerek bulunacak şekle “*Frekans poligonu*” denir. Bir histogram çizildiğinde, ondan frekans poligonuna veya bir frekans poligonundan histograma geçmek mümkündür.

Frekans poligonunda, eğrinin altında kalan alan ile histogramdaki birbirine bitişik sütunlardan meydana gelen dikdörtgenlerin alanları birbirine eşittir. Histogramda kaç kolon olacağı veri sayısına bağlıdır. Histogram çizilmeden önce bir frekans tablosu hazırlanır. Değerler kolonların orta noktalarında olacak şekilde sınıflandırma yapılır.<sup>26</sup>

### **Örnek:**

Otomotiv parçası için Toprak Demir döküm San. Tic. Aş. Fabrikasında dökümü yapılan Bosch Firmasının 508 fren pistonu parçası tartılmaktadır. 50 adet için bu tartımlar incelenmeye alınmış ve ağırlıklar Tablo 2.3’te verilmiştir.

102.6	101.7	102.7	103.2	106.6	103.7	104.9	105.8	101.2	104.2
<b>100.1</b>	103.6	104.1	102.9	103.8	101.5	102.5	103.1	105.6	103.6
103.3	101.8	<b>106.9</b>	103.5	100.3	104.1	103.6	104.5	102.7	104.4
103.1	105.5	101.8	104.7	102.9	103.6	105.8	102.9	103.5	101.5
104.4	101.4	103.6	102.2	105.8	102.9	101.4	103.1	102.6	103.7

**Tablo 2.3: Toprak Demirdöküm A.Ş. Kalite Kontrol Verileri**

<sup>26</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 4, s: 3



Örnek kütledeki en büyük ve en küçük değerler tespit edilip aralık saptanır.

**En ağır değer:** 106.9. **En küçük değer:** 100.1'dir.

**Değişim aralığı:** 106.9-100.1 =6.8 Kilogram

Örnek kütledeki en büyük ve en küçük değerler tespit edilip, aralık hesaplandıktan sonra, histogramda kaç kolon olması gerektiğine karar verilir.

**Önce sınıf sayısı ve sınıf aralığı belirlenir:**

**Sınıf sayısı:**  $(n)^{1/2} = (50)^{1/2} = 7.07 = 7$

**Sınıf aralığı= Değişim aralığı/ sınıf sayısı= 6.8/7=1**

**Daha sonra da ilk ve son değerleri içine alabilecek bir frekans tablosu oluşturulur.**

Bir histogram çizmenin adımları:

1. İncelenecek durumla ilgili bütün gerçekler incelenir. Seçilen zaman dilimi sürecin karakterini gösterecek kadar uzun seçilmeli ve en az 50 veri alınmalıdır. Bu sayının 75-100 arası olması tavsiye edilir.
2. Gruplandırma kurallarına göre
  - a) Verilerin en büyük değerinden en küçük değeri çıkarılır
  - b) Sınıf sayısının ne olacağı belirlenir
  - c) a'da bulunan değer b'de hesaplanan değere bölünerek sınıf aralığı bulunur
  - d) İlk değeri içine alabilecek bir sınıflama yapılır
3. Sınır çizgilerinin yer seçilen kolon sayısında bağlıdır.
4. Her bir sınıf içerisine düşen veriyi belirleyerek bir frekans tablosu oluşturulur.
5. Histogram çizilir:
6. Bilgi kartı eklenir. Bilgi kartında grubun adı, tarih, örnek büyüklüğü gibi bilgiler bulunur.

Karşılaşılan başlıca üç tür histogram vardır.

1. Normal dağılım
2. Çarpık dağılım
3. İki tepeli histogram<sup>27</sup>

### 2.7.2. Pareto Diyagramı

Pareto diyagramı, bu problemlerin çözümünde önceliklerin saptanmasında kullanılan bir yöntemdir. Pareto diyagramı, bir süreçte ya da bir olayda, sürecin ya da olayın geliştirilmesi için hangi problemin öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirlemek amacıyla kullanılan özel bir bar grafikdir. 1817 yılında İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto tarafından geliştirilmiştir.

Aynı konuyu 1907 yılında ekonomist M.C. Lorenz tekrar işleyerek, ulusal zenginliğin büyük kısmının küçük azınlığın elinde olduğunu ortaya koymuştur.<sup>28</sup> Daha sonraları J.Juran bazı kalite konularını incelerken Pareto ve Lorenz'in düşüncelerini evrenselleştirmiştir:

- Bir şirketin üretimin % 20'si bu şirketin gelirinin %80'nini sağlamaktadır.
- Ürünlerdeki parçaların %20'sinin değeri, ürün değerinin %80'i kadardır.
- Çalışma gününün işlerinin %80'ni günün %20'lik süresinde sonuçlandırılır.
- Dünya kanser araştırmacılarını %20'si konu ile ilgili bilimsel yayınlarının %80'ni yayımlar.

**Genel olarak sınırlı sayıdaki unsurlar (yaklaşık %20) olaylarının büyük çoğunluğunun (yaklaşık %80) sebebini oluşturur.<sup>29</sup>**

---

<sup>27</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 4, s: 3-4

<sup>28</sup> <http://www.Altusigma.com>

<sup>29</sup> Besim AKIN, ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistiksel Süreç Kontrol (İPK) Teknikleri, İstanbul : Bilim Teknik Yayınevi, 1996, s: 53

### 2.7.3. Kontrol Grafikleri

İstatistiksel kalite kontrol grafikleri izlenen kalite karakteristiklerinin ortalamasının ve değişkenliğinin kontrol altında tutulması için istatistiksel ve grafiksel bir araçtır. Kontrol grafikleri, aslında bir çizgi grafiğidir ve çeşitli türleri vardır:

1. Değişkenler için kontrol grafikleri
2. Nitelikler için kontrol grafikleri

Kontrol grafikleri uyarı mesajları verirler. Genelde kararlı olmayan süreçleri gözlemek yada süreçte bir değişkenlik olduğunda erken uyarı amacıyla kullanılır. Pareto analizi, kontrol çizelgelerinin hangi noktalarda uygulanması gerektiği konusunda kullanılabilir.<sup>30</sup>

### 2.7.4. Dağılma Diyagramı

Bir problemle karşı karşıya kalındığı ve problemin ne olduğunun Pareto analizi ile tespit edildiği ve sürecin kontrol altında olduğu varsayıldığında; süreç kontrol altında olmakla birlikte istenilen, kabul edilen sonuçları vermiyor olabilir. Bu durumlarda süreçteki bu durum tespit edilip, düzeltilmesi gerekebilir. Bu tespit aşamasında bir neden-sonuç analizi yapıp nedenlerinin tespit edilmesi ve sonucun dağılması diyagramı ile doğrulanması sözkonusudur.

Sorunların araştırılması aşamasında, genellikle birbirine bağlı iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemek gerekir. Diğer bir deyişle, bir değişkenin bir başka değişken üzerindeki etkisinin bilinmesi gerekir. Örneğin parçanın büyüklüğü, torna tezgahının hızını değişmesinden nasıl etkilenir? Toprak Demir Döküm San. Tic. A.Ş. Fabrikasında üretilen ( Dökülen ), parçaların mukavemet ile sertlik arasındaki ilişki ne nasıldır? Ortam koşullarının çok önemli olduğunda nem ile sıcaklık arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır? Bu sorulara cevap vermek için dağılma diyagramlar kullanılır.

---

<sup>30</sup> Toplam Kalite Yönetimi (TKY) El Kitabı, Ajans Türk, (Ankara, 1992) s: 12

İki değişken arasında (örneğin ağırlık ve hacim) ilişkiyi göstermeye yarayan ve sorunların analizinde yardımcı olan bir tekniktir. Değişkenler:

- Bir niteliksel değişken ve onu etkileyen bir faktör
- İki niteliksel değişken
- Bir niteliksel değişkenle ilişkisi olan iki faktör vb.

Dağılım diyagramlarında izlenen adımlar:

1. **Verilerin toplanması**: Aralarında ilişki varsayılan iki değişkene (x ve y) ait verilerin (50 yada 100 veri çifti) toplanması gerekir

2. **Grafiğin çizilmesi**: X ekseninde etkileyen değişken, y-ekseninde etkilenen değişken gösterilir. Bu nedenle değişkenlerden hangisinin etkileyen hangisinin etkilenen olduğu başından araştırılmalıdır. Grafik oluşturulurken her iki eksenin boylarının yaklaşık olarak aynı tutulması ve ölçeklendirmenin çok iyi yapılması gerekmektedir

3. **Veri noktalarının grafikte işaretlenmesi**: x ve y veri çiftlerinin, ölçeği düzgün yapılmış bir grafikte doğru yerlerde noktalar halinde işaretlendirilmesidir.

4. **Noktalardan geçen bir çizginin çizilmesi**: Bu çizgi aslında bir tahmin yapabilmek için geçerlidir. Çizgi bütün noktaları ortalayan bir çizgi olarak düşünülebilir. Tam hassaslık sağlamak için matematiksel bir formül kullanılmadığı sürece, bu çizginin nerelerden geçeceği kişinin kararına kalmıştır. Daha hassas bir çizelge için, doğrulama katsayısının (korelasyon sabitinin ) hesaplanması gerekir.

$$R_{yx} = \frac{\sum [(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\sqrt{\sum [(X_i - \bar{X})^2 (Y_i - \bar{Y})^2]^{1/2}}}$$

$$R_{yx} = \frac{\sum (X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y})}{(n-1)S_X S_Y}$$

$S_X$  ve  $S_Y$  x ve y değerlerinin standart sapmaları; n ise veri sayısıdır

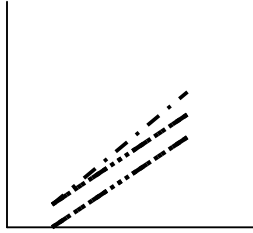
5. **Bilgi kartının eklenmesi:** İyi bir kayıt tutabilmek için veriler ile ilgili tüm kayıtların grafik üstünde bulunması daha sonraki analizler için yardımcı olacaktır.

**Dağılma diyagramının kullanımı:**

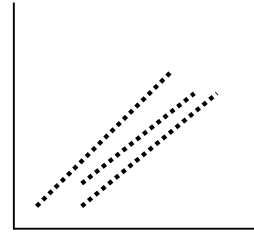
- Problem çözme aşamasında nedenlerin tespitinde kullanılır
- Neden-sonuç- sorun analizinin doğrulanması aşamasında kullanılabilir
- Tahmin yapmada kullanılabilir

Üç tür dağılma diyagramı vardır:

1. Pozitif ilişki ( $R_{yx} \rightarrow +1$ )

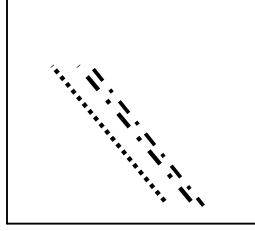


**Kuvvetli pozitif ilişki**  
X artarsa Y değişkeni de artar

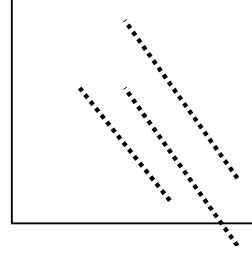


**Zayıf pozitif ilişki**  
X değişkeni y değişkeni de artabilir  
Y değişkenini etkileyen başka nedenlerde vardır.

2. Negatif ilişki ( $R_{yx} \rightarrow -1$ )

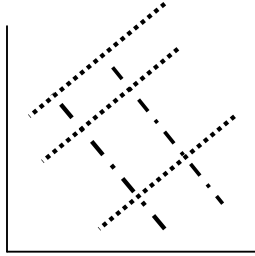


**Kuvvetli negatif ilişki**  
X değişkeni artarsa  
Y değişkeni azalır.



**Zayıf negatif ilişki**  
X değişkeni artarsa y değişkeni  
azalabilir ,  
Y değişkenini etkileyen başka  
nedenlerde vardır.

3. İlişki Yok. ( $R_{yx} \rightarrow 0$ )



X değişkeninin artışı Y değişkenini  
etkilemez.

### 2.7.5. Akış Diyagramları

Bir akış diyagramı, bir sürecin başlangıcından sonuna kadar bütün işlemlerin mantıksal bir sıra halinde gösterildiği bir resimdir.

Akış diyagramı, sapmaların ortaya çıkarılabilmesi için bir ürün yada hizmetin izlediği, var olan ve ideal olabilecek yolun açıklanmasına ihtiyaç duyulduğunda kullanılır. Akış diyagramı, bir programın mükemmel şekilde dokümantasyonunu sağlar ve süreç içerisindeki adımların birbiriyle olan ilişkilerini incelemeye çok yararlı bir araçtır.

Akış diyagramı yapılan işi kolayca tanınabilir nitelikteki sembollerle anlatır. Akış diyagramı kullanılarak sorunların potansiyel kaynaklarının nerelerde olduğu ortaya çıkarılabilir. Akış diyagramı bir faturalama işleminde, malzeme akışına yada satış sürecine kadar aklımıza gelebilecek her yerde kullanılabilir.

#### **Akış diyagramı oluşturulmasında ve yorumlanmasında,**

1. İşlemin sınırları açıkça tanımlanmalıdır
2. Mümkün olan en basit semboller kullanılmalıdır
3. Her bilgi geri beslemesinin bir çıkışı olduğundan emin olunmalıdır.
4. Genelde bir işlem sembolünden tek bir çıkış vardır. Aksi takdirde, bir karar sembolüne ihtiyaç duyulabilir.

#### **Akış diyagramı kullanıldığında;**

1. Süreçte çalışan kişiler sürecin akışını daha rahat anlar ve kontrol altında tutması kolaylaşır
2. Sürecin geliştirilmesi istenen bölümleri daha net olarak tanımlanır
3. Çalışanlar kendilerini sürecin bir parçası olarak görmeye başlarlar. Motivasyon, iş sahiplenme, bölümler arası iletişim artar.<sup>31</sup>

## **2.8. İstatistiksel Süreç Kontrolü**

### **2.8.1. Süreç Kontrol Sistemi**

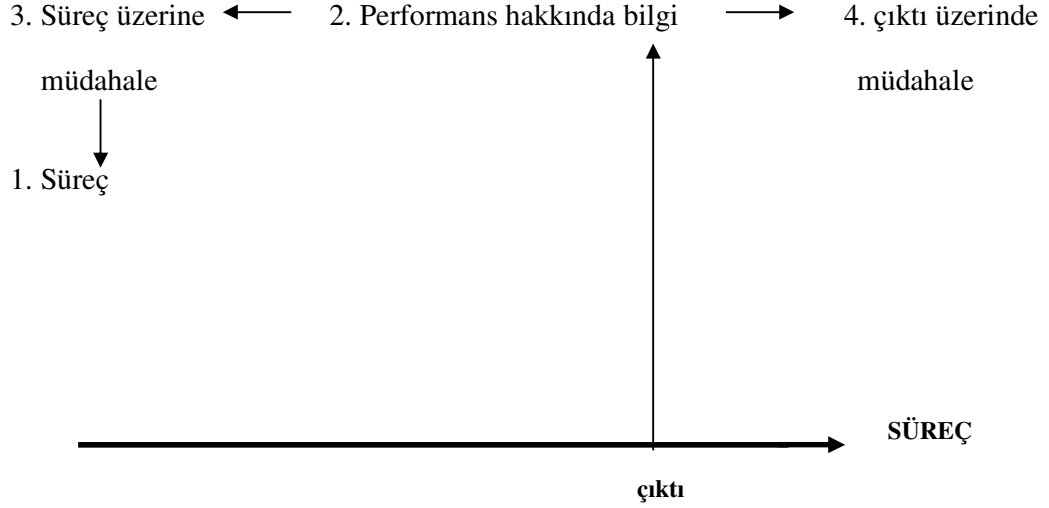
Üretimde geleneksel yaklaşım, son ürünün spesifikasyonlara uyanların kontrol edilip ayrıldığı kalite kontrol yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda yapılan iş tekrar tekrar kontrol edilir ve yapılan hatalar **tespit edilmeye** çalışır. Hem pahalı bir yöntemdir hem de %100 doğru sonuca ulaşılmaz. Hataların ulaşmasından sonra tespiti ve düzeltilmeye çalışılması hiç ekonomik olmayan bir yöntemdir. İstatistiksel süreç kontrolünün amacı hataları önlemektir, hataları ayıklamak değildir. Deming'e göre **“Kusurlar bedava değildir, onları birileri üretir ve karşılığında da para alır.”**<sup>32</sup>

<sup>31</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 4, s: 5 – 9

<sup>32</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 2, s: 2

Yapılan işin bir defada en iyisini yapmaya çalışmak ve bunun içinde gerekli sistemi oturtmak yani **gerekli önlemleri** önceden almak, ürüne harcanan zamanı, işçiliği ve maliyeti en aza indirecektir. Hatlar oluştuktan sonra bunları değerlendirilmesine **tespit** oluşmadan önce alınan tedbirlere **önlem** denir

İstatistiksel süreç kontrolü ürün spesifikasyonlar veya toleranslar ile karşılaştırılmasından çok alınan ölçümlerin toleranslar içinde kalabilmesi için yapılacak çalışmalar üzerinde durmaktadır.



### Şekil 3 : Süreç Kontrol Sistemi

Süreç kontrol sistemi bir geri bildirim sistemi olarak tanımlanabilir. Sistemin üzerinde tek tek sunulacak dört eleman, sistemi tanımlamak açısından çok önemlidir.

1. **Süreç:** Süreç ile ürünün oluşturulmasında sistemi meydana getiren insan gücü, makine, ekipman, hammadde, yöntem ve çevre anlaşılır. Sürecin toplam performansı ürün kalitesini ve üretimin etkinliğini ve buna bağlı olarak sürecin tasarımını, kurulmasını ve işletilmesini kapsar. Bunların



dışında kalanlar sadece sürecin performansının geliştirmeye katkıda bulunacaktır.

2. **Başarı hakkında bilgi:** Sürecin gerçek performansı hakkında bilgiye süreç çıktısı üzerinde çalışılarak ulaşılabilir. Burada süreç çıktısı son ürün anlamında değildir. Her bir sürecin çıktısı o süreç için ise bir girdidir. Henüz tamamlanmamış herhangi bir ara ürün bize sürecin işleyişiyle ilgili gerekli bilgiyi verecektir.
3. **Süreç kontrolünde önlem, değişiklik:** Sürecin bozulmasını önlemek amacıyla gereken zamanlarda alınan önlemler geleceğe yöneliktir. Bu tür önlemler operasyonlardaki değişikliklerden (örn., operatör eğitimi, gelen malzemenin değiştirilmesi vb.) yada sürecin kendisinin daha temel özelliklerinin (örn., donanımın yenilenmesi yada sürecin yeniden tasarımı, sıcaklık ve nemde düzeltici değişiklikler olabilir.) değiştirilmesinden oluşur. Alınan önlemler izlenir ve değerlendirilir ve gerekiyorsa yeni önlemler alınır
4. **Çıktı (ürün) üzerinde önlem:** Çıktı üzerinde alınan önlem geçmişe yöneliktir, ürün oluşturulmasından sonra spesifikasyonlara uymayan ürünler tespit edilir. Uygunsuz ürünler hurda, yeniden işlem veya başka bir yerde kullanmak üzere sınıflandırılır. Bu, gerekli düzeltme önlemlerinin devreye alınıp, uygun durum sağlayıncaya yada ürün spesifikasyonları inceleyip değiştirilinceye kadar sürdürülmelidir.

### 2.8.2. İstatistiksel Süreç Kontrolü' nün Amacı

İstatistiksel süreç kontrolünün amacı, bir sürecin değişkenliğini değerlendirmek ve sürecin sürekli olarak istenilen niteliklerde ürün verme yeteneği sağlamaktır. Bunun sağlanabilmesi için öncelikle bir başlangıç noktası olarak değişikliğın ölçülmesi gereklidir. İstatistik bazı tahminlerin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması için kullanılan bir araçtır.

İstatistiksel süreç kontrolünde uygulanan dört temel işlev sırasıyla;

1. Süreç değişkenliğinin ölçülmesi
2. Süreç değişkenliliğinin kontrol altına alınması
3. Sürecin yeterli hale getirilmesi
4. Süreç değişkenliliğinin en az seviyeye çekilmesi

için çalışmalarının sürdürülmesidir. Başarılı bir süreç kontrolü için veri toplama, düzenleme ve veri analizi konularında iyi bir sistem geliştirilmelidir.<sup>33</sup>

## 2.9. Değişkenler İçin Kontrol Grafikleri

Değişkenler için kontrol grafikleri bir süreçteki değişkenliği, performansı ölçmek için en kuvvetli ve en çok uygulanan yöntemdir. Özellikle en yaygın uygulanan şekli  $\bar{X}$  ve R grafikleri sürecin iyileştirilmesinde önemli rol oynar:

- Çıktının kalitesinin müşteri isteklerine yada spesifikasyonlara uygun tutulmasını sağlar
- Hurda ve tamir işlemlerini azaltır
- Süreç performansını artırır.
- Ortak bir dilin kullanılmasını sağlar.
- Genel ve özel nedenlerden kaynaklanan değişkenliğin ayırt edilebilmesini sağlar.
- Maliyetleri düşürür.

Tüm bu nedenlerden dolayı istatistiksel süreç kontrolü **önleyici** bir çalışmadır.

$\bar{X}$  ve R grafikleri tek çeşit değişkene (süreç parametresi) ait değişik bölümler için kullanılır.

Değişkenler için kontrol grafikleri süreç verilerini hem dağılım (süreç boyunca nokta nokta değişkenlik) hem de sapma (sürecin ortalamasında )cinsinden

---

<sup>33</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 5, s: 3

açıklar. Bu nedenle, değişkenler için kontrol grafikleri genellikle çift çift hazırlanır. Grafiklerden biri süreç ortalamaları, diğeri değişim aralıkları için hazırlanır

$\bar{X}$  : küçük bir gruptaki verilerin (alt grup)ortalama değerleri

R: seçilen her bir alt gruptaki değişkenlik- (en yüksek değer-en düşük değer):  
değişkenliğin ölçümü

### **2.9.1. Hazırlık Aşamaları**

$\bar{X}$  ve R grafik uygulanmadan önce bir takım ön hazırlık çalışmaları yapılmalıdır.

Yapılacak işlem için uygun ortamın yaratılması: Herhangi bir istatistiksel yöntemin uygulanması, sürecin hemen düzeltileceği anlamına gelmez. İşi yapan elemanlar konularında eğitilmiş olmalı, kalite bilincine sahip olmalı ve yönetim sürecin geliştirilmesi için gerekli kaynakları sağlanmalı ve yeki ve sorumlulukları vermelidir.

Sürecin tanımlanması: Süreç, her bir adımını etkileyecek bir sonraki ve bir önceki süreç parametreleri ile ilişkisi açısından, süreç elemanları cinsinden (çalışan elemanlar, cihaz, malzeme, yöntemler ve çevre) iyice anlaşılmalı, tanımlanmalıdır.

Burada neden-sorun-sonuç analizi bu ilişkilerin açıkça ortaya konması ve çalışanların tecrübelerinin kullanılabilmesi açısından etkili bir yöntemdir.

Kontrol altına alınması gereken özelliklerin belirlenmesi: Sürecin geliştirilmesi için kontrol altına alınması gereken süreç özellikleri belirlenmeli ve çalışmalar bu özellikler üzerinde yoğunlaştırılmalıdır. Burada Pareto analizi kullanılabilir.

Müşteri ihtiyaçları: Bu hem iç müşteri hem de son kullanıcı anlamındadır. Her iki tip müşteri için de ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu sürecin geliştirilmesi için bir ekip çalışması anlayışının olması gereklidir.

Yaşanan ve potansiyel problemler: Yaşanan problemlerden yola çıkarak düşük performansın yada boşa giden işçiliğin, (hurda, tamir, fazla mesai, hedeften sapma), risk alanların (ürün tasarımına gelen değişiklikler yada servis hizmetleri yada sürecin herhangi bir parametresi) incelenmesi gerekir. Sürecin geliştirilmesi için sorumlu bölümler üzerine düşen görevler belirlenmelidir.

Karakteristikler arasında doğrulama: Etkili ve etkin bir çalışma için karakteristikler arasındaki ilişkilendirmenin avantajlarının kullanılması gerekir. Örneğin, ilgilenilen karakteristiği ölçmek zor ise (hacim vb.) aralarındaki ilişkiyi belirleyerek ağırlık üzerindeki değişim incelenebilir. Aynı zamanda, eğer birim üzerinde birkaç bağımsız özellik birlikte bulunuyorsa ve değişime meyilli ise, her biri için ayrı ayrı grafik düzenlemek uygun olacaktır.

Ölçüm sisteminin ve karakteristiklerin operasyonel olarak tanımlanması: Ölçüm sistem analizi, öncelikle ölçme hataları ile ürün değişikliğini ayırmaya, daha sonra ölçme hatalarını sınıflandırarak tespit etmeye dayandırılmalıdır. Ölçüm hataları da kendi içinde bazı kaynaklara dağıtılabilir:

- Ekipman etkisi
- Çevre etkileri
- Ölçen kişi farklılığı
- Laboratuvarlar arası yöntemler
- Ölçme yöntemleri

Bulgular bugünden yarına anlamı değişmeyecek şekilde tanımlanabilir. Bu bilgilerin nerede, nasıl ve hangi koşullarda toplanacağını içerir.

Ölçüm cihazları güvenilir ve istenen özelliği ölçebilecek hassasiyette olmalıdır. Sadece periyodik kalibrasyon yeterli değildir. Karakteristiğin tanımı, kullanılacak kontrol grafiğinin tipini belirleyecektir.  $\bar{X}$  ve R yada p, np, u, c, kontrol grafiklerinden biri kullanılabilir.

Gereksiz değişkenliğin minimize edilmesi: Dışarıdan gelen ve sürecin değişkenliğini dalgalandıracak nedenler en aza indirilmelidir.

- Bilinen hammaddelerin kullanılması
- Sabit kontrol düzenekleri
- Araç ve gereç değişiklikleri<sup>34</sup>

### 2.8.2. Verilerin Toplanması

$\bar{X}$  ve R grafikleri, süreç çıktılarının küçük gruplar halinde ölçümlerinden hesaplanarak oluşturulur. Bu veriler **sabit büyüklükte** küçük alt gruplardan 3 ile 6 arası ardı ardına parçanın periyodik olarak (diyelim ki 15 dakikada bir, vardiyada 2 kere yada belirlenen uygun zaman aralıklarda) ölçülerek hesaplanmasından elde edilir. Verilerin toplanması ile ilgili bir plan yapılmalı ve bu plan doğrultusunda veriler toplanmalı, kayıtlanmalı ve kontrol grafikleri üzerine işlenmelidir.

#### 2.9.2.1 Alt Grup Büyüklüğünün , Frekansının Ve Sayısının Saptanması

Alt grup büyüklüğü: Değişkenler için kontrol grafikleri oluşturulurken ilk adım gerçeği olarak alt grupların tayinidir. Alt grup büyüklüğü kontrol grafiklerinin etkinliğini ve verimliliğini belirleyecektir. Alt grupların büyüklüğü saptanırken süreç çıktısının birimlerdeki değişkenliğini tam yansıtabilecek şekilde olmasına dikkat etmelidir.

Sık aralıklarla alınan örnekler arasında beklenmeyen değişkenliğin görülmesi bu süreç üzerinde bir araştırma yapılmasını ve gerekli önlemlerin alınmasını gerektirecektir.

Başlangıçta alt grup büyüklüğü tipik olarak tek bir cihazla ardı ardına üretilen 4 yada 5 örnekle yapılır. Bunun anlamını her gruptaki birimlerin aynı üretim koşulları altında ve kısa zaman aralıklarında üretiliyor olmasıdır; buradaki değişiklik genel nedenleri yansıtır. Alt gruplar için sabit kalacaktır.

---

<sup>34</sup> <http://www.Altsigma.com>

Alt grup frekansı: Amaç süreçteki değişiklikleri tespit edebilmektedir. Değişkenliğin potansiyel eğilimlerini yansıtacak uygun zaman aralıkları ile yeterli sayıda alt grubun oluşturulmasını sağlamalıdır. Değişkenliğin bu tip potansiyel nedenleri operatörün becerisinden, cihazın ısınma süresinden, kullanılan malzeme partisinden yada diğer nedenlerden kaynaklanabilir.

Başlangıç çalışmalarında, alt gruplar sık sık ve ardı ardına yada kısa aralıklarla sürecin kararsızlığını gösterebilecek ve sapmaları yansıtabilecek şekilde alınmalıdır.

Eğer süreç kararlılık gösteriyorsa, daha sonra periyotlar uzatılabilir. Alt grup frekansı bir vardiyada 2 defa, saatte bir yada sürece uygun zaman aralıklarında olabilir.

Alt grup sayısı: Alt grup sayısı şu iki kriteri sağlamalıdır:

- Sürecin başlangıcından itibaren değişkenliği yaratan ana kaynağı gösterebilecek sayıda
- Sürecin başlangıcından itibaren, 25 yada daha çok alt grup (yaklaşık 100 yada daha çok ölçüm), sürecin kararsızlığını açık olarak gösterebilir<sup>35</sup>

### **2.9.3. Kontrol Grafiklerinin Hazırlanması**

$\bar{X}$  ve R değerleri dikey eksen üzerinde, alt gruplar yatay eksen üzerinde gösterilir. Her bir alt grup için X değerleri grafiğin üst tarafında süreç esnasında kaydedilir ve bu veriler doğrultusunda  $\bar{X}$  ve R değerleri hesaplanarak  $\bar{X}$  ve R grafikleri çizilir. Bu formun üzerinde incelenen süreçle ilgili zaman ve diğer gerekli tanıtıcı bilgiler mutlaka bulunmalıdır.

Kontrol grafikleri için skalanın seçilmesi: Skala başlangıçta  $\bar{X}$  grafiği için en yüksek ve en düşük alt grup  $\bar{X}$  değerleri arasındaki farkın en az iki katı R grafiği için ise sıfır ile R'in en üst değeri arasındaki farkın yaklaşık iki katı kadar olmalıdır.

---

<sup>35</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 6, s: 8 – 9

### 2.9.3.1. Kontrol Grafikleri Üzerinde Ortalamaların Ve Değişim Aralıklarının Gösterilmesi

Alt gruplar için birbirine karşılık gelen  $\bar{X}$  ve R değerleri aynı dikey çizgi üzerinde işaretlenmelidir.

#### Kontrol limitlerin hesaplanması

Öncelikle değişim aralığı (R) grafiği için, sonra süreç ortalamaları ( $\bar{X}$ ) grafiği için kontrol limitleri hesaplanır. Değişkenler için kontrol grafikleri hazırlanırken, kontrol limitlerin hesaplanmasında bir takım sabit değerler kullanılır. Formüllerde harf ile gösterilen bu sabit değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

n	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>
2	3.268	0	1.880	1.128
3	2.574	0	1.023	1.023
4	2.282	0	0.729	2.059
5	2.114	0	0.577	2.326
6	2.004	0	0.483	2.534
7	1.924	0.76	0.419	2.704
8	1.864	0.136	0.373	2.847
9	1.816	0.184	0.337	2.970
10	1.777	0.233	0.308	3.078

**Tablo 2.4 : Kontrol Limitleri İçin Katsayılar** (ASTM, Philadelphia,PA,USA.)

Kaynak : ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 11, s: 7

Not:  $n < 7$  için  $AKL_R < 0$ 'dır ve bu nedenle 0 kabul edilir.

#### Değişim aralığı ortalaması ( $\bar{R}$ ) ve süreç ortalaması ( $\bar{\bar{X}}$ )'in hesaplanması

$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + \dots + R_k) / k$$

k: alt grup sayısı

$$\bar{\bar{X}} = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k) / k$$

$R_1, R_2, \dots, R_k$ : ilk alt grupların değişim aralıkları

$\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_k$ : alt grup süreç ortalamaları

#### Başlangıç kontrol limitlerinin hesaplanması

Kontrol limitleri alt grup ortalamaları ve değişim aralığı değerleri kullanılarak hesaplanır.

$$\dot{ÜKL}_R = D_4 \bar{R}$$

$$\dot{ÜKL}_X = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$AKL_R = D_3 \bar{R}$$

$$AKL_X = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

#### Ortalamaların ve kontrol limitlerinin grafik üzerinde gösterilmesi

Değişim aralığı ortalaması  $\bar{R}$  ve alt grup ortalamalarının ortalaması,  $\bar{\bar{X}}$  yatay düz bir çizgi olarak  $\dot{ÜKL}_X, AKL_R, AKL_{\bar{R}}, AKL_{\bar{X}}$  yatay olarak kesik çizgiler ile kontrol grafiği üzerine çizilir. Başlangıç çalışmaları aşamasında bu limitler hazırlık kontrol limitleri olarak tanımlanır.<sup>36</sup>

#### **2.9.4. Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması**

$\bar{R}$  ve  $X$  grafikleri ayrı ayrı analiz edilir, fakat iki grafiğin bir arada birbirine karşılık gelen noktalar göz önünde alınarak incelenmesi bazen süreci etkileyen özel bir nedenin ortaya çıkarılmasında yardımcı olur. Aynı zamanda hem  $\bar{X}$  hem de  $R$  grafiklerinin kontrol dışına çıkması durumunda önce  $R$  grafiği analiz edilir. Genel bir

---

<sup>36</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 9, s: 2



kural olarak önce R grafiği incelenir. R grafiğini kontrol dışına çıkaran neden  $\bar{X}$  grafiğinin niçin kontrol dışına çıktığını açıklayabilir.

#### Verilerin analizi

Başlangıçta, her bir alt grubun değişim aralığındaki değişkenliği yorumlayabilmek için R grafiği analizi yapılır. Veriler, kontrol limitleri ile karşılaştırılır, beklenmeyen eğilimler yada kontrol dışı durumların olup olmadığı kontrol edilir. Daha sonra aynı analiz  $\bar{X}$  grafiği için de yapılır.

#### Kontrol limitleri dışına taşan noktaların olması durumunda

Kontrol limitleri dışında bir yada daha çok noktanın olması bu alt gruplar için kontrol dışı bir durum olduğunun ilk kanıtıdır. Kontrol limitleri dışındaki noktaların az olması genel nedenlerden kaynaklanan bir durumun sinyalini verir. U değerler için özel bir nedenin varlığından söz edilebilir.

Değişim aralığı (R) grafiğinde st kontrol limitinin üstünde bir noktanın bulunması:

- Kontrol limitlerinin yanlış hesaplanması
- Dağılımın sapması birimden birime artmakta ve kötüleşmekte olabilir
- Ölüm sistemi değiştirilmiş (rneğin farklı bir muayene elemanı yada ölüm cihazı gibi) olabilir

#### Alt kontrol limitleri altında bir noktanın bulunması

- Kontrol limitinde yada noktanın konumunda (hesaplanırken veya çizilirken ) hata olabilir
- Dağılımın sapmasının azaltmakta ve iyileşme olabilir
- Ölüm sistemi değiştirilmiş olabilir

#### Verilerin yada eğilimlerin kontrol limitleri arasında seyretmesi

R grafiğinde çok az değişkenlik olması yada hiç olmaması istenen bir durum olarak değerlendirilebilir. Ancak, bu her zaman doğru olmayabileceği gibi doğru

yürümeyen bazı şeylerinde habercisi olabilir. Devam eden üretim hattında, süreçteki bazı değişkenliklerin, değişkenlik miktarını sınırlayıp sınırlamadığı konusu dikkatle incelenmelidir. Bütün değişim aralık değerleri kontrol limitleri arasında olsa bile beklenmeyen veya bir yöne eğilim gösteren noktalar süreçte o sırada kontrol dışı bir durum olduğunun kanıtıdır. Bu daha sonra oluşabilecek bir kontrol dışı durum için uyarıdır.

Aşağıdaki durumlar sürecin kayması ve kontrol dışı eğilimlere birer işaretidir.

- Ortalamanın bir tarafında 7 noktanın ardı ardına görülmesi (hatta 5 veya 6 nokta bile olağan dışıdır)
- 7 noktanın artan yada azalan yönünde ardı ardına görülmesi

Bu bölgelerin işaretlenip, kontrol altında tutulması gerekir. Çünkü süreçte ilk kayma eğilimi başlamıştır.<sup>37</sup>

Verilerin değişim aralığı ortalamasının üzerinde görülmesi yada eğiliminde olması:

- Dağılımın sapması özel bir nedenden kaynaklanmaktadır. (örneğin yeni homojen olmayan sarf malzemesi kullanılmıştır yada kullanılan cihaz bozulmuş olabilir)
- Ölçüm sisteminin değiştirilmiş olabilir. (farklı bir muayene elemanı yada farklı ölçüm cihazı)

Verilerin değişim aralığı ortalamasının altında görülmesi yada azalma eğiliminde olması

- Dağılım sapmasında azalma olmuşsa, bu iyi bir koşulun yakalanmış olduğunun göstergesi olabilir bu durumun yaygınlaştırılması ve standartlaştırılması için incelenmesi gerekir.
- Ölçüm sistemlerinde gerek performans değişikliklerini maskeleyecek bir değişiklik olmuştur.

---

<sup>37</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 11, s: 2 – 3

### Gelişigüzel bir değişkenlik olmadığı açıkça görülen grafikler

Kontrol limitlerinin üzerinde noktaların yada ayrı ayrı çevrimlerin olması özel bir nedenin varlığının göstergesidir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, rasgele birtakım verilerin; (genel nedenlerden kaynaklanan ) özel nedenlerden kaynaklanan düzensiz olmayan çıktı verebileceğidir. Bu ayrımı iyi yapmak gerekir.

### Verilerin ortalamadan uzaklığı

Süreç kontrol altında ise, verilerin 2/3'ünden daha fazlası kontrol limitleri arasındaki bölgede ortadaki 2. dilim içerisindedir. 1/3'ü ise, kontrol limitleri arasında fakat 2. dilim dışında kalan bölgede bulunacaktır.

Verilerin 2/3'ü ortalamaya yakın ise (25 alt grup, %90'nı kontrol limitleri arasında 3. dilim içerisinde)

- Kontrol limitleri yada noktanın yeri yanlış hesaplanmış yada çizilmiş olabilir
- Süreç yada örnekleme sisteminde, uygun olmayan birkaç iç içe süreç söz konusu olabilir
- Veriler düzeltilmiş olabilir (değişim aralığı içinde al gruplar eklenmiş veya çıkarılmış olabilir)
- Limitleri değiştirmeksizin örnek büyüklüğü artırılmış olabilir

## **2.9. Nitelik Kontrol Grafikleri**

Çıktının kalitesini analiz etmenin iki temel yöntemi vardır. Birinci yol, ürünün fiziksel karakteristiklerin (çap, çevre, derinlik, yükseklik, genişlik, elektriksel özellik, kimyasal özellik, yabancı madde miktarı, ses şiddeti vb.) ölçülmesidir. Ölçülebilen bu fiziksel karakteristikler değişkenler olarak adlandırılır. İkinci yöntem ise ürünün yada çıktının niteliklerinin ölçülmesidir

Değişkenler için bir değişim aralığı sözkonusu olurken ve ölçülen değerlerin bu aralık içinde nasıl gezindiği önemliyken, ürünlerin nitelikleri ölçümünde sadece ve sadece iki değer sözkonusudur. (uygun/uygun değil, geçer/kalır, gider/gitmez, var/yok gibi). Niteliksel türde veriler raporlama ve analiz için elverişlidir.

Nitelikler için kontrol grafiklerinin önemi aşağıda verilmiştir

- Nitelik tipi veriler herhangi bir teknik veya idari sürecin doğasında mevcuttur. Bu nedenle nitelik analiz teknikleri bir çok uygulamada faydalıdır.
- Nitelik tipi veriler daha çok bir çok durum için kolaylıkla ulaşılabilecek verilerdir. (muayene, red, malzemelerin ayrılması vb.) Bu gibi durumlarda ek bir veri toplamaksızın eldeki bilgiler kontrol grafiklerinin üzerine geçirilir.
- Yeni veriler gerektiğinde, nitelik bilgilerini toplamak hem çabuk hem de ucuz bir yöntemdir.
- Yönetime sunulacak olan özet raporların çoğu niteliklere bağlı olarak hazırlanır. Bu tür raporlar hem daha açık hem herkes tarafından anlaşılabilir. Genel ve özel nedenleri açıkça görülebilir
- Kontrol grafikleri kullanılmadan önce, problemlerin öncelik sırası iyi saptanmalıdır. Her problem için kontrol grafiği gerekmez. Problem sinyalleri maliyet kontrol sistemi, kullanıcı şikayetleri, şirket içi sorunlar yada diğer nedenlerden kaynaklanabilir. Nitelik kontrol grafikleri spesifik bir problem üzerinde odaklanır ve detay bilgi istenildiğinde kullanılır.<sup>38</sup>

#### **Temel olarak dört tip nitelik grafiği kullanılmaktadır**

- A. p-grafiği: uygun olmayan birimlerin oranı (örnek büyüklüğü sabit değildir)
- B. np-grafiği: uygun olmayan birim sayısı (örnek büyüklüğü sabittir)
- C. c-grafiği: uygunsuzlukların sayısı (örnek büyüklüğü sabittir)
- D. u-grafiği: bir birimdeki uygunsuzlukların oranı (örnek büyüklüğü sabit değildir )

---

<sup>38</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 7, s: 3

### 2.10.1. p-Kontrol Grafiği

Nitelik grafikleri, hatalı birimlerin sayısını yada hata sayısını gösterirler. p-grafikleri bir örnek içindeki hatalı birimlerin oranını gösterir. Hata yada sorun fonksiyonel olabilir. (geçerlilik testinden geçememe gibi)

Kontrol bir tip hata yada birkaç hata tipi için aynı anda olabilir. p-grafiğinde bir veya birden çok kaç hatanın bir birimse aynı anda bulunması durumunda birim hatalı kabul edilir. Örneğin, bir sipariş formu üzerinde 5 ayrı hata görölmektedir. Bu durumda, 1 adet hata sipariş formu olduğu kabul edilir.

Nitelik kontrol grafikleri için örnek büyüklükleri, değişkenler için  $\bar{X}$  ve R grafiklerinde kullanılanlardan çok daha büyüktür. Doğru ve kesin bir sonuç verecek ve sisteme geri bildirimde bulunan minimum örnek büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılacak formüller vardır.

Nitelik grafiklerinde en çok yaşanan sorun, seçilen örnek büyüklüğünün gerçek hayatta yaşanan süreç çalışmalarıyla uyumsuz olmasından kaynaklanmaktadır. Örnek büyüklüğü daha sonra yaşanan tecrübeler doğrultusunda artırılabilir yada azaltılabilir. Toprak Demirdöküm Sanayi Ticaret A.Ş. ,sağlıklı bir kontrolün yapılabilmesi için 50 -200 yada daha fazla örneğin kullanılmasını önermektedir.<sup>39</sup>

Burada dikkat edilmesi gereken örnek miktarının yeterli miktarda uygunsuz ürünü içerecek büyüklükte seçilmelidir. Bir örnekteki ortalama uygunsuz birim 5 yada 6'dan büyük olmalıdır.

**Verilerin toplanma sıklığı ne olmalıdır ?** Örneklemenin anlamlı bir geri bildirim sağlayacak ve süreç çıktısındaki değişkenliklerin görülebileceği yeterli sıklıkta olması gerekir.

Örnekleme zaman aralığı belirlenmesi ile seçilen örnek büyüklüğü arasında çelişki olabilir. Bu parametreler belirlenirken dikkatli olunmalıdır. Örnek büyüklüğü

---

<sup>39</sup> Toprak Demirdöküm A.Ş. görüşme notları

en az 50 olmalıdır. 50'den küçük örneklerde kesirler ve yüzdelerle uğraşıldığından anlamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilemez. Bunun yanında, örnek büyüklüğü çok uzun bir zaman dilimini kapsayacak kadar olmamalıdır.

Örnekleme sürecinde sağlıklı bir sonuç alınabilmesi için dikkat edilmesi gereken birkaç nokta;

- Farklı bir muayene elemanları bir lot içinde bulunan hatalı çıktı sayısında bir değişkenliğin oluşmasına neden olur.
- Bu tip kontroller öznelidir. Bunu minimuma indirecek bir takım önlemler alınması gerekir.
- Son olarak p-grafikleri için örnek büyüklüğü her zaman aynı olmak zorunda değildir. Bu değer ortalamanın  $\pm\%25$  yakınında korunabilirse hesaplamalar ve kontrol limitleri değiştirilmeyebilir.

p-grafikleri için verilerin toplanması ve grafiğin oluşturulması  $\bar{X}$  ve R grafiklerinin oluşturulmasına çok benzer, sade p-grafikleri olarak tek bir grafik kullanılır.

$$p = d / n \quad (\text{uygunsuz çıktı oranı})$$

Her bir nokta için 2 veriye ihtiyaç vardır. Birincisi örnek büyüklüğü (n), diğeri örnekteki uygun olmayan birimlerin sayısıdır (d). Bu veriler süreç sırasında, daha sonra p-grafiğinde kullanılmak üzere kontrol tablosu üzerine kaydedilmelidir.

Grafiğin oluşturulabilmesi ve güvenli bir sonuç alınabilmesi için başlangıçta belirlenen uygun zaman aralıklarıyla 25-30 alt gruptan oluşan veriye ihtiyaç vardır. (bütün vardiyalardan, her bir vardiyadan birkaç örnek). Alt grup içindeki her örnek muayene edilir.

Grafik üzerinde dikey eksen üzerinde yüzde değerleri, yatay eksen sıfırdan en yüksek oran değerinin 1,5-5 katına kadar açılabilir. Önemli olan (p) değerinin grafik üzerinde rahatça gösterilebilmesidir.

Süreç ortalaması ve uygunsuz birim oranının hesaplanması ( $\bar{p}$ ).

$$\bar{p} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

$d_i$  = uygunsuz ürün sayısı ,  $i = 1, 2, 3, \dots, k$

$n_i$  = her bir grup için örnek sayısı ,  $i = 1, 2, 3, \dots, k$

#### Alt ve üst kontrol limitlerin hesaplanması

Süreçin istatistiksel kontrol halinde olması halinde 3 kontrol limitleri kullanılır.

$$\sigma = (\bar{p}(1 - \bar{p}/n))^{1/2}$$

$\bar{p}$  : ortalama uygunsuz ürün oranı

$n$ : süreç ortalaması büyüklüğü

$\bar{p}$  değerinin çok düşük ve  $n$  değerinin küçük olması halinde alt kontrol limiti negatif çıkacaktır. Bu durumda alt kontrol limiti alınmaz

$$\text{ÜKLp} = \bar{p} + 3\sigma \quad \text{AKLp} = \bar{p} - 3\sigma$$

Alt ve üst limitler grafikte kesik çizgiler halinde gösterilir.<sup>40</sup> Limitleri oluşturduktan sonra veriler grafik üzerine işaretlenir. Burada gerçek bir binom dağılımı söz konusudur, çünkü muayene edilen (yada test edilen) her birim için sadece 2 değer vardır. (geçer / geçmez).  $n\bar{p}$ 'nin 5 yada 6'dan büyük olması durumunda binom dağılımı normal dağılım eğrisine çok yaklaşır. Genel olarak  $n\bar{p} < 5$  olduğunda binom yerine Poisson bölünmesi, büyük olması durumunda ise normal dağılım kullanıldığında  $n \geq 50$  olmalıdır.<sup>41</sup> Normal dağılım gösteren

<sup>40</sup> AKIN, a.g.e., s : 130

<sup>41</sup> SERPER, Özer. Uygulamalı İstatistik 1, Ezgi Kitabevi, Bursa, 2000, s:302.

topluluklarda verilerin  $2/3$ 'ü  $\pm 1\sigma$  aralığında (grafiğin  $1/3$ 'ü) seyrederek. Aynı kriterler  $\bar{X}$  ve R grafikleri içinde kullanılır.

- Kontrol limit üzerinde bir yada daha fazla noktanın bulunması bu bölgede bir kararsızlık olduğunun göstergesidir.
- Kontrol limitleri dışında çok az nokta varsa, süreç kararlıdır fakat genel nedenlerden kaynaklanan değişkenler var diyebiliriz. Aşırı sapmaların özel nedenlerden kaynaklandığı kabul edilir

#### Kontrol limitleri arasındaki çevrimler ve eğilimler

Grafik, kontrol limitleri arasında seyrediyor olsa bile bazı bölgelerde eğilimler ve çevrimler görülüyorsa, bu bölgeler kontrol dışıdır yada bu durum süreç performansının bu bölgelerde değişkenlik gösterdiğinin kanıtıdır. Bu bölgeler, süreç için bir uyarıdır, düzeltilmeden bırakılırsa çok yakın bir zamanda kontrol limitleri dışına çıkması muhtemeldir.

**Not :** Her bir alt grup için ortalama uygunsuz birim sayısı oldukça büyükse ( $n\bar{p} : 9$  yada daha çok)  $p$ 'nin dağılımı normal dağılım eğrisine çok yakındır ve trend analizi  $\bar{X}$  grafiklerinde kullanılanlara çok benzer. Ortalama uygunsuz birim sayısı küçükse ( $n\bar{p} : 5$  yada daha az) aşağıda verilen kurallar direk olarak uygulanabilir:

- Sürecin kontrol altında ve  $n\bar{p}$ 'nin büyük olduğu durumlarda, ortalamanın iki tarafında yaklaşık eşit sayıda nokta görülür.
- 7 noktanın ortalamanın üzerinde yada 7 aralığın ardı ardına yükselme veya düşüş eğilimi gösterdiği durumlar süreçte kayma yada bir eğilimin başlama işaretidir. Bu gibi durumlarda, bu noktalar işaretlenmeli ve süreç bu bölgelerde incelenmelidir.

#### Verilerin süreç ortalaması üzerinde yukarı doğru bir eğilimdeyse:

- Süreç performansı kötüleşmektedir.
- Ölçüm sistemi değişmiş olabilir



Verileri süreç ortalaması altında aşağı doğru bir eğilimdeyse:

- Süreç performans iyileşmekte olabilir. (durumun incelenip daimi hale getirilmesi gerekir)
- Ölçüm sistemi değişmiş olabilir.

**Not :**  $n\bar{p}$  küçükse (5'den az),  $\bar{p}$  ortalamasının altında artma eğilimi mevcuttur. 8 yada daha fazla noktanın bu bölgede görülmesi uygun olmayan ürün oranının azaldığının işaretidir.

Noktaların süreç ortalamasından uzaklığı:

İstatistiksel kontrol altındaki bir süreçte (sadece genel nedenlerden kaynaklanan değişkenliğin görüldüğü  $n\bar{p}$ 'nin büyük olduğu durumlar) noktaların 2/3'ü kontrol limitleri arasındaki 2. bölgenin dışında seyrettiği durumlarda, verilerin 1/20'si kontrol limitlerinin yakınında görülür.

**Verilerin 2/3'nün süreç ortalamasının çok yakınında olması (25 alt grup için, %90'dan fazlasının ortadaki 3. bölgede olması ):**

- Kontrol limitleri yanlış hesaplanmış yada yanlış çizilmiş olabilir
- Süreç yada örnekleme yöntemi uygun olmayabilir. (2 yada daha fazla süre.-örn: 2 paralel üretim hattından karışık alınan çıktılar)
- Veriler değişmiş olabilir

**Verilerin 2/3'ünden daha azının süreç ortalamasının yakınında olması (25 alt grup için, %40'dan daha azının kontrol limitleri arasında ortadaki 2. bölgede olması ):**

### 2.10.2. np Grafiği

np-grafikleri, p-grafikleri ile aynıdır. Sadece p-grafiklerinde hatalı birimlerin örnekteki oranı alınırken np-grafikleri örnekteki hatalı birim sayısı ile ilgilenir. p-grafiklerinde örnek büyüklüğü değişken olabilirken, np-grafiklerinde sabittir.

np-grafiklerinde, p-grafiklerine göre daha çok tercih edilir.<sup>42</sup> Bir lot içerisinde hatalı birim sayısı, hata oranından daha kullanılabilir ve daha açık birer bilgidir. np-grafikleri için örnek büyüklüğü genelde daha küçüktür. 50 ile 100 arası olabilir ama daima aynı olmalıdır. Örnekler hatalıları yakalayacak ve sisteme geri bildirim sağlayacak sıklık ve büyüklükte seçilmelidir.

$$\bar{d} = \frac{\sum d_{ki}}{k} = n \bar{p}$$

$n \bar{p}$  : sabit örnek büyüklüğü n'deki uygun olmayan ortalama birim sayısı

$$\text{ÜKL}_{np} = \bar{d} + 3\sigma = n \bar{p} + 3(n \bar{p} (1 - \bar{p}))^{1/2}$$

$$\text{AKL}_{np} = \bar{d} - 3\sigma = n \bar{p} - 3(n \bar{p} (1 - \bar{p}))^{1/2}$$

Alt ve üst kontrol limitleri ve  $\bar{d}$  hesaplanıp, çizildikten sonra veriler grafik üzerinde gösterilir. Sürecin kontrol olup olmadığı incelenir. np-grafiklerinde, p-grafiklerinde olduğu gibi farklı örnek büyüklüğünde kaynaklanan kontrol limiti ayarlaması yoktur. Çünkü, örnek büyüklüğü sabittir. Süreç ise kontrole ulaştığında süreç yeterliliği hesaplanır. Süreç yeterliliği  $n \bar{p}$  değerine eşittir.

Uygun olan ortalama ürün sayısı hesaplanmak istenirse ;  $n(1 - \bar{p}) = n - n \bar{p}$  formülünden hesaplanır. Sürecin yetersiz olması durumunda, yeterli hale getirilmesi, yönetimin sorumluluğudur.<sup>43</sup>

### 2.10.3. c-Grafiği

Bir birimdeki uygun olmayan durumların sayısını gösterir. c-grafiği için birimdeki hataların sayısı önemlidir. Genelde seri akan üretimde kullanılır. (Örneğin, Radyatör üretimi gibi). Birim alandaki uygunsuzluk sayısı önemlidir. Bu nedenle c-grafikleri tek tip birimlerin muayenesinde kullanılır. np-grafiklerinde olduğu gibi

<sup>42</sup> BİRCAN, GEDİK, a.g.e., s: 77

<sup>43</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 7, s: 7

c-grafikleri için örnek büyüklükleri sabit olmalıdır. Örnek büyüklüğü, diğer nitelik grafiklerinde olduğu gibi sisteme anlamlı geri bildirimde bulunacak kadar büyük seçilmeli ve yeterli sıklıkta olmalıdır.

Süreç ortalaması  $\bar{c}$  ile gösterilir.

$$\bar{c} = (c_1 + c_2 + \dots + c_k) / k$$

$\bar{c}$  : Ortalama uygun olmayan durum sayısı

k : Grup sayısı

$c_1 + c_2 + \dots + c_k$  : her bir alt grup için uygun olmayan durum sayısı

#### Alt ve üst kontrol limitleri

$$\text{ÜKL}_c = \bar{c} + 3\sigma \quad \text{AKL}_c = \bar{c} - 3\sigma \quad \sigma = (\bar{c})^{1/2}$$

Grafiğin hazırlanması ve değerlendirilmesi, hesaplanması diğer nitelik grafikleriyle aynıdır.

#### **2.10.4. u-Grafiği**

u-grafikleri değişen örnek büyüklüklerindeki uygun olmayan durumların sayısındaki değişimi gösterir. Uygunsuzluklar değişen büyüklükteki birimler için incelenir, sayılır. c-grafiklerine çok benzer, sadece tek fark u-grafiklerinin farklı örnek büyüklüklerinde kullanılabilmesidir. Örnek büyüklüğü değişkendir. u-grafiklerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi p-grafiklerine çok benzer.

**u= c/ n**

c: uygun olmayan durum sayısı

n: örnek büyüklüğü (birim bir denetim raporuysa, bu raporla denetlenen birim sayısı)

Bazen raporlanan tek bir üretim birimi olabilir. Kimi zaman ise bir raporda denetlenen 10 birim gözükebilir

$$\bar{u} = (c_1 + c_2 + \dots + c_k) / (n_1 + n_2 + \dots + n_k)$$

$c_1 + c_2 + \dots + c_k$  : uygun olmayan durum sayısı

$n_1 + n_2 + \dots + n_k$ : her bir alt grup için örnek büyüklüğü

### Alt ve üst kontrol limitleri

$$\text{ÜKL}_u = \bar{u} + \sqrt[3]{\frac{\bar{u}}{n}} \quad \text{ÜKL}_a = \bar{u} - \sqrt[3]{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$\bar{n}$  = ortalama örnek büyüklüğü

Herhangi bir alt grup, ortalama örnek büyüklüğünün, %25 alt veya üstü değerinde tutulabilirse alt ve üst kontrol limitleri değişmez

$$\text{ÜKL}_u, \text{ÜKL}_a = \bar{u} + \sqrt[3]{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$\bar{u}$  : süreç ortalaması

n: örnek büyüklüğü

Grafik üzerinde limitleri değiştirilerek özel nedenler daha kesin tanımlanır.

## **2.11. Süreç Yeterlilik Analizi**

### **2.11.1. Süreç Yeterliliğinin Hesaplanması**

Süreçte yanlış olan nedir ? Tasarım mı, insan mı, makine mi ?

- Kullanılan makine ve teçhizat bugünkü spesifikasyonları karşılamaya yeterli mi ?
- Süreçten sorumlu personel bu konuda yeterli mi ?
- Tasarım spesifikasyonları karşılayacak düzeyde mi ?

Süreçin yetersiz olması durumunda bu sorunların hepsine cevap aramak gerekir. Fakat bundan önce sürecin kararlı ve kontrol altında olması gerekir. Sürecin alt ve üst limitleri belli olmalı ve bu süre. Bu limitler arasında seyretmelidir. Ancak

ondan sonra yeterliliği arttırmak için gerekli önlemler yönetim tarafından alınır. Süreçte gerekli düzeltmeler yapılmadan herhangi bir kalite geliştirme programı uygulanarak kaliteli ürün elde edilemez. Ürün kalitesinden emin olabilmek için herhangi bir kalite geliştirme programından süreç yeterliliğinin öncelikle hesaplanması ve periyodik olarak yinelenmesi gerekir. Feigenbaum (1999) süreç yeterliliğini süreç faktörlerinin önceden belirlenmiş süreç koşulları kalite performansının kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımda iki önemli kavram vardır :

- Süreç faktörleri
- Süreç koşulları

Bu süreç yeterliliği çalışmasının anlamlı olabilmesi için değişkenin normal dağılım göstermesi ve spesifikasyonun kontrol altında olması gereklidir. Süreç koşulları birbirinden bağımsız bir çok faktörü içermektedir. Bu faktörlerin en önemlileri :

- Hammadde spesifikasyonları
- Ölçüm cihazlarının hassasiyeti
- Makine ve teçhizat kapasiteleri
- Operatörün hassasiyeti
- Ölçme işlemini yapan elemanın hassasiyeti vb.

Süreç yeterliliği çalışmaları normal koşullar altında gerçekleştirilmeli ve yeterli sayıda ölçüm yapılmalıdır.<sup>44</sup>

Süreç bir istatistiksel kontrole ulaşırsa, tanımlanabilir bir yeteneği vardır. Süreç yeterliliği, bir sürecin üretim kabiliyetini tanımlama yollarından biridir. Süreç yeterliliğinin saptanması zor bir iş değildir. Öncelikle  $\bar{X}$  ve  $\bar{R}$  değerlerinin saptanması gerekir. Daha sonra  $\bar{R}$ 'den sürecin standart sapması hesaplanır.

---

<sup>44</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 7, s: 4

( $\sigma$ ): alt ve üst kontrol limitlerinin  $\bar{X}$  grafiğinin hesaplanmasında kullanılır.

Sürecin karar ve kontrol altında olduğu varsayıldığında kararsız ve kontrol dışı olduğunda  $\bar{X}$ -R grafiğinden alınacak değerler kesin ve doğru olmayacaktır.

Yeterlilik çalışmalarında sıklıkla kullanılan “doğal süreç değişkenliği” genel nedenlerden kaynaklanan değişkenliktir. Doğal süreç değişkenliği, normal dağılım eğrisindeki  $6\sigma$ 'ya eşittir. Bu, çıktının kararlı ve kontrol altında olduğu ve sürecin  $\pm 3\sigma$  arasında değişkenliği olduğu anlamına gelir aynı zamanda normal dağılım gösteren topluluklarda (yığınlarda), topluluğun %99,73'ü ( $\pm 3\sigma$ ) aralığındadır.

Sürecin kararlı ve kontrol altında olması aynı zamanda yeterliliği olduğu anlamına gelmemelidir. Süreçteki kontrol dışı durumlar (özel durumlardan oluşan) düzeltildikten sonra, standart sapma

$\sigma = \bar{R} / d_2$  formülünden hesaplanır

Sürecin kararlı fakat tam anlamıyla kontrol altında olmadığı durumlarda yani ( $\pm 3\sigma$ ) limitleri içinde seyrettiği durumlarda ( $\sigma$ )'i farklı bir formülden hesaplamak söz konusu olabilir:

$$(\sigma) = \left( \frac{\sum X_i^2 - (X_i)^2 / n}{n(n-1)} \right)^{1/2}$$

( $\sigma$ ): varsayılan standart sapma

$X_i$ : her bir ölçüm

$\sum X_i$ : ölçümlerin toplamı

Uygulamada özellikle otomobil sektöründen kısa dönemli süreç yeterliliği çalışmalarında ( $\pm 4\sigma$ ) anakütlenin standart sapması olarak kabul edilir. (James C. Seigel)

( $\bar{X} \pm 3\sigma$ ) yerine ( $\bar{X} \pm 4\sigma$ ) (örnek sayısı 4 yada 5) kullanılması az sayıda veri olduğu durumlarda başarılı sonuç verir.

Süreç yeterlilik çalışmasında, sürecin yeterli olduğu durumlarda süreç çıktı dağılımları spesifikasyon limitleri içerisinde olacaktır. Kabul edilebilir bir ürün için alt ve üst spesifikasyon limitleri , kontrol limitleri aralığından geniş olmalıdır. Süreç yeterliliği, süreç yeterlilik katsayıları; CA; hedeften kayma göstergesi; Cp, Cpk, makine ve ekipman yeterliliği; Cm, Cmk yeterlilik katsayıları ile ifade edilir. (Ayrıca ölçüm cihazlarının yeterlilikleri yine bu yöntemle değerlendirilir)

Süreç yeterlilik katsayıları, sürecin kalite performansının ölçülmesi amacı ile kullanılmaktadır. Bu noktada ele alınan kalite boyutu **uygunluktur**.<sup>45</sup>

CA= hedeften kayma göstergesini ölçer.

Cp= süreç yeterliliğini süreç dağılımı cinsinden değerlendirir

Cpk= süreç yeterliliğini süreç dağılımı ve konumu cinsinden değerlendirir.

$$Cp = \frac{\text{verilen tolerans}}{\text{proses toleransı}} = \frac{\text{Üst Limit} - \text{AltLimit}}{6 * \sigma}$$

$$CA = \frac{HEDEF - \bar{X}}{TOLERANS / 2} * 100$$

$$Cpk = Cp * \left( 1 - \frac{CA}{100} \right)$$

### 2.11.2. Süreç Yeterliliğinin Değerlendirilmesi

Buraya kadar istatistiksel kontrol altına alındı ve yeterliliği  $C_{p-min}$  olarak tanımlandı. Bundan sonraki adım süreç yeterliliğinin müşteri gereksinimleri karşılayıp, karşılamadığının değerlendirilmesidir. **Ana hedef süreç performansının iyileştirilmesidir**

$$Z_{min} = 3 \text{ olduğunda } C_{pk} = 1.00 \quad Z_{min} \geq 3 \text{ olduğunda } C_{pk} \geq 1.00$$

$$Z_{min} = 4 \text{ olduğunda } C_{pk} = 1.33 \quad Z_{min} \geq 4 \text{ olduğunda } C_{pk} \geq 1.33$$

---

<sup>45</sup> ALTAŞ, a.g.e., Bölüm 12, s: 1

### 2.11.3. Süreç Yeterliliğinin İyileştirilmesi

Kabul edilmeyen süreç yeterliliğine neden olan problemler çoğunlukla genel nedenlerden kaynaklanan problemlerdir. Önlemler, direk olarak sisteme alınmalıdır. Süreç değişkenliğini yaratan önemli ana süreç faktörleri; girdi, malzeme, süreçte kullanılan temel yöntemler, eğilim yöntemleri ve çevre şartlarıdır.

Genel bir kural olarak **sistemle ilgili nedenler sürecin yeterliliğini etkileyebilir**. Kısa vadeli anlık çözümlerden çok uzun vadeli yönetimin, sistem üzerine alacağı önlemlerle bu tip sorunlar, yetersizlikler düzeltilebilir. Temel problem çözme teknikleri kullanılarak (Pareto analizi, neden-sorun- sonuç gibi) sistemin ana sorunlarını iyileştirme yoluna gidilmelidir.

### 2.12. Kontrol Grafikleri Analizinde Çeşitli Modellemeler

Kontrol grafikleri sürecin yeterliliğinin ve kararlılığının derecesinin saptanmasında çok güçlü bir araçtır. Eğitimli personel tarafından zamana bağımlı olarak gerçekleştirildiğinde başarılı olur. Bu konuda detaylı bilgiler 3 ve 4. bölümlerde açıklanmaktadır. Süreç yeterliliği çalışmaları gerçekleştirilirken, süreç sırasında çeşitli modeller tespit edilebilir

1. Kontrol limit dışındaki noktalar. Özel bir nedenin varlığını gösterir. Özel neden ve düzeltme önlem saptandıktan sonra kontrol grafiği üzerinde yeni durum gösterilir.
2. Seviyede bir kayma yada ani bir değişiklik sürecin kaymış olduğunun (yeni bir lot malzeme yada yeni makine set-up'ından ) göstergesidir.
3. Bir eğilim yada ardı ardına yükselme yada düşme (genelse 6,7 yada daha fazla noktanın ardı ardına) süreçte bir sapma olduğunun göstergesidir. Gereç yada operatör hatasından kaynaklanmış olabilir.



4. Çevirimler: üst ve alt noktaların devamlı periyodik olarak tekrarlanması (kısa süreli eğilimler). Bu çevirimler rotasyonda olan bir operatörün, bir gün süresince oluşan ısı değişikliklerinde (sabah/akşam) yada farklı vardiyalardan oluşabilir.
5. Olağandışı durumlar: Herhangi bir model yada eğilim göstermeksizin kontrol limitleri dışında olan noktalar. Bu gibi durumların nedenin bulmak, çözmek zorudur. O anı ve koşullarını iyice incelemek gerekir.
6. Kararsızlık: Süreçte doğal olmayan geniş dalgalanmalar görülmesi. Test cihazındaki bir bozulmadan, karışmış malzeme lotlarından yada ayarı bozulmuş bir cihazdan oluşabilir.
7. Karışık: İki farklı süreç akışı görülebilir. 2 farklı kaynaktan gelen malzeme, 2 farklı makine yada 2 farklı operatörden kaynaklanabilir.
8. Doğal model: Kararlı bir süreci yansıtır. Eğilim yok, kayma yok ve dikkate değer hiçbir problem yok. Böyle süreçler “kontrol altında” olarak tanımlanırlar. Sadece genel nedenlerden kaynak değişkenlik görülür.
9. Ağır ağır (seviye seviye ) kayma: Ortalamaya (merkeze çok yakın kalarak, doğal olmayan küçük dalgalanmalar
10. Sistemik değişimler: Noktadan noktaya değişimler görülür
11. Yönelim: Süreç parametrelerinde bir kaymayı gösterir. Bir çok noktanın merkezin daha çok bir tarafından görülmesine neden olan birkaç neden olabilir.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> YÜCEL, a.g.e., Bölüm 8, s: 5

## BÖLÜM 3

### İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜNÜN BİR DEMİRDÖKÜM İŞLETMESİNDE UYGULAMASI

#### 3.1. İstatistiksel Süreç Kontrolünün Toprak DemirDöküm A.Ş.'deki Uygulaması

Uygulaması yapılan demirdöküm fabrikası otomotiv sanayinde kullanılacak çeşitli parçaların döküm üretiminde bulunmaktadır. İstatistiksel süreç kontrolü yapılacak olan; uluslar arası bir firmanın piyasaya sunduğu fren pistonunun kum değerleridir. Sürecin işleyişindeki aşamalar aşağıdaki gibidir:

Üretilecek pistonun siparişi planlama servisindeki ilgili müşteri temsilcisi tarafından alınır. Üretimin yapılacağı fabrikadaki ilgili müdürlüğe termin geçilir. Üretim Müdürlüğü'nce temrin, döküm programında uygun bir zamana yerleştirilir. Haftalık dağıtılan üretim programını alan tüm üretim birimleri; (Ergitme, Modelhane, Kalıplama, Taşlama ve Ambar) Ergitme Bölümü'nden başlamak suretiyle üretim sürecini başlatır.

Ergitme Bölümü; dökülecek adetteki fren pistonu için gereken hammadde miktarını (çelik, pik vb.) kontrol eder. Şarj hesabını yapar ve ergitmesinin yapılabilmesi için kovalara doldurarak indüksiyon ocağına transfer eder. Uygun analize ve sıcaklığa ulaşan; ergimiş metal döküm hattına (Kalıplama Bölümü) alınır.

Modelhane Bölümü; Ergitme Bölümü'nde metal hazırlama süreci gerçekleşirken; dökümü yapılacak modelin kontrolünü yapar. Uygunluk almış olan model döküm hattına getirilir.

Kalıplama Bölümü; dökümü yapılacak modeli modelhaneden alır. Modelin ikinci kontrolü kalıplama hattı tarafından yapılır. Kalıplama hattı; pistonun

döküleceği kalıbı oluşturacak kalıp kumunu kum hazırlama sistemine taşır. Kumun teknik özelliklerinin analizi yapılır. Giriş kontrolünden onay alan kum stoklanır. Kum hazırlama sistemi (mikser) dökümü yapılacak fren pistonuna uygun kalıp kum değerlerinde kalıp kumunu hazırlar. İstatistiksel süreç kontrolü yapılacak olan kalıp kumundan gaz geçirgenliği, nem, yaş basma ve kompaktibilite parametrelerinin kontrolü için spekt değerler kum hazırlama laboratuvarı tarafından alınır. Piston dökümü için uygun değer aralıklarında sonuç alınan kalıp kumu kalıplama silosuna sevk edilir.

Uygulamada kalıp kumunun istatistiksel süreç kontrolü gaz geçirgenliği parametresi için yapılmıştır.

Hazırlanan kum modelle kalıplama makinesi tarafından bir araya getirilerek dökümün yapılacağı kalıp hazırlanır. Kalıp kontrolü yapılır. Onay alan kalıplara Ergitme Bölümü tarafından hazırlanmış metal; dökülür. Kalıp içinde katılaşarak piston halini alan metal kalıp içinden çıkarılır. Taşlama Bölümü'ne sevk edilir.

Taşlama Bölümü; pistonun temizleme makineleri yardımıyla kumunu temizler. Parçanın etrafındaki – varsa – fazla metal artıklarını (çapak) alır. Kalite kontrol elemanları tarafından % 100 gözle kontrolü yapılan ürün; sevkiyat ambarına gönderilir. Sevkiyat ambarı siparişi veren firmanın sevk şartları doğrultusunda ürünü hazırlayarak sevkiyatı gerçekleştirir.

### **3.2. Kalıp Kumunun Gaz Geçirgenliği İçin Yapılan İstatistiksel Süreç Kontrol Çalışması**

Kalıp kumu için gerekli veriler her gün 8.00 – 16.00 vardiyasından üçer numune olmak üzere alınmıştır. Veriler gr / cm<sup>3</sup>.sn cinsinden ifade edilmiştir. (Birim zamanda kum tanecikleri arasından geçen gaz miktarı) 30 gün boyunca toplanan veriler tablo 3.1.de gösterilmiştir. (bk. s: 67) Bu verilerle aşağdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

$$\bar{ÜKL}_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 70,01 + 1,023 \times 3,933 = 74,03$$

$$\bar{AKL}_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 70,01 - 1,023 \times 3,933 = 65,98$$

$$\bar{ÜKL}_{\bar{R}} = D_4 \bar{R} = 2,574 \times 3,933 = 10,13$$

$$\bar{AKL}_{\bar{R}} = D_3 \bar{R} = 0 \times 3,933 = 0$$

( bk.s: 69 – 71, Grafik 1,Grafik 3)

$\bar{X}$  Grafiğinde 4 (2., 4., 19. ve 23. değerler) ;  $\bar{R}$  Grafiğinde 1 (12.değer) noktanın kontrol dışı olduğu görülmektedir. Operasyonda değişkenlik yaratan özel nedenlerin varlığından şüphe edilerek söz konusu değerler dikkate alınmadan  $\bar{X}$  ve  $\bar{R}$  grafik limitleri yeniden hesaplanmış, tablo 3.2 ve tablo 3.3.'de gösterilmiştir. (bk. s: 67,68)

$$\text{yeni } \bar{ÜKL}_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 69,93 + 1,023 \times 3,933 = 73,96$$

$$\text{yeni } \bar{AKL}_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 69,93 - 1,023 \times 3,933 = 65,91$$

$$\text{yeni } \bar{ÜKL}_{\bar{R}} = D_4 \bar{R} = 2,574 \times 3,6551 = 9,41$$

$$\text{yeni } \bar{AKL}_{\bar{R}} = D_3 \bar{R} = 0 \times 3,6551 = 0$$

(bk. s: 70- 72, Grafik 2, Grafik 4)

Sürecin yeterliliği şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{\text{verilen tolerans}}{\text{proses toleransı}} = \frac{\text{Üst Limit} - \text{AltLimit}}{6 * \sigma} = \frac{\text{Üst Limit} - \text{AltLimit}}{6 * (\bar{R} / d^2)} \\ &= \frac{105 - 55}{6 * (3,6551 / 1.693)} = 3,8599 \end{aligned}$$

$$CA = \frac{HEDEF - \bar{X}}{TOLERANS / 2} * 100 = \frac{69,9356 - 70,01}{50 / 2} * 100 = -0,2964$$

$$Cpk = Cp * \left( 1 - \frac{CA}{100} \right) = 3,8599 * \left( 1 - \frac{-0,2964}{100} \right) = 3,8484$$

Süreç yeterliliği 55 – 105 Spekt değerlerine göre  $Cpk = 3,8484$  bulunmuştur.<sup>47</sup> SPC sonucuna göre ÜKL ve AKL aralığı dışında kalan değerler çıkartılıp,  $\bar{X} - \bar{R}$  grafiği tekrar çizilmiştir.( bk. s: 70 – 72, Grafik 2, Grafik 4) Süreç  $Cpk > 1,33$  bulunduğu için yeterli kabul edilmiştir.

---

<sup>47</sup> Spesifikasyon Limitleri ilgili karakteristik için kabul kararı alınmış mühendislik şartıdır.

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
TARİH																															
O K U M A	1	72	74	70	80	74	74	74	70	68	72	72	80	66	64	64	74	74	68	66	66	70	70	66	68	66	72	66	72	74	68
	2	70	72	78	76	72	70	71	75	72	70	71	68	64	66	66	72	70	70	64	68	70	70	64	70	64	70	68	70	72	65
	3	68	78	74	74	70	72	70	77	70	70	71	70	68	68	68	76	72	66	66	66	68	68	66	68	68	68	70	70	71	68
	4																														
	5																														
TOP	210	224	222	230	216	216	215	222	210	212	214	218	198	198	198	222	216	204	196	200	208	208	196	206	198	210	204	212	217	201	
X	$\overline{\text{TOP NO}}$	70	75	74	77	72	72	74	70	71	71	73	66	66	66	74	72	68	65	67	69	69	65	69	66	70	68	71	72	67	70,01
R	MAX-MIN	4	6	8	6	4	4	4	7	4	2	1	12	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	3	3	3,93

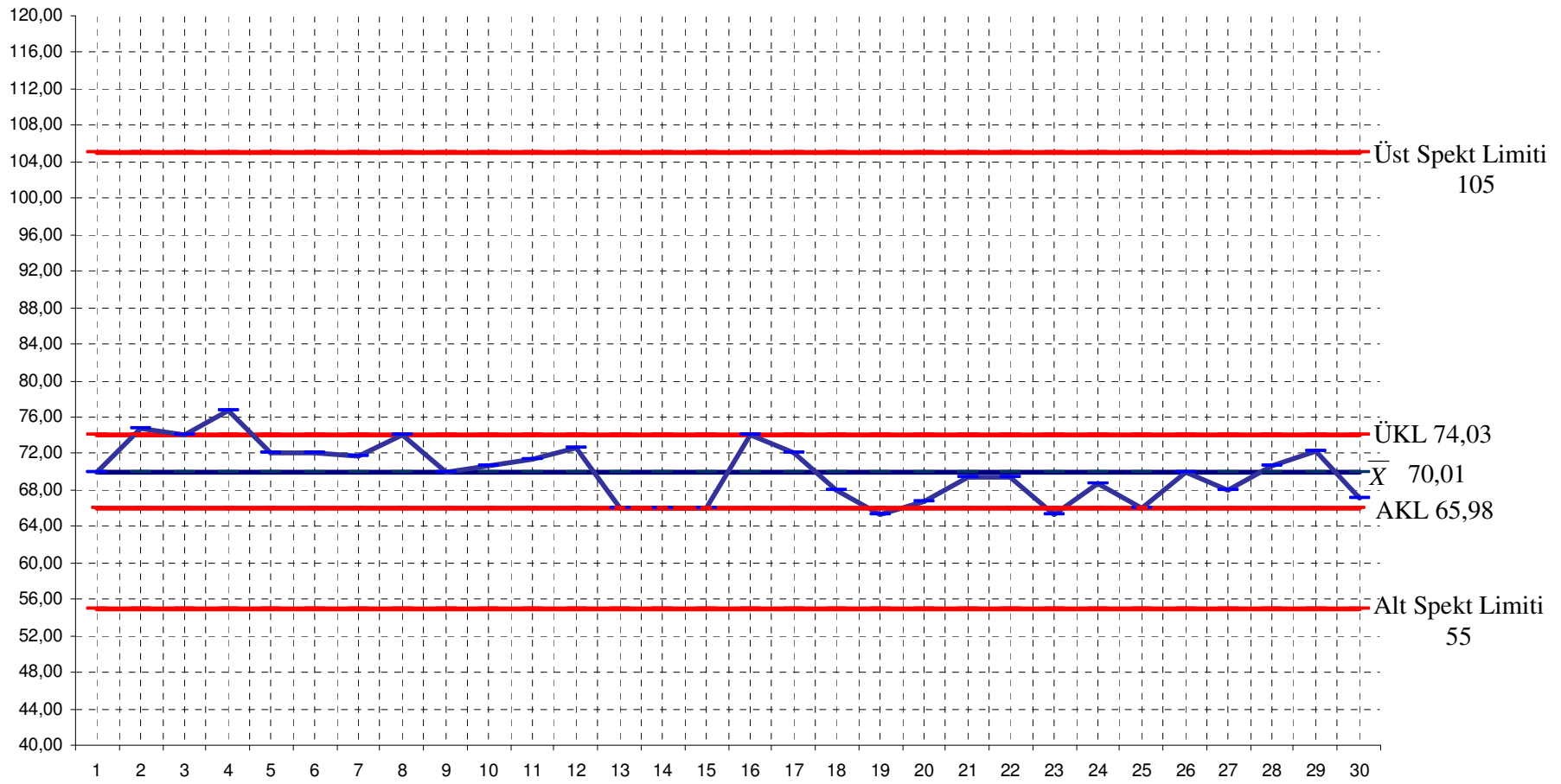
Tablo 3.1: 30 gün boyunca kumun gaz geçirgenliği için toplanan  $\overline{X}$  ve  $R$  grafiğine ait veriler (gr / cm<sup>3</sup>)

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
TARİH																															
O K U M A	1	72		70		74	74	74	70	68	72	72	80	66	64	64	74	74	68		66	70	70		68	66	72	66	72	74	68
	2	70		78		72	70	71	75	72	70	71	68	64	66	66	72	70	70		68	70	70		70	64	70	68	70	72	65
	3	68		74		70	72	70	77	70	70	71	70	68	68	68	76	72	66		66	68	68		68	68	68	70	70	71	68
	4																														
	5																														
TOP	210		222		216	216	215	222	210	212	214	218	198	198	198	222	216	204		200	208	208		206	198	210	204	212	217	201	
X	$\overline{\text{TOP NO}}$	70		74		72	72	74	70	71	71	73	66	66	66	74	72	68		67	69	69		69	66	70	68	71	72	67	69,93
R	MAX-MIN	4	6	8	6	4	4	4	7	4	2	1	12	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	3	3	3,93

Tablo 3.2:  $\overline{X}$  tablosunda yer alan ve kontrol dışı bulunan 4 değer (2., 4., 19. ve 23. değerler) çıkarılarak oluşturulan  $\overline{X}$  tablosu

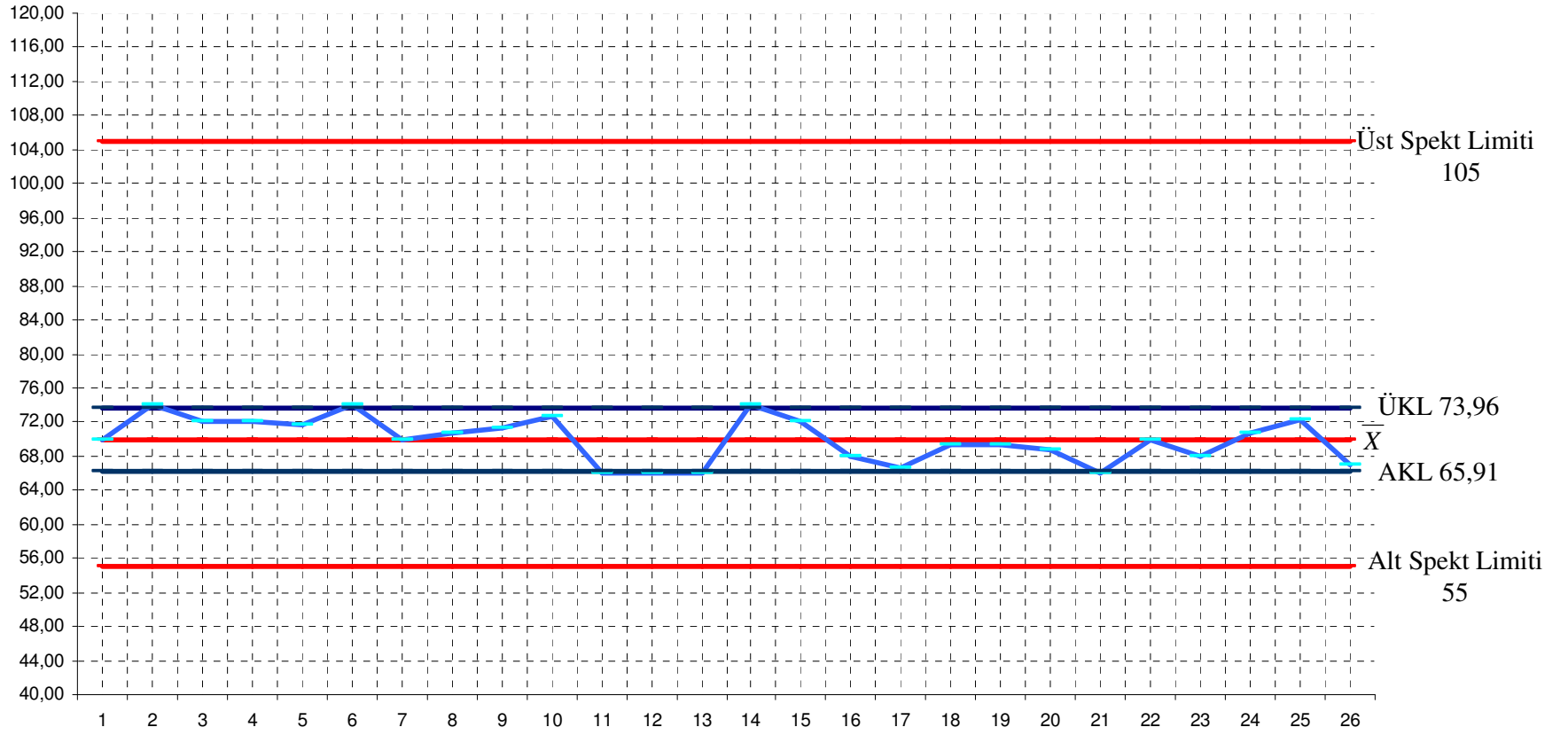
NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
TARİH																															
O K U M A	1	72		70		74	74	74	70	68	72	72	80	66	64	64	74	74	68		66	70	70		68	66	72	66	72	74	68
	2	70		78		72	70	71	75	72	70	71	68	64	66	66	72	70	70		68	70	70		70	64	70	68	70	72	65
	3	68		74		70	72	70	77	70	70	71	70	68	68	68	76	72	66		66	68	68		68	68	68	70	70	71	68
	4																														
	5																														
TOP	210		222		216	216	215	222	210	212	214	218	198	198	198	222	216	204		200	208	208		206	198	210	204	212	217	201	
X TOP NO	70		74		72	72	72	74	70	71	71	73	66	66	66	74	72	68		67	69	69		69	66	70	68	71	72	67	69,93
R MAX- MIN	4	6	8	6	4	4	4	7	4	2	1		4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	3	3	3,65

**Tablo 3.3:** *R* tablosunda yer alan ve kontrol dışı bulunan 1 değer (12. değer) çıkarılarak oluşturulan *R* tablosu

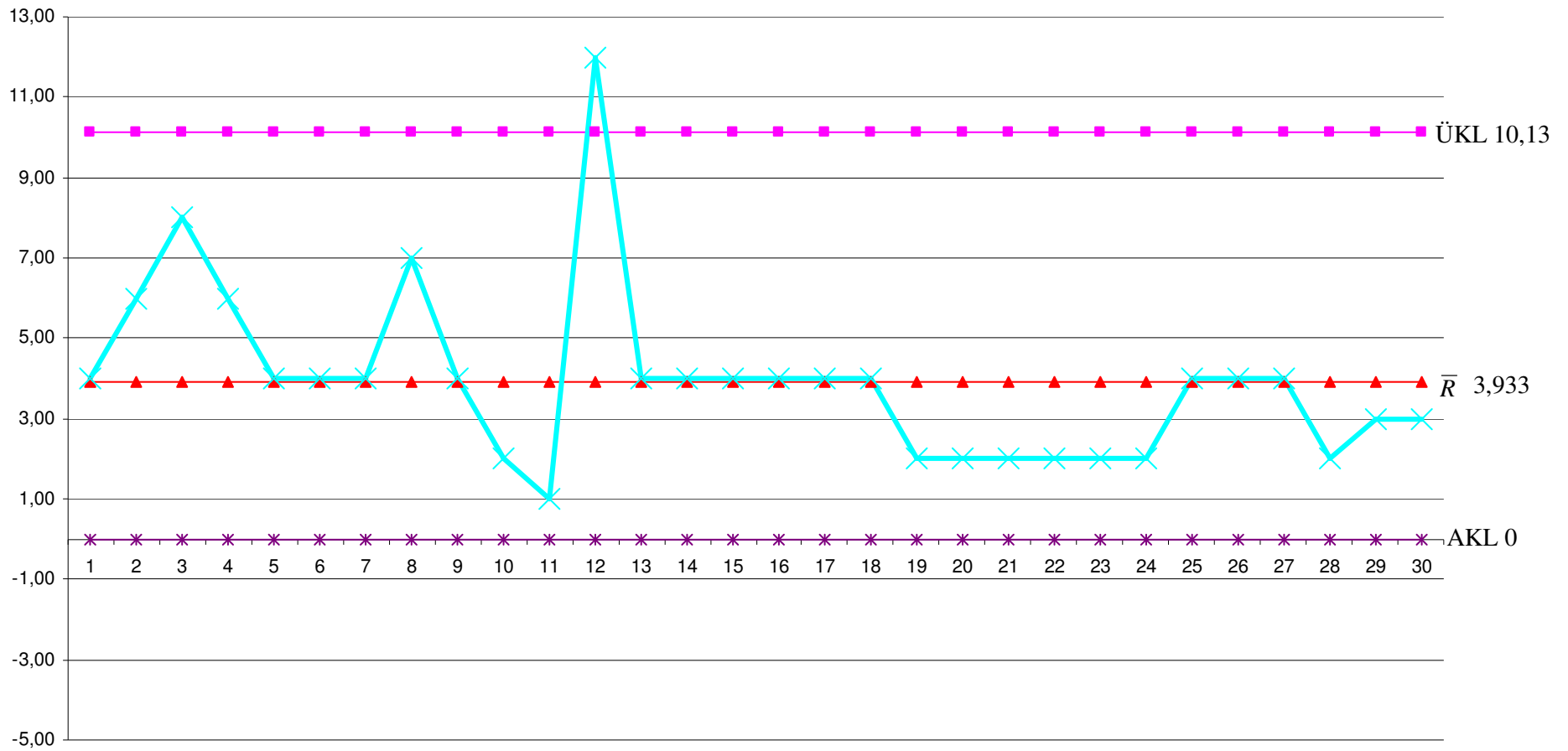


Grafik 1 :  $\bar{X}$  Kontrol Grafiği

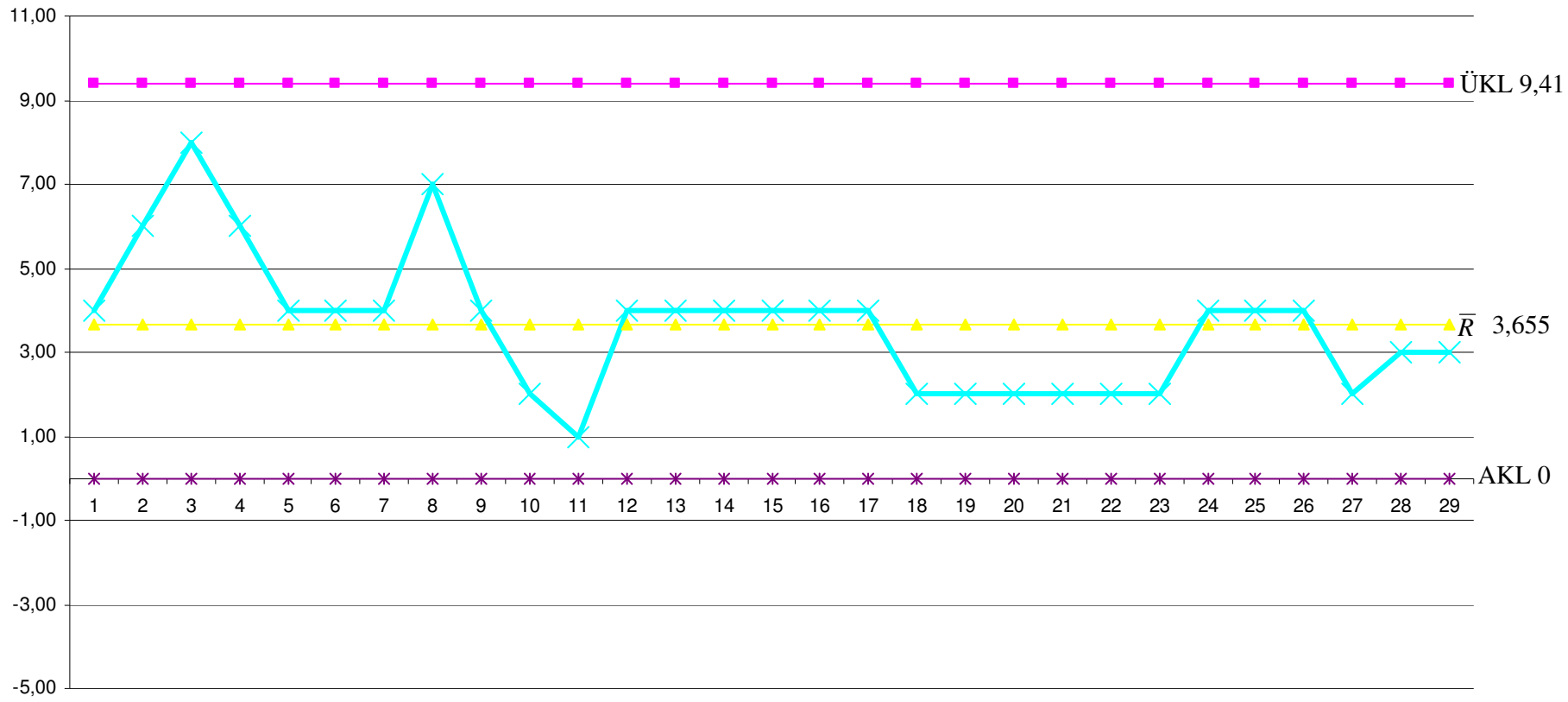




Grafik 2 : Düzeltmiş  $\bar{X}$  Grafiği



Grafik 3: R Grafiği



Grafik 4 : Düzeltilmiş  $R$  Grafiği

### 3.3. p ve np Grafiklerinin Çizilmesi

p ve np grafikleri fabrikada dökülen radyatörlerin makinede, sızdırmazlık testi için yapılmıştır.

grup no	kontrol edilen radyatör sayısı (n)	Uygun olmayan radyatör sayısı (np)	Uygunsuzluk oranı P (%)
1	4.000	8	0,200
2	4.000	14	0,350
3	4.000	10	0,250
4	4.000	4	0,100
5	4.000	13	0,325
6	4.000	9	0,225
7	4.000	7	0,175
8	4.000	11	0,275
9	4.000	15	0,375
10	4.000	13	0,325
11	4.000	5	0,125
12	4.000	14	0,350
13	4.000	12	0,300
14	4.000	8	0,200
15	4.000	15	0,375
16	4.000	11	0,275
17	4.000	9	0,225
18	4.000	18	0,450
19	4.000	6	0,150
20	4.000	12	0,300
21	4.000	6	0,150
22	4.000	12	0,300
23	4.000	8	0,200
24	4.000	15	0,375
25	4.000	14	0,350
TOPLAM	100.000	269	0,269

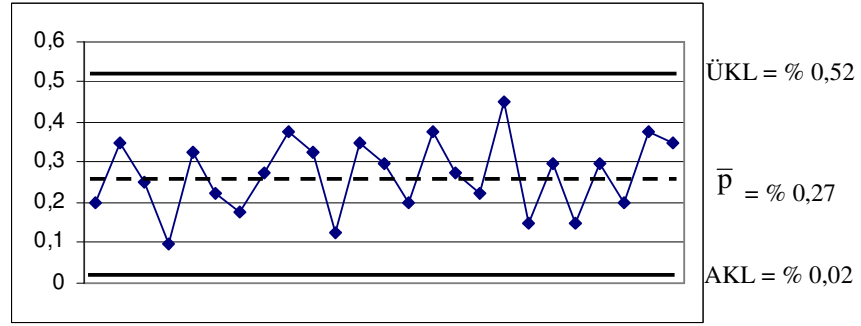
Grafik 3.4: p ve np grafikleri için radyatör döküm verileri

### 3.3.1 p Grafiği

$$\text{Hedef} = \bar{p} = \frac{8 + 14 + \dots + 14}{4000 * 25} = \frac{269}{100000} = 0,0027 = \%0,27$$

$$\begin{aligned} \text{ÜKL} &= \bar{p} + 3 * \sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p}) / n} \\ &= 0,0027 + 3 * \sqrt{0,0027 (1 - 0,0027) / 4000} = 0,0052 = \% 0,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AKL} &= \bar{p} - 3 * \sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p}) / n} \\ &= 0,0027 - 3 * \sqrt{0,0027 (1 - 0,0027) / 4000} = 0,0002 = \% 0,02 \end{aligned}$$



**Grafik 5 : p grafiği** (veriler tablo 3.4'ten alınmıştır) (bk. s: 73)

Uygunsuzluk oranı fazla olabilir. Ancak bu grafik, radyatör üretiminin istatistiksel olarak kontrol altında olduğunu göstermektedir. Bu kontrol limitleri, bundan sonra yapılacak kontroller için kullanılabilir.

Süreç değişikliği olmadan uygunsuzluk oranını aşağıya çekmek, pek olası görülmemektedir. Eğer bir gelişme olur ise (daha küçük 'p') kontrol limitleri yeniden hesaplanmalıdır. 'p' değerı yükselir ise özel nedenler araştırılmalıdır.<sup>48</sup>

<sup>48</sup> William BERGER, Statistical Process Control: A Guide for Implementation, New York: Marcel Dekker, Inc, 1986

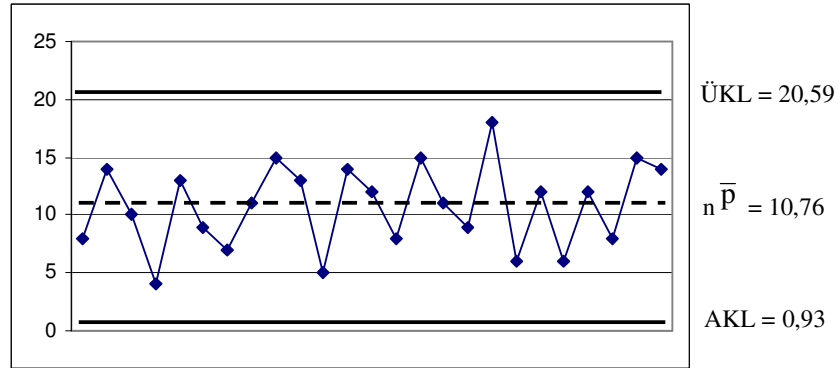
### 3.3.2. np Grafiği

np Grafikleri uygunsuzluk adedinin takibi için kullanılır. 'p' Grafiğinde kullanılan değerler, alt grup sayıları eşit olduğundan, 'np' Grafiği içinde kullanılabilir.

$$\text{Hedef} = n\bar{p} = \frac{8 + 14 + \dots + 14}{25} = \frac{269}{25} = 10,76$$

$$\begin{aligned} \text{ÜKL} &= n\bar{p} + 3 * \sqrt{n\bar{p}(1 - n\bar{p}) / n} \\ &= 10,76 + 3 * \sqrt{10,76(1 - 0,0027)} = 20,59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AKL} &= n\bar{p} - 3 * \sqrt{n\bar{p}(1 - n\bar{p}) / n} \\ &= 10,76 - 3 * \sqrt{10,76(1 - 0,0027)} = 0,93 \end{aligned}$$



**Grafik 6 : np grafiği** (veriler tablo 3.4'ten alınmıştır) (bk. s: 73)

## SONUÇ ve ÖNERİLER

İstatistiksel Süreç Kontrol grafiklerinin amacı; süreci homojenleştirmek olduğu gibi, hatayı olmadan veya mümkün olduğunca erken yakalamaktır. Bu nedenle İstatistiksel Süreç Kontrol uygulamaları sürekli takip edilmelidir. Bir başka deyişle, her ölçüm sonucu grafiğe hemen aktarılmalı ve daha önceki sonuçlarla kıyaslanarak değerlendirilmelidir. Kontrol limitleri dışına çıkan her ölçüm değerinin nedenleri araştırılmalı ve *değişkenliği* düzeltici / önleyici faaliyetler yapılmalıdır.

Birbiriyle tamamen aynı olan ürün yada karakteristik yoktur. Çünkü her süreç bir çok *değişkenlik* kaynağı içerir. Ürünler arasındaki fark, bazen büyük olabilirken bazen de ölçülemeyecek kadar küçüktür. *Değişkenlik*; nedenleri çok ve etkileri değişik olmakla birlikte “genel nedenler” ve “özel nedenler” olarak iki gruba ayrılır. Genel nedenler; hammadde özelliği ve malzeme özelliğinde değişmeler, aydınlatma durumu, üretimde kullanılan makine ve araçların durumu, nem ve sıcaklık *değişkenliği*, ölçme aletlerinin durumu ve niteliği, çalışanların durumu şeklinde sıralanabilir. Özel nedenler ise; işlem yada süreçten kaynaklananlar, malzemeden kaynaklananlar, çalışandan kaynaklananlardır.

Yapılan uygulamada spek dışı değerlerin operatör hatasından kaynaklandığı ortaya konulmuş, düzeltici / önleyici faaliyetler yapılmış, spek dışı değerler çıkarılarak süreç yeniden gözden geçirilmiştir. Sürecin yeterli olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmanın sonucunda İstatistiksel Süreç Kontrol’ünün süreci; üretim aşamasında etkin bir şekilde takip ve kontrol etmek için kullanılan en önemli metot olduğu, üretimdeki tüm parametreler için gerekliliği ortaya konmuştur.

Süreç kontrol çalışması sırasında nitelik kontrol tablolarından yararlanılmış olmasına rağmen, diğer metotların da yapılabilirliği test edilmiştir. Yalnız  $\bar{X}$  ve  $R$  kontrol grafikleri değil; standart sapmanın sapmasız tahmini metodu ile de sürecin kontrol altına alınabileceği öngörülmüştür.

## **KAYNAKÇA**

DUMAN Gürcan, **Toplam Kalite Yönetimi Ders Notları**, (Eskişehir, 1997)

EFİL İsmail, **Toplam Kalite Yönetimi Ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi**, (Dördüncü baskı Alfa yayınları, İstanbul,1999)

SEVİM Adnan, “Toplam Kalite Yönetiminde Bir Araç Olarak Toplam Kalite Maliyetlerinin Tekdüzen Hesap Planı Çerçevesinde Muhasebeleştirilmesi”, **Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi**, (Cilt: XIV., S:1-2, 1998)

YENERSOY Gönül, **Toplam Kalite Yönetimi: Mükemmelliği Arayış Yolcuğuna İlk Adım** (Rota Yayınları, Mart, 1997)

ÖZEVREN Minâ , **Toplam Kalite Yönetimi Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, (Alfa Basım Yayım Dağıtım, Yayın No: 349, 1997)

YILDIZ Gültekin, **İşletmelerde Toplam Kalite Yönetimi: Toplam Kalite Yönetimin Geçişte Stratejik Bir Yaklaşım**, (T.C. Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları No: 10, 1994)

ERKUT Haluk, **Toplam Kalite yaklaşımı: Sürekli İyileştirme Süreci**, (İnterbank Yayınları, No:3,1995)

WEAVER Charles N., **Toplam Kalite Yönetimi'nin Dört Aşaması**, (Çeviren: Tuncay Birkan, Osman Akınhay, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1997)

SELİMOĞLU Seval Kardeş, “İç Denetimde etkinliği Artırıcı Bir Araç Olarak Toplam Kalite Yönetimi”, **Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi**

YÜCEL Fatin, “İstatistiksel Teknikler ve süreç Kontrolü” , **Kaldem Kalite Danışmanlık ve Eğitim Merkezi Eğitim El Kitabı**, Yayın No: 2, (İzmir 1999)

ÜNVER Özkan, “**Uygulamalı İstatistik Yöntemler**” (Ankara , 1988 )

ALTAŞ Yılmaz, “**İstatistiksel Süreç Kontrol Seminer Dökümanı**”, Gelişim Yönetim Sistemleri A.Ş. Yayınları

Toprak Demirdöküm A.Ş. görüşme notları



BİRCAN Hüdaverdi, GEDİK Hasan, **Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, Cilt 4, Sayı 2 (Sivas, 2003)

AKIN Besim, ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistiksel Süreç Kontrol (İPK) Teknikleri, İstanbul : Bilim Teknik Yayınevi, (İstanbul, 1996)

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) El Kitabı, Ajans Türk, (Ankara, 1992)

SERPER,Özer. Uygulamalı İstatistik 1,Ezgi Kitabevi,(Bursa,2000)

<http://www.aselsan.com.tr/DERGI/temmuz 98/ tky.htm>

<http://www.Altisigma.com>

NEWBOLD, Paul, **İşletme ve İktisat İçin İstatistik**, (Çeviren: Ümit Şenesen, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İstanbul, 2000)

BERGER, William, Statistical Process Control: A Guide for Implementation, New York: Marcel Dekker, Inc, 1986