

## KALİTE KONTROL GRAFİKLERİ

Kontrol grafiği, belirli ve eşit zaman aralıklarında örneklemlerden elde edilen değerlerin zaman içindeki değişimlerinin gösterildiği grafiklerdir. Kontrol grafiği, sürecin durumunu gözetler, süreçte herhangi bir değişiklik yapıp yapılmayacağını tespit eder.

Kontrol grafikleri ilk defa 1924 yılında W.A. Shewart tarafından kullanılmıştır. Her ürünü tam olarak aynı ölçü ve özelliklerde üretmek zordur. Bu nedenle ürünü üretmeden hatta kontrol etmeden önce değişkenliğin saptanabilmesi, ölçülebilmesi gereklidir. Parça usulü ile üretimde 3 değişkenlik kaynağı söz konusudur. Bunlar:

1. Parça içindeki değişkenlik,
2. Parçadan parçaya görülen değişkenlik,
3. Zamanla ilgili değişkenlik.

Genelde bu farklılıklara yol açan beş faktör sayılabilir. Bunlar:

- Süreçler: aletin yıpranması, makinenin titremesi, elektrik dalgalanmaları...
- Malzemeler: nihai üründe ortaya çıkan bu farklılıklar hammaddede de ortaya çıkabilir. Nem, geçirgenlik, sertlik, direnç....
- Çevre: ısı, ışık, radyasyon, nem...
- Operatör: kullandığı metot, deneyim...
- Muayene: hatalı muayene ekipmanı, kalite standardının yanlış uygulanması, farklılıkların hatalı şekilde rapor edilmesi...

şeklinde dir. Yukarıda belirtilen kaynaklar beklenen bir şekilde dağıldığı sürece süreçte tesadüfen ileri gelen farklılıklara neden olurlar. Bunlara “doğal – tesadüfiliğe bağlı nedenler” adı verilir. Bunlar, sürecin doğasında bulunan ve şanstın ileri gelen, nedeni tespit edilemeyen faktörlerden oluşan farklılıklardır. Sürecin yapısından kaynaklanır. Değişkenlik türü tahmin edilebilir. Varlığı veya yokluğu ürün kalitesinde pek fark yaratmaz. Genellikle küçük olan bu değişkenlik kaçınılmazdır ve kabul edilebilir düzeydedir.

Diğer taraftan süreçte beklenilenin dışında büyük değişiklikler oluşabilir. Bunlar ürünlerde belirtilen toleransların dışında değişiklikler yaratır ve kaynağı tespit edilebilirdir. Bunlara “Doğal olmayan-Özel Nedenler” adı verilir. Bunların varlığı üretilen ürünlerin kalitesini etkilerler. Önceden tahmin edilemezdir. Bu değişkenlik kontrol grafiklerinde noktaların kontrol limitlerinin dışına düşmesiyle anlaşılır. Bu değişkenlik, bir tek olayın sonucudur. Tespit edilip düzeltilmeleri çok fazla çaba gerektirmez.

***Dolayısıyla kalite özelliklerindeki değişkenliğin tesadüfen mi yoksa bir takım özel nedenlerden mi kaynaklandığı Kontrol Grafikleri ile anlaşılır.***

### **1. Kontrol Grafikleri Kullanımında Bilinmesi Gereken Önemli Kavramlar**

**Değişkenlik:** üretilmiş veya varolan nesnelere arasındaki farklılığa denir.

**Nominal (Hedef) Değer:** Hedeflenen değerdir. Bu değere A denirse, örneğin; üretilecek bir civatanın belirlenmiş olan boyutlarıdır. Hedeflenen değer hangi hassasiyette elde edilmesi ise ayrı bir husustur.

**Tolerans:** Hedeflenen A değerinden olacak en büyük sapma (ÜSL) ile en küçük sapma (ASL) arasındaki farktır. Tolerans içinde kalan ürünler uygundur denilir. Toleransların optimum olması esastır.

**Kaliteli Ürün, Kalitesiz Ürün:** Bir üründe bulunması istenen özellikler o ürünün kullanılacağı yere ve yapacağı göreve bağlıdır. Bu bakımdan istatistiki kalite kontrolü açısından Kaliteli terimi, üstün özelliklere sahip anlamında değil, istenilen özelliklere sahip anlamında kullanılır. İstenilen özelliklerden bahsedebilmek için ise belirli bir standardın tespit edilmiş olması gerekir. Kalitesiz mal bu standarttan uzak olan üründür.

**Kabul edilebilir kalite seviyesi:** Ürünlerin yüzde kaçının uygun olmasının müşteri tarafından tatminkar olmasını gösterir.

**Kontrol limitleri:** Çok sayıda gözleme ve istatistiksel analize dayalı olarak elde edilen sonuçlara göre hesaplanan doğal değişkenliğin  $\pm 3\sigma$  sınırlarıdır.

**Standart:** İmalat işlemi, ürün tasarımı, ölçme, haberleşme gibi belirli konularda tespit edilmiş olan kurallardır. Standartlar bilimsel ve teknik araştırma ve deneyim sonuçlarına göre oluşturulur.

**Spesifikasyon:** Bir işin nasıl yapılacağını belirten ayrıntılı bir talimat veya belirli özellikleri yanılıya meydan vermeyecek açıklıkta ve ölçütlerle tanımlayan bilgilerdir. Örneğin, pillerin malzeme yapısı, dayanıklılığı, sızdırmazlığı ile ilgili sayısal değerler pilin spesifikasyonlarıdır.

**Ölçme hatası:** parçanın gerçek boyutu ile ölçme sonucu elde edilen boyutu arasındaki cebirsel farktır.

**Parti:** Bir üretici tarafından aynı nitelik ve özellikte üretildiği varsayılan belli miktarda ticari maldır.

**Ölçülebilen kalite özellikleri:** bir alet veya cihazın yardımıyla ölçülen, uzunluk, hacim, ağırlık vb. rakamlarla ifade edilen değerlerdir.

**Ölçülemeyen kalite özellikleri:** duyu organları ile değerlendirilen kırık, çizik, çatlak, bozuk, pürüzlü, lekeli vb. özelliklerdir. Niteliksel özelliklerdir.

**Kusurlu oran:** muayene edilmekte olan bir grup parça içindeki kusurlu parça sayısının grubu oluşturan, kusurlu ve kusursuz bütün parçaların sayısına oranıdır.

**Ölçme:** Gerekli ölçü aleti kullanılarak, bir çokluğun ölçü aletinin gösterdiği birim ile karşılaştırılması sonunda, o çokluğun değerinin ölçü aleti üzerindeki birim ve en küçük bölüntü cinsinden belirlenmesidir.

## 2. Kontrol Grafiklerinin Yapısı

Bir kontrol grafiği bünyesinde 4 eleman ve 3 bölge bulunmaktadır.

1. Merkez çizgi (hat): mal ya da hizmetin kontrol altında tutulmak istenilen spesifikasyonun hedeflenen değeridir.
2. Noktalar: üretimden alınan n hacimli örnekteki ölçümlenen spesifikasyon değerinin ortalamasıdır.
3. Kontrol sınırları: kontrol dışı sinyali için kullanılan karar doğrularıdır. AKL ve ÜKL olarak belirlenir.
4. Uyarı sınırları: kontrol edilmek istenilen spesifikasyonun arzu edilen değerinden uzaklaştığına dair sinyallerin oluştuğu ve/veya kontrol dışı sinyalinin oluşturulmasında kullanılan karar doğrularıdır.

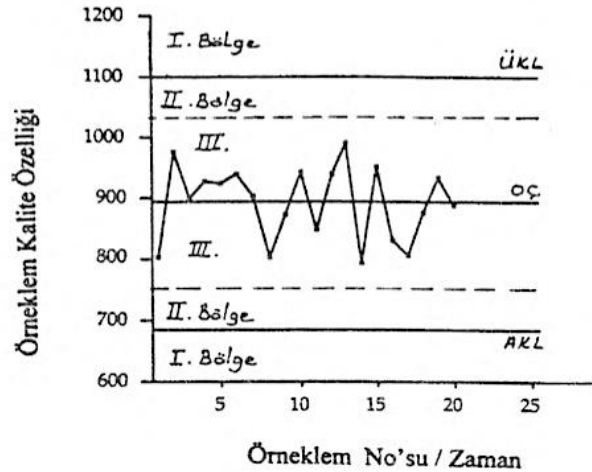
### 3. Kontrol grafiğindeki bölgeler:

**I.BÖLGE:** sürecin arzu edilen spesifikasyonlara uygun olarak çalışmadığı bölgelerdir. Bir gözlem noktası bu bölgeye düşerse sürecin kontrol altında olmadığına karar verilir.

**II.BÖLGE:** sürecin arzu edilen spesifikasyonlardan tehlikeli bir şekilde uzaklaştığını belirten bölgedir.

**III.BÖLGE:** sürecin arzu edilen spesifikasyonlar etrafında kontrollü olarak çalıştığını ifade eden bölgedir.

Aşağıdaki şekil kontrol grafiğinin genel yapısını göstermektedir.



Kontrol grafiklerinin amacı; hataların doğuracağı kayıplarla, hataları bulmak için harcanacak çabaların maliyetleri arasında uygun bir denge kurarak sürecin sürdürülmesini sağlamaktır. Genel anlamda kontrol grafikleri iki sınıfa ayrılır. Bunlar:

- I. Ölçülebilir değişkenler için kontrol grafikleri
- II. Özellikler – nitelikler için kontrol grafikleri

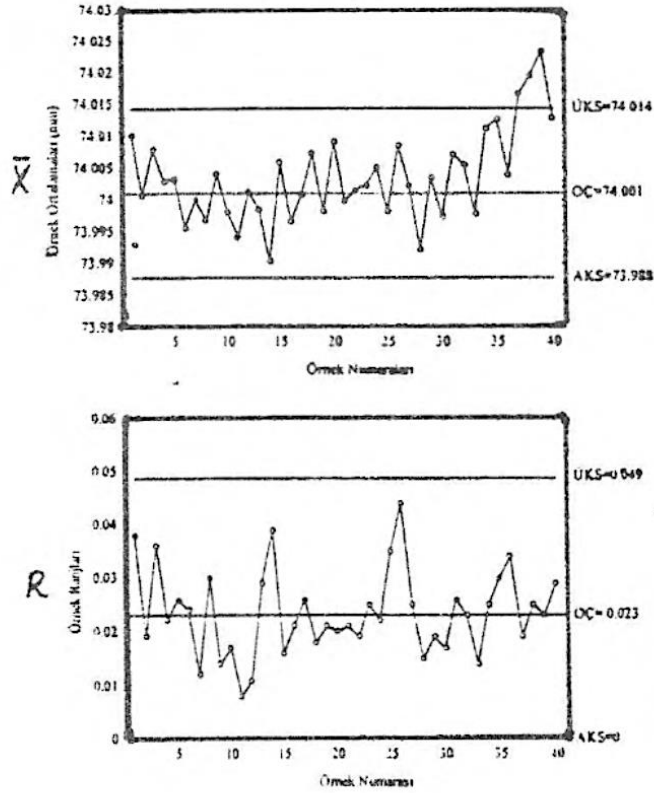
Ölçülebilir değişkenlere ait grafikler tek değişkeni dikkate alırlar. Bunlar:

1.  $\bar{X}$  grafiği
2.  $R$  grafiği
3.  $S$  grafiği veya  $\sigma$  grafiği

Bu tip grafikler kullanılırken iki durum söz konusudur:

- A. Standartlar belli iken durumu: Kitle parametrelerine ait değerler elde mevcuttur. Bu durumla uygulamalarda az karşılaşılır.
- B. Standartlar belli değil iken durumu: Kitle parametrelerinin yerine alınan örneklemelerden bulunan istatistikler mevcuttur. Bu durumla uygulamalarda daha çok karşılaşılır.

- Uygulamalarda başta belirtilen kontrol grafikleri tek tek kullanılacağı gibi, üretim uygulamasının durumuna göre ( $\bar{X}$  ve  $R$ ) veya ( $\bar{X}$  ve  $S$ ) kontrol grafikleri birlikte kullanılır.
- $\bar{X}$  ve  $R$  kontrol grafikleri için 4 – 10 hacimlik örneklem çapları iyidir. Küçük varyasyonlara duyarlılık gösterdiği için kullanılır ve ( $n < 11$ ) hacimli örneklerde etkilidir.



- $\bar{X}$  ve  $S$  kontrol grafikleri ( $n > 10$ ) olduğunda kullanışlıdır.
- Kontrol grafiği limitleri hesabında ve çiziminde genellikle ardarda 20 -25 örnek sınırının alınması başarılı yorumlama için gereklidir.
- Hesaplamalarda bulunacak olan kontrol limitleri tolerans sınırları değil, istatistiki güven sınırlarıdır.
- Genellikle AKL; tüketiciyi korumak, ÜKL; fabrikanın israfını önlemek için oluşturulur.

### Standartları belli iken ölçülebilir özellikler için kontrol grafikleri

#### I. $\bar{X}$ Grafiği

- Kitleye ait  $\mu$  ve  $\sigma^2$  veya  $\sigma$  biliniyordur.
- Verilerin dağılımının normal dağılıma uyduğu varsayılır.
- $\bar{X}$ 'lerin sadece rastgele faktörlerin etkisi altında değiştiği varsayılır.
- Limitler dışına çıkan noktalar varlığında özel faktörleri vardır denilir.

Burada, örnek ortalamalarının ortalaması=  $\mu$  olduğundan,

Merkez hat = O.Ç. =  $\mu$  alınır.

AKL ve ÜKL, OÇ'nin  $3\sigma$  altında ve üstünde bulunurlar.  $\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$  'den

$$AKL = \mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$ÜKL = \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

ile bulunur. Uygulamalarda kolaylık sağlması amacıyla formüllerde;  $A = \frac{3}{\sqrt{n}}$  dönüşümü yazılır. Bu durumda,

$$AKL = \mu - A\sigma$$

$$ÜKL = \mu + A\sigma$$

Burada A değerleri için tablo değerleri kullanılacaktır.

## II. X Grafiği

- Bu grafik her zaman kullanılmayıp sadece sürecin gerektirdiği özel durumlarda kullanılabilir.
- Burada, özel faktörler varlığında sürecin kontrolde görülme olasılığı yüksektir.
- Değişkeni temsil eden X değerleri kullanılır.
- X değerleri süreçteki değişmelere karşı  $\bar{X}$  grafiğinden daha az duyarlıdır.

Limitler:

$$O.Ç. = \mu$$

$$AKL = \mu - 3\sigma$$

$$ÜKL = \mu + 3\sigma$$

ile hesaplanır.

**Örnek:** Bir üretim sürecinde üretilen B ürünü için aşağıdaki değerler söz konusudur.

$\mu = 8 \text{ gr}$ ;  $\sigma = 2 \text{ gr}$  (bu değerler üretim için önceden biliniyordur)

Çalışmada  $n = 4$  alınacaktır. Buna göre  $\bar{X} = \mu$  ve X grafiği için gerekli limitleri bulunuz.

$\bar{X}$  grafiği için;

$$O.Ç. = 8 \text{ gr}$$

$$AKL = 8 - 3\left(\frac{2}{\sqrt{4}}\right) = 5 \text{ gr}$$

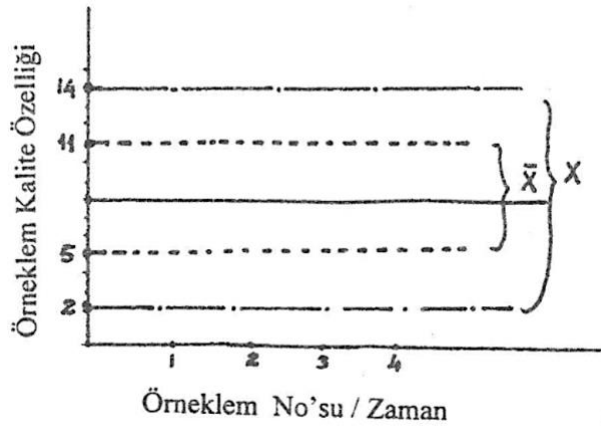
$$ÜKL = 8 + 3\left(\frac{2}{\sqrt{4}}\right) = 11 \text{ gr}$$

X grafiği için;

$$O.Ç. = 8 \text{ gr}$$

$$AKL = 8 - 3(2) = 2 \text{ gr}$$

$$ÜKL = 8 + 3(2) = 14 \text{ gr bulunur.}$$



Sonuçlara göre, X grafiği için limitler daha geniş çıkmıştır. Yani sürecin kontrolde görölme olasılığı daha yüksektir. Bu durum sürecin değerlendirilmesinde yanılıcı olabilir.

### III. R (Ranj – değişim aralığı) grafiği

- Alt gruptaki değişkenliği ölçmeye ve ortaya çıkartmaya olanak sağlar. R – grafiği oluşumu ve çizimi için  $R: X_{max} - X_{min}$  değerleri gereklidir.  $n < 10$  durumunda kullanılıdır.

Limitler;  $\sigma$  biliniyorsa:

$$OÇ = (d_2\sigma) = \bar{R}$$

$$AKL = d_2\sigma - 3(d_3\sigma) = D_1\sigma \quad \{D_1 = d_2 - 3d_3\}$$

$$ÜKL = d_2\sigma + 3(d_3\sigma) = D_2\sigma \quad \{D_2 = d_2 + 3d_3\}$$

Burada,  $\bar{R} \pm 3\sigma_R$  olup,  $\bar{R} = \sum R_i/k$ ,  $\bar{S} = \sum S_i/k$ 'dir.

#### IV. Standart Sapma ( $\sigma_x$ ) Grafiği

$n \geq 10$  olunca  $R$ 'nin güvenirliği azalır. Bunun için standart sapma kullanılır. Limitler;

$$O = \bar{S} \text{ veya } C_4\sigma$$

$$AKL = c_2\sigma - \frac{3\sigma}{\sqrt{2n}} = \sigma \left( c_2 - \frac{3}{\sqrt{2n}} \right) = B_5\bar{S}$$

$$KL = c_2\sigma + \frac{3\sigma}{\sqrt{2n}} = \sigma \left( c_2 + \frac{3}{\sqrt{2n}} \right) = B_6\bar{S}$$

**Not:**  $B_5$  ve  $B_6$  değerlerine katsayılar tablosundan bakılabilir.