

İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROL (İSK) ve ANALİZLER

- **STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)**
- **İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL (İPK)**

(2012)

NEDİR ?

- Örnekleme ile periyodik ölçümler yaparak kalitenin sürekli olarak izlenmesi yöntemidir.
- Toplam kalite anlayışı sezgilerle yapılmaz. Sürekli iyileşme ve problem çözmede, veriler dikkate alınarak , istatistiksel ve sistematik yaklaşım sağlar .

İSK METODOLOJİSİ

- **İstatistik**, Bir bütünün tamamını kontrol etmek yerine, bütünden örnekler alarak, bütün hakkında tahminde bulunulur. Gözlemlerle elde edilen verilerin, bilimsel yöntemlerle kümelenmesi, analizi, incelenmesi ve bunlara dayanarak doğru sonuca ulaşmak için kullanılan tekniklerin tamamıdır.
- **Proses(Süreç)**, bir ürün veya hizmetin önceden belirlenen nitelikte ve şartlarda elde edilebilmesi için kullanılan makine, alet, metot, malzeme ve insan gücünün bütünüdür.
- **Kontrol**, prosesteki verilerin ölçümünde ve analizinde **istatistiksel tekniklerin** uygulanmasıdır.

AMAÇ NEDİR?

- Kaliteyi arttırmak
- Üretim maliyetlerini azaltmak
- Verim arttırmak
- Müşteri memnuniyeti

UYGULAMA
VE
DÜZELTME

VERİLERİ
TOPLAMA

SÜREÇ

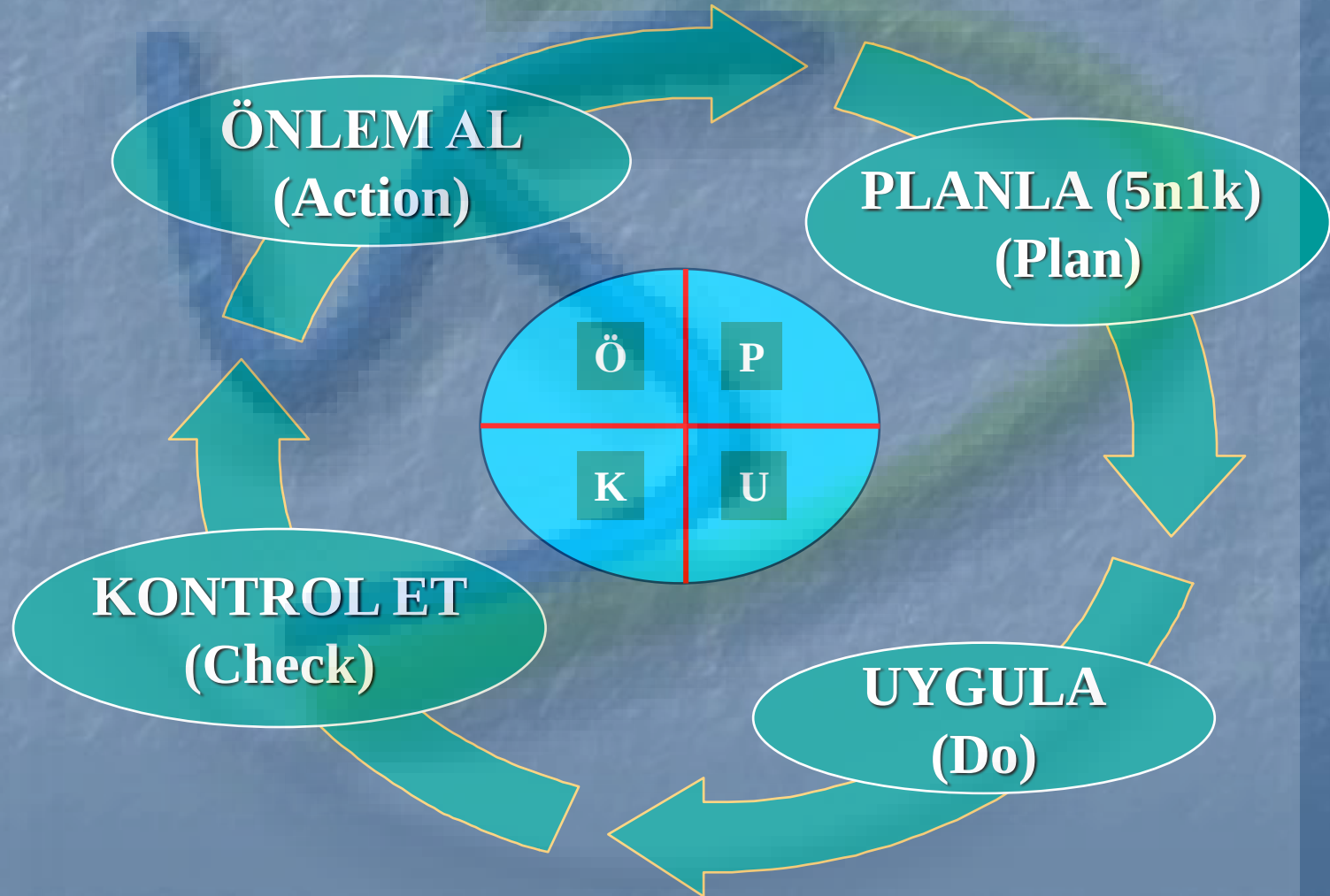
KARAR
VERME

VERİ
ANALİZİ

HATA
TESPİTİ



DEMİNG (PUKÖ-PUKİ) DÖNGÜSÜ



PROBLEM ÇÖZME **TEKNİKİ FRİ**

A) PROBLEMİN ANALİZİ

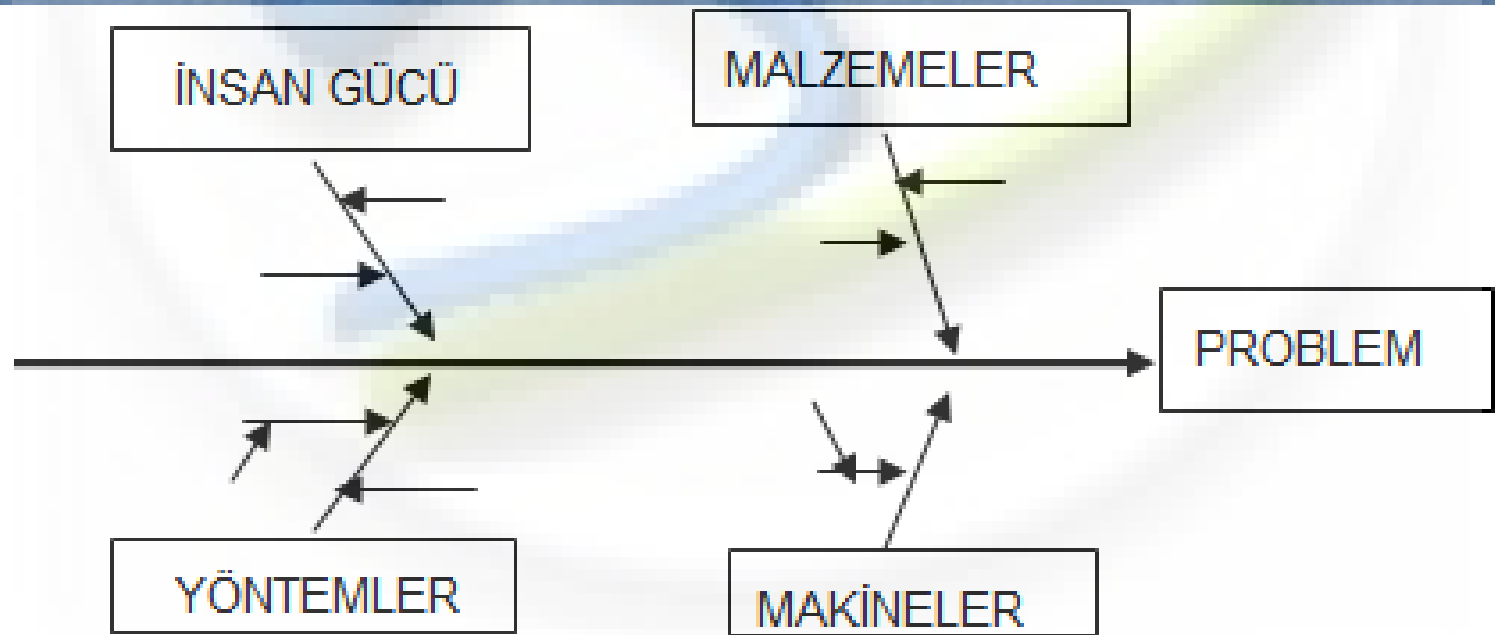
ISHIKAWA (BALIK KILÇIĞI) DİYAGRAMI

Belli bir probleme neden olan faktörler tespit etmeye ve bunların etkilerini belirlemeye yönelik analiz ve karar verme tekniğidir.

- Tüm sorunlara uygulanabilir.
- Ana nedenler belirlenir.
- Alt nedenler belirlenir

Sebep-sonuç diyagramı, proseste ortaya çıkan bir hatanın muhtemel tüm sebeplerini gösteren bir diyagramdır. Hata belirlendikten sonra, ilgili tüm şahıslar bir araya toplanarak beyin fırtınası uygulaması yaparlar ve böylece söz konusu hatanın muhtemel sebepleri tespit edilir. Tespit edilen ana sebepler ve ana sebepleri etkileyen tali sebepler bir balık kılçığı şeklinde gösterilir. Bundan dolayı sebep-sonuç diyagramına **“balık kılçığı”** diyagramı da denir.

Kalite iyileştirmede bir hayli başarılı bir araç olarak kullanılan sebep-sonuç diyagramının oluşturulması için ilk önce ana nedenler belirlenir. Sebep-sonuç diyagramını oluşturan ana nedenler 4M olarak adlandırılan Makine (Machinery), İnsan gücü (Manpower), Yöntem (Methods) ve Malzeme (Materials) faktörlerinden oluşur. Bu durum Şekilde gösterilmiştir.



B) ÖNCELİKLENDİRME -ETKİNLİK

Probleme sebep olan faktörleri ortadan kaldırmak için planlanan uygulamaları, gerçekleştirilmeden önce değerlendirmek ve öncelik sırasına karar vermek için kullanılmaktadır.

UYGULAMA

Etkinlik analizinde 4 etken dikkate alınmakta, ve her biri 0,1 ve 2 rakamları ile değerlendirilmektedir.

<u>ETKEN</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
A-Uygulama kolaylığı	Zor	Normal	Kolay
B-Uygulama süresi	Uzun	Normal	Kısa
C- Maliyet	Fazla	Normal	Az
D-Sorun üzerindeki etkisi	Etkisi yok	Etkili	Çok Etkili

Beklenen etki 5 veya daha büyük ise uygulamalar gerçekleştirilir.Uygulama önceliği beklenen etkinin büyüklüğü dikkate alınarak belirlenir.

5N -1K Tekniği

1. Ne? 2. Nerede ? 3.Ne Zaman ? 4. Ne için? 5. Nasıl? 6.Kim?

NE?

Ne yapılıyor? Ne yapılmalı?

NEREDE?

Nerede yapılıyor? Nerede yapılmalı?

NE ZAMAN?

Ne zaman yapılıyor? Ne zaman yapılmalı?

NİÇİN?

Niçin yapılıyor? Niçin o şekilde yapılıyor?

NASIL?

Nasıl yapılıyor? Nasıl yapılmalıdır?

KİM?

Kim yapıyor? Kim yapmalı?

C) ÇÖZÜM SÜRECİ

AĞAÇ DİYAGRAMI

(NASIL – NASIL) (NEDEN – NEDEN) (NEDEN – NASIL)

Belirlenen problemin çözümünde, ana faktörlerini ortaya çıkararak izlenecek yolun belirlenmesi için , sistematik bir şekilde detaylı grafiksel anlatımıdır .

D) KARAR VERME TEKNİKLERİ

1. Nominal Grup Tekniği
2. Çoklu Oylama Tekniği
3. Hedef Saptama (Benchmarking) Tekniği

PARETO ANALİZİ

•**PARETO ANALİZİ** :Pareto analizi, değişik sayıdaki önemli nedenleri daha az önemde olan nedenlerden ayırmak için kullanılan bir yöntemdir.
(80 / 20 kuralı)

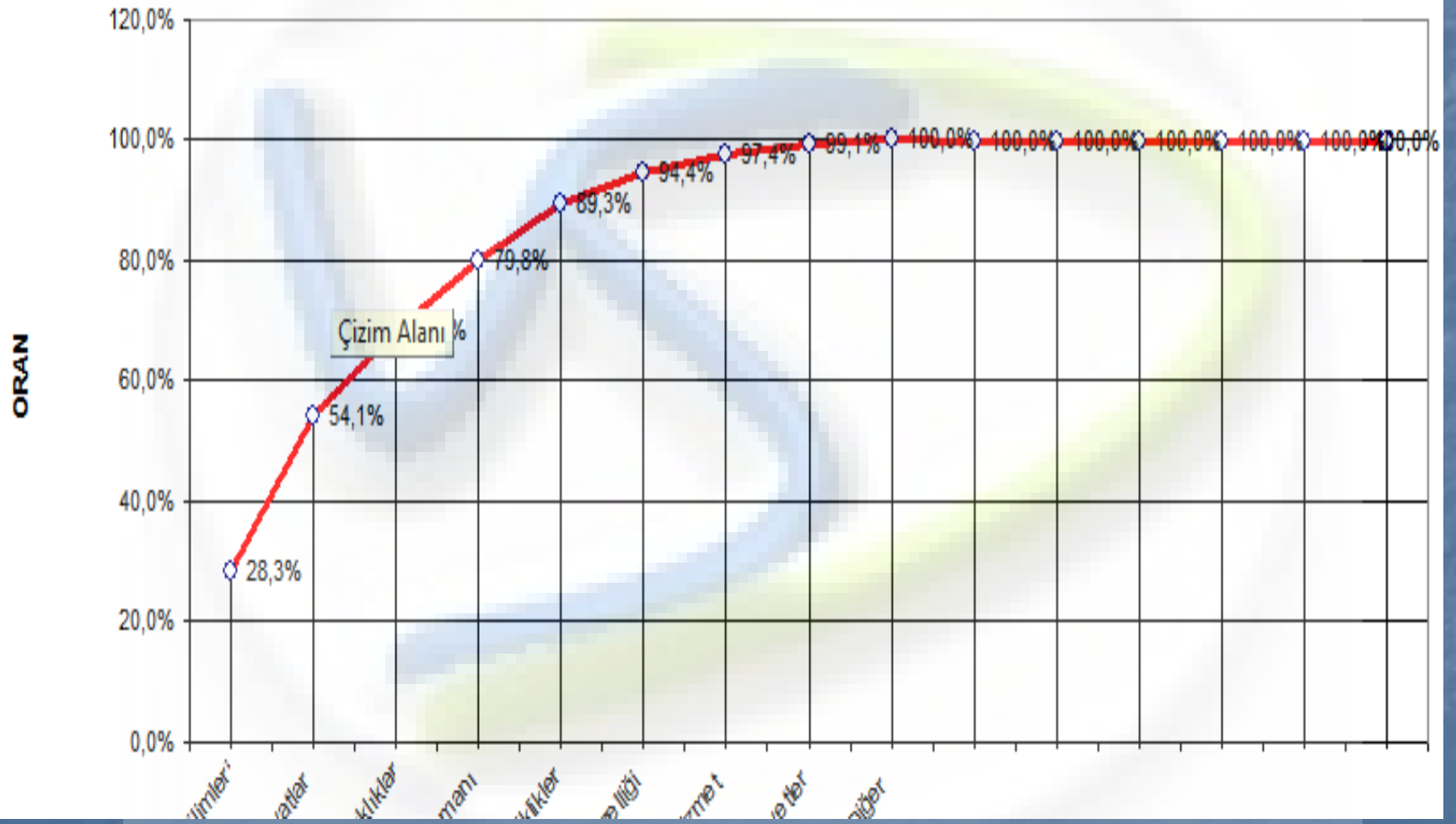
Süreç Kontrolünde kullanılan istatistiksel yöntemdir.

Pareto analizinin faydaları şöyle sıralanabilir:

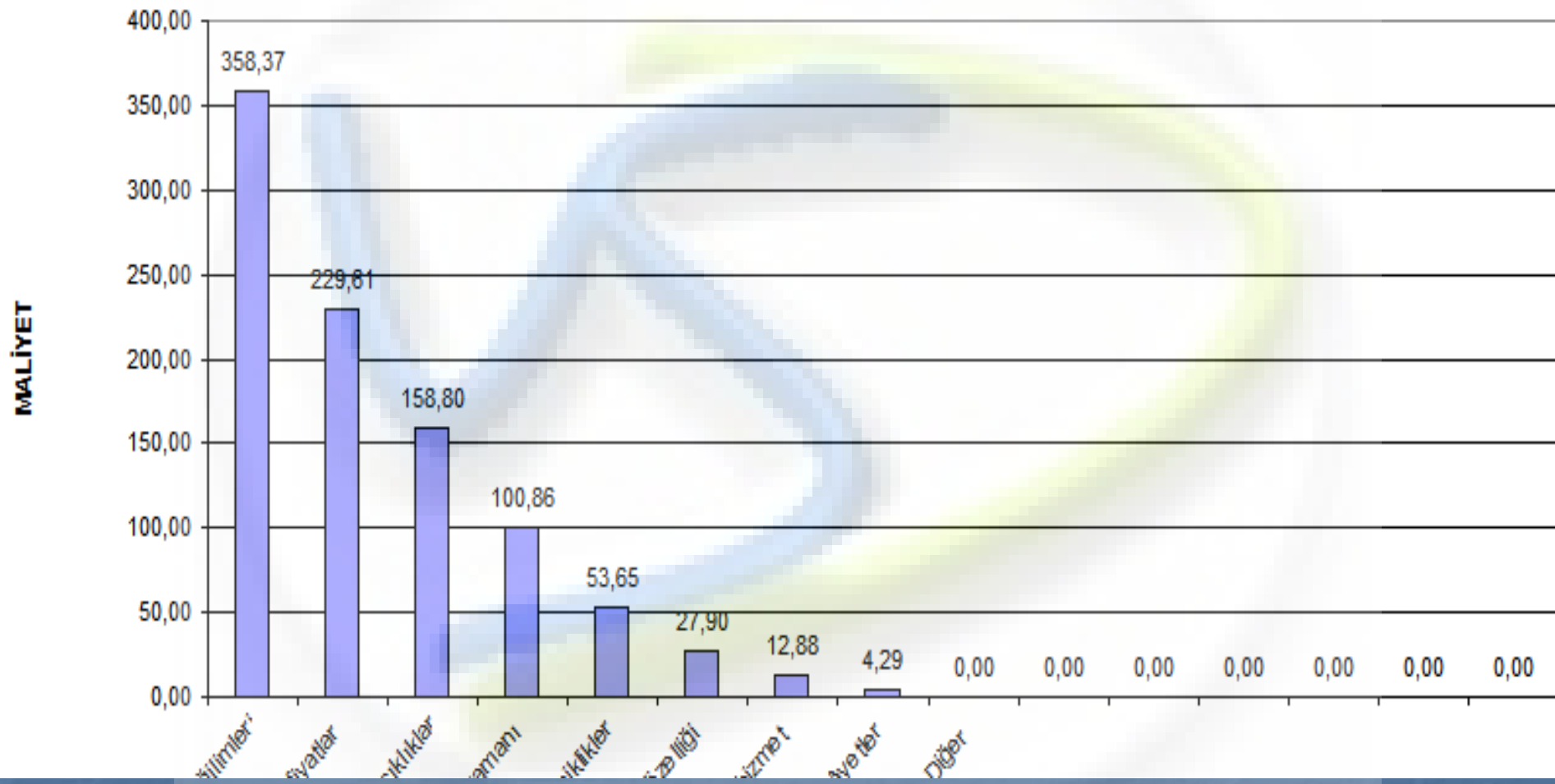
- ☐ Problem üstünde en önemli etkiye sahip olan faktörü belirlemek
- ☐ Problemleri listelemek ya da sebepleri tablolaştırmak ve her biri için oluşan hata sayısını saptamak
- ☐ Önem sırasına göre tablo oluşturmak
- ☐ Listedeki toplam hata sayısını belirlemek
- ☐ Her bir problemin gösterdiği % oranlarını hesaplamak

Herhangi bir takım çalışmasında ortak bir karar almak ya da bir yolda birleşmek.

80/20



SORUN-HATA MALİYET DAĞILIMI



HİSTOGRAM

- ✉ Ölçümlerin yayılımını gösterir.
 - ✉ Ölçüm sayısını gösterir.
 - ✉ Belli bir zaman ya da boşluk için gösterir, bir zaman periyodu değildir.
 - ✉ Dağılımın altında yatan gerçeği gösterir.
 - ✉ Değişik üretim durumlarını gösterebilir.
 - ✉ Prosesin ürün dağılımına nasıl etki ettiğini gösterir.
- Bir frekans histogramı prosesin bir görüntüsüdür.**

😊 Ölçümlerin yayılımını

😊 Kaç ölçüm olduğunu gösterir.

FREKANS TABLOSU

Sınıflar	Sınıf Limitleri		Sınıf Sınırları		Gözlem Sayısı	Sınıf Ortalama noktası	Eklemeli Frekans	Oransal Frekans	Oransal eklemeli frekanslar
	alt	üst	alt	üst					
1	10,500	10,530	10,495	10,535	2	10,515	2		
2	10,540	10,570	10,535	10,575	2	10,555	4		
3	10,580	10,610	10,575	10,615	13	10,595	17		
4	10,620	10,650	10,615	10,655	25	10,635	42		
5	10,660	10,690	10,655	10,695	0	10,675	42		
6	10,700	10,730	10,695	10,735	22	10,715	64		
7	10,740	10,770	10,735	10,775	24	10,755	88		
8	10,780	10,810	10,775	10,815	16	10,795	104		
9	10,820	10,850	10,815	10,855	14	10,835	118		
10	10,860	10,890	10,855	10,895	0	10,875	118		
11	10,900	10,900	10,895	10,935	2	10,900	118		
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
18	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		

Adımlar:

1) Gözlemler sayısı (n)

$$n = 120$$

2) En büyük değer(L) ve en küçükdeğer(S) bulunur.

$$L = 10,900$$

$$S = 10,500$$

Değişim genişliği hesaplanır ($R = L - S$)

$$R = 0,400$$

3) Sınıf sayısı bulunur ($karekök\ n \leq k(tamsayı)$)

$$k = 11$$

4) Sınıf genişliği $h=R/k$

$$h = 0,040$$

5) Sınıf limitleri, frekans dağılımında sınıfları belirlemek için kullanılan

sayılardır. En küçük gözlem değerine eşit ya da daha küçük olarak ilk sınıfın alt limiti seçilir ve bu değere ardışık olarak sınıf genişliği(h) eklenerek diğer sınıfların alt limitleri bulunur.

6) Sınıf sınırları belirlenir.

(i. sınıfın üst limiti + (i+1). sınıfın alt limiti) / 2 = i. Sınıfın üst sınırı

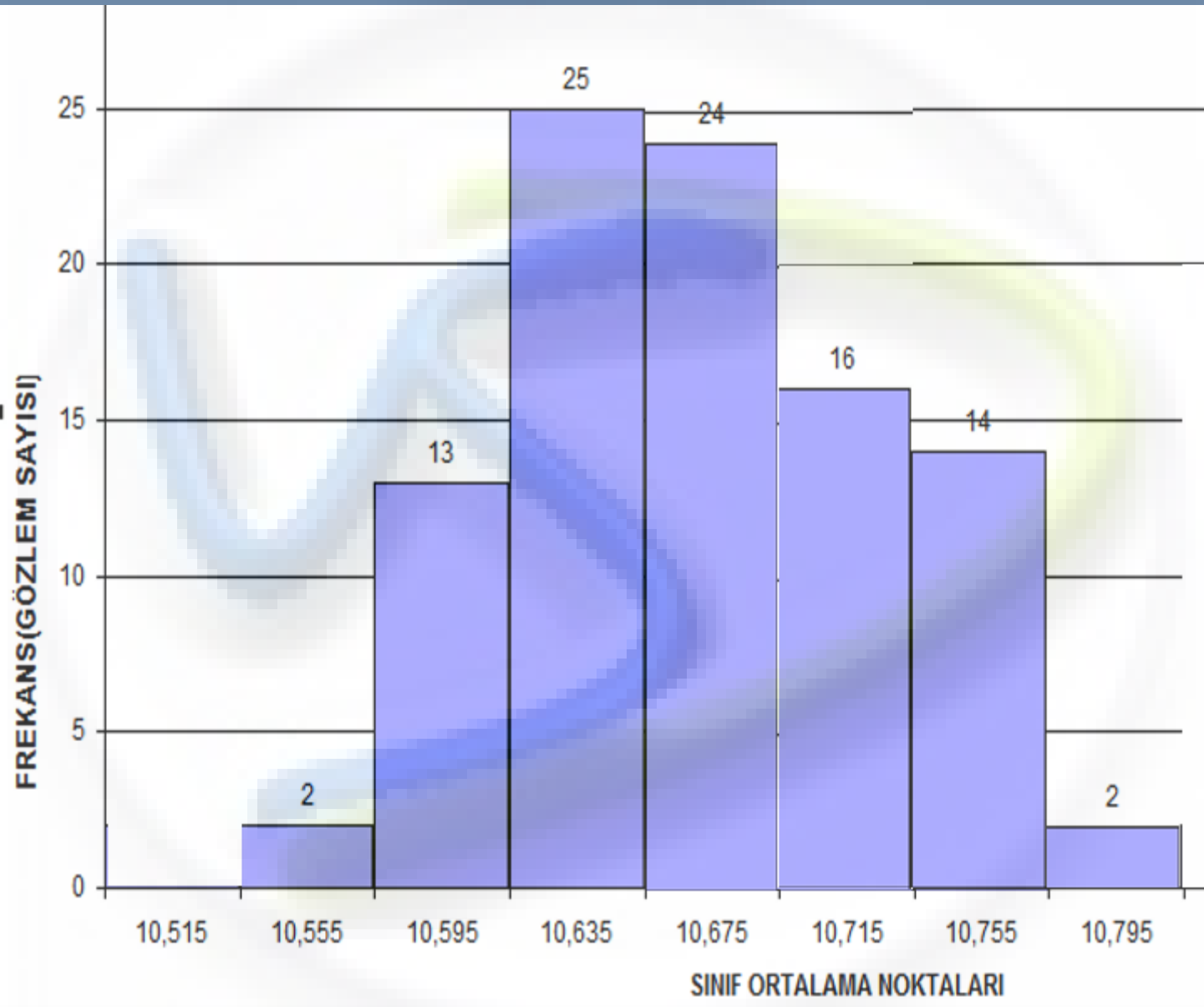
(i. üst sınıf sınırı = (i +1). sınıfın alt sınıf sınırı)

7) Her sınıf için sınıf limitleri dâhil o sınıfa düşen gözlem sayısı (sınıf frekansı) bulunur.

8) Sınıf limitlerinin ya da sınıf sınırlarının ortalaması alınarak her sınıf için sınıf orta noktaları bulunur.

9) Ardışık olarak frekanslar toplanarak eklemeli frekans sütunu oluşturulur.





Standart Sapma (σ) :

Standart sapma; dağılımdaki her bir değerin ortalamaya göre ne uzaklıkta olduğunu, diğer bir deyişle dağılımın ne yaygınlıkta olduğunu gösteren bir ölçüdür.

- Standart sapma büyüdükçe dağılım yaygınlaşır.
- Genel olarak, standart sapmanın küçük olması; ortalamadan sapmaların ve riskin az olduğunu, büyük olması ise; ortalamadan sapmaların, riskin çok olduğunu ve oynaklığın göstergesidir.

1) Kütle (n)

$$n = 120$$

2) Tüm okumaların toplamı :

$$\sum x = 1286,05$$

3) Tüm okumaların kareleri toplamı :

$$\sum x^2 = 13783,6$$

$$(\text{Standart sapma}) \tilde{\sigma} = 0,087$$

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n-1}}$$

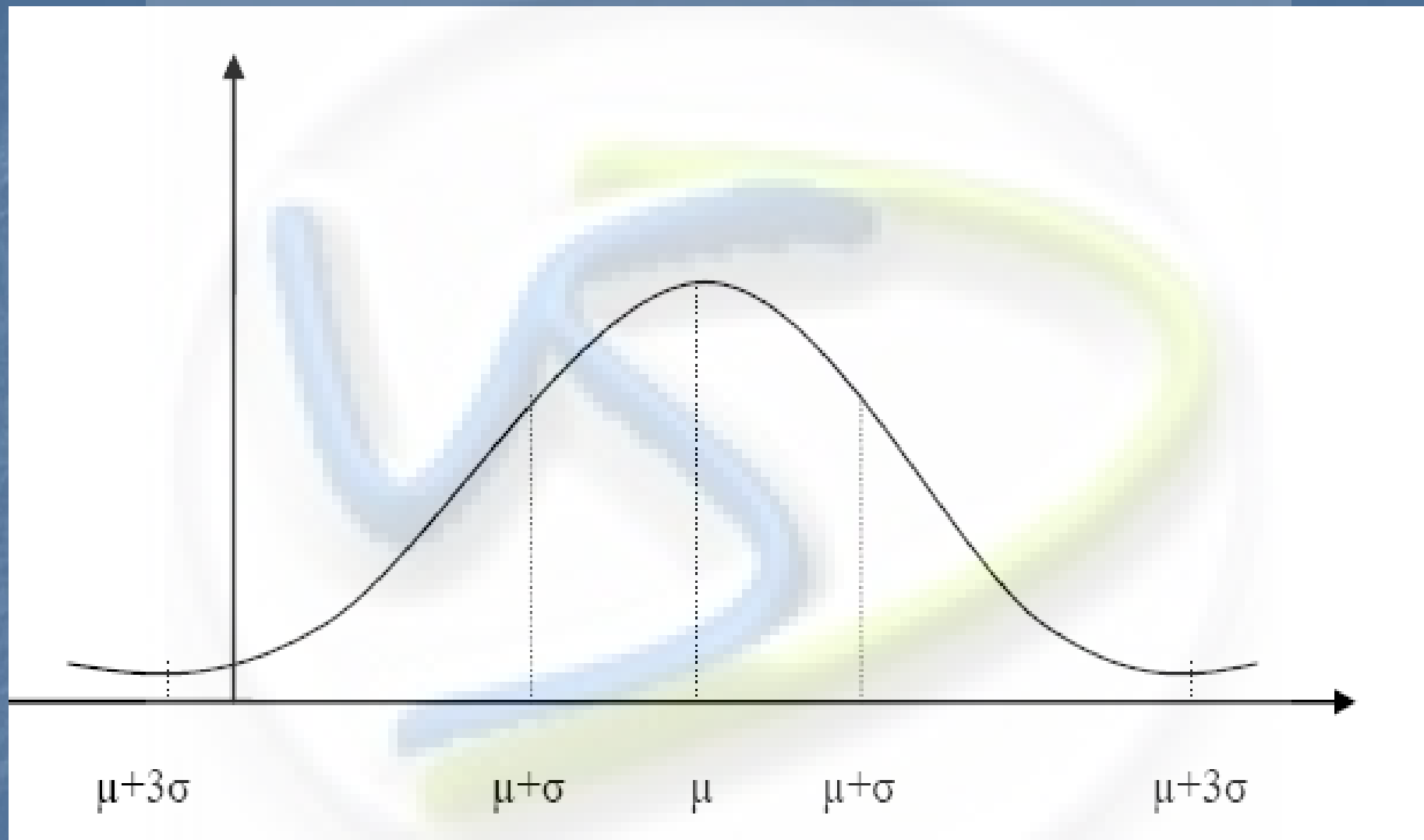
$$\text{Aritmetik ort. } \bar{X} = 10,717$$

SÜREÇ YETERLİLİK

□ NORMAL DAĞILIM GRAFİĞİ

- Süreç yetenek **analizi** kalite geliştirme programının en önemli kesimidir.
- **Süreç yeterliliği** belirli bir kalite özelliği için **değişkenlik ölçüsüdür.**
- Bu değişkenlik zaman boyutunda **iki** farklı şekilde ele alınabilir:
 - Belirli bir anda var olan **değişiklik**
 - Zaman içinde **oluşan** **değişiklik**
- Süreç yeterliliği, istatistiksel bir ölçüt olup **müşteri beklentilerine** göre bir sürecin ne kadar **değişkenlik** gösterdiğini özetler.

- Bu aşamada dikkate alınan parametreler **Cp** ve **Cpk** indisleridir.
- Cp indisi, şartname limitleri ile proses kontrol limitleri arasındaki **ilişkiyi** gösterir. "USL" üst spesifikasyon limitini, "ASL" alt spesifikasyon limitini ve " σ " standart sapmayı ifade eder.
- Süreç yeteneğinin ölçüsü olarak genellikle **6 σ** açıklığı olarak tanımlanır ve bu **doğal toleranslar** olarak adlandırılır.
- Ortalaması **μ** , standart sapması **σ** olan normal dağılım eğrisi aşağıdaki gibidir. Böyle bir dağılıma sahip sürecin değişkenlik sınırları **$\mu-3\sigma$** ve **$\mu+3\sigma$** olarak belirlenebilir.



Örnek ;

*Merkezi limit teoremine göre ;(süreç kontrol altında ise) ürünlerin % 99.7'sinde ilgili kalite karakteristiği ölçümleri üç standart sapma değişkenliği içerisinde kalacaktır.

** $\mu - \sigma < x < \mu + \sigma$ aralığı tüm dağılımın %68ini	$\bar{X} \pm (\ddot{\sigma}) =$	10,80408	10,6301
** $\mu - 2\sigma < x < \mu + 2\sigma$ aralığı tüm dağılımın %95ini	$\bar{X} \pm (2\ddot{\sigma}) =$	10,89108	10,5431
** $\mu - 3\sigma < x < \mu + 3\sigma$ aralığı tüm dağılımın %99.7sini temsil etmektedir.	$\bar{X} \pm (3\ddot{\sigma}) =$	10,98	10,46

(Standart sapma) $\ddot{\sigma} =$ **0,087**

Aritmetik ort. $\bar{X} =$ **10,717**

Standartları Belli Değilse :

ND = Normal Değer	=	10,750
ÜTL=Üst Tolerans Limiti	=	10,900
ATL=Alt Tolerans Limiti	=	10,600
$Z1 = (ATL - \bar{X}) / \ddot{\sigma} =$	-1,35	
$Z2 = (ÜTL - \bar{X}) / \ddot{\sigma} =$	2,10	

(Z1,Z2) arasına düşen olasılık(-,+)			
-1,35	1,30	0,05	0,0885
2,10	2,10	0,00	0,9821
(Z tablosuna bakılır)			89,36%

Kusurlu = % 10,64

Z tablosu için aranan değer her zaman ilgili satır ve sütunun kesiştiği yer olmayabilir. Bu durum z değeri için geçerli olan eşitsizliğin durumuna göre belirlenir.

Tablodaki bulunan **değer her zaman 0** ile mevcut z değeri arasında kalan alanı verir.

❖ **$a \geq 0$ olmak üzere**

$$P(z < a) = 0,5 + \text{tablo değeri}$$

$$P(z \leq a) = 0,5 + \text{tablo değeri}$$

$$P(z > a) = 1 - P(z < a)$$

$$P(z \geq a) = 1 - P(z \leq a)$$

❖ **$a < 0$ olmak üzere**

$$P(z < a) = P(z > -a) = 1 - P(z < -a)$$

$$P(z \leq a) = P(z \geq -a) = 1 - P(z < -a)$$

$$P(z > a) = P(z < -a) = 0,5 + (-a) \text{ ya göre tablo değeri}$$

$$P(z \geq a) = P(z \leq -a) = 0,5 + (-a) \text{ ya göre tablo değeri}$$

Z *Tablosu*

[illegible]

STANDARTLAR BELLİ ;

ND = Normal Değer =		(Z1,Z2) arasına düşen olasılık	
ÜTL=Üst Tolerans Limiti	= 11,000	-4,02	0,00%
ATL=Alt Tolerans Limiti	= 10,400	2,87	99,80%
ö = Standart Sapma	= 0,087		99,79%
$\bar{X}$ = Aritmetik ortalama	= 10,75		
$Z1=(ATL - \bar{X}) / \bar{\sigma}$		$\bar{X} \pm (\bar{\sigma}) =$	10,837
$Z2=(ÜTL - \bar{X}) / \bar{\sigma}$		$\bar{X} \pm (2\bar{\sigma}) =$	10,924
		$\bar{X} \pm (3\bar{\sigma}) =$	11,011
			10,663
			10,576
			10,489

Standart Sapması , Xort, ve yüzdesi belli ise ; ALT ve ÜST Limitleri hesaplama :

Xortalama	=	10,75	Xortalam	=	10,75
ö(S)	=	0,087	ö(S)	=	0,087
% P	=	9	% P	=	91
X	=	10,63335	X	=	10,86665

□ SÜREÇ YETERLİLİK İNDEKSİ

- **Cp:** Sürecin yayılımını ve sınırları belirlenmiş ürünü üretme yeteneğini gösterir.
- **Cpk:** Sürecin hem yayılımını hem de ortalamasının hedef değerden sapmasını kontrol etmektedir. Süreç ortalamasının hedef değere göre konumunu ve belirlenen sınırlar arasındaki konumunu gösterir. Bu kontrolü yapabilmesi için çift yönlü olarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca sürecin ne kadar kusurlu ürün üretme olasılığının olduğunu hesaplayan indekstir. Bu özelliği nedeniyle Cp den daha üstündür.
- **Cpm:** Hesaplanan formül normal sigma ile değil de Taguchi'nin sigması ile bölünür.

Taguchi' nin sigması (standart sapması), hem sürecin genişliğini hem de ortalamadan değil de hedef değerden (nominal) sapmayı içeriyor. Bunun anlamı sürecin merkezi hedef değer değilse Taguchi'nin sigması normal sigmadan daha büyük bir değere sahip olacaktır.

Yeterli bir üretim sürecinde meydana gelebilecek hatalar;

1-) Ortalama bozukluğu hataları: Süreç ortalamasının toleransların orta noktasından sapmalar göstermesidir.

2-) Karışık parti hataları: Aynı şartlar altında üretilmemiş birimlerin oluşturduğu partidir.

3-) Üretim sürecinde görülen eğilimler hataları: Süreçte meydana gelen ani değişiklikler, malzeme, teknisyen gibi herhangi bir değişmeye bağlı olarak gerçekleşmektedir.

6 Sigma Uygulamalarında ;

C_p ile milyonda hata sayısı arasındaki ilişki

	Milyonda Hata Sayıları (ppm)	
C_p	Tek yönlü spesifikasyon	Çift yönlü spesifikasyon
0.25	226.628	453.255
0.50	66.807	133.614
0.60	35.931	71.861
0.70	17.865	35.729
0.80	8.198	16.395
0.90	3.467	6.934
1.00	1.350	2.700
1.10	484	967
1.20	159	318
1.30	48	96
1.40	14	27
1.50	4	7
1.60	1	2
1.70	0.17	0.34
1.80	0.03	0.06
2.00	0.0009	0.0018

C_p ile milyonda hata sayısı arasındaki ilişki

	Milyonda Hata Sayıları (ppm)	
C_p	Tek yönlü spesifikasyon	Çift yönlü spesifikasyon
0.25	226.628	453.255
0.50	66.807	133.614
0.60	35.931	71.861
0.70	17.865	35.729
0.80	8.198	16.395
0.90	3.467	6.934
1.00	1.350	2.700
1.10	484	967
1.20	159	318
1.30	48	96
1.40	14	27
1.50	4	7
1.60	1	2
1.70	0.17	0.34
1.80	0.03	0.06
2.00	0.0009	0.0018

$C_p > 1,33$	Proses yeterliliği yeterli
$1 < C_p < 1,33$	Proses marjinal olarak yeterli, daha yakından izlenmelidir.
$C_p < 1$	Proses yeterliliği yetersiz (Proses değişkenliğinin azalması gerekli)
$C_{pk} > 1,33$	Proses şartname limitlerini karşılıyor
$1 < C_{pk} < 1,33$	Proses marjinal olarak şartname limitlerini karşılıyor. Proses ortalaması hedeften uzaklaştıkça prosesin hata yüzdesi artabilir.
$C_{pk} < 1$	Proses şartname limitlerini karşılamıyor. Proses ortalaması hedef değerden uzakta.

Örnek ;

Cp (Pp): Süreç yeterliliğinin göstergesi (sürecin yayılmasını kontrol eder)

Cpk (Ppk) : Merkezleme / ayarlama göstergesi (Süreçte hem yayılma hemde ortalamayı kontrol eder)

$\bar{U}SpL$	=	10,900	$ASpL$	=	10,600
--------------	---	--------	--------	---	--------

$T = \text{Toplam Tolerans}$	=	$\bar{U}SpL - ASpL$	=	0,300
------------------------------	---	---------------------	---	-------

$Cp = T / 6\sigma$	=	0,575	$Cp = 6\sigma / 6\sigma$	=	1,000
--------------------	---	-------	--------------------------	---	-------

σ	=	0,087
----------	---	-------

$\bar{X}$	=	10,717
-----------	---	--------

	n=	
	R =	

Standart Sapma bilinmiyorsa ; $\sigma = R / d2 =$

a) $6\sigma > T$: **SÜREÇ YETERSİZ - HATALI ÜRETİM**

$Cp < 1$

i) Olanaklı ise tolerans sınırlarını genişletmek,

ii) Süreç standart sapmasını azaltacak önlemler almak,

iii) Süreç ortalamasının tüm parçaların üst tolerans sınırı dışına tasacak şekilde yukarı itmek (Bu durumda hatalı parçaları hurdaya ayırma yerine kurtarma işlemine tabi tutmuş olurlar),

iv) Bunların hiçbirisi olanaklı değilse, hatalı parça üretimini kabullenip %100 muayene yapmak.

b) $6\sigma = T$:

$$C_p = 1$$

Bu ek olarak tasarımda bir değişiklik yaparak toleransı artırmak, daha nitelikli işçi, malzeme ya da tezgah kullanarak sürecin dağılım varyansının azaltılması yoluna gidilebilir.

b) $6\sigma < T$:

$$C_p > 1$$

Kontrol sınırları, tolerans sınırlarından az olduğu için süreç ortalamasında küçük kaymalar olsa bile bu durum hatalı üretime neden olmayacaktır.

$$C_{pk\text{ alt}} = (\bar{X} - A_{SpL}) / (3\sigma) = 0,448$$

$$C_{pk\text{ üst}} = (Ü_{SpL} - \bar{X}) / (3\sigma) = 0,006 \quad C_{pk} \leq C_p$$

$$C_{pm} = T / (6 \sqrt{\sigma^2 + (T - \bar{X})^2}) = 0,0048 \quad C_p = 8\sigma / 6\sigma = 1,33$$

SÜREÇ ANALİZİ

$$C_p > 1,33$$

$$1 < C_p \leq 1,33$$

$$C_p < 1 \quad \text{SÜREÇ YETERSİZ}$$

$$C_{pk} > 1,33$$

$$1 < C_{pk} \leq 1,33$$

$$C_{pk} < 1 \quad \text{SÜREÇ ŞARTNAME LİMİTLERİNİ KARŞILAMIYOR. HATALI ÜRETİM}$$

➤ Süreç yeterlilik analizinin sağladıkları;

- Sürecin toleranslara uygunluğunun kestirimi
- Süreç seçimi veya yenilenmesinde tasarımcılara yol göstermesi
- Süreç kontrolü için örnek alınma sıklıklarının belirlenmesi
- Yeni tezgâh ve donanımlar için performans ölçülerini oluşturmak

BASIKLIK VE ÇARPIKLIK



1- Ortalamalara Dayanan (Pearson) Asimetri Ölçüleri

- ❖ Bilindiği gibi asimetrisi hafif bir serilerde ortalamalar arasında aşağıdaki gibi bir ilişki söz konusudur.

$$(\bar{X} - \text{mod}) \cong 3 \cdot (\bar{X} - \text{medyan})$$

- ❖ Bu ilişkinin her iki tarafı standart sapmaya oranlandığında iki asimetri ölçüsü elde edilir.

$$1) \quad As = \frac{\bar{X} - \text{mod}}{\sigma}$$

$$2) \quad As = \frac{3 \cdot (\bar{X} - \text{medyan})}{\sigma}$$

- ❖ $As = 0$ ise seri **simetrik**
- ❖ $As > 0$ ise seri **sağa çarpık**
- ❖ $As < 0$ ise seri **sola çarpık** olarak nitelendirilir.

Aritmetik Ortalama

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i m_i}{\sum f_i}$$

f_i = Gözlem sayısı

m_i = Sınıf Limitleri ortalaması

Kareli Ortalama

$$K^2 = \frac{\sum f_i m_i^2}{\sum f_i}$$

Standart Sapma

$$\sigma = \sqrt{K^2 - \bar{X}^2}$$

Mod:

Bir seride en çok tekrarlanan değere mod denir. Serinin tüm değerlerini almayan bir başka ölçü de moddur. Mod seride en çok tekrarlanan değişkenin değeri olarak tarif edilebilir (frekans yoğunluğunun en yüksek olduğu değer). Bir seride birden çok mod veya maksimum olabilir.

Medyan

Küçükten büyüğe doğru sıralanan verileri iki eşit parçaya bölen ortanca değere medyan denir. Seriyi 2 eşit parçaya böldüğü için medyan aynı zamanda kantil (bölen) dir. Serideki terim sayısı çift sayı olursa ortadaki iki değer aritmetik ortalaması alınır.

Gruplanmış Seride Mod Hesabı:

$$M_o = l + s \cdot \left(\frac{\Delta 1}{\Delta 1 + \Delta 2} \right)$$

l : mod sınıfının alt sınırı, s : Seride **sabit** sınıf aralığı

$\Delta 1$: Mod sınıfının frekansı ile bir önceki sınıfın frekansı arasındaki fark

$\Delta 2$: Mod sınıfının frekansı ile bir sonraki sınıfın frekansı arasındaki fark

Gruplanmış Serilerde Medyan Hesabı :

$$M_d = l + s \cdot [(N/2 - N_a) / N_m]$$

l : medyan sınıfının alt sınırı

s : medyan sınıfının genişliği (aralığı)

N : toplam frekans sayısı ($\sum f_i$)

N_a : medyan sınıfından bir önceki sınıfın kümülatif frekansını

N_m : medyan sınıfının frekansını göstermektedir.

Not: Medyan değeri medyan sınıfının alt sınırından küçük ve üst sınırından büyük olamaz.

2- Momentlere Dayanan Asimetri Ölçüsü (α_3)

Momentlere dayanan asimetri ölçüsü (α_3), asimetrik ortalamaya göre 3. momentin standart sapmanın küpüne oranlanması ile elde edilir.

$$\alpha_3 = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \text{ olup}$$

$\alpha_3 = 0$ ise seri simetrik

$\alpha_3 > 0$ ise seri sağa çarpık

$\alpha_3 < 0$ ise seri sola çarpık olmaktadır.

α_3 için bir üst sınır olmamakla birlikte olursa asimetrinin kuvvetli olduğu kabul edilir.

Momentlere Dayanan Basıklık Ölçüsü (α_4)

Momentlere dayanan basıklık ölçüsü, asimetrik ortalamaya göre 4. momentin standart sapmanın 4. kuvvetine oranlanması ile elde edilir.

$$\alpha_4 = \frac{\mu_4}{\sigma^4}$$

olup,

$\alpha_4 = 3$ ise serinin basıklığı normal

$\alpha_4 > 3$ ise seri normal dağılıma göre daha sivridir.

$\alpha_4 < 3$ ise seri normal dağılıma göre daha basıktır.

Eğer bir seri $\alpha_3 = 0$ ve $\alpha_4 = 0$ şeklinde bir dağılım gösteriyorsa bu serinin dağılımının normal olduğu söylenir.

Aritmetik Ortalamaya Göre Momentlerin Hesaplanması

$$\mu_1 = \frac{\sum f_i (m_i - \bar{X})}{\sum f_i}$$

$$\mu_2 = \frac{\sum f_i (m_i - \bar{X})^2}{\sum f_i}$$

$$\mu_3 = \frac{\sum f_i (m_i - \bar{X})^3}{\sum f_i}$$

$$\mu_4 = \frac{\sum f_i (m_i - \bar{X})^4}{\sum f_i}$$

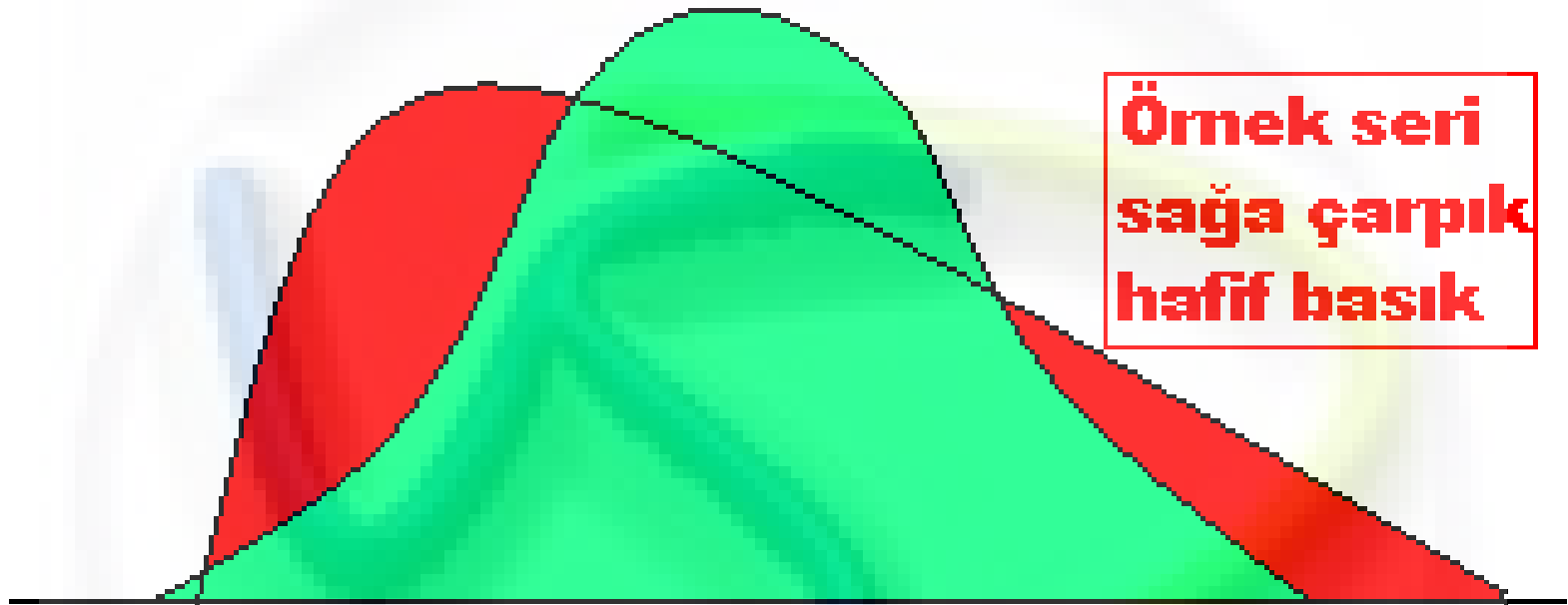
f_i = Gözlem sayısı

m_i = Sınıf Limitleri ortalaması

$$\mu_2 = \tilde{\sigma}^2$$

Normal seri

**Örnek seri
sağa çarpık
hafif basık**



BASIKLIK= -1,790

Bir veri kümesi için basıklık, normal dağılıma göre (0) NORMAL, dik (+) ya da basık (-) olması durumunu ifade eder.

ÇARPIKLIK= 0,224

Bir veri kümesi için çarpıklık, normal dağılıma göre sağa ya da sola yatık olması durumudur. (0) NORMAL, Sağa (+) ya da sola (-) çarpık olması durumunu ifade eder.

Sigma Seviyesi (σ) :

ORTALAMA MERKEZDE İKEN SİGMA SEVİYELERİ

SİGMA SEVİYESİ	BAŞARI YÜZDESİ	PPM/DPMO
2	95,45	45500
3	99,73	2700
4	99,9937	63
5	99,999943	0,57
6	99,9999998	0,002

ORTALAMNIN 1,5σ KAYMASI

SİGMA SEVİYESİ	BAŞARI YÜZDESİ	PPM/DPMO
2	69,15	308537
3	93,32	66807
4	99,379	6210
5	99,9676	233
6	99,99966	3,4

Milyonda hatalı parça sayısı yöntemi

1)

Sigma Seviyesi =	Hata Sayısı	4	3,33
	Parça Sayısı	120	

2)

DPU =	Hata Sayısı	4	0,033
	Birim Sayısı	120	
-DPU			
K=P(x=0)=e(2,71828)	0,9672		
Zeşdeğer=ZUD =	1,84		
SİGMA SEVİYESİ = ZUD +1,5kayma =		3,34	

	HATALAR	BİRİMLER	DPU	K	2,71828
1	4	120	0,033	0,967	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
42					
TOP	4	120	0,033	0,967	
ORT	4	120	0,033	0,033	

BİRİM BAŞINA DÜŞEN TOPLAM HATA (BBTH)= 0,033

Zeşdeğer = ZUD = 1,84

SİGMA SEVİYESİ= 3,34

Örnek Çalışmanın Sonucu :

Gerekli değerlendirmeler yapıldığında süreç için en iyi tolerans aralığı 10,60 - 10,90 dır. Bu aralıkta tutulduğu sürece Müşteri şikayetleri % 10 un üzerine çıkmaz.

Yada tolerans spesifikasyonları değiştirilecek 10,40-11,00 olacaktır. Ancak böyle bir değişiklikte parçanın fonksiyonu iyi değerlendirilmelidir.

X_R Kontrol grafiği incelenmelidir.

KONTROL GRAFİKLERİ

İki değişik veri türü için iki farklı kontrol şeması kullanılır:

A) Nicelik değişkenler için kontrol şemaları, ölçülebilir (uzunluk, ısı gibi nicelik gösteren) karakteristikler için kullanılır.

B) Nitelik değişkenleri için kontrol şemaları, ölçülemeyen (iyi/kusurlu, geçer/geçmez gibi nitelik belirten) karakteristikler için kullanılır.

Tablo 1 hangi tür kontrol şeması kullanacağınıza karar vermenizi kolaylaştırabilir.

Doğru kontrol şeması seçme rehberi.

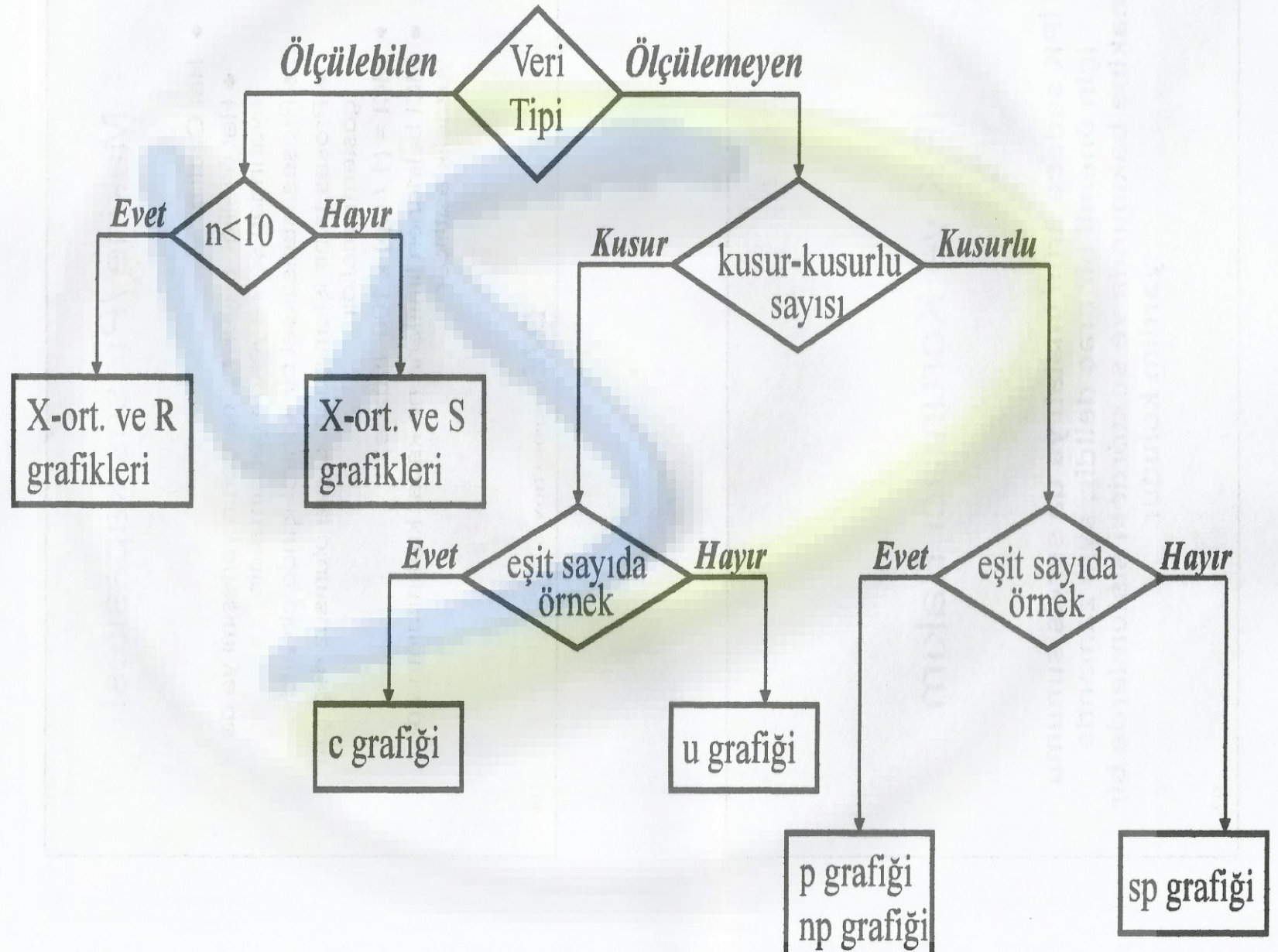
Sürekli bir değişkenle ilgili veriler		Bir nitelik değişkeniyle ilgili veriler			
Gözlemler gruplar halinde	Gözlemler tek tek birimler şeklinde	Kusurlu ürünle ilgileniyoruz		Üründeki kusurlarla ilgileniyoruz	
$\bar{X} - R$ şeması çizin	XmR şeması çizin	Değişken alt grup büyüklüğü	Sabit alt grup büyüklüğü	Değişken alt grup büyüklüğü	Sabit alt grup büyüklüğü
		np şeması çizin	p şeması çizin	u şeması çizin	c şeması çizin

SÜREKLİ DEĞİŞKENLER İÇİN KONTROL ŞEMALARI

Değişken şemaları ürünün kalitesini belirleyen bir özelliğinin ölçülmesi ve kalitenin bu şekilde takip edilmesi için kullanılır.

Bu amaçla literatürde en yaygın olarak bulunan şemalar ve bunlarla ilgili kısa bir değerlendirme aşağıda özetlenmiştir:

Grafik Tipi	Artıları	Eksileri
$\bar{X} - R$	Uygunsuz üretimi önlemeye ve sürecin etkin kontrolünü sağlamaya yarar.	Veri toplamak zor ve masraflıdır.
$\bar{X}mR$	Verileri alt gruplar halinde değil de tek tek gözlemler olarak elde edebiliyorsanız bu kolay ve geçerli bir yöntemdir.	Nitelik değişkenleri için kullanıldığı zaman 1. ve 2. tür hata olasılıklarını artırır. Alt grupların değişkenliği belirlenemez.
c ve u	Sorunları belirlemek için iyi, çünkü özel kusur türleri izlenebilir. Veri toplaması kolay.	Sorun önleyici değeri az.
p ve np	Genel bir yönetim aracı olarak yararlı.	Sorun belirleme veya önleme değeri az.



HATALI SÜREÇ

Bazen OD ile $\bar{ÜKS}$ (aynı şekilde AKS) arasındaki bölgeyi üç eşit dilime (zone) ayrılır. Üst ve alt kontrol sınırları üç standart sapma değişkenliğine karşılık gelir, yani genel ortalamaya üç standart sapma (hata) değerini ekleyip çıkararak bulunur. Standart sapma yerine uygun bir katsayıyla çarpmak suretiyle grup aralık ortalaması ($\bar{R}$) kullanmak işlemleri kolaylaştırmaktadır.

Üç standart sapma değişkenliğinin alınmasının sebebi daha önce belirtildiği gibi normal dağılımda gözlemlerin ;

hemen tamamının - %99.73'ünün - bu sınırlar içerisinde kalmasıdır. (Neden normal dağılım varsayımı geçerli sayılabilir? Merkezi limit teoremini hatırlayalım) Yani bu durumda ancak 1000 grup ortalamasından sadece üç tanesinin bu sınırlar dışına düşmesi beklenir. (Bu noktada orijinal gözlemlerle değil, grup ortalamaları ile çalıştığımızı bir kere daha hatırlayalım). Eğer bir grup ortalaması bu sınırlar dışında kalırsa, bunun iki açıklaması olabilir: (Şekil- a)

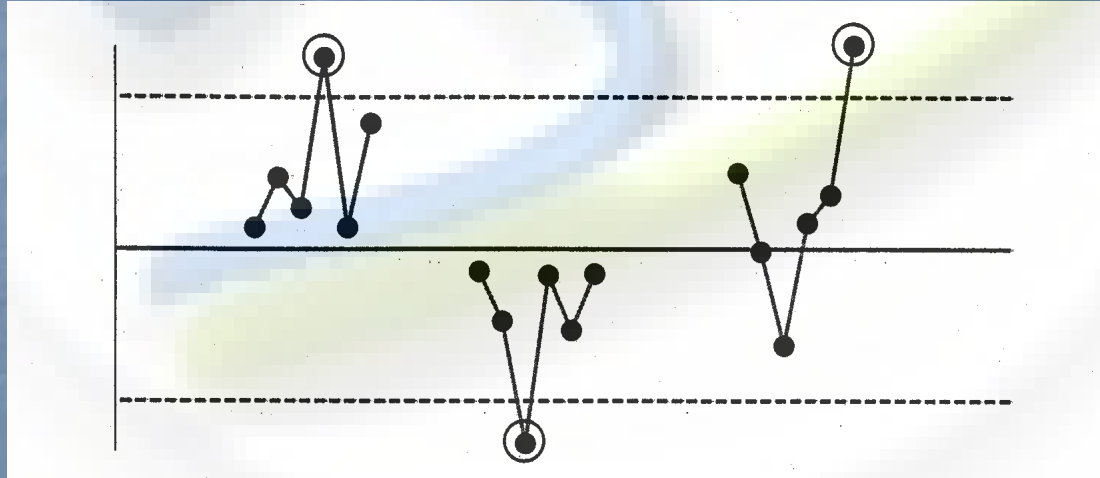
1. Süreç de bir problem vardır, (buna süreç kontrol dışına çıkmıştır denir) veya

2. Binde üçlük bir olasılıkla gerçekleşebilecek (ender rastlanacak) bir şanssızlıkla karşılaştık.

İkinci durumla karşılaşacak kadar şanssız olduğumuzu düşünmek yerine süreci etkileyen özel bir sebebe rastladığımızı (yani sürecin o gözlem grubu için olağan dışı bir etkenin tesiriyle kontrolden çıktığını) kabul ederiz. Hemen bu özel sebebin ne olabileceğini araştırmaya başlarız.

kontrol sınırları arasına düşmesine rağmen sürecin istatistiki olarak kontrolden çıktığına karar verilebilir. Bunlar şöyle özetlenebilir:

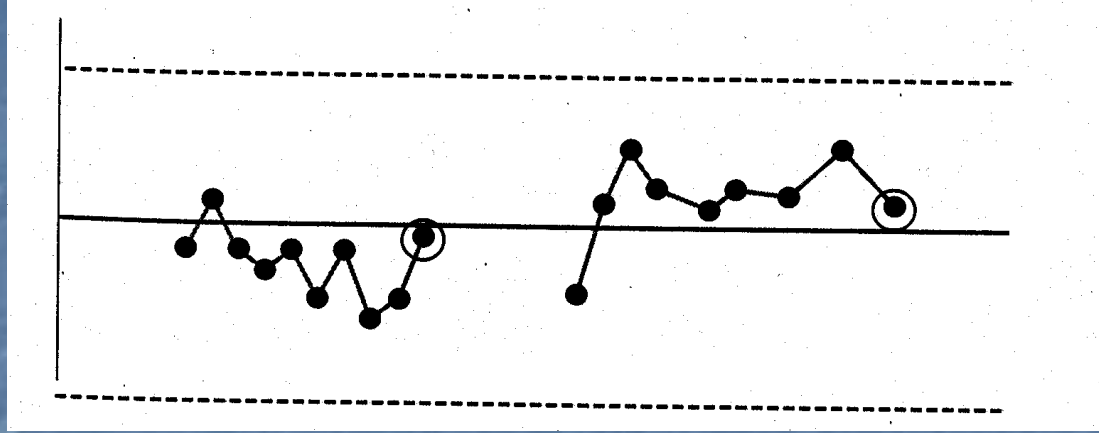
a)



Kontrol şeması üzerinde bir sürecin kontrol dışına çıktığını gösteren işaretler:

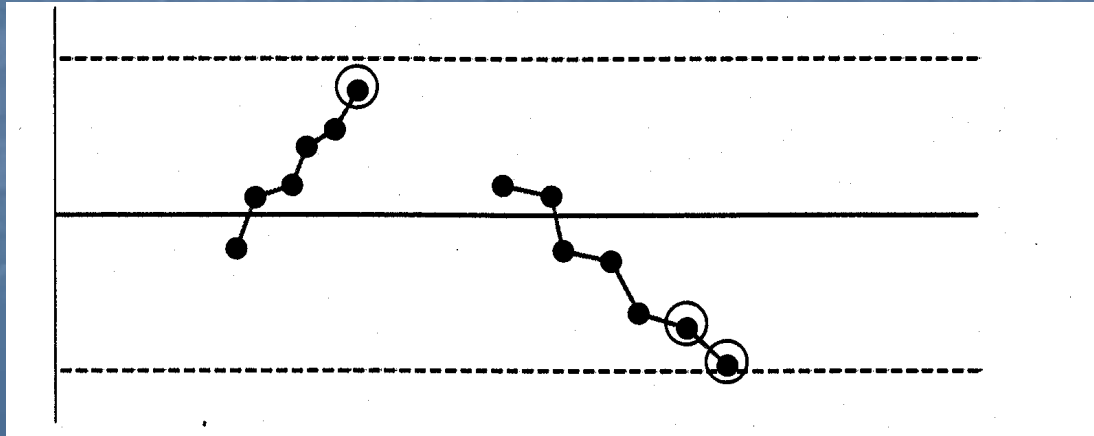
- Art arda alınan 8 noktanın hepsinin orta değerin (OD) altında veya üstünde olması, (Şekil -b)

b)



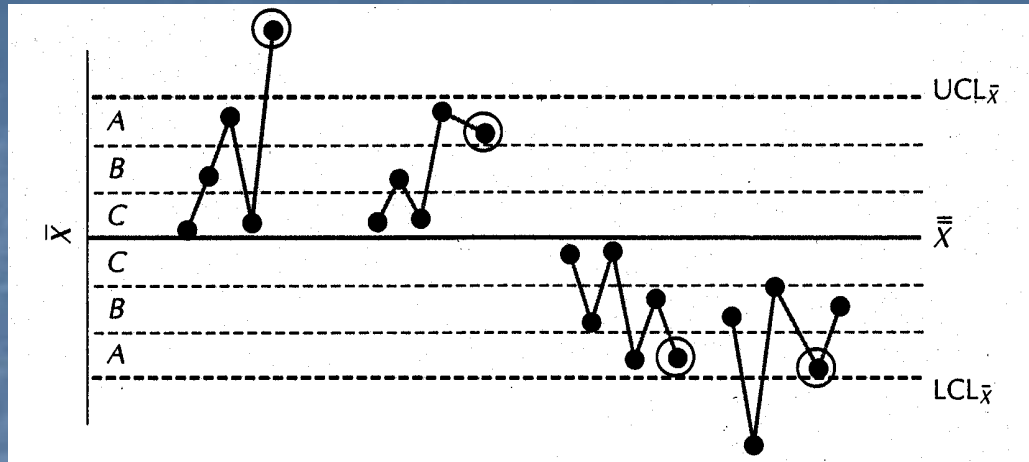
- Art arda 6 noktanın (grup ortalamasının) sürekli artması veya azalması, (Şekil -c)

c)



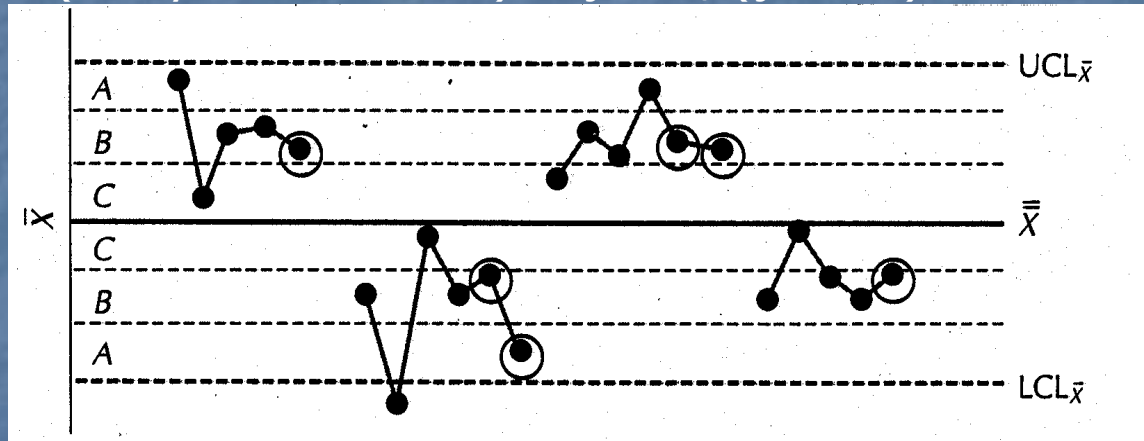
- Art arda alınan 3 noktadan 2 tanesinin OD'nin altında veya üstündeki bölgenin dış üçte birlik alanına (**A** dilimine) düşmesi, (Şekil -d)

d)



- Art arda alınan 5 noktadan 4 tanesinin OD'nin altında veya üstündeki bölgenin dış üçte ikilik alanına (**A** veya **B** dilimlerine) düşmesi, (Şekil -e)

e)



Bu kuralların sayısını arttırmak mümkündür, sözgelimi "Art arda 14 noktanın hep bir aşağı - bir yukarı şeklinde inişli çıkışlı gitmesi", ancak ilk 2-3 tanesini bile uygulamak yeterlidir. Çok fazla kural kullanmak operatörlerin kafasını karıştırmakta ve yöntemin etkinliğini olumsuz etkilemektedir.

A) NİCELİK DEĞİŞKENLERİ İÇİN KONTROL GRAFİKLERİ

1) $\bar{X}$ - R KONTROL GRAFİĞİ

ÖLÇÜLEBİLEN ÖZELLİKLER İÇİN KONTROL GRAFİKLERİ (DEĞİŞKEN NİCELİKLER) :

- * $\bar{X}$ - Ortalama Grafiği : Süreçte işlem gören yada çıkan parçaların merkezi eğilimlerini inceler.
 - * R - (Range) Açıklık Grafiği : Kitlenin dağılışında aman içinde bir değişiklik olup olmadığını belirler.
 - * S - Standart Sapma Grafiği : Kütlenin zaman içindeki dağılışını inceler.
- Uygulamada $\bar{X}$ grafiği, S veya R ile birlikte kullanılır.

Kütle: (N)

Tüm okumaların toplamı : $\sum x$

Tüm okumaların kareleri toplamı : $\sum x^2$

$$\bar{X} (\text{ORT.}) = \sum x / N$$

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

$$(S) \sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}{N - 1}}$$

1) Standartların belli olması durumunda :

Ana kütle ortalaması (μ) ve standart sapması (σ) bilinmektedir.

$\bar{X}$ -ort grafiği		
ÜKS	=	$\mu + A\sigma$
MÇ	=	μ
AKS	=	$\mu - A\sigma$
Açarpanı	=	$(3/\sqrt{n})$

R grafiği		
ÜKS	=	$D2 * \sigma$
MÇ	=	$d2 * \sigma$
AKS	=	$D1 * \sigma$

(D2,d2,D1 için KCS bölümünden Tabloda ki çarpanlar kullanılmıştır.)

2) Standartın belli olmaması durumunda ; n birimlik , k tane (alt grup) örnek için

$\bar{X}$-ort grafiği	
ÜKS	= $X + A2 \cdot R$
MÇ	= X
AKS	= $X - A2 \cdot R$

R grafiği	
ÜKS	= $R \cdot D4$
MÇ	= R
AKS	= $R \cdot D3$

(A2, D3 , D4 için KCS bölümünden Tabloda ki çarpanlar kullanılmıştır.)

$\bar{X}$ -ort. ve R Kontrol Grafikleri :

- * Üretimden alınan örneklerin hacimleri 10' dan küçük olduğunda ($n < 10$) $\bar{X}$ -ort. Grafiği ile birlikte R grafiğinin kullanılması tercih edilir.
- * Üretimin doğru birgörünüşünü elde edebilmek için genellikle 4 veya 5 birimden oluşan 20-25 alt grup örneklem seçilir
- * Kontrol sınırları standartların belli olması ve olmaması durumlarına göre ayrı ayrı belirlenir.

KONTROL SINIRLARI ÇARPANLARI

Örneklem genişliği(n)	Ortalama			Standart Sapma					Açıklık					
	A	A2	A3	C4	B3	B4	B5	B6	d2	D1	D2	D3	D4	d3
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	0,000	3,267	0,000	2,606	1,128	0,000	3,686	0,000	3,267	0,853
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	0,000	2,568	0,000	2,276	1,693	0,000	4,358	0,000	2,575	0,888
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	0,000	2,266	0,000	2,088	2,059	0,000	4,698	0,000	2,282	0,880
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	0,000	2,089	0,000	1,964	2,326	0,000	4,918	0,000	2,115	0,864
6	1,225	0,483	1,287	0,9515	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,000	5,078	0,000	2,004	0,848
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,204	5,204	0,076	1,924	0,833
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,388	5,306	0,136	1,864	0,820
9	1,000	0,337	1,032	0,9693	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,547	5,393	0,184	1,816	0,808
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,687	5,496	0,223	1,777	0,797
11	0,905	0,285	0,927	0,9750	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,811	5,535	0,256	1,744	0,787
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,922	5,594	0,283	1,717	0,778
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	1,025	5,647	0,307	1,693	0,770
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	1,118	5,696	0,328	1,672	0,763
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	1,203	5,741	0,347	1,653	0,756
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	1,282	5,782	0,363	1,637	0,750
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	1,356	5,820	0,378	1,622	0,744
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	1,424	5,856	0,391	1,608	0,739
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	1,487	5,891	0,403	1,597	0,734
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	1,549	5,921	0,415	1,585	0,729
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	1,605	5,951	0,425	1,575	0,724
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	1,659	5,979	0,434	1,566	0,720
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	1,710	6,006	0,443	1,557	0,716
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	1,759	6,031	0,451	1,548	0,712
25	0,600	0,153	0,606	0,9896	0,565	1,462	0,559	1,420	3,931	1,806	6,056	0,459	1,541	0,708

Örnek Çalışma :

	1	2	3	4	5	$\bar{X}$ -ORT.	R
1	10,65	10,7	10,65	10,65	10,85	10,700	0,2
2	10,75	10,85	10,75	10,85	10,65	10,770	0,2
3	10,75	10,8	10,8	10,7	10,75	10,760	0,1
4	10,6	10,7	10,7	10,75	10,65	10,680	0,15
5	10,7	10,75	10,65	10,85	10,8	10,750	0,2
6	10,6	10,75	10,75	10,85	10,7	10,730	0,25
7	10,6	10,8	10,7	10,75	10,75	10,720	0,2
8	10,75	10,8	10,65	10,75	10,7	10,730	0,15
9	10,65	10,8	10,85	10,85	10,75	10,780	0,2
10	10,6	10,7	10,6	10,8	10,65	10,670	0,2
11	10,8	10,75	10,9	10,5	10,85	10,760	0,4
12	10,85	10,75	10,85	10,65	10,7	10,760	0,2
13	10,7	10,7	10,75	10,75	10,7	10,720	0,05
14	10,65	10,7	10,85	10,75	10,6	10,710	0,25
15	10,75	10,8	10,75	10,8	10,65	10,750	0,15
16	10,9	10,8	10,8	10,75	10,85	10,820	0,15
17	10,75	10,7	10,85	10,7	10,8	10,760	0,15
18	10,75	10,7	10,6	10,7	10,6	10,670	0,15
19	10,65	10,65	10,85	10,65	10,7	10,700	0,2
20	10,6	10,6	10,65	10,55	10,65	10,610	0,1
21	10,5	10,55	10,65	10,8	10,8	10,660	0,3
22	10,8	10,65	10,75	10,65	10,65	10,700	0,15
23	10,65	10,6	10,65	10,6	10,7	10,640	0,1
24	10,65	10,7	10,7	10,6	10,65	10,660	0,1

n =	5
k =	24

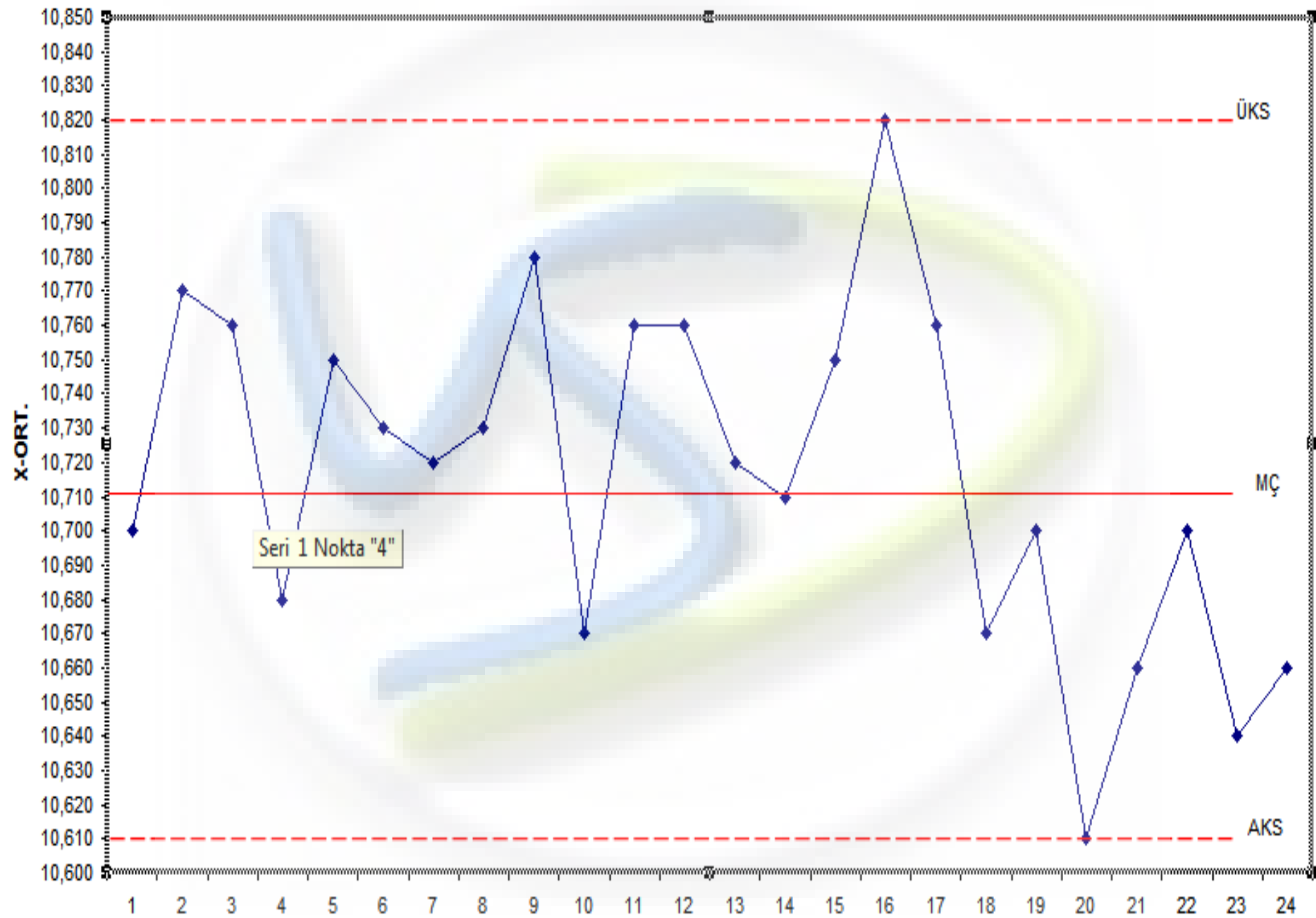
$\bar{X}$ -ort grafiği	
ÜKS =	$X + A2 \cdot R$
MÇ =	X
AKS =	$X - A2 \cdot R$

Sonuç(1)
 ÜKS = 10,820
 MÇ = 10,717
 AKS= 10,614

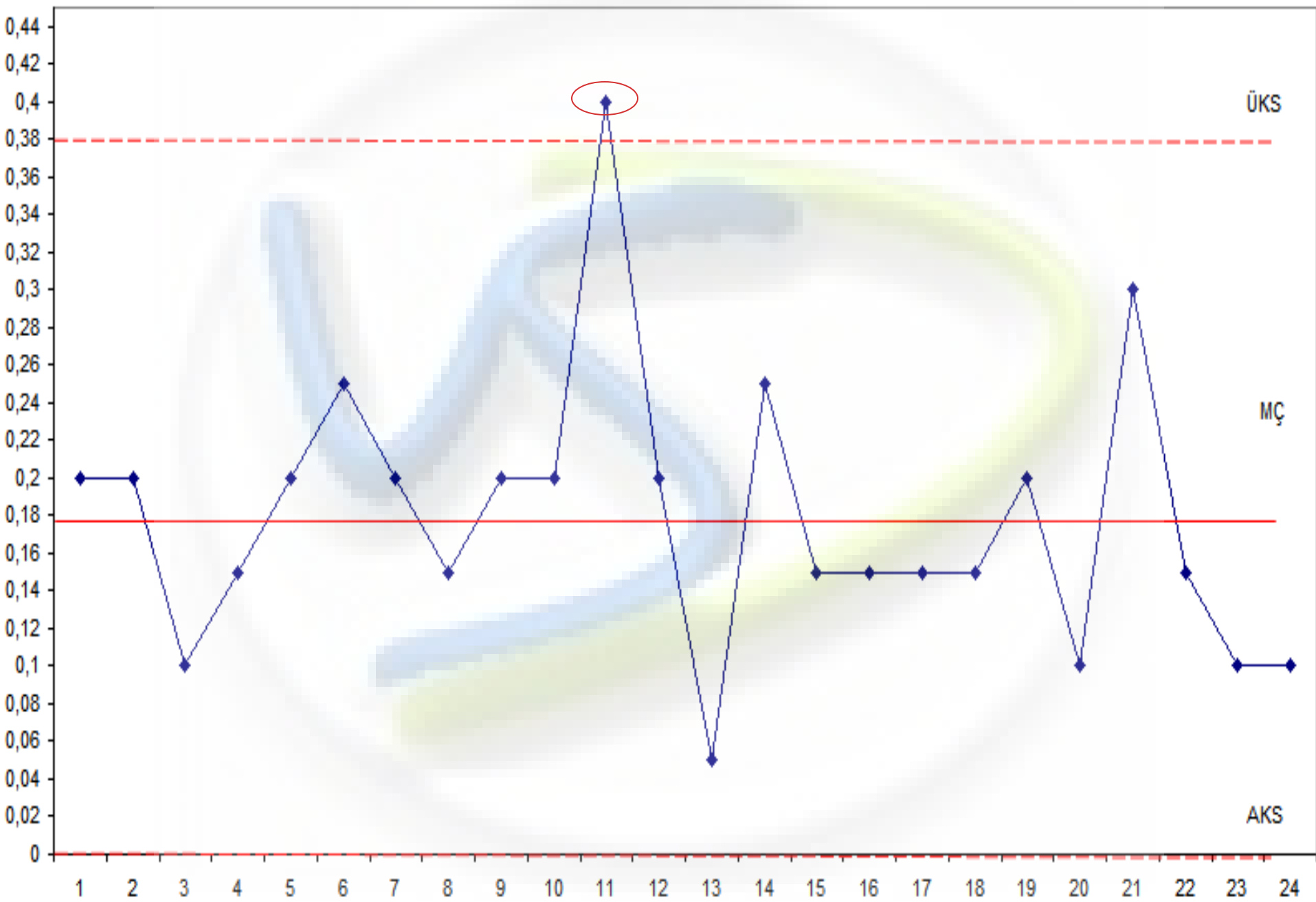
R grafiği	
ÜKS =	$R \cdot D4$
MÇ =	R
AKS =	$R \cdot D3$

Sonuç(1)
 ÜKS = 0,379
 MÇ = 0,179
 AKS= 0,000

ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN X-ORT.KONTROL GRAFİĞİ



ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN R-ORT.KONTROL GRAFIĞI



Öncelikle kontrol şemaları üzerindeki sınırların üç standart sapma değişkenliği sınırları olduğunu yeniden hatırlayalım.

- Bu durumda alınan herhangi bir ölçüm grubunun ortalama veya aralık değerinin bu sınırlar dışına düşmesi binde üç gibi çok düşük bir ihtimal ile gerçekleşebilir.
- Elimizde sadece 20-30 grup olduğuna göre tesadüf (veya şanssızlık) eseri bu olayın gerçekleşmesi pek beklenmez. Bu nedenle kontrol şemalarında herhangi bir noktanın sınırlar dışında olması durumunda bunun doğal bir sebepten (yani tesadüfi olarak) meydana geldiğini kabul etmez ve sürecin kontrol dışına çıktığını, bunun da özel bir sebepten kaynaklandığını düşünürüz.
- **Bu özel sebep araştırılmalı, açıklanmalı ve tekrarını önlemek için tedbir alınmalıdır.**

- Makine ayarlarının değiştirilmesi,
- Malzeme kompozisyonunda veya kalitesindeki bir değişme,
- Güç kaynağındaki bir problem,
- Kalıplardaki değişiklikler,
- Çevre şartlarındaki değişimler

bazı **özel sebep örnekleridir**. Bu durumlarda gerekli düzeltme ve önlemlerle sürecin yeniden kontrol altına alınması sağlanmalıdır.

Kontrol şemalarında sürecin kontrol altında olmadığına işaret eden özel bir sebep bulunduğunda (bu sebebin ortaya çıktığı) ilgili ölçüm grubu verilerden ayıklanarak kontrol sınırlarının yeniden hesaplanması gerekir.

Bu amaçla öncelikle R şeması incelenmelidir. Çünkü R şeması kontrol göstermiyorsa (yani süreç **değişkenliği** kontrol altında değilse) $\bar{X}$ şemasının anlamlı bir yorumu esasen yapılamaz.

Hatalı gruplar ayklandıktan sonra $\bar{X}$ şeması yeniden çizilir.

$\sigma = R / d_2$ formülünden yeniden hesaplanır

Daha önce yapılan **süreç yeterlik analizinde C_p indeksi** geçerli değildir, çünkü süreç kontrol altında değildi. O halde $C_p = (\bar{UTS} - \bar{ATS}) / 6\sigma$ indeksini yeniden hesaplamalıyız.

Görüldüğü gibi süreç hala yeterli değilse. Bu süreç ancak köklü bazı değişiklikler yapılarak iyileştirilebilir. Çalışanların bu sürecin yetersizliği konusunda bir kusurları yoktur. Üst yönetim kararlılık göstermeli, sürecin analiz edilmesini, bunun sonucunda da gerekli düzeltme ve değişikliklerin yapılmasını sağlamalıdır. Aksi halde yüksek oranda ıskartalı üretim sürecidir.

Eğer R şemasındaki noktalar orta değer (OD) çizgisinin altında kalıyorsa bu süreç değişkenliğinin azaldığını, yani süreçte iyileşme olduğunu gösterir. Bu durumda da yine özel sebepler bulunmuş demektir, yani süreç kontrol sınırlarının yeniden hesaplanması ve kontrol şemalarının yeni sınırlara göre oluşturulması gerekmektedir.

2) $\bar{X}$ m R KONTROL GRAFİĞİ

Bazı proseslerde veri toplaması alt gruplar halinde yapılamaz. Herhangi bir anda prosesten sadece bir tek gözlem alınabilir. Bu durumda $\bar{X}$ –R şeması kullanılamaz. Bu tür bazı kalite karakteristiği örnekler:

- yığınlar halinde üretilen bir kimyevi maddenin akışkanlığı,
- iklim kontrolü yapılan bir odada yapılan sıcaklık veya nem ölçümleri,
- bir kuruluştaki haftalık veya aylık telefon faturası,
- bir hizmet noktasında müşteriye verilen hizmetin süresi.

Böyle durumlarda ***bireyler için kontrol şemaları*** kullanılabilir. Bunlar da bir çift şemadan oluşur:

Bireysel gözlemler için kullanılan bir $\bar{X}$ şemasıyla kalite karakteristiğinin değişkenliği kontrol edilir;

Hareketli aralıklardan oluşturulan bir mR şeması ile süreç değişkenliği kontrol edilir.

Bu iki şema birlikte kısaca XmR şemaları olarak bilinir. Şu aşamalar yardımıyla XmR şemaları hazırlanır:

1. Tek tek gözlemlerden oluşan veriler toplanır ve hazırlanan bir forma kaydedilir, 20 ile 30 arasında gözlem uygundur.
2. Gözlemlerin ortalaması hesaplanır.
3. Bir birini izleyen gözlem çiftleri arasındaki farklar hesaplanarak forma kaydedilir, bunlara hareketli aralık değerleri denir.

(Bir birini izleyen her gözlem çifti sanki bir alt grupmuş gibi düşünülüyor).

Hareketli aralık değerlerinin ortalaması ($\bar{R}$) bulunarak şemalarda kullanılacak alt ve üst sınırlar hesaplanır.

ÖLÇÜLEBİLEN ÖZELLİKLER İÇİN KONTROL GRAFİKLERİ (DEĞİŞKEN NİCELİKLER) :

* X - Ortalama Grafiği : Süreçte işlem gören yada çıkan parçaların merkezi eğilimlerini inceler.

* R - (Range) Açıklık Grafiği : Kitlenin dağılışımda aman içinde bir değışiklik olup olmadığını belirler.

1) Standartların belli olması durumunda ;

Ana kütle ortalaması (μ) ve standart sapması (σ) bilinmektedir.

$\bar{X}$-ort grafiği		
ÜKS	=	$\bar{X} + 2,66 \cdot R$
MÇ	=	$\bar{X}$
AKS	=	$\bar{X} - 2,66 \cdot R$

R grafiği		
ÜKS	=	$3,27 \cdot R$
MÇ	=	R
AKS	=	0

2) Standartın belli olmaması durumunda ;

n birimlik , k tane (alt grup) örnek için

$\bar{X}$-ort grafiği		
ÜKS	=	$\bar{X} + 2,66 \cdot R$
MÇ	=	$\bar{X}$
AKS	=	$\bar{X} - 2,66 \cdot R$

R grafiği		
ÜKS	=	$3,27 \cdot R$
MÇ	=	R
AKS	=	0

Örnek Çalışma : Toptan inşaat malzemesi satan bir şirketin Alıcılar Hesabının son 25 haftalık seyri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

	1	$\dot{X}$ -ORT.	R
1	47,000	47,000	0
2	41,300	41,300	5,7
3	64,300	64,300	23
4	83,300	83,300	19
5	48,000	48,000	35,3
6	87,800	87,800	39,8
7	65,300	65,300	22,5
8	40,800	40,800	24,5
9	55,500	55,500	14,7
10	50,800	50,800	4,7
11	47,800	47,800	3
12	66,300	66,300	18,5
13	39,000	39,000	27,3
14	31,500	31,500	7,5
15	48,300	48,300	16,8
16	47,100	47,100	1,2
17	63,000	63,000	15,9
18	51,300	51,300	11,7
19	72,600	72,600	21,3
20	58,900	58,900	13,7
21	33,500	33,500	25,4
22	42,300	42,300	8,8
23	62,800	62,800	20,5
24	87,600	87,600	24,8
25	42,300	42,300	45,3

$\dot{X}$ -ort grafiği

ÜKS	$\dot{X} + 2,66 \cdot R$
MÇ	$\dot{X}$
AKS	$\dot{X} - 2,66 \cdot R$

Sonuç(1)

ÜKS =	105,111
MÇ =	55,136
AKS =	5,161

R grafiği

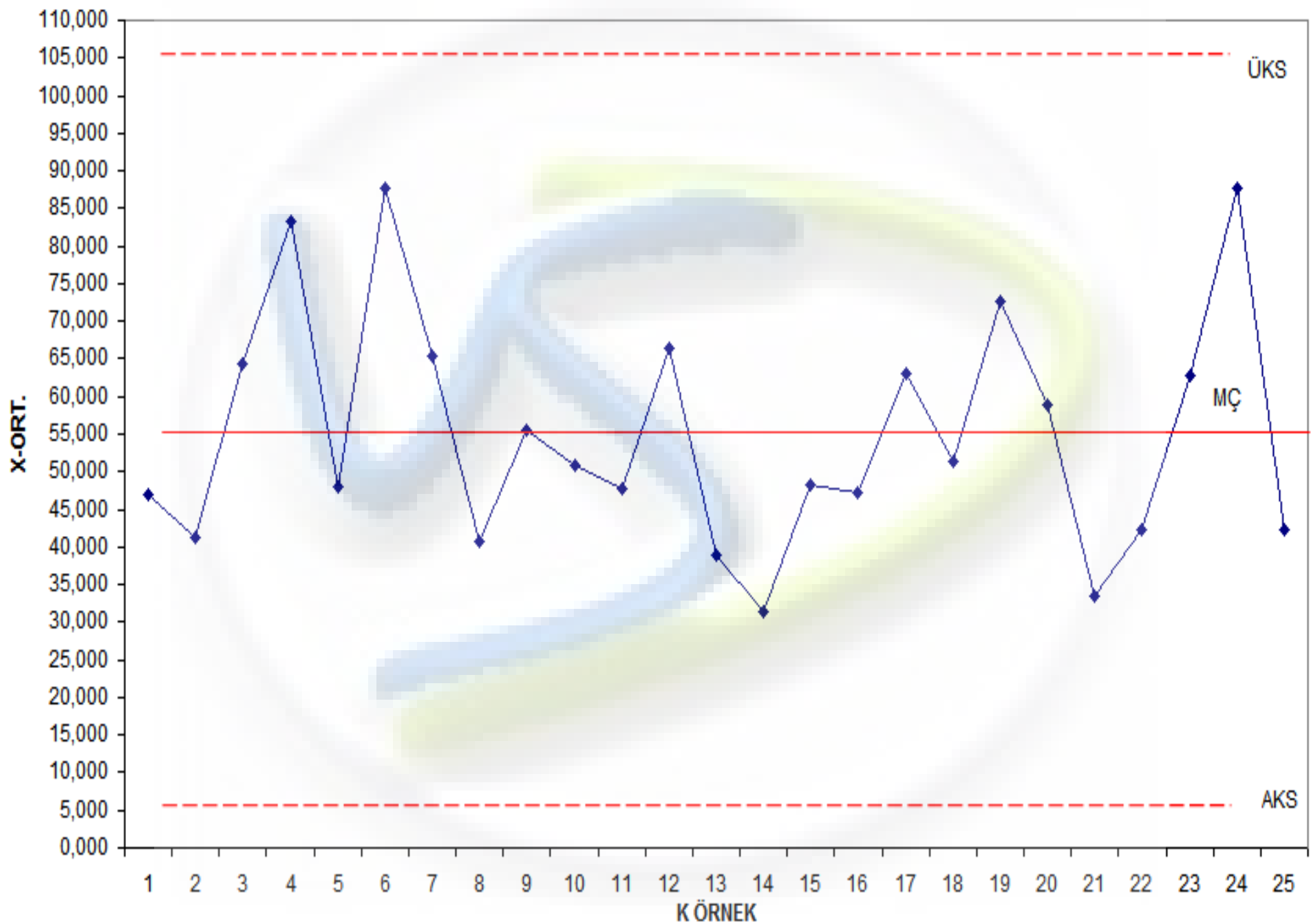
ÜKS	=	$3,27 \cdot R$
MÇ	=	R
AKS	=	0

Sonuç(1)

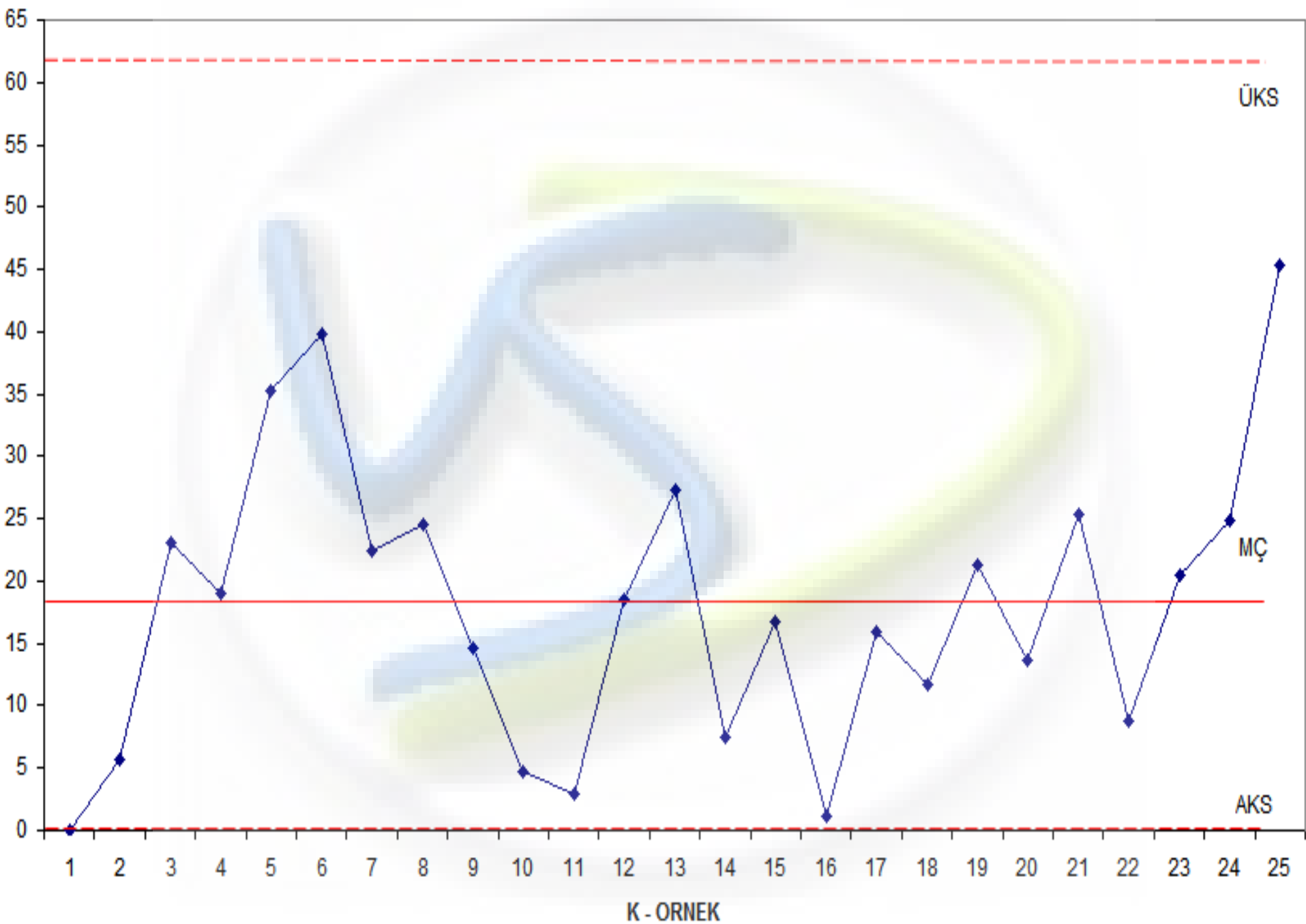
ÜKS =	61,435
MÇ =	18,788
AKS =	0,000

	n =	1	
	k =	25	

ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN $\bar{X}$ ort($\bar{X}$ mR).KONTROL GRAFİĞİ



ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN Rort(XmR) KONTROL GRAFİĞİ



3) X _ S KONTROL GRAFIĞİ

ÖLÇÜLEBİLEN ÖZELLİKLER İÇİN KONTROL GRAFİKLERİ (DEĞİŞKEN NİCELİKLER) :

- * X - Ortalama Grafiği : Süreçte işlem gören yada çıkan parçaların merkezi eğilimlerini inceler.
- * R - (Range) Açıklık Grafiği : Kitlenin dağılışıda aman içinde bir değışiklik olup olmadığını belirler.
- * S - Standart Sapma Grafiği : Kütlenin zaman içindeki dağılışıını inceleyen grafik türüdür.

Uygulamada X grafiği, S veya R ile birlikte kullanılır.

Kütle: (N)

Tüm okumaların toplamı : $\sum x$

Tüm okumaların kareleri toplamı : $\sum x^2$

$$\bar{X} \text{ (ORT.)} = \sum x / N$$

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

$$(S) \text{ ö} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}{N - 1}}$$

$\bar{X}$ -ort. ve S Kontrol Grafikleri :

- * Üretimden alınan örneklerin hacimleri 10' dan büyük olduğunda ($n \geq 10$) X-ort. Grafiği ile birlikte S grafiğinin kullanılır.
- * $n \geq 10$ durumunda R 'nin etkinliği, dolayısıyla güvenilirliği azaldığından dağılım ölçüsü olarak standart sapma tercih edilir.
- * Kontrol sınırları standartların belli olması ve olmaması durumlarına göre ayrı ayrı belirlenir.

1) Standartların belli olması durumunda ;
Ana kütle ortalaması (μ) ve standart sapması (σ) bilinmektedir.

$\bar{X}$ -ort grafiği

ÜKS	=	$\mu + A\sigma$
MÇ	=	μ
AKS	=	$\mu - A\sigma$
Açarpanı	=	$(3/\sqrt{n})$

S grafiği

ÜKS	=	$B6 * \sigma$
MÇ	=	$C4 * \sigma$
AKS	=	$B5 * \sigma$

(B6, C4 , B5 için KCS bölümünden Tabloda ki çarpanlar kullanılmıştır.)

2) Standartın belli olmaması durumunda ;
n birimlik , k tane (alt grup) örnek için

$\bar{X}$ -ort grafiği

ÜKS	=	$\bar{X} + A3 * S$
MÇ	=	$\bar{X}$
AKS	=	$\bar{X} - A3 * S$

S grafiği

ÜKS	=	$S * B4$
MÇ	=	S
AKS	=	$S * B3$

(A3 , B3 ,B4 için KCS bölümünden Tabloda ki çarpanlar kullanılmıştır.)

Örnek Çalışma : U boru üretimi

	1	2	3	4	5	$\bar{X}$ -ORT.	S (ö)
1	10,65	10,7	10,65	10,65	10,85	10,700	0,087
2	10,75	10,85	10,75	10,85	10,65	10,770	0,084
3	10,75	10,8	10,8	10,7	10,75	10,760	0,042
4	10,6	10,7	10,7	10,75	10,65	10,680	0,057
5	10,7	10,75	10,65	10,85	10,8	10,750	0,079
6	10,6	10,75	10,75	10,85	10,7	10,730	0,091
7	10,6	10,8	10,7	10,75	10,75	10,720	0,076
8	10,75	10,8	10,65	10,75	10,7	10,730	0,057
9	10,65	10,8	10,85	10,85	10,75	10,780	0,084
10	10,6	10,7	10,6	10,8	10,65	10,670	0,084
11	10,8	10,75	10,9	10,5	10,85	10,760	0,156
12	10,85	10,75	10,85	10,65	10,7	10,760	0,089
13	10,7	10,7	10,75	10,75	10,7	10,720	0,027
14	10,65	10,7	10,85	10,75	10,6	10,710	0,096
15	10,75	10,8	10,75	10,8	10,65	10,750	0,061
16	10,9	10,8	10,8	10,75	10,85	10,820	0,057
17	10,75	10,7	10,85	10,7	10,8	10,760	0,065
18	10,75	10,7	10,6	10,7	10,6	10,670	0,067
19	10,65	10,65	10,85	10,65	10,7	10,700	0,087
20	10,6	10,6	10,65	10,55	10,65	10,610	0,042
21	10,5	10,55	10,65	10,8	10,8	10,660	0,139
22	10,8	10,65	10,75	10,65	10,65	10,700	0,071
23	10,65	10,6	10,65	10,6	10,7	10,640	0,042
24	10,65	10,7	10,7	10,6	10,65	10,660	0,042

n =	5
k =	24

$\bar{X}$ -ort grafiği

$$\bar{ÜKS} = \bar{X} + A3 \cdot S$$

$$M\check{C} = \bar{X}$$

$$AKS = \bar{X} - A3 \cdot S$$

Sonuç(1)

$$\bar{ÜKS} = 10,823$$

$$M\check{C} = 10,717$$

$$AKS = 10,611$$

S grafiği

$$\bar{ÜKS} = S \cdot B4$$

$$M\check{C} = S$$

$$AKS = S \cdot B3$$

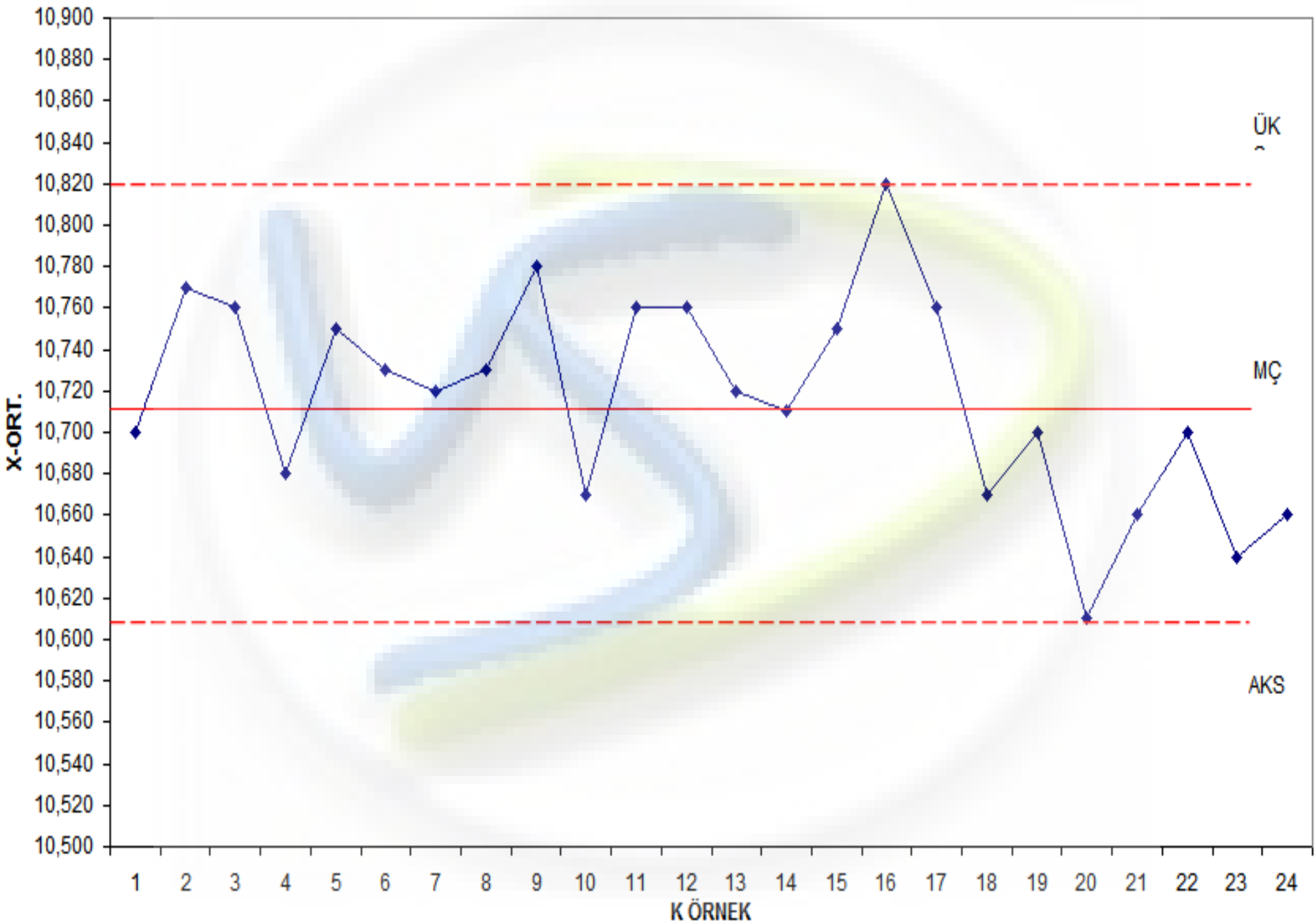
Sonuç(1)

$$\bar{ÜKS} = 0,155$$

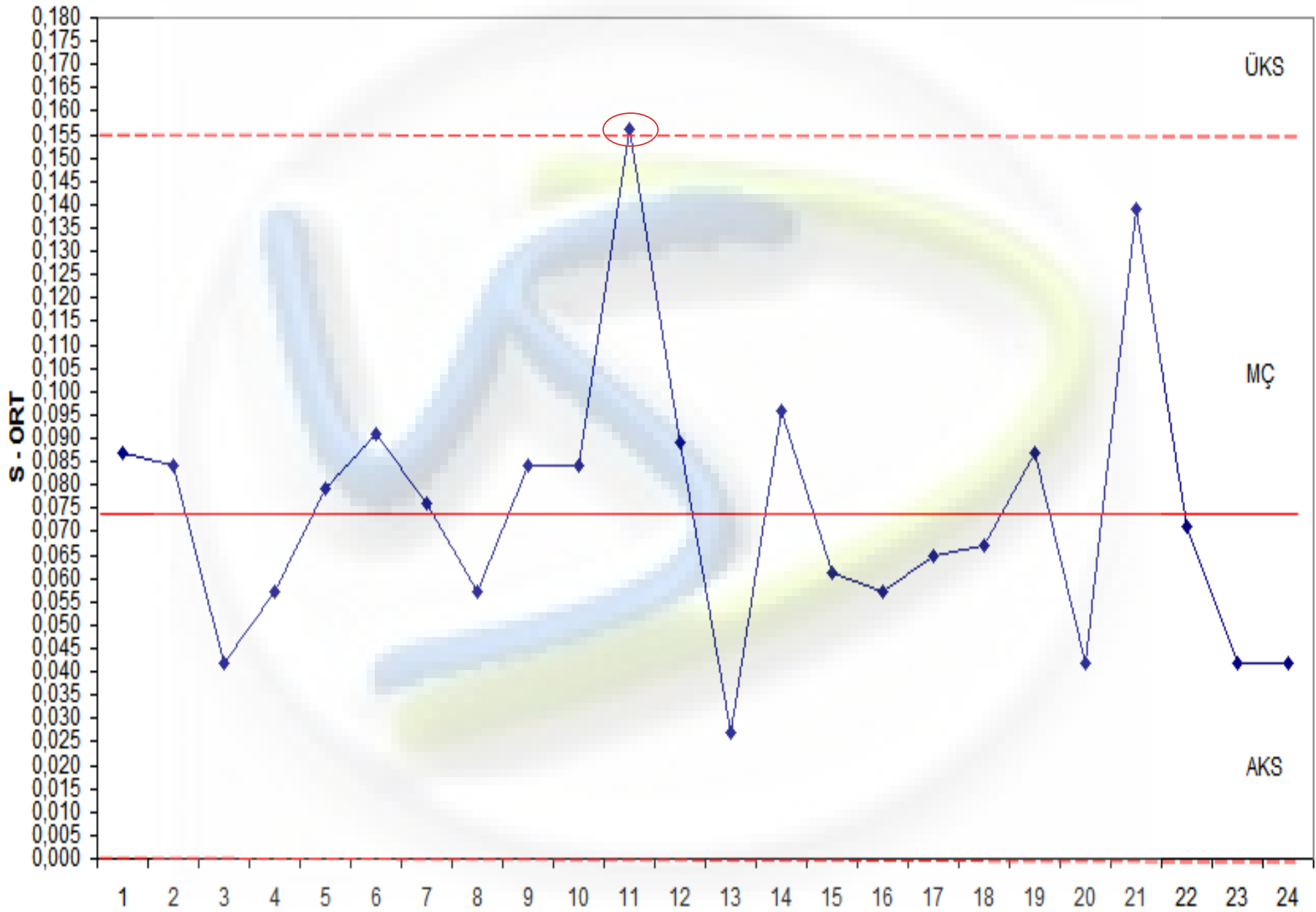
$$M\check{C} = 0,074$$

$$AKS = 0,000$$

ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN X-ORT.KONTROL GRAFİĞİ



ÖLÇÜLEBİLEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN S-ORT.KONTROL GRAFİĞİ



NİTELİK DEĞİŞKENLERİ İÇİN KONTROL ŞEMALARI

Bazı durumlarda kalite karakteristiği ölçülebilir bir değişken olmaz, burada ürünün veya hizmetin belli bir niteliği sağlayıp sağlamadığı gözlenir. Örneğin bir fotoğrafın kalitesini sayısal olarak ölçmek zordur. Ancak bu fotoğrafın istenilen niteliklere sahip olup olmadığına karar verilebilir.

Nitelik şemaları genel olarak **gözle veya bir masterla muayene** neticesinde kullanılır.

Bu amaçla iki tür sema yaygındır:



Kusurlu ürün oranı için **p-şeması** (veya **np-şeması**);

üründe gözlenen kusur sayısı için **u-şeması** (veya **c-şeması**).

Seçilen örneklem eşit sayıda birimden oluşan alt gruplardan oluşabileceği gibi farklı büyüklükteki alt gruplardan da oluşabilir.

Bir ürün veya hizmeti sadece *uygun/uygunsuz*, *tatminkar/değil*, veya *iyi/kusurlu* şeklinde nitelendirebiliyorsanız **p-şeması** (veya **np-şeması**) kullanın.

Bu durumda üretim hattından rasgele seçilen bir örnekte her alt gruba düşen uygunsuz/kusurlu ürün oranı (veya sayısı) için bir kontrol şeması çizilir.

Alternatif olarak bir ürünün kalitesi o üründe gözlenen hata ve kusur sayısı ile ölçülebilirse **u-şeması** (veya **c-şeması**) kullanın.

Seçilen örnekteki her ürün (veya hizmet) için gözlenen hata/kusur sayısı belirlenir ve her alt grupta **birim başına düşen hata sayısı için u-şeması**, her alt gruba düşen hata sayısı için ise c-şeması oluşturulur.

Aşağıda bu şemaların hazırlanması için gerekli aşamalar özetlendi:

1. Hangi tür şemayı kullanacağınıza karar verin. Şu tablo işinizi kolaylaştırabilir:

<i>Eğer çizeceğiniz sema</i>	<i>Alt gruplarda gözlem sayısı (Eşit sayıda birimlerden)</i>	<i>Alt gruplarda gözlem sayısı farklı (Farklı sayıda birimlerden)</i>
Kusurlu ürün içinse <i>İyi kapanmayan bir şişe kapağı.</i> <i>Kusurlu bir bilgisayar yongası.</i>	p-şeması (bir kasa şişedeki kusurlu ürün oranını gösterir.	np-şeması (değişik sayıda şişeden oluşan) her alt gruptaki kusurlu ürün sayısını gösterir.
Üründeki kusur sayısı içinse <i>Bir top kumaşta gözlenen değişik kusurların sayısı.</i>	c-şeması her alt gruba düşen (bir haftalık süre içinde gibi) kusurların sayısını gösterir.	u-şeması her alt grupta birim başına düşen (farklı uzunlukta kumaş topları gibi) kusur sayısını gösterir.

2. Alt gruplar halinde veri toplayın. 10 ile 20 arasında alt grup yeterli olacaktır. Her alt grup belli bir mantığa göre gruplandırılmış n_i tane gözlemden oluşur, sözgelimi bir günlük, bir haftalık, bir kutuya düşen vb. gibi. (Gözlem sayısı n_i her alt grup için farklı olabilir).

3. Grup istatistiklerini ve kontrol sınırlarını hesaplayın.

SÜRECİN KONTROL DIŞINDA OLMASI :

- I.
- a- Herhangi bir alt grup değeri kontrol limitleri dışına düştüğünde sürecin kontrol dışı olduğuna karar verilir.
 - b- Kontrol limitleri dışına düşen nokta kontrol limitlerini belirleyen kitleden farklı bir kitle elemanı olarak değerlendirilir.
 - c- Bazen bütün alt grup değerleri kontrol limitleri içinde yer alsalar bile sürecin kontrol dışında olduğundan bahsedilir. Bu süreç doğal olmayan değişim desenleri olduğu zaman ortaya çıkar.
 - d- Ardarda 7 kütle ortalaması , ardarda 11 kütle ortalamasından 10 u, ardarda 14 kütle ortalamasından 12 si, ardarda 17 kütle ortalamasından 14 ü , MÇ nin altına veya üstüne düşerse doğal olmayan bir durum söz konusudur.

II. Özel faktörlerin grafıklara etkileri ;



- * Süreç ortalamasındaki değişme
- * Süreç değişkenliğindenki değişmeler
- * Dağılım şeklindeki değişme
- * Sürekli ve düzenli değişme
- * Periyodik olayların yol açtığı değişmeler
- * Hatalı uygulamaların neden olduğu değişmeler
- * Tesadüfi hataların yol açtığı hatalar

NİTELİK DEĞİŞKENLERİ İÇİN KONTROL GRAFİKLERİ

Nitelik Değerlerin Standartlar Bilinmiyorsa :

1. P-Grafiği (Hatalı ürün)

Her alt grup için: $p_i = (i \text{ 'nci gruptaki kusurlu ürün sayısı}) / n_i$

Kusurlu ürün oranı= $P_i = (\sum p_i / n_i)$

Tüm veriler için: $\bar{p} = (\text{Toplam kusurlu ürün oranı}) / (\text{Toplam grup sayısı})$

MÇ = $P_{ort} (P_i / k_i)$

ÜKS ($P_{ort} + 3S_{pi}$)

ÜKS ($P_{ort} - 3S_{pi}$)

Burada : $S_{pi} (\sqrt{P_{ort} (1 - \bar{P}_{ort}) / n_i}) = \bar{p}$ 'nin standart hatası

** $P > 0,15$ den ciddi bir problemdir.*

** $n.p > 1$ sağlanmalıdır.*

Şemadaki noktalar her alt grup için kusurlu ürün oranını (p_i) gösterecektir.

(Her alt grup için n_i farklı olduğu takdirde standart hatanın da farklı olacağına dikkat ediniz)

p_i ve $\bar{p}$ yukarıdaki gibi hesaplanır, ancak burada n her grup için aynı olmalıdır.

Örnek Çalışma :

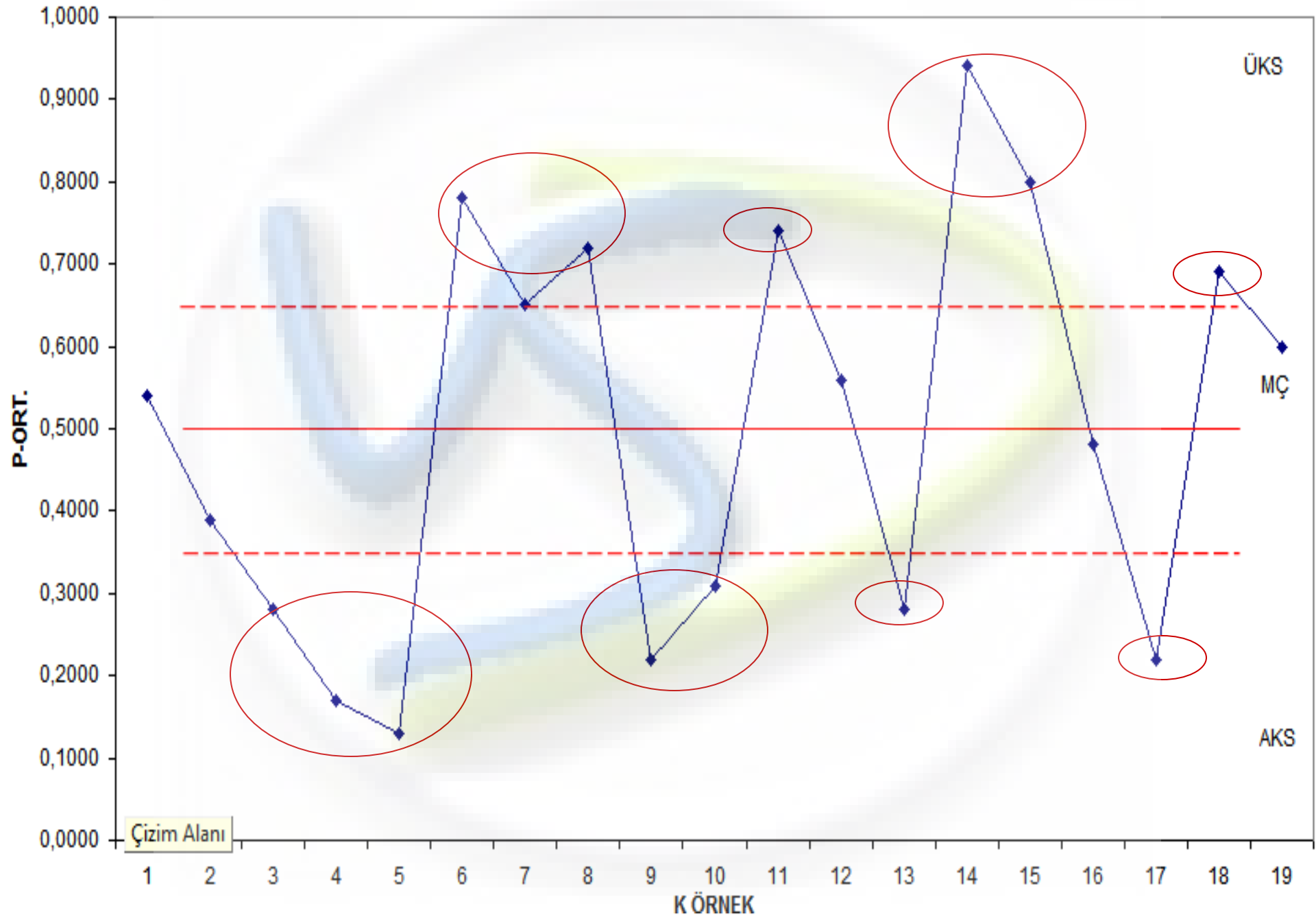
Kontrol edilen parçalarda ki tablo aşağıda verilmiştir. N değişkenlik göstermektedir. P ve nP kontrol grafiklerini oluşturunuz.

Örnek no	n	hata sayısı	% hata
1	750	54	7,20%
2	750	39	5,20%
3	250	28	11,20%
4	250	17	6,80%
5	250	13	5,20%
6	1000	78	7,80%
7	1000	65	6,50%
8	750	72	9,60%
9	500	22	4,40%
10	500	31	6,20%
11	1000	74	7,40%
12	1000	56	5,60%
13	500	28	5,60%
14	250	94	37,60%
15	1000	80	8,00%
16	1000	48	4,80%
17	250	22	8,80%
18	750	69	9,20%
19	750	60	8,00%

	1	p -ORT.
1	54,000	0,5400
2	39,000	0,3900
3	28,000	0,2800
4	17,000	0,1700
5	13,000	0,1300
6	78,000	0,7800
7	65,000	0,6500
8	72,000	0,7200
9	22,000	0,2200
10	31,000	0,3100
11	74,000	0,7400
12	56,000	0,5600
13	28,000	0,2800
14	94,000	0,9400
15	80,000	0,8000
16	48,000	0,4800
17	22,000	0,2200
18	69,000	0,6900
19	60,000	0,6000

ki =	19
ni =	100
$\sum P =$	950,000
Pi =	9,500
P_ort=	0,500
Spi =	0,050
ÜKS =	0,650
MÇ =	0,500
AKS=	0,350

ÖLÇÜLEMİYEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN P-ORT.KONTROL GRAFİĞİ



2. nP - Grafiği :				ki =	19	ΣP=	950
$SnP = (\sqrt{nP_{ort} (1 - P_{ort}) / n_i})$ (standart hatası)				Σni =	12500		
ortalama kusurlu ürün sayısı $nP_{ort} = (\sum p / \sum n_i) = M\check{C}$				0,076			

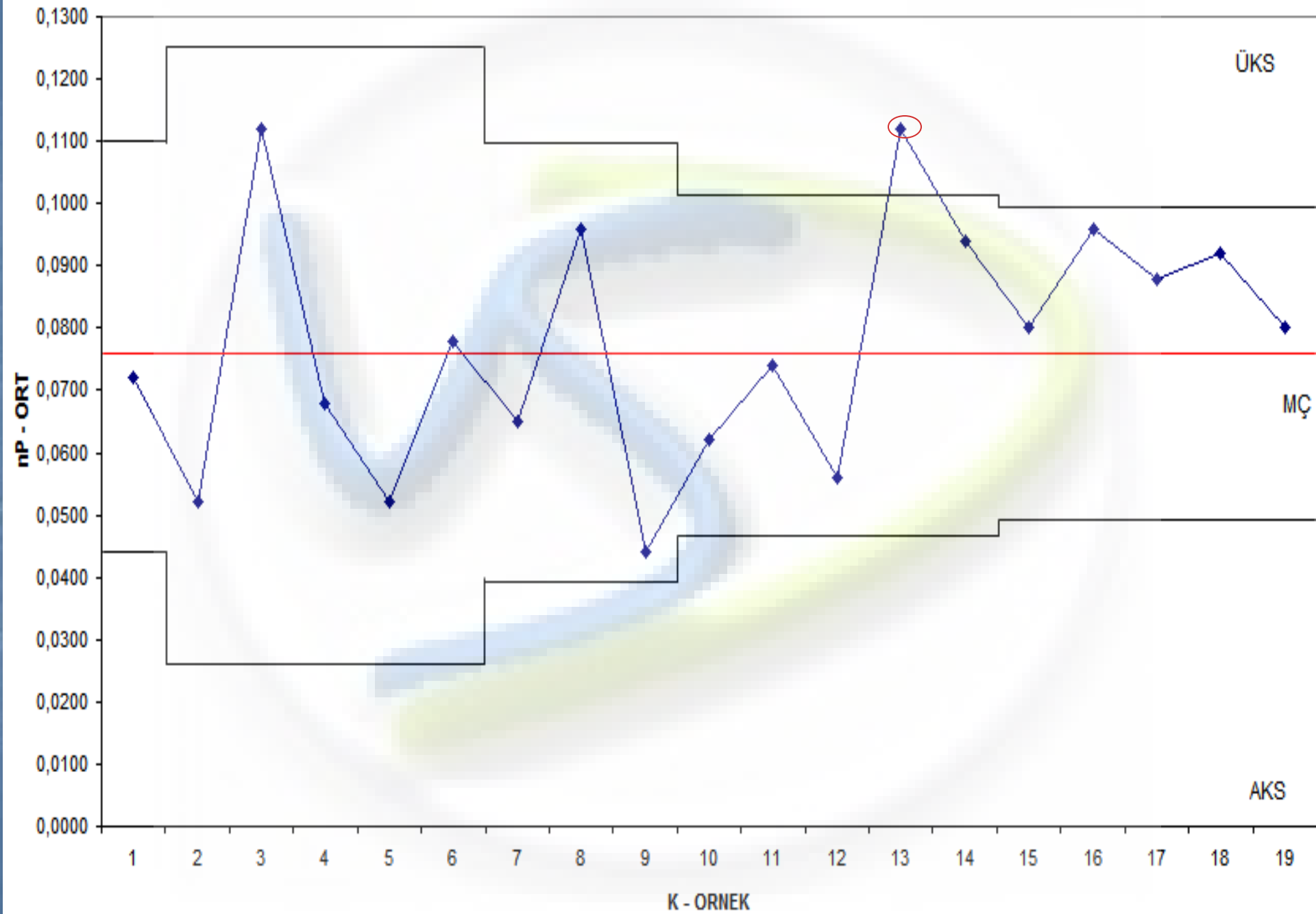
$\ddot{ÜKS} = n\hat{p} + 3ns_p$
 $AKS = n\hat{p} - 3ns_p$
Şemadaki noktalar her alt grup için kusurlu ürün sayısını (np) gösterecektir.

	1	p -ORT.	ni (Değişkense)
1	54,000	0,0720	750
2	39,000	0,0520	750
3	28,000	0,1120	250
4	17,000	0,0680	250
5	13,000	0,0520	250
6	78,000	0,0780	1000
7	65,000	0,0650	1000
8	72,000	0,0960	750
9	22,000	0,0440	500
10	31,000	0,0620	500
11	74,000	0,0740	1000
12	56,000	0,0560	1000
13	28,000	0,1120	250
14	94,000	0,0940	1000
15	80,000	0,0800	1000
16	48,000	0,0960	500
17	22,000	0,0880	250
18	69,000	0,0920	750
19	60,000	0,0800	750

ni	ki	ΣP	P_ort	SnP	ÜKS	AKS
250	5	108	0,0864	0,01667	0,126	0,026
750	5	294	0,0784	0,00966	0,105	0,047
500	3	101	0,067333	0,01191	0,1117	0,040
1000	6	447	0,0745	0,00839	0,1012	0,051

Ortak değişken ni dikkate alınır. MÇ hepsi için aynıdır.

ÖLÇÜLEMİYEN, STANDARTI BELLİ OLMAYAN (nP) KONTROL GRAFİĞİ



Standartlar biliniyorsa :

P_ort Biliniyorsa :

	P_ort =	0,02
	ni =	100
$SP = \sqrt{(Port*(1-Port))/n}$	Spi =	0,014
$\ddot{U}KS = Port + 3*SP$	$\ddot{U}KS =$	0,062
$M\check{C} = P_ort$	$M\check{C} =$	0,02
$AKS = Port - 3*SP$	$AKS =$	-0,022

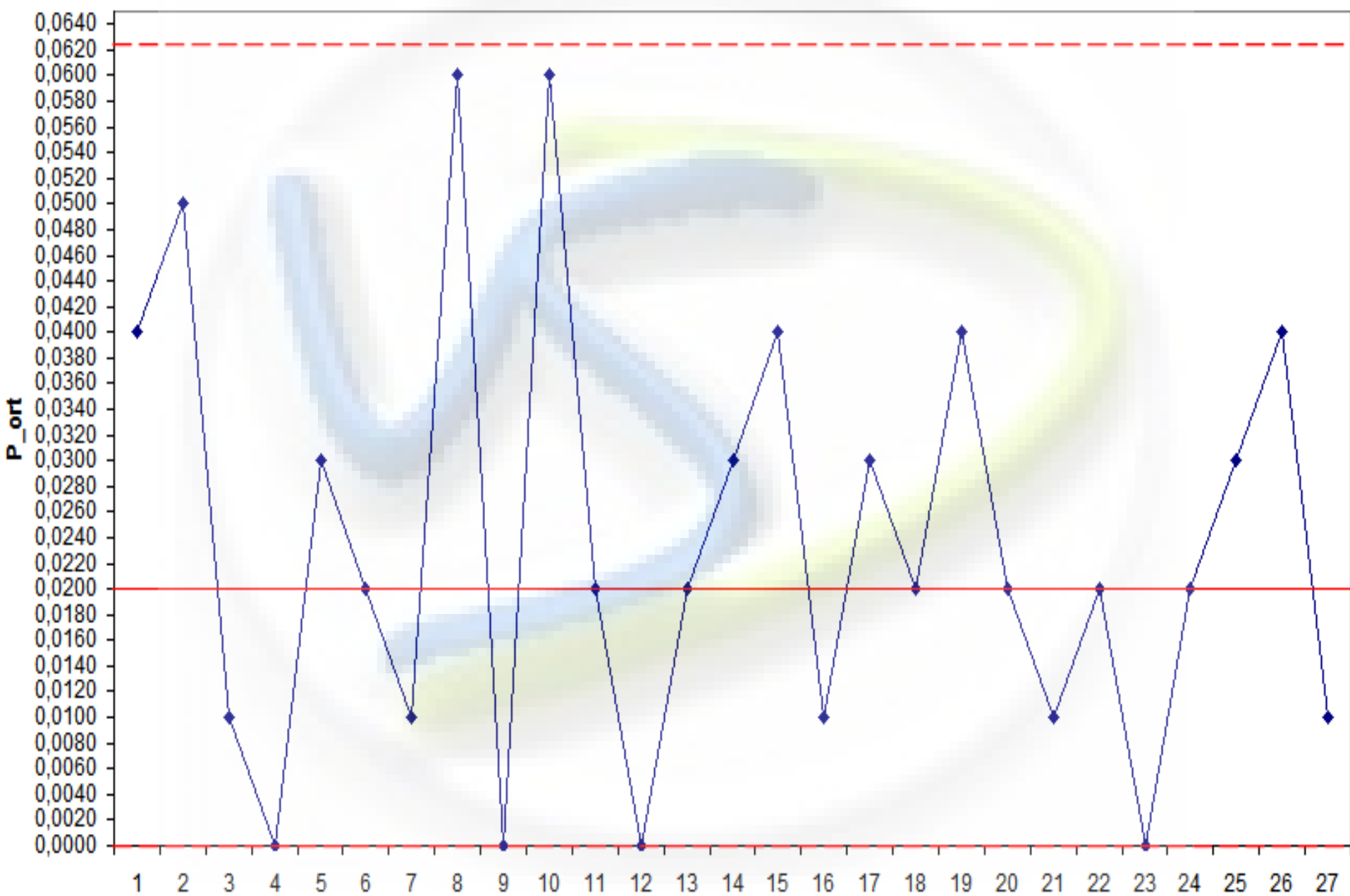
($\ddot{U}KS$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

- Alt grup hacimleri eşit olabilir ancak (n'ler) değişken ise de kullanışlıdır,
- n büyük olmalıdır. (n.p > 1 sağlanmalı)
- $P > 0.15$ durumlarında ; şirketin ciddi problemle karşı karşıya olduğu söylenebilir,
- Süreç kontrol alt ında değilse süreci etkileyen " özel nedenler" söz konusudur.
- Tek bir grafiğin üzerinde bir madde üzerinde gözlemlenmi ş kalite özelliklerinin hepsi için kullanılabilmesi bir avantajdır.

Örnek Çalışma ;

Örnek no	n	hata sayısı	% hata	Örnek no	n	hata sayısı	% hata
1	100	4	4,00%	19	100	4	4,00%
2	100	5	5,00%	20	100	5	5,00%
3	100	1	1,00%	21	100	1	1,00%
4	100	0	0,00%	22	100	0	0,00%
5	100	3	3,00%	23	100	3	3,00%
6	100	2	2,00%	24	100	2	2,00%
7	100	1	1,00%	25	100	1	1,00%
8	100	6	6,00%	26	100	6	6,00%
9	100	0	0,00%	27	100	0	0,00%
10	100	6	6,00%	28	100	6	6,00%
11	100	2	2,00%	29	100	2	2,00%
12	100	0	0,00%	30	100	0	0,00%
13	100	2	2,00%	31	100	2	2,00%
14	100	3	3,00%	32	100	3	3,00%
15	100	4	4,00%	33	100	4	4,00%
16	100	1	1,00%	34	100	1	1,00%
17	100	3	3,00%	35	100	3	3,00%
18	100	2	2,00%				

STANDARTLARI BELLİ P_ort GRAFİĞİ



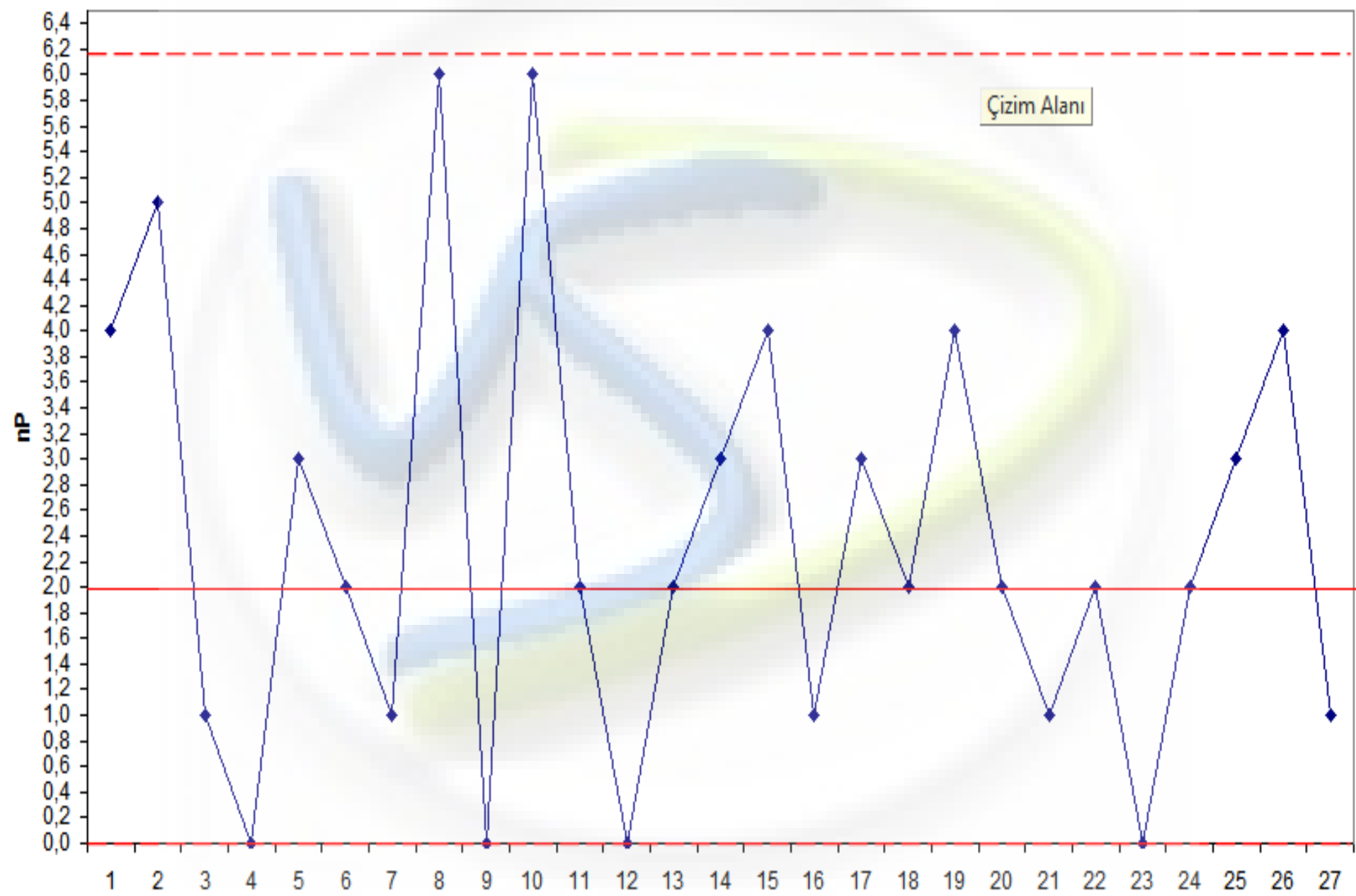
nP (d=n*p) Grafiği :

	$P_{ort} =$	0,02
	$n_i =$	100
$nP = (n * p)$	$nPort =$	2
$\ddot{ÜKS} = nPort + 3 * \sqrt{nPort * (1 - Port)}$	$\ddot{ÜKS} =$	6,2
$MÇ = nPort$	$MÇ =$	2
$AKS = nPort - 3 * \sqrt{nPort * (1 - Port)}$	$AKS =$	-2,2

($\ddot{ÜKS}$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

* Kusurlu oranları yerine kusurlu sayılarıyla ilgilenildiğinde $d=n*P$ grafikleri kullanılır.

STANDARTI BELLİ nP GRAFİĞİ



C (Örnek başına kusurlu) Grafiği :

C Grafiğinde her bir örnekteki toplam kusur sayıları dikkate alınır. Kusur olarak sınıflandırılan bir parçada ; birden fazla kusur bulunabilir. Örneğin ; 1m² kumaşta bulunan hatalı ilmek sayısı, şişede bulunan hava kabarcıkları, TV kasasında bulunan hava kabarcıkları, C grafiği Poisson dağılımına uyar.

Gerekli koşullar :

- 1- Ortalama kusur sayısı tüm toplam kusur sayısından çok daha az olmalıdır.
 - 2- Örnek hacminin eşit olması gerekir.
 - 3- Kusurların ortaya çıktığı şartlar eşit olmalıdır.
 - 4- Burada kusurlu/kusursuz yerine "Ne derece kusur" olduğu tayin edilmektedir.
- $c = n$ birimden oluşan bir muayenede örneğindeki toplam kusurlu sayısıdır. Kitleye ait C bellidir.

1) Standartlar biliniyorsa :

$$\text{ÜKS} = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$$

$$\text{MÇ} = C_{\text{ort}}$$

$$\text{AKS} = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$$

2) Standartlar bilinmiyorsa :

$$C_{\text{ort}} = \sum C_i / k$$

$$\text{ÜKS} = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$$

$$\text{MÇ} = C_{\text{ort}}$$

$$\text{AKS} = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$$

(ÜKS veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

Standartlar belli değilse, Örnek Çalışma :

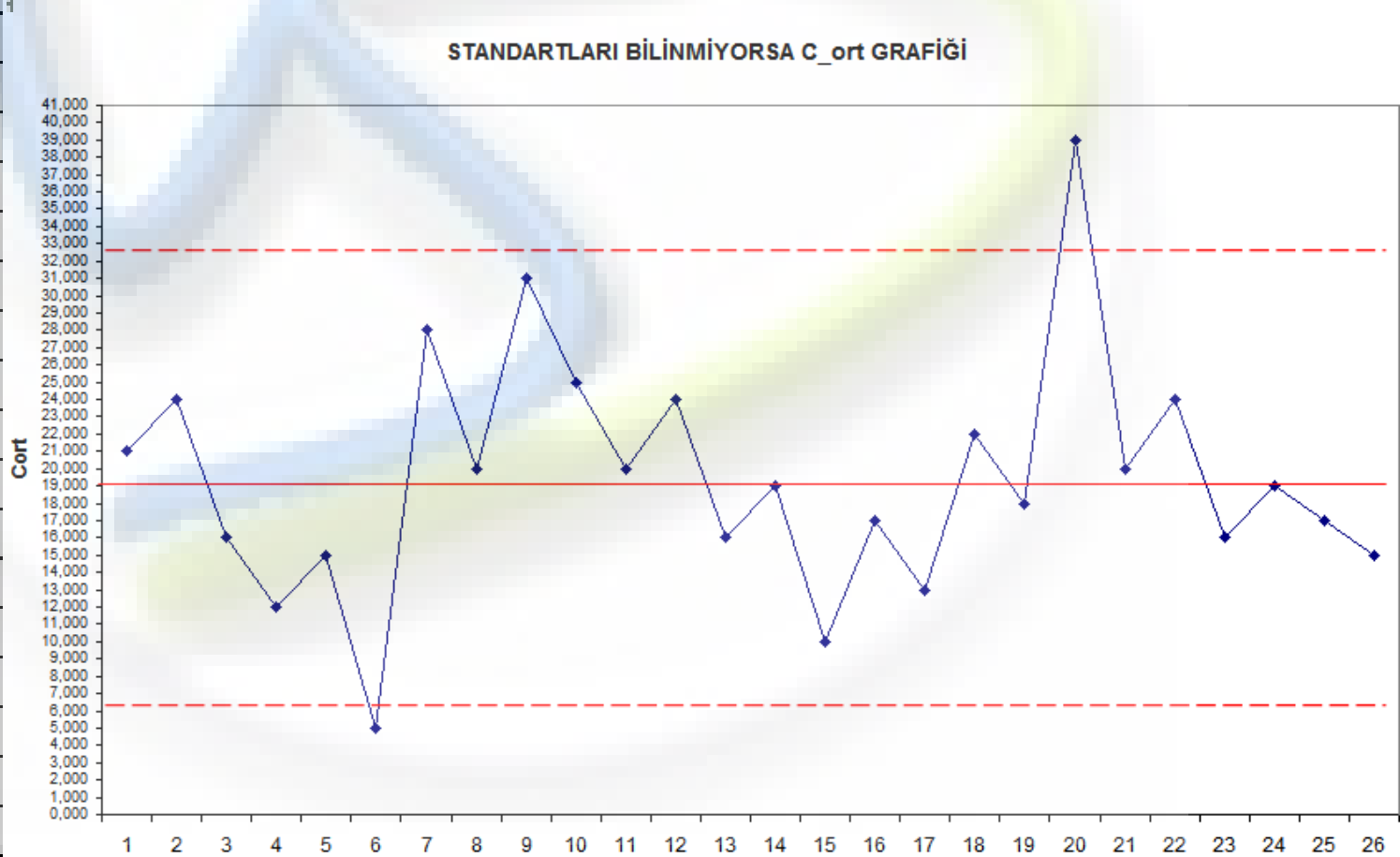
Elimizde üretimi yapılmış ürün için 100'er adet uygun olmayan (kusurlu sayılan) vardır.

Örnek no	n	hata sayısı	Örnek no	n	hata sayısı
1	100	21	19	100	18
2	100	24	20	100	39
3	100	16	21	100	30
4	100	12	22	100	24
5	100	15	23	100	16
6	100	5	24	100	19
7	100	28	25	100	17
8	100	20	26	100	15
9	100	31			
10	100	23			
11	100	20			
12	100	24			
13	100	16			
14	100	19			
15	100	10			
16	100	17			
17	100	13			
18	100	22			

	C -ORT.
1	21,000
2	24,000
3	16,000
4	12,000
5	15,000
6	5,000
7	28,000
8	20,000
9	31,000
10	25,000
11	20,000
12	24,000
13	16,000
14	19,000
15	10,000
16	17,000
17	13,000
18	22,000
19	18,000
20	39,000
21	20,000
22	24,000
23	16,000
24	19,000
25	17,000
26	15,000

$k = 26$	
$\sum C_i = 506,00$	
$n_i = 1$	
$C_{ort} = \sum C_i / k$	$C_{ort} = 19,46$
$\ddot{U}KS = C_{ort} + 3\sqrt{C_{ort}}$	$\ddot{U}KS = 32,70$
$M\check{C} = C_{ort}$	$M\check{C} = 19,46$
$AKS = C_{ort} - 3\sqrt{C_{ort}}$	$AKS = 6,23$

($\ddot{U}KS$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)



Standartlar belli , Örnek Çalışma :

Seramik mamulleri üreten bir fabrikada fayans lavabolar üzerinde 1 cm² 'den büyük lekeler kusur sayılmaktadır. İşletme 4 kusur sayısını hedef almıştır. Her biri 5'er lavabodan oluşan 20 örnek için kusursayıları verilmiştir

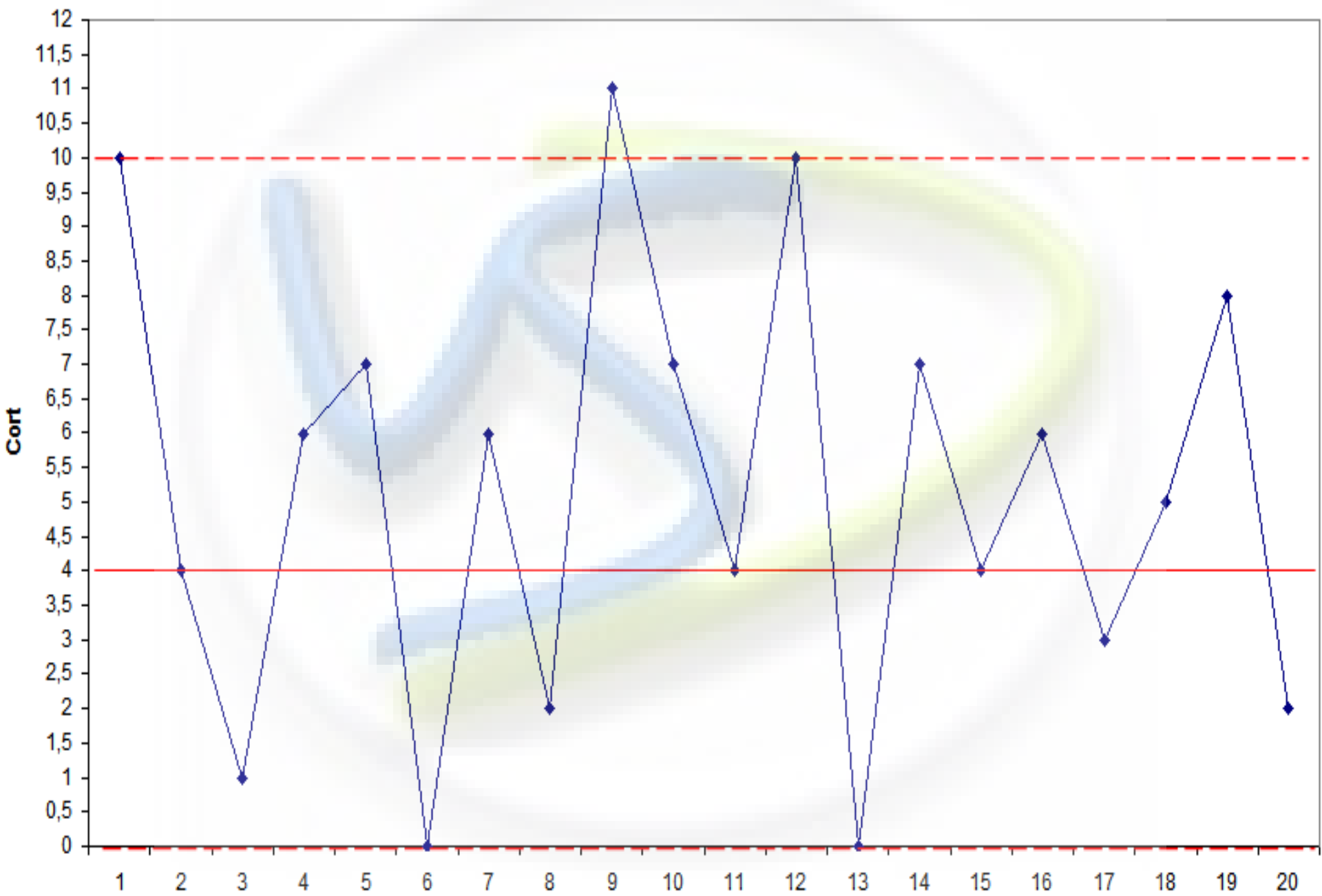
	1	C-ORT.
1	10	0,5000
2	4	0,2000
3	1	0,0500
4	6	0,3000
5	7	0,3500
6	0	
7	6	0,3000
8	2	0,1000
9	11	0,5500
10	7	0,3500
11	4	0,2000
12	10	0,5000
13	0	
14	7	0,3500
15	4	0,2000
16	6	0,3000
17	3	0,1500
18	5	0,2500
19	8	0,4000
20	2	0,1000

$k = 26$
$\sum C_i = 506,00$
$n_i = 1$
$C_{ort} = \sum C_i / k$
$C_{ort} = 19,46$
$\bar{ÜKS} = C_{ort} + 3\sqrt{C_{ort}}$
$\bar{ÜKS} = 32,70$
$MÇ = C_{ort}$
$MÇ = 19,46$
$AKS = C_{ort} - 3\sqrt{C_{ort}}$
$AKS = 6,23$

(ÜKS veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

Örnek no	n	hata sayısı
1	5	10
2	5	4
3	5	1
4	5	6
5	5	7
6	5	0
7	5	6
8	5	2
9	5	11
10	5	7
11	5	4
12	5	10
13	5	0
14	5	7
15	5	4
16	5	6
17	5	3
18	5	5
19	5	8
20	5	2

STANDARTLARI BELLİ İSE C_ort GRAFİĞİ



U (Birim (ni) başına kusurlu) Grafiği :

Eğer örneklem birden fazla birimden(İi) oluşuyorsa birimlerin sayısı kütleden kütleye değişiyorsa C grafiği yerine U grafiği kullanılır. Birim başına kusur sayıları dikkate alınır.

<u>1) Standartlar biliniyorsa :</u>	
Örnek Sayısı	ni
ÜKS = $U_{ort} + 3 * (\sqrt{U_{ort}} / n)$	
MÇ = U_{ort}	
ÜKS = $U_{ort} - 3 * (\sqrt{U_{ort}} / n)$	

<u>2) Standartlar bilinmiyorsa :</u>	
$SnP = (\sqrt{nU_{ort}} / ni)$ (standart hatası)	
ortalama kusurlu ürün sayısı $nP_{ort} = (\sum u / \sum ni) = MÇ$	
$ÜKS = n \cdot U + 3ns_p$	
$AKS = n \cdot U - 3ns_p$	
Şemadaki noktalar her alt grup için kusurlu ürün sayısını (nU i) gösterecektir.	

Örnek Sayısı	ni
$U_{ort} = \sum Ci / k$	
$SnP = (\sqrt{nU_{ort}} / ni)$	
$ÜKS = U_{ort} + 3 * (\sqrt{U_{ort}} / n)$	
$MÇ = U_{ort}$	
$ÜKS = U_{ort} - 3 * (\sqrt{U_{ort}} / n)$	

Örnek Çalışma :

Örnek no	n(KG)	hata sayısı	Örnek no	n(KG)	hata sayısı
1	180	28	19	250	28
2	190	38	20	260	35
3	170	22	21	290	72
4	370	42	22	310	44
5	470	52	23	190	23
6	230	25	24	500	34
7	280	37	25	420	52
8	260	45			
9	270	24			
10	380	42			
11	250	26			
12	240	35			
13	290	32			
14	280	56			
15	300	30			
16	290	71			
17	380	41			
18	400	47			

	1	U -ORT.
1	28,000	0,1556
2	38,000	0,2000
3	22,000	0,1294
4	42,000	0,1135
5	52,000	0,1106
6	25,000	0,1087
7	37,000	0,1321
8	45,000	0,1731
9	24,000	0,0889
10	42,000	0,1105
11	26,000	0,1040
12	35,000	0,1458
13	32,000	0,1103
14	56,000	0,2000
15	30,000	0,1000
16	71,000	0,2448
17	41,000	0,1079
18	47,000	0,1175
19	28,000	0,1120
20	35,000	0,1346
21	72,000	0,2483
22	44,000	0,1419
23	23,000	0,1211
24	34,000	0,0680
25	52,000	0,1238

1) Standartlar biliniyorsa ;

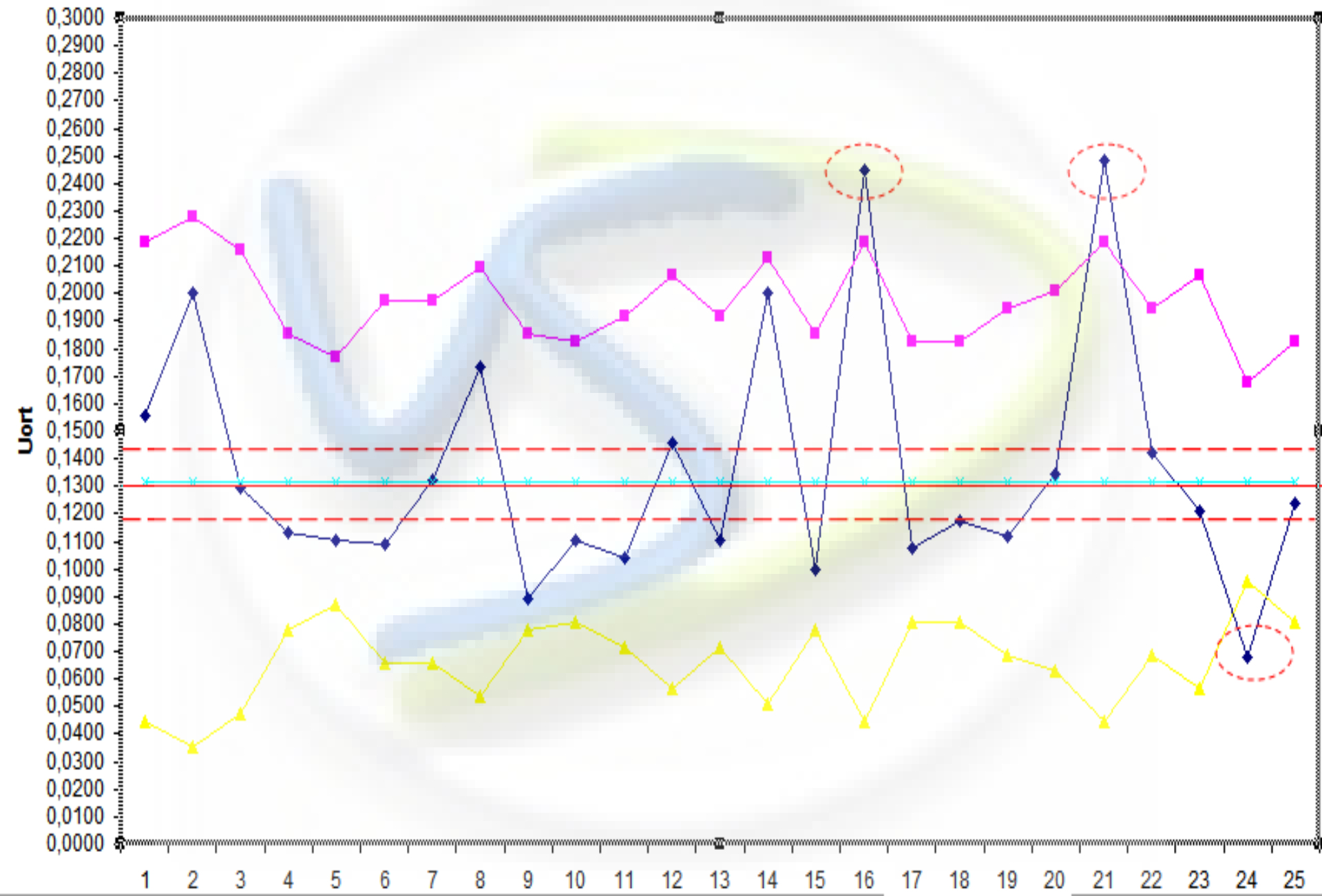
Örnek Sayısı	$n_i =$	7450,00
	$U_{ort} =$	0,13
$\ddot{ÜKS} = U_{ort} + 3*(\sqrt{U_{ort}}/n)$	$\ddot{ÜKS} =$	0,14
$MÇ=U_{ort}$	$MÇ =$	0,13
$\ddot{ÜKS} = U_{ort} - 3*(\sqrt{U_{ort}}/n)$	$AKS =$	0,12

($\ddot{ÜKS}$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

2) Standartlar bilinmiyorsa ;

	$k =$	25
	$\sum U_i =$	981,000
Örnek Sayısı	$n_i =$	7450,000
$U_{ort} = \sum C_i / k$	$U_{ort} =$	0,1317
$SnP = (\sqrt{n} U_{ort} / n_i)$	$SnP =$	0,0042
$\ddot{ÜKS} = U_{ort} + 3*(\sqrt{U_{ort}} / n)$	$\ddot{ÜKS} =$	0,1443
$MÇ=U_{ort}$	$MÇ =$	0,1317
$\ddot{ÜKS} = U_{ort} - 3*(\sqrt{U_{ort}} / n)$	$AKS =$	0,1191

STANDARTLARI BİLİNMEYORSA U_ort GRAFİĞİ



CuSUM (Kümülatif Toplam) Grafiği :

Cusum kontrol çizelgeleri esas olarak kronolojik sırada düzenlenmiş verilerin analizi ile ilgilidir. Böylece bir sürecin sürekli kontrolünün sağlanması amaçlanır. Klasik çizelgelere göre başlıca üstünlükleri, özellikle değişimin fazla büyük olmadığı durumlarda, küçük maliyetle aynı etkinliği sağlamasıdır. Cusum kontrol çizelgesinde, süreç ortalamasındaki ani ve ısrarlı değişiklikler derhal fark edilmekte, değişimin zamanı daha belirgin olarak saptanmakta ve görüntülenebilmektedir. Cusum kontrol çizelgesinde herhangi bir karara varılırken elde edilen bilgilerin tümünün kullanılması gerekmemektedir

$$S_t = \sum_{i=1}^t (X_i - T)$$

Cusum çizelgeleri geçmiş gözlemleri dikkate alarak mevcut durum hakkında fikir verir.

Eğer grafik her zaman pozitif yönde eğim gösteriyorsa veriler çoğunlukla hedef veya referans değerinin üzerindedir. Yüksek hedef çizelgede sürekli bir negatif eğim olarak sonuçlanacaktır. Cusum çizelgelerinin yorumu için aşağıda bazı kurallar verilmiştir.

1. Cusum eğimi; yukarı (+) yönde ise gözlemler hedef değerin üzerindedir.
2. Cusum eğimi; aşağı (-) yönde ise gözlemler hedef değerin altındadır.
3. Cusum eğimi yatay hizada sıralanmışsa gözlemler hedef değerdir.
4. Cusum eğimi değişken ise gözlemler değişik seviyelerdedir.

1) Standartlar biliniyorsa ;

	$C_{\text{ort}} = T$
$\ddot{ÜKS} = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$\ddot{ÜKS} =$
$MÇ = C_{\text{ort}}$	$MÇ =$
$AKS = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$AKS =$

2) Standartlar bilinmiyorsa ;

$C_{\text{ort}} = \sum C_i / k = T$	$C_{\text{ort}} = T =$
$\ddot{ÜKS} = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$\ddot{ÜKS} =$
$MÇ = C_{\text{ort}}$	$MÇ =$
$AKS = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$AKS =$

($\ddot{ÜKS}$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

Örnek Çalışma :

aylar	Hata sayıs Cort.	aylar	Aylar sayıs Cort.
1	1	21	2
2	4	22	1
3	3	23	2
4	5	24	3
5	4	25	1
6	3	26	2
7	6	27	6
8	3	28	0
9	2	29	5
10	5	30	2
11	3	31	1
12	4	32	4
13	2	33	1
14	3	34	3
15	7	35	1
16	3	36	5
17	5	37	5
18	1	38	2
19	3	39	3
20	3	40	4

	T	C -ORT.	ni	Σp (Top.Kusur)	kı	T=C_ort	(Ölçüm-T)	CuΣUM St
1	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	-2
2	4,000	0,1026	1	4,0000	39	3	1	-1
3	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	-1
4	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	1
5	4,000	0,1026	1	4,0000	39	3	1	2
6	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	2
7	6,000	0,1538	1	6,0000	39	3	3	5
8	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	5
9	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	4
10	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	6
11	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	6
12	4,000	0,1026	1	4,0000	39	3	1	7
13	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	6
14	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	6
15	7,000	0,1795	1	7,0000	39	3	4	10
16	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	10
17	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	12
18	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	10
19	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	10
20	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	10
21	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	9
22	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	7
23	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	6
24	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	6
25	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	4
26	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	3
27	6,000	0,1538	1	6,0000	39	3	3	6
28	4	0,0000	0	0,0000	39	3	-3	3
29	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	5
30	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	4
31	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	2
32	4,000	0,1026	1	4,0000	39	3	1	3
33	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	1
34	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	1
35	1,000	0,0256	1	1,0000	39	3	-2	-1
36	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	1
37	5,000	0,1282	1	5,0000	39	3	2	3
38	2,000	0,0513	1	2,0000	39	3	-1	2
39	3,000	0,0769	1	3,0000	39	3	0	2
40	4,000	0,1026	1	4,0000	39	3	1	3

1) Standartlar biliniyorsa ;

	$C_{\text{ort}} = T$	3,15
$\ddot{U}KS = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$\ddot{U}KS =$	8,47
$M\check{C} = C_{\text{ort}}$	$M\check{C} =$	3,15
$AKS = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$AKS =$	-2,17

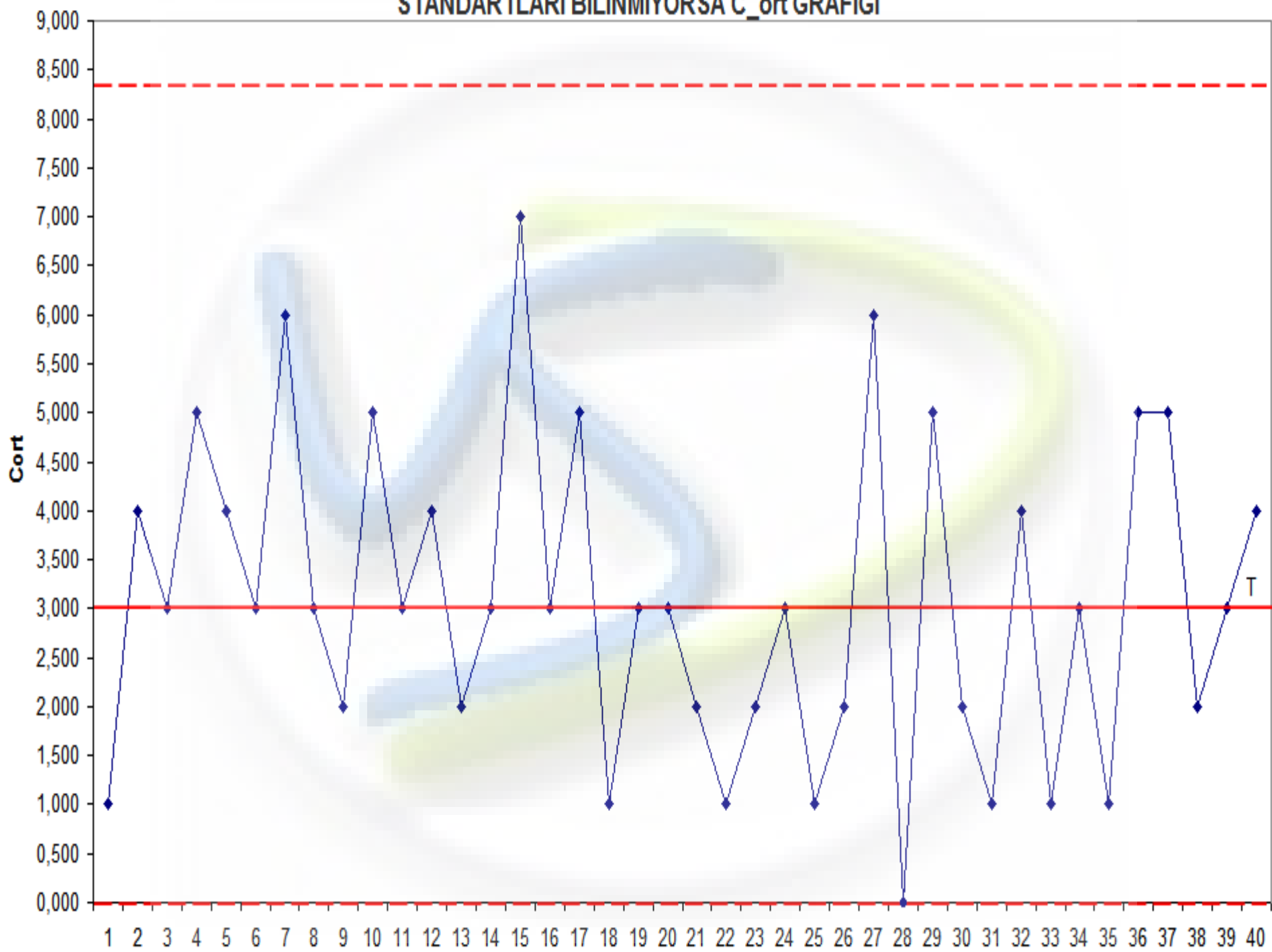
($\ddot{U}KS$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

2) Standartlar bilinmiyorsa ;

	$k =$	39
	$\sum C_i =$	123,00
	$n_i =$	1
$C_{\text{ort}} = \sum C_i / k = T$	$C_{\text{ort}} = T =$	3,15
$\ddot{U}KS = C_{\text{ort}} + 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$\ddot{U}KS =$	8,48
$M\check{C} = C_{\text{ort}}$	$M\check{C} =$	3,15
$AKS = C_{\text{ort}} - 3\sqrt{C_{\text{ort}}}$	$AKS =$	-2,17

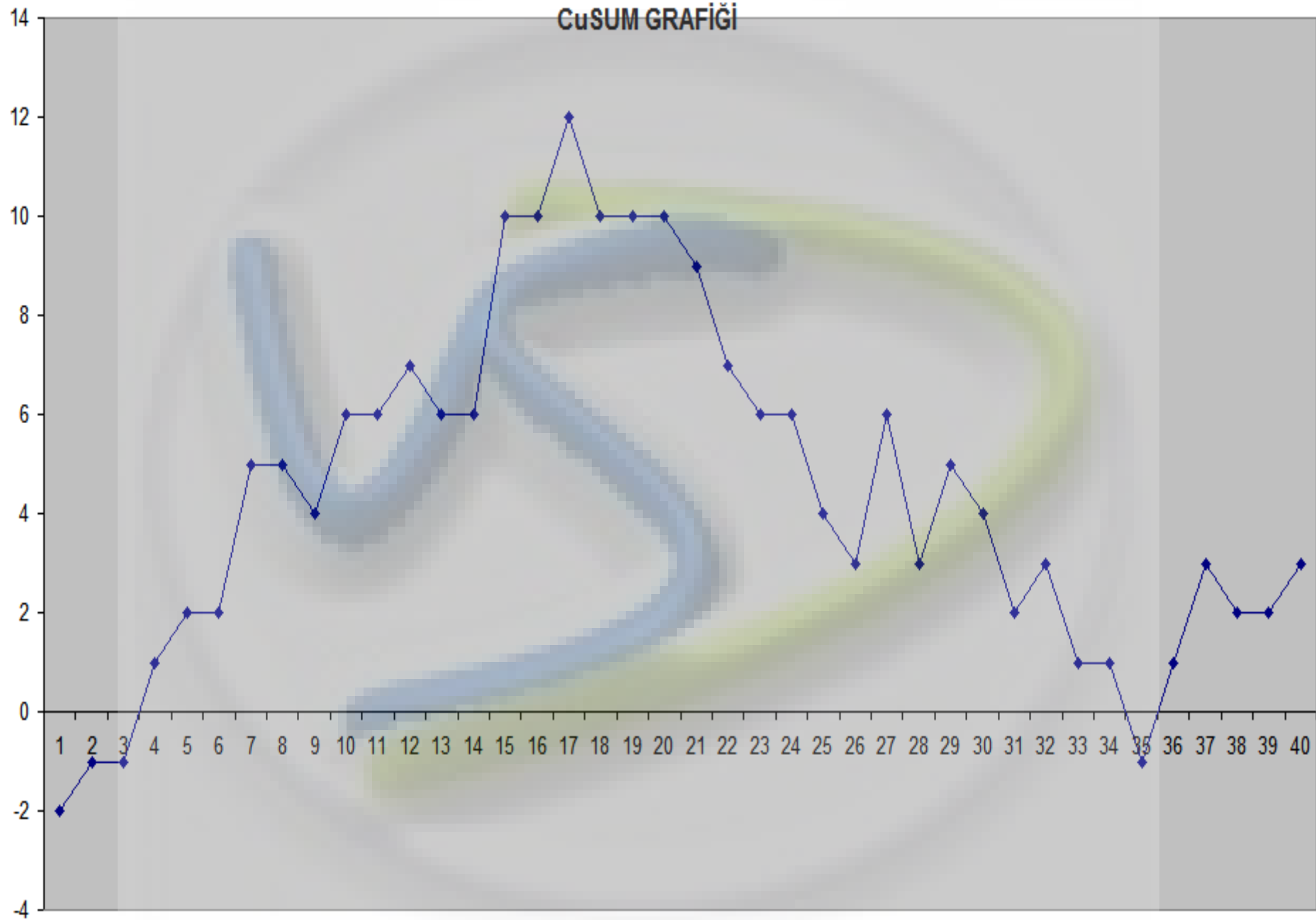
($\ddot{U}KS$ veya AKS Sonuç (-) olduğunda , pratikte (0) olarak alınır.)

STANDARTLARI BİLİNMIYORSA C_ort GRAFİĞİ



CuSUM GRAFİĞİ

St



FMEA

Failure Mode and Effect Analysis

(HTEA)

(Hata Türü ve Etkileri Analizi)

Hata Olasılığı	Hata Oranı	Cpk	Derece
Hemen hemen kesin	$\geq 1/2$	$<0,33$	10
Çok yüksek	$1/3$	$\geq 0,33$	9
yüksek	$1/8$	$\geq 0,51$	8
	$1/20$	$\geq 0,67$	7
Orta	$1/80$	$\geq 0,83$	6
	$1/400$	$\geq 1,0$	5
	$1/2000$	$\geq 1,17$	4
Düşük	$1/15000$	$\geq 1,33$	3
Çok Düşük	$1/150000$	$\geq 1,5$	2
Hemen hemen imkansız	$\leq 1/1500000$	$\geq 1,67$	1

ŞİDDET DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

1. Müşteri olumsuzluğa dikkat etmez.
2. Müşteri olumsuzluğa tecrübelerine dayanarak önem vermez.
3. Ürün performansı veya süreç üzerinde önemsiz etki oluşur.
Hata müşteriler tarafından fark edilir.
4. Performansın düşmesinden dolayı müşteri tatminsizliği oluşur.
5. Müşteri memnun değildir veya kendi verimliliği devam eden olumsuzluktan dolayı azalmaktadır.
6. Parçanın yeniden işlenmesine/onarılmasına neden olur. Ürün performansının derecesi düşmüştür. Ürün çalışmaktadır fakat kolaylık/rahatlık sağlayan bazı parçalar çalışmaz. Müşteri hoşnutsuzluk duyar.

7. Fonksiyonun tümünü kaybetmeksizin parçanın çalışmamasından dolayı yüksek derecede müşteri tatminsizliği oluşur.

8. Güvenlikte olumsuz etki yapmaksızın tüm fonksiyonun kaybedilmesinden dolayı çok yüksek derecede tatminsizlik oluşur.

9. Müşteri güvenlik sistem performansı olumsuz etkiden dolayı tehlikeye düşmektedir. Ancak bu tehlikeye düşmeden önce uyarı almaktadır.

10. Müşteri hiçbir uyarı almaksızın güvenlik sistemi tehlikeye düşmektedir.

RÖS = Risk Öncelik Sayısı=RPN = Şiddeti*Olasılık*Belirlenme=

Hata Olasılığı (P)

Şiddet(S)

Belirlenme(D)

**RÖS $\geq$ 100 KONTROL ALTINA
ALINMALI VE YAKINDAN
İZLENMELİDİR.**



RİSK MATRİSİ

R: Risk	O: Olasılık	S: Zarar verme derecesi (Şiddet)
R= O x Ş		
<i>Olasılık</i>		
ÇOK KÜÇÜK		Yılda bir
KÜÇÜK		Üç ayda bir
ORTA		Ayda bir
YÜKSEK		Haftada bir
ÇOK YÜKSEK		Her gün
SONUÇ		DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF		İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
HAFİF		İş günü kaybı yok, ilk yardım gerektiren
ORTA		Hafif yaralanma, tedavi gerekir
CİDDİ		Ölüm, Ciddi yaralanma, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ		Birden çok ölüm, sürekli iş göremezlik

RİSK DÜZEYİ VEYA RİSK SKORU

SONUÇ

OLASILIK	ÇOK CİDDİ 5	CİDDİ 4	ORTA 3	HAFİF 2	ÇOK HAFİF 1
ÇOK YÜKSEK 5	YÜKSEK 25	YÜKSEK 20	YÜKSEK 15	ORTA 10	DÜŞÜK 5
YÜKSEK 4	YÜKSEK 20	YÜKSEK 16	ORTA 12	ORTA 8	DÜŞÜK 4
YÜKSEK 3	ORTA 15	ORTA 12	ORTA 9	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 3
YÜKSEK 2	ORTA 10	ORTA 8	DÜŞÜK 6	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 2
YÜKSEK 1	DÜŞÜK 5	DÜŞÜK 4	DÜŞÜK 3	DÜŞÜK 2	DÜŞÜK 1

RİSK MATRİSİ

[illegible]



KORELASYON

Kalite sorunlarının çözümünde çoğu kez hatalara neden olan faktörler araştırılır. Tipik olarak bir değişkenin başka bir değişkenle ilişkisi (alakası) incelenir.

Örneğin , makina titreşiminin yüzey dalgalanmalarına etkisi veya basınç düşmesinin parçaların dayanıklılık performansına etkisi gibi.

Neden-sonuç analizlerinde ve değişkenler arasındaki ilişki araştırmalarında dağılım (serpilme) diyagramlarından ve korelasyon analizlerinden yararlanılır.

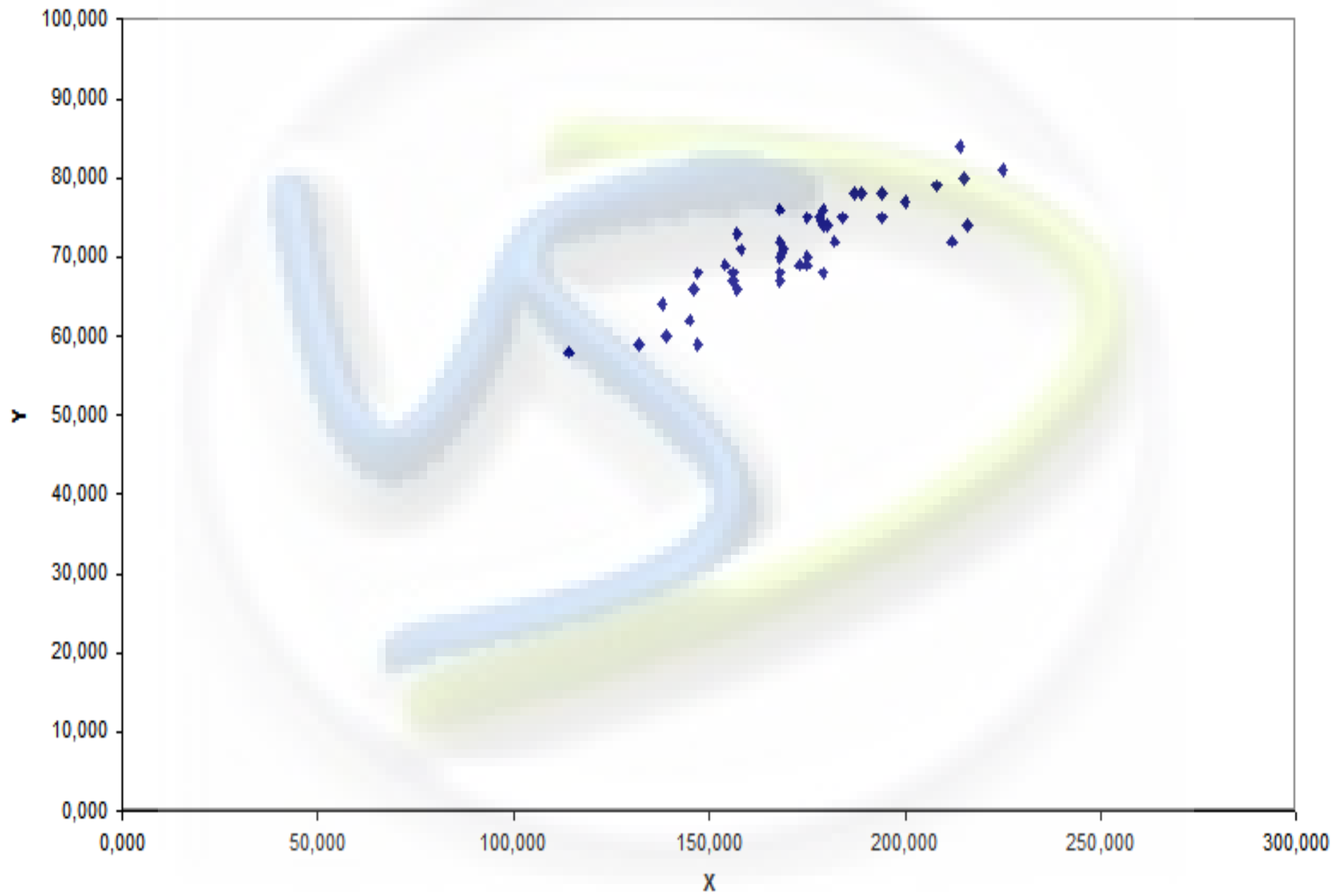
Örnek Çalışma :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2] \cdot [n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

KORELASYON = 0,862

YAPILAN ÖLÇÜMLERDE BOY VE AĞIRLIK ARASINDAKİ İLİŞKİYİ SERPİLME GRAFİĞİ İLE İNCELEYİNİZ

KORELASYON(SERPİLME GRAFİĞİ)



VARYANS ANALİZİ (ANOVA)

Uygulamada en çok karşılaşılan problemlerden biri, ikiden fazla grup ortalaması arasındaki farkın önemli olumlu olup olmadığının tespiti. Bu tespiti aynı metotla ikişer ikişer gruplandırılarak yapılması mümkündür. Ancak grup sayısının artmasıyla test sayısı artar. Bu da testlerin yapılmasında büyük zorluklar meydana getirmekte ve önemli hataların yapılmasına sebep olur. Bu nedenle istatistikte çok sayıda grup ortalamasının birden karşılaştırılmasına imkân veren bir metodun geliştirilmesi gerekir. Bu metot R.A. Fisher tarafından 1924 yılında geliştirilmiştir. Bu teknik varyanslar arasındaki farkın karşılaştırılmasına dayandığından "Varyans Analizi" denilmiştir.

Varyans Analizi, esas itibarıyla serilerin toplam varyansını, her biri ayrı bir değişim kaynağına bağlı unsurlara bölerek bunların arasında önemli bir fark bulunup bulunmadığını araştırmak, dolayısıyla çeşitli kaynakların önemini tespit etmek amacıyla kullanılır. Bir başka deyişle, her bir faktörün ve hatanın ortalama değerden sapmalarının kareler toplamı aracılığıyla, ölçülen verilerin toplam değişkenliğini tespit edip ayırmaktır . . .

							α = 0,05 F TABLOSU																
S1\S2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	12,00	15,00	20,00	24,00	30,00	40,00	60,00	120,00	inf				
1,00	161,40	199,50	215,70	224,60	230,20	234,00	236,80	238,90	240,50	241,90	243,90	245,90	248,00	249,10	250,10	251,10	252,20	253,30	254,30				
2,00	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50				
3,00	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	894,00	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53				
4,00	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63				
5,00	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36				
6,00	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67				
7,00	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23				
8,00	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93				
9,00	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71				
10,00	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54				
11,00	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40				
12,00	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30				
13,00	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21				
14,00	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13				
15,00	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07				
16,00	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01				
17,00	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96				
18,00	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92				
19,00	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88				
20,00	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84				
21,00	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81				
22,00	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78				
23,00	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76				
24,00	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73				
25,00	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71				
26,00	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69				
27,00	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67				
28,00	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65				
29,00	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64				
30,00	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62				
40,00	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51				
60,00	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39				
120,00	3,92	3,07	2,68	2,45	2,23	2,17	2,09	2,02	1,96	1,91	1,84	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25				
inf	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00				

P TABLO 8U																			
QF / P ->	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969	17,969
2	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085	6,085
3	4,501	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516	4,516
4	3,926	4,013	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033	4,033
5	3,635	3,749	3,796	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814	3,814
6	3,46	3,586	3,649	3,68	3,694	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697	3,697
7	3,344	3,477	3,548	3,588	3,611	3,622	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625
8	3,261	3,398	3,475	3,521	3,549	3,566	3,575	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579
9	3,199	3,199	3,339	3,42	3,47	3,502	3,523	3,536	3,544	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547	3,547
10	3,151	3,293	3,376	3,43	3,465	3,489	3,505	3,516	3,522	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525	3,525
11	3,113	3,256	3,341	3,397	3,435	3,462	3,48	3,493	3,501	3,506	3,509	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51	3,51
12	3,081	3,225	3,312	3,37	3,41	3,439	3,459	3,474	3,484	3,491	3,495	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498	3,498
13	3,055	3,2	3,288	3,348	3,389	3,419	3,441	3,458	3,47	3,478	3,484	3,488	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49	3,49
14	3,033	3,178	3,268	3,328	3,371	3,403	3,426	3,444	3,457	3,467	3,474	3,479	3,482	3,484	3,484	3,484	3,484	3,484	3,484
15	3,014	3,16	3,25	3,312	3,356	3,389	3,413	3,432	3,446	3,457	3,465	3,471	3,476	3,478	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
16	2,998	3,144	3,235	3,297	3,343	3,376	3,402	3,422	3,437	3,449	3,458	3,465	3,47	3,473	3,476	3,477	3,477	3,477	3,477
17	2,984	3,13	3,222	3,285	3,331	3,365	3,392	3,412	3,429	3,441	3,451	3,459	3,465	3,469	3,472	3,474	3,475	3,475	3,475
18	2,971	3,117	3,21	3,274	3,32	3,356	3,383	3,404	3,421	3,435	3,445	3,454	3,46	3,465	3,469	3,472	3,473	3,474	3,474
19	2,96	3,106	3,199	3,264	3,311	3,347	3,375	3,397	3,415	3,429	3,44	3,449	3,456	3,462	3,466	3,469	3,472	3,473	3,474
20	2,95	3,097	3,19	3,255	3,303	3,339	3,368	3,39	3,409	3,423	3,435	3,445	3,452	3,459	3,463	3,467	3,47	3,472	3,473
21	2,941	3,088	3,181	3,247	3,295	3,332	3,361	3,385	3,403	3,418	3,431	3,441	3,449	3,456	3,461	3,465	3,469	3,471	3,473
22	2,933	3,08	3,173	3,239	3,288	3,326	3,355	3,379	3,398	3,414	3,427	3,437	3,446	3,453	3,459	3,464	3,467	3,47	3,472
23	2,926	3,072	3,166	3,233	3,282	3,32	3,35	3,374	3,394	3,41	3,423	3,434	3,443	3,451	3,457	3,462	3,466	3,469	3,472
24	2,919	3,066	3,16	3,228	3,276	3,315	3,345	3,37	3,39	3,406	3,42	3,431	3,441	3,449	3,455	3,461	3,465	3,469	3,472
25	2,913	3,059	3,154	3,221	3,271	3,31	3,341	3,366	3,386	3,403	3,417	3,429	3,439	3,447	3,454	3,459	3,464	3,468	3,471
26	2,907	3,054	3,149	3,216	3,266	3,305	3,336	3,362	3,382	3,4	3,414	3,426	3,436	3,445	3,452	3,458	3,463	3,466	3,471
27	2,902	3,049	3,144	3,211	3,262	3,301	3,332	3,358	3,379	3,397	3,412	3,424	3,434	3,443	3,451	3,457	3,463	3,467	3,471
28	2,897	3,044	3,139	3,206	3,257	3,297	3,329	3,355	3,376	3,394	3,409	3,422	3,433	3,442	3,45	3,456	3,462	3,467	3,47
29	2,892	3,039	3,135	3,202	3,253	3,293	3,326	3,352	3,373	3,392	3,407	3,42	3,431	3,44	3,448	3,455	3,461	3,466	3,47
30	2,888	3,035	3,131	3,199	3,25	3,29	3,322	3,349	3,371	3,389	3,405	3,418	3,429	3,439	3,447	3,454	3,46	3,466	3,47
31	2,884	3,031	3,127	3,195	3,246	3,287	3,319	3,346	3,368	3,387	3,403	3,416	3,428	3,438	3,446	3,454	3,46	3,465	3,47
32	2,881	3,028	3,123	3,192	3,243	3,284	3,317	3,344	3,366	3,385	3,401	3,415	3,426	3,436	3,445	3,453	3,459	3,465	3,47
33	2,877	3,024	3,12	3,188	3,24	3,281	3,314	3,341	3,364	3,383	3,399	3,413	3,425	3,435	3,444	3,452	3,459	3,465	3,47
34	2,874	3,021	3,117	3,185	3,238	3,279	3,312	3,339	3,362	3,381	3,398	3,412	3,424	3,434	3,443	3,451	3,458	3,464	3,469
35	2,871	3,018	3,114	3,183	3,235	3,276	3,309	3,337	3,36	3,379	3,396	3,41	3,423	3,433	3,443	3,451	3,458	3,464	3,469
36	2,868	3,015	3,111	3,18	3,232	3,274	3,307	3,335	3,358	3,378	3,395	3,409	3,421	3,432	3,442	3,45	3,457	3,464	3,469
37	2,865	3,013	3,109	3,178	3,23	3,272	3,305	3,333	3,356	3,376	3,393	3,408	3,42	3,431	3,441	3,449	3,457	3,463	3,469
38	2,863	3,01	3,106	3,175	3,228	3,27	3,303	3,331	3,355	3,375	3,392	3,407	3,419	3,431	3,44	3,449	3,456	3,463	3,469
39	2,861	3,008	3,104	3,173	3,226	3,268	3,301	3,33	3,353	3,373	3,391	3,406	3,418	3,43	3,44	3,448	3,456	3,463	3,469
40	2,858	3,005	3,102	3,171	3,224	3,266	3,3	3,328	3,352	3,372	3,389	3,404	3,418	3,429	3,439	3,448	3,456	3,463	3,469
48	2,843	2,991	3,087	3,157	3,211	3,253	3,288	3,318	3,342	3,363	3,382	3,398	3,412	3,424	3,435	3,445	3,453	3,461	3,468
60	2,829	2,976	3,073	3,143	3,198	3,241	3,277	3,307	3,333	3,355	3,374	3,391	3,406	3,419	3,431	3,441	3,451	3,46	3,468
80	2,814	2,961	3,059	3,13	3,185	3,229	3,266	3,297	3,323	3,346	3,366	3,384	3,4	3,414	3,427	3,438	3,449	3,458	3,467
120	2,8	2,947	3,045	3,116	3,172	3,217	3,254	3,286	3,313	3,337	3,358	3,377	3,394	3,409	3,423	3,435	3,446	3,457	3,466
240	2,786	2,933	3,031	3,103	3,159	3,205	3,243	3,276	3,304	3,329	3,35	3,37	3,388	3,404	3,418	3,432	3,44	3,455	3,466
Inf	2,772	2,918	3,017	3,089	3,146	3,193	3,232	3,265	3,294	3,32	3,343	3,363	3,382	3,399	3,414	3,428	3,442	3,454	3,466

TEK YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (ANOVA)

Bu tip varyans analizlerinde tek bir etkisi incelenen değişkenler söz konusudur.

Örneğin, dört değişik markadaki otomobil markasının olduğu benzin miktarının ortalamalarının araştırılması gibi.

Aynı varyansa sahip olduğu varsayılan k -tane normal dağılmış anakütlenin ortalaması karşılaştırılmak istensin. Bu durumda hipotezler şöyledir ;

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$$

H_0 = Anakütle ortalamalarının en az ikisi eşit değildir.

Tek Yönlü Varyans Analiz Tablosu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi $F_{\alpha}(v_1;v_2)$	Kareler Ortalaması	Test İstatistiği
Gruplar arası	$GAKT = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_j - \mu)^2$	$v_1 = k - 1$	$S_1^2 = \frac{GAKT}{k - 1}$	$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$
Gruplar içi (hata)	$GİKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2$	$v_2 = (n - k)$	$S_2^2 = \frac{GİKT}{n - k}$	
Toplam (Genel)	$GKT = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \mu)^2$	$k - 1$		

	1	2	3	4	5	Ȳ -ORT.
1	10,65	10,7	10,65	10,65	10,85	10,700
2	10,75	10,85	10,75	10,85	10,65	10,770
3	10,75	10,8	10,8	10,7	10,75	10,760
4	10,6	10,7	10,7	10,75	10,65	10,680
5	10,7	10,75	10,65	10,85	10,8	10,750
6	10,6	10,75	10,75	10,85	10,7	10,730
7	10,6	10,8	10,7	10,75	10,75	10,720
8	10,75	10,8	10,65	10,75	10,7	10,730
9	10,65	10,8	10,85	10,85	10,75	10,780
10	10,6	10,7	10,6	10,8	10,65	10,670
11	10,8	10,75	10,9	10,5	10,85	10,760
12	10,85	10,75	10,85	10,65	10,7	10,760
13	10,7	10,7	10,75	10,75	10,7	10,720
14	10,65	10,7	10,85	10,75	10,6	10,710
15	10,75	10,8	10,75	10,8	10,65	10,750
16	10,9	10,8	10,8	10,75	10,85	10,820
17	10,75	10,7	10,85	10,7	10,8	10,760
18	10,75	10,7	10,6	10,7	10,6	10,670
19	10,65	10,65	10,85	10,65	10,7	10,700
20	10,6	10,6	10,65	10,55	10,65	10,610
21	10,5	10,55	10,65	10,8	10,8	10,660
22	10,8	10,65	10,75	10,65	10,65	10,700
23	10,65	10,6	10,65	10,6	10,7	10,640
24	10,65	10,7	10,7	10,6	10,65	10,660
Xnort	10,694 (X1)	10,721 (X2)	10,738 (X3)	10,719 (X4)	10,715 (X5)	10,717

GAKT(k)
0,013 k*(XnORT-X1)²
0,000 k*(XnORT-X2) ²
0,010 k*(XnORT-X3) ²
0,000 k*(XnORT-X4) ²
0,000 K*(XnORT-X5) ²
0,024
n= 5 k=24
0,874 =

	Xi-Ȳi	Xi-Ȳi	Xi-Ȳi	Xi-Ȳi	Xi-Ȳi
1	0,002	0,000	0,008	0,005	0,018
2	0,003	0,017	0,000	0,017	0,004
3	0,003	0,006	0,004	0,000	0,001
4	0,009	0,000	0,001	0,001	0,004
5	0,000	0,001	0,008	0,017	0,007
6	0,009	0,001	0,000	0,017	0,000
7	0,009	0,006	0,001	0,001	0,001
8	0,003	0,006	0,008	0,001	0,000
9	0,002	0,006	0,013	0,017	0,001
10	0,009	0,000	0,019	0,007	0,004
11	0,011	0,001	0,026	0,048	0,018
12	0,024	0,001	0,013	0,005	0,000
13	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
14	0,002	0,000	0,013	0,001	0,013
15	0,003	0,006	0,000	0,007	0,004
16	0,043	0,006	0,004	0,001	0,018
17	0,003	0,000	0,013	0,000	0,007
18	0,003	0,000	0,019	0,000	0,013
19	0,002	0,005	0,013	0,005	0,000
20	0,009	0,015	0,008	0,028	0,004
21	0,038	0,029	0,008	0,007	0,007
22	0,011	0,005	0,000	0,005	0,004
23	0,002	0,015	0,008	0,014	0,000
24	0,002	0,000	0,001	0,014	0,004
GiKT (Xn)	0,202	0,130	0,186	0,219	0,137

A.)

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi $F_{\alpha}(v_1;v_2)$	Kareler Ortalaması	Test İstatistiği
Gruplar arası	0,024	4	$S_1^2 = 0,006$	$F = 0,777$
Gruplar içi (hata)	0,874	115	$S_2^2 = 0,008$	
Toplam (Genel)	0,897	119		
	$F(0,05) \text{ TABLO} = F_{\alpha}(v_1;v_2)$	$F(0,01) \text{ TABLO} = F_{\alpha}(v_1;v_2)$		
	2,451	3,487		

* $0,777 < 2,451$ test değeri , sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde RED edilmez.

* $0,777 < 3,487$ test değeri , sıfır hipotezi %1 anlamlılık düzeyinde RED edilmez.

ÇİFT YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ (ANOVA)

**1) ETKİLEŞİMSİZ ÇİFT YÖNLÜ
VARYANS ANALİZİ**

**2) ETKİLEŞİMLİ ÇİFT YÖNLÜ
VARYANS ANALİZİ**

1) ETKİLEŞİMSİZ ÇİFT YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

ETKİLEŞİMSİZ İKİ YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

		T =(Satır=sütun) Toplamı	0,000
k = Sütun sayısı =		BKT(Bütün Kareler Top.= $\sum\sum x^2$	0,000
n = Satır sayısı =		Satır toplamları Karesi (B)	0,000
		Sutun Toplamları Karesi (A)	0,000
		Deneyler Kareler Toplamı(A,B)	

Varyans Kaynağı	Sum of Squares KARELER TOPLAMI	Serbestlik der. Df	Mean Squares(S²)	Statistic F		SIFIR(0) HİPOTEZİ α =0,05	F _{0,05}
(SATIR)	k AİKT= (1/n)* Σ T.. <i>i</i> ²- (1/k)T² 0,000	0	AİKT / DF(A) 0,000	F(A)= MSA/DF(H)	0,000	H0(1) (DF(A);DF(H)) H0(1) (0;0)	0,000
A-)							
(SÜTUN)	k n BİKT= Σ Σ Xij²- (1/k*n)*T² 0,000	0	BİKT / DF(B) 0,000	F(B)= MSB/DF(H)	0,000	H0(2) (DF(B);DF(H)) H0(2) (0;0)	0,000
B-)							
HATA	HKT=BKT-AİKT-BİKT 0,000	0	HKT / DF(H) 0,000				
TOPLAM	BKT 0,000		0				

Örnek Çalışma :

			T =(Satır=sütun) Toplamı	556,000				
	n = Sütun sayısı =	5	BKT(Bütün Kareler Top.= $\sum\sum\sum x^2$)	153,200				
	k = Satır sayısı =	4	Satır toplamları Karesi (B)	77.548,000				
			Sutun Toplamları Karesi (A)	0,000				
			Deneyle Kareler Toplamı(A,B)	15.610,000				
Varyans Kaynağı	Sum of Squares KARELER TOPLAMI	Serbestlik der. Df	Mean Squares(S²)	Statistic F		SIFIR(0) HİPOTEZİ $\alpha =0,05$	F _{0,05}	
(SATIR)	k AİKT= $(1/n)*\sum T_{..i}^2 - (1/k)T^2$ i=1	4	AİKT / DF(A) 13,200	F(A)= MSA/DF(H)	5,824	H0(1) (DF(A);DF(H)) H0(1) (4;12)	3,260	5,824>=3,26 olduğundan dolayı H0(1) reddedilir. Buna göre 5 farklı A faktörü için elde edilen ortalamalar arasındaki farklar anlamlıdır.
A.)	52,800							
(SÜTUN)	k n BİKT= $\sum \sum X_{ij}^2 - (1/k*n)*T^2$ i=1 j=1	3	BİKT / DF(B) 24,400	F(B)= MSB/DF(H)	10,765	H0(2) (DF(B);DF(H)) H0(2) (3;12)	3,490	10,765>=3,49 olduğundan dolayı H0(2) reddedilir. Buna göre 4 farklı B faktörü için elde edilen ortalamalar arasındaki farklar anlamlıdır.
B.)	73,200							
HATA	HKT=BKT-AİKT-BİKT 27,200	12	HKT / DF(H) 2,267					
TOPLAM	BKT 153,200	19						

2) ETKİLEŞİMLİ ÇİFT YÖNLÜ VARYANS ANALİZİ

Örnek Çalışma :

Kumpas ölçüm cihazının kontrolü için 3 ölçümcüye 2 şer kez ölçüm yaptırılmıştır. Ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir.

Anova analizini değerlendiriniz.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	41,385	41,375	41,364	41,380	41,383	41,376	41,392	41,379	41,383	41,363	A-
2	41,383	41,370	41,367	41,383	41,381	41,379	41,387	41,378	41,379	41,358	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	41,384	41,373	41,367	41,383	41,381	41,379	41,387	41,378	41,379	41,358	B-
2	41,381	41,370	41,365	41,384	41,380	41,379	41,390	41,375	41,380	41,362	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	41,380	41,368	41,365	41,386	41,384	41,377	41,391	41,379	41,377	41,366	C-
2	41,378	41,369	41,361	41,386	41,383	41,382	41,389	41,376	41,379	41,361	
T1	124,15	124,12	124,10	124,15	124,15	124,13	124,17	124,14	124,14	124,09	
T2	124,14	124,11	124,09	124,15	124,14	124,14	124,17	124,13	124,14	124,08	
XAtop	248,29	248,23	248,19	248,30	248,29	248,27	248,34	248,27	248,28	248,17	
XAKARE	61648	61616	61598	61654	61649	61639	61671	61636	61641	61587	
Xatoport	124,15	124,11	124,09	124,15	124,15	124,14	124,17	124,13	124,14	124,08	

XAtop= 2.482,617

m =Deney Sayısı=	3	T =(Satır=sütun) Toplamı	2.482,617
k = Sütun sayısı =	10	BKT(Bütün Kareler Top.= $\sum\sum x^2$	0,004
n = Satır sayısı =	2	Satır toplamları Karesi (B)	3.081.693,585
C=T ² / m*n*k=	102723,119	Sutun Toplamları Karesi (A)	616.338,742
		Deneyler Kareler Toplamı(A,B)	2.054.462,390

Varyans Kaynağı	Sum of Squares KARELER TOPLAMI	Serbestlik der. Df	Mean Squares(S²)	Statistic F		SIFIR(0) HİPOTEZİ α =0,05	F _{0,05}	
(SATIR)	k AİKT= (1/mn)*∑ T _{..i} ²-C i=1	9	AİKT / DF(A)	F(A)=	86,333	H0(1) (DF(A);DF(H))	2,138	86,333>=2,138 olduğundan dolayı H0(1) reddedilir. Buna göre 10 farklı A faktörü için elde edilen ortalamalar arasındaki farklar anlamlıdır.
A-)	0,004114	(k-1)	0,000457	MSA/DF(H)		H0(1) (9;38)		
(SÜTUN)	n BİKT= (1/km)*∑ T _{.j} ²-C j=1	1	BİKT / DF(B)	F(B)=	2,295	H0(2) (DF(B);DF(H))	4,098	2,295<4,098 olduğundan dolayı H0(2) rededilmez. Buna göre 2 farklı B faktörü için elde edilen ortalamalar arasındaki farklar anlamlı değildir.
B-)	0,000012	(n-1)	0,000012	MSB/DF(H)		H0(2) (1;38)		
Tipki	m TDKT= (1/kn)*∑ T _{..r} ²-C r=1	2	TDKT / DF(TK)	F(TK)=	0,264	H0(3) (DF(TK);DF(H))	3,245	0,264<3,245 olduğundan dolayı H0(3) rededilmez. Buna göre 3 tipki deneyin ortalamalarının anlamlı derecede farklı değildir.
Deneyler	0,000003	(m-1)	0,000001	MSTK/DF(H)		H0(3) (2;38)		
Etkileşim	k n EKT= (1/m)*∑ ∑ T _{ij} ²-AİKT-BİKT-C i=1 j=1	9	EKT / DF€	F(TK)=	0,812	H0(1) (DF(E);DF(H))	2,138	0,812<2,138 olduğundan dolayı H0(4) rededilmez. Buna göre A ve B faktörleri arasında etkileşim yoktur.
	0,000039	(n-1)*(k-1)	0,000004	MSTK/DF(H)		H0(4) (9;38)		
HATA	HKT=BKT-AİKT-BİKT-TDKT-EKT-C	38	HKT / DF(H)					
	0,000201	(m-1)*(n*k-	0,000005					
TOPLAM	BKT	59						
	0,004369	(m*n*k -1)						



ÇOKLU KARŞILAŞTIRMA

Örnek Çalışma :

XA_ORT	r_p	DF(H)	$P(r_p; DF(H))$	Rk=P*OSH
124,15				
124,11	2	38,00	2,863	0,00000758
124,09	3	38,00	3,010	0,00000797
124,15	4	38,00	3,106	0,00000822
124,15	5	38,00	3,175	0,00000841
124,14	6	38,00	3,228	0,00000855
124,17	7	38,00	3,270	0,00000866
124,13	8	38,00	3,303	0,00000874
124,14	9	38,00	3,331	0,00000882
124,08	10	38,00	3,355	0,00000888

$$s_x = \sqrt{\frac{O H K}{n}}$$

0,0000026474

OSH(Ortalamaların Standart Hatası) =

OSH = 2,6474E-06

DF(H)= 38

Rkson =	0,0000089	İlk ve son ortalmaların karşılaştırılması
Xort(son)=	124,1680	
Xort(ilk) =	124,0840	
R(Xort(son)-Xort(ilk)) =	0,0840	0,084>0 FARKLI

Xort	Xort(sırala)		Rk		(X2-X1,...)		KARŞILAŞTIRMA	(X3-X1,...)		KARŞILAŞTIRMA
124,148	10	124,0840					(Rk2 ile)			(Rk3 ile)
124,113	4	124,0945	Rk2	0,0000078	0,0105	4-10	0,01>0 FARKLI	0,0285	2-10	0,028>0 FARKLI
124,095	2	124,1125	Rk3	0,0000080	0,0180	2-4	0,018>0 FARKLI	0,0380	8-4	0,038>0 FARKLI
124,151	8	124,1325	Rk4	0,0000082	0,0200	8-2	0,02>0 FARKLI	0,0235	6-2	0,024>0 FARKLI
124,148	6	124,1360	Rk5	0,0000084	0,0035	6-8	0,004>0 FARKLI	0,0060	9-8	0,006>0 FARKLI
124,136	9	124,1385	Rk6	0,0000085	0,0025	9-8	0,003>0 FARKLI	0,0095	1-8	0,01>0 FARKLI
124,168	1	124,1455	Rk7	0,0000087	0,0070	1-9	0,007>0 FARKLI	0,0075	5-9	0,008>0 FARKLI
124,133	5	124,1480	Rk8	0,0000087	0,0005	5-1	0,001>0 FARKLI	0,0055	3-1	0,005>0 FARKLI
124,139	3	124,1510	Rk9	0,0000088	0,0050	3-5	0,005>0 FARKLI	0,0220	7-5	0,022>0 FARKLI
124,084	7	124,1680	Rk10	0,0000089	0,0170	7-3	0,017>0 FARKLI		11-3	
	11		Rk11			11-7			12-7	
	12		Rk12			12-11			13-11	
	13		Rk13			13-12			14-12	
	14		Rk14			14-13			15-13	
	15		Rk15			15-14			16-14	
	16		Rk16			16-15			17-15	
	17		Rk17			17-16			18-16	
	18		Rk18			18-17			19-17	
	19		Rk19			19-18			20-18	
	20		Rk20			20-19			21-19	
	21		Rk21			21-20			22-20	
	22		Rk22			22-21			23-21	
	23		Rk23			23-22			24-22	
	24		Rk24			24-23			25-23	
	25		Rk25			25-24			26-24	
	26		Rk26			26-25			27-25	
	27		Rk27			27-26			28-26	
	28		Rk28			28-27			29-27	
	29		Rk29			29-28			30-28	
	30		Rk30			30-29			31-29	
	31		Rk31			31-30				



GAGE R & R

ÖLÇÜM SÜRECİ VARYASYONU

- Bir sürece ait faktörler hiç değişmez olsa idi, sürecin tüm ürünleri birbirlerinin aynı olurdu. Ancak bu durum, süreçlerdeki doğal varyasyon nedeni ile hiçbir zaman gerçekleşmez.

- Süreçlerdeki varyasyon ikiye ayrılır:

- Rastlantısal varyasyon

Veriler ortalama bir değerin etrafında yer alır.

Rastlantısal varyasyon kontrol edilemez!

İstatistiğin araçları rastlantısal varyasyonu belirlemede kullanılmaz!

- Rastlantısal olmayan varyasyon

sistemden kaynaklanan, belirlenebilir özel nedenlere bağlıdır.

Makina

Çalışan

Malzeme

Çevre

...

Süreçlerdeki sapmaların, beklenmeyen bazı olumsuzlukların (rastlantısal olmayan) varyasyonların temel kaynakları...

Tüm süreçleri olduğu gibi, ölçüm süreçlerinde de varyasyonu (dağılımı) belirleyen etkenler vardır.

Ölçüm süreçlerinde de ölçüm sisteminin varyasyonunu belirleyen temel etkenler aşağıda belirtilenlerdir:

1. Çözünürlük (Discrimination)

2. Konum

*** Kararlılık (Stability)

*** Doğruluk (Bias)

*** Tutarlılık (Linearity)

3. Genişlik veya dağılım

*** Tekrarlanabilirlik (Repeatability)

*** Yeniden Üretilirlik (Reproducibility)

Uygulanan ölçüm sistemlerinin her birinin istatistiksel özellikleri birbirinden farklı olabilir. Ancak her ölçüm sisteminin aşağıda belirtilen temel özellikleri taşımaları gereklidir

(Measurement System Analysis – Reference Document, February 1995)

1. Ölçüm sistemi istatistiksel olarak kontrol altında olmalıdır. Yani, ölçüm sisteminin varyasyonu yalnızca doğal nedenlere bağlı olmalı, özel nedenler ortadan kaldırılmış olmalıdır.
2. Ölçüm sisteminin varyasyonu, imalat prosesinin varyasyonu ile karşılaştırıldığında, küçük olmalıdır.
3. Ölçüm sisteminin varyasyonu, şartname sınırları ile karşılaştırıldığında, küçük olmalıdır.
4. Proses değişkenliği veya şartname değeri aralıklarından hangisi daha küçük ise, ölçümün adımları ondan da küçük olmalıdır. (Genel kural: Ölçüm adımları, proses değişkenliği veya şartname değeri aralıklarından hangisi daha küçük ise, küçük olanın onda birinden büyük olmamalıdır.)
5. Ölçülmekte olan parçalar değiştikçe, ölçüm sisteminin istatistiksel özellikleri de değişebilir. Eğer böyle ise, ölçüm sisteminin en büyük (en kötü) varyasyon değeri, proses değişkenliği veya şartname değeri aralıklarından hangisi daha küçük ise, ondan da küçük olmalıdır.

Ölçüm ve Ölçme Süreci

- Her sürecin bir 'ürün'ü vardır
Her ürünün nitelikleri (kalite) vardır
- Tüm nitelikler ölçülebilir,
Toplam varyasyon = ürünün varyasyonu + Ölçüm sisteminin varyasyonu
- Bazı varyasyonlar sistemin içinde, onun doğal parçası olarak vardır
(doğal varyasyon)
- Bazı varyasyonlar ise sistemin doğru çalıştırılmamasından kaynaklanır
(sistemik varyasyon)

Ölçüm Sistemi Analizi (Gage R&R)

Ölçüm Sistemi Analizi çalışmasıyla ölçümlerin doğru olup olmadığı araştırılır. Buna tekrar edebilme ve yeniden üretilebilme ölçümü çalışması da denir. Uygulanışı şu şekildedir:

- Birden çok operatör, birden çok parçayı, birden çok defa ölçer. Örneğin, 3 operatörün her biri 7 parçayı 2'şer defa ölçer.
- Operatörün ölçtüğü parçayı özel bir testin bir parçası olarak yaptığını bilmemesi arzu edilen bir durumdur. Operatörler hangi birimi ölçtüklerini bilmemelidirler.

Çalışma sonuçlarındaki değişkenlik analiz edilir ve bu değişkenliğin ne kadınının operatördeki değişimlerden, ne kadınının teknikler veya parçaların kendilerinde kaynaklandığına karar verilmelidir.

Sürekli değişkenler için ölçüm sisteminden istenen karakteristikler şunlardır:

Tekrar edebilirlik: Aynı insanın aynı parçayı ölçerken aynı sonuçları elde edebilmesidir.

Yeniden üretilebilirlik: Aynı kalite karakteristiği iki farklı kişi tarafından aynı cihaz kullanılarak ölçüldüğünde, aynı değerlerin bulunmasıdır.

Doğruluk: Bir ölçümün doğruluğu, yapılan bir dizi ölçüm değerlerinin ölçülen kalite karakteristiğine gösterdikleri uyumdur. Bir başka ifadeyle doğruluk, ölçüm değerlerinin ortalaması ile ölçülen kalite karakteristiğinin gerçek değeri arasındaki farktır. Doğruluk genellikle tekrarlanan ölçümlerin ortalamasının, bilinen standart bir değer ile karşılaştırılması sonucu test edilir.

Durağanlık: Tek bir kişi tarafından aynı şekilde alınan ölçümlerin zaman karşısında az veya hiç değişim göstermemesidir.

KARARLILIK ANALİZİ KULLANIMI

1) bilinen bir değer (ömeğin, bir master bloğu / pin) bir referans standart edinin.

2) periyodik olarak (günlük, haftalık) günü, standart üç ila beş kez ölçün.

Alt Gruplar ısnıma, çevre koşulları nedeniyle varyasyon, vb dahil etmek farklı olarak alınmalıdır

3) İstikrar çalışma sayfasındaki verileri girin.

4) standart kumanda tablosu analizi kullanılarak göstergesi İstikrar yorumlar.

5) t-değeri kritik Bias bir t-değeri karşılaştırarak, Bias önemini belirleyin.

T (Bias) t (kritik) 'den az ise, önyargı önemli değildir.

T (Bias) t (kritik) 'den daha büyük ise, önyargı önemli ve kalibrasyon yoluyla düzeltilmelidir.

DOĞRUSALLIK ANALİZİ KULLANIMI

1) olan ölçümler göstergesi amaçlanan çalışma aralığı kapsar tam olarak 5 parça seçin.

2) referans değerini belirlemek için düzeni muayene ile her bir parçası ölçün.

3) Her bir kısmı normal olarak ölçer kullanacak bir operatör tarafından tam olarak 10 kez ölçülecek 10 kez ölçülen var.

4) Doğrusallık çalışma sayfasındaki verileri girin.

5) Eğilim = 0 eksenini regresyon çizgisinin güven sınırları içinde tamamen düşer olup olmadığını belirleyin amaçlanan kullanım aralığı için.

6) Eğilim ise = 0 eksenini, amaçlanan kullanım aralığı için regresyon çizgisinin güven sınırları içinde tamamen düşüyorsa Gage kabul edilebilir.

7) Eğilim ise = 0 eksenini amaçlanan kullanım aralığı için regresyon çizgisinin güven sınırları içinde tamamen düşmemektedir.O zaman kabul edilebilir değildir.

GRR VERİ VE RAPOR KULLANIMI

- 1) Gauge R & R yapılması hakkında detaylı bilgi için AIAG MSA kılavuzuna başvurun.
 - 2) Alanlar veri giriş alanları bulunmaktadır.
 - 3) "Veri Sayfası" kağıda Operatör adlarını girin.
 - 4) "Veri Sayfası" kağıda test sonuçları girin. Hiçbir test yapılmış ise, alanı boş bırakın. Bir 0 değeri girmeyin.
 - 5) "Rapor" sayfasında başlık alanları girin. "Toplam Tolerans" alanı% 's hesaplamak için doldurulmalıdır.
 - 6) Sonuçları "Rapor", "Grafikler" & "Gage Performans Eğrisi" etiketli yaprak oluştur. Ben tavsiye yazdırmadan önce gerektiği gibi üst bilgi / alt için ilgili bilgileri ekleyerek.
 - 7) "grafikte Çalışma" etiketli levha grafikler oluşturmak için sonuçları biçimlendirmek için kullanılır.
- Bu sayfaya herhangi bir değişiklik yanlış grafikler sonuçlanabilecek.

GÖSTERGE Sİ PERFORMANS EĞRİ Sİ KULLANIMI

- 1) Tolerans USL ve LSL için GRR Raporu girilmelidir.
- Eğrileri negatif Y yönünde çizilmiş ise 2), USL ve LSL girişleri tersine çevrilebilir.

Rapor sayfasında Toplam Tolerans hücre tolerans bant genişliği olarak girilmelidir
(Yani, ± 3 bir tolerans , 6 olarak girilmelidir)

g \ m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,41	1,91	2,24	2,48	2,67	2,83	2,96	3,08	3,18	3,27	3,35	3,42	3,49	3,55
2	1,28	1,81	2,15	2,4	2,6	2,77	2,91	3,02	3,13	3,22	3,3	3,38	3,45	3,51
3	1,23	1,77	2,12	2,38	2,58	2,75	2,89	3,01	3,11	3,21	3,29	3,37	3,43	3,5
4	1,21	1,75	2,11	2,37	2,57	2,74	2,88	3	3,1	3,2	3,28	3,36	3,42	3,49
5	1,19	1,74	2,1	2,36	2,56	2,73	2,87	2,99	3,1	3,19	3,28	3,36	3,42	3,49
6	1,18	1,73	2,09	2,35	2,56	2,73	2,87	2,99	3,1	3,19	3,27	3,36	3,42	3,49
7	1,17	1,73	2,09	2,35	2,55	2,72	2,87	2,99	3,1	3,19	3,27	3,36	3,42	3,48
8	1,17	1,72	2,08	2,35	2,55	2,72	2,87	2,98	3,09	3,19	3,27	3,36	3,42	3,48
9	1,16	1,72	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09	3,18	3,27	3,36	3,42	3,48
10	1,16	1,72	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09	3,18	3,27	3,34	3,42	3,48
11	1,16	1,71	2,08	2,34	2,55	2,72	2,86	2,98	3,09	3,18	3,27	3,34	3,41	3,48
12	1,16	1,71	2,07	2,34	2,55	2,72	2,85	2,98	3,09	3,18	3,27	3,34	3,41	3,48
13	1,16	1,71	2,07	2,34	2,55	2,71	2,85	2,98	3,09	3,18	3,27	3,34	3,41	3,48
14	1,16	1,71	2,07	2,34	2,54	2,71	2,85	2,98	3,08	3,18	3,27	3,34	3,41	3,48
15	1,16	1,71	2,07	2,34	2,54	2,71	2,85	2,98	3,08	3,18	3,26	3,34	3,41	3,48
16	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078	3,173	3,258	3,336	3,407	3,472

K için _____ d2 değerleri

1. ÖLÇÜM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,63957	3,93548	3,84455	4,1651	4,2812	3,4333	3,8044	3,9307	4,2812	3,4333
2	3,57531	3,93015	3,88189	4,2245	4,3089	3,4455	3,8448	3,9060	4,3089	3,4455
3	3,61748	3,89916	3,79324	4,1831	4,2525	3,3678	3,7882	3,8979	4,2525	3,3678

Min	3,57531	3,89916	3,79324	4,16510	4,25248	3,36779	3,78816	3,89789	4,25248	3,36779
Mak	3,63957	3,93548	3,88189	4,22454	4,30886	3,44552	3,84481	3,93066	4,30886	3,44552
Xo	3,61079	3,92160	3,83989	4,19093	4,28084	3,41554	3,81246	3,91152	4,28084	3,41555
R	0,06426	0,03632	0,08865	0,05944	0,05638	0,07773	0,05665	0,03277	0,05638	0,07773
Xrd										
Yeğilim	3,61079	3,92160	3,83989	4,19093	4,28084	3,41554	3,81246	3,91152	4,28084	3,41555

2. ÖLÇÜM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,58826	3,91847	3,85039	4,16154	4,22682	3,40564	3,80264	3,86563	4,22682	3,40564
2	3,62865	3,90653	3,84887	4,20828	4,23440	3,39446	3,80366	3,84912	4,23444	3,39446
3	3,63094	3,94514	3,85090	4,23495	4,27788	3,39599	3,80010	3,87503	4,27788	3,39599

Min	3,58826	3,90653	3,84887	4,16154	4,22682	3,39446	3,80010	3,84912	4,22682	3,39446
Mak	3,63094	3,94514	3,85090	4,23495	4,27788	3,40564	3,80366	3,87503	4,27788	3,40564
Xo	3,61595	3,92338	3,85005	4,20159	4,24637	3,39870	3,80213	3,86326	4,24638	3,39870
R	0,04268	0,03861	0,00203	0,07341	0,05106	0,01118	0,00356	0,02591	0,05106	0,01118
Xrd										
Yeğilim	3,61595	3,92338	3,85005	4,20159	4,24637	3,39870	3,80213	3,86326	4,24638	3,39870

3. ÖLÇÜM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3,57734	3,88087	3,85293	4,17678	4,26467	3,43282	3,81052	3,85141	4,26467	3,43282
2	3,58268	3,87173	3,78054	4,16129	4,23876	3,37973	3,79959	3,88570	4,23876	3,37973
3	3,62865	3,87351	3,79680	4,17450	4,19888	3,39980	3,78664	3,85217	4,19888	3,39980
Min	3,57734	3,87173	3,78054	4,16129	4,19888	3,37973	3,78664	3,85141	4,19888	3,37973
Mak	3,62865	3,88087	3,85293	4,17678	4,26467	3,43282	3,81052	3,88570	4,26467	3,43282
Xo	3,59622	3,87537	3,81009	4,17086	4,23410	3,40412	3,79892	3,86309	4,23410	3,40412
R	0,05131	0,00914	0,07239	0,01549	0,06579	0,05309	0,02388	0,03429	0,06579	0,05309
Xrd										
Yeğilim	3,59622	3,87537	3,81009	4,17086	4,23410	3,40412	3,79892	3,86309	4,23410	3,40412

Veri değerlendirme :

Xort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3,61079	3,92160	3,83989	4,19093	4,28084	3,41554	3,81246	3,91152	4,28084	3,41555	3,86800
2	3,61595	3,92338	3,85005	4,20159	4,24637	3,39870	3,80213	3,86326	4,24638	3,39870	3,85465
3	3,59622	3,87537	3,81009	4,17086	4,23410	3,40412	3,79892	3,86309	4,23410	3,40412	3,83910

Rort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,06426	0,03632	0,08865	0,05944	0,05638	0,07773	0,05665	0,03277	0,05638	0,07773	0,06063
2	0,04268	0,03861	0,00203	0,07341	0,05106	0,01118	0,00356	0,02591	0,05106	0,01118	0,03107
3	0,05131	0,00914	0,07239	0,01549	0,06579	0,05309	0,02388	0,03429	0,06579	0,05309	0,04443

3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Xort	3,60765	3,90678	3,83335	4,18779	4,25377	3,40612	3,80450	3,87929	4,25377	3,40612	3,8539150
XRp											0,8476578
Rort	0,05275	0,02802	0,05436	0,04945	0,05774	0,04733	0,02803	0,03099	0,05774	0,04733	0,0453750

			$\dot{X}_{diff}$	$(\dot{X}_{rolç0mc0})$	0,0288963		
ÜKS	$(R_{ortort} \cdot D_4) =$	0,11684	R	ÜKS	$(\dot{X} + A_2 \cdot R) =$	3,90033	$\dot{X}$
AKS	$(R_{ortort} \cdot D_3) =$	0,00000		AKS	$(\dot{X} - A_2 \cdot R) =$	3,80750	
MÇ	$(R_{ort}) =$	0,04538		MÇ	$(R_{ort}) =$	3,85392	

Tekrarlanabilirlik - Cihaz varyasyonu (EV)

(d2 için deneme sayısı)	(m)-	3	g -	30	parça sayı/ölçüm sayısı, d2(m:g)-	1,693	
(Öe)(Replikasyon) Ölçüm cihazı standart sapması=σ=Rort/d2=					0,0263015	K1=σ/Rort=	0,5906675

Tekrar yapılabilirlik - Ölçümcü Varyasyonu (AV)

(d2 için ölçümcü sayısı)	(m)=	3	g =	1	(aralık 1 olduğundan g=1). d2(m:g) =	1,910
Ölçümcü Standart sapması = $\sigma = X_{diff} / d2 =$				0,443800	K2= $\sigma/X_{diff} =$	0,5236

Parça Varyasyonu (PV)

(d2 için parça sayısı)	(m)=	10	g =	1	(aralık 1 olduğundan g-1). d2(m:g) =	3,180
(σp)Parça standart sapması = σ = XRp / d2=			0,266559		K3=σ/XRp =	0,3145

Referans Değeri = Parça Ortalaması + Parça içi Etkisi

Ölçüm Hatası = Eğilim + Ölçümcü etkisi + Replikasyon Hatası

Gözlemlenen değer = (Parça Ort.+Eğilim) + Parça etkisi + Ölçüm etkisi + Replikasyon Hatası

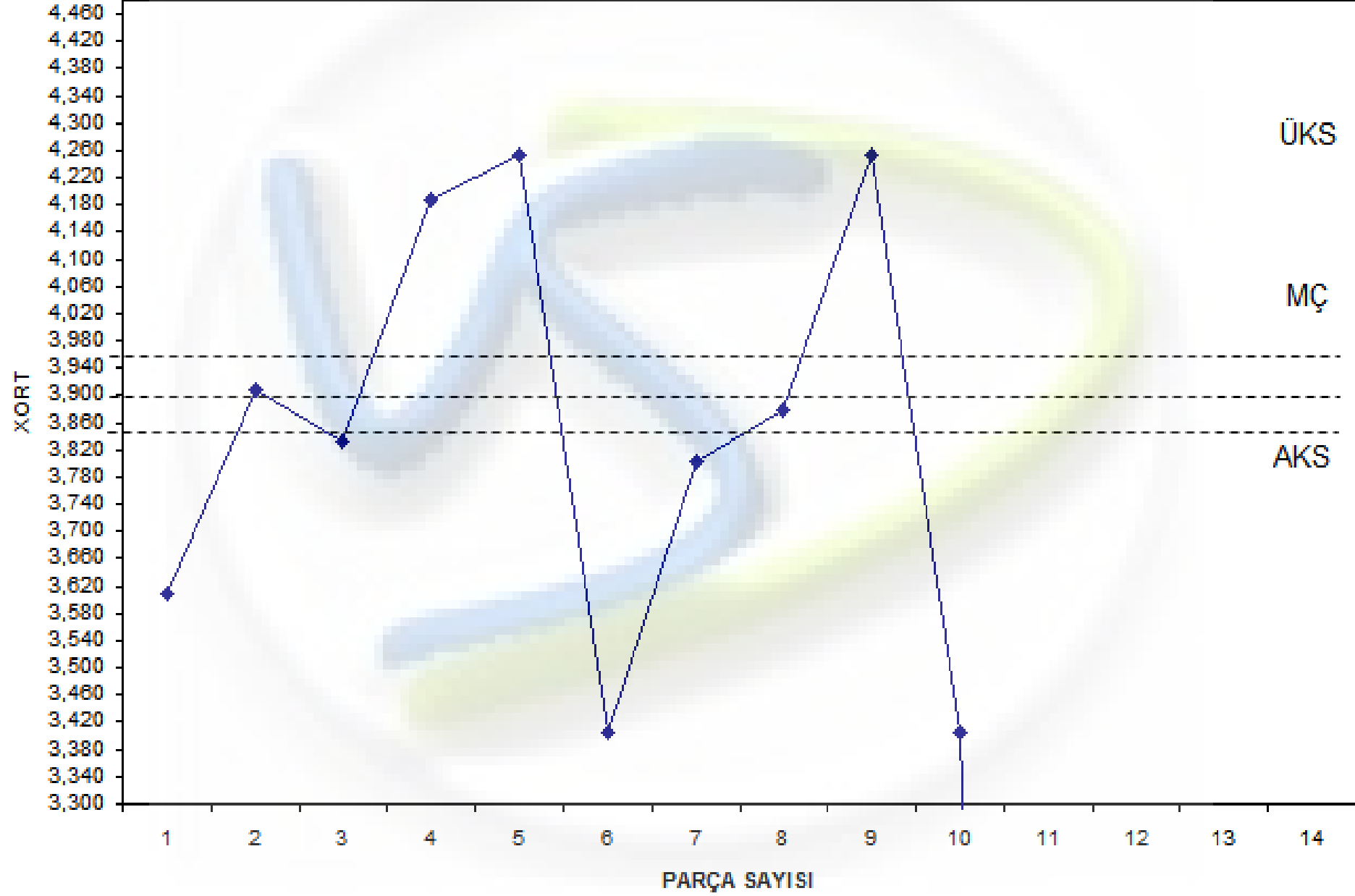
GAGE R & R

Parça No ve İsmi					Cihaz İsmi				Ölçümcü A				
Karakteristik					Cihaz No				Ölçümcü B				
Tanım					Cihaz Tipi				Ölçümcü C				
$\bar{R}_{ort}$	0,04538	R_p	0,84766	Ölçümcü Sayısı (k)	3	X_{DIFF}	0,02890	Deneme Sayısı (r)	3	Parça Sayısı (n)	10	TARİH	
$R_{ÜKS}$	0,11684	R_{AKS}	0,00000	$R_{MÇ}$	0,04538	K1	0,59067	K2	0,52356	K3	0,31447		
$\bar{X}_{ÜKS}$	3,90033	$\bar{X}_{AKS}$	3,80750	$\bar{X}_{MÇ}$	3,85392			ÜL	5,000	AL	3,000	Tolerans	2,000
$\hat{\sigma}^2_{p(PV)}$	0,07105	$\hat{\sigma}_e \text{ Bias}$	0,02680	$\hat{\sigma}^2_{m(GRR)}$	0,00092								

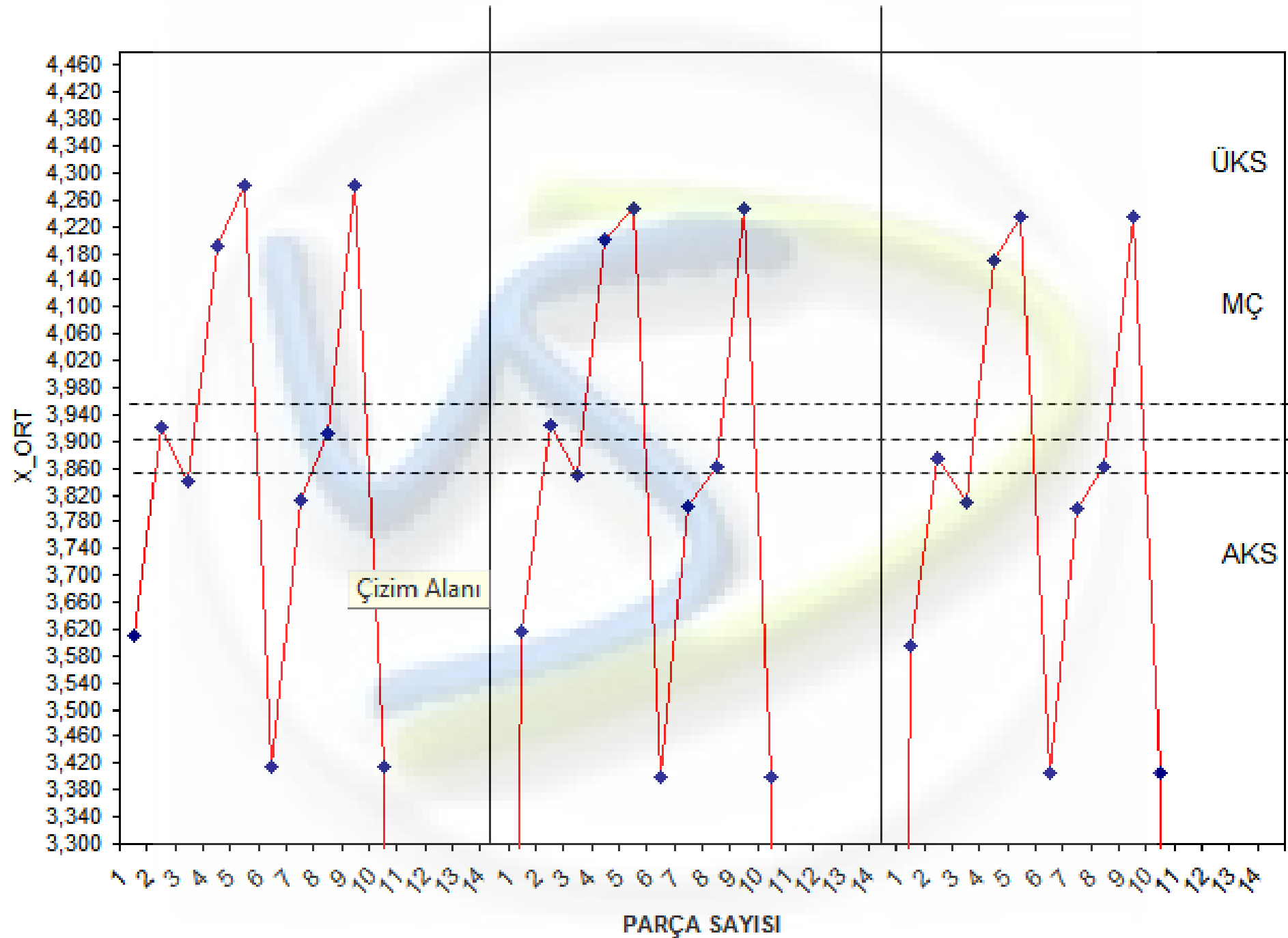
Standart Sapma (σ)			5,15-(normal dağılımın %99 u)		6 *(Sigma)	
Tekrarlanabilirlik - Ekipman Varyansı (EV)			$\hat{\sigma}_e=5,15*\hat{\sigma}_e$		0,1608	
REPEATABILITY - EQUIPMENT VARIATION (EV)						
$EV(\hat{\sigma}_e)=\bar{R}_{ort} * K1 =$		0,0268015	0,1380			
Tekrar yapılabilirlik - Ölçüm Varyansı (AV)			$\hat{\sigma}_{\bar{o}}=(\sqrt{5,15*(R_{\bar{o}}/d2)^2-(5,15*\hat{\sigma}_e)^2/r*n})/5,15$		0,0859	
REPRODUCIBILITY - APPRAISER VARIATION (AV)						
$AV(\hat{\sigma}_{\bar{o}})=\sqrt{(XDIFF*K2)^2-(EV)^2/(n*r)}$		0,0143158	0,0737			
Tekrarlanabilirlik ve Tekrar yapılabilirlik (GRR)			$\hat{\sigma}_{R_R}=(\sqrt{\hat{\sigma}_e^2+\hat{\sigma}_{\bar{o}}^2})*5,15$		0,1823	
REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY (R&R)						
$GRR(\hat{\sigma}_{R_R})=\sqrt{(EV^2+AV^2)}=$		0,0303853	0,1565			
Parça Varyansı (PV)			$\sigma_p=\sigma_p*5,15$		1,5994	
PART VARIATION (PV)						
$PV(\hat{\sigma}_p)=\bar{R}_p * K3 =$		0,2665590	1,3728			
Toplam Varyans (TP)			$\sigma_t=(\sqrt{\sigma_{R_R}^2+\sigma_p^2})*5,15$		1,6097	
TOTAL VARIATION (TV)						
$TV=\sqrt{(GRR^2+PV^2)}$		0,2682853	1,3817			

(% STUDY VARIATION) % VARYAN S ÇALIŞMASI (Süreç kontrol kararları için)		% TOLERANS ANALİZİ				% CONTRIBUTION (İyileştirme kararları için) % KATKISI ($\frac{\sigma}{\sigma_{TV}}$)	
		($5,15 \cdot \sigma$) / TOLERANS		($6 \cdot \sigma$) / TOLERANS			
%EV = (EV/TV)	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	6,901%	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	8,040%	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	1,00%	
%EV = 9,99%							
(max %30 olacak)							
%AV = (AV/TV)	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	3,686%	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	4,295%	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	0,28%	
%AV = 5,34%							
(max %30 olacak)							
%GRR = (GRR/TV)	, %AV ve % EV ye bakılır ve yüksek olan öncelikli eylem planına alınır. %GRR , %10-%30 arasında Uygulamanın önemi,maliyet ve tamir	7,824%	, %10 dan KÜÇÜK KABUL EDİLİR.	9,116%	, %10 dan KÜÇÜK KABUL EDİLİR.	1,28%	
%GRR= 11,33%							
(> %10 Kabul), (%10-%30 Müdahale), (%30 Red)							
%PV = (PV/TV)	, %90 dan büyük, ölçüme alınan parçatoleransları içinde ve nominal değerlere yakındır.	68,639%	%50-%90 arasında nominaldeğerden uzak sistem takibe alınmalıdır.	79,968%	%50-%90 arasında nominaldeğerden uzak sistem takibe alınmalıdır.	98,72%	
%PV = 99,36%							
(%50 üstünde olacak)							
ndc = 1,41*(PV/GRR)	Farklı veri Kategoriler Sayısı ,5 den büyük olduğundan,bu ölçüm sistemi süreç kontrolü için yeterlidir.	DISCRIMINATION RATIO=	14,030	MARJİNAL OLARAK	UYGUN	(Signal to Noise Ratio) Kirlilik Sinyali Oranı öp/öm = 8,773	
ndc = 12,369							
(>5 ten olması beklenir.)							

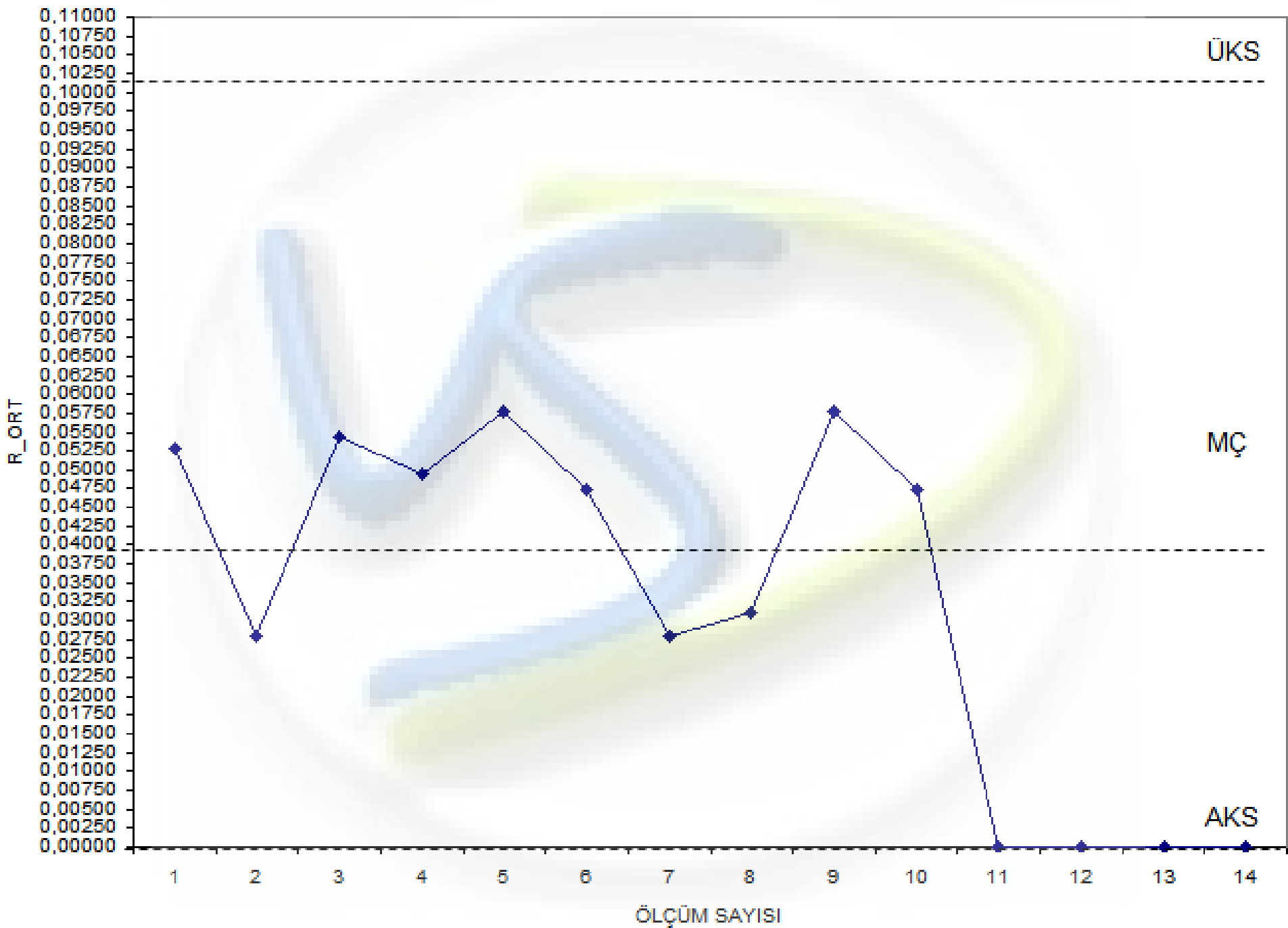
X_ORT KONTROL GRAFİĞİ



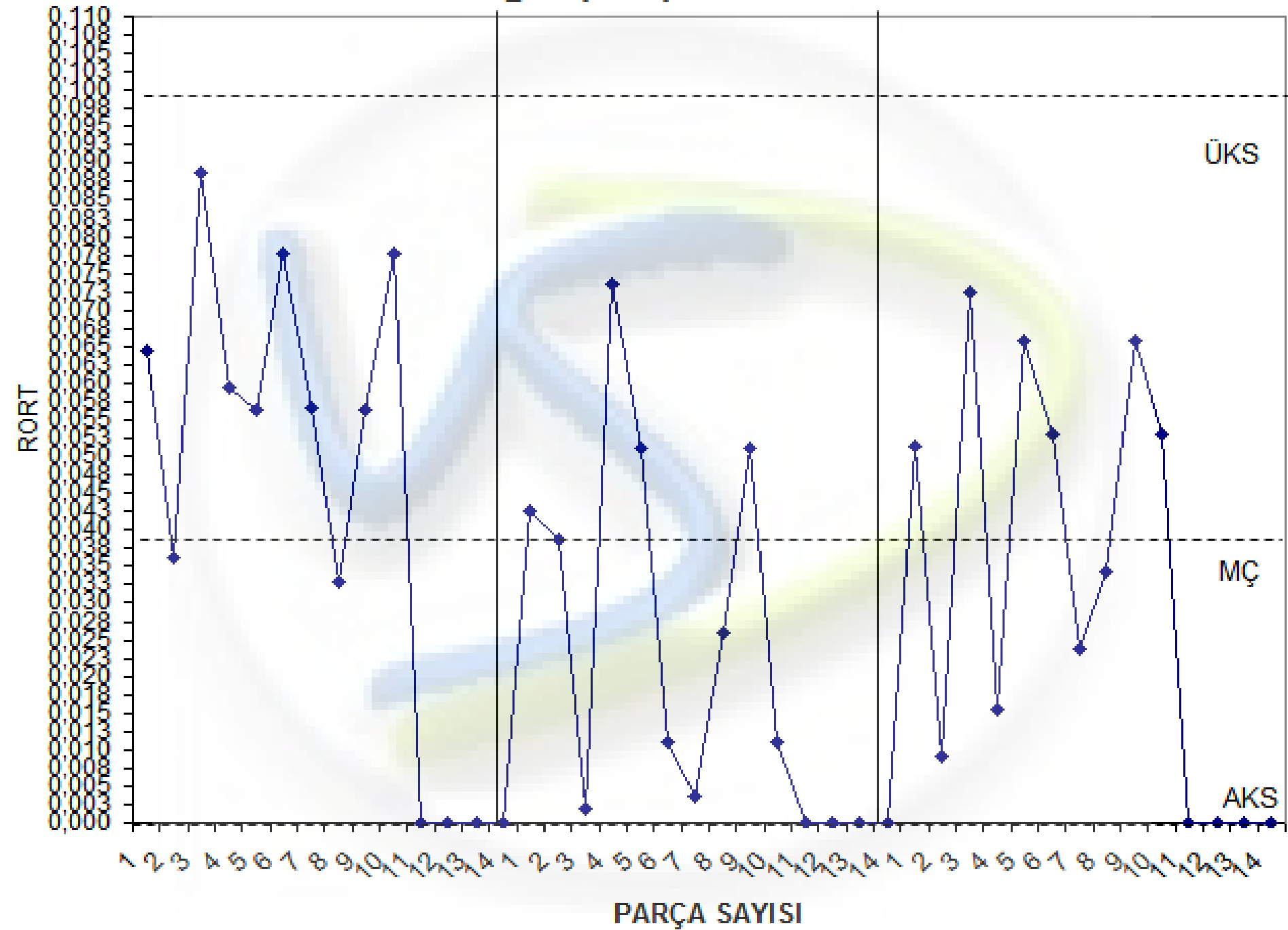
Xort_PARÇA-ÖLÇÜMCÜ GRAFİĞİ



R_ORT KONTROL GRAFİĞİ



Rort_PARÇA-ÖLÇÜMCÜ GRAFİĞİ



ÖLÇÜM CİHASI PERFORMANSI EĞRİSİ

Amacı ; Bir referans değerindeki parçayı kabul edip etmenin yada redetmenin olasılığını belirlemektir.

Bir kez hata miktarı belirlendikten sonra hesaplamak mümkündür.

Bunu gerçekleştirmek için , tekrarlanabilirliğin ve tekrar yapılabilirliğin s^2 gibi bir varyansla normal olarak dağıldığı varsayımı yapılmıştır.

Hata ; tekrarlanabilirlik , tekrar yapılabilirlik ve eğilimden eksikliğinden oluşmaktadır. Bu normal olarak X_T (Referans Değeri) ortalamayla dağılmışlardır.

Ölçüm Cihazı Hatası (Pa)=

$$\Phi \left(\frac{UstL - (X_T + B)}{s} \right) - \Phi \left(\frac{AltL - (X_T + B)}{s} \right)$$

Üst Limit =	5
Alt Limit =	3
B(eğilim) =	0,05
Ref.D.= X_T (ort.) =	4
s (GRR) =	0,0303

R&R her iki limit için $Pa=0,995$ e karşılık gelen X_T değerini ve $Pa=0,005$ e karşılık gelen X_T değerini bularak belirlenir. R&R grafiksel olarak

iki X_T değeri arasındaki farktır.

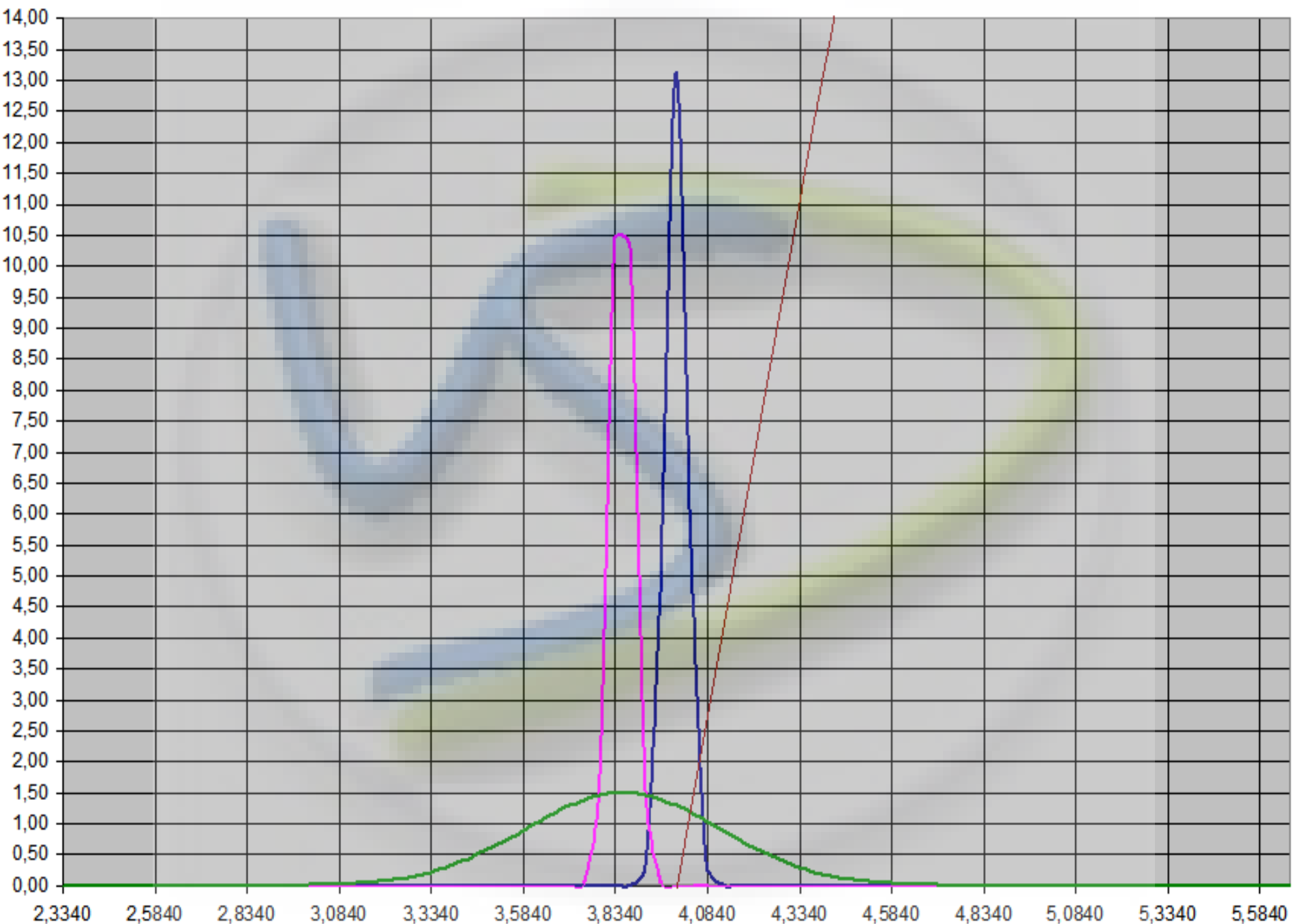
Pa = 1,00000

0,25	TOLERANS(±)	2,00	ALT LİMİT	3,00	ÜST LİMİT	5,00	NOMİNAL =	4,00
MAX.ÜÇ-	5,6667	z	Pz	Pa	Gage Error	Total Variation	Part Variation	
MIN.ÜÇ-	2,3333	-54,85115822890	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000012850	
	2,3750	-53,47987927318	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000030963	
	2,4167	-52,10860031745	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000072809	
	2,4583	-50,73732136173	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000167075	
	2,5000	-49,36604240601	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000374132	
	2,5417	-47,99476345029	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000817574	
	2,5833	-46,62348449456	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00001743484	
	2,6250	-45,25220553884	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00003628253	
	2,6667	-43,88092658312	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00007368272	
	2,7083	-42,50964762740	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00014602335	
	2,7500	-41,13836867167	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00028240184	
	2,7917	-39,76708971595	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00053296818	
	2,8333	-38,39581076023	0,00000000000	0,00000002066	0,00000000000	0,00000000000	0,00098157521	
	2,8750	-37,02453180451	0,00000000000	0,00001945682	0,00000000000	0,00000000000	0,00176414560	
	2,9167	-35,65325284878	0,00000000000	0,00304813496	0,00000000000	0,00000000000	0,00309409621	
	2,9583	-34,28197389306	0,00000000000	0,08514400664	0,00000000000	0,00000000000	0,00529568015	
	3,0000	-32,91069493734	0,00000000000	0,50000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00884500785	
	3,0417	-31,53941598162	0,00000000000	0,91485599336	0,00000000000	0,00000000000	0,01441661311	
	3,0833	-30,16813702589	0,00000000000	0,99695186504	0,00000000000	0,00000000000	0,02293067340	
	3,1250	-28,79685807017	0,00000000000	0,99998054318	0,00000000000	0,00000000000	0,03559253478	
	3,1667	-27,42557911445	0,00000000000	0,99999997934	0,00000000000	0,00000000000	0,05391251248	
	3,2083	-26,05430015873	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,07969090699	
	3,2500	-24,68302120300	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,11495199476	
	3,2917	-23,31174224728	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,16181277228	
	3,3333	-21,94046329156	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,22227858807	
	3,3750	-20,56918433584	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,29796894593	
	3,4167	-19,19790538012	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,38979200233	
	3,4583	-17,82662642439	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,49760345590	
	3,5000	-16,45534746867	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,61990108430	
	3,5417	-15,08406851295	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,75361571891	
	3,5833	-13,71278955723	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,89405872361	
	3,6250	-12,34151060150	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000001	1,03507229922	
	3,6667	-10,97023164578	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000007445	1,16940210531	
	3,7083	-9,59895269006	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00013599262	1,28927511733	
	3,7500	-8,22767373434	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,03789069566	1,38712588101	
	3,7917	-6,85639477861	0,00000000000	1,00000000000	0,00000000081	1,61027440544	1,45637995576	
	3,8333	-5,48511582289	0,00000002066	1,00000000000	0,00000384634	10,43799928746	1,49218288901	
	3,8750	-4,11383686717	0,00001945682	1,00000000000	0,00277537963	10,32011881297	1,49196268886	
	3,9167	-2,74255791145	0,00304813496	1,00000000000	0,30545500236	1,55633180666	1,45573530069	
	3,9583	-1,37127895572	0,08514400664	1,00000000000	5,12769458030	0,03579890565	1,38610269817	
	4,0000	0,00000000000	0,50000000000	1,00000000000	13,12946768790	0,00012559934	1,28794390625	
	4,0417	1,37127895572	0,91485599336	1,00000000000	5,12769458030	0,00000006721	1,16784991280	
	4,0833	2,74255791144	0,99695186504	1,00000000000	0,30545500236	0,00000000001	1,03339334637	
	4,1250	4,11383686717	0,99998054318	1,00000000000	0,00277537963	0,00000000000	0,89234508021	
	4,1667	5,48511582289	0,99999997934	1,00000000000	0,00000384634	0,00000000000	0,75194928463	

4,2083	6,85639477861	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000081	0,00000000000	0,61834778827	
4,2500	8,22767373433	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,49621011996	
4,2917	9,59895269006	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,38858583654	
4,3333	10,97023164578	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,29695925240	
4,3750	12,34151060150	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,22146000207	
4,4167	13,71278955722	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,16116928616	
4,4583	15,08406851295	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,11446107210	
4,5000	16,45534746867	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,07932715532	
4,5417	17,82662642439	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,05365058927	
4,5833	19,19790538011	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,03540916261	
4,6250	20,56918433584	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,02280580258	
4,6667	21,94046329156	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,01433387488	
4,7083	23,31174224728	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00879165024	
4,7500	24,68302120300	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00526218048	
4,7917	26,05430015873	1,00000000000	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00307361609	
4,8333	27,42557911445	1,00000000000	0,99999997934	0,00000000000	0,00000000000	0,00175195137	
4,8750	28,79685807017	1,00000000000	0,99998054318	0,00000000000	0,00000000000	0,00097450263	
4,9167	30,16813702589	1,00000000000	0,99695186504	0,00000000000	0,00000000000	0,00052897181	
4,9583	31,53941598162	1,00000000000	0,91485599336	0,00000000000	0,00000000000	0,00028020159	
5,0000	32,91069493734	1,00000000000	0,50000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00014484289	
5,0417	34,28197389306	1,00000000000	0,08514400664	0,00000000000	0,00000000000	0,00007306550	
5,0833	35,65325284878	1,00000000000	0,00304813496	0,00000000000	0,00000000000	0,00003596798	
5,1250	37,02453180451	1,00000000000	0,00001945682	0,00000000000	0,00000000000	0,00001727859	
5,1667	38,39581076023	1,00000000000	0,00000002066	0,00000000000	0,00000000000	0,00000810008	
5,2083	39,76708971595	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000370560	
5,2500	41,13836867167	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000165431	
5,2917	42,50964762740	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000072071	
5,3333	43,88092658312	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000030641	
5,3750	45,25220553884	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000012712	
5,4167	46,62348449456	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000005147	
5,4583	47,99476345029	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000002033	
5,5000	49,36604240601	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000784	
5,5417	50,73732136173	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000295	
5,5833	52,10860031745	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000108	
5,6250	53,47987927318	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000039	
5,6667	54,85115822890	1,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000000	0,00000000014	

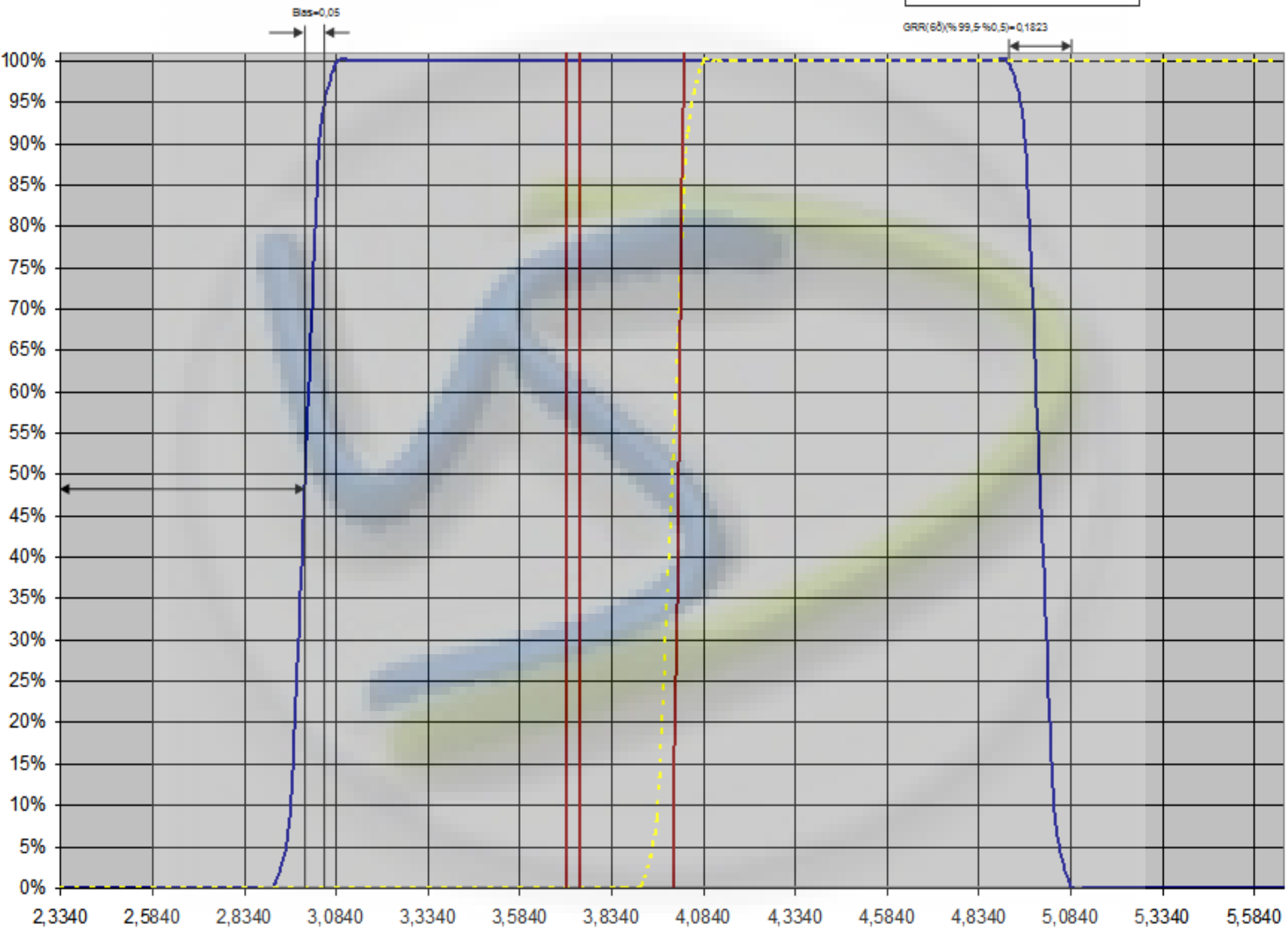
VARYANS GRAFİĞİ

— ÖLÇÜM HATASI — TOPLAM VARYANS — PARÇA VARYANS — Z

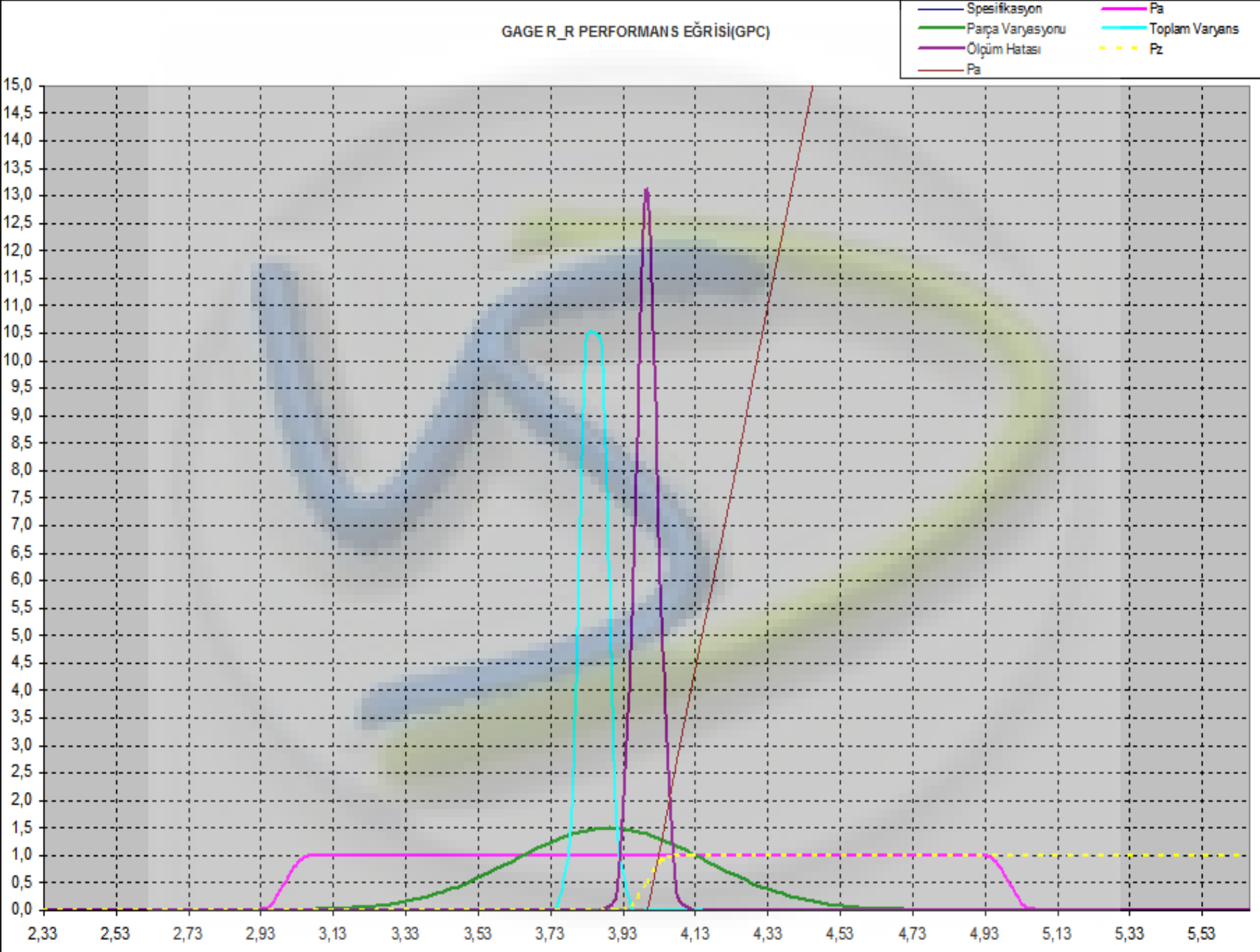


PERFORMANS EĞRİSİ

— Pa — Pz — Z



GAGE R_R PERFORMANS EĞRİSİ(GPC)



REGRESYON

(DOĞRUSALLIK (Bias))

VE

(TUTARLILIK (Linearity))

Doğrusallık, ölçüm cihazının çalışma aralığının başından sonuna kadar parçalar seçilerek belirlenebilir. Seçilen parçaların her birinin eğilimi referans değeri ve gözlemlenen ortalama ölçümün farkı alınarak belirlenir. Parçaların, eğilim ortalamalarına kararlılık referans değerleri-proses varyansı (veya tolerans) çarpımının çizelgesinin hazırlanmasıyla elde edilen doğrunun, bu regresyon doğusudur, eğimi ölçüm aletinin doğrusallığını gösteren endekstir. Ölçüm aletinin doğrusallığını proses varyansı(veya tolerans) yüzdesine çevirmek için yüzle çarpıp proses varyansına (veya toleransa) bölmek gerekir. Kararlılık için tavsiye edilen analiz grafikseldir.

Her parça için hesaplanır. İşaretlenen noktalar bir çizgiyi temsil temsil edebilecek gibi görünüyorsa eğeelimler ve referans değerleri kullanılarak çizilen best fit regresyon doğrusu bu iki parametre arasındaki doğrusallığı temsil eder. Sistemin doğrusallığı ve doğrusallık yüzdesi regresyon doğrusu eğiminden ve parçaların proses varyansından (veya tolerans) hesaplanır. Doğrusallık ve doğrusallık% sinin büyüklüğü doğrusallığın kabul edilebilirolup olmadığını belirlemek için kullanılır.

Doğrusallık yoksa ;

- 1- lm cihazı, çalışma aralığının st ve alt noktalarına doğru olarak kalibre edilmemiştir.
- 2- Min ve mak. Mastarda hata
- 3- Aşınmış lm aleti
- 4- lm alaetinin i tasarım zellikleri

Eğim düştükçe ölçüm aletinin doğrusallığı artar ,eğim arttıkça doğrusallık düşer.

Örnek Çalışma :

	1	2	3	4	5	
1	2,7000	5,1000	5,8000	7,6000	9,1000	
2	2,5000	3,9000	5,7000	7,7000	9,3000	
3	2,4000	4,2000	5,9000	7,8000	9,5000	
4	2,5000	5,0000	5,9000	7,7000	9,3000	
5	2,7000	3,8000	6,0000	7,8000	9,4000	
6	2,3000	3,9000	6,1000	7,8000	9,5000	
7	2,5000	3,9000	6,0000	7,8000	9,5000	
8	2,5000	3,9000	6,1000	7,7000	9,5000	
9	2,4000	3,9000	6,4000	7,8000	9,6000	
10	2,4000	4,0000	6,3000	7,5000	9,2000	
11	2,6000	4,1000	6,0000	7,6000	9,3000	
12	2,4000	3,8000	6,1000	7,7000	9,4000	
Min	2,3000	3,8000	5,7000	7,5000	9,1000	2,3
Mak	2,7000	5,1000	6,4000	7,8000	9,6000	9,6
Xo	2,49	4,13	6,03	7,71	9,38	
R	0,4000	1,3000	0,7000	0,3000	0,5000	

Xort	1	2	3	4	5	
1,00	2,49	4,13	6,03	7,71	9,38	5,95
REF.D (x)	1	2	3	4	5	
1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	6,00
EĞİLİM (y)	1	2	3	4	5	bias
1,00	0,49	0,13	0,03	-0,29	-0,62	-0,05

EĞİLİM (y)	1	2	3	4	5	y=a+bx
1,00	0,47	0,21	-0,05	-0,32	-0,58	-0,05

12,00	1	2	3	4	5	
Ört	2,49	4,13	6,03	7,71	9,38	5,95
ÖRp	6,89					
Rrefdort	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	6,00
R_Rrefd	8,00					
Eort(y)	0,49	0,13	0,03	-0,29	-0,62	-0,05
Egort(y)	0,47	0,21	-0,05	-0,32	-0,58	-0,05

R^2 =(en iyi fit)=	0,98	R^2 (en iyi fit)=	0,98
Doğrusallık1 =	-0,79	Doğrusallık =	-0,79
%Doğrusallık1=	-0,13	%Doğrusallık=	-0,13

(EĞİM) = b1 =	-0,1318
---------------	---------

(REGRESYON SABİTİ) = a1 =	0,7371
---------------------------	--------

ölçümcü (k) =	1,00
---------------	------

deney sayısı (r) =	12,00
--------------------	-------

parça(n)=	5,00
-----------	------

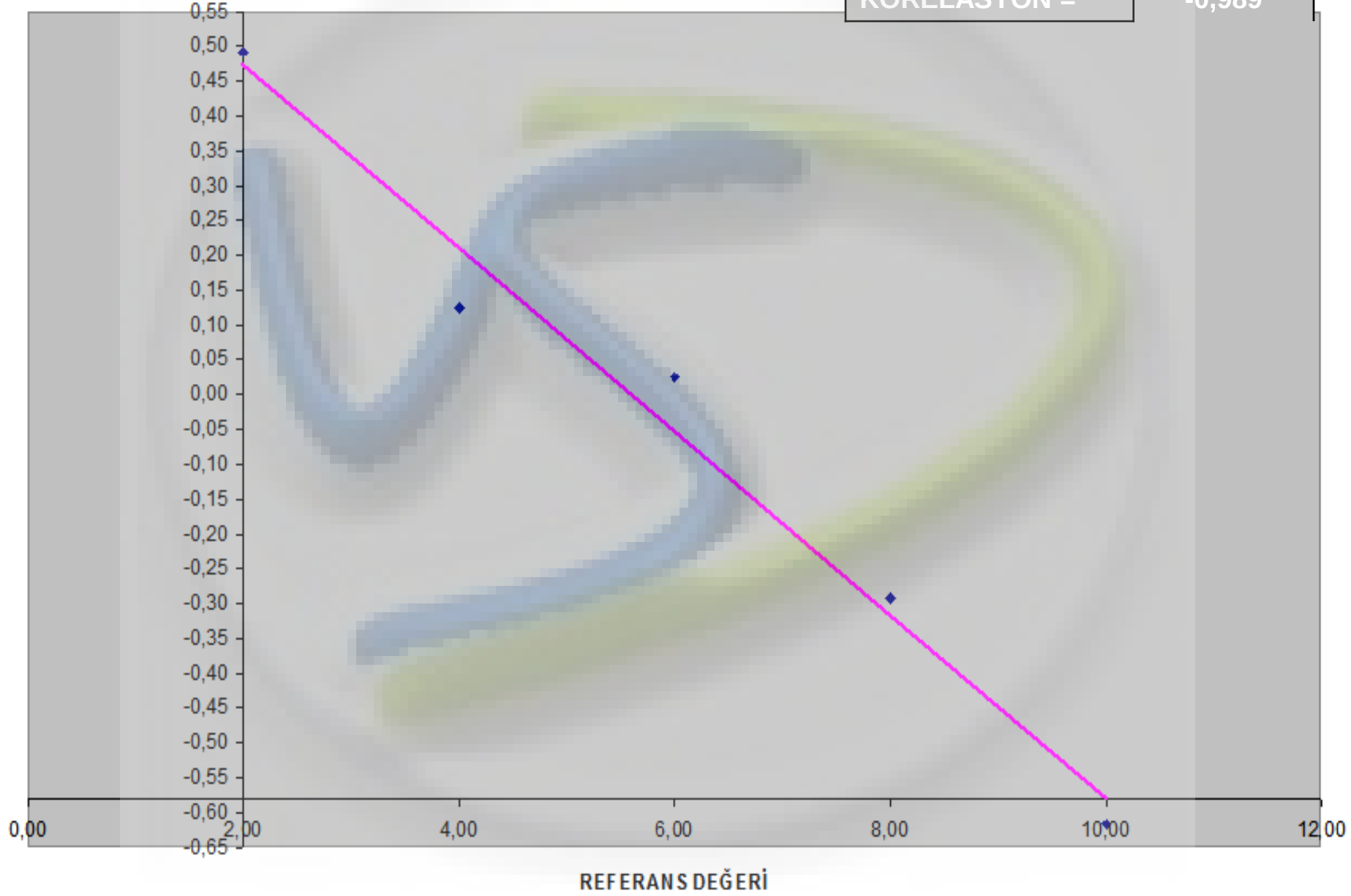
Proses Varyansı (6ö) =	6,00
------------------------	------

EĞİLİM (y)=	-0,05
-------------	-------

REGRE SYON

KORELASYON =

-0,989



BELİRSİZLİK

TOPLAM BELİRSİZLİK $U_T =$	$\sqrt{U_0 + U_{ref} + U_R}$
----------------------------	------------------------------

U_0 = Cihaz skalasından kaynaklanan belirsizlik

U_{ref} = Kalibrasyon veya doğrulamada kullanılan referanstan kaynaklanan belirsizlik

U_R = Cihaz , gözlemci ve yönteme bağlı tekrarlanabilirlikten kaynaklanan belirsizlik

Mekanik skalalarda ;

$$U_0 = 1/\sqrt{3} * x \quad (\text{en küçük skala değeri})$$

Dijital skalalarda ;

$$U_0 = 1/\sqrt{3} * x \quad (\text{son basamağın değeri} / 2)$$

Dijital / Mekanik (D / M) =	M	x =	0,005
-------------------------------	---	-----	-------

$U_0 =$	0,0028868
---------	-----------

$$UR(\bar{o}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{ort})^2 / (n-1)} = 2,4881$$

$n =$ Veri(ölçüm) sayısı

$x_{ort} =$ Verilerin ortalaması

$x_{i..} =$ 1.veri,.... i

	1	2	3	4	5
1	2,7000	5,1000	5,8000	7,6000	9,1000
2	2,5000	3,9000	5,7000	7,7000	9,3000
3	2,4000	4,2000	5,9000	7,8000	9,5000
4	2,5000	5,0000	5,9000	7,7000	9,3000
5	2,7000	3,8000	6,0000	7,8000	9,4000
6	2,3000	3,9000	6,1000	7,8000	9,5000
7	2,5000	3,9000	6,0000	7,8000	9,5000
8	2,5000	3,9000	6,1000	7,7000	9,5000
9	2,4000	3,9000	6,4000	7,8000	9,6000
10	2,4000	4,0000	6,3000	7,5000	9,2000
11	2,6000	4,1000	6,0000	7,6000	9,3000
12	2,4000	3,8000	6,1000	7,7000	9,4000
Min	2,3000	3,8000	5,7000	7,5000	9,1000
Mak	2,7000	5,1000	6,4000	7,8000	9,6000
Xo	2,49	4,13	6,03	7,71	9,38
R	0,4000	1,3000	0,7000	0,3000	0,5000

Kullanılan yöntemle bağılı olarak, kaydedilen değerler arasında farklılıkların görülmesi doğaldır. Bu farklılıkların boyutunun ne ölçüde olduğunu bilmek ve belirsizlik üzerindeki etkisini görmek, belirsizlik hesaplamaları açısından önemlidir. Tekrarlanabilirliğe bağlı belirsizliğin hesaplanmasında genellikle istatistiksel yöntemler kullanılır.

Tek bir değer için yapılan birden fazla ölçümün sonucunda elde edilen değerlerin standart sapması tekrarlanabilirlikten gelen belirsizliği verir. Uluslararası kabullere göre bir ölçüm cihazının uygunluğuna karar verilebilmesi için peş peşe yapılan ölçümlerin tümünün $\pm 2\sigma$ arasında olması gerekir. Normal dağılımlarda $\pm 2\sigma$ aralığı %95 güvenilirlik sağlar.

$U_{ref} = 0,030385$

$UT = 2,48829$

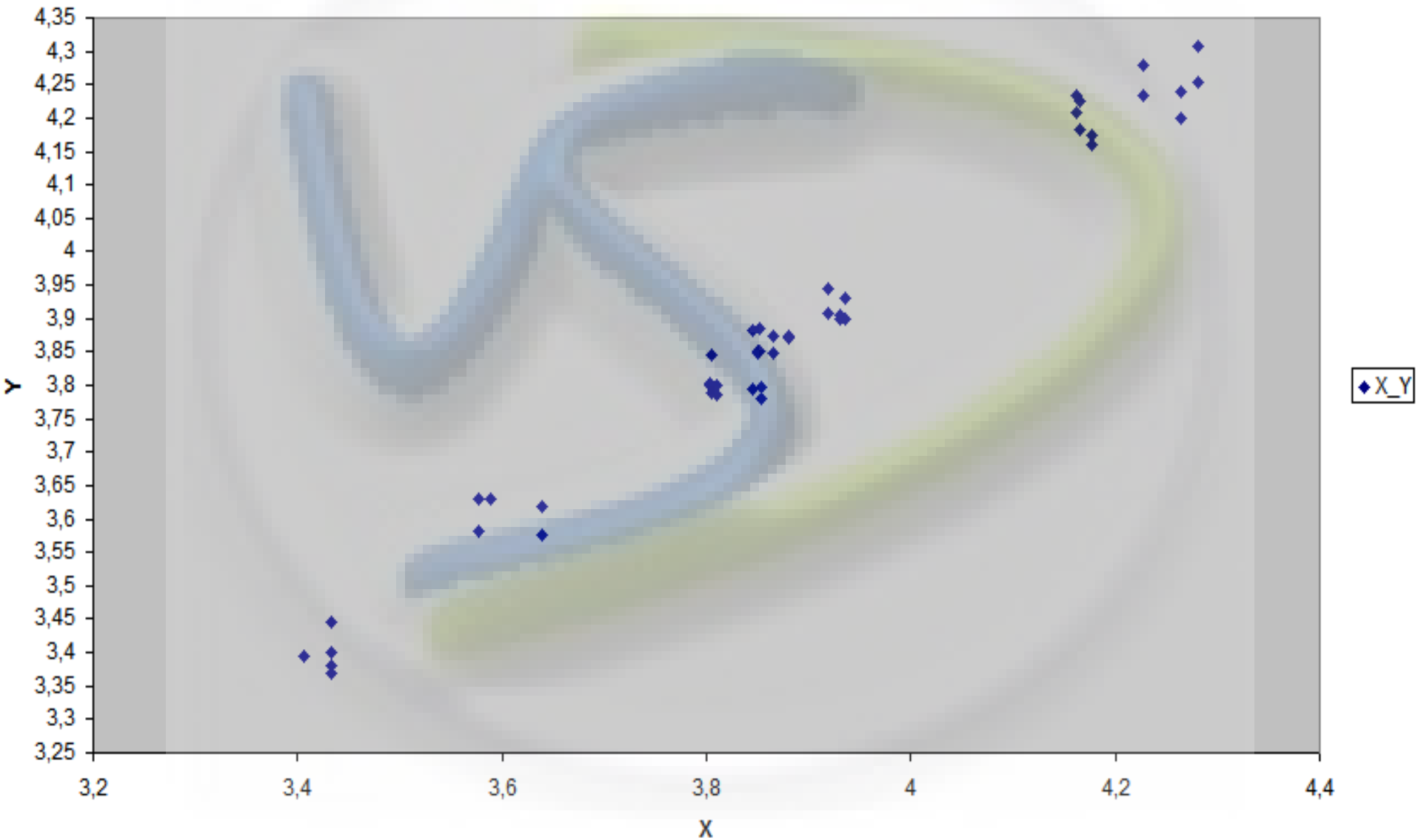
Bu, ölçüm cihazı ile yapılan ölçümlerin 4,9766 belirsizliği (k (kapsama faktörü)=2, genişletilmiş belirsizlik) vardır. Ölçülecek değer %95 güven aralığında ($\pm 2,4883$) bulunur.

(Kalibrasyon laboratuvarları raporlarında belirsizlik tahminini belirtmek zorundadırlar.)

KORELASYON

KORELASYON = 0,993

X_Y KORELASYON



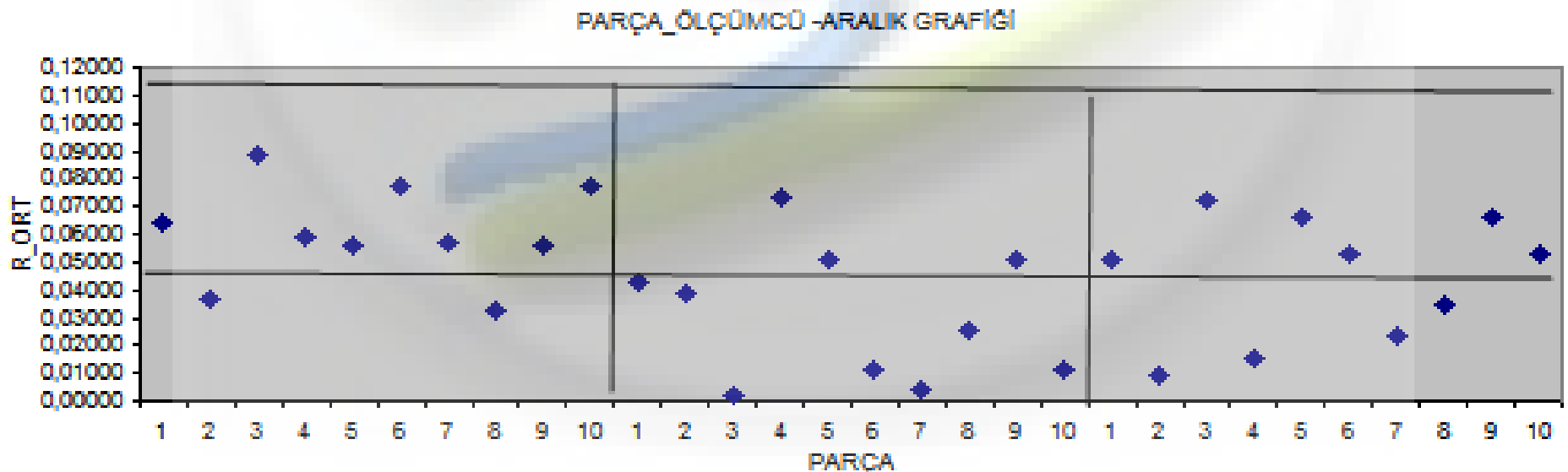
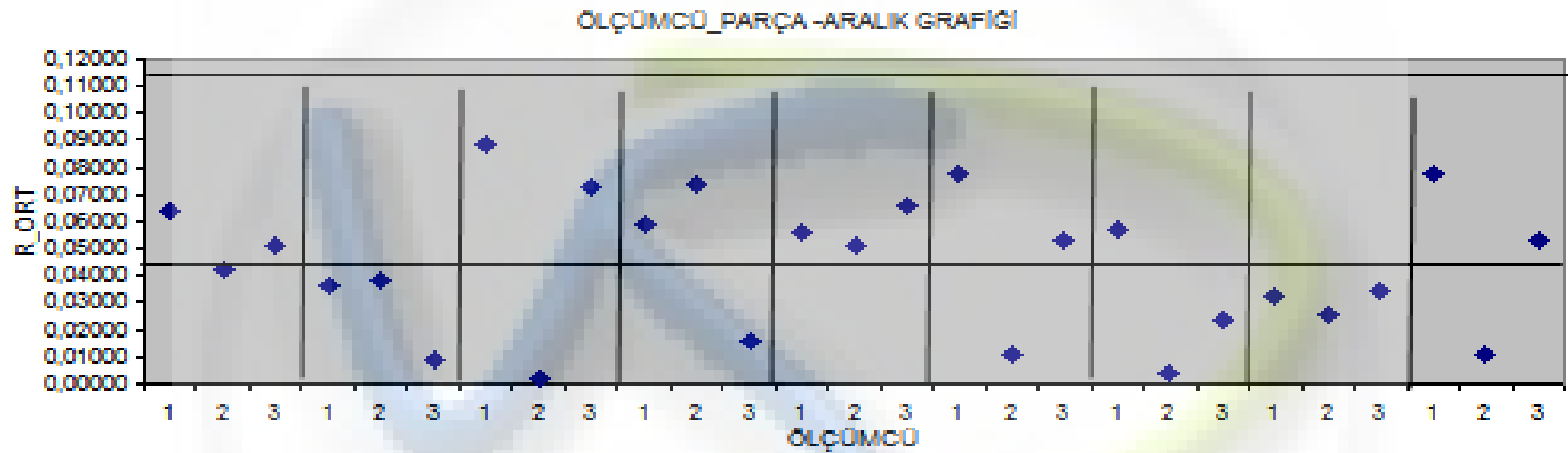
NORMALLEŞTİRME GRAFİKSEL ANALİZ

I.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,214	0,029	0,011	-0,023	0,027	0,027	0,000	0,051	0,027	0,027
2	-0,279	0,076	0,028	0,371	0,455	-0,408	-0,009	0,052	0,455	-0,408
3	-0,236	0,045	-0,061	0,329	0,399	-0,486	-0,066	0,044	0,399	-0,486
Nort	-0,243	0,050	-0,007	0,226	0,294	-0,289	-0,025	0,049	0,294	-0,289

II.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,266	0,065	-0,004	0,308	0,373	-0,448	-0,051	0,012	0,373	-0,448
2	-0,225	0,053	-0,005	0,354	0,380	-0,459	-0,050	-0,005	0,381	-0,459
3	-0,223	0,091	-0,003	0,381	0,424	-0,458	-0,054	0,021	0,424	-0,458
Nort	-0,238	0,069	-0,004	0,348	0,392	-0,455	-0,052	0,009	0,392	-0,455

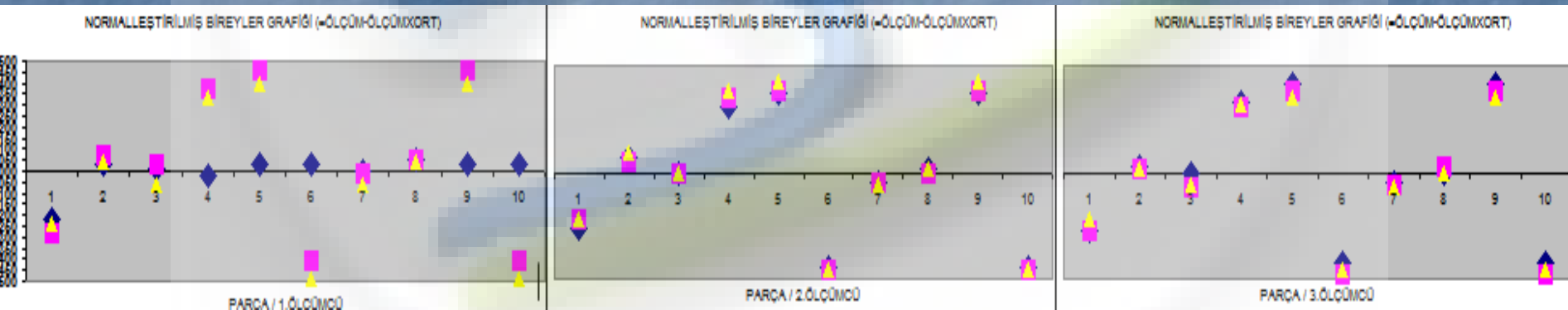
III.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,277	0,027	-0,001	0,323	0,411	-0,421	-0,043	-0,003	0,411	-0,421
2	-0,271	0,018	-0,073	0,307	0,385	-0,474	-0,054	0,032	0,385	-0,474
3	-0,225	0,020	-0,057	0,321	0,345	-0,454	-0,067	-0,002	0,345	-0,454
Nort	-0,258	0,021	-0,044	0,317	0,380	-0,450	-0,055	0,009	0,380	-0,450

Aralık Grafiği : Parçaya ve ölçümcüye göre gruplanır.(Tekrarlanabilirliğe göre istatistiksel kontrol 2- Her parça için ölçün işleminin, ölçümcüler arasında tutarlığı)



Veri; bireysel okumalardan, bütün ortalamaların toplam ortalaması düşülerek çizilir.

- 1- Tekrar yapılabilirlik
- 2- Ölçümcüler arasındaki tutarlılık
- 3- Mevcut olan istisnaları(anormal okumalar)
- 4- Parça ölçümcü etkileşimini belirlemek için çizilir.



HATA GRAFİKSEL ANALİZ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,029	0,014	0,005	-0,026	0,000	0,018	-0,008	0,019	0,000	0,018
2	-0,035	0,009	0,042	0,034	0,028	0,030	0,032	-0,006	0,028	0,030
3	0,007	-0,022	-0,047	-0,008	-0,028	-0,048	-0,024	-0,014	-0,028	-0,048

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,028	-0,005	0,000	-0,040	-0,020	0,007	0,001	0,002	-0,020	0,007
2	0,013	-0,017	-0,001	0,007	-0,012	-0,004	0,002	-0,014	-0,012	-0,004
3	0,015	0,022	0,001	0,033	0,032	-0,003	-0,002	0,012	0,032	-0,003

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0,019	0,006	0,043	0,006	0,031	0,029	0,012	-0,012	0,031	0,029
2	-0,014	-0,004	-0,030	-0,010	0,005	-0,024	0,001	0,023	0,005	-0,024
3	0,032	-0,002	-0,013	0,004	-0,035	-0,004	-0,012	-0,011	-0,035	-0,004

Hata = Gözlenen Değer - Referans Değeri

Hata = Gözlenen Değer - Parçanın ölçüm ortalaması

HATA HİSTOGRAM ANALİZİ

Adımlar:

1) Gözlemler sayısı (n)

n =	90
-----	----

2) En büyük değer(L) ve en küçükdeğer(S) bulunur.

L =	0,043
-----	-------

S =	-0,048
-----	--------

Değişim genişliği hesaplanır ($R = L - S$)

R =	0,091
-----	-------

3) Sınıf sayısı bulunur ($karekök\ n \leq k(tamsayı)$)

k =	10
-----	----

4) Sınıf genişliği $h=R/k$

h =	0,010
-----	-------

5) Sınıf limitleri, frekans dağılımında sınıfları belirlemek için kullanılan sayılardır. En küçük gözlem değerine eşit ya da daha küçük olarak ilk sınıfın altlimiti seçilir ve bu değere ardışık olarak sınıf genişliği(h) eklenerek diğer sınıfların alt limitleri bulunur.

6) Sınıf sınırları belirlenir.

(i. sınıfın üst limiti + (i+1). sınıfın alt limiti) / 2 = i. Sınıfın üst sınırı

(i. üst sınıf sınırı = (i +1). sınıfın alt sınıf sınırıdır)

7) Her sınıf için sınıf limitleri dâhil o sınıfa düşen gözlem sayısı

(sınıf frekansı) bulunur.

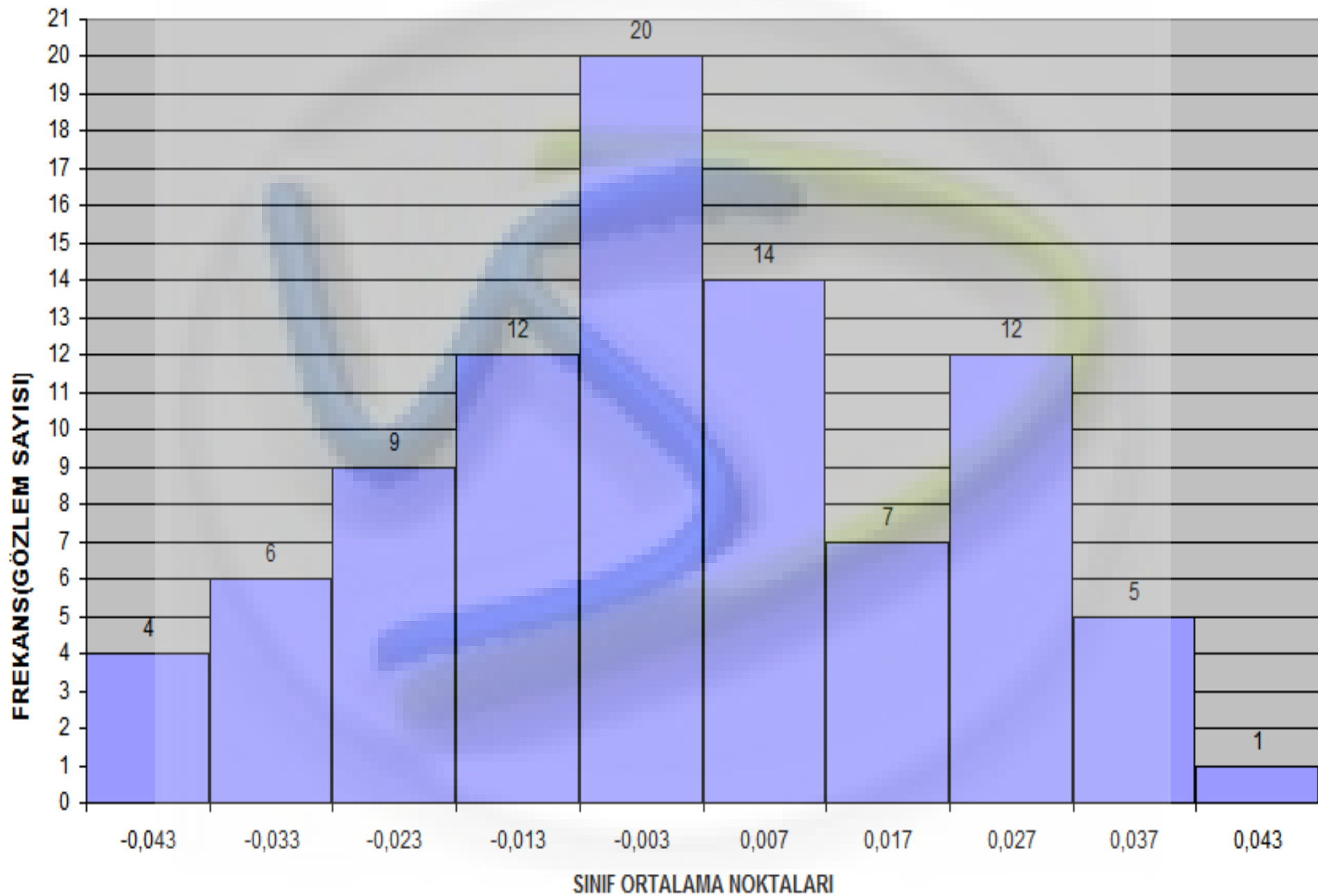
8) Sınıf limitlerinin ya da sınıf sınırlarının ortalaması alınarak her sınıf için sınıf orta noktaları bulunur.

9) Ardışık olarak frekanslar toplanarak eklemeli frekans sütunu oluşturulur.

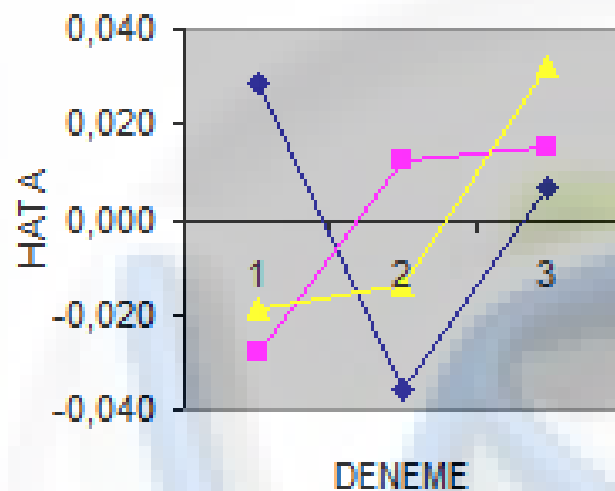
FREKANS TABLOSU

Sınıflar	Sınıf Limitleri		Sınıf Sınırları		Gözlem Sayısı	Sınıf Ortalama noktası	Eklemeli Frekans	Oransal Frekans	Oransal eklemeli frekanslar
	alt	üst	alt	üst					
1	-0,048	-0,038	-0,048	-0,038	4	-0,043	4		
2	-0,038	-0,028	-0,038	-0,028	6	-0,033	10		
3	-0,028	-0,018	-0,028	-0,018	9	-0,023	19		
4	-0,018	-0,008	-0,018	-0,008	12	-0,013	31		
5	-0,008	0,002	-0,008	0,002	20	-0,003	51		
6	0,002	0,012	0,002	0,012	14	0,007	65		
7	0,012	0,022	0,012	0,022	7	0,017	72		
8	0,022	0,032	0,022	0,032	12	0,027	84		
9	0,032	0,042	0,032	0,042	5	0,037	89		
10	0,042	0,043	0,042	0,052	1	0,043	90		
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
18	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0		

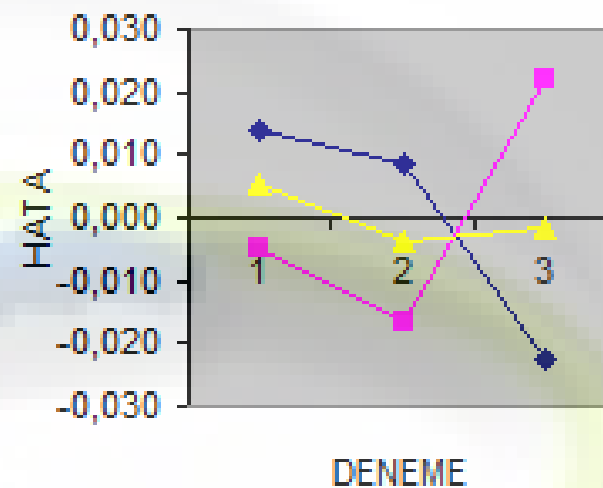
HİSTOGRAM



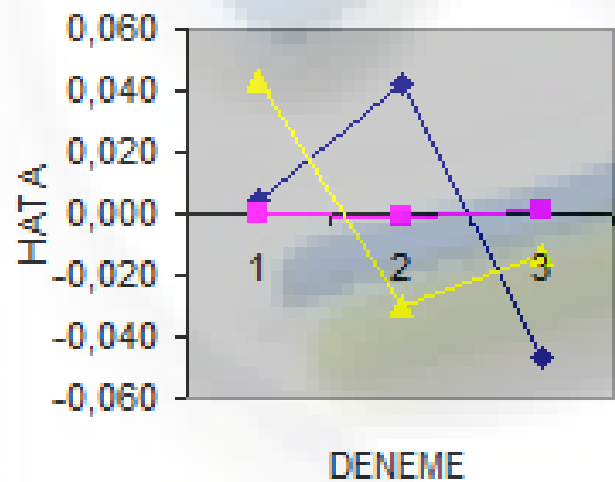
1.PARÇA_HATA



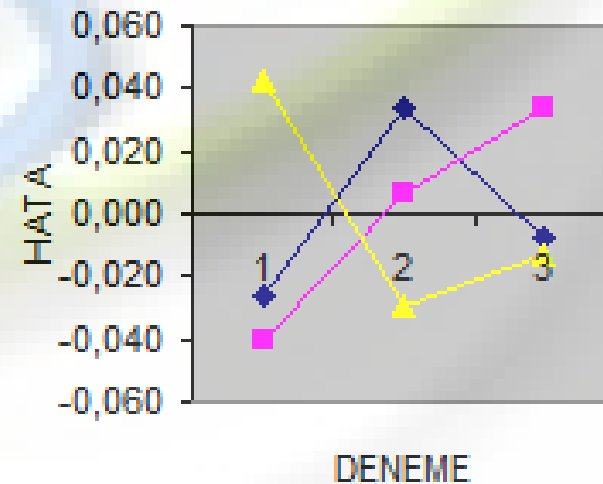
2.PARÇA_HATA



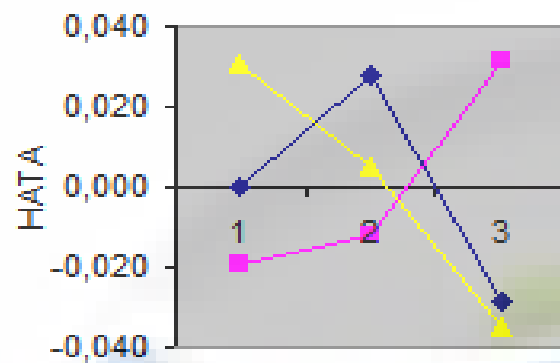
3.PARÇA_HATA



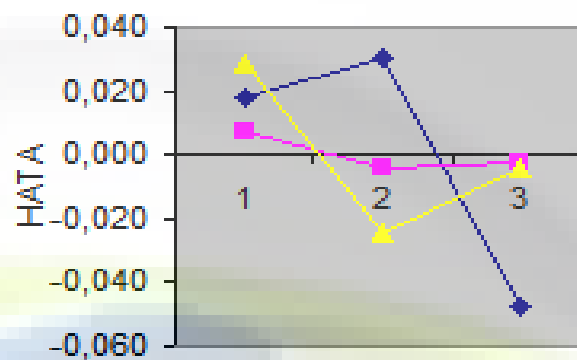
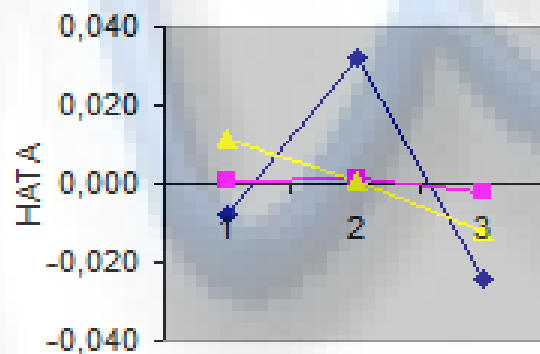
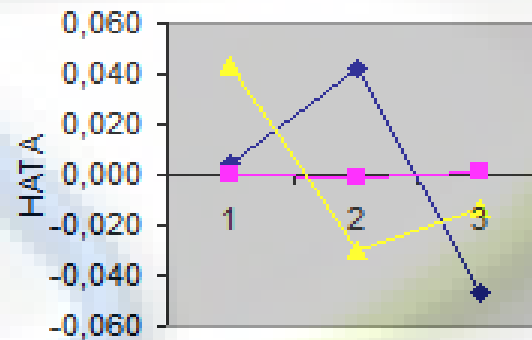
4.PARÇA_HATA



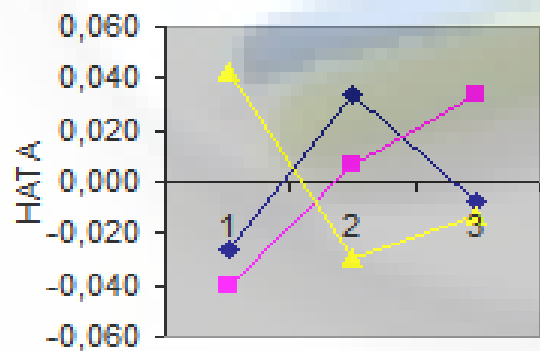
5.PARÇA_HATA



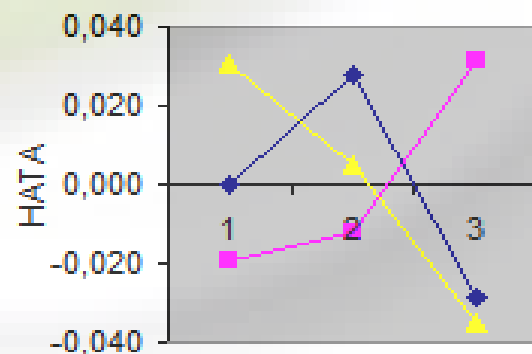
6.PARÇA_HATA

DENEME
7.PARÇA_HATADENEME
8.PARÇA_HATA

9.PARÇA_HATA



10.PARÇA_HATA



PARÇA İÇİ VARYANS (P WIV)

PARÇA İÇİ VARYANS (WIW) : HER PARÇA, TÜM ÖLÇÜMCÜLER TARAFINDAN EN AZ İKİ DEFA (DENEME SAYISI) PROSESE TABİ TUTULMALIDIR. PARÇA 360° ÇEVİRİLEREK YADA BAŞTAN AŞAĞI TARANIRLAR.

P	D	1	2									REF.DEĞ
				mak	min	R	Rmak+Rmin	R	MAK_MIN (XORT)	Rort	Xort	(Xort+PWIV)
1	1	0,990	0,990								0,6300	1,1196
	2	0,970	0,970	0,680	0,580	0,100					0,6200	
	3			0,670	0,570	0,100	0,020	0,000	0,6250	0,1		
											0,6250	
2	1	1,070	0,990	0,010	0,010	0,000	0,020	0,020	1,0000	0,15	1,0000	1,4946
	2	1,090	0,990	1,070	0,930	0,140					1,0000	
	3			1,080	0,920	0,160						
											1,0000	
3	1	0,970	0,790	0,010	0,010	0,020	0,030	0,010	0,8175	0,085	0,8250	1,3121
	2	0,950	0,770	0,870	0,780	0,090					0,8100	
	3			0,850	0,770	0,080						
											0,8175	
4	1	0,970	0,990	0,020	0,010	0,010	0,030	0,010	0,8925	0,145	0,9000	1,3871
	2	0,990	0,910	0,970	0,830	0,140					0,8850	
	3			0,960	0,810	0,150						
											0,8925	
5	1	0,990	0,930	0,010	0,020	0,010	0,030	0,030	0,4975	0,175	0,5000	0,9921
	2	0,990	0,900	0,580	0,420	0,160					0,4950	
	3			0,590	0,400	0,190						
				0,010	0,020	0,030					0,4975	
	Xo	0,932	0,701	ÖLÇÜMCÜ ORTALAMASI =			0,1300	0,0700	0,7665	0,1310	0,7665	1,2611
	R	0,900	0,530									

1. Ölçümcü

												REF.DEĞ
P	D	1	2	mak	min	R	Rmak+Rmin	R	MAK_MIN (XORT)	Rort	Xort	(Xort+PVWV)
1	1	0,590	0,510	0,590	0,510	0,080	0,020	0,020	0,5500	0,09	0,5500	1,0446
	2	0,600	0,500	0,600	0,500	0,100					0,5500	
	3											
				0,010	0,010	0,020					0,5500	
2	1	1,080	0,920	1,080	0,920	0,160	0,020	0,020	1,0000	0,15	1,0000	1,4946
	2	1,070	0,930	1,070	0,930	0,140					1,0000	
	3											
				0,010	0,010	0,020					1,0000	
3	1	0,820	0,720	0,820	0,730	0,090	0,030	0,030	0,7775	0,075	0,7750	1,2721
	2	0,810	0,750	0,810	0,750	0,060					0,7800	
	3											
				0,010	0,020	0,030					0,7775	
4	1	0,840	0,710	0,840	0,710	0,130	0,020	0,020	0,7750	0,14	0,7750	1,2696
	2	0,850	0,700	0,850	0,700	0,150					0,7750	
	3											
				0,010	0,010	0,020					0,7750	
5	1	0,490	0,310	0,490	0,310	0,180	0,020	0,020	0,4000	0,17	0,4000	0,8946
	2	0,480	0,320	0,480	0,320	0,160					0,4000	
	3											
				0,010	0,010	0,020					0,4000	
	Xo	0,793	0,938	ÖLÇÜMCÜ ORTALAMASI =			0,1100	0,1100	0,7005	0,1250	0,7005	1,1951
	R	0,600	0,520									

2. Ölçümcü

												REF. DEĞ
P	D	1	2	mak	min	R	Rmak+Rmin	R	MAK_MIN (XORT)	Rort	Xort	(Xort+PWIV)
1	1	0,560	0,490	0,560	0,490	0,070	0,030	0,010	0,5175	0,075	0,5250	1,0121
	2	0,550	0,470	0,550	0,470	0,080					0,5100	
	3											
				0,010	0,020	0,010					0,5175	
2	1	1,100	0,960	1,100	0,950	0,150	0,030	0,010	1,0175	0,145	1,0250	1,5121
	2	1,080	0,940	1,080	0,940	0,140					1,0100	
	3											
				0,020	0,010	0,010					1,0175	
3	1	0,840	0,770	0,840	0,770	0,070	0,010	0,010	0,8025	0,075	0,8050	1,2971
	2	0,840	0,760	0,840	0,760	0,080					0,8000	
	3											
				0,000	0,010	0,010					0,8025	
4	1	0,870	0,740	0,870	0,740	0,130	0,020	0,020	0,8050	0,14	0,8050	1,2996
	2	0,860	0,730	0,860	0,730	0,150					0,8050	
	3											
				0,010	0,010	0,020					0,8050	
5	1	0,560	0,390	0,560	0,390	0,170	0,020	0,020	0,4750	0,18	0,4750	0,9696
	2	0,570	0,380	0,570	0,380	0,190					0,4750	
	3											
				0,010	0,010	0,020					0,4750	
	X _o	0,785	0,662	ÖLÇÜMCÜ ORTALAMASI =			0,1100	0,0700	0,7235	0,1230	0,7235	1,2181
	R	0,330	0,370									

3. Ölçümcü

PARÇA REFERANS DEĞERİ HESAPLAMASI

Xort	1	2	3	4	5	
1	0,625	1,000	0,818	0,893	0,498	0,7665
2	0,550	1,000	0,778	0,775	0,400	0,7005
3	0,518	1,018	0,803	0,805	0,475	0,7235

Ref.D = Xort + PWIV5

REF.D	1	2	3	4	5	
1	1,120	1,495	1,312	1,387	0,992	1,2611
2	1,045	1,495	1,272	1,270	0,895	1,1951
3	1,012	1,512	1,297	1,300	0,970	1,2181

ölçümlü (k) =	3	deney sayısı (r) =	2	parça(n)=	5
---------------	---	--------------------	---	-----------	---

2	1	2	3	4	5	
Xort	0,564	1,006	0,799	0,824	0,458	0,7302
XRp						0,5483
REF.D	1,059	1,500	1,294	1,319	0,952	1,2248
Rrefd_Rp						0,5483

PWIV VERİLERİ

Xort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,625	1,000	0,818	0,893	0,498													0,7665
2	0,550	1,000	0,778	0,775	0,400													0,7005
3	0,518	1,018	0,803	0,805	0,475													0,7235
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Rort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,100	0,150	0,085	0,145	0,175													0,1310
2	0,090	0,150	0,075	0,140	0,170													0,1250
3	0,075	0,145	0,075	0,140	0,180													0,1230
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

ölçümü (k) -	3		deney sayısı (r) -	2		parça(n)-	5
--------------	---	--	--------------------	---	--	-----------	---

2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Xort	0,564	1,006	0,799	0,824	0,458													0,7302
XRp																		0,5483
Rort	0,088	0,148	0,078	0,142	0,175													0,1263
R_Rp																		0,0967
Xdiff (Xrölçümü)																		0,0660
ÜKS (Rortort*D4)=	0,4127																	0,01167
AKS (Rortort*D3)=	0,0000																	0,01667
MÇ (Rort) =	0,1263																	0,01667

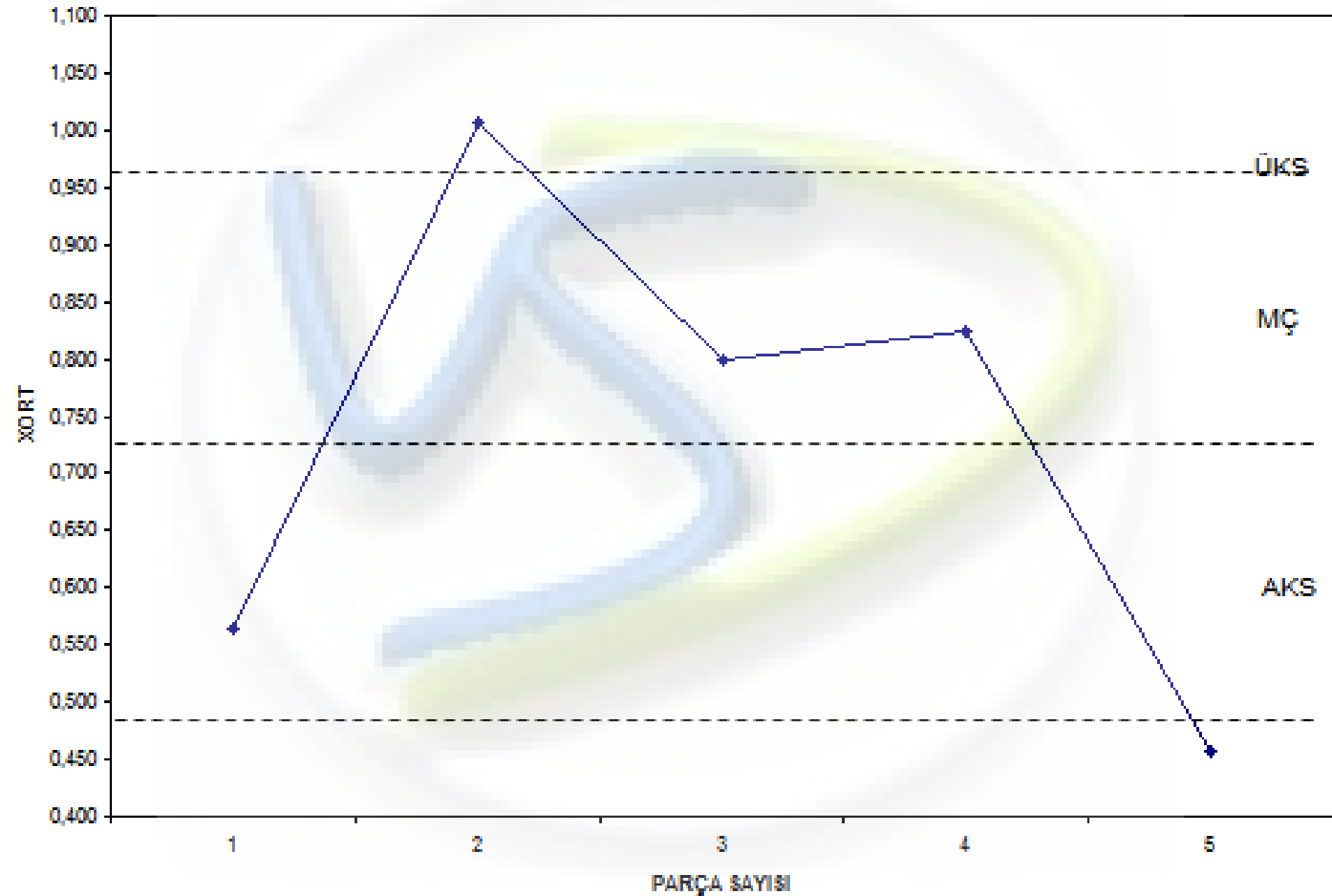
ÜKS	($\bar{X}+A2*R$)=	0,9677	X̄
AKS	($\bar{X}-A2*R$)=	0,4927	
MÇ	(Rort) =	0,7302	

Aralık toplamları ortalaması =	0,01167
Aralık farkları ortalaması(R) =	0,01667

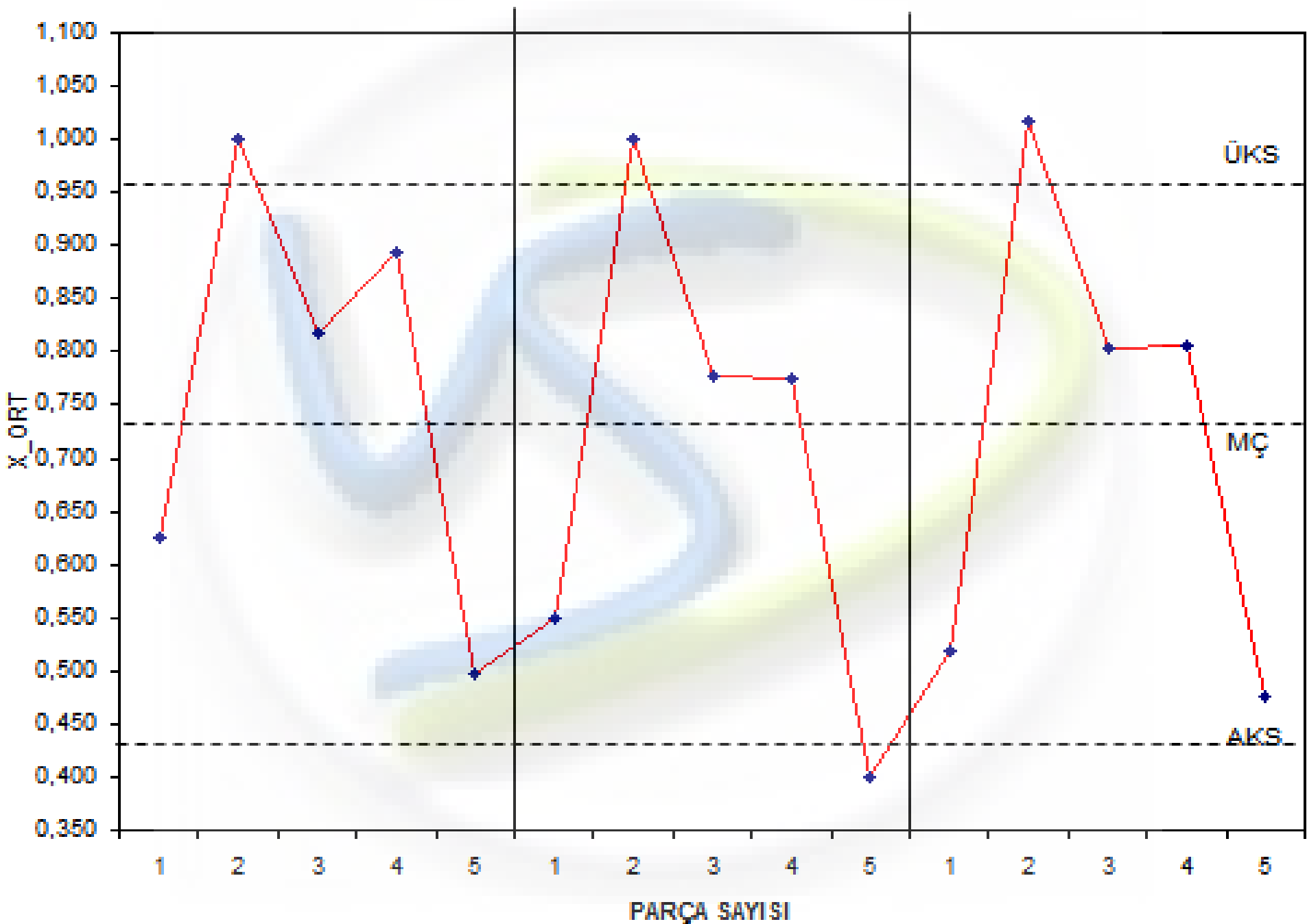
Standart Sapma (σ)	5,15-(normal dağılımın % 99 u)	6 *(Sigma)
Tekrarlanabilirlik - Ekipman Varyansı (EV)	$\sigma_e = 5,15 * \sigma_e$	
REPEATABILITY - EQUIPMENT VARIATION (EV)		
$EV(\sigma_e) = R_{tekrar} * K1 =$ 0,01006	0,0518	0,0603
Tekrar yapılabilirlik - Ölçüm Varyansı (AV)	$\sigma_{\bar{a}} = (\sqrt{5,15 * (R_{\bar{a}}/d2)^2 - (5,15 * \sigma_e)^2 / r * n}) * 5,15$	
REPRODUCIBILITY - APPRAISER VARIATION (AV)		
$AV(\sigma_{\bar{a}}) = \sqrt{(XDIFF * K2)^2 - (EV)^2 / (n * r)} =$ 0,03441	0,1772	0,2064
Tekrarlanabilirlik ve Tekrar yapılabilirlik (GRR)	$OR_R = (\sqrt{\sigma_{\bar{a}}^2 + \sigma_e^2}) * 5,15$	
REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY (R&R)		
$GRR(OR_R) = \sqrt{(EV^2 + AV^2)} =$ 0,03585	0,1846	0,2151
Parça Varyansı (PV)	$\sigma_p = \sigma_{pv} * 5,15$	
PART VARIATION (PV)		
$PV = X_Rp * K3 =$ 0,22110	1,1387	1,3266
Parça içi Varyansı (PIV) (WIV)	$\sigma_p = \sigma_{pwiv} * 5,15$	
$PWIV(\sigma_p) = XWIV * \sqrt{[(R_Rp * K3)^2 - (EV * WIV)^2 / (k * r)]} =$ 0,08243	0,4245	0,4946
$EV_{wiv} = R_{wiv} * K1 =$ 0,014	0,0740	0,0862
Toplam Varyans (TP)	$\sigma_t = \sigma_{TV} * 5,15$	
TOTAL VARIATION (TV)		
$TV = \sqrt{(GRR^2 + PV^2 + WIV^2)} =$ 0,2387	1,2292	1,4321

(% STUDY VARIATION) % VARYANS ÇALIŞMA SI (Süreç kontrol kararları için)		% CONTRIBUTION (İyileştirme kararları için) % KATKISI (Ö/ÖTV)*	
$\%EV = (EV/TV)$	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	0,2%	
$\%EV = 4,21\%$			
(max %30 olacak)			
$\%AV = (AV/TV)$	, %30 dan küçük KABUL EDİLİR.	2,1%	
$\%AV = 14,42\%$			
(max %30 olacak)			
$\%GRR = (GRR/TV)$	, %AV ve % EV ye bakılır ve yüksek olan öncelikli eylem planına alınır. %GRR , %10 %30 arasında Uygulmanın önemi,maliyet ve riskler göz önüne alınarak KABUL.	2,3%	
$\%GRR = 15,02\%$			
(->%10 Kabul),(%10-%30)			
$\%PV = (PV/TV)$	, %90 dan büyük, ölçüme alınan parça toleranslar içinde ve nominal değerlere yakındır.	85,8%	
$\%PV = 92,64\%$			
(%50 üstünde olacak)			
$ndc = 1,41 * (PV/GRR)$	Ölçüm sistemi proses parametrelerini ve endekslerini incelemekte genelde yetersiz ve kaba tahminlerin yapılmasına sebep olabilir.	(Signal to Noise Ratio)	
$ndc = 3,242$		Kirlilik Sinyali Oranı	
(>5 ten olması beklenir.)		Öp/Öm =	0,150

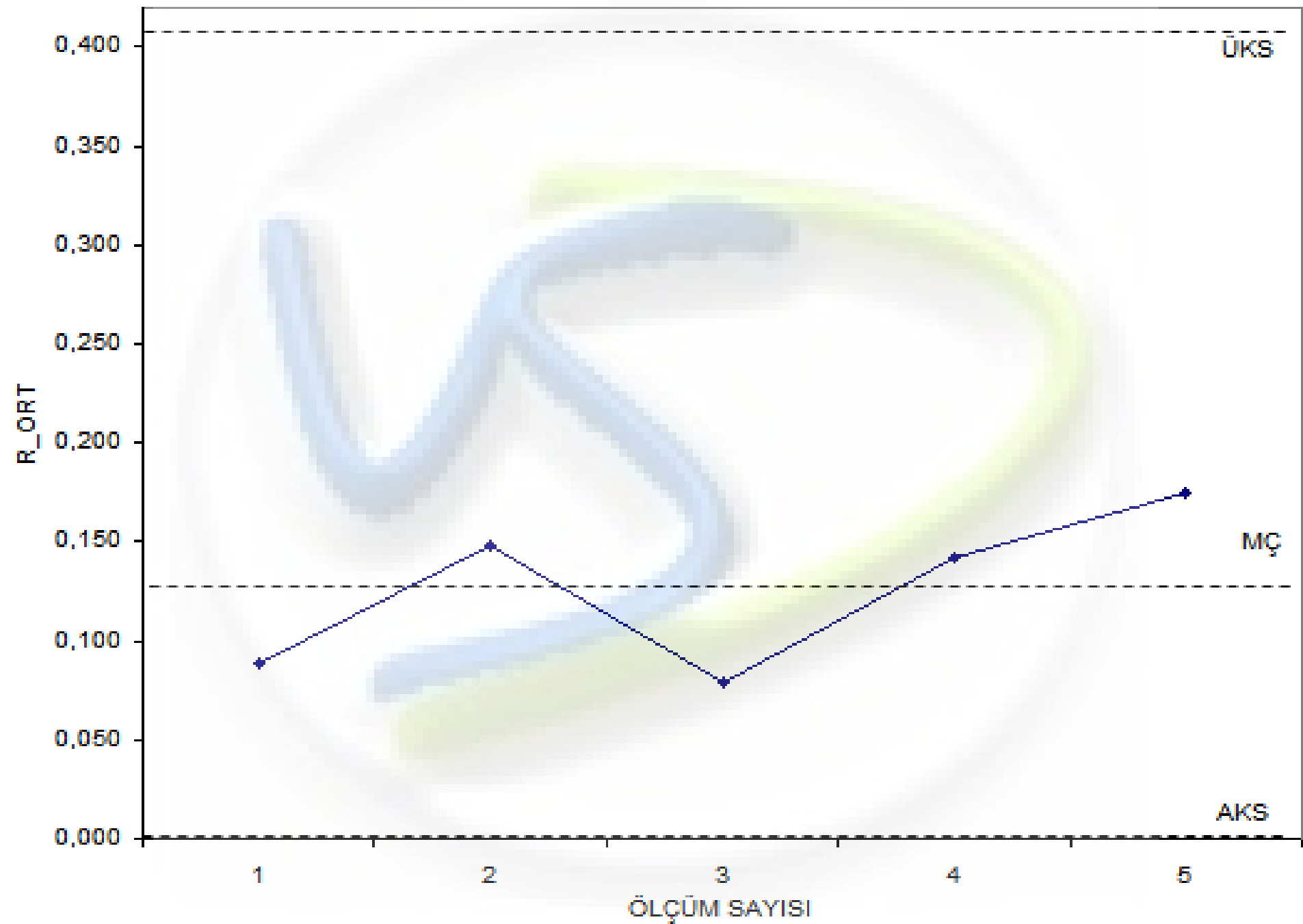
X_ORT KONTROL GRAFIGİ



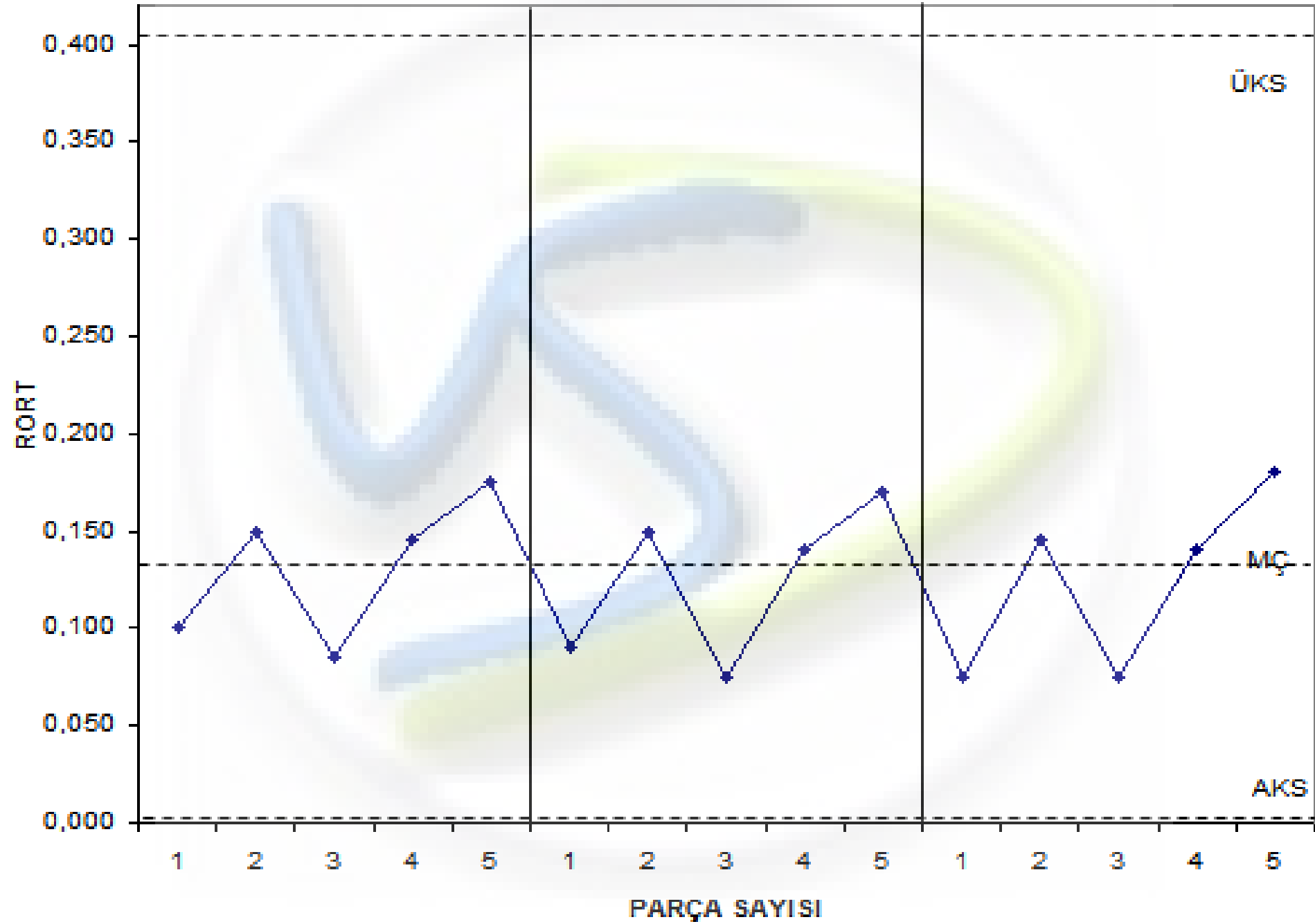
X_{ort}_PARÇA-ÖLÇÜMCÜ GRAFİĞİ



R_ORT KONTROL GRAFİĞİ



Rort_PARÇA-ÖLÇÜMCÜ GRAFİĞİ



* DOĞRULUK
(*BIAS*)

** KARARLILIK
(*STABILITY*)

r\i	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
1	27,8920	27,9020	27,8610	27,8980	27,8920	27,9810	27,9020	27,8920	27,8980	27,9810	27,9060	27,8590	27,9060	27,9810	27,8980	27,9120	27,9060	27,9810	27,9060	27,9060	27,8920	27,9060	27,8590	27,9210	27,7960
2	27,9310	27,8990	27,8990	27,9070	27,9310	27,8780	27,8990	27,9310	27,9070	27,8780	27,8780	27,9010	27,8930	27,8780	27,9070	27,8990	27,8930	27,8780	27,8780	27,8780	27,9310	27,8930	27,9010	27,9010	27,8780
3	27,9210	27,8950	27,8910	27,8920	27,9210	27,9310	27,8950	27,9210	27,8920	27,9310	27,9310	27,8820	27,8990	27,9310	27,8920	27,8950	27,8990	27,9310	27,9310	27,9310	27,9210	27,8990	27,8820	27,8820	27,9310
4	27,8910	27,7990	27,7990	27,8990	27,8910	27,8910	27,7990	27,8910	27,8990	27,8910	27,8910	27,8800	27,9210	27,8910	27,8990	27,7990	27,9210	27,8910	27,8910	27,8910	27,8910	27,9210	27,8800	27,8800	27,8910
5	27,9810	27,9510	27,9080	27,9010	27,9810	27,9810	27,9510	27,9810	27,9010	27,9810	27,9060	27,9030	27,9010	27,9810	27,9010	27,9510	27,9010	27,9810	27,9060	27,9810	27,9810	27,9010	27,9030	27,9310	27,9310
Min	27,881	27,798	27,798	27,882	27,881	27,878	27,798	27,881	27,882	27,878	27,878	27,868	27,883	27,878	27,882	27,798	27,883	27,878	27,878	27,878	27,881	27,883	27,868	27,880	27,798
Max	27,881	27,861	27,808	27,807	27,881	27,881	27,861	27,881	27,807	27,881	27,831	27,803	27,821	27,881	27,807	27,861	27,821	27,881	27,831	27,881	27,881	27,821	27,803	27,831	27,831
Xo	27,923	27,888	27,872	27,899	27,923	27,932	27,888	27,923	27,899	27,932	27,902	27,885	27,904	27,932	27,899	27,891	27,904	27,932	27,902	27,917	27,923	27,904	27,885	27,903	27,885
R	0,090	0,152	0,109	0,015	0,090	0,103	0,152	0,090	0,015	0,103	0,053	0,044	0,028	0,103	0,015	0,152	0,028	0,103	0,053	0,103	0,090	0,028	0,044	0,051	0,135
Xrd																									
Yeğilim	27,923	27,889	27,872	27,899	27,923	27,932	27,889	27,923	27,899	27,932	27,902	27,885	27,904	27,932	27,899	27,891	27,904	27,932	27,902	27,917	27,923	27,904	27,885	27,903	27,885

	REFERANS DEĞERİ =				27,9100																									
Xort	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					
1	27,923	27,889	27,872	27,899	27,923	27,932	27,889	27,923	27,899	27,932	27,902	27,885	27,904	27,932	27,899	27,891	27,904	27,932	27,902	27,917	27,923	27,904	27,885	27,903	27,885	27,906				
Rort	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					
1	0,090	0,152	0,109	0,015	0,090	0,103	0,152	0,090	0,015	0,103	0,053	0,044	0,028	0,103	0,015	0,152	0,028	0,103	0,053	0,103	0,090	0,028	0,044	0,051	0,135	0,078				
ölçümölü (k) -				1		deney sayısı (r) -				5			parça(n)-				25													
5	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					
Xort	27,923	27,889	27,872	27,899	27,923	27,932	27,889	27,923	27,899	27,932	27,902	27,885	27,904	27,932	27,899	27,891	27,904	27,932	27,902	27,917	27,923	27,904	27,885	27,903	27,885	27,9062				
XRp																										0,0608				
Rort	0,090	0,152	0,109	0,015	0,090	0,103	0,152	0,090	0,015	0,103	0,053	0,044	0,028	0,103	0,015	0,152	0,028	0,103	0,053	0,103	0,090	0,028	0,044	0,051	0,135	0,0780				
Xdrf	(Xrölçümölü)																								0,1370					

ÜKS	(Rortort*D4)=	0,1649	R		ÜKS	($\bar{X}+A2*R$)=	27,9512	$\bar{X}$
AKS	(Rortort*D3)=	0,0000			AKS	($\bar{X}-A2*R$)=	27,8612	
MÇ	(Rort) =	0,0780			MÇ	(Rort) =	27,9062	

Tekrarlanabilirlik - Cihaz varyasyonu (EV)

(d2 için deneme sayısı	(m)=	5		g =	25	parça sayısı ölçümce sayısı, d2(m:g)=	2,326
Ölçüm cihazı standart sapması = $\sigma = R_{ort}/d2 =$				0,033517		K1= $\sigma/R_{ort} =$	0,4299

Tekrar yapılabilirlik - Ölçümce Varyasyonu (AV)

(d2 için ölçümce sayısı	(m)=	1		g =	1	(aralık 1 olduğundan g=1), d2(m:g) =	#YOK
Ölçümce standart sapması = $\sigma = X_{diff} / d2 =$				#YOK		K2= $\sigma/R_p =$	#YOK

Parça Varyasyonu (PV)

(d2 için parça sayısı	(m)=	25		g =	1	(aralık 1 olduğundan g=1), d2(m:g) =	#YOK
Parça standart sapması = $\sigma = X_{Rp} / d2 =$				#YOK		K3= $\sigma/X_{ort} =$	#YOK

DOĞRULUK VE KARARLILIK

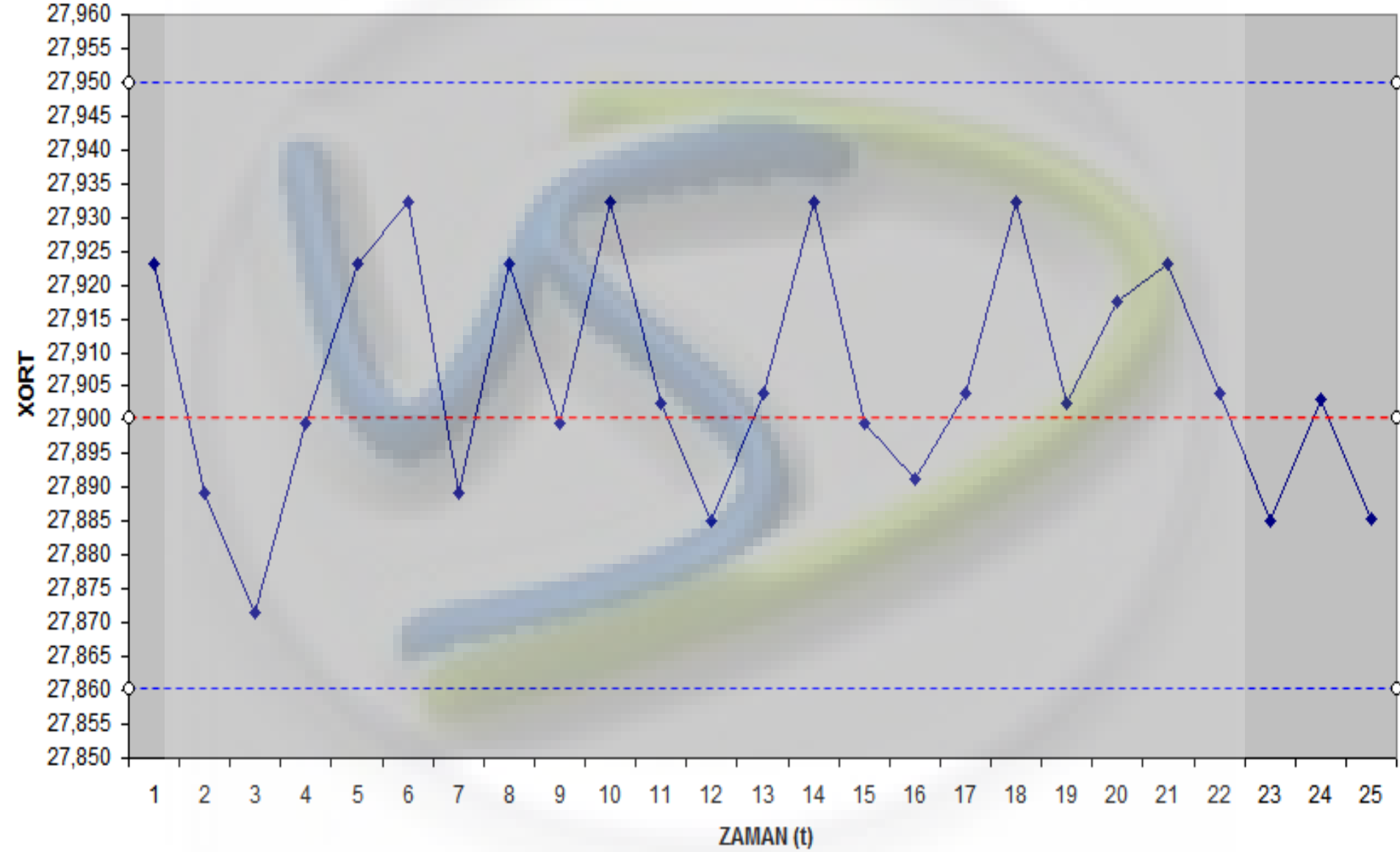
n(Parça Sayısı) =	25	r (Deneme Sayısı) =	5	Ölçümcü =	1	Ö[tekrarlanabilirlik (Repeatability)] =	0,0335
Xort = 27,9062				REFERANS DEĞ.		Rort = 0,0780	TOLERANS (±)
ÜKS = 27,9512	MÇ = 27,9062	AKS = 27,8612	27,9100	ÜKS = 0,1649	MÇ = 0,0780	AKS = 0,0000	

Çözünürlük = (discrimination)	Tolerans / 10	Tolerans belli değil	- Sıkala üzerinde okunabilen (farkedilebilen) en küçük bölme (1 mm., 0.1 mm., 0.0002 mm. vb.) - En küçük bölmenin değeri proses sınırları ile karşılaştırıldığında, çok büyük (kaba) ise, prosesin varyasyonu yuvarlamalar arasında kaybolur (farkedilmez). - 'On Kuralı': Proses sınırlarının 10'a bölünmesi (10 değer) idealdir.
----------------------------------	---------------	-------------------------	--

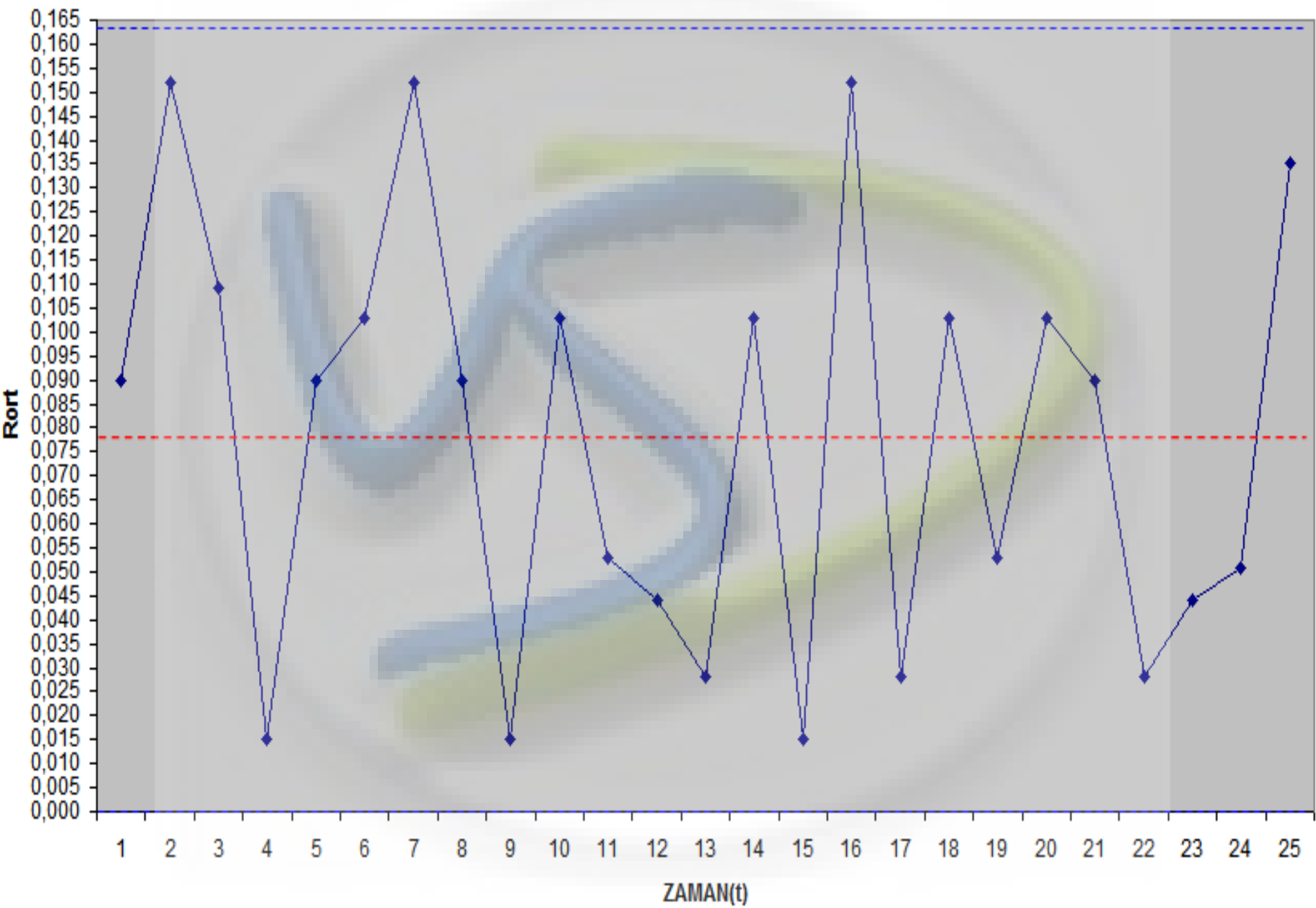
Bias(Doğruluk) =	Xort - Ref.D	-0,003824	<u>Nedenleri:</u> - Sıfırlama mastarı hatası, - Hatalı kalibrasyon, - Hasar görmüş cihaz, - Hatalı kullanım, - Yanlış okuma, - Yanlış ayar - Aşınmış parçalar,
------------------	--------------	-----------	--

Kararlılık = t (Bias) = (Stability - drift) (n=(n*r)) = 125)	1) (n>30) Ö Bias = 0,0029978	1,276	2) (n<30) Ö Bias =	t _{kritik} (bak kayırlıklı) α=0,05	1,657	1,276<1,657 Bias kabul edilebilir.
	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}; \sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$		$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s_x}; s_x = \frac{s}{\sqrt{n-1}}$			Aynı ölçüm sistemi ile, aynı master veya parçalar üzerindeki bir karakteristik, zaman içerisinde yeniden ölçüldüğünde, ölçümlerin toplam varyasyonudur.

XORT GRAFİĞİ



R_ORT



Nitelik Ölçüm Cihazları (Kontrol Masterları)

Her parçanın belli bir limit kümesine uygun olup olmadığını belirlemeye yarar. Parça limitlere uyuyorsa kabul edilir, uymuyorsa ret edilir. Parça limitlere uyuyorsa kabul edilir, uymuyorsa ret edilir.

Masterlar parçanın ne kadar iyi olduğunu göstermez fakat parçanın kabul edilip edilmeyeceğini gösterir.

İki ayrı metot uygulanır. Her iki metot da 20 parça seçilir.

KISA METOT : Kısa metotta ölçüler iki kez tekrarlanır.

UZUN METOT Uzun metot da ise dört kez tekrar sağlanır.

İki ölçümcü parçayı;

Ölçümcü eğilimine izin vermeyecek şekilde bağımsız olarak iki defa ölçer.

Parçalar seçilirken bir kısmının limitin altında veya üstünde olması tercih edilmelidir.

MASTER ÖLÇÜM YETERLİLİK FORMU

ÖLÇÜM METODU
☐ KISA METOD
☐ UZUN METOD

ÖLÇÜMCÜ A _____
ÖLÇÜMCÜ B _____
PARÇA PROSESİ _____

MASTER TÜRÜ GO
KARAKTERİSTİK DELİK ÇAPİ
REFERANS DEĞER

Kısa Metot

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO
	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO

SONUÇ

RET

Prosesin kararlılığı doğrulanmalı ve gerekiyorsa izlenmelidir. Sabit bir örnek gurubu için zaman aralıklı nitelik kontrol çizelgesi hazırlanmalı kararlılık sıkça kontrol edilmelidir. Nitelik ölçüm cihazları için, cihazın tekrarlanabilirlik ve eğilim miktarlarını belirlemede kontrol master performans eğrileri kullanılır. Analiz hem tek taraflı, hem de çift taraflı kontrol masterları için yapılabilir. Çift taraflı masterlarda hatanın doğrusal ve benzer olduğu varsayımı ile tek limitin kontrolü yeterli olur.

Kolaylık olması için genellikle alt limiti kullanın $m = \text{değerlendirme sayısı} / a = \text{kabul sayısı}$

İlk adım olarak parça seçimi yapılır. Her parçanın referans değeri bilinmelidir.

Pratik olarak eşit aralıklarda 8 parça seçilir, max/min değerler proses aralığı olarak kabul edilir.

Bu 8 parça $m = 20$ kez ölçülür ve her parça için (a) kaydedilir.

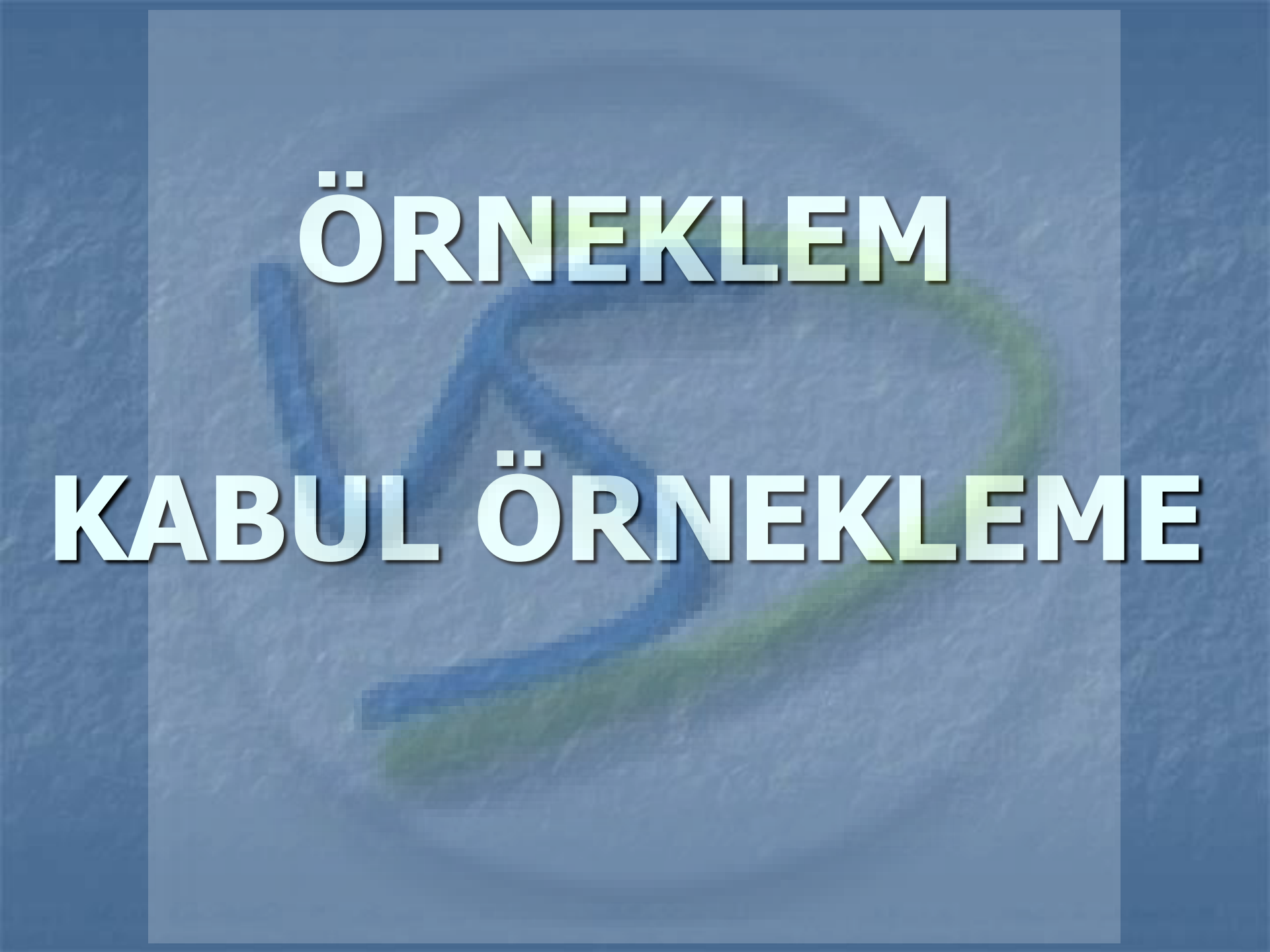
Uzun Metod

GO	NOGO																			
1	0																			
PART	ÖLÇÜMCÜ A										ÖLÇÜMCÜ B									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	DEĞER	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	GO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.157	0.157109975										0.157109975									

Ortalama	0,9750	
Doğ. Tol.Sap	0,0471	
SONUÇ	1,0221	RET

Kontrol masterları tüm ölçüm kararlarında aynı sonucu veriyor ise (Her parça için 4 defa) master kabul edilebilir.

Eğer ölçüm kararları aynı sonucu vermiyor ise kontrol masterlarının iyileştirilerek veya tekrardan parça değerlendirmesi yapmak gerekir. Kontrol sonuçları tabloya işlenir.



ÖRNEKLEM

KABUL ÖRNEKLEME



ÖRNEKLEM

ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ VE OLASI YANILGILAR

EVREN

Evren, belirli bir özelliği taşıyan bireylerin tümünün oluşturduğu topluluk olarak tanımlanmaktadır.

Örnek ; 5-10 yaş aralığı çocuklar

ÖRNEKLEM

Örnekleme, ilgili evrenden belirli kurallara uyarak seçilen ve o evreni temsil gücüne sahip, görece evrenden daha az sayıda bireyden (birimden) oluşan ve üzerinden çalışma yürütülecek gruptur. Bu bakımdan, örneklem, evrene göre küçük bir gruptur. Örnekleme yapılacak evrendeki herhangi bir birim örnekleme birimi olarak adlandırılır.

ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ

Örnekleme birim sayısı ifade etmektedir.

Temel kural evren ne denli büyükse örneklemin de o denli büyük olmasıdır. Evrenin heterojenliği ne denli yüksekse, örneklem başka aynı büyüklükteki evrene göre daha çok sayıda kişiden oluşmalıdır

Örnekleme büyüklüğünü etkileyen değişkenler vardır.

1. Evrenin Benzeşikliği: Örneklemede önemli olan, evreni temsil edecek “tipik” birimleri bulabilmektir.

Örneğin; Havadaki oksijen

2. Değişkenlerin Kontrolü Tarama-Deneme: Bir araştırmada, kontrol edilemeyen önemli değişkenlerin sayısı arttıkça, evreni temsil edebilecek örneklemin büyüklüğü de artar. Benzer bir ilişki aranmasında, laboratuvarda yapılan bir deneme için 5-10 denek yeterli olabilirken, tarama türünde bir araştırmada 100-200 kişi gereklidir.

3. Çözümlemedeki Gözenek Sayısı: Örneklem büyüklüğü, karşılaştırılmak ya da betimlenmek istenen her bir gözenek için ayrı ayrı hesaplanmak zorundadır. Dolayısıyla gözenek sayısı arttıkça, örneklemin büyüklüğü de artar.

4. Aranan Temsil Düzeyi: Temsil düzeyi, “sapma” ve “güven düzeyi” ile ilişkilidir. Sapma miktarı, çoğaldıkça, kestiri daha az duyarlı olur, buna karşın örneklem büyüklüğü de küçülür.

Güven düzeyini, araştırmacı kendi seçer. Bu düzey, pratikte %99 ile %95 arasındadır. Güven düzeyini tam'a (1'e) tamamlayan oran ise yanılma olasılığı(μ) dır. %95'in yanılma olasılığı 0.05, %99'un ise 0.01 dir. Bu yanılma olasılıklarından hareket edilerek, karşılıkları olan 0.05 için 1.96 ve 0.01 için 2.59 değeri kullanılır.

Sapma ve güven düzeyi, kendi aralarında ilişkilidir. Güven düzeyi yükselince, güven aracılığı ve sapma da artar.

Bu da daha az duyarlı kestirim olanağı verir. Bunun ayarlanması içinde örneklem büyüklüğünün ayarlanması gerekir.

5. Kestirilen Evrendeğer Türü: Örneklem büyüklüğünü saptayabilmek için, hangi evrendeğer türünün kestirilmek istendiği ve bunun standart hata formülünün nasıl olduğu bilinmek zorundadır

Özellikte standart sapma ile ilgili kestirim çok güçlü bir karar sürecini zorunlu kılar.

6. Olanaklar: Araştırmacı çalışmaya başlarken insangücü, varolan para ve teknik olanakları dikkate alarak, kestirilmek istenen evrendeğer türü, örneklem türü, güven düzeyi ve sapma sınırları ile olanakların birleştirilmesi ile örneklem büyüklüğünü belirlemelidir.

7. Örneklem Türü: Örneklem türü de örneklem büyüklüğünü etkiler.

ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜNÜ BELİRLEME

Örneklem büyüklüğünü belirlemede standart hata ya da ortalamaların standart hatası önemli bir yere sahiptir.

Standart hata, aritmetik ortalamaya ve standart sapmaya bağlıdır.

Aritmetik Ortalama: “Ortalama” olarakta bilinir. Genelde, $\bar{x}$ ile gösterilir

Standart Sapma: Gözlemlerin ortalamalar etrafında ne uzaklıkta toplandığını ve ondan ne kadar uzaklaştıklarını gösteren bir dağılım ölçüsüdür. Genelde, σ veya S ile gösterilir

Standart Hata: Rastlantısal örneklemle seçilen herhangi bir örneğin yeterli olup olmadığını anlamak, toplanan verilerin çözümlenmesiyle belirlenir. Bunun için toplanan verilere ilişkin standart hataya ihtiyaç vardır. Genelde, $\sigma_{\bar{x}}$ veya $S_{\bar{x}}$ biçiminde gösterilir. Standart hata, varsayılan bir dağılıma ilişkin bir ölçümdür

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
 formülü ile ifade edilmektedir. Burada “n” örneklem büyüklüğünü göstermektedir. n’i çekecek olursak:

$$n = \frac{\sigma^2}{\sigma_{\bar{x}}^2}$$

Varyans (Değişim) Katsayısı: Standart sapma için bulunan değerlerin büyüklüğü ya da küçüklüğü hakkında karar verebilmek için varyans katsayısının hesaplanması gerekir. Varyans katsayısı, standart sapma dağılımının yaygınlığını gösteren bir ölçümdür. Varyans katsayısı standart sapmanın ortalamaya göre yüzde olarak ifade edilmesidir

OLASI YANILGILAR

Örnekleme ne kadar iyi olursa olsun, evren, bütünü ile incelenmediğinden örnekleme değerler ile evrendeğerler arasında belli sapmaların bulunması mümkündür. 2 tür yanılğı olasılığı vardır.

1. Örnekleme Yanılgısı: Örneklemin kendi sınırlılıklarından kaynaklanmaktadır.

2. Örnekleme Dışı Yanılgılar: Teknik sınırlılıklardan kaynaklanmaktadır.

Bu yanılgılar iki şekilde bulunabilir:

a) Yansız yanılgılar: Evrendeğerlerden her iki yönlü sapmaların yer alabildiğı yanılgılardır.

Bunların birbirini dengelemesi beklenir. Araştırma için çok büyük tehlike oluşturmazlar.

b) Yanlı (sistemli) yanılgılar: Belli bir yöndeki sapmaların yer aldığı yanılgılardır.

Araştırma için tehlikelidir.

Bir örneklemede aşağıdaki yanılgılara rastlanabilir

1. Örnekleme büyüklüğünün doğru hesaplanmayışı.

2. Örneklemede yansızlık kuralına yeterince uyulmaması: Örneğin; cinsiyetin etkili olduğu bir çalışmada örneklemede, evrendeki kız ve erkek oranları dengesinin bulunmaması.

3. Evrenin listelenmesinde eksiklik ve yanlışlıklar.

4. Örnekleme hatasız olmakla birlikte, örnekleme birimlerindeki ölçümler hatalı yapılmışsa.

Yanılgılar ister yanlı olsun, ister yansız, örneklemede, belli bir oranı geçmeyen yanılgılar örneklemin değerinden fazla bir şey kaybettirmez

N=		*N: Evrendeki birey sayısı,	
n=		*n: Örneklem alınacak birey sayısı,	(%95 için t=1,96)
Π =(%95 yada %99)			(%99 için t=2,56)
t=		*t: Belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yanılma düzeyinde t tablosundan bulunan teorik değer. z olarak da gösterilir	

I. Veriler Süreksiz ve Görünüş Sıklığı İncelecekse:

p=		p: İncelenen olayın görüş sıklığı (olasılığı),
q=		q: İncelenen olayın görülmeysi sıklığı (p+q=1),
$\pm d$ =		d: Olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen $\pm$ sapma.

1. Evrendeki birey sayısı (N) bilinmiyorsa:

$$n = \frac{t^2 \cdot p \cdot q}{d^2} \quad \text{ifadesi kullanılmaktadır.}$$

$\text{öp} = \sqrt{((p \cdot q)/n)}$	= Standart Hata
--------------------------------------	-----------------

n=	
Güven Aralığı (Π)	
alt sınır = $p - (t \cdot \text{öp}) =$	
Üst sınır = $p + (t \cdot \text{öp}) =$	

2. Evrendeki birey sayısı (N) biliniyorsa:

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + t^2 \cdot p \cdot q} \quad \text{ifadesi kullanılmaktadır.}$$

$\text{öp} = \sqrt{((p \cdot q)/n)}$	= Standart Hata
$n / N =$	

n=	
Güven Aralığı(Π)	
alt sınır = $p - (t \cdot \text{öp}) =$	
Üst sınır = $p + (t \cdot \text{öp}) =$	

Örnek 1:

(%95 için t=1,96)

(%99 için t=2,59)

N=		*N: Evrendeki birey sayısı,
n=		*n: Örnekleme alınacak birey sayısı,
Π =(%95 yada %99)	95%	
t=	1,96	

I. Veriler Süreksiz ve Görünüş Sıklığı İncelecekse:

p=	25,00%	p: İncelenen olayın görüş sıklığı (olasılığı),
q=	75,00%	q: İncelenen olayın görülmeyiş sıklığı (p+q=1),
$\pm d$ =	0,05	d: Olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen $\pm$ sapma.

1. Evrendeki birey sayısı (N) bilinmiyorsa:

$$n = \frac{t^2 \cdot p \cdot q}{d^2}$$

ifadesi kullanılmaktadır.

$\hat{op} = \sqrt{(p \cdot q)/n}$	0,026	= Standart Hata
-----------------------------------	-------	-----------------

n=	288
Güven Aralığı (Π)	
alt sınır = $p - (t \cdot \hat{op})$	20,00%
Üst sınır = $p + (t \cdot \hat{op})$	30,00%

2. Evrendeki birey sayısı (N) biliniyorsa:

1. Örnekte ki evren birey sayısı N=500 olsun

2. Evrendeki birey sayısı (N) biliniyorsa:

$$n = \frac{N.t^2.p.q}{d^2.(N-1) + t^2.p.q}$$
 ifadesi kullanılmaktadır.

$\ddot{p} = \sqrt{(p^*q)/n}$	0,032	= Standart Hata
$n / N = (183 / 500)$	0,37>0,05 yanlıştır.	

n=	183
Güven Aralığı(Π)	
alt sınır = p-(t*ö p)=	18,7%
Üst sınır = p+(t*ö p)=	31,3%

II. Veriler Sürekli ve Ortalamalar İncelenecekse:

$\tilde{\sigma} =$ σ : Evren standart sapması. Çoğunlukla bilinmediği için örneklem standart sapması "S" kullanılır.

$\pm d =$ d : Ortalamaya göre yapılmak istenen $\pm$ sapma

(T ile de gösterilir, örnek ortalaması ile evren ortalaması arasındaki fark olarak da bilinir)

1. Evrendeki birey sayısı (N) bilinmiyorsa:

$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$ ifadesi kullanılmaktadır.

$n =$

2. Evrendeki birey sayısı (N) biliniyorsa:

$n = \frac{N t^2 \cdot \sigma^2}{d^2 \cdot (N - 1) + t^2 \cdot \sigma^2}$ ifadesi kullanılmaktadır

$n =$

$n / N =$

Örnek 2:

II. Veriler Sürekli ve Ortalamalar İncelenecekse:

$\tilde{\sigma} =$

10

 σ : Evren standart sapması. Çoğunlukla bilinmediği için örneklem standart sapması "S" kullanılır.

$\pm d =$

3

 d : Ortalamaya göre yapılmak istenen $\pm$ sapma

(T ile de gösterilir, örnek ortalaması ile evren ortalaması arasındaki fark olarak da bilinir)

1. Evrendeki birey sayısı (N) bilinmiyorsa:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{d^2} \quad \text{ifadesi kullanılmaktadır.}$$

$n =$	43
-------	----

$\tilde{\sigma}_p = \tilde{\sigma} / \sqrt{n} =$	1,531	= Standart Hata
--	-------	-----------------

2. Evrendeki birey sayısı (N) biliniyorsa:

2. Örnekte ki evren birey sayısı $N=1000$ olsun

$$n = \frac{Nt^2 \cdot \sigma^2}{d^2 \cdot (N-1) + t^2 \cdot \sigma^2} \text{ ifadesi kullanılmaktadır}$$

$n=$

43

$$n / N = (43 / 1000) =$$

0,04 < 0,05 doğrudur.

df ν	$\alpha = 1 - \alpha$						
	0.75	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.9995
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.599
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

$$t(0.95; 10) = 1.812 \quad P(t(10) \leq 1.812) = 0.95.$$

t_TABLOSU

KABUL ÖRNEKLEMESİ

KABUL ÖRNEKLEMESİ :

Kabul örnekleme si, bir partinin ürününden rasgele alınan örneklerin incelenmesi ile o parti ürünün durumu hakkın karar verebilmek için kullanılan ömeklem e yöntemidir.Karar, Kabul yada ret dir.Bazen kararsızlık durumu da ortaya çıkar.

Tek aşamalı ömekleme planı :

N = Partideki ürün sayısı

$k \leq c$ ise bu parti ürün kabul edilir.

n = Örnekteki ürün sayısı

$k > c$ ise bu parti ürün reddedilir.

c = Örnekte kabul edilebilir kusurlu ürün sayısı

k = Örnekteki kusurlu sayısı

İki aşamalı örnekleme planı :

n_1 = birinci örnekteki ürün sayısı

c_1 = birinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

n_2 = ikinci örnekteki ürün sayısı

c_2 = ikinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

$k_1 + k_2 \leq c$ ise bu parti ürün kabul edilir

$k_1 + k_2 > c$ ise bu parti ürün reddedilir.

$c_1 < k_1 < c_2$, n_2 büyüklüğünde ikinci bir örnek ürün alınır. $k_1 + k_2 \leq c$ ise ürün kabul edilir.

Aksi durumda reddedilir.

Çok aşamalı ömekleme planı :

Bir parti üründen ,genellikle 7 örnek alınır. Ürün sayıları eşit alınır. Son örnek için kararsızlık durumu oluşmaması için ardışık sayılarından seçilmelidir.

$k_1 \geq c_1$ ise bu parti ürün reddedilir,

$k_1 < c_1$ ise ikinci örnek seçilir,

$a_2 < k_1 + k_2 + c_2$ ise üçüncü örnek seçilir,

($k_1 + k_2 \leq a_2$ ise kabul, $k_1 + k_2 > c_2$ ise reddedilir),

$a_3 < k_1 + k_2 + k_3 < c_3$ ise dördüncü örnek seçilir,

($k_1 + k_2 + k_3 \leq a_3$ ise kabul, $k_1 + k_2 + k_3 \geq c_3$ ise reddedilir.

$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7 \leq a_7$ ise kabul,

$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6 + k_7 \geq c_7$ ise reddedilir

Ardışık ömekleme planı :

$$X_R = -h_1 + (s \cdot n) \quad X_A = h_2 + (s \cdot n)$$

n örnek sayısı olmak üzere

$$s = (\log (1-p_1) / (1-p_2)) / k$$

$$h_1 = (\log ((1 - \alpha) / \beta)) / k$$

$$h_2 = (\log ((1 - \beta) / \alpha)) / k$$

$$k = (\log p_2(1-p_1) / p_1(1-p_2))$$

Kabul ve red sayıları tam sayılar olmalıdır.

Negatif değerler rakamsal olarak gösterilmemelidir.

Kabul Olasılıkları hesaplamalarında kullanılan dağılımlar :

N=	100		
n1=	6	c1=	0
n2=	13	c2=	2
p=	2%		

(iki aşamalı olasılık planı)

kusurlu oranına göre kabul olasılığı hesaplaması

n1 e göre; $k_1 = 0$ ürün kabul

$k_2 > 1$ red, bu parti örneğinden (N) n2 ikinci örnek alınacak, ikinci örnekte incelendikten sonra toplam kusurlu ürün sayısı $k > 2$ den fazla ise parti RED

Kabul Yolu	Kabul Yolu olasılığı
1.Yol : $k_1 = 0$	$P_1 = P(k_1 = 0)$
2.Yol : $k_1 = 1$ ve $k_2 \leq 1$	$P_2 = P(k_1 = 1) P(k_2 \leq 1) = P(k_1 = 1) [P(k_2 = 0) + P(k_2 = 1)]$
3.Yol : $k_1 = 2$ ve $k_2 = 0$	$P_3 = P(k_1 = 2) P(k_2 = 0)$

Poisson dağılımı ile hesaplama ;

$\lambda = np$	$P(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$
----------------	--

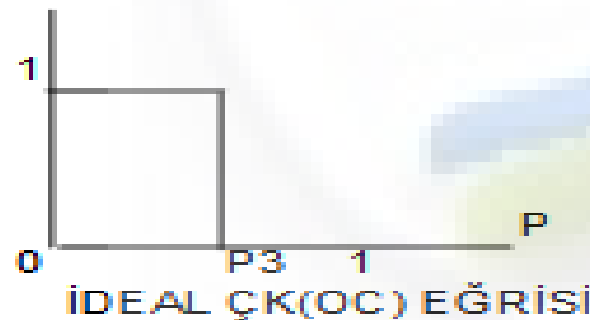
e =	2,71828
-----	---------

$\lambda_1 =$	0,12	$(p \cdot n_1)$
$\lambda_2 =$	0,26	$(p \cdot n_2)$

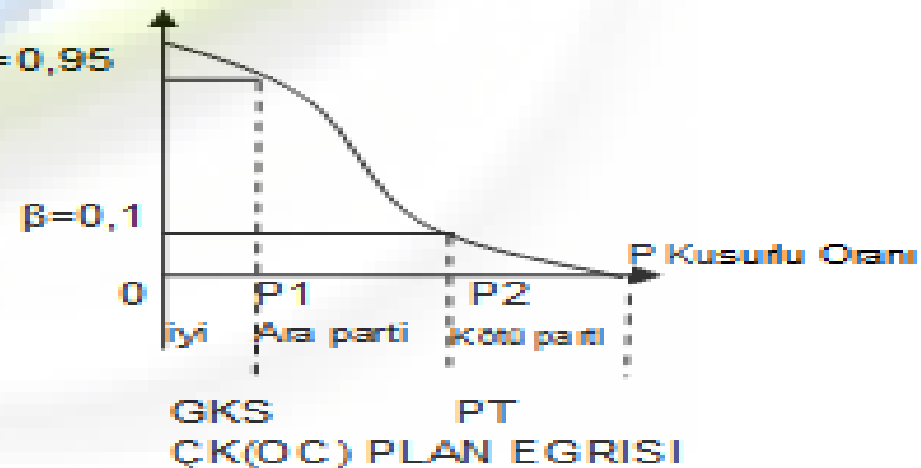
$P(k_1 = 0)$	=	0,887
$P(k_2 = 0)$	=	0,771
$P(k_1 = 1)$	=	0,106
$P(k_2 = 1)$	=	0,200
$P(k_1 = 2)$	=	0,006

P_1	=	0,887
P_2	=	0,103
P_3	=	0,005

P	=	0,995
-----	---	-------



$1 - \alpha = 0,95$



Tüketici Riski= α =	0,1
Üretici Riski= β =	0,05

Tek aşamalı örnekleme planı :

N = Partideki ürün sayısı

$k \leq c$ ise bu parti ürün kabul edilir.

n = Örnekteki ürün sayısı

$k > c$ ise bu parti ürün reddedilir.

c = Örnekte kabul edilebilir kusurlu ürün sayısı

k = Örnekteki kusurlu sayısı

Ömek ;

Bir işletmede uygulanan örneklem planına göre üretim partilerinin %10'u kadar bir örnek grubu seçilerek muayene edilmektedir. Seçilen örnek grubunun %2'si veya daha az'ı kusurlu ise parti kabul , aksi halde red edilecektir. Bir partinin 2000 elemandan (örneğin; 3,5 'luk 1 metrelik alüminyum boru) meydana geldiği ve bunlardan 80 tanesinin kusurlu olduğu biliniyorsa "Tek kath-tekli" örneklem planına göre partinin kabul olasılığı kaçtır?

N=	2000
T%=	2%

n1=	200	Tp=	80
-----	-----	-----	----

$p\%(Tp / N)=$	4%
----------------	----

$k \leq c1$	4
$k > c1$	4

Poisson dağılımı ile hesaplama ;

$\lambda = np$	e =	2,718
$\lambda 1 =$	8	$(p \cdot n1)$
$P(k)=(e^{\lambda}-\lambda) (\lambda^k / k!)$		

P(k1=	0	) =	0,000
P(k1=	1	) =	0,003
P(k1=	2	) =	0,011
P(k1=	3	) =	0,029
P(k1=	4	) =	0,057
P		=	0,100

İki aşamalı örnekleme planı :

n_1 = birinci örnekteki ürün sayısı

c_1 = birinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

n_2 = ikinci örnekteki ürün sayısı

c_2 = ikinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

$k_1 + k_2 \leq c$ ise bu parti ürün kabul edilir

$k_1 + k_2 > c$ ise bu parti ürün reddedilir.

$c_1 < k_1 < c_2$, n_2 büyüklüğünde ikinci bir örnek ürün alınır. $K_1 + k_2 \leq c$ ise ürün kabul edilir.

Aksi durumda reddedilir.

Örnek: Aşağıdaki çift katlı (ikili) plana göre $p=0.01$ bozuk oranı ile gelen

$N=500$ 'lük partilerin kabul edilme olasılığını bulunuz.

($n_1=20$, $c_1=0$, $n_2=30$, $C_2=2$) hazır verilsin.

Plana göre ; $n_1=20$ 'de $d_1 \leq c_1 = 0$ ise kabul,

$n_2=30$ 'da $d_1 + d_2 \leq C_2 = 2$ ise kabul olacaktır.

N=	500		
n1=	20	c1=	0
n2=	30	c2=	2
p=	1%		

Kabul Yolu	Kabul Yolu olasılığı
1.Yol : $k_1=0$	$P_1=P(k_1=0)$
2.Yol : $k_1=1$ ve $k_2 \leq 1$	$P_2=P(k_1=1) P(k_2 \leq 1) = P(k_1=1)[P(k_2=0) + P(k_2=1)]$
3.Yol : $k_1=2$ ve $k_2=0$	$P_3=P(k_1=2)P(k_2=0)$

Poisson dağılımı ile hesaplama ;

$\lambda = np$		
$\lambda_1 =$	0,2	$(p \cdot n_1)$
$\lambda_2 =$	0,3	$(p \cdot n_2)$

$e =$	2,718
-------	-------

	$P(k) = \frac{(e^{-\lambda}) (\lambda^k)}{k!}$
$P(k_1=0)$	= 0,8187
$P(k_2=0)$	= 0,7408
$P(k_1=1)$	= 0,1637
$P(k_2=1)$	= 0,2223
$P(k_1=2)$	= 0,0164

P_1	=	0,8187
P_2	=	0,1577
P_3	=	0,0121

P	=	0,9886
$Tüketici Riski = (1-P) = \alpha$	=	0,0114

İki aşamalı örnekleme planı :

n_1 = birinci örnekteki ürün sayısı

c_1 = birinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

n_2 = ikinci örnekteki ürün sayısı

c_2 = ikinci örnekteki kabul edilebilir ürün sayısı

$k_1 + k_2 \leq c$ ise bu parti ürün kabul edilir

$k_1 + k_2 > c$ ise bu parti ürün reddedilir.

$c_1 < k_1 < c_2$, n_2 büyüklüğünde ikinci bir örnek ürün alınır. $k_1 + k_2 \leq c$ ise ürün kabul edilir.

Aksi durum da reddedilir.

Örnek: Aşağıdaki çift katlı (ikili) plana göre partilerin kabul edilme olasılığını bulunuz.

N=	400		
n1=	10	c1=	0
n2=	20	c2=	3
p=	5%		

Kabul Yolu	Kabul Yolu olasılığı
1.Yol : $k_1 = 0$	$P_1 = P(k_1 = 0)$
2.Yol : $k_1 = 1$ ve $k_2 \leq 1$	$P_2 = P(k_1 = 1) P(k_2 \leq 1) = P(k_1 = 1)[P(k_2 = 0) + P(k_2 = 1)]$
3.Yol : $k_1 = 2$ ve $k_2 = 0$	$P_3 = P(k_1 = 2)P(k_2 = 0)$

Poisson dağılımı ile hesaplama ;

$\lambda = np$	$e =$	2,718
$\lambda_1 =$	0,5	$(p \cdot n_1)$
$\lambda_2 =$	1	$(p \cdot n_2)$

$P(k) = (e^{-\lambda}) (\lambda^k / k!)$		
$P(k_1 =$	0	) = 0,6066
$P(k_1 =$	1	) = 0,3033
$P(k_1 =$	2	) = 0,0758
$P(k_1 =$	3	) = 0,0126
$P(k_2 =$	0	) = 0,3679
$P(k_2 =$	1	) = 0,3679
$P(k_2 =$	2	) = 0,1840

P_1	=	0,6066
P_2	=	0,2790
P_3	=	0,0558
P_4	=	0,0046

P	=	0,9460

BİR NORMAL DAĞILIMIN ORTALMASININ GÜVEN ARALIĞI

Örnek Çalışma :

10,65	10,7	10,65	10,65	10,85
10,75	10,85	10,75	10,85	10,65
10,75	10,8	10,8	10,7	10,75
10,6	10,7	10,7	10,75	10,65
10,7	10,75	10,65	10,85	10,8
10,6	10,75	10,75	10,85	10,7
10,6	10,8	10,7	10,75	10,75
10,75	10,8	10,65	10,75	10,7
10,65	10,8	10,85	10,85	10,75
10,6	10,7	10,6	10,8	10,65
10,8	10,75	10,9	10,5	10,85
10,85	10,75	10,85	10,65	10,7
10,7	10,7	10,75	10,75	10,7
10,65	10,7	10,85	10,75	10,6
10,75	10,8	10,75	10,8	10,65
10,9	10,8	10,8	10,75	10,85
10,75	10,7	10,85	10,7	10,8
10,75	10,7	10,6	10,7	10,6
10,65	10,65	10,85	10,65	10,7
10,6	10,6	10,65	10,55	10,65
10,5	10,55	10,65	10,8	10,8
10,8	10,65	10,75	10,65	10,65
10,65	10,6	10,65	10,6	10,7
10,65	10,7	10,7	10,6	10,65

	n=	120	*n: Örneklem alınacak birey sayısı,
(%95 için t)	t=	1,98	*t: Güven Aralığı için " t " değeri
(%99 için t)	t=	2,62	

$\bar{x} =$	0,087	s: Standart sapması
$\bar{X}(\text{ort}) =$	10,717	

$\bar{\sigma}_p = \bar{\sigma} / \sqrt{n} =$	0,008	= Standart Hata
--	-------	-----------------

% 95 Güven Aralığı (Π)	
Alt sınır = $\bar{X} - (t * \bar{\sigma}_p) =$	10,7014
Üst sınır = $\bar{X} + (t * \bar{\sigma}_p) =$	10,7328

% 99 Güven Aralığı (Π)	
Alt sınır = $\bar{X} - (t * \bar{\sigma}_p) =$	10,6963
Üst sınır = $\bar{X} + (t * \bar{\sigma}_p) =$	10,7379

İstatistiksel süreç kontrol profesyonel yazılımlarına bundan 12 yıl önce ulaşmak herkes/her firma için mümkün değildi. Araştırmayla, doğru kaynaklardan doğru bilgilerle Excel' de yaklaşık 12 yıl önce İSC (SPC) tarafımda hazırlanmıştır. Üzerinden uzun yıllar geçmiş olması hasebiyle, 12 yıl önce istatistik kitapları ve açık kaynaklı sunulardan faydalanılmıştır. Bilgilerini paylaşan tüm hocalarımıza teşekkür ederiz.