

## **Ölçülemeyen özellikler (Nitelikler) için Kontrol Grafikleri**

Renk, eksik parça, çatlak, çizik vb. ölçüme uygun olmayan, ölçülmesi mümkün olan fakat “zaman ve maliyet”ten tasarruf etmek amacıyla ölçülemeyen kalite özellikleridir. Temel olarak dört çeşit grafik vardır.

- **Arızalı yüzdesi (kusurlu oranı) P:** “fraction defective chart”. Burada her parça arızalı veya sağlam olmaktadır.
- **Arızalı sayıları (kusurlu sayısı) d = np:** “Number of nonconforming” veya “number of defects”. İşaretlenen karakteristik numune veya birimdeki arıza sayısıdır.
- **Arıza (kusur) sayısı C:** “count of nonconformances”. Ortalama örnek başına kusur sayısı (Her bir grupta veya alt grupta uygun olmayanların sayısı)
- **Birim başına kusurlu sayısı U:** “count of nonconformances/unit” (Bir alt grupta; muayene birimi başına uygun olmayanların sayısı)

Her bir grafik türü standartlar biliniyorken ve standartlar bilinmiyorken durumları için incelenecektir.

### **Standartlar biliniyorsa P grafiği**

d : n parçalık bir örnekte bulunan arızalı parça sayısıdır.

P : kusurlu oranıdır.

Burada, kusurlu olarak tanımlanan “kalite spesifikasyonuna uymayandır”.

$$P = \frac{d}{n}$$

eşitliği ile P değeri elde edilir. P' ile kitleye ait gerçek arıza yüzdesi belirtilir. Standartlar verildiği durumda P' yi biliyoruzdur. Numune hacmini bildiğimize göre, “Binomiyal – iki sınıflı” bir dağılım mevcuttur. Böylece limitler:

$$O. \text{Ç.} = P'$$

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

$$ÜKL = P' + 3\sqrt{(P'(1 - P'))/n}$$

ile belirlenir.

## Örnek:

Bir tip araba karbüratörü için montaj hattının sonunda her tip arıza için arıza yüzdesi grafiği hazırlanacaktır. Uzun bir zaman için %2 arıza yüzdesi bir hedef olarak kabul edilmiş, fakat buna erişmek imkansız zannedilmiştir. Ancak "Özel sebeplerin" montaj ve imalatta sürekli takibi sayesinde bu %2 seviyesine ulaşılmıştır. Bilgilerde bu zamanda toplanmıştır ve bütün numune hacmi n=100 olarak alınarak AKL ve ÜKL değerlerini bulunuz.

$$O.Ç. = P' = 0.02$$

$$AKL = 0.02 - 3\sqrt{\frac{0.02*0.98}{100}} = -0.022 \sim 0$$

$$ÜKL = 0.02 + 3\sqrt{\frac{0.02*0.98}{100}} = 0.062$$

bulunur. AKL negatif bulunduğu için, pratikte bir anlam taşımaz ve 0 olarak alınır.

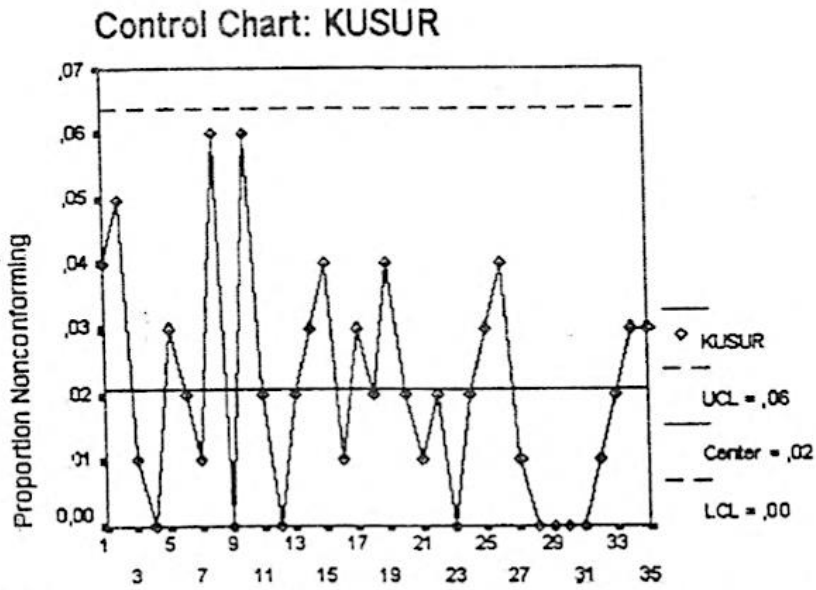
Daha sonra, aşağıdaki tablodan da görüleceği üzere n = 100 birimlik numunelerden sonuçlar bulunur ve limitlerin grafiklendirilmesiyle de süreç izlemede noktalamalar yapılarak oluşan durum yorumlanır.

Numune No:	Arızalı Sv. (d)	Arıza % (P)	NumuneNo:	Arızalı Sv. (d)	Arıza % (P)
1-	4	0.04	19-	4	0.04
2-	5	0.05	20-	2	0.02
3-	1	0.01	21-	1	0.01
4-	0	0.00	22-	2	0.02
5-	3	0.03	23-	0	0.00
6-	2	0.02	24-	2	0.02
7-	1	0.01	25-	3	0.03
8-	6	0.06	26-	4	0.04
9-	0	0.00	27-	1	0.01
10-	6	0.00	28-	0	0.00
11-	2	0.02	29-	0	0.00
12-	0	0.00	30-	0	0.00
13-	2	0.02	31-	0	0.00
14-	3	0.03	32-	1	0.01
15-	4	0.04	33-	2	0.02
16-	1	0.01	34-	3	0.03
17-	3	0.03	35-	3	0.03
18-	2	0.02			
			<b>Toplam :</b>	<b>73</b>	

Numunedeki arızalı sayısı ( d )	P(d)
0	0.13262
1	0.27065
2	0.27341
3	0.18227
4	0.09021
5	0.03535
6	0.01142
7	0.00313
8	0.00074
9	0.00015
10	0.00003
11	0.00001

Toplam : 0.99999

$P' = 0.02$  ve  $n = 100$  olduğunda arızalı parça içermeyen numune olma olasılığı 0.133'tür. Bu da çok düşük bir olasılık değildir. Rastgele sebeplerle 7 veya 8 numunede hiçbir arızalı parça içermeyen numuneye rastlanır.  $n = 100$  birimlik muayene neticesinde aşağıdaki kalite kontrol grafiği elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde, "sürecin kararlı - kontrol altında" olduğu görülmektedir.



## Standartlar bilinmiyorsa P Grafiği

Kitleye ait P bilinmediği için, en iyi tahmini olarak  $\bar{P}$  kullanılır. Her biri n elemandan oluşan k adet örnek grubundaki kusurlu parça sayıları  $d_i$  ile gösterilir. Buradan,

$$\bar{P} = (P_1 + P_2 + \dots + P_k)/k \text{ veya } \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_k)}{nk} = \sum X/nk \text{ yazılabilir. Böylece limitler;}$$

$$O. \text{ \u00c7.} = \bar{P}$$

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

$$\u00dckL = \bar{P} + 3\sqrt{(\bar{P}(1 - \bar{P}))/n}$$

ile belirlenir.

### \u00d6rnek:

G\u00fcnde 2000 \u00e7elik boru imal eden bir fabrikada g\u00fcnl\u00fck \u00fcretimin %25'i Mayıs ayında her g\u00fcn muayene edilmi\u015ftir. Sonu\u00e7lar a\u015fağıdaki tabloda verilmi\u015ftir.

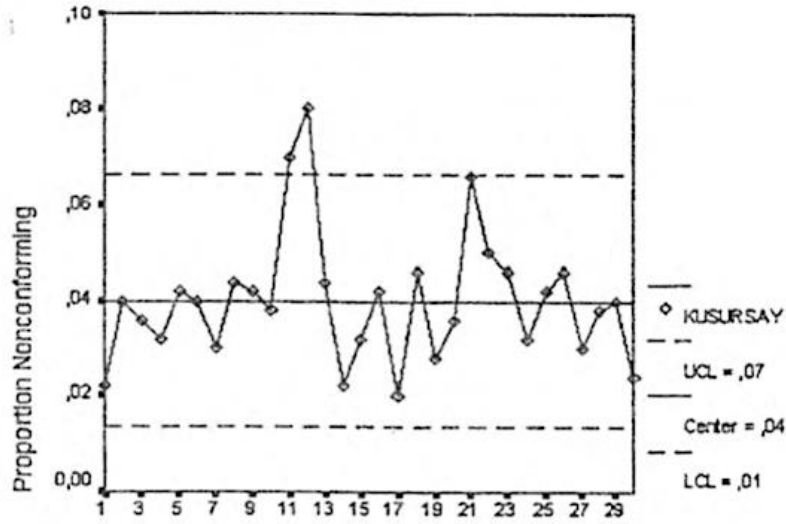
Tarih	Kus.sv(d)	Kus. %(P)	Tarih	Kus.sv(d)	Kus. %(P)
Mayıs 1	11	0.022	Mayıs 16	21	0.042
2	20	0.040	17	10	0.020
3	18	0.036	18	23	0.046
Mayıs 4	16	0.032	Mayıs 19	14	0.028
5	21	0.042	20	18	0.036
6	20	0.040	21	33	0.066
7	15	0.030	22	25	0.050
8	22	0.044	23	23	0.046
9	21	0.042	24	16	0.032
10	19	0.038	25	21	0.042
11	35	0.070	26	23	0.046
12	40	0.080	27	15	0.030
13	22	0.044	28	19	0.038
14	11	0.022	29	20	0.040
15	16	0.032	30	12	0.024
			Toplam: 600 1.200		

$$O. \text{ \u00c7.} = \bar{P} = \frac{600}{30 \cdot 500} = 0.04$$

$$AKL = 0.04 - 3\sqrt{(0.04(1 - 0.04))/500} = 0.014$$

$$\u00dckL = 0.04 + 3\sqrt{(0.04(1 - 0.04))/500} = 0.066$$

bulunur. Kalite kontrol grafiği aşağıda görülmektedir. 11 ve 12 Mayıs'ta alınan örneklerin kusur oranlarını temsile den noktalar ÜKL'nin yukarısında ve 21 Mayıs'ta tam üzerindedir. Bu rnek noktaları, tespit edilebilir nedenlerin varlığını göstermektedir. Bu durumda, kontrol grafiği boru üretiminin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığını göstermektedir. Bir örneğe ait değer AKL sınırı altında ise; bu örnekteki kusurlu oranı çok küçük demektir.



### n deđiřken ise P grafiği:

$$O.. = \bar{P}$$

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

$$KL = \bar{P} + 3\sqrt{(\bar{P}(1 - \bar{P}))/n}$$

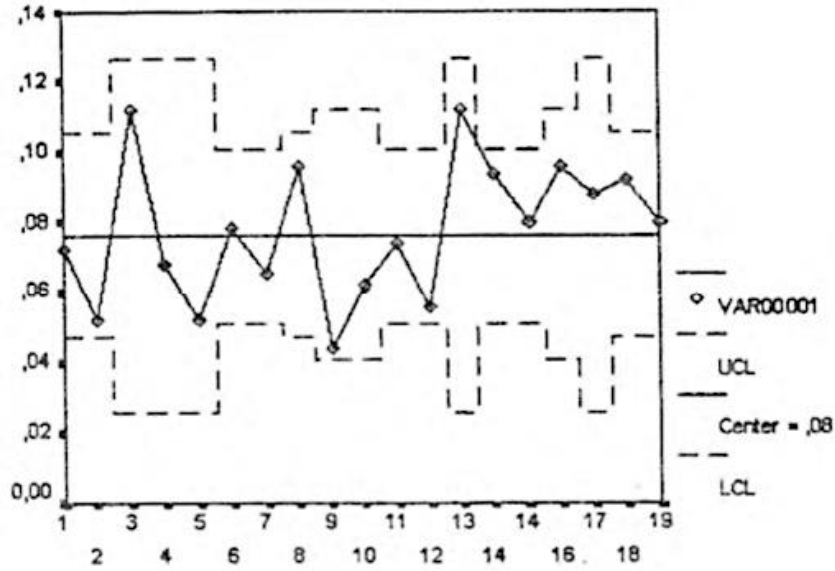
formülleri kullanılarak hesaplanır ancak kontrol limitleri değişken n değerlerine göre farklı olacaktır.

### rnek:

Örnek No:	n	Hata sv.	%Hata sv	Örnek No:	n	Hata sv.	%Hata sv.
1	750	54	0.072	11	1000	74	0.074
2	750	39	0.052	12	1000	56	0.056
3	250	28	0.112	13	250	28	0.112
4	250	17	0.068	14	1000	94	0.094
5	250	13	0.052	15	1000	80	0.080
6	1000	78	0.078	16	500	48	0.096
7	1000	65	0.065	17	250	22	0.088
8	750	72	0.096	18	750	69	0.092
9	500	22	0.044	19	750	60	0.080
10	500	31	0.062	<b>Toplam:</b> 12500			950

n	AKL	ÜKL
250	0.0257	0.1263
500	0.0404	0.1116
750	0.0470	0.1050
1000	0.0509	0.1011

Burada her bir n için O.Ç. değeri 0.076 olarak alınacaktır. Oluşan kalite kontrol grafiği aşağıdaki gibidir.



### Standartlar biliniyorsa d = np Grafiği

Kusurlu oranları yerine kusurlu sayılarıyla ilgilenildiğinde d = np grafikleri kullanılır. Buradaki tek fark ölçektedir. Örnek oranlarının hesaplanmasına gerek duyulmadığı için bu grafik P grafiğine göre daha kolay gelebilir. Alt grup hacimleri sabitse (eşitse) kullanılır.

Burada kitle kusurlu oranı P, örnek hacmi n ise bir örnekte çıkması beklenen ortalama kusurlu sayısı = np olur.

$$O. \text{ Ç.} = np'$$

$$AKL = np' - 3\sqrt{np'(1-p')}$$

$$ÜKL = np' + 3\sqrt{np'(1-p')}$$

### Örnek:

Bir tip araba karbüratörü için montaj hattının sonunda her tip arıza için arıza yüzdesi grafiği hazırlanacaktır. Uzun bir zaman için %2 arıza yüzdesi bir hedef olarak kabul edilmiş, fakat buna erişmek imkansız zannedilmiştir. Ancak "Özel sebeplerin" montaj ve imalatla sürekli takibi sayesinde bu %2 seviyesine ulaşılmıştır. Bilgilerde bu zamanda toplanmıştır ve bütün numune hacmi n=100 olarak alınarak AKL ve ÜKL değerlerini bulunuz.

$$O. \text{ Ç.} = np' = 100. (0.02) = 2$$

$$AKL = 100. (0.02) - 3\sqrt{100. (0.02)(1 - 0.02)} = -2.2 \cong 0$$

$$ÜKL = 100. (0.02) + 3\sqrt{100. (0.02)(1 - 0.02)} = 6.2$$

bulunur.

### **Standartlar bilinmiyorsa d = np Grafiği**

P'nin en iyi tahmin edicisi her örnekten bulunan p'lerin ortalaması olan  $\bar{P}$  değeridir.

$$O. \text{ Ç.} = n\bar{P}$$

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

$$ÜKL = n\bar{P} + 3\sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})}$$

### Örnek:

Bir üretimden 50'şer birimlik 20 örnek alınmış ve her bir örnekteki kusurlu sayı tespit edilerek aşağıdaki tablo düzenlenmiştir.

Örnek No:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Kus.Sy :	9	4	5	16	10	15	7	9	5	12	10	17	14	19	12	8	10	6	12	8
Toplam Kus.Sy = 208																				

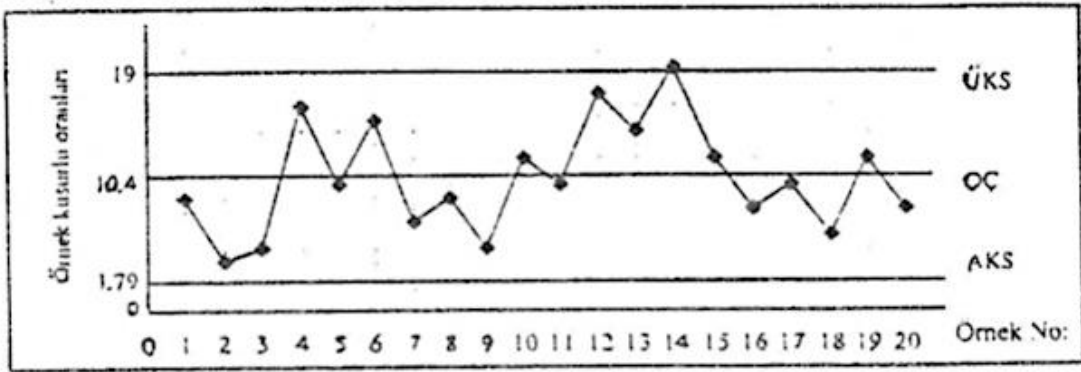
$$\bar{P} = \sum X/nk = \frac{208}{50.20} = 0.208$$

$$O.Ç. = 50. (0.208) = 10.4$$

$$AKL = 10.4 - 3\sqrt{10.4 (1 - 0.208)} = 1.79$$

$$AKL = 10.4 + 3\sqrt{(10.4 (1 - 0.208))} = 19.01$$

olarak bulunur. Kalite kontrol grafiği aşağıdaki şekildedir. Grafik genel olarak incelenirse sadece dik eksende kusurlu oranları yerine kusurlu sayıları görülecektir. Sürecin kontrolde olduğu görülür.



### Standartlar biliniyorsa C grafiği

c grafiğinde her bir örnekteki toplam kusur sayıları dikkate alınır. Kusur olarak sınıflandırılan bir parçada; bir veya daha fazla kusur bulunabilir. Örneğin; 1 metrekare kumaşta ortaya çıkan hatalı ilmek sayısı, bir şişede görülen hava kabarcıkları, bir tabakta bulunan çizik sayısı vb.

c grafiği Poisson dağılımına uyar. Burada, kusurlu/kusursuz yerine “ne derece kusurlu” olduğu belirlenmektedir. Dolayısıyla buradaki c değeri, n birimden oluşan bir muayene örneğindeki toplam kusurlu sayısıdır. Kitleye ait c’ değeri bellidir.

$$O.Ç. = c'$$

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

$$ÜKL = c' + 3.\sqrt{c'}$$



### Örnek:

Seramik mamulleri üreten bir fabrikada fayans lavabolar üzerinde 1 cm<sup>2</sup>'den büyük lekeler kusur sayılmaktadır. İşletme 4 kusur sayısını hedef almıştır. Her biri 5'er lavabodan oluşan 20 örnek için kusur sayılan aşağıdaki tabloda verilmiştir.

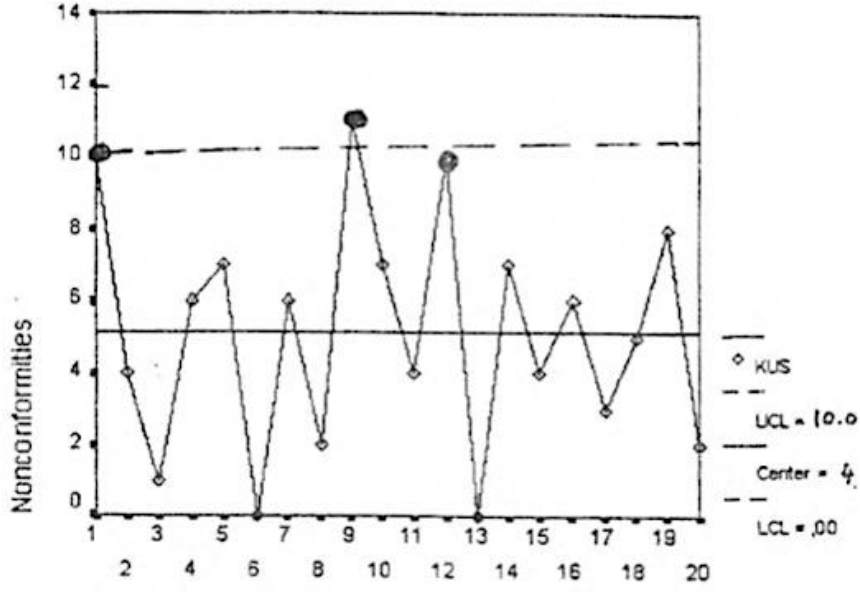
	Örnek No:	Kusur sayısı	Örnek No:	Kusur sayısı
5 adet fayans Lavabosu	1-	10	11-	4
"	2-	4	12-	10
"	3-	1	13-	0
"	4-	6	14-	7
"	5-	7	15-	4
"	6-	0	16-	6
"	7-	6	17-	3
"	8-	2	18-	5
"	9-	11	19-	8
"	10-	7	20-	2
			Toplam :	104

Burada,  $c' = 4$  olarak verilmiştir. Limitler hesaplanırsa;

$$AKL = 4 - 3 \cdot \sqrt{4} = -2 \cong 0$$

$$ÜKL = 4 + 3 \cdot \sqrt{4} = 10$$

bulunur. Kalite kontrol grafiği aşağıdaki gibidir.



Grafik incelendiğinde, 9. örneğin ÜKL dışında, 1. ve 12. Örnekler ÜKL'nin tam üstünde olduğu görülür. Bu durumlar imalatta daha hassas davranılması gerektiğini gösterir.

### Standartlar bilinmiyorsa C Grafiği

Her biri n hacimden oluşan k adet örnek alındığında bu örneklerdeki toplam kusurlu sayıları  $c_1, c_2, \dots, c_k$  olmak üzere örnek başına ortalama kusur sayısı;

$$\bar{c} = \sum c_i / k$$

şeklinde elde edilir. Limitler aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$O.Ç. = \bar{c}$$

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

$$ÜKL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

### Örnek:

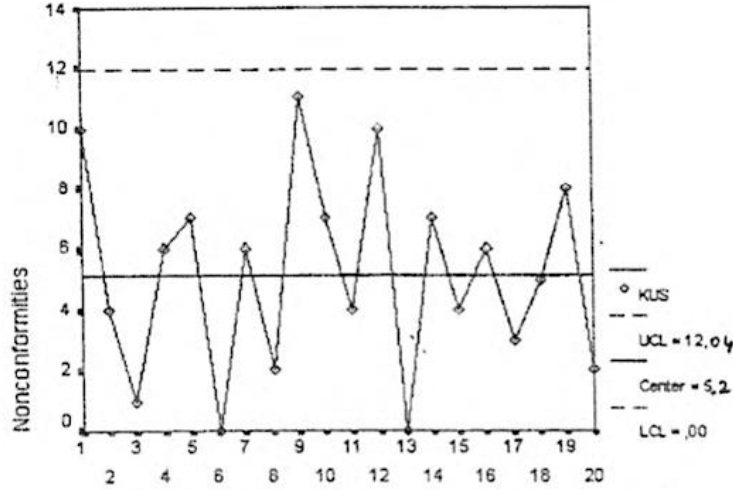
Standartların bilindiği durumdaki örneği baz alalım. İşletmenin hedef aldığı bir değer olmasın.

$$O.Ç. = \bar{c} = \frac{104}{20} = 5.2$$

$$AKL = 5.2 - 3\sqrt{5.2} = -1.64 \cong 0$$

$$ÜKL = 5.2 + 3\sqrt{5.2} = 12.04$$

bulunur. Kalite kontrol grafiği ile çizip, yorumlanırsa; üretimin kontrol altında olduğu söylenir.



### U Kontrol Grafiği

Eğer bir deney birden fazla birimden oluşuyorsa ve birimlerin sayısı deneyden deneye değişiyorsa C grafiği yerine U grafiği kullanılır. C grafiğinde her bir örnekteki toplam kusur sayıları dikkate alınırken U grafiğinde artık birim başına (bir birimde görülen) kusur sayıları dikkate alınacaktır.

U : Muayene birimlerinin kusurluların ortalama sayısıdır =  $c/n$

$$O.Ç. = \bar{U} = \sum c_i/n$$

$$AKL = \bar{U} - 3\sqrt{\bar{U}/n}$$

$$ÜKL = \bar{U} + 3\sqrt{\bar{U}/n}$$

### Örnek:

Bir otomobil lastiği (14 jant) üretiminde tesadüfi olarak 20 lastikten oluşan bir örnek alınmış ve her bir lastikteki yanaklardaki yüzey hataları sayısı tespit edilerek aşağıdaki tablo düzenlenmiştir.

Örnek No: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Kusur sy : 1 2 0 1 2 2 1 2 2 1 2 0 0 1 1 2 1 2 2 1

Buna göre U kontrol limitlerini belirleyiniz.

$$O.Ç. = \bar{U} = \frac{26}{20} = 1.3$$

$$AKL = 1.3 - 3\sqrt{1.3/20} = 0.54$$

$$ÜKL = 1.3 + 3\sqrt{1.3/20} = 2.06$$