

ÖLÇÜM SİSTEMİ ANALİZİ (MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS - MSA)

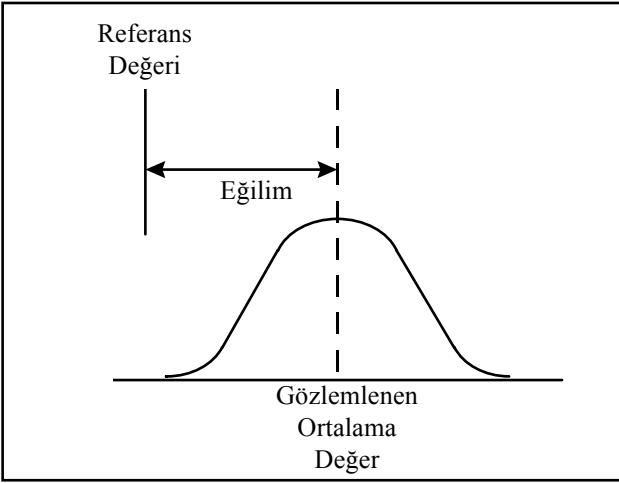
Ölçüm Sistemi Varyansının Türleri

Ölçüm sistemi hataları beş grupta ele alınır.

- Sapma,
- Tekrarlanabilirlik,
- Tekrar yapılabilirlik,
- Kararlılık,
- Doğrusallık.

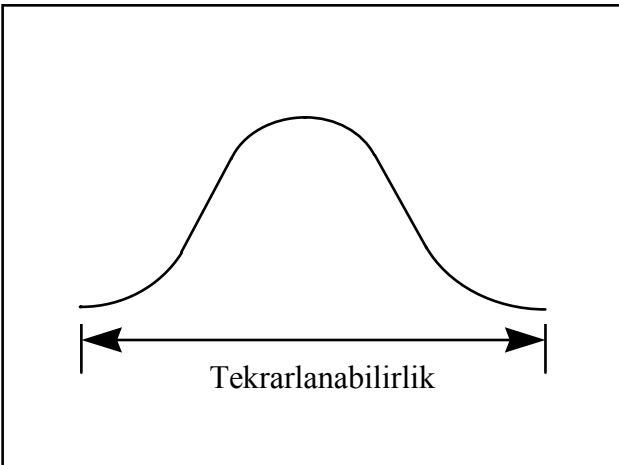
Sapma

Sapma, ölçümlerin gözlemlenen ortalaması ve referans değeri arasındaki farktır. Kabul edilen referans değeri veya master değer olarak ta bilinen referans değeri, ölçülen değerler için hemfikir olunan referans olarak işe yarayan bir değerdir.



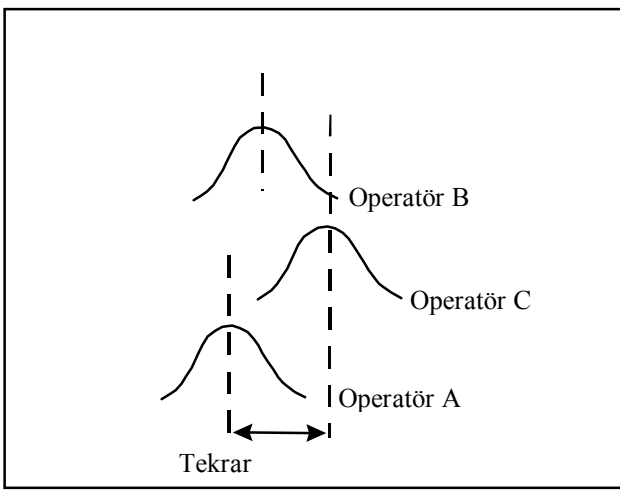
Tekrarlanabilirlik

Tekrarlanabilirlik, **bir ölçüm cihazı** bir ölçümcü tarafından bir çok kez kullanılarak, **aynı numunenin** aynı karakteristiğini ölçerken elde edilen ölçümlerin varyansıdır.



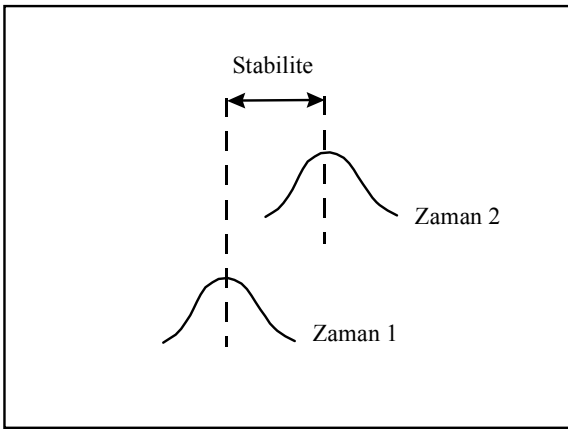
Tekrar Yapılabilirlik

Tekrar yapılabilirlik, **değişik** ölçümcülerin **aynı ölçüm cihazını** kullanarak, **aynı numunenin** aynı karakteristiğini ölçerken elde ettikleri ölçümlerin ortalamalarının varyansıdır.



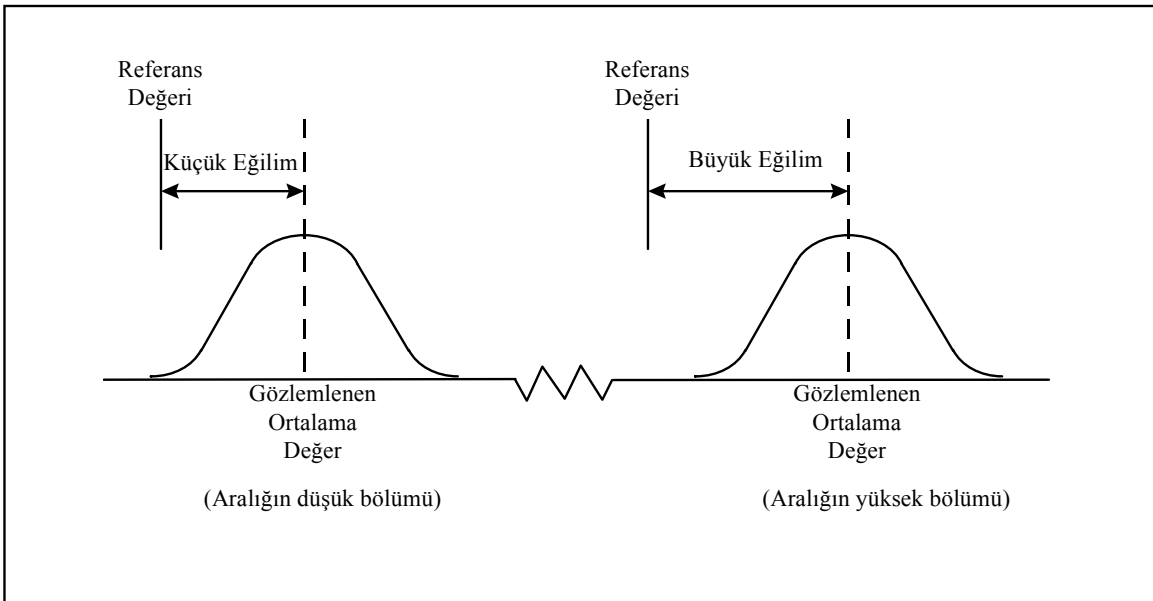
Kararlılık

Kararlılık, aynı numuneler üzerinde, uzun bir **zaman** periyodu içinde tek bir karakteristiği ölçerken, bir ölçüm sistemiyle elde edilen ölçümlerin toplam varyansıdır.



Doğrusallık

Doğrusallık, ölçüm cihazının beklenen **çalışma aralığı** boyunca Sapma değerleri arasındaki farktır.



Sayısal Hesaplamalar

Ölçüm cihazı Tekrarlanabilirlik ve Tekrar Yapılabilirlik hesaplamaları aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

ORTALAMA – ARALIK METODU HESAPLAMA TALİMATI

- 1) 1., 2., ve 3. satırlarda, aynı kolondaki okumaların en küçüğünü en büyüğünden çıkartın, ve sonucu 5. satıra, aynı kolona yazın. Aynı işlemi 6., 7., 8. ve 11., 12., 13. satırlar için yapın ve sonuçları sırasıyla 10. ve 15. satıra girin.(Tablo 3)
- 2) 5., 10. ve 15. satırlardaki girişler pozitif değerler olarak ayarlanmıştır.(Tablo 3)
- 3) Birinci ölçümcünün denemelerinin aralık ortalaması \bar{R}_a 'yı bulmak için, 5. satırı toplayın ve toplamı örnek parça sayısına bölün. Aynı işlemi, \bar{R}_b ve \bar{R}_c 'yi bulmak için 10. ve 15. satırlar için tekrarlayın.(Tablo 3)
- 4) 5, 10 ve 15. satırların ortalamalarını ($\bar{R}_a, \bar{R}_b, \bar{R}_c$) 17. satıra aktarın. Bunları toplayın, ölçümcü sayısına bölün, sonucu \bar{R} (bütün aralıkların ortalaması)olarak yazın.(Tablo 3)
- 5) \bar{R} 'yi(ortalama değer) 19. ve 20. satıra yazın, alt (AKL_R) ve üst ($ÜKL_R$) kontrol limitlerini bulmak için D_3 ve D_4 (Tablo 2'den) ile çarpın. Eğer iki deneme(okuma) yapılmışsa $D_3=0$ ve $D_4=3.27$ 'dir. Bireysel aralıkların Üst Kontrol Limitinin($ÜKL_R$) değeri 19. satıra girilir. Yediden az denemeler için Alt Kontrol Limitinin(AKL_R) değeri sıfırdır.(Tablo3).
- 6) Hesaplanan $ÜKL_R$ değerinden daha büyük aralık oluşturan okumaları, aynı ölçümcüyü ve aynı örnek parçayı kullanarak tekrarlayın, veya bu değerleri atarak ortalamayı tekrar alın ve bütün aralıkların ortalaması \bar{R} ve limit değeri $ÜKL_R$ 'yi düzeltilmiş yeni okumalara göre tekrar hesaplayın. Kontrol dışına çıkma durumunu yaratan özel sebepleri düzeltin. Eğer daha önce bahsedildiği gibi veriler bir kontrol çizelgesi kullanılarak çizilmiş ve analiz edilmişse, yukarıdaki durum zaten düzeltilmiştir ve oluşmayacaktır.
- 7) Satırları (1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 12 ve 13) toplayın. Her satırın kendi toplamını örnek parça sayısına bölün ve bu değerleri, en sağdaki "ortalama" sütununa yazın.(Tablo 3)
- 8) 1, 2 ve 3. satırlardaki ortalamaları toplayın, deneme sayısına bölün ve elde edilen değeri 4. satırda en sağ sütunda \bar{X}_a hanesine yazın. Bunu 6, 7, 8 ve 11, 12, 13. satırlar için tekrarlayın ve sonuçları sırasıyla 9. ve 14. satırlardaki \bar{X}_b ve \bar{X}_c hanelerine yazın. (Tablo 3)
- 9) 4, 9, ve 14. satırlardaki ortalama değerlerinin en küçük ve en büyüğünü 18. satırda ayrılmış olan yerlere yazın ve farkı belirleyin. Bu farkı 18. Satırın en sağındaki \bar{X}_{DIFF} hanesine yazın. (Tablo 3)
- 10) Parça ortalamalarını bulmak için, her parçanın bütün ölçümcüler tarafından elde edilen ölçüm değerlerini toplayın ve ölçüm sayısına(deneme sayısı-ölçümcü sayısı çarpımına) bölün. Sonucu 16. satırda parça ortalamaları için ayrılmış hanelere yazın. (Tablo 3)
- 11) En küçük parça ortalamasını en büyük parça ortalamasından çıkarın ve sonucu 16. satırda R_P hanesine yazın. R_P parça ortalamaları aralığıdır. (Tablo 3)
- 12) Hesaplanan \bar{R} , \bar{X}_{DIFF} ve R_P değerlerini formun rapor kısmında ayrılmış olan boşluklara aktarın. (Tablo 4)
- 13) Hesaplamaları, formun sol tarafında "Ölçüm Birim Analizi" başlıklı sütun altında gerçekleştirin. (Tablo 4)
- 14) Yüzde hesaplamalarını formun sağ tarafında "%Toplam Varyans" başlıklı sütun altında gerçekleştirin. (Tablo 4)
- 15) Bir hata yapılmadığından emin olmak için sonuçları kontrol edin.

ÖLÇÜMCÜ DENEME	PARÇA											ORTALAMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. A	1	0.29	-0.56	0.34	0.47	-0.80	0.02	0.59	-0.31	2.26	-1.36	.....
2.	2	0.41	-0.68	1.17	0.50	-0.92	-0.11	0.75	-0.20	1.99	-1.25	.....
3.	3	0.64	-0.58	1.27	0.64	-0.84	-0.21	0.66	-0.17	2.01	-1.31	.....
4. Ortalama		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{X}_a = \dots\dots$
5. Aralık		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{R}_a = \dots\dots$
6. B	1	0.08	-0.47	1.19	0.01	-0.56	-0.20	0.47	-0.63	1.80	-1.68	.....
7.	2	0.25	-1.22	0.94	1.03	-1.20	0.22	0.55	0.08	2.12	-1.62	.....
8.	3	0.07	-0.68	1.34	0.20	-1.28	0.06	0.83	-0.34	2.19	-1.50	.....
9. Ortalama		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{X}_b = \dots\dots$
10. Aralık		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{R}_b = \dots\dots$
11. C	1	0.04	-1.38	0.88	0.14	-1.46	-0.29	0.02	-0.46	1.77	-1.49	.....
12.	2	-0.11	-1.13	1.09	0.20	-1.07	-0.67	0.01	-0.56	1.45	-1.77	.....
13.	3	-0.15	-0.96	0.67	0.11	-1.45	-0.49	0.21	-0.49	1.87	-2.16	.....
14. Ortalama		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{X}_c = \dots\dots$
15. Aralık		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$\bar{R}_c = \dots\dots$
16. Parça Ortalaması (\bar{X}_p)		$\bar{X} = \dots\dots$ $R_p = \dots\dots$
17. ($\bar{R}_a =$ + $\bar{R}_b =$ + $\bar{R}_c =$) / 3												$\bar{R} = \dots\dots$
18. $[\text{Max } \bar{X} =] - [\text{Min } \bar{X} =] = \bar{X}_{\text{DIFF}} =$												.....
19. $[\bar{R} =] \times [D_4^* =] = UKL_R$												.....

2 deneme için $*D_4=3.27$ ve 3 deneme için 2.58 'dir; 7 denemeye kadar $D_3=0$ 'dır. UKL_R , bireyin R'sinin limitini temsil eder. Bu limitin altında olanları daire içine alın. Nedenini tespit edin ve düzeltin. Bu okumaları orjinal ölçümcüyü ve birimi kullanarak tekrarlayın, veya bu değerleri iptal edip geri kalan gözlemlerden ortalamayı (R) ve limit değerleri tekrar hesaplayın.

Tablo 3

Parça No ve İsmi:
Karakteristik:
Tanım:

Cihaz İsmi: Kalınlık Ölçüm Cihazı
Cihaz No: MM-123
Cihaz Tipi:

Tarih: 23/10/02
Gerçekleştiren

Veri sayfasından: $\bar{R} = \dots\dots\dots$ $\bar{X}_{DIFF} = \dots\dots\dots$ $R_p = \dots\dots\dots$

Ölçüm Birim Analizi		%Toplam Varyans (TV)																					
Tekrarlanabilirlik - Ekipman Varyansı (EV) $EV = \bar{R} \times K_1$ = =		<table border="1"><thead><tr><th>Deneme</th><th>K₁</th></tr></thead><tbody><tr><td>2</td><td>0.8862</td></tr><tr><td>3</td><td>0.5908</td></tr></tbody></table>	Deneme	K ₁	2	0.8862	3	0.5908	%EV = 100 (EV / TV) = =														
Deneme	K ₁																						
2	0.8862																						
3	0.5908																						
Tekrar Yapılabilirlik - Ölçümcü Varyansı (AV) $AV = \sqrt{[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2 / nr)]}$ = =		<table border="1"><thead><tr><th>Ölçümcüler</th><th>2</th><th>3</th></tr></thead><tbody><tr><th>K₂</th><td>0.7071</td><td>0.5231</td></tr></tbody></table>	Ölçümcüler	2	3	K ₂	0.7071	0.5231	%AV = 100 (AV / TV) = = n = parça sayısı r = deneme sayısı														
Ölçümcüler	2	3																					
K ₂	0.7071	0.5231																					
Tekrarlanabilirlik & Tekrar Yapılabilirlik Varyansı (GRR) $GRR = \sqrt{(EV^2 + AV^2)}$ = =		<table border="1"><thead><tr><th>Parçalar</th><th>K₃</th></tr></thead><tbody><tr><td>2</td><td>0.7071</td></tr><tr><td>3</td><td>0.5231</td></tr><tr><td>4</td><td>0.4467</td></tr><tr><td>5</td><td>0.4030</td></tr><tr><td>6</td><td>0.3742</td></tr><tr><td>7</td><td>0.3534</td></tr><tr><td>8</td><td>0.3375</td></tr><tr><td>9</td><td>0.3249</td></tr><tr><td>10</td><td>0.3146</td></tr></tbody></table>	Parçalar	K ₃	2	0.7071	3	0.5231	4	0.4467	5	0.4030	6	0.3742	7	0.3534	8	0.3375	9	0.3249	10	0.3146	%GRR = 100 (GRR / TV) = =
Parçalar	K ₃																						
2	0.7071																						
3	0.5231																						
4	0.4467																						
5	0.4030																						
6	0.3742																						
7	0.3534																						
8	0.3375																						
9	0.3249																						
10	0.3146																						
Parça Varyansı (PV) $PV = R_p \times K_3$ = =		%PV = 100 (PV / TV) = =																					
Toplam Varyans (TV) $TV = \sqrt{(GRR^2 + PV^2)}$ = =		ndc = 1.41(PV/GRR) = number of distinct categories																					

Tablo 4

Sonuçların Analizi

Ölçüm sisteminin planlanan uygulama için kabul edilebilir olup olmadığını belirlemek için sonuçların değerlendirilmesi gerekir.

- %10 hatanın altı - ölçüm sistemi kabul edilebilir.
- %10-%30 arası hata - uygulamanın önemine, ölçüm cihazının maliyeti, onarım maliyeti, vb. bağlı olarak kabul edilebilir. Düzeltici faaliyetler alınması gerekir.
- %30 hatanın üstü - kabul edilemez - ölçüm sisteminin geliştirilmesi için gayret gösterilmelidir.