

# ÖLÇÜ ALETİ ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN VE ÖLÇME PROSESİNİN ÖLÇÜ TOLERANSINA UYGUNLUĞU

**Derya TURGAY**

SİMKAL Kalibrasyon ve Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi  
Yakacık Caddesi No: 111 Kartal 34870 İstanbul  
E-mail: [derya.turgay@simkal.com.tr](mailto:derya.turgay@simkal.com.tr)  
Tel: 0216 488 77 77

## ÖZET:

ISO 9000ve diğer kalite standartları kalite kriterlerini etkileyen ölçü aletlerinin kalibrasyonlarını gerekli kıldırmaktadır. Firmaların üretim ve kalite alanlarında yapılan ölçümleri düşündüğümüzde, ölçü aletlerinin kalibrasyonları işin bir parçası, bunlarla yapılan ölçümler işin kalan parçası olmaktadır. İş kalite olarak ele aldığımızdan, kalitenin bu ikinci ayağı otomotiv imalat sektörünün kullandığı ISO/TS 16949 standardından temel araçlarından olan “MSA - Ölçüm Sistemi Analizi” dokümanlarında ele alınmaktadır.

Bu çalışmada, Alman otomotiv üreticilerinin MSA çalışmalarında kullandıkları VDA 5 rehber dokümandan yararlanarak, konuya temel giriş olarak, ölçü aleti çözünürlüğünün ve ölçme prosesinin ölçü toleransına uygunluğunun kontrolleri için yapılabilecekler örnekleriyle tarif edilmiştir.

## Hesaplamalarda Kullanılacak Terimlerin Açıklamaları:

### Ölçü Toleransı:

Teknik nedenlere, malzeme özelliklerine, müşteri isteklerine veya yasal kurallara bağlı olarak belirlenir. Ölçüm sonucu elde edilen değer içinde kalması istenen değer aralığıdır. Bu aralık en büyük ve en küçük sınır değerlerle tanımlanır. Tolerans bu iki değer arasındaki farktır.  $T$  ile gösterilir.

Örnekler (birimsiz):  $28,50 \pm 0,15$  için ölçü aralığı:  $28,35 \dots 28,65$   $T = 0,30$

$17,10 -0,10 +0,05$  için ölçü aralığı:  $17,00 \dots 17,15$   $T = 0,15$

### Gösterge Çözünürlüğü:

Bir göstergede okunan değerlerin arasındaki anlamlı olarak ayrıştırılabilen en küçük farktır.

Örnekler:



mm

Kumpas  
Manometre gösterge çözünürlüğü 0,1 bar



gösterge  
çözünürlüğü 0,01

**Ölçüm Belirsizliği:**

Bir ölçüm veya deney sonucu ile birlikte verilen, ölçülen büyüklüğün içinde bulunduğu kabul edilen aralıktır.

İngilizce 'Uncertainty' kelimesinin baş harfi kullanılarak, *U* olarak gösterilir.

Örnek:

Tartı değeri: 100,01 g,

$U : \pm 0,02$  g ( $k= 2$ , %95 güvenilirlik seviyesi)

$k= 2$  sayısı, bulunan (hesaplanan) belirsizliğin %95 güvenilirlik seviyesine getirilmesi için 2 ile çarpılarak genişletildiğini göstermektedir. Böylelikle, ölçüm tekrar şartları altında 100 kez yapılırsa, bulunan sonuç değerlerin 95 tanesinin verilen limit değerler arasında çıkacağı kabul edilir.

Tartı değeri örneğinde 95 değer 99,99....100,03 g aralığı içinde olacak, 5 değer bu aralığın dışında çıkabilecektir.

**Bir ölçüm sonucu ölçüm belirsizliği ile birlikte verilmemişse, yeterli anlamı olmayacak, ölçüm sonucuyla ilgili uygunluk / uygunsuzluk değerlendirilmesi yapılamayacaktır !**

**Ölçü aletlerinin kalibrasyonları işin bir parçası, bunlarla yapılan ölçümler işin kalan parçasıdır:**

ISO 9000ve diğer kalite standartları kalite kriterlerini etkileyen ölçü aletlerinin kalibrasyonlarını gerekli kıldırmaktadır. Firmaların üretim ve kalite alanlarında yapılan ölçümleri düşündüğümüzde, ölçü aletlerinin kalibrasyonları işin bir parçası, bunlarla yapılan ölçümler işin kalan parçası olmaktadır.

İş kalite olarak ele aldığımızda, kalitenin kalibrasyon sonrası kısımlar otomotiv imalat sektörünün kullandığı ISO/TS 16949 standardından temel araçlarından olan "MSA - Ölçüm Sistemi Analizi" dokümanlarında ele alınmaktadır.

Alman otomotiv üreticilerinin MSA çalışmalarında kullandıkları VDA 5 rehber dokümanından yararlanarak, ölçü aleti çözünürlüğünün ve ölçüm belirsizliğinin ölçü toleransına uygunluğu için iki ayrı çalışma yapabiliriz.

**Gösterge Çözünürlüğünün Yeterliliği:**

Gösterge çözünürlüğünün toleransın 1/20 sini geçmemesi istenir. Bu sınır değer toleransın %5 ine denk gelir. Çözünürlüğün toleransa oranlanmasının yüzdeleri hesabı:

$$\text{Çözünürlük (\%)} = (\text{Çözünürlük} / T) * 100$$

$$\text{Çözünürlük (\%)} \leq \% 5 \quad \text{Çözünürlük uygun}$$

$$\text{Çözünürlük (\%)} > \% 5 \quad \text{Çözünürlük uygun değil}$$

Küçük toleransların olabileceği özel tek durumlarda kural istisnaları olabilecektir. (alıcı ve sevkiyatçı arasında mutabakat yapılarak)

Örnek 1: 28,50± 0,15 mm ölçüsünde parça dijital kumpas ile ölçülüyor. Çözünürlük: 0,01 mm

$$\text{Çözünürlük (\%)} = (0,01 \text{ mm} / 0,3 \text{ mm}) * 100 = \% 3,3 \quad \text{Çözünürlük uygun}$$

Örnek 2: 17,10 mm -0,10 +0,05 ölçüsü dijital kumpas ile ölçülüyor. Çözünürlük: 0,01 mm

$$\text{Çözünürlük (\%)} = (0,01 \text{ mm} / 0,15 \text{ mm}) * 100 = \% 6,7 \quad \text{Çözünürlük uygun değil}$$

Ölçüm daha yüksek çözünürlükte bir ölçü aleti ile yapılmalıdır. Örneğin dijital mikrometre.

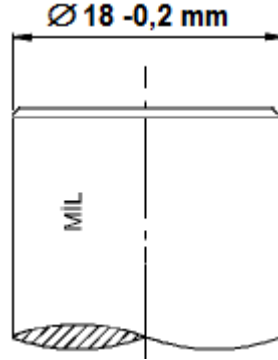
**Ölçme Prosesinin Toleransa Uygunluğu:**

Şu şekilde ele alabiliriz :

$$(2U + \text{Ölçü aletinin ölçümlerde dikkate alınmayan sistematik hatası}) / T \leq 0,2 \dots 0,4$$

$U$ : Ölçü aletiyle yapılan ölçümün belirsizliği ( $\pm$  verildiği için genişlik aralığına ulaşmak için 2 ile çarpılır)  
Ölçme prosesinin uygunluk oranı (0,2...0,4 oranı) ölçülecek parçanın tolerans aralığına göre, ISO 286-1 uluslararası tolerans tablosu kullanılarak bulunur.

Örnek: Piston çapının dijital göstergeli kumpas ile ölçülmesi



Üst resimde görülen çapa keçe gireceğinden tolerans tek yönde verilmiştir.  $T = 0,2$  mm olup IT 12 tolerans aralığı için ölçme prosesi uygunluğu sınır değeri olarak 0,2 sağlanmalıdır

Anma Ölçüsü		Ölçme prosesi uygunluğu sınır değeri												
		0,4				0,3				0,2				
mm		Standart tolerans sınıfları												
		IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14
üzeri	kadar	Standart tolerans değerleri												
		µm											mm	
—	3	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25
3	6	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3
6	10	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36
10	18	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43
18	30	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52
30	50	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62

ISO Tolerans Tablosundan Alıntı

Yukarıdaki tabloda parçanın anma ölçüsünün olduğu satırda ilerlenerek tolerans değerinin eşdeğeri, yoksa bir üstü bulunur. Buradan yukarı dikme çıkıldığında IT tolerans sınıfı ve bunun üstünde belirtilmiş uygunluk sınır değeri bulunur.

Ölçümde kullanılan kumpasın sertifikasına baktığımızda ölçümlerin 0,01 mm hatalı yapılmış olabileceğini görüyoruz:

Master (L)	Dış Çap Çene Dibi		Dış Çap Çene Ucu		Dış Çap Çene Ortası	
	Okuma	Sapma	Okuma	Sapma	Okuma	Sapma
2,5	2,50	0,00	2,50	0,00	85,29	- 0,01
37,8	37,79	- 0,01	37,79	- 0,01		
85,3	85,29	- 0,01	85,28	- 0,02		
120,2	120,19	- 0,01	120,18	- 0,02		
150	149,99	- 0,01	149,98	- 0,02		

Kalibrasyon sertifikasından alıntı

Denklemden yerine koymak için  $U$  değerini hesaplamamız gerekmektedir. Şunu biliyoruz ki, ölçümlerin göz okumasıyla yapıldığı bu gibi aletlerde (kumpas, mikrometre vd.), kalibrasyon belirsizliğinde kişinin göz okuma belirsizliği ile ölçü aletinin tekrarlanabilirliği öne çıkmaktadır. Dolayısıyla bu tür ölçü aletlerinde, aleti kullanan operatörün belirsizliğinin kalibrasyon belirsizliğine denk olacağı düşünülebilir. Bu durumda  $U$  değeri için ölçü aletinin kalibrasyon sertifikasında verilmiş belirsizlik değeri kullanılabilir. Ancak kalibrasyon şartlarının dışına çıkmış durumlar varsa, örneğin ölçülen parçada form sapmaları varsa, bunlarla yapılacak çalışmada bulunacak tekrarlanabilirlik standart sapması, ortam sıcaklığı 20°C den fazla sapıyorsa, bunun ilave etkisi, ölçü aletini farklı operatörler kullanıyorsa aralarında yapılacak çalışmayla bulunacak standart sapma göz önüne alınarak belirsizlik büyütülmelidir. Örneğimizde bu farkların olmadığını kabul edersek,

Kalibrasyon sonuçları için sertifikada verilmiş belirsizlik değeri:

$$U = \pm 0,015 \text{ mm} \quad (k=2, \% 95 \text{ güvenirlilik seviyesi})$$

Değerleri denklemden yerine koyarsak,

$$(2 \times 0,015 \text{ mm} + 0,01 \text{ mm}) / 0,2 \text{ mm} = 0,2$$

Sonuç değeri uygun görülmesiyle birlikte, sınırda olması nedeniyle, bu ölçümde iyileştirme düşünülebilir.

#### Kaynaklar:

- VDA 5 (2010) – Prüfprozesseignung – Eignung von Messsystemen, Eignung von Mess- und Prüfprozessen, Erweiterte Messunsicherheit, Konformitätsbewertung
- ISO 286-1 (2010) - Geometrical product specifications (GPS) -- ISO code system for tolerances on linear sizes -- Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits

#### ÖZGEÇMİŞ:

##### Derya TURGAY

1957 yılında İstanbul'da doğdu. Yıldız Üniversitesi Galatasaray Müh. Fak. Makine Mühendisliği programını 1981 yılında tamamladı. Farklı iş alanlarından sonra, 1989 yılından beri kalibrasyon işinde çalışmaktadır., Halen görev yeri Simkal Kalibrasyon Merkezidir. Geçen süre içinde Metroloji ve Kalibrasyon alanlarında yurt içi ve yurt dışı muhtelif seminer vb. aktivitelere katılmış, Kalite Derneği Metroloji ve Kalibrasyon Grubunun kurulmasında ve devamı çalışmalarında yer almıştır. TURKLAB Kalibrasyon ve Deney Laboratuvarları Derneği kurucusu, Kalibrasyon ve Eğitim Komitelerinin faal üyesidir. TURKAK Akreditasyon Komitesinin boyut kalibrasyonları konusunda uzman denetçi havuzundadır.

**Uzmanlık Alanları:**

- Mekanik kalibrasyonlarda 24 yıllık tecrübe (uzunluk, kuvvet, basınç, hacim)
- Metroloji ve Kalibrasyon Eğitimleri: KalDer, Simkal , KOSGEB, MMO ve TURKLAB adına eğitimlik yapmaktadır.
- Laboratuarlar Arası Karşılaştırma Ölçümleri: AB MEDA projesi kapsamında düzenlenmiş LAK eğitimlerine katılmış, biri bu proje kapsamında, ikisi TURKLAB Kalibrasyon Komitesi adına olmak üzere 3 adet LAK organize etmiştir.