

## KALİBRASYON SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE ÖLÇME BELİRSİZLİĞİNİN HESABA KATILMASI İÇİN ALTERNATİF BİR YÖNTEM

*Mehmet Aydın<sup>1</sup>*  
Makina Mühendisi

<sup>1</sup>Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş. Kalibrasyon Laboratuvarı Ereğli/Zonguldak  
Tel: 372 329 36 33 E-Mail:mehmetaydin@erdemir.com.tr

### ÖZET

Kalibrasyon sonucu değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan genel yöntem ölçme hatasının cihazın kullanım yerindeki toleransıyla karşılaştırılması şeklindedir. Ancak kalibrasyondan gelen genişletilmiş belirsizlik değeri de bu hesaplamaların içine girdiği zaman ölçme cihazına ayrılan ölçme hatası değeri azalmaktadır. Ayrıca bu durumda aşağıdaki riskler ortaya çıkmaktadır.

Ölçme hatasının (H) toleransla (T) karşılaştırıldığı kabul kriterinde ( $H \leq T$ ) ölçme belirsizliği (U) dikkate alınmadığı için gerçekte tolerans dışı olan bir cihaz tolerans içi olarak değerlendirilebilir.

Ölçme hatası ve ölçme belirsizliğinin cebirsel toplamının toleransla karşılaştırıldığı değerlendirme kriterinde ( $H+U \leq T$ ) ise gerçekte tolerans içi olan bir cihaz ölçme belirsizliği dikkate alındığından tolerans dışı olarak değerlendirilebilir.

Bu bildiriye, yukarıdaki yöntemlerde ortaya çıkan riski optimize eden bir yöntem açıklanmaktadır.

Anahtar Sözcükler : Ölçme hatası, Ölçme Belirsizliği, Tolerans

### 1. GİRİŞ

ILAC-8 no.lu dokümandan yararlanılarak tarafımızca aşağıdaki yorumlar yapılmıştır:

1.  $H+U \leq T$  ise ve U değeri için % 95 güven seviyesinden daha büyük bir olasılıkla tolerans içindedir. Bu durumda cihaz kesin olarak tolerans içinde kabul edilir.
2.  $H=T$  olması durumunda % 50 olasılıkla tolerans içi, % 50 olasılıkla tolerans dışıdır. Bu durumda cihaz tolerans içindedir denilemez. Bu durumda ölçüm doğruluğunu garanti altına almak için tolerans dışı kararının verilmesi uygundur.
3.  $H < T$  ve  $H+U > T$  ise % 50 olasılıktan daha büyük bir olasılıkla tolerans içi % 50 'den daha az bir olasılıkla tolerans dışıdır. Tolerans içi olma olasılığının tolerans dışı olma olasılığına göre çok yüksek olduğu durumlarda, cihaz gerçekte tolerans içi olmasına rağmen tolerans dışı kararının verilmesi doğru olmaz.

Aşağıdaki tanımlanan yöntem, yukarıdaki durumlarda cihazın tolerans içi veya dışı olarak değerlendirilmesini optimize eden bir yöntem önermektedir.

Diğer bir ifade bu bildiriye ortaya konulan yöntem yukarıda bahsedilen klasik yöntem ( $H+U \leq T$ ) göre gerçekte tolerans içinde olan fakat belirsizlik nedeniyle tolerans dışı olarak değerlendirilen cihazlardaki riski önemli ölçüde azaltmaktadır.

## 2. BEKLENEN YARARLAR

Bu bildiride öne sürülen yöntem ile klasik yöntemde hataya ayrılan pay  $U/2$  kadar artmaktadır. Bu durum klasik yöntemde göre  $U/2$  değeri kadar daha hataya izin vermekte ve bu aralıkta klasik yöntemde tolerans dışı değerlendirilen cihazlar öngörülen yöntemde tolerans içi olarak değerlendirilmektedir. Ancak öne sürülen yöntemin bu avantajına rağmen, % 16 gibi önemli olmayan bir güvensizlik olasılığı ortaya çıkmaktadır.

Fakat cihazların bu aralıkta ( $U/2$ ) klasik yöntemde göre gereksiz yere tolerans dışı değerlendirilek bunların ayar veya yeni cihaz temini ile ortaya çıkan ek maliyetlerin önlenmesi, bu güvensizlik olasılığını çok rahat bir biçimde tolere edilebileceği beklenmektedir.

## 3. YÖNTEM

Bu yöntem iki ana kritere dayanmaktadır. Bunlar;

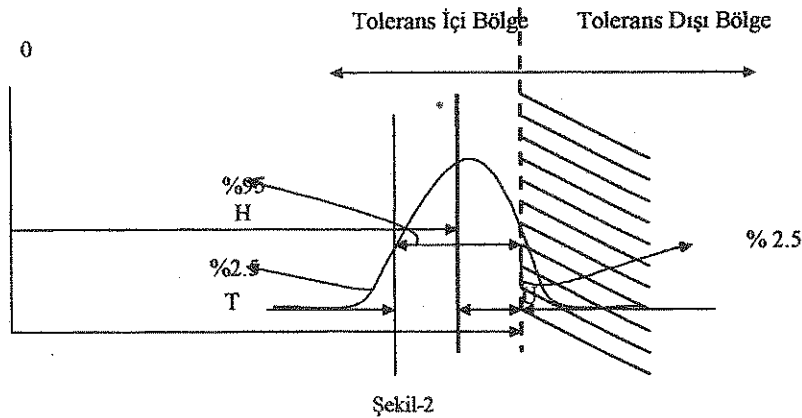
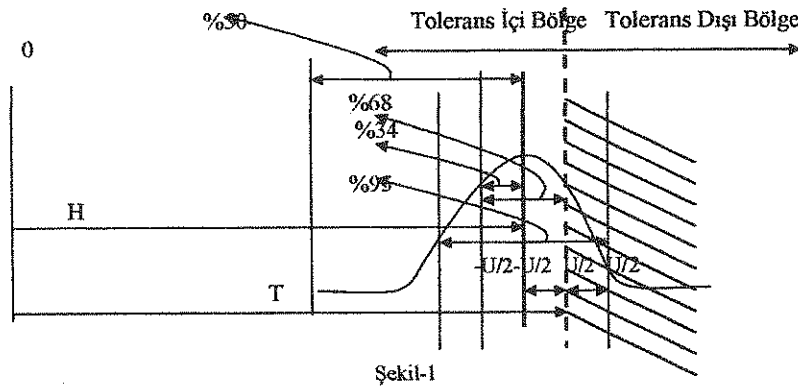
1.  $U \leq T/3$

2.  $H + U/2 \leq T$  'dir.

Birinci kriter olan ölçme belirsizliğinin en fazla toleranstan 3 kat küçük olması hesaplanan ölçme belirsizliği için makul belirsizlik seviyesinde kalmasını sağlamakta ve belirsizliğin tolerans değerinden  $T/6$  kadar taşmasına izin vermektedir.

Burada tolerans içi veya dışı karar kriteri 2. kriterdir. Bu durumda cihazın gerçekte tolerans içinde olma olasılığı % 84 'den ( $\% 50 + \% 34$ ) daha yüksek olmaktadır. Bu kriter, aşağıda  $H+U/2=T$  sınır değeri için ele alınarak incelenmiştir.

Şekil-1'de görüldüğü gibi  $H+U$  değerinin toleransı en fazla  $U/2$  kadar geçmesi prensibine dayanmaktadır. Bu prensip 2. no.lu kriter ile formülize edilmiştir. (Burada  $U/k=2$  için % 95 güven aralığını ifade etmektedir.)



Şekil-1'de normal dağılım eğrisinin % 50'si hatanın sol tarafında kalmaktadır. Geriye kalan olasılık dağılımının %34'ünde tolerans içidir.Bu durumda tolerans içinde kalan olasılık dağılım eğrisi % 84'lük bir güven seviyesi sağlamaktadır.Burada % 16'lık güvensiz bir durum oluşmaktadır.Hatanın daha küçük değerler aldığı durumlarda güven seviyesi artmaktadır.

Şekil-2 'de  $H+U \leq T$  kriterine ait  $H+U=T$  sınır değeri durumu görülmektedir.Şekilden görüleceği gibi güvensizlik seviyesi % 2.5'dur.Dolayısıyla önerilen yöntem, klasik yöntem göre % 13.5 bir güvensizlik seviyesi oluşturmaktadır.

Diğer yandan şekil-1'den görüleceği gibi tolerans dışına çıkmasına izin verilen nümerik değer  $U/2$  dir. U maksimum  $T/3$  değerini alabileceği için değerlendirmede en fazla  $T/6$  kadar bir değer tolerans dışına çıkmasına izin verilmektedir.

Örnek : Ölçme hatası  $H=+90 \mu m$  ,  $U= \pm 15 \mu m$  olarak hesaplanan bir mikrometrenin kalibrasyon toleransı  $T=\pm 100 \mu m$  olsun.Klasik yöntem göre kalibrasyon sonucu değerlendirmesi yaparsak;

$H+U \leq T$  olduğuna göre, değerleri eşitlikte yerine yazdığımızda,

$90+15 > 100 \mu m$  olarak hesaplanır.Bu durumda kabul kriteri sağlanmadığı için mikrometre tolerans dışı olarak değerlendirilir.

Bu bildiri de öngörülen yöntem göre yapılan değerlendirmede;

$$H+U/2 \leq 100 \mu m$$

$90+7.5 < 100$  olduğuna göre mikrometre bu kabul kriterine göre tolerans içi olarak değerlendirilir.

#### 4. SONUÇ

Bu yöntem ile kalibrasyon sonucu değerlendirmelerinde hatanın toleransa yaklaştığı durumlarda klasik yöntem göre biraz daha düşük bir güven seviyesi ile hataya daha fazla pay bırakılarak cihazlar tolerans içinde kalmaktadır.

Klasik yöntemde tolerans dışı olarak değerlendirilen cihazlar, bu bildiri de öngörülen yöntem uygulanarak tolerans içinde kalırsa, sözkonusu cihazlar için ayar veya yeni cihaz temini gibi maliyetler ortadan kaldırılmış olmaktadır.

#### 5.REFERANSLAR

- [1] GuideLines on Assessment and Reporting of Compliance with Specification (ILAC-G8:1996)
- [2] Larry E. Nielsen "Bridging The Gap Between Documentary Standarts" Cal Lab Magazine, Temmuz-2004