

# R20.01

Revizyon No : 03

Yürürlük Tarihi : 16.04.2021

---

## KALİBRASYONDA ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ İÇİN TÜRKAK POLİTİKALARI



# TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

## İÇİNDEKİLER

|                                | <u>Sayfa</u> |
|--------------------------------|--------------|
| 1. AMAÇ .....                  | 2            |
| 2. KAPSAM .....                | 2            |
| 3. İLGİLİ DOKÜMANLAR .....     | 2            |
| 4. POLİTİKA VE PRENSİPLER..... | 2            |



# TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

## 1. AMAÇ

Bu Rehber, kalibrasyonda ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi ve ölçüm belirsizliğinin kalibrasyon sertifikalarında beyan edilmesine dair TÜRKAK politikasını açıklamaktadır.

Rehberde geçen “kalibrasyon laboratuvarı” ifadesi, kalibrasyon faaliyeti gerçekleştiren tüm uygunluk değerlendirme kuruluşlarını -kalibrasyon, deney ve tıbbi laboratuvarlar, muayene kuruluşları, biyobankalar, referans malzeme üreticileri ve yeterlilik testi sağlayıcılarını- ifade eder. Dahili kalibrasyon için de bu Rehber’in uygulanabilir hükümleri geçerlidir.

## 2. KAPSAM

Bu Rehber, ilgili uluslararası standartların şartlarına göre TÜRKAK tarafından akredite olmuş veya akredite olmak isteyen uygunluk değerlendirme kuruluşlarının gerçekleştirdikleri kalibrasyon faaliyetlerindeki ölçüm belirsizliklerini kapsamaktadır.

## 3. İLGİLİ DOKÜMANLAR

- TS EN ISO/IEC 17025 “Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar”
- TS EN ISO/IEC 17020 “Çeşitli Tiplerdeki Muayene Kuruluşlarının İşletimi İçin Şartlar”
- TS EN ISO 15189 “Tıbbi Laboratuvarlar - Kalite ve Yeterlilik İçin Şartlar”
- TS EN ISO 15195 “Tıbbi Laboratuvarlar - Referans Ölçüm Prosedürleri Kullanılarak Kalibrasyon Laboratuvarların Yeterlilikleri İçin Şartlar”
- TS EN ISO/IEC 17043 “Yeterlilik Deneyi İçin Genel Şartlar”
- TS EN ISO 17034 “Referans Malzeme Üreticilerinin Yeterliliği İçin Genel Şartlar”
- ISO/IEC Guide 98-3 “Uncertainty of measurement – Part 3, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM: 1995)”
- ILAC P14 “ILAC Policy for Measurement Uncertainty in Calibration”
- EA-4/02 “Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration”
- TS EN ISO 80000-1 “Nicelikler ve Birimler - Bölüm 1: Genel”

## 4. POLİTİKA VE PRENSİPLER

### Ölçüm Belirsizliğinin Kalibrasyon Sertifikalarında Raporlanmasına Dair

- TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre, kalibrasyon laboratuvarları yaptıkları tüm kalibrasyonların sonuçlarının yorumlanabilmesi için ilgili ölçüm belirsizliğini değerlendirmelidir.
- Ölçüm belirsizlikleri, genel olarak BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP ve OIML tarafından ISO/IEC Guide 98-3 “ Ölçüm Belirsizliğinin İfade Edilmesi İçin Hesaplanması Kılavuz,/Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)” adı altında yayınlanan uluslararası dokümanda belirtilen yöntemle veya bu dokümanda



# TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

atıfta bulunulan zorunlu EA dokümanlarında açıklanan yönteme göre değerlendirilmeli ve raporlanmalıdır.

- 4.3 Ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesinde kullanılan ölçümün matematiksel modeli (model fonksiyon) hedeflenen doğruluk seviyesine uygun olmalıdır.
- 4.4 Ölçüm belirsizliği hesaplamaları dokümante edilmelidir ve yapılan değerlendirmeyi destekleyici deliller sağlanmalıdır.
- 4.5 Ölçüm sonucu, ölçülen büyüklük değerini ( $y$ ) ve ilgili genişletilmiş ölçüm belirsizliğini ( $U$ ) içermelidir. Kalibrasyon sertifikalarında ölçüm sonucu,  $y \pm U$  formatında birimleri ile birlikte rapor edilmelidir. Ölçüm sonucu tablo içinde de raporlanabilir. Uygun olması durumunda, mutlak genişletilmiş belirsizlik yerine bağıl genişletilmiş belirsizlik ( $U/|y|$ ) de beyan edilebilir.

Not: Asimetrik belirsizlikler için  $y \pm U$  formatı dışında farklı gösterimler kullanılabilir. Belirsizliğin Monte Carlo simülasyonları (dağılımların yayılımı) veya logaritmik birimler ile belirlendiği durumlar için de farklı gösterimler kullanılabilir.

Akredite olmak için başvuran kalibrasyon laboratuvarları akreditasyon kapsamlarına dahil olan kalibrasyon çalışmaları için “Kalibrasyon ve Ölçüm Yeteneğini”(CMC) belirtmelidir. “Kalibrasyon ve Ölçüm Yeteneği” ile daha önce akreditasyon sisteminde kullanılan “En İyi Ölçüm Yeteneği” ifadesinin anlamı aynı olup ayrıntılı tanım ILAC P14:09/2020 “Kalibrasyonda Ölçüm Belirsizliğine İlişkin ILAC Politikası Kalibrasyonda Belirsizlik için ILAC Politikası (ILAC Policy for Measurement Uncertainty in Calibration)” Tanımlar ve Tarifler başlığı altında ve Ek-A kısmında dokümanında verilmektedir.

- 4.6 Kalibrasyon sonuçlarının sunumunda, en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:
- ölçülen büyüklüğün açık bir tanımı,
  - ölçüm sonucunda bulunan büyüklük değeri,
  - genişletilmiş ölçüm belirsizliği ve güvenilirlik seviyesi,
  - kapsam faktörü ( $k$ ),
  - ölçülen büyüklük değeri ile genişletilmiş belirsizliğin ölçüm birimleri
- 4.7 Genişletilmiş belirsizlik için güvenilirlik seviyesine karşılık gelen kapsam faktörü bazı durumlarda (farklı dağılımdaki bileşenlerin ölçüm belirsizliği bütçesine girmesi, 10’dan daha az sayıda tekrarlanan gözleme dayalı A tipi değerlendirme ile hesaplanan belirsizlik katkıları vb.) etkin serbestlik derecesine göre belirlenir. Bu durumlar için EA-4/02 M:2013 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration dokümanının “5. Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği” ve “Ek E” bölümleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- 4.8 Kalibrasyon laboratuvarı tarafından değerlendirilen belirsizlikler, kalibrasyon esnasında elde edilen ölçüm sonuçları ile ilişkilendirilmelidir.



# TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

- 4.9** Genişletilmiş belirsizlikler en fazla iki anlamlı rakam ile raporlanmalıdır. Daha sonraki hesaplamaların yapılabilmesi için belirsizlik değerinin bilinmesi gerektiği durumlarda, yuvarlatmadan kaynaklanabilecek hataları azaltmak amacıyla yuvarlatılan rakamları da muhafaza etmek yararlı olabilir. İki den fazla anlamlı rakam ile (üç anlamlı rakam vb.) raporlamanın gerekli olması durumunda, söz konusu durumun teknik gerekçeleri muhafaza edilir.

Ölçülen bulunmuş ve raporlanmış tahmini değeri, ilgili belirsizlik tahminiyle değeriyle eşit hanede anlamlı rakama sahip olacak şekilde yuvarlatılmalıdır. Yuvarlamanın nasıl yapılacağı ile ilgili rehberliğe GUM dokümanının 7. Bölümünden ulaşılabilir.

Not: Yuvarlamaya dair ayrıntılı bilgi için GUM ve ISO 80000-1 dokümanlarına bakınız.

- 4.10** Kalibrasyon sertifikasında raporlanan belirsizlik, kalibrasyon sırasındaki ilgili kısa dönem katkıları ve kalibre edilen cihaz ile ilişkili katkıları içermelidir. Uygun olduğu durumlarda belirsizlik, mevcut en iyi cihaz için değerlendirilen belirsizlik bileşenlerinin kalibre edilen cihaza ait bileşenler ile değiştirilmesi dışında, CMC'nin değerlendirmesine dâhil edilen aynı belirsizlik bileşenlerini içerir. Bu nedenle, rapor edilen belirsizliklerin CMC'den daha büyük olması beklenir.

Nakliye kaynaklı belirsizlikler gibi laboratuvar tarafından bilinmesi mümkün olmayan belirsizlik katkıları normalde belirsizlik beyanına dâhil edilmemelidir. Bununla birlikte, laboratuvar tarafından, belirlenen belirsizlik üzerinde bu tür katkıların önemli bir etkisinin olacağının öngörülmesi durumunda, TS EN ISO/IEC 17025 standardındaki teklif ve sözleşmelerin gözden geçirilmesi ile ilgili maddeler doğrultusunda, müşteri bilgilendirilmelidir.

- 4.11** Akredite kalibrasyon laboratuvarları tarafından düzenlenen kalibrasyon sertifikalarında beyan edilen ölçüm belirsizliği akreditasyon kapsamlarında belirtilen CMC'den daha küçük olmamalıdır.
- 4.12** Akredite kalibrasyon laboratuvarları ölçüm belirsizliğini ölçülen büyüklük ile aynı birimde veya ölçülen büyüklüğe bağlı olarak (% ,  $10^{-3}$  vb.) sunmalıdır.

## Kalibrasyon Laboratuvarlarının Akreditasyon Kapsamına Dair

- 4.13** CMC'nin akreditasyon kapsamında ifade edilmesinde herhangi bir muğlaklık olmamalıdır. CMC, kalibrasyon veya ölçüm için laboratuvar tarafından elde edilebilmesi beklenen en küçük ölçüm belirsizliğini ifade eder.

Ölçülen büyüklük bir değeri veya bir değer aralığını kapsadığı durumda, ölçüm belirsizliğinin ifade edilmesinde aşağıdaki yöntemlerden uygun olan/lar uygulanır:

- Ölçüm aralığının tamamı için geçerli olan tek bir değer
- Belirsizlik değeri aralığı (ilgili ölçüm aralığındaki ara değerlerin ölçüm belirsizliğinin belirlenmesinde doğrusal enterpolasyonun uygun olması durumunda ve bu ilişkinin kapsamda açıkça belirtilmesi durumunda)



# TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

- c) Belirsizlik değerlerinin ölçülen büyüklük ve/veya parametreye bağlı olduğu bir fonksiyon
- d) Belirsizlik değerlerinin, ölçülen büyüklük ve/veya ilave parametrelere bağlı olduğu bir matris
- e) En az iki anlamlı rakam ile belirsizlik değerini elde etmek üzere, her ekseninde yeterli çözünürlüğün olduğu bir grafik

CMC'nin, " $10 \text{ nm} < U \leq x$ ", " $U > 2 \text{ } \mu\text{V/V}$ " gibi açık aralık ile ifade edilmesi kabul edilmeyen hatalı bir ifade şeklindedir.

Yukarıda belirtilen yöntemlere örnekler aşağıda verilmiştir;

| Yöntem | Akreditasyon Kapsamı           |                                                                                                                                                                                                          |  | Karşılık Gelen Belirsizlik Değerleri |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
|--------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|-----|------|---------------------------------|-----|----|--------------------------------|------|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------|--------|-----|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------|--------|-----|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------|--------|------|----|------|
|        | Ölçüm Aralığı/<br>Ölçüm Şartı  | Kalibrasyon ve Ölçüm Yeteneği<br>(k = 2)                                                                                                                                                                 |  |                                      | Ölçüm Aralığının Alt Değerinde |     |      | Ölçüm Aralığının Orta Değerinde |     |    | Ölçüm Aralığının Üst Değerinde |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| a)     | 100 mV - 10 V                  | 0,5 µV/V                                                                                                                                                                                                 |  |                                      | 0,5 µV/V                       |     |      | 0,5 µV/V                        |     |    | 0,5 µV/V                       |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| b)     | 1 Ω - 10 Ω                     | 0,070 µΩ/Ω - 0,050 µΩ/Ω                                                                                                                                                                                  |  |                                      | 0,070 µΩ/Ω                     |     |      | 0,060 µΩ/Ω                      |     |    | 0,050 µΩ/Ω                     |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| c)     | 20 Pa - 5·kPa                  | 5,3·10 <sup>-4</sup> p + 0,05 Pa<br>p: Basınç, Pa                                                                                                                                                        |  |                                      | 0,061 Pa                       |     |      | 1,4 Pa                          |     |    | 2,7 Pa                         |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| d)     | 1 V – 10 V<br>(10 Hz – 500 Hz) | <table><tr><td></td><td>10 Hz</td><td>500 Hz</td></tr><tr><td>1 V</td><td>%0,8</td><td>%0,5</td></tr><tr><td>5 V</td><td>%1</td><td>%0,7</td></tr><tr><td>10 V</td><td>%1</td><td>%0,8</td></tr></table> |  | 10 Hz                                | 500 Hz                         | 1 V | %0,8 | %0,5                            | 5 V | %1 | %0,7                           | 10 V | %1 | %0,8 | <table><tr><td></td><td>10 Hz</td><td>500 Hz</td></tr><tr><td>1 V</td><td>%0,8</td><td>%0,5</td></tr></table> |  |  |  | 10 Hz | 500 Hz | 1 V | %0,8 | %0,5 | <table><tr><td></td><td>10 Hz</td><td>500 Hz</td></tr><tr><td>5 V</td><td>%1</td><td>%0,7</td></tr></table> |  |  |  | 10 Hz | 500 Hz | 5 V | %1 | %0,7 | <table><tr><td></td><td>10 Hz</td><td>500 Hz</td></tr><tr><td>10 V</td><td>%1</td><td>%0,8</td></tr></table> |  |  |  | 10 Hz | 500 Hz | 10 V | %1 | %0,8 |
|        | 10 Hz                          | 500 Hz                                                                                                                                                                                                   |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 1 V    | %0,8                           | %0,5                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 5 V    | %1                             | %0,7                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 10 V   | %1                             | %0,8                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
|        | 10 Hz                          | 500 Hz                                                                                                                                                                                                   |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 1 V    | %0,8                           | %0,5                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
|        | 10 Hz                          | 500 Hz                                                                                                                                                                                                   |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 5 V    | %1                             | %0,7                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
|        | 10 Hz                          | 500 Hz                                                                                                                                                                                                   |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |
| 10 V   | %1                             | %0,8                                                                                                                                                                                                     |  |                                      |                                |     |      |                                 |     |    |                                |      |    |      |                                                                                                               |  |  |  |       |        |     |      |      |                                                                                                             |  |  |  |       |        |     |    |      |                                                                                                              |  |  |  |       |        |      |    |      |

**4.14** CMC olarak beyan edilen belirsizlik, yaklaşık % 95'lik kapsam olasılığına sahip genişletilmiş belirsizlik olarak ifade edilmelidir. Belirsizliğin birimi her zaman ölçülen büyüklüğün birimi ile aynı olmalıdır veya ölçülen büyüklüğe göre, %,  $\mu\text{V/V}$ ,  $10^{-6}$  gibi bağlı bir ifade olmalıdır. Tanımlarının belirsizliği nedeniyle, "ppm" ve "ppb" ifadeleri kabul edilemez.

CMC, mevcut en iyi cihazdan gelen katkıyı içermelidir. Bu şekilde CMC değerinin kanıtlanabilir şekilde elde edildiği iddia edilebilir.

Not 1: "Mevcut en iyi cihaz", özel bir performans (kararlılığa) sahip veya uzun bir kalibrasyon geçmişine sahip olsa bile, ticari olarak veya başka bir şekilde müşteriler için mevcut olan kalibre edilecek cihazdır.

Not 2: Mevcut en iyi cihazın ölçüm belirsizliğine tekrarlanabilirlikten gelen katkısının sıfır olması durumunda, bu değer CMC'nin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ancak, mevcut en iyi cihazla ilgili diğer sabit belirsizlikler belirsizlik değerlendirmesine dâhil edilmelidir.



## TÜRK AKREDİTASYON KURUMU

Not 3: BIPM Anahtar Karşılaştırma Veri Tabanı'nda (KCDB) yer alan çok sınırlı sayıda CMC'de kanıtlanmış istisnai durumlarda, “mevcut en iyi cihaz”ın bulunmadığı ve/veya bu cihaza atfedilen belirsizliğin, ölçüm belirsizliğine olan katkısının önemli ölçüde etkide bulunabileceği kabul edilmektedir. Belirsizliği etkileyen bu tür katkılar diğer katkılardan ayrılabilir, cihazdan gelen katkılar CMC beyanının dışında tutulabilir. Ancak böyle bir durumda, akreditasyon kapsamında, cihazdan kaynaklanan katkılar belirsizliğe dâhil edilmediği açıkça belirtilmelidir. Örneğin Josephson Gerilim Standardı ile multimetrenin DC gerilim fonksiyonu kalibrasyonu için CMC beyanı “ $Q[20, N]$  nV,  $N$ : Kalibre edilen cihazın kısa dönem kararlılığı, nV”.

- 4.15** Laboratuvarların “referans değer sağlamak” gibi hizmetler sunduğu durumlarda, CMC kapsamındaki belirsizlik, bir numune üzerinde yürütülecek olan ölçüm prosedürü ile ilgili faktörleri (tipik matris etkileri, girişimler vb.) içermelidir. CMC olarak beyan edilen belirsizlik genellikle malzemenin kararsızlığından veya homojen olmamasından kaynaklanan katkılar içermez. CMC, tipik kararlı ve homojen numuneler için yöntemin doğal performansının analizine dayanmalıdır.