

# ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Saliha TURHAN\*  
Tezgül COŞKUN ÖZTÜRK\*\*

\* [saliha.turhan@tubitak.gov.tr](mailto:saliha.turhan@tubitak.gov.tr)

\*\* [coskun.ozturk@tubitak.gov.tr](mailto:coskun.ozturk@tubitak.gov.tr)

TÜBİTAK UME Gerilim Laboratuvarı, Gebze, KOCAELİ  
Tel: 262-679 50 00

## ÖZET

Laboratuvarlararası karşılaştırmalar (LAK) kalibrasyon laboratuvarlarının teknik yeterliliklerini değerlendirmekte önemli araçtır. Bu husus, ISO/IEC 17025 “Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar” standardında bir gereklilik olarak da belirtilir. Bu bilince sahip, akredite olan veya olmayan kalibrasyon laboratuvarlardan gelen talepler doğrultusunda TÜBİTAK UME tarafından “DMM ile Elektriksel Büyüklüklerin Karşılaştırılması” düzenlenmektedir. Karşılaştırma, kalibrasyon laboratuvarlarında en çok gerçekleştirilen multimetrelerin, DC gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve DC direnç ölçüm büyüklüklerinde kalibrasyonunu kapsamaktadır.

Bu bildiriye, TÜBİTAK UME tarafından organize edilen bir karşılaştırmanın planlanmasından sonuç raporunun hazırlanmasına kadar tüm aşamalarına dair bilgi verilerek, katılımcı laboratuvarların dikkat etmesi gereken hususlar belirtilmektedir. Bildiriye ayrıca karşılaştırmalarda, katılımcı laboratuvarlar tarafından sıklıkla yapıldığı görülen uygunsuzluklar (uygulama, belirsizlik hesapları, sonuçların beyan edilmesi vb.) incelenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Laboratuvarlararası karşılaştırma, DMM, ISO/IEC 17043, ISO/IEC 17025.

## ABSTRACT

Interlaboratory comparisons (ILC) are an important tool to assess the technical competence of calibration laboratories. Participation in interlaboratory comparisons is also a requirement of ISO/IEC 17025 “General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories” standard. TÜBİTAK UME started to organize ILC on electrical quantities using a DMM, considering the requirements from the secondary level calibration laboratories, which most of them accredited. Comparison covers DC voltage, AC voltage, DC current, AC current and DC resistance measurement functions of multimeters, which are mainly calibrated by the calibration laboratories.

This paper presents the information, starting from the planning to the reporting the results about “Comparison on electrical quantities using a DMM”, organized by TÜBİTAK UME. Also, the points, which the participant laboratories should consider, and main non-conformities (method, uncertainty, reporting results etc.) are given.

**Key Words:** Interlaboratory comparison, DMM, ISO/IEC 17043, ISO/IEC 17025

## 1. GİRİŞ

Laboratuvarlararası karşılaştırmalar (LAK) kalibrasyon laboratuvarlarının teknik yeterliliklerini değerlendirmekte önemli araçtır. Bu husus, ISO/IEC 17025 “Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar” [1] standardında bir gereklilik olarak da belirtilir. Ulusal metroloji enstitüleri

akreditasyon sisteminde yer almasalar da, düzenledikleri kalibrasyon sertifikalarının uluslararası alanda geçerliliğini sağlayabilmek için, CIPM veya EURAMET gibi bölgesel metroloji organizasyonları tarafından düzenlenen uluslararası karşılaştırmalara katılarak başarılı sonuçlar almaları gereklidir. Bu husus, CIPM Karşılıklı Tanıma Düzenlemesi'nde (MRA) [3] belirtilen bir gerekliliktir.

TÜBİTAK UME, düzenlediği kalibrasyon sertifikalarının uluslararası alanda tanınırlığını sağlayabilmek için kuruluşunda bu yana uluslararası karşılaştırmalarda yer almaktadır. Önceleri bu karşılaştırmalarda sadece katılımcı olarak yer alırken, kazanılan deneyim ve tanınırlık sonrası karşılaştırmayı organize eden, karşılaştırmacının referans değerini belirleyen ve ölçüm sonuçlarını değerlendirerek karşılaştırma raporunu hazırlayan pilot laboratuvar olarak da görev almaya başlamıştır. TÜBİTAK UME, bugüne kadar, sadece CIPM Anahtar Karşılaştırma Veri Tabanı'nda (KCDB) [4] yer alan 136 adet uluslararası karşılaştırmada yer almıştır. Bu karşılaştırmaların 22 adeti, DC ve düşük frekans elektriksel ölçümler (DC gerilim, AC Gerilim, DC Akım, AC akım, Direnç, Kapasitans ve İndüktans) alanındadır. Ayrıca KCDB veri tabanında yer almayan çok sayıda ikili veya çoklu karşılaştırmalarda da yer almıştır.

Ülkemizde akreditasyon sisteminden sorumlu kuruluş olan TÜRKAK'ın Laboratuvar akreditasyonu faaliyetine başlaması sonrasında, ulusal akreditasyon sisteminde yer alan kalibrasyon laboratuvarı sayısı bugün 81'e ulaşmıştır. Bu laboratuvarların 26 adetinde, DC ve düşük frekans elektriksel ölçümleri gerçekleştirilmektedir [5]. TÜRKAK tarafından laboratuvar akreditasyonunda "akreditasyon kriteri" olarak kullanılan TS EN ISO/IEC 17025 standardı [2] ve TÜRKAK politikası gereği, akredite olan veya akreditasyon başvurusunda bulunacak kalibrasyon laboratuvarlarının, kapsamlarında yer alan ölçümler için en az bir karşılaştırmaya katılımda bulunmaları gereklidir. Bu husus, TÜBİTAK UME'ye yapılan karşılaştırma taleplerinin artmasına neden olmuştur.

TÜBİTAK UME, uluslararası karşılaştırmalarda kazandığı deneyimi ile, ülke içindeki kalibrasyon laboratuvarlarının DC ve düşük frekans elektriksel ölçümler alanındaki karşılaştırma taleplerini karşılamayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda önceleri seyrek gelen talepler düzenlenen ikili karşılaştırmalar ile sağlanırken, bir yıl içinde 5'den fazla karşılaştırma talebinin olması, karşılaştırmaların yıl içinde 1 defa çoklu katılımcı ile düzenlenmesini gerektirmiştir.

2012 yılında da TÜBİTAK UME tarafından, UME-EM-12-02 karşılaştırma kodu ile "DMM ile Elektriksel Parametrelerin Karşılaştırılması" düzenlenmiştir. Karşılaştırma, multimetrelerin DC Gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve DC direnç ölçüm fonksiyonlarının kalibrasyonu kapsamıştır. Karşılaştırmaya çeşitli illerden 12 adet kalibrasyon laboratuvarı katılımda bulunmuştur.

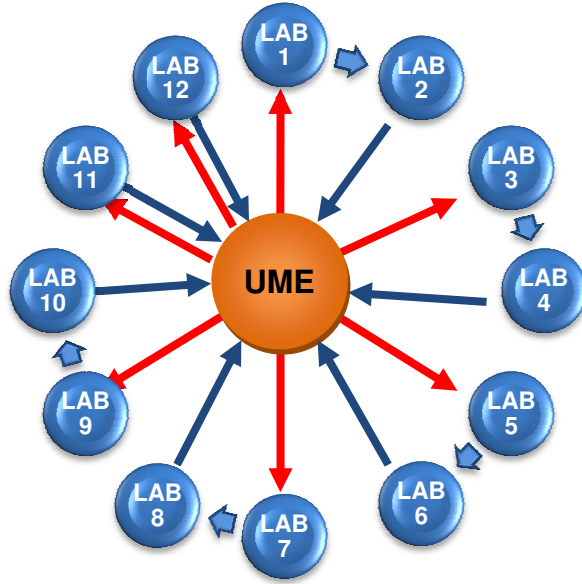
## 2. KARŞILAŞTIRMANIN PLANLANMASI

TÜBİTAK UME'ye gelen talepler dikkate alınarak, başlatılacak karşılaştırmacının 6 ½ dijit ve altında çözünürlüğe sahip DMM kalibrasyonu için düzenlenmesine karar verilmiştir. 6 ½ dijit üstü DMM kalibrasyonu kabiliyetine sahip laboratuvar sayısının az olması, bu alanda taleplerin de az olmasına yol açmaktadır.

Karşılaştırmacının sorumlusu, karşılaştırmada kullanılacak transfer cihaz, ölçüm yöntemi, ölçüm noktaları, referans değerinin atanması ve sonuçların değerlendirilmesinde kullanılacak yöntem ve karşılaştırma raporu içeriği gibi bilgileri içeren "Karşılaştırma Teknik Protokolü" oluşturularak karşılaştırmaya davet yazısı tüm TÜBİTAK UME ve TÜRKAK paydaşlarına e-posta yolu ile duyurulmuştur. Aynı zamanda, TÜBİTAK UME'nin resmi web sitesinde de yayınlanmıştır.

Gelen başvurular incelenerek, başvuruda bulunan laboratuvarların buldukları şehirler dikkate alınarak taslak bir zaman çizelgesi oluşturulmuştur. Zaman çizelgesi hazırlanırken, transfer cihazının her bir katılımcı öncesinde veya sonrasında TÜBİTAK UME'de ölçülmesi ve mümkün oldukça kısa mesafelerde dolaşması amaçlanmıştır. Dolaşım tip olarak Şekil 1'de gösterilen "düzenlenmiş yıldız" (modified star) tipi kullanılmış ve zaman çizelgesi için katılımcılardan onay alınarak karşılaştırma başlatılmıştır.

Karşılaştırmaya karşılaştırma başladıktan sonra başvuruda bulunan 2 laboratuvarın başvurusu da kabul edilerek, belirlenen zaman çizelgesinin sonuna dahil edilmişlerdir.



**Şekil 1.** Karşılaştırmada kullanılan düzenlenmiş yıldız dolaşımı  
(Lab kodları ölçüm sırasına göre verilmiş olup, karşılaştırma sonuç raporunda kullanılan kodlardan farklıdır.)

### 3. KARŞILAŞTIRMA KULLANILAN ÖLÇÜM STANDARDI ve METOD

Karşılaştırmada transfer standart olarak, 2011 yılında tamamlanan UME-EM-10-05 kodlu “DMM İle Elektriksel Büyüklüklerin Karşılaştırması”nda da kullanılan TÜBİTAK UME’ye ait Keithley 2001 DMM (Şekil 2) kullanılmıştır. Ancak, bu DMM’e ait referans değerler UME-EM-10-05 karşılaştırma raporunda beyan edildiğinden, DMM’in referans değerleri ayar yapılmak suretiyle değiştirilmiş ve cihaza katılımcılara tarafından bilinmeyen hata değerleri yüklenmiştir. Ayar sonrası, DMM’in kalibrasyonu yapılarak zamanla kayması takip edilmiştir. Kalibrasyon ölçümleri boyunca DMM, 220 V (50 Hz) şebeke gerilimine bağlı olarak kullanılmıştır. Katılımcılara, DMM ile birlikte, DMM kısa devre konektörü, AC güç kablosu ve DMM kullanım kitabı (3. Front Panel Operation) da gönderilmiştir.



**Şekil 2.** Karşılaştırmada kullanılan DMM

DMM’e ayar yapılmaması için gereken önlemler alınarak, katılımcılara teknik protokolde gerekli uyarı yapılmıştır.

Katılımcılardan karşılaştırma ölçümlerinde, en iyi belirsizlik verebilecekleri ölçüm sistemi ve ölçüm yöntemini kullanmaları istenmiştir. Tüm katılımcılar karşılaştırma ölçümlerini, referans kalibratörden uygulanan elektriksel büyüklüklerin doğrudan LADC ile ölçülmesi yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir.

Karşılaştırmaların teknik protokolünde DMM’in her ölçüm fonksiyonu için ayarlanması gereken konfigürasyonlar tanımlanmış ve DC gerilim, DC akım ve direnç fonksiyonları için, her ölçüm bölgesinde, önce uygun “sıfır” giriş uygulanarak ön paneldeki REL tuşuna basılarak DMM’in sıfır düzeltilmesinin yapılması gerektiği, ayrıca AC gerilim ve AC akım ölçümleri için multimetrenin REL tuşunun kullanılmaması, REL’in aktif olmadığından emin olunması gerektiği belirtilmiştir.

#### 4. KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜM NOKTALARI

Karşılaştırmanın gerçekleştirileceği ölçüm noktaları, katılımcıların kabiliyetleri dikkate alınarak belirlenmiştir. DMM'in 5 ölçüm fonksiyonu için belirlenen ölçüm noktalarına Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcılardan, akreditasyon kapsamında yer alan ve/veya almayan kabiliyetleri dahilinde bulunan ölçüm noktalarında ölçüm almaları istenmiştir.

**Tablo 1 . Karşılaştırma için ölçüm noktaları**

Ölçüm Bölgesi	Ölçüm Noktası	Ölçüm Bölgesi	Ölçüm Noktası	Ölçüm Bölgesi	Ölçüm Noktası
<b>DC Gerilim</b>		<b>AC Gerilim</b>		<b>Direnç</b>	
200 mV	+20 mV, + 200 mV	200 mV	200 mV (45 Hz, 1 kHz, 100 kHz)	20 Ω	1,9 Ω, 19 Ω
2 V	+ 2 V	20 V	20 V (45 Hz, 1 kHz, 100 kHz)	20 kΩ	19 kΩ
20 V	+ 10 V, + 20 V	200 V	200 V (45 Hz, 1 kHz, 100 kHz)	20 MΩ	19 MΩ
200 V	+ 100 V, + 200 V	750 V	750 V (50 Hz, 1 kHz)	-	-
1000 V	+ 1000 V	-	-	-	-
<b>DC Akım</b>		<b>AC Akım</b>			
200 µA	+ 200 µA	200 µA	100 µA (45 Hz, 1 kHz, 10 kHz)	-	-
20 mA	+ 20 mA	20 mA	20 mA (45 Hz, 1 kHz, 10 kHz)	-	-
200 mA	+ 200 mA	200 mA	200 mA (45 Hz, 1 kHz, 10 kHz)	-	-
2 A	+ 1 A	2 A	1 A (45 Hz, 1 kHz)	-	-

#### 5. SONUÇLARIN RAPORLANMASI

Katılımcılardan, her ölçüm noktası için, ölçülen değer, hata ve belirsizlik değerlerini içeren karşılaştırma sonuçlarını raporlamaları istenmiştir. Ayrıca beyan edilen belirsizlik değerlerinin, EA 4/02'ye [6] uygun olarak, standart belirsizliğin normal dağılım için yaklaşık % 95 güvenilirlik seviyesini sağlayan k=2 kapsam faktörü ile çarpımının sonucu elde edilen genişletilmiş belirsizlik değerleri olması istenmiştir. DMM'nin mutlak ölçüm hatasını, Eşitlik (1)'i kullanarak hesaplamaları ve raporlarında beyan etmeleri istenmiştir.

$$H = S_{DMM} - S_{REF} \quad (1)$$

$H$  : DMM ölçüm hatası  
 $S_{DMM}$  : DMM göstergesinde okunan değer, DMM ile ölçülen değer  
 $S_{REF}$  : DMM'ye uygulanan değer

#### 6. REFERANS DEĞERİN ATANMASI

TÜBİTAK UME'de gerçekleştirilen ölçümler ulusal standartlara izlenebilir bir referans kalibratör kullanılarak, doğrudan ölçüm yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Referans değer, DMM'in karşılaştırma süresince zamanla değişimi göz önüne alınarak TÜBİTAK UME'de alınan ölçümler kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre DMM'in "t" tarihindeki referans hata değeri, doğrusal regresyon (linear regression) modeli kullanılarak Eşitlik (2) ile belirlenmiştir:

$$H = a_0 + a_1 \times (t - t_0) \quad (2)$$

$H$  : DMM'in "t" tarihindeki hatası

$t_0$  : ölçümlerin başladığı ilk tarih olan 18.04.2012.

$t_i$  : TÜBİTAK UME'de i. ölçümün gerçekleştirildiği tarih  
 $i = 1, 2, 3, \dots, 9$

$\bar{t}$  : TÜBİTAK UME'deki ölçümler için  $t_i$ 'lerin ortalaması

$\bar{H}$  : TÜBİTAK UME'de gerçekleştirilen ölçümlerde saptanan DMM'in bağıl hata değerlerinin ortalaması

$H_i$  : TÜBİTAK UME'de gerçekleştirilen i. ölçüm sonucunda saptanan DMM'in bağıl hatası

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^9 [(t_i - \bar{t}) \times (H_i - \bar{H})]}{\sum_{i=1}^9 (t_i - \bar{t})^2}$$

$$a_0 = \bar{H} - a_1 \times \bar{t}$$

Buna bağlı olarak referans değer belirsizliği  $U_{REF}$  Eşitlik (3) kullanılarak hesaplanmıştır:

$$U_{REF} = 2 \times \sqrt{u_{UME}^2 + u_{reg}^2} \quad (3)$$

$U_{REF}$  : Referans değer genişletilmiş ölçüm belirsizliği (%95, k=2)

$u_{UME}$  : TÜBİTAK UME'deki ölçümlerin standart ölçüm belirsizliği

$u_{reg}$  : Doğrusal regresyon belirsizlik bileşeni

## 7. KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Karşılaştırma sonucu, denklik derecesi ve  $E_n$  değerleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. Denklik derecesi  $D$  ve genişletilmiş belirsizliği, sırasıyla Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) kullanılarak belirlenmiştir.

$$D_{LABX} = H_{LABX} - H_{REF} \quad (4)$$

$$U_D = \sqrt{U_{LABX}^2 + U_{REF}^2} \quad (5)$$

Burada;

$H_{LABX}$  : Katılımcı Laboratuvar tarafından beyan edilen DMM'nin bağıl hatası

$H_{REF}$  : Eşitlik (2) ile belirlenen, ölçümlerin katılımcı Laboratuvarda gerçekleştirildiği " $t_{LABX}$ " tarihindeki DMM'nin bağıl hatası.

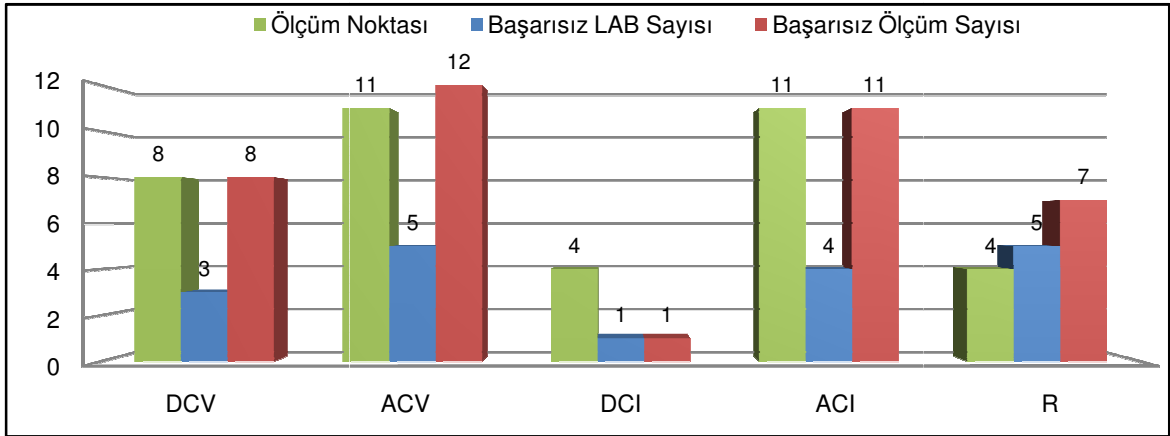
$U_{REF}$  : Referans değer genişletilmiş ölçüm belirsizliği (%95, k=2)

$U_{LABX}$  : Katılımcı Laboratuvar tarafından beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği (%95, k=2)

$E_n$  ise Eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmış olup, ISO/IEC 17043 [7] dokümanında belirtilen  $|E_n| \leq 1$  şartını sağlayan karşılaştırma sonuçları başarılı olarak değerlendirilmiştir.

$$E_n = \frac{H_{LABX} - H_{REF}}{\sqrt{U_{LABX}^2 + U_{REF}^2}} \quad (6)$$

Şekil 3'de, UME-EM-12-02 karşılaştırmasının ölçüm fonksiyonlarına göre genel değerlendirilmesi verilmiştir.



Şekil 3. UME-EM-12-02 karşılaştırması sonuçlarının genel değerlendirilmesi

## 8. KARŞILAŞTIRMADA GÖRÜLEN UYGUNSUZLUKLAR

Katılımcılar tarafından gönderilen ölçüm sonuçları incelendiğinde, bazı katılımcılar tarafından aşağıda belirtilen hataların yapılmış olduğu görülmüştür:

- DMM'in hatasının hesaplanmasında Eşitlik (1)'in kullanılmaması.** Bazı katılımcılar büyük değerden küçük değeri çıkarırken, bazı katılımcıların ise "uygulanan değer" – "ölçülen değer" formülünü kullanılarak DMM'in düzeltme değerini hesapladıkları ve hata olarak raporladıkları görülmüştür. Bu durumda, katılımcı doğru ölçüm sonucu almış olsa bile  $|E_n| > 1$  olabilmektedir.

2. **Ölçüm belirsizliği beyanındaki birim hataları.** Ölçüm belirsizlik değerlerinin birimlerinin hatalı beyan edildiği veya mutlak belirsizlik değerleri için birimlerin belirtilmediği durumlar ile karşılaşılmıştır. Örneğin 200 mV için belirsizlik 0,7 mV yerine 0,7 V olarak beyan edilmiştir. Bu durumda, sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan bağıl belirsizlik % 0,35 yerine % 350 olarak hesaplanmıştır. Birimin beyan edilmediği durumlarda ise, beyan edilen değer bağıl olduğu kabul edilmiştir. Örneğin, 2 V için belirsizliğin  $1 \times 10^{-5}$  olarak beyan edilmiş ve değerlendirmeye  $10 \mu\text{V}/\text{V}$  olarak alınmıştır. Katılımcıdan gelen düzeltmede beyan edilen belirsizliğin  $1 \times 10^{-5}$  V (  $10 \mu\text{V}$ ) olduğu dikkate alınarak değerlendirmede kullanılan belirsizlik değeri  $5 \mu\text{V}/\text{V}$  olarak değiştirilmiştir.
3. **DMM konfigürasyonunun uygulanmaması.** Karşılaştırmanın teknik protokolünde her ölçüm fonksiyonu için DMM'in ayarlanması gereken konfigürasyonlar belirtilmiş idi. Ancak, bazı sonuçlarda görülen ölçüm hataları bu ayarların yapılmadığını düşündürmektedir. Örneğin sadece AC gerilim 45 Hz ve 50 Hz'de görülen hataların AC TYPE : LOW- FREQ-RMS konfigürasyonun dikkate alınmamasından kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir.
4. **Teknik Protokol'e uyulmaması.** Protokolde belirtilen zaman çizelgesine ve sonuçların raporlama formatına uyulmadığı durumlarla karşılaşılmıştır.

Tüm katılımcılara, karşılaştırma sonuç raporu yayınlanmadan önce kendi sonuçları gönderilerek, son olarak sonuçlarını, değerleri ve birimleri ile birlikte gözden geçirmeleri istenmiştir. Karşılaştırma raporunun yayınlanması sonrasında, katılımcılardan gelen düzeltme talepleri kabul edilmemiş, sadece TÜBİTAK UME'den kaynaklanan hatalar düzeltilmiştir.

## 9. KARŞILAŞTIRMA RAPORU

Karşılaştırma raporunda katılımcıların sonuçları, sadece ilgili Laboratuvar yetkilisine verilen ve gelişigüzel verilmiş laboratuvar kodları ile beyan edilmiştir. Raporda, tüm katılımcıların ölçüm sonuçları, denklik derecesi, belirsizliği ve  $E_n$  değerleri tablolar içinde verilmiştir. Ayrıca denklik dereceleri grafik olarak da sunulmuştur. Tablo 2'de direnç için LAB1'in ölçüm sonuçları verilirken, Şekil 4'de ise 19 k $\Omega$  ölçüm noktası için ölçüm sonuçları grafiği verilmiştir.

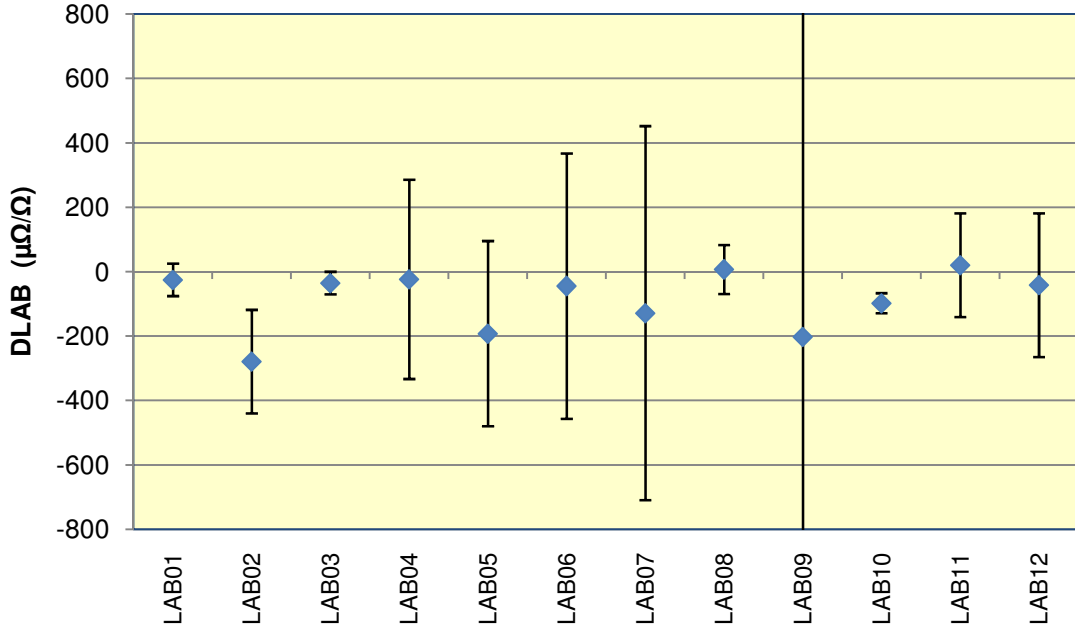
**Tablo 2.** LAB1 Direnç ölçüm sonuçları

Ölçüm Noktası	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	$H_{LAB}$ ( $10^{-6}$ )	$U_{LAB}^*$ ( $10^{-6}$ )	D ( $10^{-6}$ )	$U_D^*$ ( $10^{-6}$ )	$E_n$
1,9 $\Omega$	1,90000 $\Omega$	1,90050 $\Omega$	263	1316	194	1316	0,1
19 $\Omega$	19,00000 $\Omega$	19,00580 $\Omega$	305	139	234	139	<b>1,7</b>
19 k $\Omega$	19,00000 k $\Omega$	19,00505 k $\Omega$	266	40	-25	51	0,5
19 M $\Omega$	19,00000 M $\Omega$	18,96970 M $\Omega$	-1595	457	-162	471	0,3

## 10.SONUÇ

TÜBİTAK UME, ulusal akreditasyon sistemimize destek olmak amacıyla, uluslararası karşılaştırmalarda kazandığı deneyim ile, ülke içindeki kalibrasyon laboratuvarlarının DC ve düşük frekans elektriksel ölçümler alanındaki karşılaştırma taleplerini karşılamaktadır. Bu doğrultuda UME-EM-12-02 "DMM ile Elektriksel Parametrelerin Karşılaştırılması" 12 laboratuvarın katılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Karşılaştırma, ülkemizdeki kalibrasyon laboratuvarlarının kalibrasyon ve ölçüm yetenekleri dikkate alınarak 6 ½ dijital çözünürlüğe sahip bir DMM ile, DC gerilim, DC akım, AC gerilim, AC akım, ve direnç ölçüm fonksiyonlarında, toplam 38 ölçüm noktasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 19 kΩ için denklik derecesi ve genişletilmiş belirsizliği (%95, k=2)

Karşılaştırmanın referans değeri, TÜBİTAK UME'de alınan ölçüm sonuçlarından, kullanılan DMM'in zamanla kayması dikkate alınarak belirlenmiştir. Katılımcı laboratuvarların sonuçları,  $E_n$  kriterine göre değerlendirilmiş ve karşılaştırma raporu hazırlanmıştır. Katılımcı bilgilerinin gizliliği esası dikkate alınarak, raporda sonuçlar gelişigüzel verilmiş ve sadece Laboratuvar yetkilileri ile paylaşılan laboratuvar kodları ile belirtilmiştir.

Karşılaştırmada başarısız sonuçlara sahip katılımcılar, TS EN ISO/IEC 17025 standardının bir gereği olarak da, yönetim sistemleri ile teknik faaliyetlerinin iyileştirilmesi için, başarısızlığa yol açan uygunsuzluk kaynaklarını analiz ederek düzeltici faaliyet başlatmalıdırlar.

## 11.KAYNAKLAR

- [1] ISO/IEC 17025, "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories", second edition, 2005.
- [2] TS EN ISO/IEC 17025, "Deney Ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar", Nisan 2012.
- [3] CIPM MRA web sitesi, <http://www.bipm.org/en/cipm-mra/>
- [4] BIPM KCDB web sitesi , <http://kcdb.bipm.org/AppendixB>
- [5] TÜRKAK web sitesi, <http://www.turkak.org.tr>
- [6] European Co-operation for Accreditation, "EA-4/02 M: 1999 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration", <http://www.european-accreditation.org/publication/ea-4-02-m>.
- [7] ISO/IEC 17043, "Conformity assessment — General requirements for proficiency testing", 2010

## ÖZGEÇMİŞ

### **Saliha TURHAN**

1970 yılı İzmit doğumludur. 1992 yılında Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 1993 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü'nde (UME) araştırmacı olarak çalışmaya başlamıştır. 1999 yılında Kocaeli Üniversitesi'nde Elektronik-Haberleşme alanında yüksek lisans çalışmasını tamamlamıştır. Halen UME Gerilim Laboratuvarında birincil seviyede gerilim ölçüm standartların oluşturulması, muhafazası ve kalibrasyonu konularında çalışmaktadır. Aynı zamanda UME Kalite Yönetim Temsilcisi Yardımcısı olarak görev yapmakta olup, TÜRKAK Laboratuvar akreditasyonu denetimlerinde baş denetçi ve denetçi olarak görev almaktadır. Uzmanlık alanı DC ve düşük frekans gerilim, akım ve direnç ölçüm sistemleri, ölçüm/kalibrasyonları, belirsizlik hesaplamaları ile TS EN ISO/IEC 17025 standardı uygulamalarıdır.

### **Tezgül COŞKUN ÖZTÜRK**

1978 yılı Kırcaali/Bulgaristan doğumludur. 2001 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2002 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Gerilim Laboratuvarı'nda araştırmacı olarak çalışmaya başlamıştır. 2004 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme ABD'da "Yüksek Doğruluklu Kalibratörlerin AC İşaret Kaynağının Doğrudan Sayısal Sentez Tekniği İle Gerçekleştirilmesi" konulu yüksek lisans çalışmasını tamamlamıştır. Halen UME Gerilim Laboratuvarında birincil seviyede gerilim ve akım standartların oluşturulması, muhafazası ve kalibrasyonu konularında çalışmaktadır. Uzmanlık alanı DC ve düşük frekans gerilim, akım ve direnç ölçüm/kalibrasyonları, belirsizlik hesaplamalarıdır.