



DMM ile Elektriksel Büyüklüklerin Karşılaştırması TEKNİK PROTOKOLÜ

UME-G1LV-21-01

**TÜBİTAK UME
GERİLİM LABORATUVARI**

(Rev. 0)
02.02.2021

İÇİNDEKİLER

1.	Kapsam.....	2
2.	Katılımcılar.....	2
3.	Laboratuvarlar Arası Dolaşan Cihaz (LADC).....	2
4.	Zaman Çizelgesi	3
5.	Karşılaştırma Paketi	3
6.	Sigorta	3
7.	Sonuçların Geçerliliği	4
8.	LADC'nin Transferi.....	4
9.	Ön Kontrol (LADC Teslim Alınırken).....	4
10.	Ölçümler İle İlgili Esaslar	4
10.1.	Ölçüme Başlamadan.....	4
10.2.	Ölçüm Yöntemi	4
10.3.	Ölçüm Şartları	5
10.4.	Ölçüm Noktaları	5
11.	Son Kontrol (LADC Teslim Edilirken)	5
12.	Sonuçların Raporlanması.....	8
13.	Karşılaştırma Referans Değeri (KRD)	8
14.	Değerlendirme	8
15.	Referanslar	9
Ek A	Katılımcı Listesi	10
Ek B	Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu	11
Ek C	Teslim Alma Formu	12
Ek D	Teslim Etme Formu.....	13
Ek E	Ölçüm Sonuçları	14

1. Kapsam

Laboratuvarlar arası karşılaştırmalar (LAK) ve yeterlilik deneyleri (YT), kalibrasyon/test laboratuvarlarının teknik yeterliliklerini değerlendirmekte önemli araçtır. Bu husus, TS EN ISO/IEC 17025 standardı [1] ve TÜRKAK dokümanında [2] da belirtilir. Akredite laboratuvarların veya akreditasyon için başvuran laboratuvarların, akreditasyon kapsamlarındaki ölçüm büyüklükleri ile ilgili YT programına ve/veya LAK'lara katılmaları ve başarılı sonuçlar elde etmiş olmaları TÜRKAK tarafından aranan bir gerekliliktir.

Ülke içinde kalibrasyon laboratuvarlarının elektriksel büyüklüklerdeki karşılaştırma ihtiyacı dikkate alınarak, bu alanda bir laboratuvarlararası karşılaştırmaların organize edilmesi planlanmıştır.

Bu karşılaştırma, aşağıda belirtilen ölçüm büyüklüklerinde 6½ dijital ve altı DMM kalibrasyonunu kapsamaktadır:

- DC Gerilim
- AC Gerilim
- DC Akım
- AC Akım
- DC Direnç

2. Katılımcılar

Karşılaştırma, TÜBİTAK UME tarafından düzenlenmektedir. Karşılaştırma katılımcılarına ait bilgiler Ek A'da verilmiştir.

Katılımcıların karşılaştırma sonuçları, gizlilik esası nedeniyle sadece katılımcı laboratuvar ile paylaşılacaktır.

3. Laboratuvarlar Arası Dolaşan Cihaz (LADC)

Karşılaştırmada kullanılacak olan Laboratuvarlar Arası Dolaşan Cihaz (LADC), TÜBİTAK UME'ye ait olan bir multimetre (DMM) olup, DMM bilgileri aşağıda verilmiştir:



DMM Adı : Multimeter

Üretici : Keithley

Model : 2001

Seri No : 0546068

Boyut : 90 mm x 214 mm x 369 mm

Ağırlık : 4,2 kg

DMM, 220 V (50 Hz) şebeke gerilimine bağlı olarak kullanılmalıdır.

4. Zaman Çizelgesi

Laboratuvar	Şehir	Ölçüm Tarihleri
TÜBİTAK UME	KOCAELİ	
TÜBİTAK UME	KOCAELİ	
TÜBİTAK UME	KOCAELİ	
TÜBİTAK UME	KOCAELİ	

5. Karşılaştırma Paketi

Katılımcıya gönderilen karşılaştırma paketi aşağıdakilerden oluşmaktadır.

1. Keithley 2001 Multimetre (SN: 0546068)
2. Şebeke bağlantı kablosu
3. DMM ile Elektriksel Parametrelerin Karşılaştırması Teknik Protokolü
4. Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu

6. Sigorta

LADC, hasarlara karşı sigortalı değildir. LADC'de meydana gelen hasarın karşılanması, hasarı meydana getiren katılımcı laboratuvara aittir. Bu sebeple cihaz, katılımcı laboratuvar tarafından sigorta edilmelidir.

7. Sonuçların Geçerliliği

Bu karşılaştırma, karşılaştırmının başlangıcından bitimine LADC'nin sağlam ve kalibrasyon değerlerinin kararlı kalacağı varsayımıyla yapılmaktadır. Eğer LADC herhangi bir şekilde zarar görür ve kullanılamayacak duruma gelir veya bir başka nedenle sonuçların kullanılamayacağı anlaşılırsa, karşılaştırmaya benzer nitelikte bir başka LADC ile devam edilecektir.

8. LADC'nin Transferi

Katılımcılar, karşılaştırmada kullanılacak standardın bir sonraki katılımcıya gönderilmesinden ve masraflarının karşılanmasıyla sorumludur.

LADC, hasar görmesi engellenecek şekilde kendi kutusu içinde bir sonraki katılımcıya gönderilmelidir.

9. Ön Kontrol (LADC Teslim Alınırken)

- Karşılaştırma paketi teslim alındığında, cihaz paketi (kutu) ve cihaz üzerinde görünür bir hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Karşılaştırma paketinin içeriği, "Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu" (Ek B) ile kontrol edilmelidir.
- DMM 220 V (50 Hz) şebeke gerilimine bağlanarak çalıştırılmalıdır.
- Isınma süresi (1 saat) sonrasında DMM üzerindeki aşağıda tanımlı tuşlara basarak «TEST» işlemi uygulanmalıdır.
MENU → TEST ⇒ BUILT-IN-TEST ⇒ AUTOMATIC ⇒ CONTINUOUS REPEAT? NO ⇒
- Kontrol sonucu, Ek C'de verilen "Teslim Alma Formu" aynı gün içinde doldurularak karşılaştırma sorumlusuna e-posta ile gönderilmelidir.
- DMM'de arıza tespit edildiği durumda, DMM TÜBİTAK UME'ye gönderilmelidir.

10. Ölçümler İle İlgili Esaslar

10.1. Ölçüme Başlamadan

Ölçümlere başlamadan önce, DMM, ısı dengeye gelmesi için, tercihen $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $(45 \pm 10) \%$ rh bağıl nem ortam şartlarında 24 saat çalışır konumda tutulmalıdır. DMM'nin karşılaştırma ölçümleri süresince sürekli çalışır konumda (ON) tutulması tavsiye edilir.

10.2. Ölçüm Yöntemi

Ölçümler, katılımcı laboratuvarların beyan edebileceği en iyi ölçüm belirsizliklerini vermekte kullandıkları ölçüm sistemi ve ölçüm yöntemi ile gerçekleştirilmelidir. DMM'nin kullanım bilgileri, cihazla birlikte gönderilecek olan DMM kullanım dokümanında yer almaktadır.

10.3. Ölçüm Şartları

Her ölçüm fonksiyonu için DMM,

“MENU ⇒ SAVESETUP ⇒ RESET ⇒ BENCH

komutları ile fabrika set ayarlarına alındıktan sonra, Tablo 1’de tanımlanan diğer konfigürasyonlara ayarlanmalıdır. **DMM’ye kesinlikle ayar yapılmamalıdır.**

DC gerilim, DC akım ve direnç fonksiyonları için, her ölçüm bölgesinde, önce uygun “sıfır” giriş uygulanarak ön paneldeki REL tuşuna basılmalı ve DMM’nin sıfır okuması sağlanmalıdır. AC gerilim ve AC akım ölçümleri için multimetrenin REL tuşu kullanılmamalı, REL’in aktif olmadığından emin olunmalıdır.

10.4. Ölçüm Noktaları

Ölçümler, Tablo 2’de belirtilen ölçüm noktalarında gerçekleştirilmelidir. Laboratuvarların kabiliyetleri dahilinde bulunmayan ölçüm noktalarında ölçüm alma zorunluluğu yoktur. Laboratuvarlar akreditasyon kapsamında yer almayan ancak kabiliyetleri dahilindeki ölçüm noktalarında da karşılaştırmaya girebilirler.

11. Son Kontrol (LADC Teslim Edilirken)

- DMM üzerindeki aşağıda tanımlı tuşlara basarak «TEST» işlemi uygulanmalıdır.
MENU → TEST ⇒ BUILT-IN-TEST ⇒ AUTOMATIC ⇒ CONTINUOUS REPEAT? NO ⇒
- Test sonucu, Ek D’de verilen “Teslim Etme Formu” doldurularak karşılaştırma sorumlusuna e-posta ile gönderilmelidir.
- Karşılaştırma paketi “Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu” (Ek B) ile kontrol edilerek eksiksiz ve zarar görmeyecek şekilde orijinal paketi ile paketlenmelidir. Karşılaştırma paketi plan dahilinde bir sonraki katılımcı laboratuvara gönderilmelidir. DMM’de arıza tespit edildiği durumda, karşılaştırma paketi TÜBİTAK UME’ye gönderilmelidir.

Tablo 1. DMM ayarları

DMM FONKSİYONU	DMM KONFIGÜRASYONU*
DC Gerilim	CONFIGURE DCV SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5
AC Gerilim	CONFIGURE ACV SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5 UNITS : VOLTS COUPLING : AC+DC AC TYPE : LOW- FREQ-RMS (f <100 Hz ise) : RMS (f ≥100 Hz ise)
DC Akım	CONFIGURE DCI SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5 MEAS. MODE : NORMAL
AC Akım	CONFIGURE ACI SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5 COUPLING : AC+DC AC TYPE : RMS
Direnç (Ω4) (≤ 100 kΩ)	CONFIGURE Ω4 SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5 OFFSETCOMP : ON
Direnç (Ω2) (> 100 kΩ)	CONFIGURE Ω2 SPEED : NORMAL FILTER : AVERAGING 10 RESOLUTION : 6,5 OFFSETCOMP : OFF

*<CONFIG><ENTER> tuşları ile ulaşılabilen DMM konfigürasyonları

Tablo 2. Karşılaştırma için ölçüm büyüklükleri ve ölçüm noktaları

Fonksiyon	Ölçüm Bölgesi	Ölçüm Noktası
DC Gerilim	200 mV	+100 mV, + 200 mV
	20 V	+ 20 V
	200 V	+ 200 V
	1000 V	+ 1000 V
AC Gerilim	200 mV	200 mV (45 Hz, 1 kHz, 100 kHz)
	20 V	20 V (45 Hz, 1 kHz, 100 kHz)
	750 V	700 V (50 Hz, 1 kHz)
DC Akım	200 μ A	+ 100 μ A
	200 mA	+ 200 mA
	2 A	+ 1 A
AC Akım	200 μ A	100 μ A (45 Hz, 1 kHz, 10 kHz)
	200 mA	200 mA (45 Hz, 1 kHz, 10 kHz)
	2 A	1 A (45 Hz, 1 kHz)
Direnç	20 Ω	1 Ω , 10 Ω
	20 k Ω	10 k Ω
	200 M Ω	100 M Ω

12. Sonuçların Raporlanması

Her ölçüm noktası için DMM'nin bağıl ölçüm hatası (H) eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$H = \frac{S_{iDMM} - S_{Ref}}{S_{Ref}} \quad (1)$$

H : DMM ölçüm hatası

S_{iDMM} : DMM göstergesinde okunan değer, DMM ile ölçülen değer

S_{Ref} : DMM'ye uygulanan değer

Katılımcı Laboratuvarlar, ölçülen değer, hata ve belirsizlik değerlerini içeren karşılaştırma sonuçlarını, Ek E'de verilen formatta MS Word dokümanı olarak raporlamalıdır. Beyan edilen belirsizlik değerleri, EA 4/02'ye [4] uygun olarak, standart belirsizliğin normal dağılım için yaklaşık % 95 güvenilirlik seviyesini sağlayan $k=2$ kapsam faktörü ile çarpımının sonucu elde edilen genişletilmiş belirsizlik değerleri olmalıdır.

Rapor, karşılaştırma ölçümlerinin yapıldığı tarihi takip eden 2 hafta içinde ume@tubitak.gov.tr adresine e-posta yolu ile göndermelidir.

13. Karşılaştırma Referans Değeri (KRD)

Karşılaştırma Referans Değeri (KRD), her ölçüm noktası için TÜBİTAK UME sonuçlarının ortalaması alınarak belirlenecektir. Transfer esnasında LADC değerinde TÜBİTAK UME sonuçları üzerinden zamanla önemli bir değişim görülmesi durumunda, KRD'de gerekli düzeltme yapılacaktır.

14. Değerlendirme

Katılımcı laboratuvarların ölçüm sonuçları, ISO/IEC 17043 [5] standardında belirtilen ve eşitlik (1)'e göre hesaplanan E_n değerine göre değerlendirilecektir.

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{KRD}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{KRD}^2}} \quad (1)$$

x_{lab} : Katılımcı laboratuvar ölçüm sonucu

x_{KRD} : Karşılaştırma referans değeri

U_{lab} : Katılımcı laboratuvar ölçüm belirsizliği

U_{KRD} : Karşılaştırma referans değerinin belirsizliği



Katılımcıların sonuçlarının değerlendirilmesi, E_n değerine göre aşağıda verilen koşullara göre yapılacaktır.

$ E_n \leq 1$ ise	başarılı
$ E_n > 1$ ise	başarısız

Tüm katılımcılardan karşılaştırma raporlarının gelmesi sonrası, sonuçlar TÜBİTAK UME tarafından değerlendirilerek karşılaştırma raporu hazırlanacaktır. Raporda her katılımcı bir kod numarası ile belirtilecek olup, kod numaraları katılımcılara gizlilik esaslarına uygun olarak önceden verilecektir.

15. Referanslar

- [1] TS EN ISO/IEC 17025:2017 “Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar”
- [2] P704, “TÜRKAK Yeterlilik Deneyleri ve Laboratuvarlararası Karşılaştırma Programları Prosedürü”, Rev 11, 15.05.2020
- [3] EURAMET/cg-15/v.03 “Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters”, 02/2015
- [4] EA-4/02 M: 2013 “Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration”, Rev 00, September 2013
- [5] ISO/IEC 17043 “Conformity Assessment - General Requirements For Proficiency Testing”, 2010, First Edition



Ek A Katılımcı Listesi

KATILIMCI LİSTESİ

Laboratuvar Adı	İlgili Kişi	Adres	Telefon No/Dahili	Faks No	E-posta Adresi
TÜBİTAK UME Gerilim Laboratuvarı	Saliha TURHAN (Karşılaştırma Sorumlusu)	TÜBİTAK UME TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 41470 Gebze / KOCAELİ	(262) 679 50 00 / 4250 / 2041	(262) 679 50 01	saliha.turhan@tubitak.gov.tr



Ek B Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu

KARŞILAŞTIRMA PAKETİ İÇERİĞİ KONTROL FORMU

- ☐ Keithley 2001 Sayısal Multimetre (Seri No: 0546068)
- ☐ Şebeke bağlantı kablosu
- ☐ DMM ile Elektriksel Parametrelerin Karşılaştırması Teknik Protokolü
- ☐ Karşılaştırma Paketi İçeriği Kontrol Formu



Ek C Teslim Alma Formu

TESLİM ALMA FORMU

Karşılaştırma paketini teslim aldığınızda, lütfen bu formu doldurarak aşağıda belirtilen karşılaştırma sorumlusuna e-posta yolu ile gönderiniz.

İşbirliğiniz için teşekkür ederiz.

Saliha TURHAN ume@tubitak.gov.tr

Karşılaştırma Paketini Teslim Alma Tarihi	
Paket içeriğinde eksik var mı?	Evet ☐ Hayır ☐
Paket üzerinden bir hasar var mı?	Evet ☐ Hayır ☐
DMM çalışır durumda mı?	Evet ☐ Hayır ☐
DMM testten geçti mi?	Evet ☐ Hayır ☐
Açıklama	

Teslim Alan Katılımcı Laboratuvar Bilgileri

Laboratuvar Adı	
İlgili Kişi	
Telefon No	
Faks No	
E-posta Adresi	



Ek D Teslim Etme Formu

TESLİM ETME FORMU

Karşılaştırma paketini **bir sonraki katılımcıya** gönderdiğinizde, bu formu en kısa sürede doldurarak aşağıda belirtilen karşılaştırma sorumlusuna e-posta yolu ile gönderiniz.

İşbirliğiniz için teşekkür ederiz.

Saliha TURHAN ume@tubitak.gov.tr

Paket içeriğinde eksik var mı?	Evet ☐	Hayır ☐
DMM çalışır durumda mı?	Evet ☐	Hayır ☐
DMM testten geçti mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Karşılaştırma Paketinin Gönderilme Tarihi		
Gönderilme Şekli (kargo, elden vb.)		
Gönderilen Adres		
Açıklama		

Teslim Eden Katılımcı Laboratuvar Bilgileri

Laboratuvar Adı	
İlgili Kişi	
Telefon No	
Faks No	
E-posta Adresi	

Ek E Ölçüm Sonuçları

KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI RAPORU

Katılımcı Lab. Adı		
Yetkili Adı		
Ölçüm Tarihi		
Ortam Şartları	(±) °C	(±) %rh
Kullanılan Ölçüm Standartları		

1. KULLANILAN ÖLÇÜM STANDARTLARI

Adı	Üretici	Model No	Seri No	İzlenebilirlik

2. ÖLÇÜM YÖNETİMİ

Büyükölük	Ölçüm Yöntemi Açıklaması
DC Gerilim	
AC Gerilim	
DC Akım	
AC Akım	
Direnç	

3. ÖLÇÜM SONUÇLARI

DC GERİLİM

Nominal Değer / Ölçüm Bölgesi	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	Bağıl Hata	Belirsizlik ¹
+100 mV / 200 mV	mV	mV		
+ 200 mV / 200 mV	mV	mV		
+ 20 V / 20 V	V	V		
+ 200 V / 200 V	V	V		
+ 1000 V / 1000 V	V	V		

AC GERİLİM

Nominal Değer / Ölçüm Bölgesi	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	Bağıl Hata	Belirsizlik ¹
200 mV, 45 Hz / 200 mV	mV	mV		
200 mV 1 kHz / 200 mV	mV	mV		
200 mV, 100 kHz / 200 mV	mV	mV		
20 V, 45 Hz / 20 V	V	V		
20 V, 1 kHz / 20 V	V	V		
20 V, 100 kHz / 20 V	V	V		
700 V, 50 Hz / 750 V	V	V		
700 V, 1 kHz / 750 V	V	V		

DC AKIM

Nominal Değer / Ölçüm Bölgesi	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	Bağıl Hata	Belirsizlik ¹
+ 100 μ A / 200 μ A	μ A	μ A		
+ 200 mA / 200 mA	mA	mA		
+ 1 A / 2 A	A	A		

AC AKIM

Nominal Değer / Ölçüm Bölgesi	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	Bağıl Hata	Belirsizlik ¹
100 μ A, 45 Hz / 200 μ A	μ A	μ A		
100 μ A, 1 kHz / 200 μ A	μ A	μ A		
100 μ A, 10 kHz / 200 μ A	μ A	μ A		
200 mA, 45 Hz / 200 mA	mA	mA		
200 mA, 1 kHz / 200 mA	mA	mA		
200 mA, 10 kHz / 200 mA	mA	mA		
1 A, 45 Hz / 2 A	A	A		
1 A, 1 kHz / 2 A	A	A		

DİRENÇ

Nominal Değer / Ölçüm Bölgesi	Uygulanan Değer	Ölçülen Değer	Bağıl Hata	Belirsizlik ¹
1 Ω / 20 Ω	Ω	Ω		
10 Ω / 20 Ω	Ω	Ω		
10 k Ω / 20 k Ω	k Ω	k Ω		
100 M Ω / 200 M Ω	M Ω	M Ω		

¹ Genişletilmiş belirsizlik (k = 2)