



**17,5 kV DÂHİLİ TİP PORSELEN MESNET İZOLATÖRÜNÜN AC (50 Hz)
VE YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ALTINDA ATLAMA
GERİLİMİNİN BELİRLENMESİ YETERLİLİK DENEYİ SONUÇ RAPORU**

Karşılaştırma No:
UME-G1YG-2020-01

Hazırlayanlar
Serkan DEDEOĞLU
Doç. Dr. Ahmet MEREV

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK GERİLİM LABORATUVARI
01 Ekim 2020

17,5 kV Dahili tip porselen mesnet izolatörünün AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim altında atlama geriliminin belirlenmesi yeterlilik deneyi “ISO/IEC 17043: 2010 Conformity Assessment-General Requirements for Proficiency Testing” standardına uygun olarak TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı tarafından düzenlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Yazışma Adresi

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)
Yüksek Gerilim Laboratuvarı
Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1
41470 Gebze KOCAELİ
Tel: 262 6795000 (4350) Faks: 262 6795001
www.ume.tubitak.gov.tr

Koordinatör

Serkan DEDEOĞLU

TÜBİTAK UME karşılaştırma sonuç raporunda değişiklik yapmaya tam yetkilidir.

Yeterlilik testine katılmayı kabul eden tüm katılımcılar karşılaştırma protokolünde belirtilen tüm şartları kabul etmiş sayılmaktadır.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	4
2. ÇALIŞMANIN AMACI	5
3. DÜZENLEYİCİ KURULUŞ.....	5
4. KATILIMCILAR.....	6
5. DENEY NUMUNESİ.....	6
6. YETERLİLİK DENEYİ İLGİLİ GENEL HUSUSLAR	8
7. YETERLİLİK DENEYİ ÖLÇÜMLERİ	9
7.1 AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi.....	9
7.2 Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi	9
8. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	10
9. ÖLÇÜM SONUÇLARININ İLETİLMESİ	11
10. SONUÇLAR	11
11. KAYNAKLAR.....	15
EK. DEĞERLENDİRME.....	16

1. GİRİŞ

Kalibrasyon veya deney laboratuvarlarının gerçekleştirmiş oldukları kalibrasyonlarda, rutin veya tip deneylerinde ölçümlerinin güvenilirliği, gerçekleştirilen ölçümlerin kalitesi ile belirlenmektedir. Ölçüm kalitesi ise, ölçüm sonuçlarının doğruluğu ve tekrarlanabilirliği ile doğru orantılıdır. “Yeterlilik Deneyleri” (YD) veya “Laboratuvarlar Arası Karşılaştırmalar” (LAK), kalibrasyon ve deney konusunda faaliyet gösteren laboratuvarların performansının belirlenmesinde önemli bir araçtır ve laboratuvar performansının diğer laboratuvarlarla karşılaştırılmasında da etkili bir yöntemdir.

Belli bir deney veya kalibrasyon faaliyeti içerisinde bulunan bir laboratuvarın yeterliliğini kanıtlamasının bir diğer yolu da laboratuvarın bağımsız kurumlar tarafından akreditasyonudur. Laboratuvar akreditasyonu sırasında ve akreditasyonun değerlendirme sürecinde, laboratuvarların katılmış oldukları karşılaştırmalardan elde ettikleri sonuçlar da önemli bir ölçüt olarak değerlendirilmektedir.

“Yeterlilik Deneyleri” (YD) veya “Laboratuvarlar Arası Karşılaştırmalar” (LAK) deney ve kalibrasyon laboratuvarlarının teknik yeterliliklerinin ve verdikleri hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için önemli bir araçtır ve bu durum TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardı ve TÜRKAK dokümanlarında da ayrıntılı olarak belirtilmektedir [1, 2].

Ülke içinde akredite olmuş veya akredite olmayı planlayan kalibrasyon ve deney laboratuvarlarının bu tür LAK ihtiyaçları dikkate alınarak, TÜRKAK-TÜBİTAK UME işbirliği çerçevesinde, TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı 2020 çalışma yılı kapsamında **“17,5 kV Dahili tip porselen mesnet izolatörünün AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim altında atlama geriliminin belirlenmesi yeterlilik deneyi”** konulu LAK organize etmiştir. İlgili LAK organizasyonuna 21 laboratuvar iştirak etmişlerdir.

Bu yeterlilik deneyi 17,5 kV çalışma gerilimine sahip dâhili tip porselen mesnet izolatörünün TS 556 EN 60168 standardında belirtilen:

1. TS 556 EN 60168 Standardı [3], Madde-4.5.2: “Kuruda Darbe Dayanım Deneyi: %50 Atlama Gerilimi Metodunun Kullanıldığı Dayanma Gerilim Deneyi”
2. TS 556 EN 60168 Standardı [3], Madde-4.7.3: “Kuruda Güç Frekanslı Dayanım Deneyi: Kuruda Güç Frekanslı Atlama Gerilimi Deneyi”

konularını içermiştir.

2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışma ile; yüksek gerilim konusunda faaliyet gösteren kalibrasyon ve deney laboratuvarlarının, AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim ölçümlerindeki performanslarının belirlenmesi ve laboratuvarların kendi performanslarını geliştirmeye yönelik uygulamaların oluşmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

3. DÜZENLEYİCİ KURULUŞ

Bu yeterlilik deneyi, “ISO/IEC 17043 Conformity Assessment-General Requirements for Proficiency Testing” [4] standardına uygun olarak TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı tarafından düzenlenmiştir. Düzenleyici kuruluş olarak TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı’nın görev ve sorumlulukları aşağıda sıralanmıştır:

1. Deney numunelerinin temini
2. Deney numunelerinin laboratuvarlara ulaştırılması ve teslim alınması
3. Karşılaştırma protokolünün hazırlanması
4. YD sonuçlarının gizlilik prensibine uygun olarak muhafazası
5. YD sonuçlarının değerlendirilmesi ve sonuç raporunun hazırlanması
6. YD sonuç raporunun posta veya elden katılımcılara ulaştırılması

Yazışma Adresi:

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Yüksek Gerilim Laboratuvarı
Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 41470
Gebze KOCAELİ
Tel: 262 6795000 Faks: 262 6795001

Koordinatör

Serkan DEDEOĞLU
Tel: 262 6795000 (4350)
E-posta: serkan.dedeoglu@tubitak.gov.tr

Yeterlilik Deneyi Web Sayfası

<http://www.ume.tubitak.gov.tr/tr/lak/ac-ve-yildirim-darbe-yuksek-gerilim-deneyleri-karsilastirmasi>

4. KATILIMCILAR

2020 yılının ilk çeyreğinde başlayan yeterlilik deneyi ölçümleri, yüksek gerilim konusunda faaliyet gösteren tüm kalibrasyon ve deney laboratuvarlarının katılımına açık olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Organizasyonda toplam 21 katılımcı laboratuvar yer almıştır. Katılımcıların listesi Tablo 1'de verilmiştir. YD katılımcıları İstanbul, Kocaeli, Ankara, Ege ve Güney Anadolu olmak üzere toplam 5 gruba ayrılmıştır. Referans ölçüm sistemi sırasıyla İstanbul, Kocaeli, Ankara, Ege ve Güney Anadolu gruplarında bulunan laboratuvarlara gönderilmiş ve ölçümler sonrasında teslim alınmıştır. Katılımcıların grupsal dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.

İstanbul Grubu	Kocaeli Grubu	Ankara Grubu	Ege Grubu	G.Anadolu Grubu
* ESİTAŞ * SCHNEIDER-1 * ABB-1 * ABB-2	* ELOPAR * GE * SÖNMEZ * HİLKAR * TESTLA * TÜBİTAK UME	* SEM * ANKARA SERAMİK * UMS * EUROPOWER	* SCHNEIDER-2 * ELKİMA * ELTAŞ * BEST	* BETA * SAMİ * HES

Şekil 1. Deney katılımcılarının bölgesel dağılımı

5. DENEY NUMUNESİ

Yeterlilik deneylerinde kullanılacak olan deney numunesi 17,5 kV çalışma gerilimine sahip dâhili tip 1 adet porselen mesnet izolatörüdür (Şekil 2). Deney numunesinin teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Karşılaştırma paketiyle ilgili görsel ayrıntılara ise karşılaştırma protokolü EK-4'te yer verilmiştir.

Tablo 1. LAK Katılımcıları (Alfabetik Sıralamayla)

No	Laboratuvarlar	Kısaltmalar
1	TÜBİTAK UME YÜKSEK GERİLİM LABORATUVARI *	TÜBİTAK UME
2	ABB ELEKTRİK SAN. VE TİC A.Ş. DAĞ. TRAFOLARI FAB. (KARTAL)	ABB-1
3	ABB ELEKTRİK SANAYİ A.Ş. (DUDULLU)	ABB-2
4	ANKARA SERAMİK PORSELEN SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	ANKARA SERAMİK
5	BALIKESİR ELEKTROMEKANİK SANAYİ TESİSLERİ A.Ş.BEST A.Ş.	BEST
6	ELKİMA TRAFÖ ELEKTRİK İNŞ. TAAH. TİC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	ELKİMA
7	ELOPAR ELEKTRONİK ELEKTRİK OTOMOTİV İNŞ. SAN. VE TİC. A.Ş.	ELOPAR
8	ELTAŞ TRANSFORMATÖR SAN. VE TİC. A.Ş.	ELTAŞ
9	ESİTAŞ ELEKTRİK SAN VE TİC. A.Ş.	ESİTAŞ
10	EUROPOWER ENERJİ A.Ş.	EUROPOWER
11	GE GRID SOLUTIONS ENERJİ ENDÜSTRİSİ A.Ş.	GE
12	HES KABLO (HES HACILAR ELEKTRİK SANAYİ VE TİC. A.Ş.)	HES
13	HİLKAR ELEKTRİK ELEKTROTEKNİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	HİLKAR
14	SAMİ TRAFÖ MAK. İNŞ. İMALAT TAAHHÜT GENEL TİC. LTD. ŞTİ	SAMİ
15	SCHNEIDER ELEKTRİK A.Ş.(İSTANBUL)	SCHNEIDER-1
16	SCHNEIDER ENERJİ ENDÜSTRİSİ SAN. VE TİCARET A.Ş.(MANİSA)	SCHNEIDER-2
17	SEM TRANSFORMATÖR A.Ş	SEM
18	SÖNMEZ TRANSFORMATÖR SAN. VE TİC. A.Ş	SÖNMEZ
19	TESTLA ELEKTRİK LABORATUVARLARI TİC. LTD. ŞTİ	TESTLA
20	TRANSFORMATÖR ELEKTROMEKANİK SAN. TİC. LTD.ŞTİ. (BETA)	BETA
21	UMS KALİTE ELEKTRİKSEL KALİBRASYON SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	UMS

* TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarı, yeterlilik deneyine 2 farklı sistem ve personelle katılım sağlamıştır. 1. sistem yeterlilik deneyi referans değerinin belirlendiği sistem olup 2.si ise katılımcı laboratuvar olarak ölçüm yapılan sistemdir.



Şekil 2. Deney Numunesi

Tablo 2. Deney Numunesinin Teknik Özellikleri

Özellikler	Açıklama
İzolatör Tipi	J4-95
Kaçak Mesafesi	210 mm
Eğilme Kırılma Yüğü (min)	4000 N
Güç Frekansında AC Dayanım	50 kV
Yıldırım Darbe Gerilim Dayanımı	95 kV
Ortalama Ağırlık	2,1 kg
Sır Rengi	Kahverengi

6. YETERLİLİK DENEYİ İLGİLİ GENEL HUSUSLAR

17,5 kV Dahili tip porselen mesnet izolatörünün AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim altında atlama geriliminin belirlenmesi yeterlilik deneyi ile; kalibrasyon ve deney laboratuvarlarında kullanılmakta olan yıldırım darbe ve AC(50 Hz) ölçüm sistemlerinin gerilim altındaki ölçüm performansının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Karşılaştırmayla ilgili olarak katılımcıların referans aldığı doküman “17,5 kV Dâhili Tip Porselen Mesnet İzolatörünün AC (50 Hz) ve Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Yeterlilik Deneyi Protokolüdür (UME-G1YG-2020-01) [5]. Karşılaştırma ölçümleri sırasında katılımcı laboratuvarlar aşağıdaki hususları göz önünde bulundurmuşlardır.

1. Deney numunesinin kutusundan çıkarılması sırasında gerekli hassasiyeti gösterilmiştir. Deney numunesinde herhangi bir ciddi arıza/hasar kaydı oluşmamıştır.
2. Yeterlilik deneyi ölçümlerine başlanmadan önce deney numunesinin en az 12 saat boyunca ölçüm yapılacak deney laboratuvarında ve kontrol odasında bekletilmesi katılımcılardan istenmiştir.
3. Laboratuvara ait üreteç ve ölçüm sistemlerinin özellikleri IEC 60060-1 ve IEC 60060-2 standartlarına uygun niteliklere sahip olması katılımcılardan önemle talep edilmiştir [6,7].
4. Ölçüm yapılacak deney alanının tavsiye edilen ortam sıcaklığının (23 ± 2) °C olduğu katılımcılarla paylaşılmıştır.

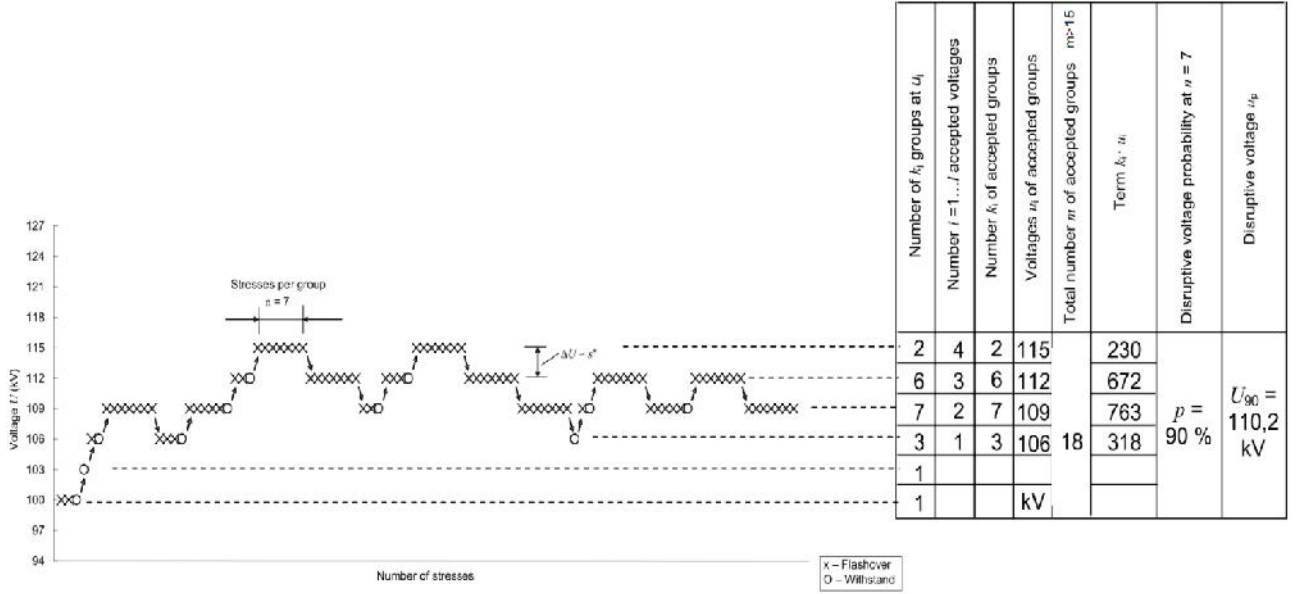
7. YETERLİLİK DENEYİ ÖLÇÜMLERİ

7.1 AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi

Mesnet izolatörünün kuruda güç frekanslı dayanma gerilimini tespit etmek için kademeli olarak saniyede 2 kV kadar bir artış oranında gerilim uygulanmıştır. Deney $V_P/\sqrt{2}$ veya V_{RMS} ölçümü yapan katılımcıların sonuç değerlendirmeleri, hangi parametrede değerlendirmeye katılmak istedikleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Kuruda atlama gerilimi deneyinde, her atlamadan sonra hızlıca 0 V'a düşülmüş ve en az 40 saniye gerilim uygulaması kesilmiştir. Kuruda atlama gerilimi seri olarak okunan 10 atlama gerilim değerinin aritmetik ortalaması olarak hesaplanmıştır. Elde edilen gerilim değerleri düzeltme faktörleri göz önünde bulundurularak düzeltilmiş ve ölçüm sonuçlarının formuna kaydedilmiştir.

7.2 Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi

Deney numunesine uygulanan gerilim, $1,2/50$ μs pozitif standart yıldırım darbe yüksek gerilimleri TS EN 60060-1 standardında belirtilen toleranslarda yukarı-aşağı (up-down) metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir [6]. Deneye 115 kV gerilim seviyesinden başlanmış ve atlama gerçekleşmedikçe $\Delta U=2$ kV gerilimi kadar artışlarla bir üst gerilim seviyesinde test tekrarlanmıştır. Ardı ardına 7 atlamanın gerçekleştiği gerilim seviyesinde tekrar $\Delta U=2$ kV gerilimi kadar azalışla bir alt seviyedeki gerilim seviyesinde test tekrarlanmıştır. Böylece atlama olmayan her gerilim seviyesinde gerilim bir kademe arttırılmıştır. Ardı ardına yedi atlama olduğunda ise gerilim seviyesi bir kademe azaltılmıştır. Deney sırasında sadece bir kez uygulanmış olan gerilim değerleri sonuç değerlendirmesinde kullanılmamıştır. Deney süresince bir gerilim seviyesi 7 kez tekrarlanmış olduğunda deney tamamlanmış olarak kabul edilmiştir. Kabul edilebilir değerlerin gerilim seviyesi ile tekrar sayısı çarpılır ve ortalaması hesaplanarak dayanım gerilimi hesaplanır. Örnek çalışma Şekil 3'de verilmiştir. Elde edilen gerilim değerleri düzeltme faktörleri göz önünde bulundurularak düzeltilmiş ve ölçüm sonuçları formuna kaydedilmiştir.



Şekil 3. %50 atlama deneyi örnek uygulama şeması

8. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yeterlilik deneyi organizasyonuna toplam 21 farklı laboratuvar iştirak etmiştir. RMS AC yüksek gerilim deneyinde 13 laboratuvar, peak/ $\sqrt{2}$ AC yüksek gerilim deneyinde 10 laboratuvar ve yıldırım darbe yüksek gerilim deneyinde ise 19 laboratuvar ölçüm almıştır. Tüm katılımcılardan elde edilen sonuçlar, ISO/IEC 17043 ve ISO 13528 standartlarında belirtilen değerlendirme ölçütleri arasında yer alan z skoru metodu kullanılarak değerlendirilmiştir [8, 9]. Standart sapma değeri, IEC 60060-1 ve IEC 60060-2 standartlarında belirtilen ve yüksek gerilim deneyleri için kabul edilebilir tolerans göz önünde bulundurularak belirlenmiştir (% 3). Atanmış değer ise TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarının referans ölçüm sistemiyle gerçekleştirmiş olduğu ve 6 ay arayla yapmış olduğu 2 farklı ölçüm sonucunun ortalaması olarak alınmıştır. Buna göre her laboratuvara ait z skoru değeri (1) bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Z = \frac{(x - X)}{\sigma} \quad (1)$$

Burada,

- X : atanmış değer (TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Laboratuvarının referans ölçüm sistemiyle gerçekleştirmiş olduğu ve 6 ay arayla yapmış olduğu 2 farklı ölçüm sonucunun ortalaması olarak alınmıştır)
- x : katılımcı laboratuvarın ölçüm sonucu
- σ : yeterlilik deneyi değerlendirmesi için standart sapma (%3 değeri, IEC 60060-1 ve IEC 60060-2 standartlarında belirtilen ve yüksek gerilim deneyleri için kabul edilebilir tolerans değeridir)

Yeterlilik deneyi sonucunda katılımcıların hesaplanan z skorları, ISO 13528 standardına göre aşağıda belirtilen kriterler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir [9].

- $\Omega z \Omega \in 2,0$ durumunda laboratuvarın yeterlilik deneyindeki performansı uygundur (yeterlidir),
- $2,0 \in \Omega z \Omega \in 3,0$ durumunda laboratuvarın performansı kabul edilebilir ancak laboratuvar sorunu irdelemelidir,
- $\Omega z \Omega \geq 3,0$ durumunda laboratuvarın performansı uygun değildir, düzeltici faaliyet uygulanmalıdır.

9. ÖLÇÜM SONUÇLARININ İLETİLMESİ

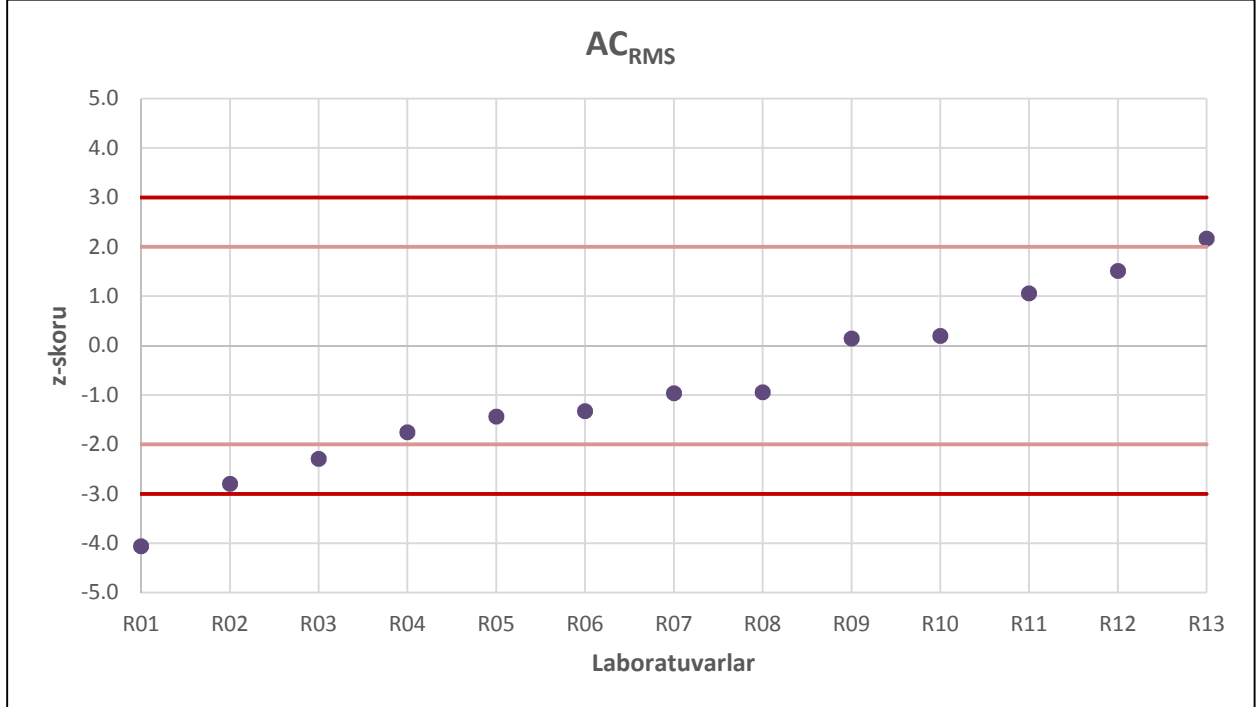
Ölçüm sonuçları ölçümler tamamlandıktan sonra; yeterlilik deneyi koordinatörüne mail yoluyla iletilmiştir. Karşılaştırma ölçümlerinde kullanılan, laboratuvara ait ölçüm sisteminin bilgileri, yeterlilik deneyi protokolünün EK-5 ve EK-6'da verilen formları kullanılarak karşılaştırma koordinatörüne mail yoluyla iletilmiştir [5].

10. SONUÇLAR

“AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi” sonuçları V_{RMS} için Tablo 3 ve Şekil 4’de, $V_p/\sqrt{2}$ ölçümleri için Tablo 4 ve Şekil 5’te, “Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi” sonuçları ise Tablo 5 ve Şekil 6’da verilmiştir. Laboratuvarlara ait değerlendirmeler EK-1’te verilmiştir.

Tablo 3. RMS AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi Sonuçları

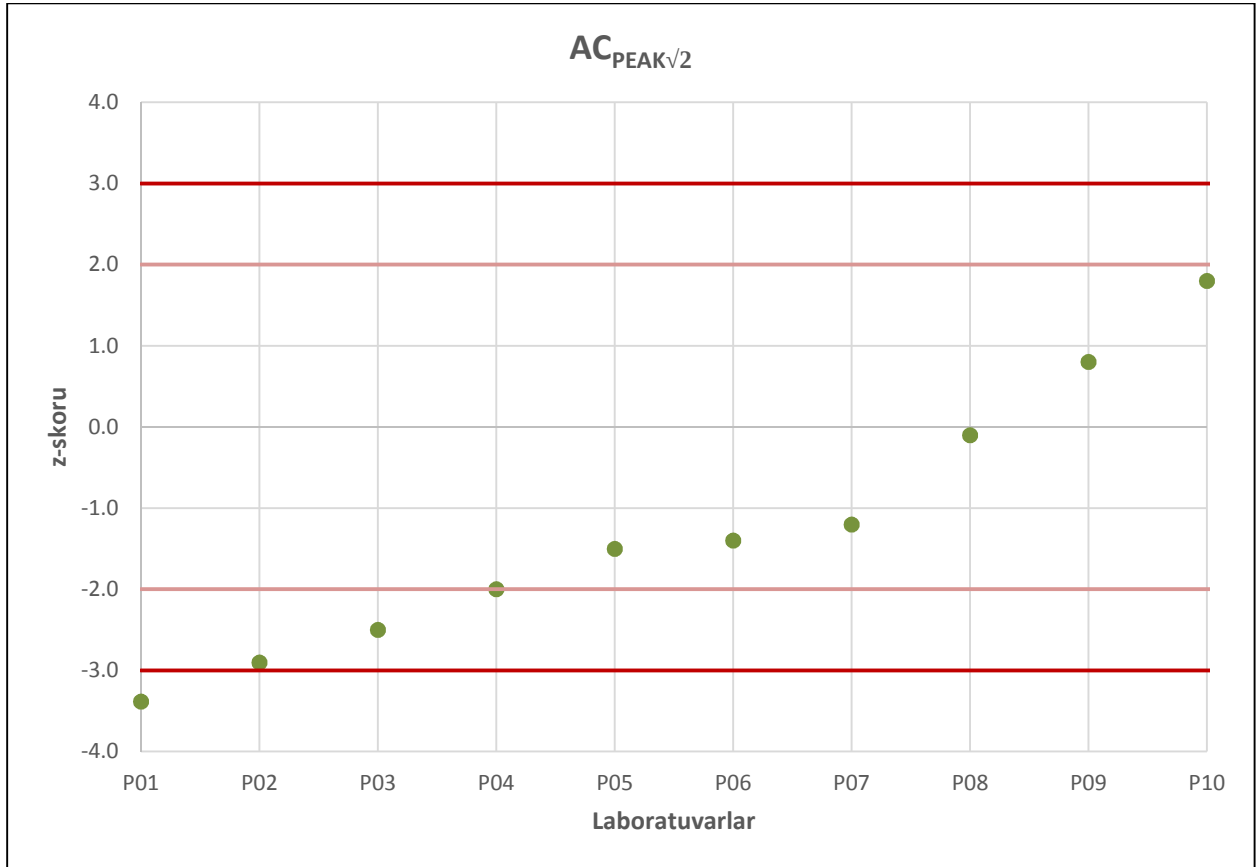
Referans Değer= 75,76 kV (Standart Sapma= 2,3 kV)	
Lab. No	z-skoru
R01	-4.1
R02	-2.8
R03	-2.3
R04	-1.7
R05	-1.4
R06	-1.3
R07	-1.0
R08	-0.9
R09	0.1
R10	0.2
R11	1.1
R12	1.5
R13	2.2



Şekil 4. AC RMS Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deney Sonuçlarının Laboratuvarlara Göre Dağılımı

Tablo 4. PEAK/ $\sqrt{2}$ AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deneyi Sonuçları

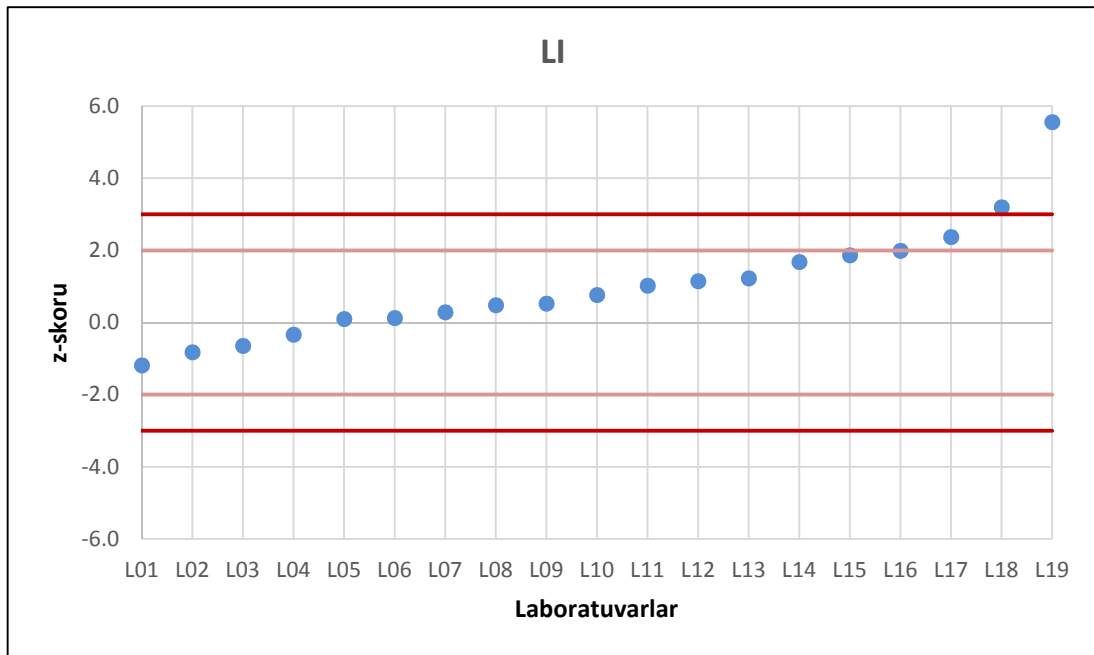
Referans Değer= 76,10 kV (Standart Sapma= 2,3 kV)	
Lab. No	z-skoru
P01	-3,4
P02	-2,9
P03	-2,5
P04	-2,0
P05	-1,5
P06	-1,4
P07	-1,2
P08	-0,1
P09	0,8
P10	1,8



Şekil 5. AC PEAK/ $\sqrt{2}$ Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Deney Sonuçlarının Laboratuvarlara Göre Dağılımı

Tablo 5. Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Gerilimi Belirlenmesi Deneyi Sonuçları

Referans Değer= 125,01 kV (Standart Sapma= 3,8 kV)	
Lab. No	z-skoru
L01	-1,2
L02	-0,8
L03	-0,7
L04	-0,3
L05	0,1
L06	0,1
L07	0,3
L08	0,5
L09	0,5
L10	0,8
L11	1,1
L12	1,2
L13	1,3
L14	1,7
L15	1,9
L16	2,1
L17	2,4
L18	3,3
L19	5,7



Şekil 6. Yıldırım Darbe (LI) Yüksek Gerilim Altında Atlama Gerilimi Belirlenmesi Deney Sonuçlarının Laboratuvarlara Göre Dağılımı

11. KAYNAKLAR

1. ISO/IEC 17025 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories, 2017.
2. P704: "Yeterlilik Deneyleri ve Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Programları Prosedürü" TURKAK, 2016.
3. TS 556 EN 60168 Mesnet izolatörleri- Bina içinde ve bina dışında anma gerilimleri 1000 v'un üstündeki sistemlerde kullanılan- Seramik malzeme veya camdan yapılmış mesnet izolatörlerinin deneyleri
4. ISO/IEC 17043 Conformity Assessment-General Requirements for Proficiency Testing, 2010.
5. UME-G1YG-2020-01, 17,5 kV Dâhili tip porselen mesnet izolatörünün AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim altında atlama geriliminin belirlenmesi yeterlilik deneyi Protokolü, TÜBİTAK UME, 2020.
6. IEC 60060-1 High-Voltage Test Techniques. Part-1: General definitions and test requirements, 2010.
7. IEC 60060-2 High-Voltage Test Techniques. Part-2: Measuring systems, 2010.
8. ISO/IEC 17043 Conformity Assessment - General Requirements for Proficiency Testing, 2010.
9. ISO 13528 Statistical Methods for Use in Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons, 2015.