



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

**UME-EM-10-01**

**Dr. Ahmet MEREV**

**TÜBİTAK UME  
YÜKSEK GERİLİM GRUBU LABORATUVARLARI  
Gebze-KOCAELİ**

**Eylül-2010**

## İÇİNDEKİLER

1.	Giriş .....	5
2.	Pilot Laboratuvar .....	5
3.	Katılımcılar .....	6
4.	Organizasyon ve Zaman Çizelgesi .....	6
5.	Protokolden Sapmalar .....	6
6.	Deney Numunesi.....	7
7.	Ölçümler İle İlgili Genel Esaslar.....	8
7.1.	Yüksek Gerilim Ölçümleriyle İlgili Genel Kurallar .....	8
7.2.	Yeterlilik Deneyi İçin Standart Atmosfer Şartları ve Düzeltme Faktörleri .....	9
7.3.	Yeterlilik Deneyi İçin Montaj Düzenlemesi .....	10
8.	Ortam Şartları.....	11
9.	Deney Yöntemi.....	12
9.1.	AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi.....	12
9.2.	Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi.....	12
10.	Referans Değer .....	12
11.	Değerlendirme.....	13
12.	Ölçüm Sonuçları.....	13
12.1.	TÜBİTAK UME Yeterlilik Deneyi Sonuçları .....	13
12.2.	LAB-1 Yeterlilik Deneyi Sonuçları .....	14
12.3.	LAB-2 Yeterlilik Deneyi Sonuçları .....	14
12.4.	LAB-3 Yeterlilik Deneyi Sonuçları .....	15
13.	Karşılaştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	15
14.	Kaynaklar .....	19
15.	EK-1 : Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Teknik Protokolü.....	20



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Katılımcı Laboratuvar Bilgileri .....	6
<b>Tablo 2.</b> Karşılaştırma Zaman Çizelgesi .....	7
<b>Tablo 3.</b> Deney Numunesinin Teknik Özellikleri.....	7
<b>Tablo 4.</b> Katılımcıların Ölçümleri Gerçekleştirdiği Ortam Şartları .....	11
<b>Tablo 5.</b> Deney Numunesinin Referans Gerilim Değerleri .....	12
<b>Tablo 6.</b> TÜBİTAK UME Ölçüm Sonuçları .....	13
<b>Tablo 7.</b> LAB-1 Ölçüm Sonuçları .....	14
<b>Tablo 8.</b> LAB-2 Ölçüm Sonuçları .....	14
<b>Tablo 9.</b> LAB-3 Ölçüm Sonuçları .....	15
<b>Tablo 10.</b> Yeterlilik Deneyi Sonuçları: AC Yüksek Gerilim Ölçümleri .....	16
<b>Tablo 11.</b> Yeterlilik Deneyi Sonuçları: +LI Yüksek Gerilim Ölçümleri .....	17
<b>Tablo 12.</b> Yeterlilik Deneyi Sonuçları: -LI Yüksek Gerilim Ölçümleri .....	18



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> Deney Numunesi .....	8
<b>Şekil 2.</b> Deney Düzenegi .....	11
<b>Şekil 3.</b> AC Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri .....	16
<b>Şekil 4.</b> +LI Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri .....	17
<b>Şekil 5.</b> -LI Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri .....	18

## 1. Giriş

Laboratuvarlararası karşılaştırmalar (LAK) ve yeterlilik deneyleri (YT), kalibrasyon ve deney laboratuvarlarının teknik yeterliliklerinin değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Bu husus, TS EN ISO/IEC 17025 standardı [1] ve TÜRKAK dokümanlarında da [2] belirtilmiştir. 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 akredite olmuş veya akredite olmayı planlayan deney laboratuvarlarının yüksek gerilim yeterlilik deneyi ihtiyacı dikkate alınarak, TÜRKAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları koordinatörlüğünde, yüksek gerilim deneyleri için bir yeterlilik deneyi gerçekleştirilmiştir.

Yüksek gerilim deneyleri yapabilecek altyapıya sahip laboratuvarları bünyesinde bulunduran üreticilerin katılımına açık olan yeterlilik deneyi, üreticisi Çanakkale Seramik A.Ş. olan 36 kV dahili mesnet izolatörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yeterlilik deneyine alt yapısı uygun TÜRKAK tarafından akredite edilen veya edilecek birçok elektromekanik sanayi üreticisi davet edilmiştir. Ancak yeterlilik deneyine 3 üreticinin laboratuvarı katılımında bulunmuştur.

Yeterlilik deneyi öncesi Teknik Protokol oluşturulmuş ve katılımcıların onayı alınmıştır. Yeterlilik deneyine 5 deney numunesi ile başlanmış ancak 4 adet numunenin yalıtım özelliği zarar görmesiyle, yeterlilik deneyi tek numuneyle tamamlanmıştır.

Bu yeterlilik deneyi 36 kV çalışma gerilimine sahip dâhili tip porselen mesnet izolatörünün TS 556 EN 60168 standardında belirtilen:

1. TS 556 EN 60618 Standardı [3], Madde-4.5.2: “Kuruda Darbe Dayanım Deneyi: %50 Atlama Gerilimi Metodunun Kullanıldığı Dayanma Gerilim Deneyi”
2. TS 556 EN 60618 Standardı [3], Madde-4.7.3: “Kuruda Güç Frekanslı Dayanım Deneyi: Kuruda Güç Frekanslı Atlama Gerilimi Deneyi”

için deney yeterliliklerini kapsamaktadır.

## 2. Pilot Laboratuvar

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)

Sorumlu : Dr. Ahmet MEREV

Adres: : TÜBİTAK UME Gebze Yerleşkesi Anibal Cad. P.K. 54 41470 Gebze-KOCAELİ

Telefon : 262 679 50 00 (4350)

Faks : 262 679 50 01

E-posta : ahmet.merev@ume.tubitak.gov.tr

### 3. Katılımcılar

Yeterlilik deneyine, yüksek gerilim deneyleri için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilen veya edilecek toplam 4 laboratuvar katılmıştır. Katılımcı laboratuvar bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Teknik Protokole uygun olarak, raporda katılımcılar kendilerine verilen laboratuvar kodlarıyla anılacaktır.

**Tablo 1. Katılımcı Laboratuvar Bilgileri**

Laboratuvar Adı	İlgili Kişi	Adres
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	Dr. Ahmet MEREV	TÜBİTAK UME Gebze Yerleşkesi Anibal Cad. P.K. 54 41470 Gebze-KOCAELİ
ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Dağıtım Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Özdeniz Cevdet GÖKMEN	ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Organize Sanayi Bölgesi 2.Cadde No:16 Y.Dudullu 34776 İSTANBUL
ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Güç Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Nihat KÖSEDAĞI	ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Esentepe Mahallesi Milangaz Caddesi No: 52 34870 Kartal İSTANBUL
Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş. Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Deniz BAŞARAN YİĞİT	Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş. Fatih Mah. Demirci Sk. No:1 17430 Çan ÇANAKKALE

### 4. Organizasyon ve Zaman Çizelgesi

Yeterlilik deneyine 12.04.2010 tarihinde başlamış olup, 11.06.2010 tarihinde tamamlanmıştır. Her katılımcıya ölçümler için 5 gün süre tanınmıştır. Ölçümleri Tablo 2’de verilen zaman çizelgesine uygun olarak tamamlanmıştır.

### 5. Protokolden Sapmalar

Tüm katılımcılar genel olarak zaman çizelgesine uymuşlardır. Ancak sonuçların Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Teknik Protokolü’nde belirtilen süre içerisinde TÜBİTAK UME’ye gönderilmesi hususunda protokolden küçük sapmalar olmuştur.

**Tablo 2.** Karşılaştırma Zaman Çizelgesi

Laboratuvar	Deney Zamanı
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	12-16 Nisan 2010
Çanakkale Seramik A.Ş. Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	26-30 Nisan 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları (*)	10-14 Mayıs 2010
ABB Güç Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Lab.	17-21 Mayıs 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları (*)	24-28 Mayıs 2010
ABB Dağıtım Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Lab.	31 Mayıs-4 Haziran 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları (*)	7-11 Haziran 2010

(\*) Numunelerin kontrolü gerçekleştirilmiş olup herhangi bir ölçüm alınmamıştır.

## 6. Deney Numunesi

Yeterlilik deneylerinde kullanılacak olan deney numunesi 36 kV çalışma gerilimine sahip, dahili tip 1 adet porselen mesnet izolatördür (Şekil 1). Deney numunesinin teknik özellikleri Tablo 3'te ve teknik çizimi EK-1'de verilen yeterlilik deneyi teknik protokolünde verilmiştir.

**Tablo 3.** Deney Numunesinin Teknik Özellikleri

Özellikler	Açıklama
Üretici	Çanakkale Seramik A.Ş.
İzolator Tipi	J4-170
Kaçak Mesafesi	432 mm (12 mm/kV)
Eğilme Kırılma Yüğü (min)	4000 N
Güç Frekansında AC Dayanım	70 kV
Yıldırım Darbe Gerilim Dayanımı	170 kV
Ortalama Ağırlık	5,5 kg
Sır Rengi	Kahverengi



**Şekil 1.** Deney Numunesi

Yeterlilik deneyi ölçümlerine, numunelerin elektriksel strese dayanamama ihtimali üzerine ilk aşamada 5 deney numunesi ile başlanmıştır. Her numune No:1, No:2, No:3, No:4 ve No:5 olarak işaretlenmiştir. Tüm ölçümlerin tamamlanmasından sonra yapılan incelemeler sonucunda sadece No:3 işaretli numunenin hasar görmediği gözlemlenmiştir. Buna göre yeterlilik deneylerinin değerlendirilmesi sadece 3 numaralı numune için; AC (50 Hz), pozitif yıldırım darbe ve negatif yıldırım darbe gerilimde gerçekleştirilmiştir.

## **7. Ölçümler İle İlgili Genel Esaslar**

### **7.1. Yüksek Gerilim Ölçümleriyle İlgili Genel Kurallar**

- ➔ Katılımcı laboratuvarlar, yüksek gerilim üreteç ve ölçüm sistemlerinin TS HD 588.1 S1:2006 [4] ve TS EN 60060-2 [5] standartlarında belirtilen şartlara sahip olduklarını kabul etmişlerdir.

- ➔ AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim deney işlemleri TS HD 588.1 S1'e [4] uygun olarak gerçekleştirilmiştir.
- ➔ Yıldırım darbe yüksek gerilimleri kendi beklenen tepe değerleriyle ve AC yüksek gerilimler ise  $\sqrt{2}$  ile bölünmüş tepe değerleri olarak ifade edilmiştir.
- ➔ Deney süresindeki doğal atmosferik şartları, TS HD 588.1 S1'de [4] belirtilen standart değerlerden farklı olduğunda, TS 556 EN 60168:2001 [3] Madde 4.2.2'ye uygun olarak düzeltme faktörleri uygulanmıştır.
- ➔ Yeterlilik deneylerine başlamadan önce numuneler temiz ve kuru olmasına katılımcılar dikkat edilmiştir.
- ➔ İzolatörün yüzeyindeki, özellikle bağıl nem yüksek olduğunda yoğunlaşmadan kaçınmak için özel tedbirler alınmıştır. Deneyler bağıl nem değerinin %70'i aştığı ortamlarda gerçekleştirilmemiştir.
- ➔ Gerilimin birbirini izleyen uygulamaları arasındaki zaman aralıkları, atlama deneylerindeki gerilimin önceki uygulamasının etkisinden kaçınmak için, en az 1 dakika olmasına katılımcılar dikkat etmişlerdir.

## 7.2. Yeterlilik Deneyi İçin Standart Atmosfer Şartları ve Düzeltme Faktörleri

TS HD 588.1 S1:2006 [4] standardına göre, yüksek gerilim ölçümleri ve deneyleri için standart atmosferik şartlar aşağıda belirtilmiştir:

- Sıcaklık:  $t_0 = 20^\circ\text{C}$

- Basınç:  $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$  (1013 mbar)

- Mutlak nem:  $h_0 = 11 \text{ g/m}^3$  (yaklaşık olarak %64 bağıl neme eşittir)

Deney laboratuvarlarının yılın tüm aylarında yukarıda ifade edilen şartları sağlamaları, coğrafi konumların farklılıkları nedeniyle çok zor olduğundan, deneylerin yapıldığı ortamların şartları, özel düzeltme faktörleri kullanılarak, standart atmosfer şartlarına uyumlu hale getirilmiştir [4].

Bir dış yalıtımın hasar verici boşalması, atmosfer şartlarına bağlıdır. Genellikle, hava içinde belirli bir yol için hasar verici boşalma gerilimi hava yoğunluğunun veya nemin artmasıyla artar. Bununla birlikte, bağıl nem yaklaşık % 80'i aştığında ve özellikle yalıtkan bir yüzey üzerinde hasar verici boşalma oluştuğunda, hasar verici boşalma gerilimi düzensizleşmektedir.

Düzeltilme faktörleri uygulanarak, belirli deney şartlarında ( $t$  sıcaklığı,  $b$  basıncı,  $h$  nemi) ölçülen hasar verici boşalma gerilimi, standart referans atmosfer şartlarında ( $t_0$ ,  $b_0$ ,  $h_0$ ) elde edilebilecek değere dönüştürülebilir. Bunun tersine, belirli referans şartlar için belirlenen bir deney gerilimi, deney şartları altındaki eşdeğer değerine de dönüştürülebilir.

Hasar verici boşalma gerilimi, iki düzeltme faktörünün çarpımı sonucu ortaya çıkan atmosferik düzeltme faktörü K ile orantılıdır:

-Hava yoğunluğu düzeltme faktörü:  $k_1$  (TS HD 588.1 S1:2006 Madde 11.2.1)

-Nem düzeltme faktörü:  $k_2$  (TS HD 588.1 S1:2006 Madde 11.2.2)

olmak üzere atmosferik düzeltme faktörü (1) bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

$$K = k_1 \times k_2 \quad (1)$$

Yeterlilik deneyindeki gerçek V yüksek gerilim değerleri (2) bağıntısı kullanılarak deney gerilimi  $U_0$ 'ın K ile çarpılmasıyla belirlenmelidir.

$$V = V_0 \times K \quad (2)$$

Yeterlilik deneyi ölçümlerinde daima, deney sırasındaki gerçek atmosfer şartları, uygulanan düzeltme faktörleri ve düzeltilmiş gerilim değerleri yer almalıdır. Hava ve nem düzeltme faktörlerinin hesaplanması ile ilgili bilgiler TS HD [4] standardında verilmiştir.

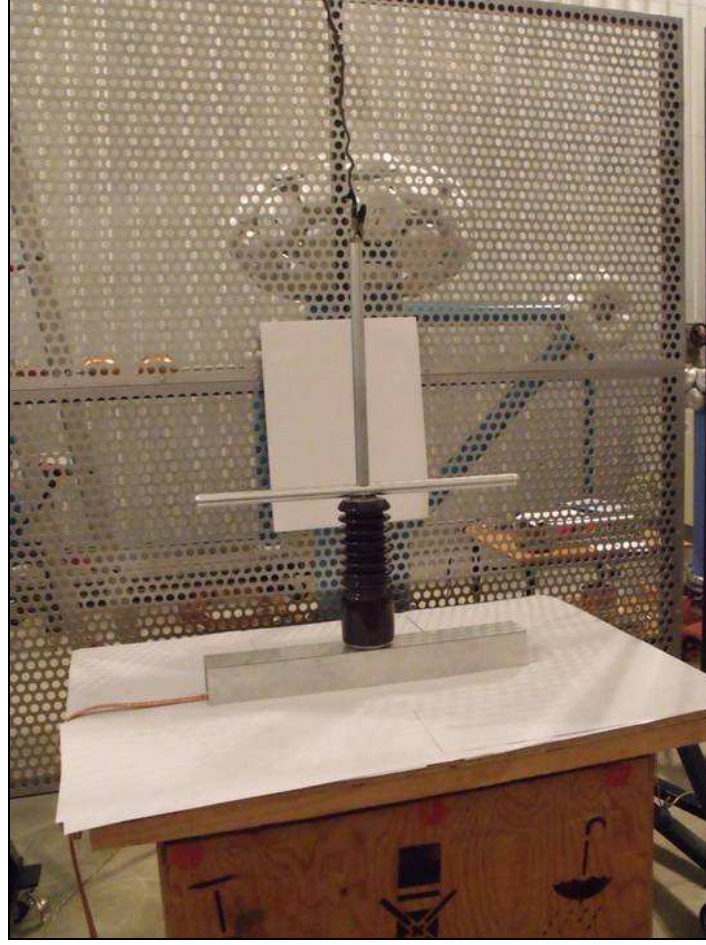
### 7.3. Yeterlilik Deneyi İçin Montaj Düzenlemesi

Mesnet izolatörü, kenarları aşağıya çevrilmiş U kesitli yatay metal bir mesnet üzerine dikey olarak yerleştirilmiştir. Bu metal mesnedin eni yaklaşık olarak mesnet izolatörünün alt elektrodunun çapına eşit, uzunluğu mesnet izolatörünün yüksekliğinin en az 2 katına eşit ve metal mesnedin yere olan mesafesi en az 1 m'dir.

Mesnet izolatörünün tepesine yere paralel, topraklanmış mesnede dik tutulan silindirik biçimli bir iletken bağlanmıştır. İletkenin boyu mesnet izolatörünün boyunun en az 1,5 katına eşit ve iletken çapı en az 25 mm olmak üzere, mesnet izolatörü boyunun yaklaşık %1,5'i kadardır.

Yeterlilik deney paketi içerisinde deney numuneleri ile birlikte katılımcılara U kesitli yatay iletken, 2 adet bağlantı çubuğu ve topraklama iletkeni de verilmiştir.

Yüksek gerilim bağlantısı, iletkenin bir ucundan yapılarak iletkenle topraklanmış metal arasına uygulanmıştır. Deney, mesnet izolatörü ve yardımcı iletkenlerden oluşan deney düzeneğinin, tüm parçaları yalıtkan (ahşap, plastik vb.) bir malzemeden yapılmış masa ya da sandık üzerine yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Yeterlilik deneyinin montaj düzenlemesi Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 2.** Deney Düzeneği

## 8. Ortam Şartları

Katılımcıların ölçümler sırasındaki ortam şartları Tablo 4'te verilmiştir. Tablolar laboratuvarların beyanına göre hazırlanmıştır.

**Tablo 4.** Katılımcıların Ölçümleri Gerçekleştirdiği Ortam Şartları

Laboratuvar Kodu	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Atmosfer Basıncı (mbar)
TÜBİTAK UME	23 ± 0,4	32 ± 3	990 ± 15
LAB1	23 ± 1,0	45 ± 6	1009 ± 2
LAB2	25 ± 2,0	47 ± 3	1014 ± 1
LAB3	25 ± 2	60 ± 10	1010 ± 5

## 9. Deney Yöntemi

### 9.1. AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi

Deney devresi TS EN 588.1 S1:2006 [4] standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Deney protokolünde belirtilen montaj düzeni sağlanmış deney numunesine 10 adet AC (50 Hz) yüksek gerilim 5 kV/s artış hızında gerilimler uygulanmış ve 10 atlama değeri kaydedilmiştir. Gerilim uygulamaları arasında en az 1 dakika ara verilmiştir. Elde edilen gerilim değerleri Bölüm 7.2'de belirtilen düzeltme faktörleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmiş ve ölçüm sonuçlarının ortalaması değerlendirmeye alınmıştır.

### 9.2. Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi

Deney devresi TS EN 588.1 S1:2006 [4] standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Deney numunelerine, 1,2/50 µs standart yıldırım darbe yüksek gerilimleri ilgili standartta belirtilen [4] toleranslarda yukarı-aşağı (up-down) metodu kullanılarak en az 20 darbe yüksek gerilim uygulanmıştır. Elde edilen atlama gerilim değeri %50 tayin metodu ile hesaplanmıştır. Yıldırım darbe deneyleri pozitif ve negatif olmak üzere her iki polaritede gerçekleştirilmiştir [5].

## 10. Referans Değer

Deney numunesinin TS EN 588.1 S1:2006 standardına göre gerçekleştirilen AC, pozitif yıldırım (+LI) ve negatif yıldırım (-LI) darbe atlama gerilimlerinin referans değerleri, TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları'nda 12-16 Nisan 2010 tarihlerindeki deneyler sonucunda belirlenmiştir. Deney numunesinin referans AC, +LI ve -LI atlama gerilim değerleri Tablo 5'te ölçüm belirsizliği ifadeleriyle birlikte verilmiştir.

**Tablo 5.** Deney Numunesinin Referans Gerilim Değerleri

Laboratuvar Kodu	AC Yüksek Gerilim		Pozitif Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim		Negatif Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim	
	$\frac{V_{peak}}{\sqrt{2}}$ (kV)	Belirsizlik*	$V_{peak}$ (kV)	Belirsizlik*	$V_{peak}$ (kV)	Belirsizlik*
TÜBİTAK UME	118,57	1,2	210,42	1,7	-250,64	1,7

\* Tabloda verilen belirsizlikler genişletilmiş ölçüm belirsizlikleridir (%95, k=2).

## 11. Değerlendirme

Yeterlilik deneyi sonucu  $E_n$  değerleri hesaplanarak değerlendirilmiştir.  $E_n$  değeri ise (3) bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır [6].

$$E_n = \frac{V_{LABX} - V_{REF}}{\sqrt{U_{LABX}^2 + U_{REF}^2}} \quad (3)$$

Burada;  $V_{LABX}$  katılımcı laboratuvarın ölçüm değeri (kV),  $V_{REF}$  TÜBİTAK UME tarafından ölçülen referans değer (kV),  $U_{LABX}$  katılımcı laboratuvarın ölçüm ölçüm belirsizliği (kV) ve  $U_{REF}$  TÜBİTAK UME tarafından ölçülen referans değer ölçüm belirsizliğidir (kV).

Başarılı bir yeterlilik deneyi sonucunda, ISO/IEC 17043 standardına göre  $|E_n| \leq 1$  şartının sağlanması gereklidir [6].

## 12. Ölçüm Sonuçları

Yüksek gerilim yeterlilik deneyi sırasında elde edilen sonuçlar Tablo 6-9'da verilmiştir.

### 12.1. TÜBİTAK UME Yeterlilik Deneyi Sonuçları

Yüksek gerilim yeterlilik deneyinin ilk ölçümleri TÜBİTAK UME tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yeterlilik deneylerinde referans değerler olarak kabul edilmiştir. Ölçüm sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. TÜBİTAK UME Ölçüm Sonuçları**

Tarih	Ortalama Ölçülen Değer (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (%)	Ortam Koşulları		
			Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Basınç (mbar)
AC Yüksek Gerilim	118,57	1,2	23 ± 0,2	34 ± 3	987± 1
+LI Yüksek Gerilim	210,42	1,7	23 ± 0,4	32 ± 3	930± 3
-LI Yüksek Gerilim	-250,64	1,7	23 ± 0,3	32 ± 2	930± 5

## 12.2. LAB-1 Yeterlilik Deneyi Sonuçları

LAB-1'in yüksek gerilim yeterlilik deneyi ölçüm sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. LAB-1 Ölçüm Sonuçları**

Tarih	Ortalama Ölçülen Değer (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (%)	Ortam Koşulları		
			Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Basınç (mbar)
AC Yüksek Gerilim	122,5	3,0	23 ± 0,5	50 ± 1	1009 ± 1
+LI Yüksek Gerilim	207,0	3,0	22 ± 1,0	45 ± 5	1009 ± 1
-LI Yüksek Gerilim	-259,5	3,0	23 ± 1,0	45 ± 5	1008 ± 1

## 12.3. LAB-2 Yeterlilik Deneyi Sonuçları

LAB-2'nin yüksek gerilim yeterlilik deneyi ölçüm sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8. LAB-2 Ölçüm Sonuçları**

Tarih	Ortalama Ölçülen Değer (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (%)	Ortam Koşulları		
			Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Basınç (mbar)
AC Yüksek Gerilim	115,3	3,0	25 ± 0,5	47 ± 3	1014 ± 1
+LI Yüksek Gerilim	205,14	2,45	24,5 ± 1	47 ± 3	1014 ± 1
-LI Yüksek Gerilim	-247,33	2,45	24,5 ± 1	47 ± 3	1014 ± 1

#### 12.4. LAB-3 Yeterlilik Deneyi Sonuçları

LAB-3'ün yüksek gerilim yeterlilik deneyi ölçüm sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9. LAB-3 Ölçüm Sonuçları**

Tarih	Ortalama Ölçülen Değer (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (%)	Ortam Koşulları		
			Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Basınç (mbar)
AC Yüksek Gerilim	116,14	2,5	25 ± 1,5	55 ± 5	1009 ± 1
+LI Yüksek Gerilim	212,56	2,7	26 ± 1	62 ± 6	1012 ± 2
-LI Yüksek Gerilim	-242,86	2,7	26,5 ± 0,2	62 ± 6	1012 ± 2

#### 13. Karşılaştırma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

AC yüksek gerilim ölçümleri için değerlendirme sonucu Tablo 10 ve Şekil 3'te verilmiştir. Tüm katılımcıların  $E_n$  değerleri 1'den küçük olduğundan yeterlilik deneyi AC yüksek gerilim ölçümlerinde tüm katılımcılar için başarılıdır.

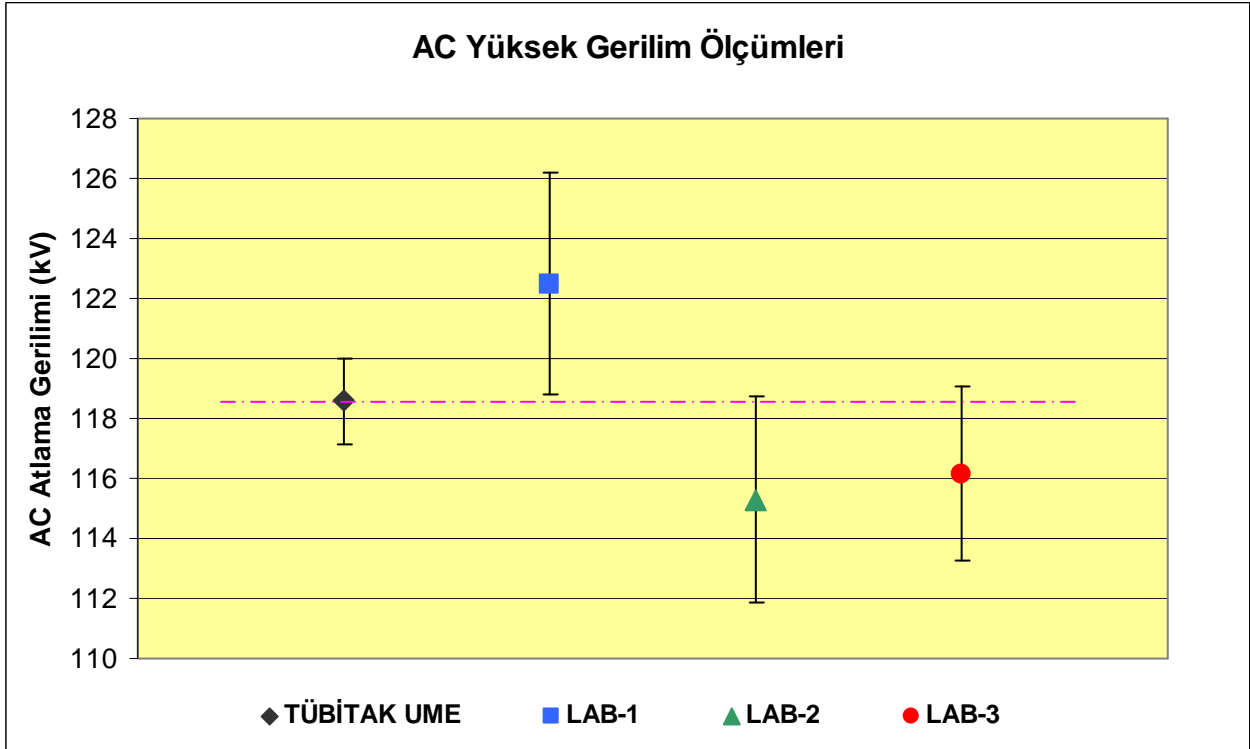
Pozitif darbe (+LI) yüksek gerilim ölçümleri için değerlendirme sonucu Tablo 11 ve Şekil 4'te verilmiştir. Tüm katılımcıların  $E_n$  değerleri 1'den küçük olduğundan yeterlilik deneyi pozitif darbe yüksek gerilim ölçümlerinde tüm katılımcılar için başarılıdır.

Negatif darbe (-LI) yüksek gerilim ölçümleri için değerlendirme sonucu Tablo 12 ve Şekil 5'te verilmiştir. Tüm katılımcıların  $E_n$  değerleri 1'den küçük olduğundan yeterlilik deneyi negatif darbe yüksek gerilim ölçümlerinde tüm katılımcılar için başarılıdır.

**Tablo 10.** Yeterlilik Deneyi Sonuçları: AC Yüksek Gerilim Ölçümleri

Laboratuvar Kodu	Ölçülen Değer $V_{LABX}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{LABX}$	Referans Değer $V_{REF}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{REF}$	$E_n$
LAB-1	122,50 kV	% 3	118,57 kV	% 1,2	0,997
LAB-2	115,30 kV	% 3			-0,874
LAB-3	116,14 kV	% 2,5			-0,752

\* Tabloda verilen belirsizlikler genişletilmiş ölçüm belirsizlikleridir (%95, k=2).

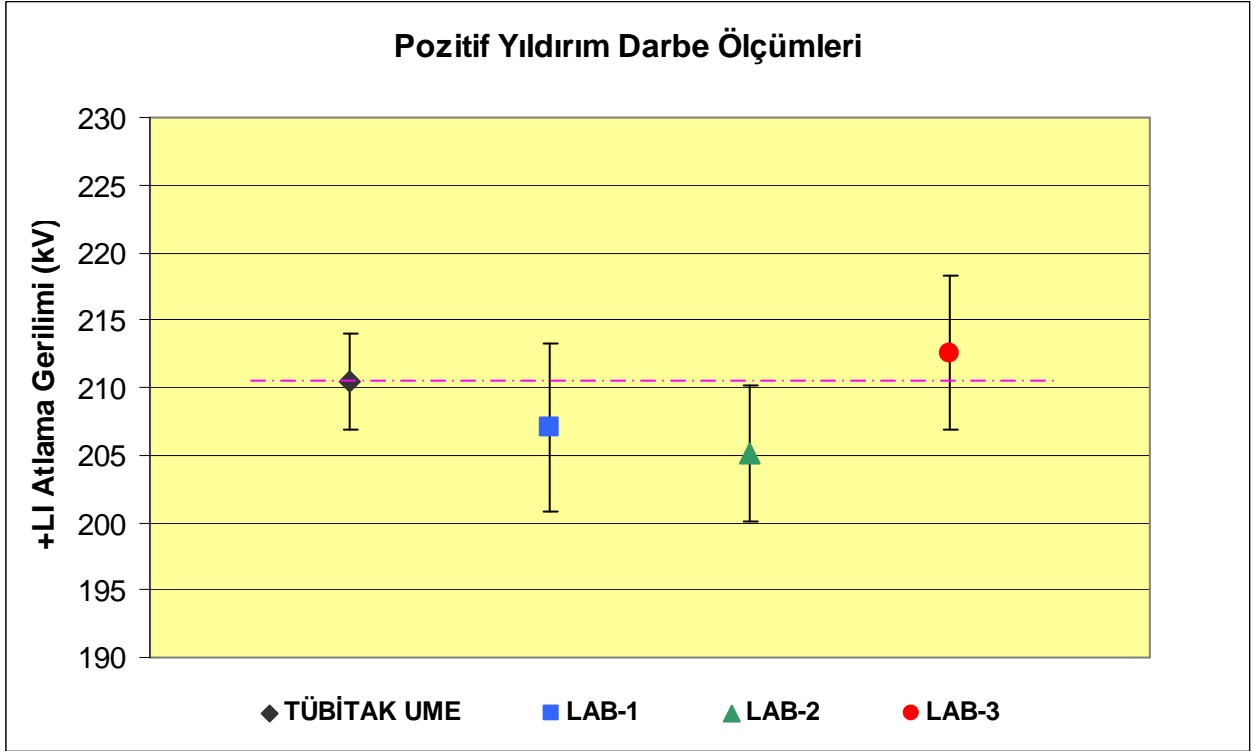


**Şekil 3.** AC Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri

**Tablo 11.** Yeterlilik Deneyi Sonuçları: +LI Yüksek Gerilim Ölçümleri

Laboratuvar Kodu	Ölçülen Değer $V_{LABX}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{LABX}$	Referans Değer $V_{REF}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{REF}$	$E_n$
LAB-1	207,00 kV	% 3	210,42 kV	% 1,7	-0,477
LAB-2	205,14 kV	% 2,45			-0,856
LAB-3	212,56 kV	% 2,7			0,316

\* Tabloda verilen belirsizlikler genişletilmiş ölçüm belirsizlikleridir (%95, k=2).

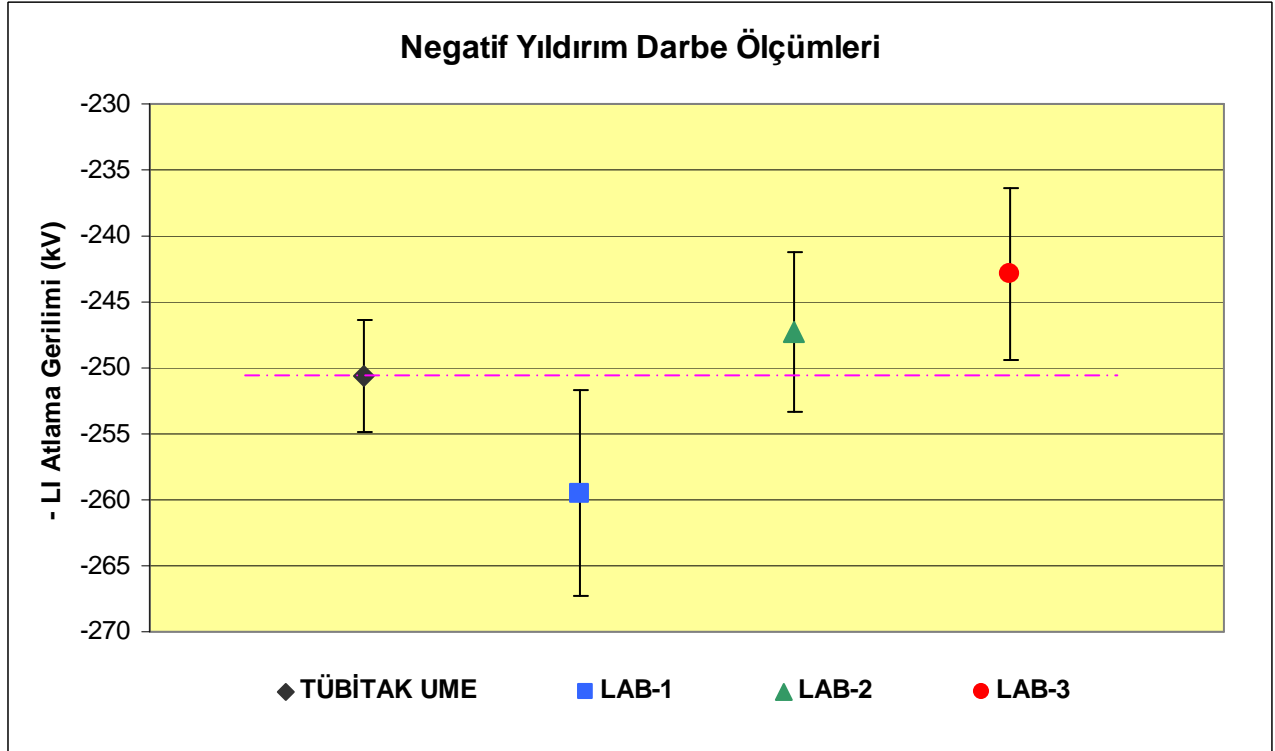


**Şekil 4.** +LI Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri

**Tablo 12.** Yeterlilik Deneyi Sonuçları: -LI Yüksek Gerilim Ölçümleri

Laboratuvar Kodu	Ölçülen Değer $V_{LABX}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{LABX}$	Referans Değer $V_{REF}$	Ölçüm Belirsizliği $U_{REF}$	$E_n$
LAB-1	-259,50	3	-250,64	1,7	-0,998
LAB-2	-247,33	2,45			0,447
LAB-3	-242,85	2,7			0,996

\* Tabloda verilen belirsizlikler genişletilmiş ölçüm belirsizlikleridir (%95, k=2).



**Şekil 5.** -LI Yüksek Gerilim Ölçüm Sonuçları ve Ölçüm Belirsizlikleri



#### 14. Kaynaklar

- [1] TS EN ISO/IEC 17025:2005 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar.
- [2] P704, TÜRKAK Yeterlilik Deneyleri ve Laboratuvarlar arası Karşılaştırma Programları Prosedürü, Rev 3, 26.01.2006.
- [3] TS 556 EN 60168:2001 Mesnet İzolatörleri- Bina İçinde ve Bina Dışında Anma Gerilimleri 1000 V'un Üstündeki Sistemlerde Kullanılan-Seramik Malzeme veya Camdan Yapılmış Mesnet İzolatörlerinin Deneyleri.
- [4] TS HD 588.1 S1:2006 Yüksek Gerilim Deney Teknikleri - Bölüm 1: Genel Tarifler ve Deney Kuralları.
- [5] TS EN 60060-2 Yüksek Gerilim Deney Teknikleri – Bölüm 2: Ölçme sistemleri.
- [6] ISO/IEC 17043 Conformity Assessment-General Requirements for Proficiency Testing.



## **EK-1 : Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Teknik Protokolü**



**36 kV DÂHİLİ TİP PORSELEN MESNET İZOLATÖRÜNÜN AC (50 Hz) VE  
YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ALTINDA ATLAMA GERİLİMİNİN  
BELİRLENMESİ YETERLİLİK DENEYİ  
TEKNİK PROTOKOLÜ**

**UME-EM-10-01**

**TÜBİTAK UME  
YÜKSEK GERİLİM GRUBU LABORATUVARLARI**

(Rev. 6)

21 Nisan 2010

**ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ**

Gebze Yerleşkesi P.K. 54 41470 Gebze Kocaeli T 262 679 50 00 F 0626 679 50 01 [www.ume.tubitak.gov.tr](http://www.ume.tubitak.gov.tr)



## İÇİNDEKİLER

1.	Kapsam.....	3
2.	Deney Numuneleri .....	3
3.	Yeterlilik Deney Paketi .....	4
4.	Zaman Çizelgesi .....	4
5.	Numunelerin Muhafazası, Taşınması ve Sigorta.....	5
6.	Katılımcılar .....	6
7.	Yeterlilik Deneyi Başvuruları .....	6
8.	Anlaşmazlıkların Giderilmesi .....	6
9.	Deney Numunelerinin Ön Kontrolü.....	6
10.	Ölçümler İle İlgili Genel Esaslar.....	8
10.1.	Yüksek Gerilim Ölçümleriyle İlgili Genel Kurallar .....	8
10.2.	Yeterlilik Deneyi İçin Standart Atmosfer Şartları ve Düzeltme Faktörleri .....	9
10.3.	Yeterlilik Deneyi İçin Montaj Düzenlemesi .....	10
11.	AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi .....	12
12.	Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi .....	12
13.	Sonuçların Gönderilmesi .....	9
14.	Değerlendirme .....	9
15.	Referanslar .....	10
16.	EK-1: 36 kV DÂHİLİ TİP MESNET İZOLATÖRÜNÜN TEKNİK ÇİZİMİ .....	11
17.	EK-2: YETERLİLİK DENEYİ KATILIMCI LİSTESİ .....	12
18.	EK-3: YETERLİLİK DENEY PAKETİ İÇERİĞİ KONTROL FORMU .....	13
19.	EK-4: TESLİM ALMA KONTROL FORMU .....	14
20.	EK-5: TESLİM ETME FORMU .....	15
21.	EK-6: AC YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU .....	16
22.	EK-7: POZİTİF YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU .....	17
23.	EK-8: NEGATİF YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU .....	18
24.	EK-9: MONTAJ DÜZENLEMESİ .....	19

## 1. Kapsam

Laboratuvarlar arası karşılaştırmalar (LAK) ve yeterlilik deneyleri (YT), kalibrasyon ve deney 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 akredite olmuş veya akredite olmayı planlayan deney laboratuvarlarının yüksek gerilim yeterlilik deneyi ihtiyacı dikkate alınarak, TÜRKAK UME Yüksek Gerilim Grubu laboratuvarları koordinatörlüğünde, yüksek gerilim deneyleri için bir laboratuvarlar arası yeterlilik deneyi organize edilmesi planlanmıştır.

Bu yeterlilik deneyi 36 kV çalışma gerilimine sahip dâhili tip porselen mesnet izolatörünün TS 556 EN 60168 standardında belirtilen:

3. TS 556 EN 60618 Standardı [3], Madde-4.5.2: "Kuruda Darbe Dayanım Deneyi: %50 Atlama Gerilimi Metodunun Kullanıldığı Dayanma Gerilim Deneyi"
4. TS 556 EN 60618 Standardı [3], Madde-4.7.3: "Kuruda Güç Frekanslı Dayanım Deneyi: Kuruda Güç Frekanslı Atlama Gerilimi Deneyi"

için deney yeterliliklerini kapsamaktadır.

## 2. Deney Numuneleri

Yeterlilik deneylerinde kullanılacak olan deney numuneleri 36 kV çalışma gerilimine sahip dahili tip 4 adet porselen mesnet izolatörüdür (Resim 1). Deney numunelerinin teknik özellikleri Tablo 1'de ve teknik çizimi EK-1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Deney Numunesinin Teknik Özellikleri

Özellikler	Açıklama
Üretici	Çanakkale Seramik A.Ş.
İzolator Tipi	J4-170
Kaçak Mesafesi	432 mm (12 mm/kV)
Eğilme Kırılma Yüğü (min)	4000 N
Güç Frekansında AC Dayanım	70 kV
Yıldırım Darbe Gerilim Dayanımı	170 kV
Ortalama Ağırlık	5,5 kg
Sır Rengi	Kahverengi



**Resim 1.** Deney Numunesi

### **3. Yeterlilik Deney Paketi**

Katılımcılara gönderilen yeterlilik deney paketi aşağıdakilerden oluşmaktadır.

1. Deney Numuneleri
2. Yeterlilik Deneyi Teknik Protokolü
3. Katılımcı Listesi
4. Yeterlilik Deney Paketi Teslim Alma Formu
5. Yeterlilik Deney Paketi Teslim Etme Formu
6. Yeterlilik Deney Paketi İçeriği Kontrol Formu

### **4. Zaman Çizelgesi**

Yüksek gerilim yeterlilik deneylerine TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları (koordinatör), Çanakkale Seramik A.Ş. Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı, ABB Güç Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı ve ABB Güç Transformatörleri Yüksek

Gerilim Test Laboratuvarı katılacaklardır. Katılımcı laboratuvarların yeterlilik deneylerini gerçekleştirecekleri zaman çizelgesi Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Yeterlilik Deneyi Zaman Çizelgesi

Laboratuvar	Deney Zamanı
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	12-16 Nisan 2010
Çanakkale Seramik A.Ş. Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	26-30 Nisan 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	10-14 Mayıs 2010
ABB Güç Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	17-21 Mayıs 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	24-28 Mayıs 2010
ABB Dağıtım Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	31 Mayıs-4 Haziran 2010
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	7-11 Haziran 2010

## 5. Numunelerin Muhafazası, Taşınması ve Sigorta

Deney numunelerinin muhafazası ve taşınmasından, ölçümleri gerçekleştirecek laboratuvar sorumludur. Bu sorumluluk; numunelerin TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları’ndan elden teslim alınması ve ölçümler bittikten sonra yine TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları’na elden teslim edilmesi boyunca geçen süre içerisinde geçerlidir. Deney numunelerinin hasar görmesi durumunda, yeni numunelerin temini ve yeterlilik deneyinin yeniden tekrarlanması gerektiğinden yeterlilik deney ücretinin tamamının karşılanması, hasarı meydana getiren sorumlu laboratuvara aittir. Bu sebeple deney numuneleri katılımcı laboratuvar tarafından istenirse sigorta ettirilebilir.

Bu yeterlilik deneyi, ölçümlerin başlangıcından bitimine kadar deney numunelerinin sağlam ve ölçüm değerlerinin kararlı kalacağı varsayımıyla yapılmaktadır. Eğer numuneler herhangi bir şekilde zarar görür ve kullanılamayacak duruma gelir veya bir başka nedenle sonuçların kullanılamayacağı anlaşılırsa, tüm deney masrafları sorumlu laboratuvar tarafından karşılandıktan sonra, yeterlilik deneyine benzer nitelikte başka deney numuneleriyle yeniden başlanacaktır.



## 6. Katılımcılar

Yeterlilik deneyi, TÜRKAK ve TÜBİTAK UME işbirliği çerçevesinde TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları tarafından düzenlenmektedir. Yeterlilik deneyinin koordinatörü ve katılımcılar ile ilgili detaylı bilgiler, yeterlilik deneyi web sayfasının “İlgili Dokümanlar” linkinde (<http://www.ume.tubitak.gov.tr/lak/yuksegerilim>) veya teknik protokolde “EK-2: Katılımcı Listesi” adı altında yer almaktadır.

## 7. Yeterlilik Deneyi Başvuruları

“36 kV Dâhili Tip Porselen Mesnet İzolatörünün AC (50 Hz) ve Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Yeterlilik Deneyi”ne katılmak isteyen laboratuvarlar için deney ücreti her deney laboratuvarı için 2.300 TL+KDV’dir. Deney Laboratuvarları, yeterlilik deneyi ücretini 15.03.2010 tarihine kadar T.C. Ziraat Bankası Gebze Şubesi (Kod:164) 34749604-5004 No’lu hesaba (IBAN No: TR680001000164347496045004) yatırdıktan sonra ödendi dekontunu elden ya da e-mail yoluyla yeterlilik deneyi koordinatörüne teslim etmeleri yada göndermeleri gerekmektedir.

## 8. Anlaşmazlıkların Giderilmesi

TÜBİTAK UME ile katılımcı laboratuvarlar arasında doğabilecek her türlü anlaşmazlık durumunda, öncelikle katılımcı laboratuvar(lar) ile karşılıklı mutabakat aranır. Buna rağmen taraflar anlaşmazlığı gideremezlerse, mahkeme yolu açıktır. Bu durumda ihtilafların hal mercii, T.C. Gebze Mahkemeleri ve İcra Daireleri’dir.

## 9. Deney Numunelerinin Ön Kontrolü

- Yeterlilik deney paketi teslim alındığında, paket (kutu) ve numuneler üzerinde görünür bir hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Yeterlilik deney paketinin içeriği, “Yeterlilik Deney Paketi İçeriği Kontrol Formu” (EK-3) ile kontrol edilmelidir.
- Kontrol sonucu, EK-4’te verilen “Teslim Alma Formu” aynı gün içinde doldurularak yeterlilik deneyi sorumlusuna e-posta ile gönderilmelidir.

## 10. Ölçümler İle İlgili Genel Esaslar

### 10.1. Yüksek Gerilim Ölçümleriyle İlgili Genel Kurallar

- Katılımcı laboratuvar, yüksek gerilim üreteç ve ölçüm sistemlerinin TS HD 588.1 S1:2006 [4] ve TS EN 60060-2 [5] standartlarında belirtilen şartlara sahip olmasından sorumludur.

- AC (50 Hz) ve yıldırım darbe yüksek gerilim deney işlemleri TS HD 588.1 S1'e [4] uygun olmalıdır.
- Yıldırım darbe yüksek gerilimleri kendi beklenen tepe değerleriyle ve AC yüksek gerilimler ise  $\sqrt{2}$  ile bölünmüş tepe değerleri olarak ifade edilmelidir.
- Deney süresindeki doğal atmosferik şartlar, TS HD 588.1 S1'de [4] belirtilen standart değerlerden farklı olduğunda, TS 556 EN 60168:2001 [3] Madde 4.2.2'ye uygun olarak düzeltme faktörlerinin uygulanması gerekir.
- Yeterlilik deneylerine başlamadan önce numuneler temiz ve kuru olmalıdır.
- İzolatörün yüzeyindeki, özellikle bağıl nem yüksek olduğunda yoğuşmadan kaçınmak için özel tedbirler alınmalıdır. Örneğin, numuneler, deneye başlamadan önce ulaşılacak ısıl kararlılığın yeterli süresi için deney yerinin ortam sıcaklığında en az 24 saat tutulmalıdır. Deneyler nem oranının %70'i aştığı ortamlarda gerçekleştirilmemelidir.
- Gerilimin birbirini izleyen uygulamaları arasındaki zaman aralıkları, atlama deneylerindeki gerilimin önceki uygulamasının etkisinden kaçınmak için, en az 1 dakika olmalıdır.

## 10.2. Yeterlilik Deneyi İçin Standart Atmosfer Şartları ve Düzeltme Faktörleri

TS HD 588.1 S1:2006 [4] standardına göre, yüksek gerilim ölçümleri ve deneyleri için standart atmosferik şartlar aşağıda belirtilmiştir:

- Sıcaklık:  $t_0 = 20^\circ\text{C}$
- Basınç:  $b_0 = 101,3 \text{ kPa}$  (1013 mbar)
- Mutlak nem:  $h_0 = 11 \text{ g/m}^3$  (yaklaşık olarak %64 bağıl neme eşittir)

Deney laboratuvarlarının yılın tüm aylarında yukarıda ifade edilen şartları sağlamaları, coğrafi konumların farklılıkları nedeniyle çok zor olduğundan, deneylerin yapıldığı ortamların şartları, özel düzeltme faktörleri kullanılarak, standart atmosfer şartlarına uyumlu hale getirilmektedir [4].

Bir dış yalıtımın hasar verici boşalması, atmosfer şartlarına bağlıdır. Genellikle, hava içinde belirli bir yol için hasar verici boşalma gerilimi hava yoğunluğunun veya nemin artmasıyla artar. Bununla birlikte, bağıl nem yaklaşık % 80'i aştığında ve özellikle yalıtkan bir yüzey üzerinde hasar verici boşalma oluştuğunda, hasar verici boşalma gerilimi düzensizleşmektedir.

Düzeltilme faktörleri uygulanarak, belirli deney şartlarında ( $t$  sıcaklığı,  $b$  basıncı,  $h$  nemi) ölçülen hasar verici boşalma gerilimi, standart referans atmosfer şartlarında ( $t_0$ ,  $b_0$ ,  $h_0$ ) elde edilebilecek değere dönüştürülebilir. Bunun tersine, belirli referans şartlar için belirlenen bir deney gerilimi, deney şartları altındaki eşdeğer değerine de dönüştürülebilir.

Hasar verici boşalma gerilimi, iki düzeltme faktörünün çarpımı sonucu ortaya çıkan atmosferik düzeltme faktörü K ile orantılıdır:

-Hava yoğunluğu düzeltme faktörü:  $k_1$  (TS HD 588.1 S1:2006 Madde 11.2.1)

-Nem düzeltme faktörü:  $k_2$  (TS HD 588.1 S1:2006 Madde 11.2.2)

olmak üzere atmosferik düzeltme faktörü (1) bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

$K = k_1 \times k_2$	(1)
----------------------	-----

Yeterlilik deneyindeki gerçek U yüksek gerilim değerleri (2) bağıntısı kullanılarak deney gerilimi  $U_0$ 'ın K ile çarpılmasıyla belirlenmelidir.

$U = U_0 \times K$	(2)
--------------------	-----

Yeterlilik deneyi ölçümlerinde daima, deney sırasındaki gerçek atmosfer şartları, uygulanan düzeltme faktörleri ve düzeltilmiş gerilim değerleri yer almalıdır. Hava ve nem düzeltme faktörlerinin hesaplanması ile ilgili bilgiler TS HD [4] standardında verilmiştir.

### 10.3. Yeterlilik Deneyi İçin Montaj Düzenlemesi

Mesnet izolatörü, kenarları aşağıya çevrilmiş U kesitli yatay metal bir mesnet üzerine dikey olarak yerleştirilmelidir. Bu metal mesnedin eni yaklaşık olarak mesnet izolatörünün alt elektrodunun çapına eşit olmalı, uzunluğu mesnet izolatörünün yüksekliğinin en az 2 katına eşit ve metal mesnedin yere olan mesafesi en az 1 m olmalıdır. Deney numunesinin teknik çizimi EK-1'de verilmiştir.

Mesnet izolatörünün tepesine yere paralel, topraklanmış mesnede dik tutulan silindir biçimli bir iletken bağlanmalıdır. İletkenin boyu mesnet izolatörünün boyunun en az 1,5 katına eşit olmalıdır. İletken çapı en az 25 mm olmak üzere, mesnet izolatörü boyunun yaklaşık %1,5'u kadar olmalıdır.

Yeterlilik deney paketi içerisinde deney numuneleri ile birlikte U kesitli yatay iletken, 2 adet bağlantı çubuğu ve topraklama iletkeni de yer alacaktır.

Yüksek gerilim bağlantısı, iletkenin bir ucundan yapılarak iletkenle topraklanmış metal arasına uygulanmalıdır. Deney sonuçlarının etkilenmemesi için, deney sırasında mesnet izolatörünün tepesinden az 1 m çaplı alan içerisinde deney ekipmanları dışında yabancı hiçbir cisim bulundurulmamalıdır.



Deney, mesnet izolatörü ve yardımcı iletkenlerden oluşan deney düzeneğinin, tüm parçaları yalıtkan (ahşap, plastik vb.) bir malzemeden yapılmış masa ya da sandık üzerine yerleştirilerek gerçekleştirilmelidir. Yeterlilik deneyinin montaj düzenlemesi EK-9'da gösterilmiştir.

### **11. AC Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi**

Deney devresi TS EN 588.1 S1:2006 [4] standardına uygun olmalıdır. Bölüm 10.3'de belirtilen montaj düzeni sağlanmış her bir deney numunesine 10 adet AC (50 Hz) yüksek gerilim 5 kV/s artış hızında gerilimler uygulanır ve 10 atlama değeri her numune için kaydedilir. Gerilim uygulamaları arasında en az 1 dakika ara verilmelidir. Elde edilen gerilim değerleri Bölüm 10.2'de belirtilen düzeltme faktörleri göz önünde bulundurularak değerlendirilir ve ölçüm sonuçlarının ortalaması EK-6'ye kaydedilir.

**Not:** EK-6'daki tablolara düzeltilmiş ve ortalamaları alınmış değerler kaydedilmelidir.

### **12. Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi**

Deney devresi TS EN 588.1 S1:2006 [4] standardına uygun olmalıdır. Deney numunelerine, 1,2/50  $\mu$ s standart yıldırım darbe yüksek gerilimleri ilgili standartta belirtilen [4] toleranslarda yukarı-aşağı (up-down) metodu kullanılarak en az 20 darbe yüksek gerilim uygulanır. Elde edilen atlama gerilim değeri %50 tayin metodu ile hesaplanmalı ve Bölüm 10.2'e göre düzeltilerek EK-7 ve EK-8'e kaydedilmelidir. Yıldırım darbe deneyleri pozitif ve negatif olmak üzere her iki polaritede gerçekleştirilecektir.

**Not:** EK-7 ve EK-8'deki tablolara düzeltilmiş değerler kaydedilmelidir.

### **13. Sonuçların Gönderilmesi**

Ölçüm sonuçları ve ölçüm belirsizliği yeterlilik deneyi ölçümlerinin yapıldığı tarihi takip eden 1 hafta içinde EK-6, EK-7 ve/veya EK-8'de verilen tablolara işlenerek [yuksegerilim@ume.tubitak.gov.tr](mailto:yuksegerilim@ume.tubitak.gov.tr) mail adresine gönderilmelidir.

### **14. Değerlendirme**

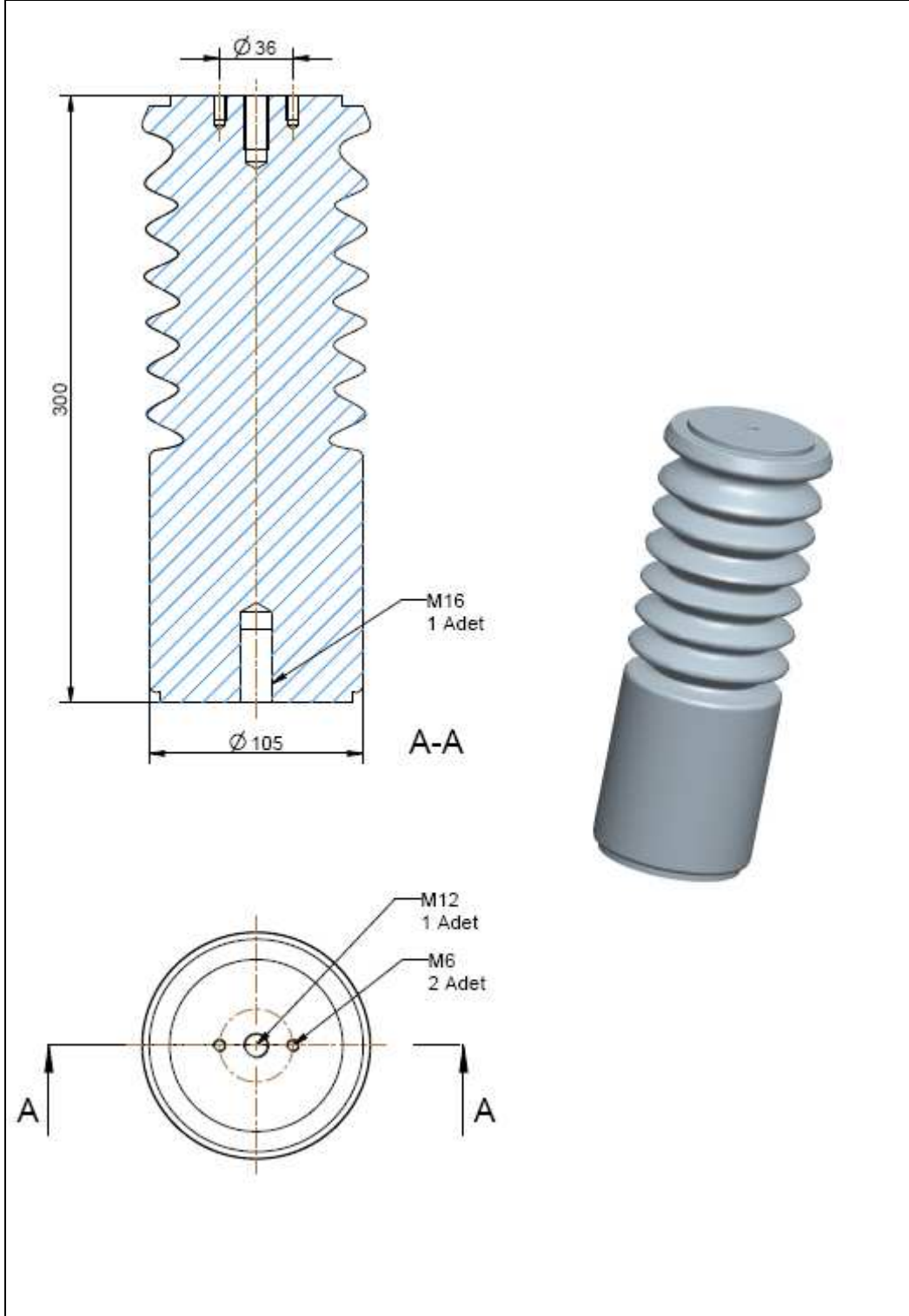
Tüm katılımcılardan yeterlilik deneyi sonuçları geldikten sonra, sonuçlar TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları tarafından değerlendirilerek sonuç raporu hazırlanacaktır. Yeterlilik deneyinde referans değer, TÜBİTAK UME'de alınan ölçüm sonuçları üzerinden belirlenecektir.



## 15. Referanslar

- [1] TS EN ISO/IEC 17025:2005 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar.
- [2] P704, TÜRKAK Yeterlilik Deneyleri ve Laboratuvarlar arası Karşılaştırma Programları Prosedürü, Rev 3, 26.01.2006.
- [3] TS 556 EN 60168:2001 Mesnet İzolatörleri- Bina İçinde ve Bina Dışında Anma Gerilimleri 1000 V'un Üstündeki Sistemlerde Kullanılan-Seramik Malzeme veya Camdan Yapılmış Mesnet İzolatörlerinin Deneyleri.
- [4] TS HD 588.1 S1:2006 Yüksek Gerilim Deney Teknikleri - Bölüm 1: Genel Tarifler ve Deney Kuralları.
- [5] TS EN 60060-2 Yüksek Gerilim Deney Teknikleri – Bölüm 2: Ölçme sistemleri.

## 16. EK-1: 36 kV DÂHİLİ TİP MESNET İZOLATÖRÜNÜN TEKNİK ÇİZİMİ





## 17. EK-2: YETERLİLİK DENEYİ KATILIMCI LİSTESİ

Laboratuvar Adı	İlgili Kişi	Adres	Telefon No/Dâhili	Faks No	E-posta Adresi
TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları	Dr. Ahmet MEREV (Koordinatör)	TÜBİTAK UME Gebze Yerleşkesi 41470 Gebze-KOCAELİ	262 6795000	262 6795001	<a href="mailto:yuksegerilim@ume.tubitak.gov.tr">yuksegerilim@ume.tubitak.gov.tr</a>
Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş. Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Deniz BAŞARAN YİĞİT	Kaleseramik Çanakkale Kalebodur Seramik San. A.Ş. Fatih Mah. Demirci Sk. No:1 17430 Çan ÇANAKKALE	286 4161717	286 4161742	<a href="mailto:denizbasaran@kale.com.tr">denizbasaran@kale.com.tr</a>
ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Güç Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Nihat KÖSEDAĞI	ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Esentepe Mahallesi Milangaz Caddesi No: 52 34870 Kartal İstanbul	216 5282418	216 3538807	<a href="mailto:nihat.kosedagi@tr.abb.com">nihat.kosedagi@tr.abb.com</a>
ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Dağıtım Transformatörleri Yüksek Gerilim Test Laboratuvarı	Özdeniz Cevdet GÖKMEN	ABB Elektrik Sanayi A.Ş. Organize Sanayi Bölgesi 2.Cadde No:16 Y.Dudullu 34776 İstanbul Türkiye	216 5282497	216 3652924	<a href="mailto:ozdeniz.gokmen@tr.abb.com">ozdeniz.gokmen@tr.abb.com</a>



## 18. EK-3: YETERLİLİK DENEY PAKETİ İÇERİĞİ KONTROL FORMU

- Deney Numuneleri: 4 adet 36 kV Dâhili Tip Porselen Mesnet İzolatörü (Tip:J4-170)
- Bağlantı elemanları: U kesitli yatay iletken, 2 adet bağlantı çubuğu ve topraklama folyosu.
- 36 kV Dâhili Tip Mesnet İzolatörünün Ac (50 Hz) ve Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Altında Atlama Geriliminin Belirlenmesi Yeterlilik Deneyi Teknik Protokolü
- Katılımcı Listesi
- Yeterlilik Deney Paketi Teslim Alma Formu
- Yeterlilik Deney Paketi Teslim Etme Formu
- Yeterlilik Deney Paketi İçeriği Kontrol Formu



## 19. EK-4: TESLİM ALMA KONTROL FORMU

Yeterlilik deney paketini TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları'ndan teslim aldığınızda, lütfen bu formu doldurarak aşağıda belirtilen yeterlilik deneyi sorumlusuna e-posta yolu ile gönderiniz. İşbirliğiniz için teşekkür ederiz.

<p style="text-align: center;"><b>Dr. Ahmet MEREV</b> <b>TÜBİTAK UME PK:54 41470 Gebze-KOCAELİ</b> <b>yuksekgerilim@ume.tubitak.gov.tr</b></p>
--

Yeterlilik Deney Paketini Teslim Alma Tarihi	
Paket içeriğinde eksik var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Paket üzerinde bir hasar var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Numunelerde bir hasar var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Açıklama	

### Teslim Alan Katılımcı Laboratuvar Bilgileri

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



## 20. EK-5: TESLİM ETME FORMU

Yeterlilik deney paketini TÜBİTAK UME Yüksek Gerilim Grubu Laboratuvarları'na teslim ettiğinizde, lütfen bu formu doldurarak aşağıda belirtilen yeterlilik deneyi sorumlusuna veriniz. İşbirliğiniz için teşekkür ederiz.

<p><b>Dr. Ahmet MEREV</b> <b>TÜBİTAK UME PK:54 41470 Gebze-KOCAELİ</b> <b>yuksekerilim@ume.tubitak.gov.tr</b></p>
---

Yeterlilik Deney Teslim Etme Tarihi	
Açıklama	

### Teslim Eden Katılımcı Laboratuvar Bilgileri

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

## 21. EK-6: AC YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU

Katılımcı Laboratuvar:

Sorumlu Kişi:

Deneyde Kullanılan Referansların Bilgileri:

- Marka:
- Model:
- Seri No:
- İzlenebilirlik Bilgileri:

Ölçümlerin Gerçekleştirildiği Tarih(ler):

**Tablo EK-6. AC Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Ölçüm Sonuçları**

Numuneler	Ölçülen Atlama Gerilim Değeri (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (*)	Ortam Koşulları			Düzeltilme Faktörü (K)
			Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Basınç (mbar)	
Numune-1						
Numune-2						
Numune-3						
Numune-4						
Numune-5						

(\*) Genişletilmiş belirsizlik (%95 güvenilirlik seviyesi, k=2)

## 22. EK-7: POZİTİF YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU

Katılımcı Laboratuvar:

Sorumlu Kişi:

Deneyde Kullanılan Referansların Bilgileri:

- Marka:
- Model:
- Seri No:
- İzlenebilirlik Bilgileri:

Ölçümlerin Gerçekleştirildiği Tarih(ler):

Tablo EK-7. Pozitif Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Ölçüm Sonuçları

Numuneler	Ölçülen Atlama Gerilim Değeri (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (*)	Ortam Koşulları			Düzeltilme Faktörü (K)
			Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Basınç (mbar)	
Numune-1						
Numune-2						
Numune-3						
Numune-4						
Numune-5						

(\*) Genişletilmiş belirsizlik (%95 güvenilirlik seviyesi, k=2)

## 23. EK-8: NEGATİF YILDIRIM DARBE YÜKSEK GERİLİM ATLAMA GERİLİM DEĞERLERİ ÖLÇÜM SONUÇLARI TABLOSU

Katılımcı Laboratuvar:

Sorumlu Kişi:

Deneyde Kullanılan Referansların Bilgileri:

- Marka:
- Model:
- Seri No:
- İzlenebilirlik Bilgileri:

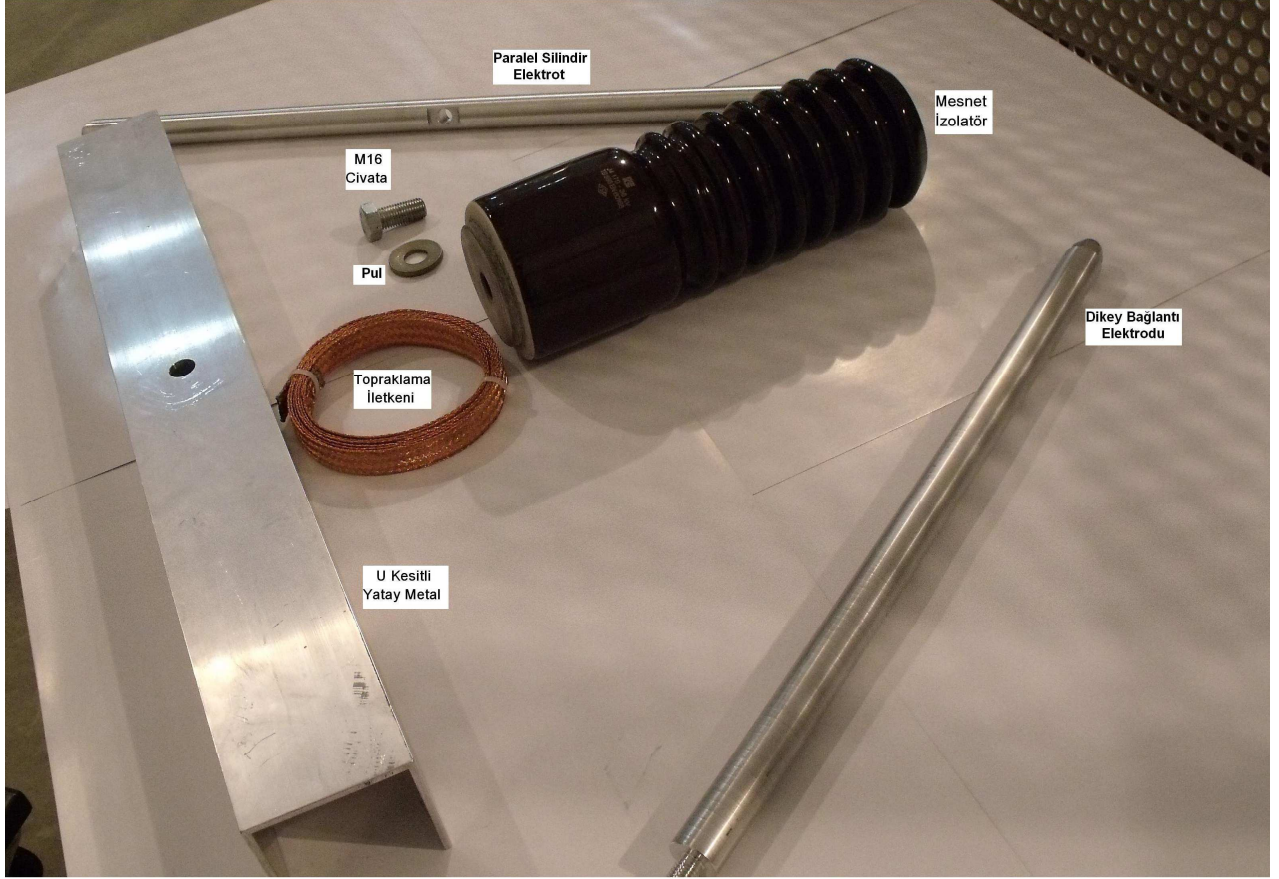
Ölçümlerin Gerçekleştirildiği Tarih(ler):

**Tablo EK-8.** Negatif Yıldırım Darbe Yüksek Gerilim Yeterlilik Deneyi Ölçüm Sonuçları

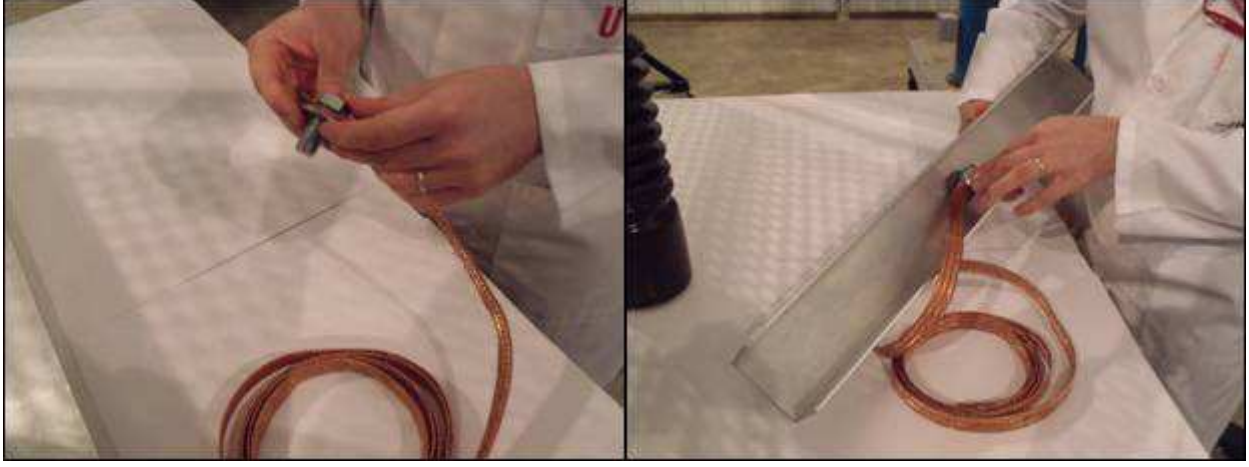
Numuneler	Ölçülen Atlama Gerilim Değeri (kV)	Genişletilmiş Ölçüm Belirsizliği (*)	Ortam Koşulları			Düzeltilme Faktörü (K)
			Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Basınç (mbar)	
Numune-1						
Numune-2						
Numune-3						
Numune-4						
Numune-5						

(\*) Genişletilmiş belirsizlik (%95 güvenilirlik seviyesi, k=2)

## 24. EK-9: MONTAJ DÜZENLEMESİ



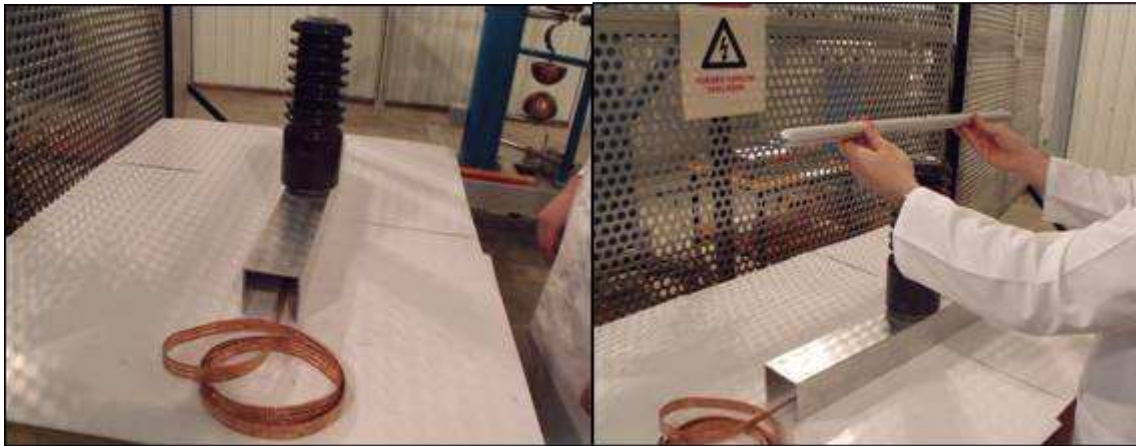
Resim EK-9.1. Yeterlilik deneyinde kullanılacak ekipmanlar



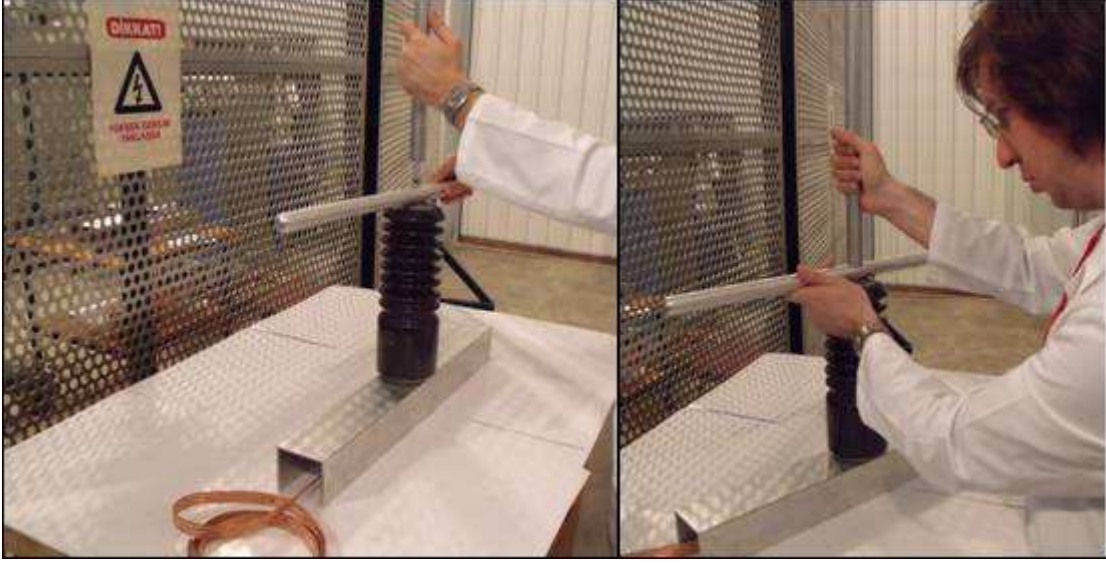
(a) (b)  
**Resim EK-9.2. (a)** Topraklama iletkenine M16 cıvata ve pul bağlantısı  
**(b)** U kesitli metal iletkenine topraklama iletkenini alttan bağlantısı



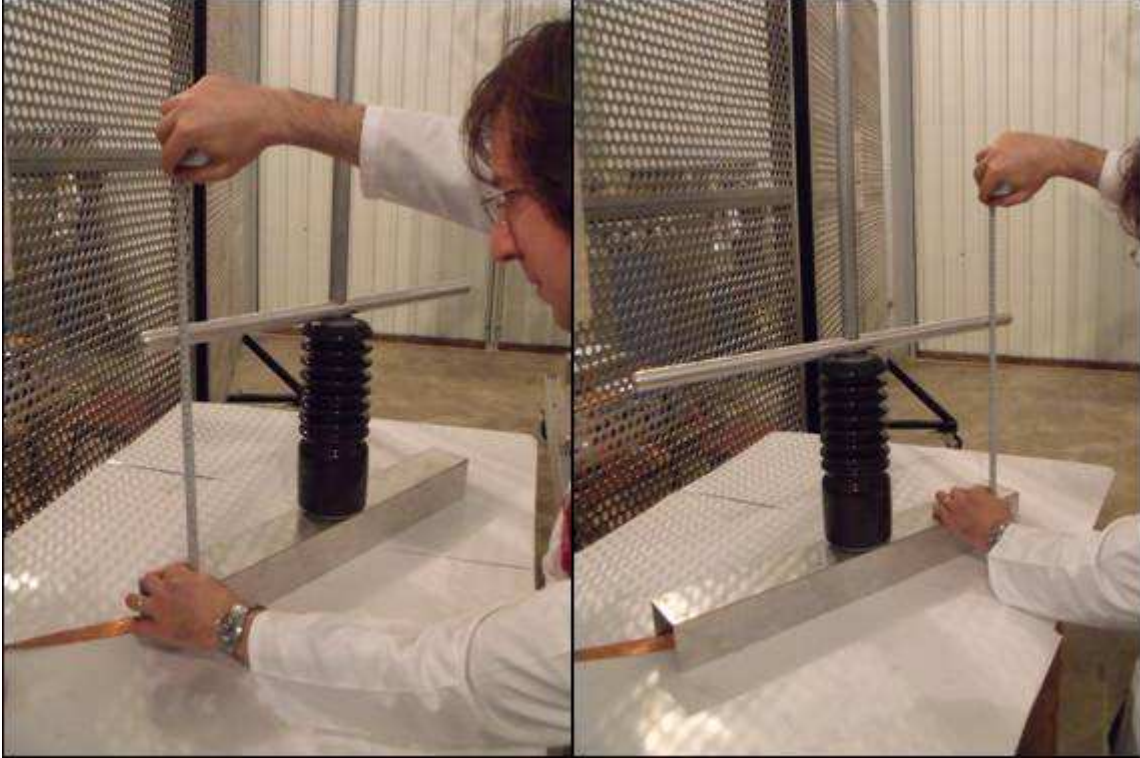
**Resim EK-9.3.** Mesnet izolatörünün U kesitli metale bağlantısı



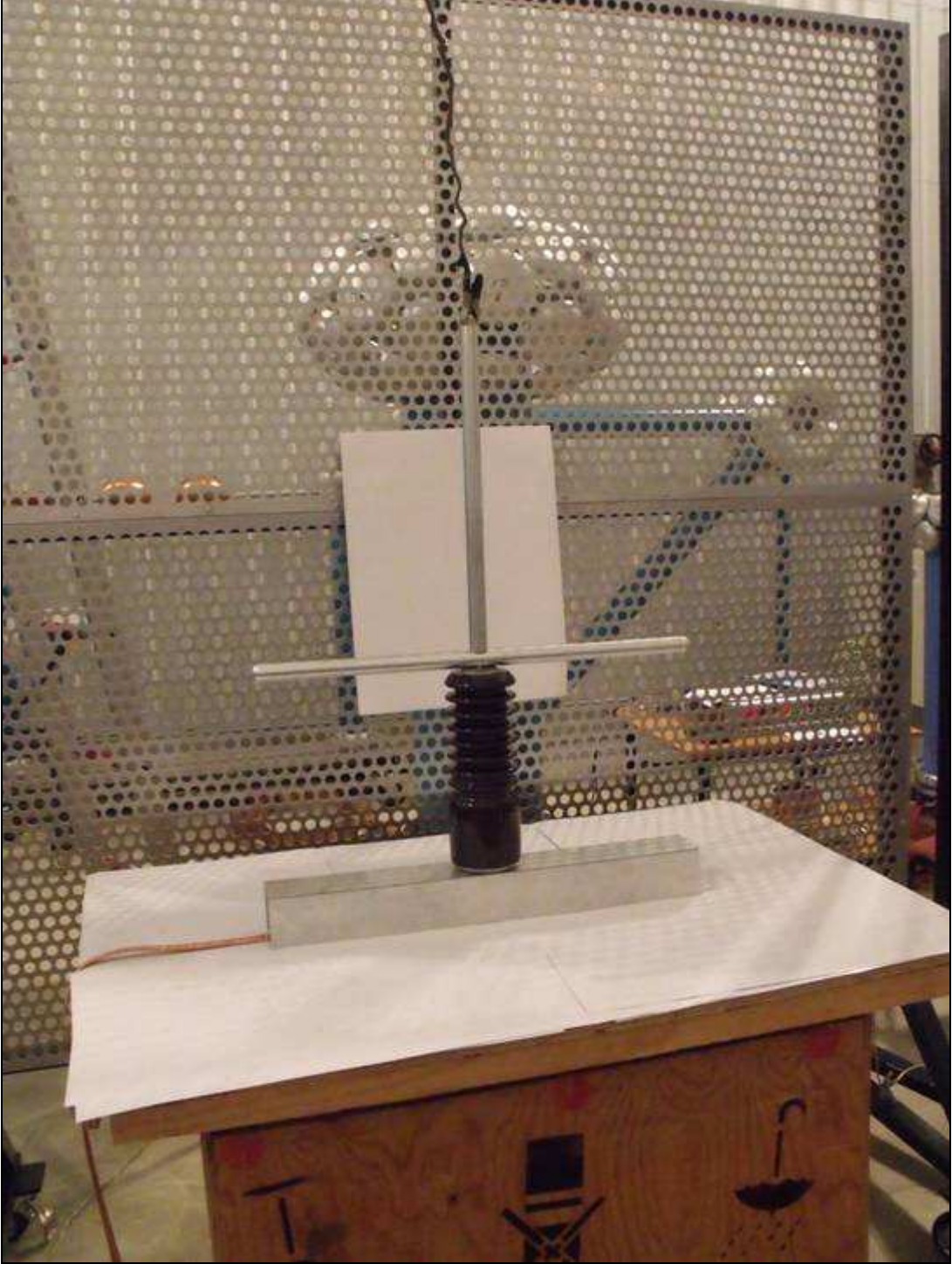
**Resim EK-9.4.** U kesitli metale bağlanan mesnet izolatör ve paralel silindir elektrot görüntüsü



**Resim EK-9.5.** Bağlantı elektrotları takılmış deney düzeneği



**Resim EK-9.6.** Paralel silindir elektrodun her iki ucunun eşit aralıkta olması gerekmektedir



**Resim EK-9.7.** Deney tamamen yalıtkan bir platform üzerinde gerçekleştirilmelidir