



UME-KV-14-02

**MALZEME TEST MAKİNASI
EKSTANSOMETRE CİHAZI
KALİBRASYONU KARŞILAŞTIRMA
RAPORU**

Dr. Bülent AYDEMİR

Cemal VATAN

Dr. Haldun DİZDAR

26.09.2014

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ

Kuvvet Laboratuvarları

İÇİNDEKİLER

1.	Giriş	5
2.	Pilot Laboratuvar	5
3.	Katılımcılar	6
4.	Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler	6
5.	Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi	6
6.	Ölçüm Sonuçları	7
7.	Değerlendirme	12
8.	Sonuçlar ve Öneriler	14
9.	Referanslar	15

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 0,5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	8
Şekil 2. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)	9
Şekil 3. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	10
Şekil 4. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 50 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	11

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcı laboratuvar bilgileri.....	6
Tablo 2. Hata değęerleri arasındaki farklar	12
Tablo 3. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığı için En sayısı hesap tablosu	13
Tablo 4. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığı için En sayısı hesap tablosu	13

1. Giriş

Laboratuvarlar arası karşılaştırmalar (LAK) ve yeterlilik deneyleri (YT), kalibrasyon/test laboratuvarlarının teknik yeterliliklerini değerlendirmekte önemli bir 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 kalibrasyon laboratuvarlarının malzeme test makinası (MTM) kuvvet kalibrasyonlarındaki karşılaştırma ihtiyacı dikkate alınarak, TÜRKAK-TÜBİTAK UME işbirliği çerçevesinde, MTM de kuvvet kalibrasyonu için bir laboratuvarlar arası karşılaştırma yapılmıştır.

Bu karşılaştırma, laboratuvarların kendi kuvvet standartlarını kullanarak TÜBİTAK UME'de bulunan MTM'nin 2 (iki) farklı ölçüm aralığındaki ekstansometre cihazı kalibrasyonunu kapsamaktadır.

2. Pilot Laboratuvar

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)

Sorumlu : Dr. Bülent AYDEMİR

Adres: : TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi Anibal Cad. 41470 Gebze-KOCAELİ

Telefon : 262 679 50 00

Faks : 262 679 50 01

E-posta : bulent.aydemir@ume.tubitak.gov.tr

3. Katılımcılar

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilen veya edilecek laboratuvarlar davet edilmiştir. Ayrıca TÜBİTAK UME web sayfalarında karşılaştırma duyurusu yapılmıştır. Karşılaştırmaya 6 laboratuvar katılımda bulunacağını belirtmiştir. Katılımcı laboratuvar bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

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

Tablo 1. Katılımcı laboratuvar bilgileri

Sıra No	Firma Adı	Adresi
1	TSE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI GEBZE KALİBRASYON MÜDÜRLÜĞÜ	Gebze / KOCAELİ
2	KAL-MET METROLOJİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ..	Ostim / ANKARA
3	KAL-MET KALİBRASYON TİC. LTD. ŞTİ.	Nilüfer / BURSA
4	UKS UZMANLAR KALİBRASYON SERVİSİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ	Nilüfer / BURSA
5	ZWICK AVRASYA MALZEME TEST SİSTEMLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Büyükkçekmece/ İSTANBUL
6	EMİS KALİBRASYON VE ÖLÇÜM HİZMETLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Ataşehir / İSTANBUL

4. Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler

Malzeme test makine ekstansometre cihazı kalibrasyonu karşılaştırması için 0,5 mm – 5 mm ve 5 mm – 50 mm olmak üzere 2 ölçüm aralığı belirlenmiştir.

Katılımcı 6 adet laboratuardan, 6 adeti de tüm ölçüm kapasitelerinde karşılaştırmaya katılmışlardır.

Karşılaştırma ölçümleri, 07.05.2014 tarihinde başlamış olup 06.06.2014 tarihinde tamamlanmıştır. Karşılaştırma ölçümlerini gerçekleştirmek için belirli bir sıralama önceden belirlenmemiş olup, laboratuvarların ölçüm için gelecekleri günü önceden bildirmeleri ile bir sıralama oluşmuştur.

5. Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi

Ölçümler için TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Kuvvet Ölçümleri Laboratuvarında bulunan Zwick marka 250kN kapasiteli malzeme test makinasının ekstansometre cihazı seçilmiştir.

Bu malzeme test makinasının ekstansometre cihazının, katılımcı laboratuvar tarafından 0,5 mm – 5 mm ve 5 mm – 50 mm olmak üzere 2 ölçüm aralığında kalibrasyonun yapılmasını istenmiştir.

Tüm katılımcılardan, bu makinayı EN ISO 9513 [3] standardına uygun olarak kalibre etmesi istenmiştir. Laboratuvarlar ölçüm cihazının kalibrasyonun da, kendilerine ait referans, ölçüm cihazı ve bağlantı aparatları kullanmışlardır.

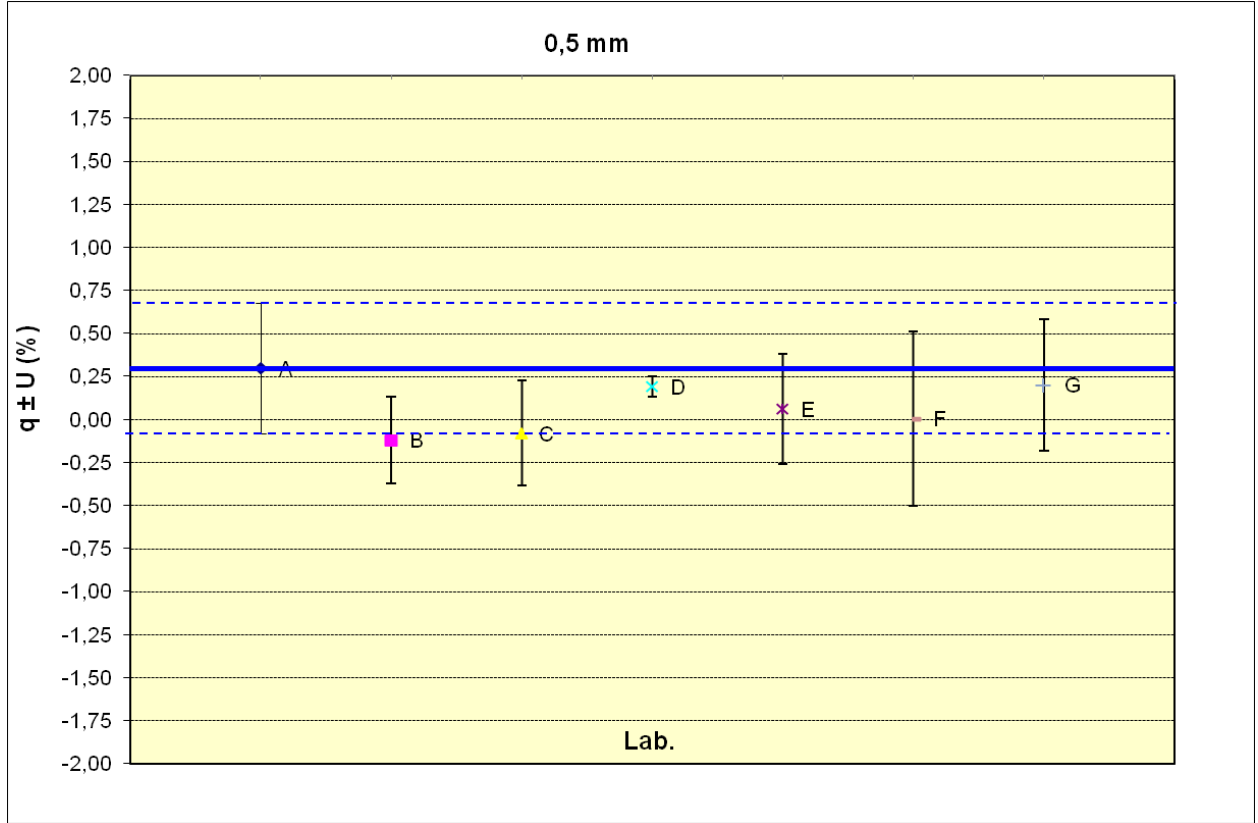
Kalibrasyon işlemi esnasında ölçümü yapacak laboratuvarla birlikte TÜBİTAK UME'den bir görevli, yanlarında gözlemci olarak bulunmuştur. Kalibrasyonun nasıl gerçekleştirileceği, makinaya nasıl bağlanacağı ve ölçüm hızının seçimi tamamen kalibrasyonu yapan laboratuvar görevlisin tercihinine bırakılmıştır. Kalibrasyon işleminin bitiminde tüm firmalardan kendi sertifika formatlarında yaptıkları ölçüm için ilgili sertifikaları düzenlemesi istenmiştir. Gelen sertifika verileri esas alınarak karşılaştırma raporu oluşturulmuştur.

6. Ölçüm Sonuçları

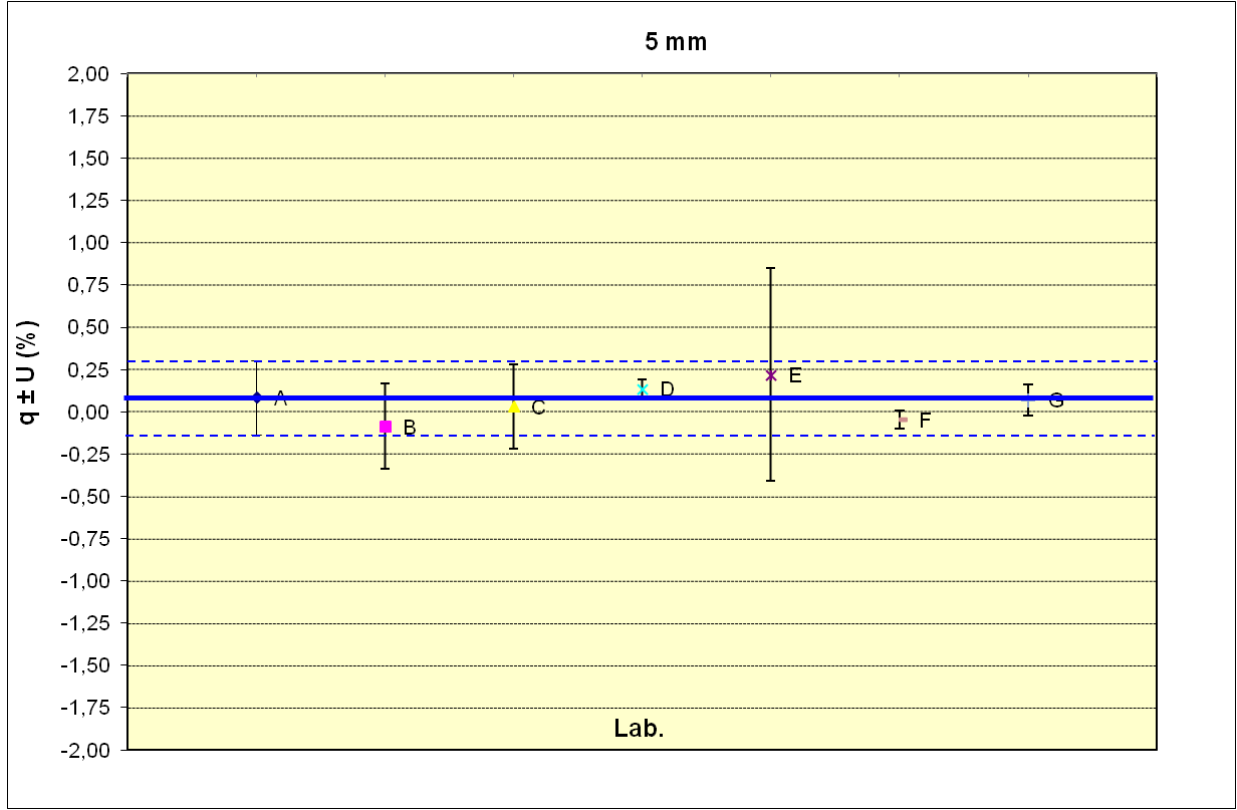
Malzeme test makinası ekstansometre cihazı kalibrasyonu karşılaştırmasına katılan laboratuvarlardan gelen dokümanlar kullanılarak hazırlanan ölçüm sonuçları ve hesaplamaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Bu karşılaştırmada referans laboratuvar olarak TÜBİTAK UME Kuvvet Ölçümleri Laboratuvarının ölçümleri, karşılaştırma öncesinde ve karşılaştırma bitiminde alınan iki kalibrasyon verisinin ortalaması olarak alınmıştır. Karşılaştırma ölçümüne katılan laboratuvarların UME ölçümünden farklılıkları referanstan sapma değeri olarak hesaplanmıştır.

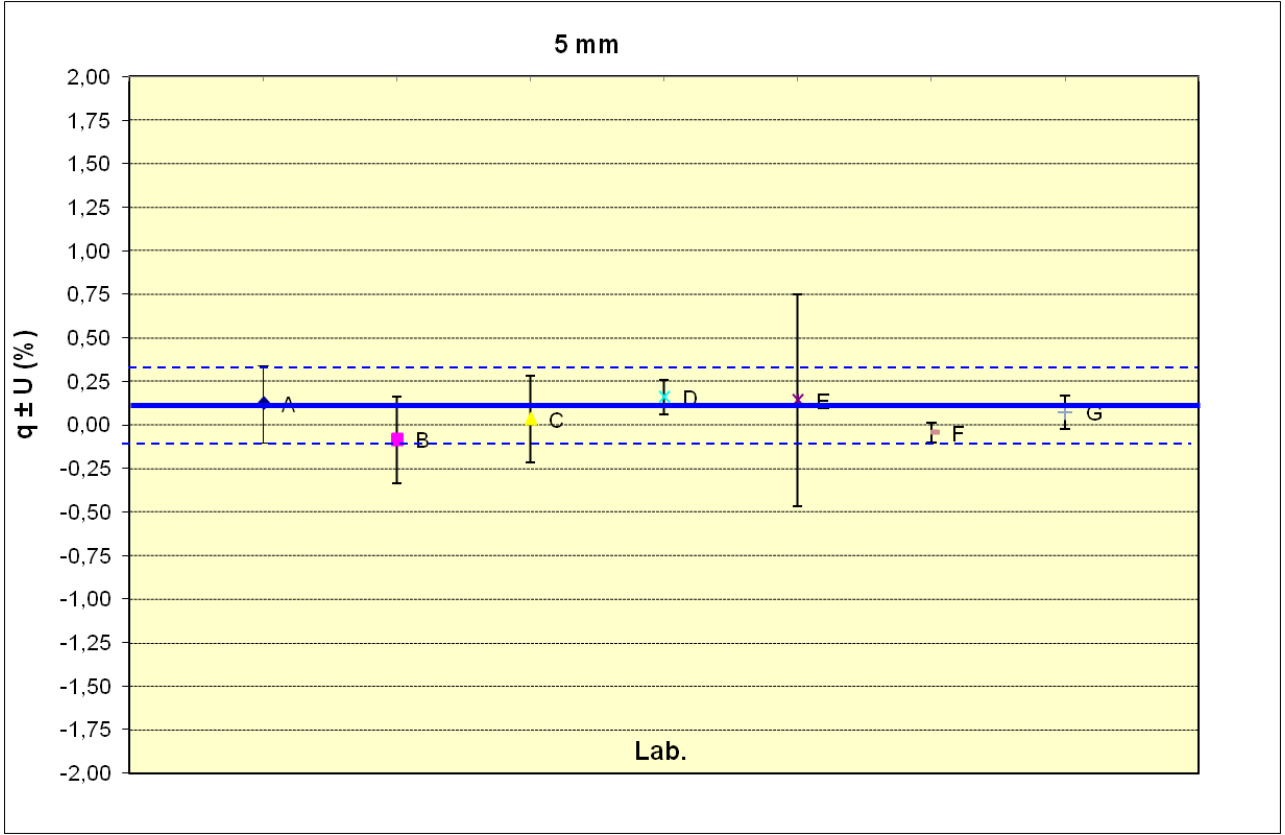
Laboratuvarların ölçüm sonucunu verdikleri sertifika değerlerine göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler, her kalibrasyon işleminde en küçük ve en büyük kuvvet basamak değerleri için hazırlanmıştır. Grafiklerde her laboratuvar bir harf ile simgelendirilmiş olup, A ile gösterilen sonuçlar TÜBİTAK UME'nin yapmış olduğu kalibrasyon sonuçlarını göstermektedir (Şekil 1,2,3,4).



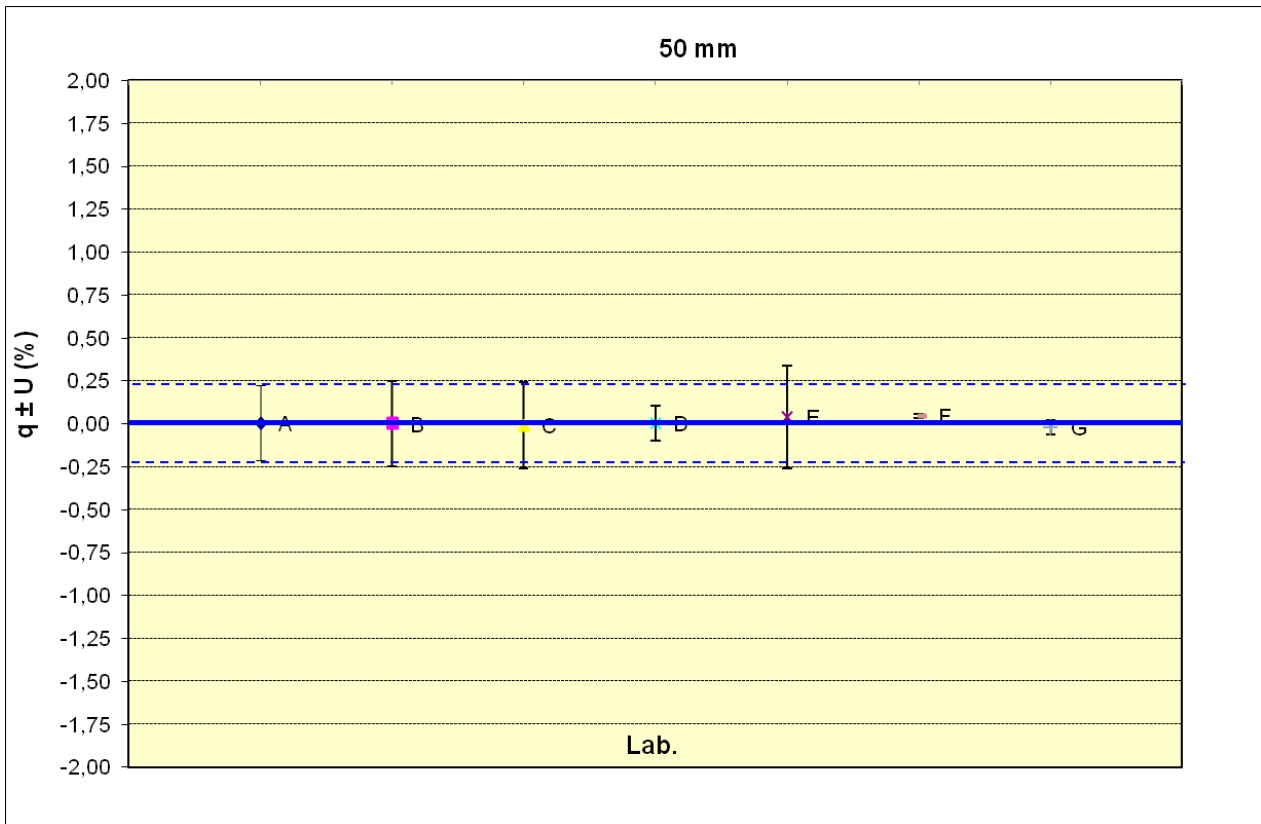
Şekil 1. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 0,5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 2. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 3. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 5 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 4. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığında kalibrasyonda 50 mm adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, k=2)

7. Değerlendirme

Ölçüm sonuçları incelendiğinde, kalibrasyon laboratuvarının beyan ettikleri değer arasındaki dağılımlar Tablo 2 de verilmiştir.

Bağıl doğruluk hatası (q) değerleri incelendiğinde, 0,5 mm - 5 mm ölçüm aralığında ortalama olarak %0,07 değeri belirlenmiştir. 5 mm - 50 mm ölçüm aralığında ise ortalama hata değerinin %0,04 olduğu görülmüştür.

Bağıl belirsizlik (U) değerleri her iki ölçüm aralığında, maksimum olarak %0,67 değeri bulunmasına karşın, ortalama olarak % 0,24 ler seviyesinde olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Laboratuvarların sertifika hata değerleri arasındaki farklar

Kalibrasyon	Hata Değerleri Arasındaki Farklar (%)					
	% q			% U		
	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama
0,5 mm - 5 mm Aralığı	0,45	-0,16	0,07	0,67	0,04	0,24
5 mm - 50 mm Aralığı	0,24	-0,09	0,04	0,65	0,01	0,19

Karşılaştırma sonucu, E_n değerleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. E_n değeri ise eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$E_n = \frac{X_{LAB} - X_{REF}}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{REF}^2}} \quad (1)$$

X_{lab} = Laboratuvarın ölçüm değeri

X_{ref} = Referans laboratuvarın ölçüm değeri

U_{lab} = Laboratuvarın ölçüm belirsizliği

U_{ref} = Referans laboratuvarın ölçüm belirsizliği,

$|E_n| \leq 1$ = başarılı

$|E_n| > 1$ = başarısız

Başarılı bir karşılaştırma sonucu için, ISO/IEC 17043:2010 [4] dokümanında belirtilen $|E_n| \leq 1$ şartının sağlanması gereklidir.

Laboratuvarların ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan E_n sayıları Tablo 3 ve 4' te verilmiştir.

Tablo 3. 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığı için En değeri hesap tablosu

Okunan Uzama (mm)	En değerleri - 0,5 mm - 5 mm ölçümü / Lab. Kodları						
	A	B	C	D	E	F	G
0,5	-	0,9	0,8	0,3	0,5	0,5	0,2
1,0	-	0,8	0,6	0,5	0,3	0,7	0,3
1,5	-	0,9	0,8	0,5	0,1	0,8	0,4
2,0	-	0,9	0,9	0,5	0,2	0,8	0,4
2,5	-	0,9	1,0	0,4	0,1	0,9	0,6
3,0	-	1,0	0,9	0,3	0,1	0,9	0,6
3,5	-	1,0	0,9	0,2	0,1	1,0	0,6
4,0	-	0,9	0,8	0,5	0,1	0,9	0,7
4,5	-	0,8	0,8	0,5	0,1	0,9	0,7
5,0	-	0,8	0,6	0,4	0,1	0,9	0,6

Tablo 4. 5 mm – 50 mm ölçüm aralığı için En değeri hesap tablosu

Okunan Uzama (mm)	En değerleri - 5 mm - 50 mm ölçümü / Lab. Kodları						
	A	B	C	D	E	F	G
5,0	-	0,6	0,3	0,2	0,0	0,7	0,2
10,0	-	0,5	0,0	0,0	0,2	0,6	0,3
15,0	-	0,5	0,1	0,0	0,1	0,7	0,4
20,0	-	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,3
25,0	-	0,2	0,3	0,4	0,0	0,3	0,4
30,0	-	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4
35,0	-	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,5
40,0	-	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,6
45,0	-	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5
50,0	-	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,6

8. Sonuçlar ve neriler

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilmiş olan 6 adet laboratuvar katılımında bulunmuştur.

Karşılaştırma öncesi Teknik Protokol oluşturulmuş ve katılımcıların iletilmiş ve TÜBİTAK UME web sayfasında yayınlanmıştır.

Karşılaştırma ölçümleri sonucunda düzenlenen sertifikalar incelendiğinde;

- 0,5 mm – 5 mm ölçüm aralığı kalibrasyonu sonucunda, 1 laboratuvarın “sınıf 0,2”, 2 laboratuvarın “sınıf 0,5”, 1 laboratuvarın sınıf belirtmediğı, 1 laboratuvarın “sınıf dışı” ve 1 laboratuvarın da TÜBİTAK UME’nin bulduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfını “sınıf 1” verdiği görölmüştür.
- 5 mm – 50 mm ölçüm aralığı kalibrasyonu sonucunda, 1 laboratuvarın “sınıf 0,2”, 3 laboratuvarın “sınıf 0,5”, 1 laboratuvarın “sınıf dışı” ve 1 laboratuvarın da TÜBİTAK UME’nin bulduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfını “sınıf 1” verdiği görölmüştür.
- Sertifikalarda, bağıl tekrarlanabilirlik hatası değerlerini hiç bir laboratuvarın belirtmediğı görölmüştür.
- Sertifikalarda 1 laboratuvarın enterpolasyon denklemi hesapladığı ve enterpolasyon hatası değerini de sertifikasında belirttiğı görölmüştür.
- Tüm laboratuvarlar bağıl doğruluk hatası değerlerini “mm” ve “%” birimi olarak sertifikalarında belirtmiştir.
- Sertifikalarda 2 laboratuvarın ölçüm belirsizliği değerlerini yalnızca “mm” biriminden beyan ettiği, diğer laboratuvarların ise “%” birimde beyan ettiği görölmüştür.
- Genel olarak, EN ISO 9513 standardına uygun olarak yapılan ölçümler için düzenlenen sertifikalar arasında, birim farklılıklarının olduğu ve birbirine benzer olmayan tablolar üretildiğı gözlenmiştir.

- EN ISO 9513 standardının Ek A kısmında belirsizlik bileşenleri ve belirsizlik hesaplamalarının nasıl yapılacağı tanımlanmıştır. Tanımlanan belirsizlik bileşenlerinin hesabı için laboratuvar sertifikalarında ilgili değerlerin gösterilmediği tespit edilmiştir.

E_n sayısının değerlendirilmesi sonucunda, tüm laboratuvarların karşılaştırma ölçümlerinin “**başarılı**” olduğu belirlenmiştir.

Ekstansometre cihazlarının sertifikalandırılmasında sınıflandırma, belirsizlik hesap ve beyanları konularında laboratuvarlara bir hatırlatmanın yapılması gerektiği ve bir bilgilendirme ile bu hatalara dikkat çekilmesini öneriyoruz.

9. 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] EN ISO 9513, 2012, Metal malzemeler – Tek eksenli deneylerde kullanılan ekstansometrelerin kalibrasyonu
- [4] ISO/IEC 17043:2010, Conformity assessment - General requirements for proficiency testing