



UME-KV-14-01

**MALZEME TEST MAKİNASI
KUVVET KALİBRASYONU
KARŞILAŞTIRMA RAPORU**

Dr. Bülent AYDEMİR

Cemal VATAN

Dr. Haldun DİZDAR

19.09.2014

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	7
6.	Ölçüm Sonuçları	7
7.	Değerlendirme	12
8.	Sonuçlar ve Öneriler	14
9.	Referanslar	15

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 10 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	8
Şekil 2. 10 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)	9
Şekil 3. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	10
Şekil 4. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....	11

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcı laboratuvar bilgileri.....	6
Tablo 2. Hata değlerleri arasındaki farklar	12
Tablo 3. 100 kN basma ölçümü için En sayısı hesap tablosu	13
Tablo 4. 10 kN basma ölçümü için En sayısı hesap tablosu	14

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 kuvvet aralığındaki 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 11 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	ZWICK AVRASYA MALZEME TEST SİSTEMLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Büyüçekmece/ İSTANBUL
2	SMS ANKARA KALİBRASYON DAN. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Yenimahalle / ANKARA
3	TKM TEKNOLOJİK KALİBRASYON VE DAN. HİZ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Bakırköy / İSTANBUL
4	SİMKAL KALİBRASYON VE DANIŞMANLIK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	Kartal / İSTANBUL
5	TÜRKİYE ÇİMENTO MÜSTAHSİLLERİ BİRLİĞİ EÇKA İŞLETMESİ	Bilkent / ANKARA
6	EMİS KALİBRASYON VE ÖLÇÜM HİZMETLERİ SAN. TİC. LTD. ŞTİ.	Ataşehir / İSTANBUL
7	TSE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI GEBZE KALİBRASYON MÜDÜRLÜĞÜ	Gebze / KOCAELİ
8	KAL-MET METROLOJİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ..	Ostim / ANKARA
9	DKS DÜNYA KALİBRASYON SİSTEMLERİ SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	Bayrampaşa / İSTANBUL
10	TSE-SOJUZTEST METROLOJİ VE KALİBRASYON LTD. ŞTİ.	Melikgazi / KAYSERİ
11	UKS UZMANLAR KALİBRASYON SERVİSİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ	Nilüfer / BURSA
12	KAL-MET KALİBRASYON TİC. LTD. ŞTİ.	Nilüfer / BURSA

4. Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler

Malzeme test makine karşılaştırması için 100 kN ve 10 kN olmak üzere 2 ölçüm kapasitesi belirlenmiştir.

Katılımcı 12 adet laboratuardan, 10 adeti tüm ölçüm kapasitelerinde, 2 adet laboratuvar ise 1 ölçüm kapasitesinde 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 makinası seçilmiştir. Makinanın üzerinde 2 adet kuvvet ölçme cihazı mevcuttur. Bunlardan birincisi 250 kN, ikincisi 10 kN kapasitelidir. Her iki kuvvet ölçme cihazı da çekme ve basma yönlerinde kullanılabilir.

Bu malzeme test makinasının kuvvet dönüştürücülerinin, katılımcı laboratuvar tarafından 100 kN basma, 10 kN basma yönünde kalibrasyonun yapılmasını istenmiştir. Tüm katılımcılardan, bu makineyi TS EN ISO 7500-1 [3] standardına uygun olarak kalibre etmesi istenmiştir. Laboratuvarlar ölçüm cihazlarını, kalibre edilecek makina üzerine bağlamak için kendilerine ait bağlantı aparatları kullanmışlardır.

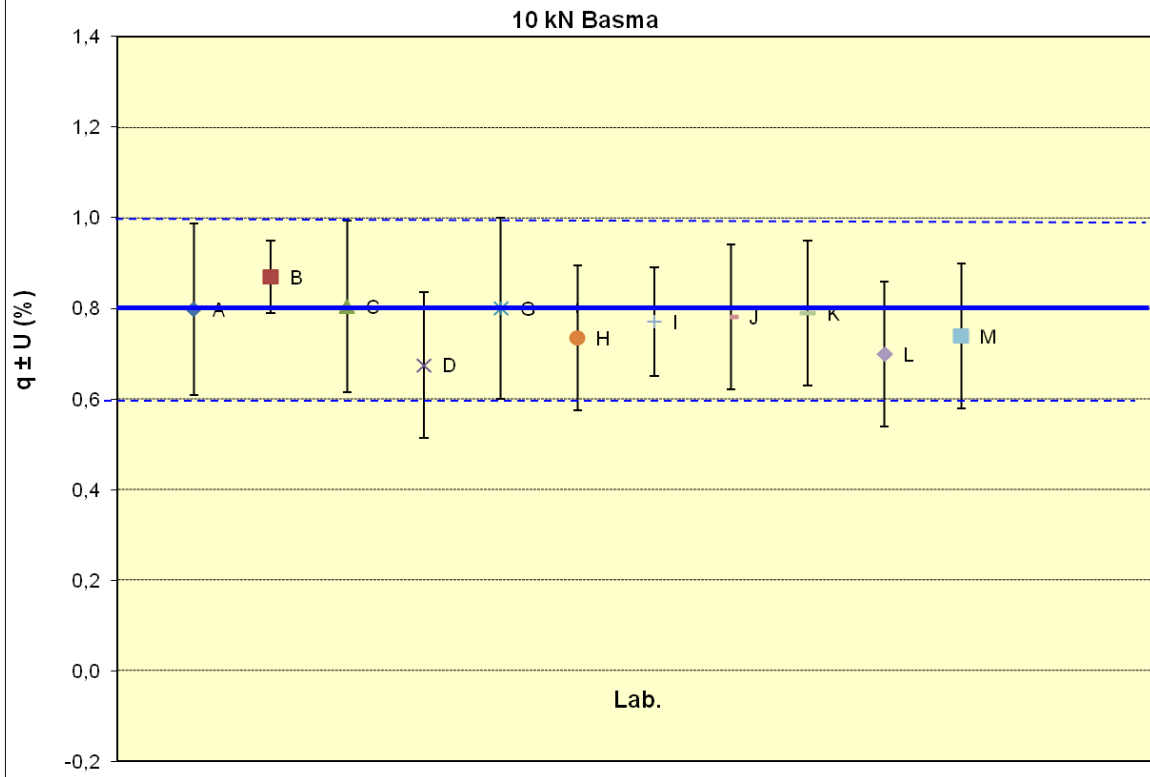
Kalibrasyon işlemi esnasında ölçümü yapacak laboratuvarla birlikte TÜBİTAK UME'den bir görevli, yanlarında gözlemci olarak bulunmuştur. Kalibrasyonun nasıl gerçekleştirileceği, makineye nasıl bir yöntem ile kuvvet uygulayacağı ve hız seçiminin ne olacağı tamamen kalibrasyonu yapan laboratuvar görevlisin tercihine 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

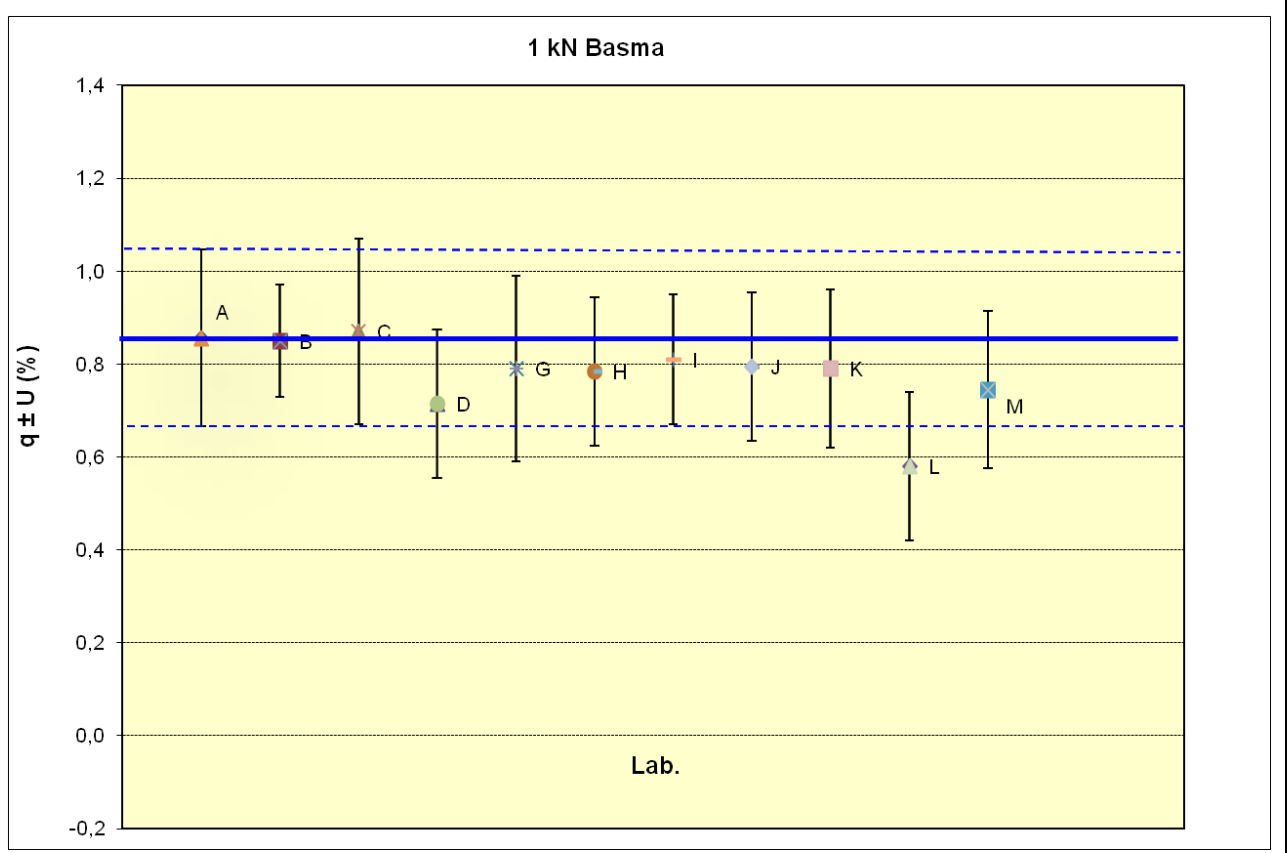
Malzeme test makinası kuvvet kalibrasyonu karşılaştırmasına katılan laboratuvarlardan gelen dokümanlar kullanılarak hazırlanan ölçüm sonuçları ve hesaplamaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

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.

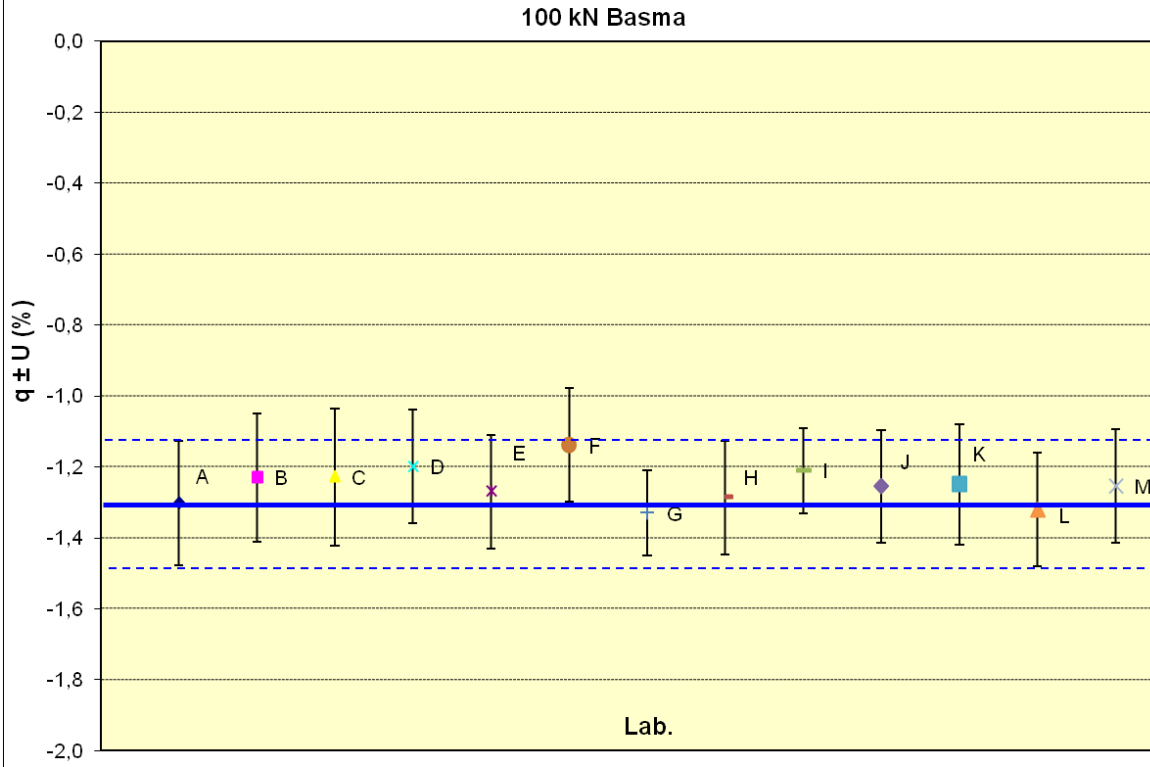
Laboratuvarların ölçüm sonucunu verdikleri sertifika değerlerine göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler, her kalibrasyon işleminde en küçük ve en büyük kuvvet basamak değerleri için hazırlanmıştır. Grafiklerde her laboratuvar bir harf ile simgelenirilmiş olup, A ile gösterilen sonuçlar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



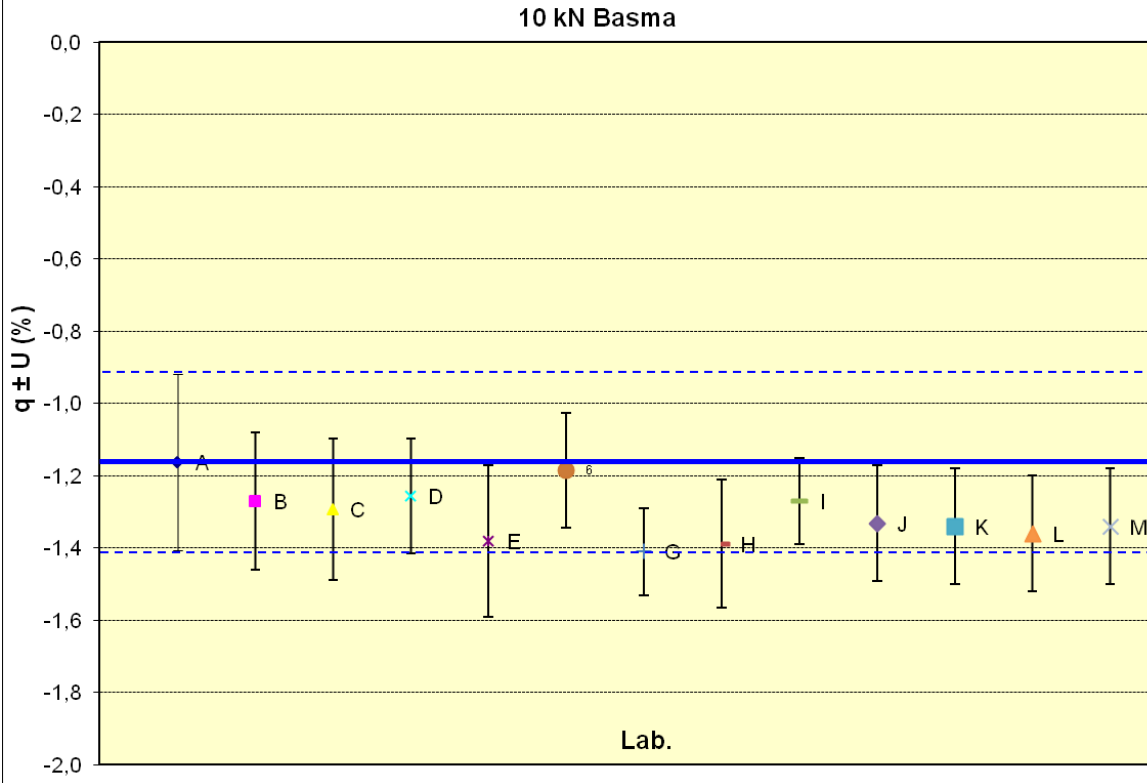
Şekil 1. 10 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 2. 10 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1 kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 3. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 4. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 kN kuvvet 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 tekrarlanabilirlik hatası değerleri incelendiğinde, tüm kalibrasyonlarda hata değerinin %0,31 bir bant içinde kaldığı ve değerler arasındaki ortalama sapma miktarının %0,04 olduğu belirlenmiştir.

Bağıl doğruluk hatası değerleri incelendiğinde, 10 kN ölçümlerinde ortalama olarak %0,77 değeri belirlenmiştir. 100 kN ölçümlerinde ise ortalama hata değerinin -%1,28 lik bir bant içinde kaldığı görülmüştür

Bağıl belirsizlik değerleri maksimum olarak %0,24 değeri bulunmasına karşın, ortalama olarak %0,16 lar seviyesinde olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Laboratuvarların sertifika hata değerleri arasındaki farklar

Kalibrasyon	Hata Değerleri Arasındaki Farklar (%)											
	b			q			v			U		
	Maks	Min.	Maks.	Maks.	Maks.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.
10kN Basma	0,14	0,00	0,14	0,14	0,14	0,77	0,20	0,08	0,16	0,20	0,08	0,16
100kN Basma	0,31	0,00	0,09	0,09	0,09	-1,28	0,24	0,12	0,16	0,24	0,12	0,16

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 $|En| \leq 1$ şartının sağlanması gereklidir.

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

Tablo 3. 100 kN basma ölçümü için En sayısı hesap tablosu

Kuvvet (kN)	En - 100kN Basma / Lab. Kodları											
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
10	0,3	0,4	0,3	0,7	0,1	0,9	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6
20	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,6	0,5	0,0	0,3	0,4	0,5	0,5
30	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,6	0,5	0,0	0,2	0,3	0,5	0,5
40	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
50	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,0	0,1	0,3	0,4
60	0,2	0,2	0,3	0,0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,2	0,4
70	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,3	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,4
80	0,3	0,2	0,4	0,1	0,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,2	0,1	0,3
90	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3
100	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3

Tablo 4. 10 kN Basma ölçümü için En sayısı hesap tablosu

Kuvvet (kN)	En - 10 kN Basma / Lab. Kodları									
	B	C	D	G	H	I	J	K	L	M
1,0	0,0	0,1	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	1,0	0,4
2,0	0,2	0,0	0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,9	0,4
3,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,8	0,4
4,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,6	0,4
5,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,4
6,0	0,4	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,5	0,5
7,0	0,3	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
8,0	0,3	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5
9,0	0,3	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5
10,0	0,3	0,0	0,5	0,0	0,3	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5

8. Sonuçlar ve Öneriler

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilmiş olan 12 adet laboratuvar katılımda bulunmuştur.

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

Karşılaştırma ölçümleri sonucunda düzenlenen sertifikalar incelendiğinde;

- 100 kN kapasite basma yönü kalibrasyonu sonucunda tüm laboratuvarlar, TÜBİTAK UME'nin bulunduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfı olarak "sınıf 2" verdiği;
- 10 kN kapasite basma yönü kalibrasyonu sonucunda tüm laboratuvarlar, TÜBİTAK UME'nin bulunduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfı olarak "sınıf 1" verdiği;

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

Tersinebilirlik hatasının ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesinde belirtilmesinin gerekliliği protokolde ifade edilmiştir. Malzeme Test Makinası LAK katılımcıları tersinebilirlik hatalarına kalibrasyon sertifikalarında yer vermişlerdir. Ancak, EN ISO 7500-1:2004 standardının belirttiği şekilde $E'=(q+v)\pm U'$ ifadesini yalnızca 1 (bir) laboratuvar kalibrasyon sertifikasında beyan etmiştir.

Belirsizlik değerleri beyanında bazı laboratuvarların TÜRKAK'ta yayınlanan kapsamlarının daha altında belirsizlik değerleri beyan etmiştir.

Tersinebilirlik hatası ve belirsizlik 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] TS EN ISO 7500-1, 2005, Metal malzemeler - Tek eksenli statik deney makinalarının doğrulanması – Bölüm 1: Çekme/basma deney makinaları – Kuvvet ölçme sisteminin doğrulanması ve kalibrasyonu
- [4] ISO/IEC 17043:2010, Conformity assessment - General requirements for proficiency testing