



UME-KV-10-02

**MALZEME TEST MAKİNASI
KUVVET KALİBRASYONU
KARŞILAŞTIRMA RAPORU**

Dr. Bülent AYDEMİR

07.01.2011

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ
Kuvvet Grubu Laboratuvarları

İÇİNDEKİLER

1.	Giriş	5
2.	Pilot Laboratuvar	5
3.	Katılımcılar	5
4.	Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler	6
5.	Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi	6
6.	Ölçüm Sonuçları	7
7.	Değerlendirme	11
8.	Sonuçlar ve Öneriler	14
9.	Referanslar	15

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. 100kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$).....8
- Şekil 2. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)8
- Şekil 3. 1 kN çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 0,1 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)9
- Şekil 4. 1 kN çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 1 kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)9
- Şekil 5. 100 N çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 N kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)10
- Şekil 6. 100 N çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 N kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)10

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcı laboratuvar bilgileri.....	6
Tablo 2. Hata değerleri arasındaki farklar	11
Tablo 3. 100 kN basma ölçümü için En sayısı hesap tablosu	12
Tablo 4. 1 kN çekme ölçümü için En sayısı hesap tablosu	13
Tablo 5. 100 N çekme ölçümü 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 3 (üç) 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 4 laboratuvar katılımında bulunacağını belirtmiştir. Katılımcı laboratuvar bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

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

Tablo 2. Katılımcı laboratuvar bilgileri

Firma Adı	Adresi
SMS Kalibrasyon Ölçüm ve Danışmanlık Hiz. San. Tic. Ltd. Şti.	Ümraniye / İSTANBUL
EMİS Kalibrasyon ve Ölçüm Hiz. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Ataşehir / İSTANBUL
DKS Dünya Kalibrasyon Sistemleri San. Ve Tic. Ltd. Şti	Bayrampaşa / İSTANBUL
DVT LAB - Devotrans Elektrik Mak. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Topkapı / İSTANBUL

4. Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler

Malzeme test makine karşılaştırması için 100 kN, 1 kN ve 100 N olmak üzere 3 ölçüm kapasitesi belirlenmiştir.

2 adet laboratuvar tüm ölçüm kapasitelerinde, 1 adet laboratuvar 2 ölçüm kapasitesinde ve 1 adet laboratuvar ise 1 ölçüm kapasitesinde karşılaştırmaya katılmışlardır.

Karşılaştırma ölçümleri, 14.07.2010 tarihinde başlamış olup 17.12.2010 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 3 adet kuvvet ölçme cihazı mevcuttur. Bunlardan birincisi 250 kN, ikincisi 10 kN, üçüncüsü ise 500 N kapasitelidir. Her üç kuvvet ölçme cihazı da çekme ve basma yönlerinde kullanılabilir.

Bu malzeme test makinasının kuvvet dönüştürücülerinin, katılımcı laboratuvar tarafından 100 kN basma, 1 kN çekme ve 100 N çekme yönünde kalibrasyonun yapılmasını istenmiştir. Tüm katılımcılardan, bu makina TS EN ISO 7500-1 [3] standardına uygun olarak kalibre edilmesi istenmiştir. Laboratuvarlar ölçüm cihazlarını, kalibre edilecek makina üzerine bağlamak için kendilerine ait veya TÜBİTAK UME'nin sağladığı bağlantı aparatları kullanmışlardır.

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

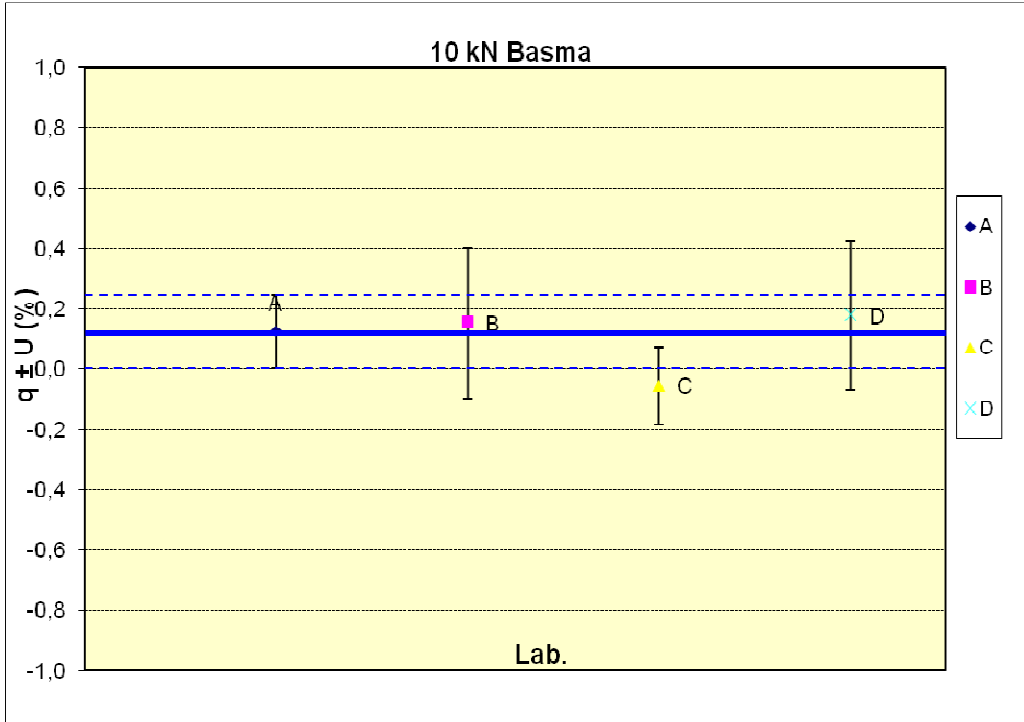
laboratuar görevlisin tercihine bırakılmıştır. Kalibrasyon işleminin bitiminde tüm firmalardan kendi sertifika formatlarında yaptıkları ölçüm için ilgili sertifikaları düzenlemesi istenmiştir. Gelen sertifika verileri esas alınarak karşılaştırma raporu oluşturulmuştur.

6. Ölçüm Sonuçları

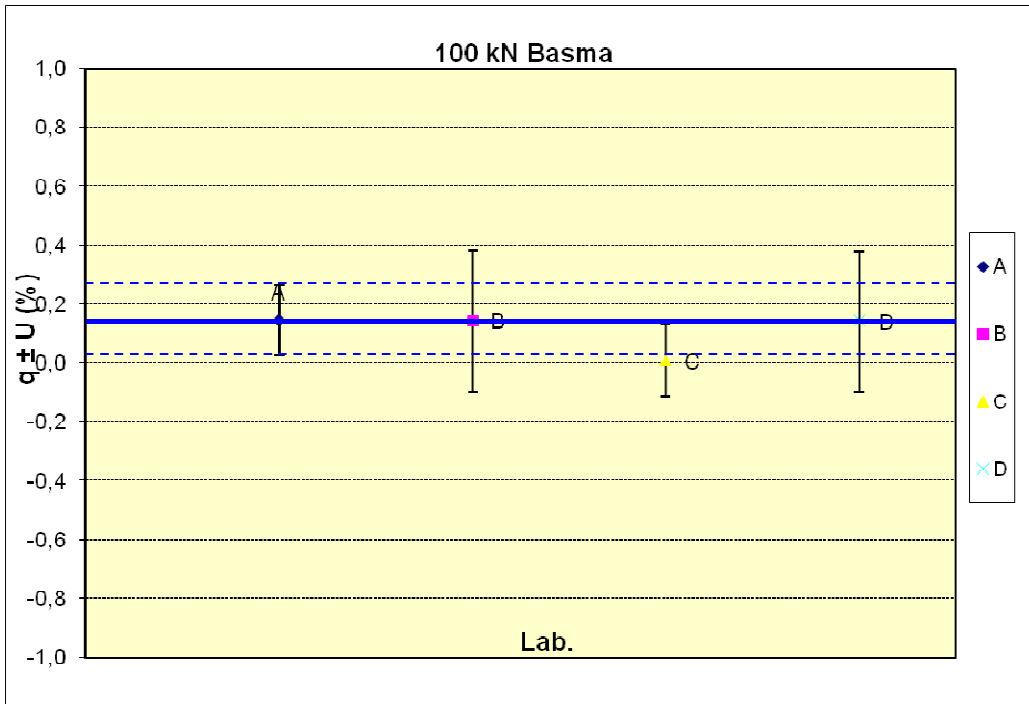
Malzeme test makinası kuvvet kalibrasyonu karşılaştırmasına katılan laboratuarlardan gelen dokümanlar kullanılarak hazırlanan ölçüm sonuçları ve hesaplamaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Bu karşılaştırmada referans laboratuar 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.

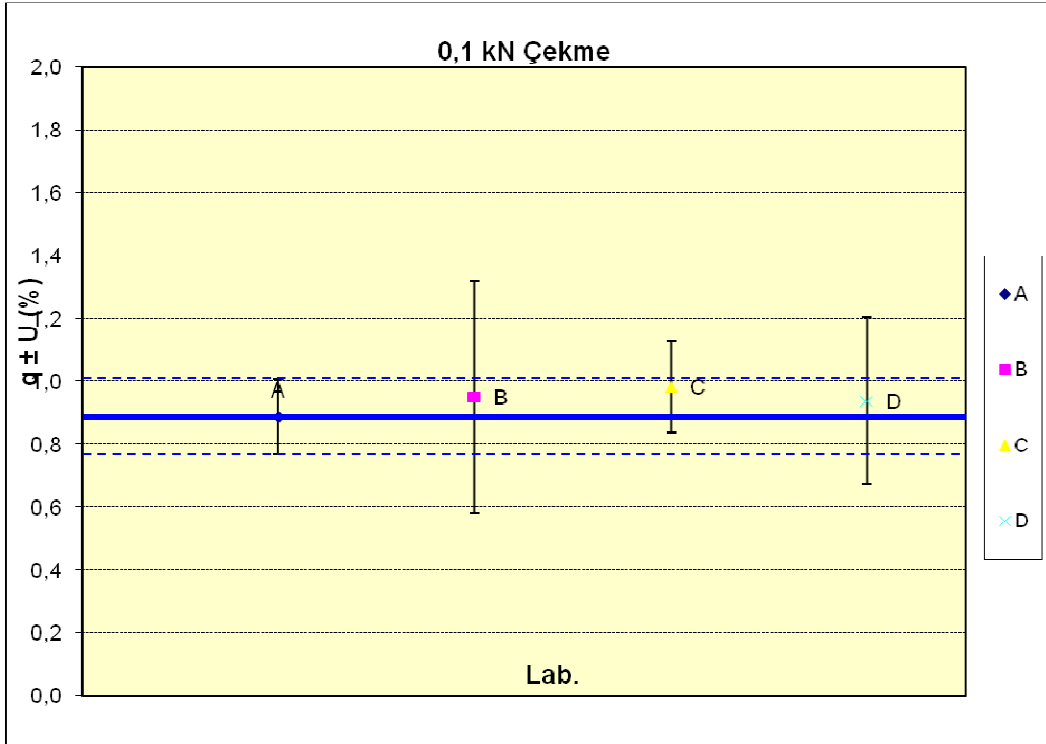
Laboratuvarların ölçümler sonucu verdikleri sertifika değerlerine göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler, her kalibrasyon işleminde en küçük ve en büyük kuvvet basamak değerleri için hazırlanmıştır. Grafiklerde her laboratuar bir harf ile simgelenirilmiş olup, A ile gösterilen sonuçlar TÜBİTAK UME'nin yapmış olduğu kalibrasyon sonuçlarını göstermektedir (Şekil 1,2,3,4,5,6).



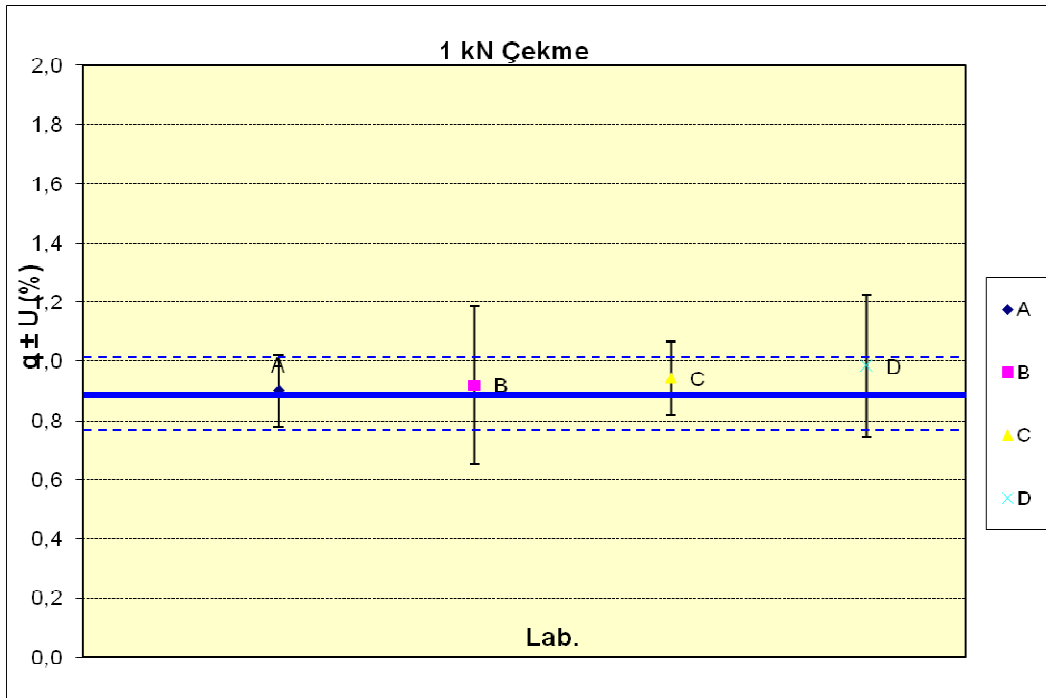
Şekil 1. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 10kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



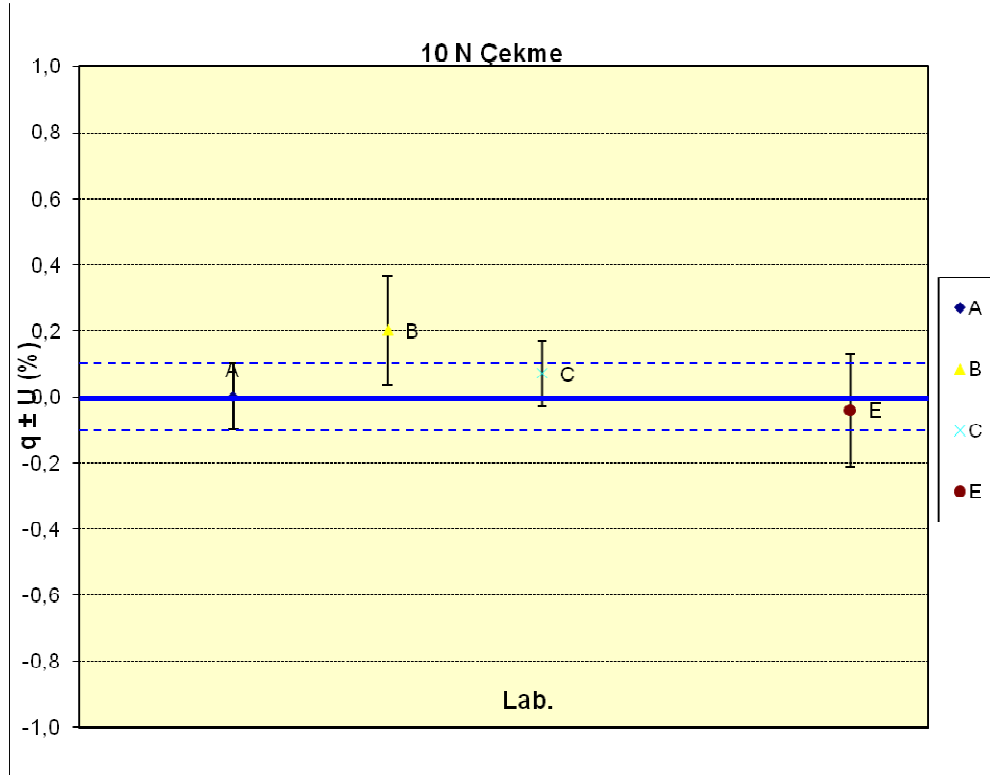
Şekil 2. 100 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



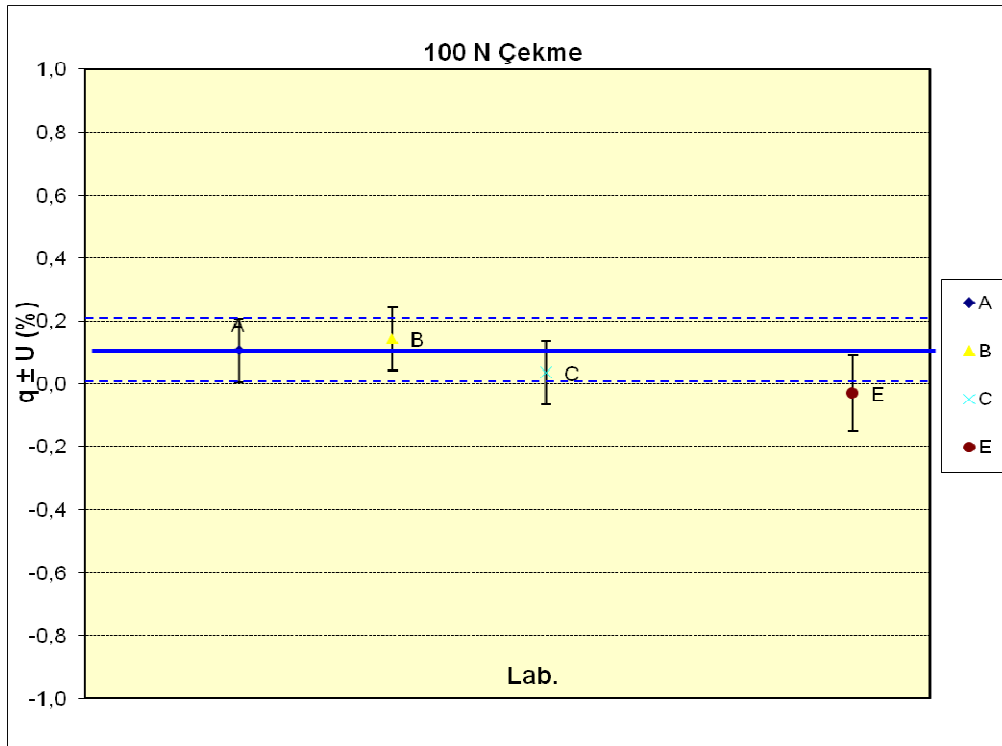
Şekil 3. 1 kN çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 0,1 kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 4. 1 kN çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 1 kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 5. 100 N çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 10 N kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 6. 100 N çekme yönü kuvvet kalibrasyonunda 100 N kuvvet adımıdaki 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 %0,5 bir bant içinde kaldığı ve değerler arasındaki ortalama sapma miktarının %0,06 olduğu belirlenmiştir.

Bağıl doğruluk hatası değerleri incelendiğinde, 100 N ile 100 kN ölçümlerinde %0,24; 1 kN ölçümlerinde ise hata değerinin %0,13 lük bir bant içinde kaldığı görülmüştür. Değerler arasındaki ortalama sapma miktarının ise 100 N ile 100 kN ölçümlerinde %0,09, 1 kN ölçümlerinde %0,95 olduğu belirlenmiştir.

Bağıl belirsizlik hatası değerleri maksimum olarak %0,37 değeri bulunmasına karşın, ortalama olarak % 0,19 lar seviyesinde olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Laboratuvarların sertifika hata değerleri arasındaki farklar

Kalibrasyon	Hata Değerleri Arasındaki Farklar (%)								
	b			q			U		
	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama
100N Çekme	0,06	0,00	0,02	0,20	-0,04	0,06	0,17	0,10	0,10
1kN Çekme	0,47	0,00	0,06	1,02	0,89	0,95	0,37	0,12	0,19
100kN Basma	0,18	-0,06	0,06	0,18	-0,06	0,09	0,25	0,12	0,18

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,

$|E_n| \leq 1 = \text{başarılı}$

$|E_n| > 1 = \text{başarısız}$

Başarılı bir karşılaştırma sonucu için, ISO/IEC Guide 43-1 [4] dokümanında belirtilen $|E_n| \leq 1$ şartının sağlanması gereklidir.

Laboratuvarların ölçüm sonuçlarına göre hesaplanan E_n sayıları Tablo 3, 4, 5 te verilmiştir.

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

Kuvvet (kN)	En - 100kN Basma / Lab. Kodları			
	B	C	D	E
10	0,1	1,0	0,2	
20	0,0	1,0	0,1	
30	0,0	0,8	0,2	
40	0,0	0,9	0,2	
50	0,0	0,8	0,1	
60	0,0	0,8	0,1	
70	0,0	0,7	0,0	
80	0,1	0,7	0,0	
90	0,1	0,7	0,2	
100	0,1	0,7	0,1	

Tablo 4. 1 kN çekme ölçümü için En sayısı hesap tablosu

Kuvvet (kN)	En - 1 kN Çekme / Lab. Kodları			
	B	C	D	E
0,1	0,2	0,5	0,2	
0,2	0,1	0,6	0,1	
0,3	0,1	0,6	0,5	
0,4	0,3	0,4	0,4	
0,5	0,3	0,5	0,4	
0,6	0,3	0,5	0,4	
0,7	0,2	0,3	0,5	
0,8	0,2	0,3	0,4	
0,9	0,1	0,3	0,3	
1,0	0,1	0,3	0,4	

Tablo 5. 100 N çekme ölçümü için En sayısı hesap tablosu

Kuvvet (N)	En - 100 N Çekme / Lab. Kodları			
	B	C	D	E
10	1,0	0,5		0,2
20	1,0	0,3		0,2
30	0,8	0,0		0,4
40	0,6	0,3		0,5
50	0,4	0,3		0,8
60	0,4	0,1		0,9
70	0,3	0,2		0,9
80	0,3	0,4		0,9
90	0,2	0,5		0,9
100	0,3	0,5		0,9

8. Sonuçlar ve Öneriler

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilmiş olan 4 adet laboratuvar katılımında 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 2 laboratuvarın, ölçülen makinanın sınıfı olarak “sınıf 1” verdiği, diğer laboratuvarın ise TÜBİTAK UME'nin bulunduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfı olarak “sınıf 0,5” verdiği;
- 1 kN kapasite çekme yönü kalibrasyonu sonucunda 1 laboratuvarın, ölçülen makinanın sınıfı olarak “sınıf 2” verdiği, diğer laboratuvarların ise TÜBİTAK UME'nin bulunduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfı olarak “sınıf 1” verdiği;
- 100 N kapasite çekme yönü kalibrasyonu sonucunda tüm laboratuvarların TÜBİTAK UME'nin bulunduğu sınıf ile aynı olarak, makinanın sınıfı olarak “sınıf 0,5” verdiği görülmüştür. Bu sertifikalar arasında bir farklılık olarak belirlenmiştir.

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

9. Referanslar

- [1] TS EN ISO/IEC 17025:2005, "Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliđi 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 Guide 43-1:1997, "Proficiency testing by interlaboratory comparisons - Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes"