



UME-KV-09-03

**BETON TEST PRESİ
KUVVET KALİBRASYONU
KARŞILAŞTIRMA RAPORU**

Dr. Sinan FANK

Cemal VATAN

Dr. Bülent AYDEMİR

(Rev. 1)

04.05.2011

TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ

Kuvvet Grubu Laboratuvarları



İÇİNDEKİLER

1.	Giriş	2
2.	Pilot Laboratuvar	2
3.	Katılımcılar	2
4.	Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler	3
5.	Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi	4
6.	Ölçüm Sonuçları.....	4
7.	Değerlendirme.....	9
8.	Sonuçlar ve Öneriler.....	11
9.	Referanslar	12



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 beton test presi (BTP) kuvvet kalibrasyonlarındaki karşılaştırma ihtiyacı dikkate alınarak, TÜRKAK-UME işbirliği çerçevesinde, BTP de kuvvet kalibrasyonu için bir laboratuvarlar arası karşılaştırma yapılmıştır.

Bu karşılaştırma, laboratuvarların kendi kuvvet standartlarını kullanarak TSE Kalite Kampüsü İnşaat laboratuvarında bulunan BTP'nin 2000 kN kapasitede kuvvet kalibrasyonunu kapsamaktadır.

2. Pilot Laboratuvar

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME)

Sorumlu : Dr. Sinan FANK, Cemal VATAN

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

Telefon : 262 679 50 00 /5600

Faks : 262 679 50 01

E-posta : sinan.fank@ume.tubitak.gov.tr , cemal.vatan@ume.tubitak.gov.tr

3. Katılımcılar

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilen veya edilecek laboratuvarlar davet edilmiştir. Ayrıca TÜRKAK ve TÜBİTAK UME web sayfalarında karşılaştırma duyurusu yapılmıştır. Karşılaştırmaya 10 laboratuvar katılımında 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

Firma Adı	Adresi
TSE - Türk Standartları Enstitüsü	Gebze / KOCAELİ
TSE - Türk Standartları Enstitüsü	Bakanlıklar / ANKARA
Karayoları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırmalar Daire Başkanlığı	Yücetepe / ANKARA
DKS Dünya Kalibrasyon Sistemleri San. Ve Tic. Ltd. Şti	Bayrampaşa / İSTANBUL
TKM-Teknolojik Kalibrasyon Merkezi	Bakırköy / İSTANBUL
EMİS Kalibrasyon ve Ölçüm Hiz. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Ataşehir / İSTANBUL
DSİ Genel Müd. Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı	Ostim / ANKARA
SMS Kalibrasyon Ölçüm ve Danışmanlık Hiz. San. Tic. Ltd. Şti.	Ümraniye / İSTANBUL
FORCELAB Kalibrasyon Merkezi İstanbul Kalite San. Ve Dış Tic. Ltd. Şti	Kartal / İSTANBUL
Hazır Beton Birliği Yapı Malzemeleri Laboratuvarı	Kavacık / İSTANBUL

4. Organizasyon ve Katıldıkları Kapasiteler

Karşılaştırma ölçümleri 01.09.2009 tarihinde başlamış olup, 29.09.2010 tarihinde tamamlanmıştır. Karşılaştırma ölçümlerini gerçekleştirmek için belirli bir sıralama önceden belirlenmemiş olup, laboratuvarların ölçüm için gelecekleri günü önceden bildirmeleri ile bir sıralama oluşmuştur.

10 adet laboratuvar TS EN 12390-4 [3] standardının gerektirdiği kuvvet kalibrasyonu gerçekleştirerek karşılaştırmaya katılmışlardır.



5. Ölçümlerin Gerçekleştirilmesi

Ölçümler için TSE Kalite Kampüsü Beton Test laboratuvarında bulunan DMC marka EXT 97007 seri numaralı ve hız kontrollü beton presi seçilmiştir. Beton presinin üzerinde 2000 kN kapasiteli 1 adet kuvvet ölçme cihazı mevcuttur.

LAK ölçümlerine katılan akredite laboratuvarlardan beton test presinin TS EN 12390-4 [3] standardına göre kalibrasyonu (2000 kN kapasitede kuvvet kalibrasyonu, basma tabla sertliği ve düzlemselliklerinin kontrolü, hız ölçümü kontrolü, eğik basma kontrolü, birim şekil değişimi kontrolünün gerçekleştirilmesi) talep edilmiştir. Laboratuvarlar, kalibre edilecek makina üzerinde ölçümleri gerçekleştirmek için, kendilerine ait ölçüm cihazlarını kullanmışlardır.

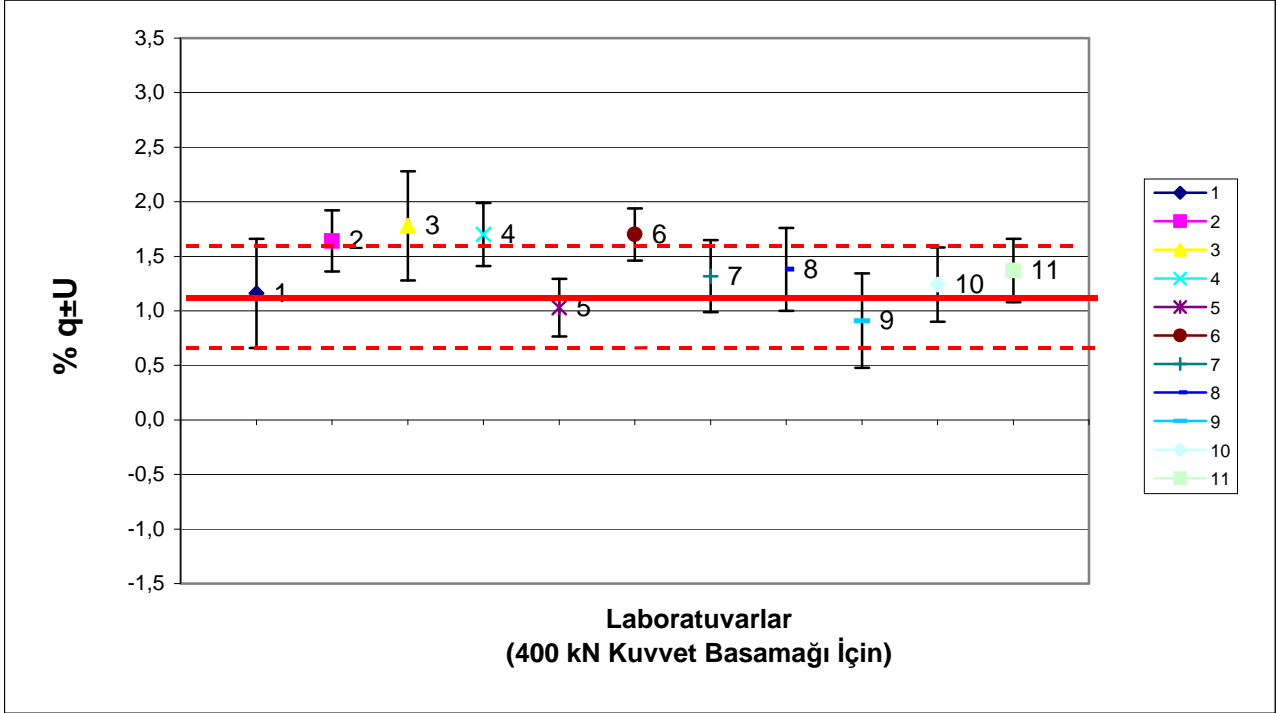
Kalibrasyon işlemi esnasında ölçümü yapacak laboratuvarla birlikte UME'den bir görevli, yanlarında gözlemci olarak bulunmuştur. Kalibrasyonun nasıl gerçekleştirileceği, kuvvet uygulama yöntemi ve hız seçiminin ne olacağı gibi konular tamamen kalibrasyonu yapan laboratuvar görevlisin tercihinin bırakılmıştır. Bu tercihte tarafımızca yapılan yönlendirme, firmanın hizmet verdiği beton test presi kalibrasyonların da uyguladıkları işlemler ile aynı olması şeklindedir. 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

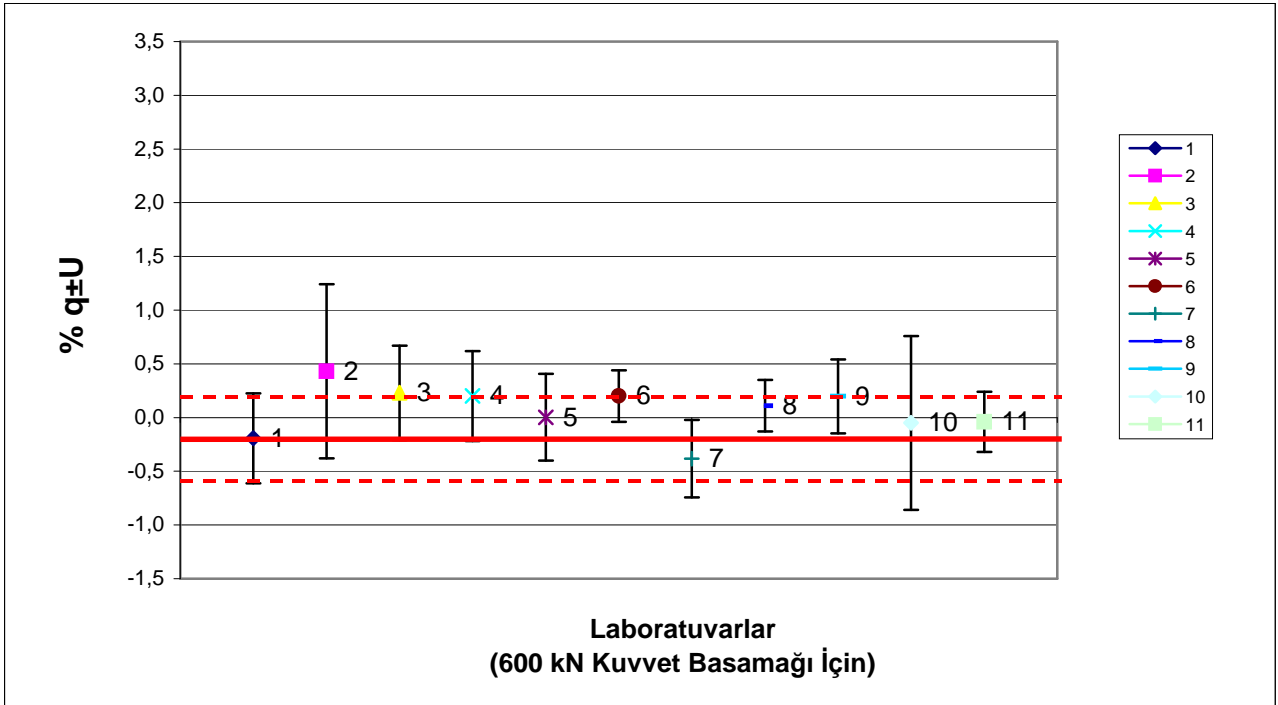
Beton test presi kuvvet kalibrasyonu karşılaştırmasına katılan laboratuvarlardan gelen dokümanlar kullanılarak hazırlanan ölçüm sonuçları ve hesaplamaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Karşılaştırma ölçümüne katılan laboratuvarların UME ölçümünden farklılıkları referanstan sapma değeri olarak hesaplanmıştır.

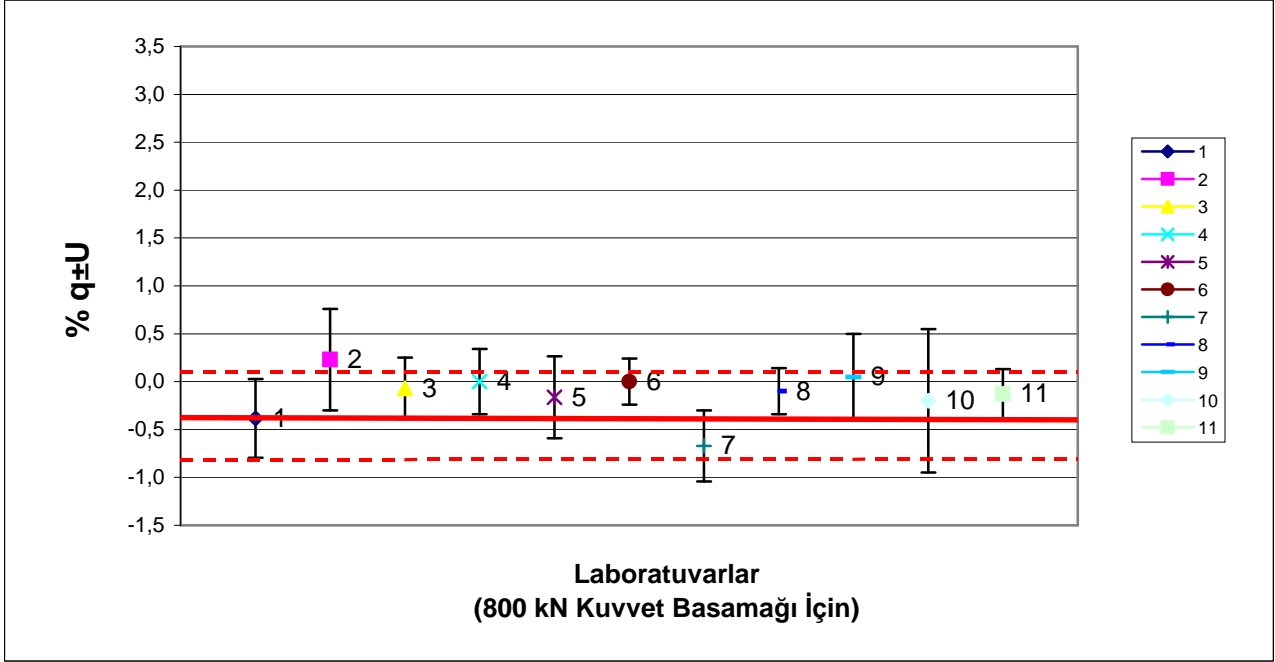
Laboratuvarların ölçümler sonucu verdikleri sertifika değerlerine göre aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur. Grafiklerde her laboratuvar bir sayı ile kodlanmış olup, "1" ile gösterilen sonuçlar UME'nin yapmış olduğu kalibrasyon sonuçlarını göstermektedir.



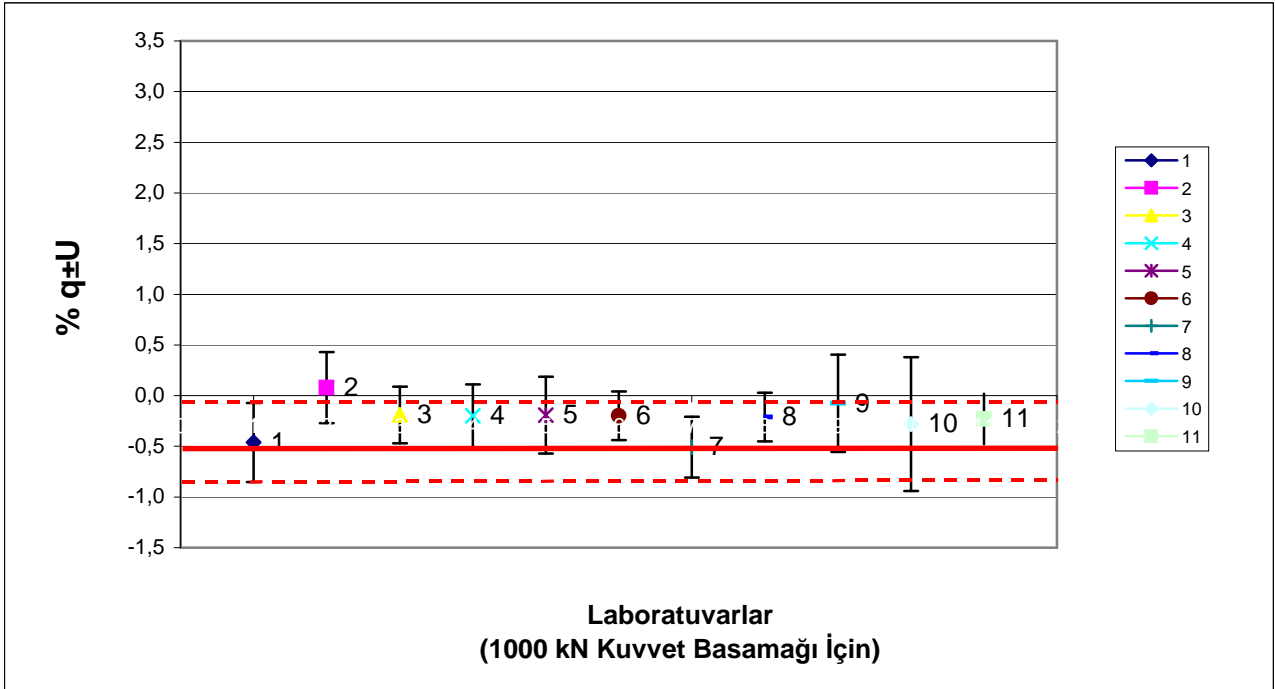
Şekil 1. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 400kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



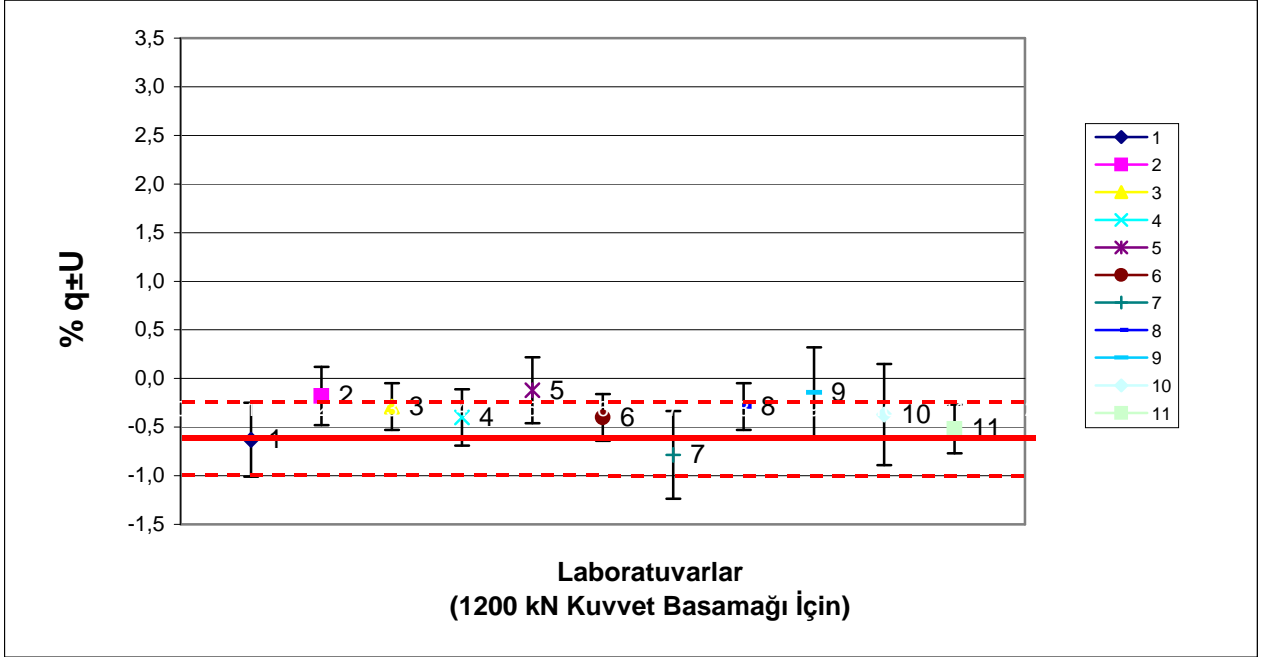
Şekil 2. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 600kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



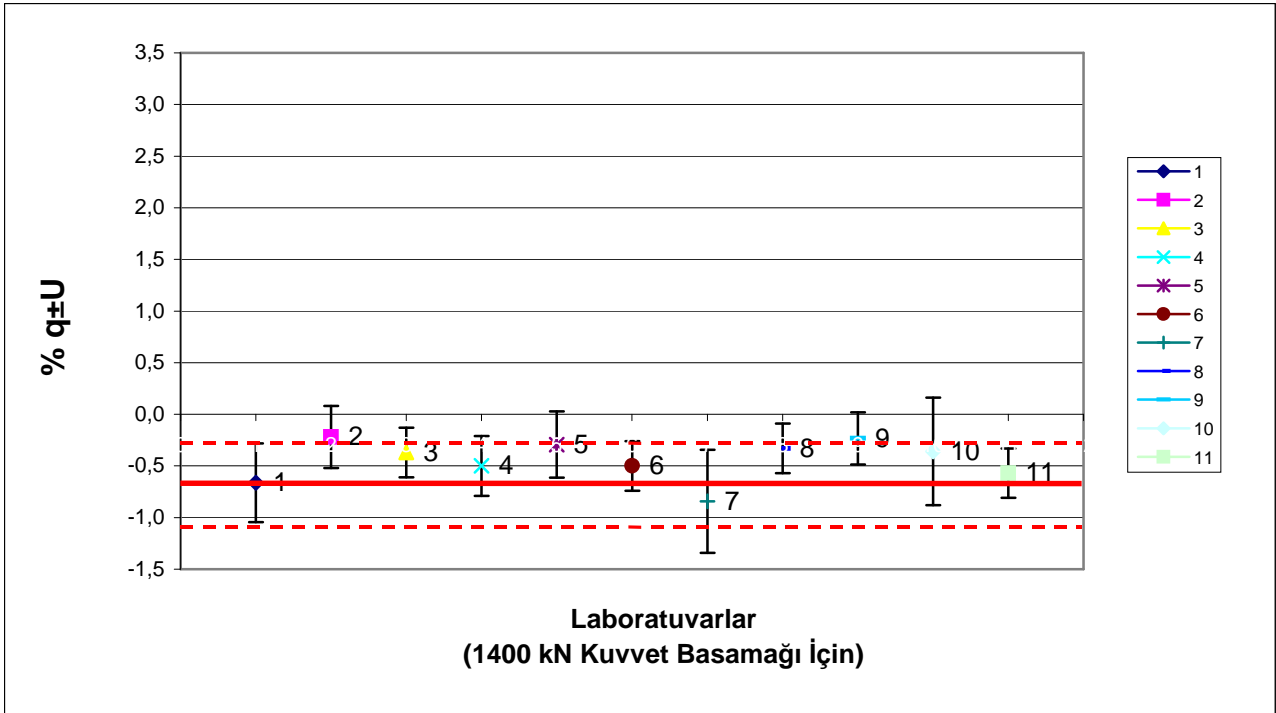
Şekil 3 . 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 800kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



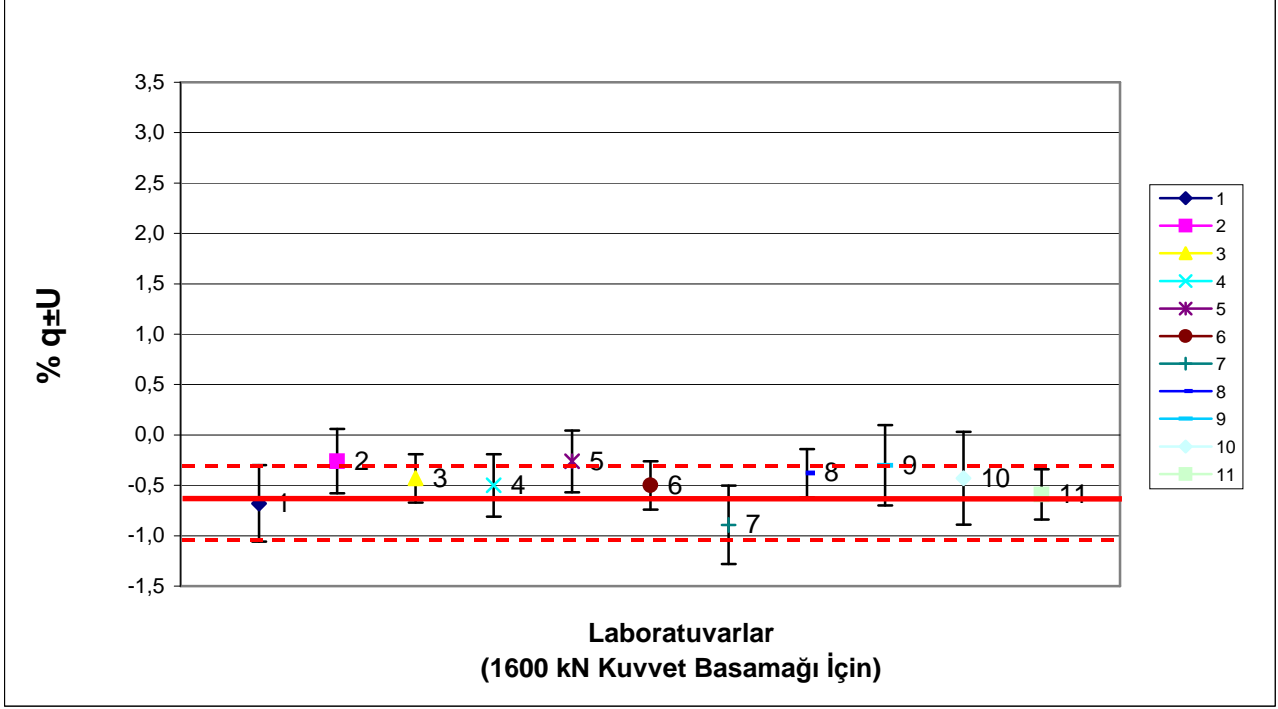
Şekil 4 . 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1.000kN kuvvet adımındaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



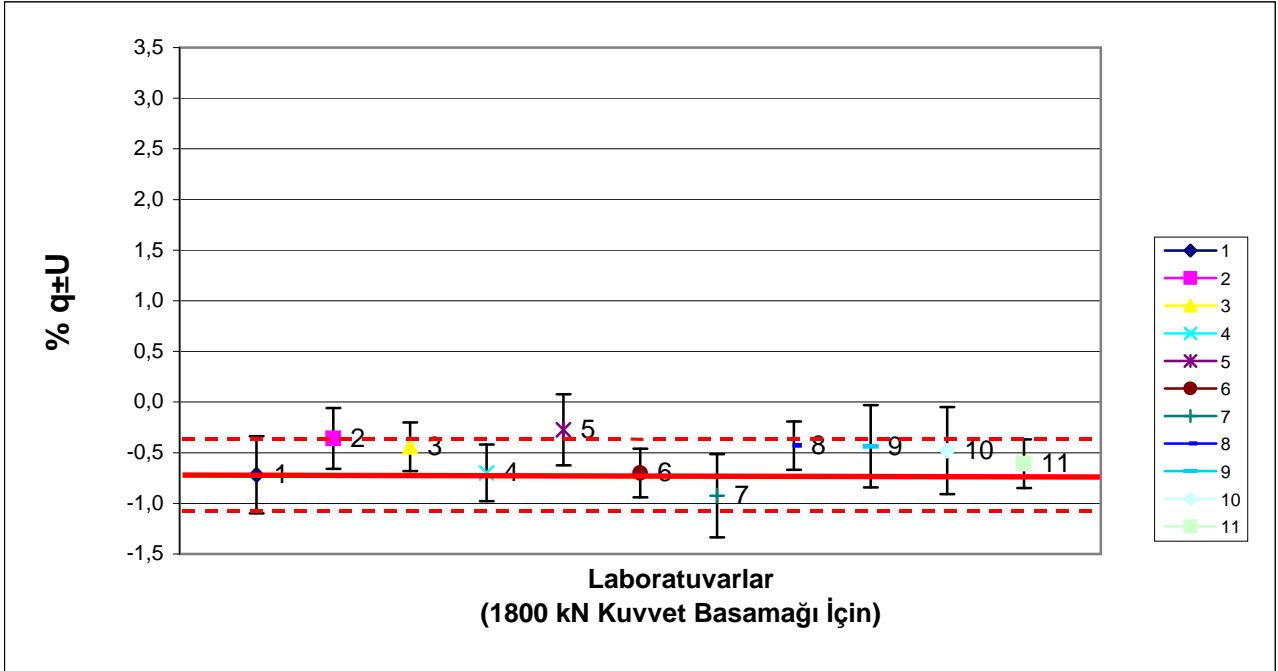
Şekil 5 . 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1.200kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



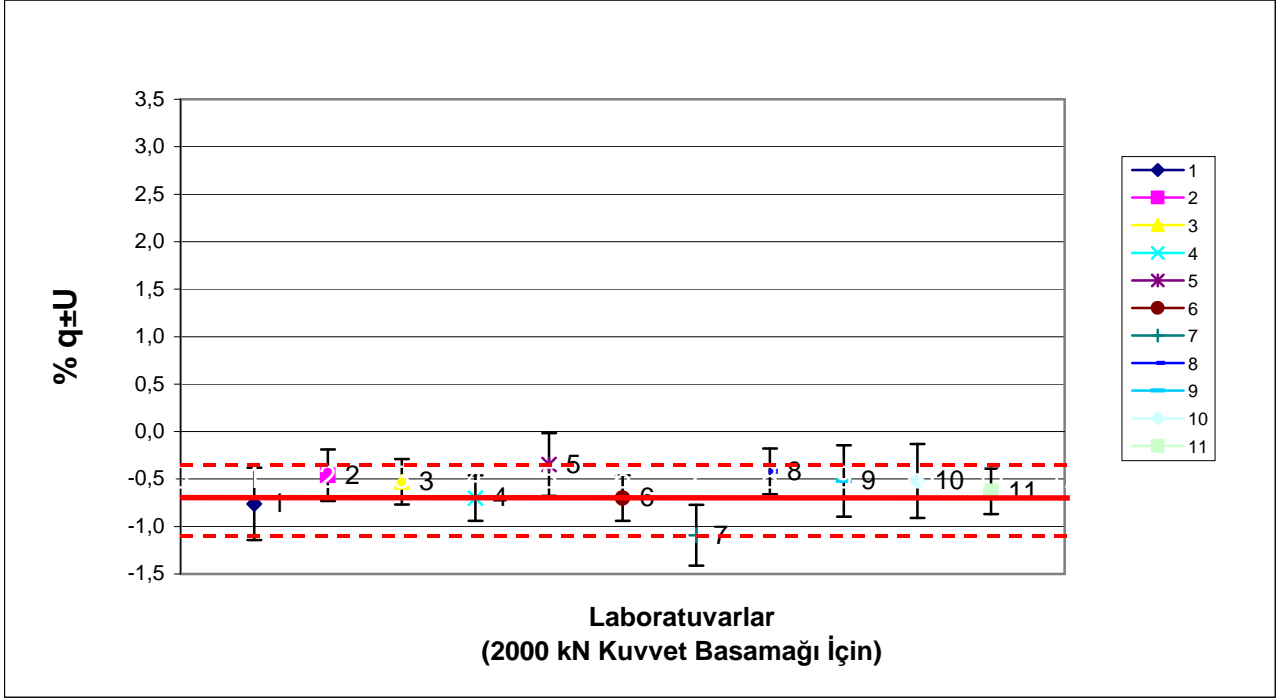
Şekil 6. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1.400kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 7. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1.600kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 8. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 1.800kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)



Şekil 9. 2.000 kN basma yönü kuvvet kalibrasyonunda 2.000kN kuvvet adımıdaki laboratuvarların verdikleri $q \pm U$ değerleri (Belirsizlikler %95, $k=2$)

7. Değerlendirme

Ölçüm sonuçları incelendiğinde, referans laboratuvar (TÜBİTAK UME) ile kalibrasyon laboratuvarı değerleri arasındaki dağılımlar Tablo 2 de verilmiştir.

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

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,

Tablo 2. Ölçüm sonuçlarının kuvvet basamaklarına göre dağılımları

Kuvvet Basmaları (kN)	Değerler Arasındaki Farklar								
	% b			% q			% U		
	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ortalama
200	0,87	0,07	0,39	2,80	1,32	1,96	0,63	0,24	0,45
400	0,47	0,08	0,22	1,78	0,91	1,38	0,50	0,24	0,35
600	1,10	0,05	0,46	0,43	-0,38	0,06	0,81	0,24	0,43
800	1,00	0,08	0,40	0,23	-0,67	-0,13	0,75	0,24	0,39
1000	0,86	0,06	0,30	0,08	-0,51	-0,22	0,66	0,24	0,35
1200	0,66	0,03	0,30	-0,12	-0,79	-0,38	0,52	0,24	0,34
1400	0,66	0,01	0,26	-0,22	-0,84	-0,44	0,52	0,24	0,31
1600	0,55	0,07	0,26	-0,26	-0,89	-0,48	0,46	0,24	0,32
1800	0,50	0,01	0,26	-0,27	-0,92	-0,55	0,43	0,24	0,32
2000	0,50	0,00	0,20	-0,35	-1,09	-0,61	0,39	0,24	0,30

Ölçüm sonuçlarından elde edilen değerler kullanılarak karşılaştırma sonucunun değerlendirilebilmesi için, 400kN ile 2000 kN kuvvet değerlerinde laboratuvarların E_n değerleri hesaplanarak Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. Laboratuvarların hesaplanan E_n değerleri tablosu

Kuvvet (kN)	Lab. Kodları - E_n değerleri									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	0,8	0,9	0,9	0,2	1,0	0,3	0,4	0,4	0,1	0,4
600	0,7	0,7	0,7	0,3	0,8	0,3	0,6	0,7	0,2	0,3
800	0,9	0,6	0,7	0,4	0,8	0,5	0,6	0,7	0,2	0,5
1000	1,0	0,6	0,5	0,5	0,6	0,1	0,5	0,6	0,2	0,5
1200	0,9	0,8	0,5	1,0	0,5	0,3	0,8	0,8	0,4	0,2
1400	0,9	0,7	0,3	0,7	0,4	0,3	0,7	0,9	0,5	0,2
1600	0,8	0,6	0,4	0,9	0,4	0,4	0,7	0,7	0,4	0,2
1800	0,7	0,6	0,0	0,9	0,0	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2
2000	0,6	0,5	0,1	0,8	0,1	0,7	0,8	0,5	0,4	0,3

8. Sonuçlar ve Öneriler

Karşılaştırmaya, karşılaştırma için alt yapısı mevcut TÜRKAK tarafından akredite edilen veya edilecek olan 10 adet laboratuvar katılımında bulunmuştur. Karşılaştırma öncesi Teknik Protokol oluşturulmuş ve katılımcıların iletilmiş ve TÜBİTAK UME web sayfasında yayınlanmıştır.

Karşılaştırma ölçümleri sonucunda düzenlenen sertifikalar incelendiğinde;

- 8 laboratuvar makinanın sınıfını “Sınıf 2”, 1 laboratuvar “Sınıf 1”, 1 laboratuvar da “Sınıf 3” olarak beyan etmişlerdir.
- Laboratuvarların uygunluk beyanlarında farklılıklar bulunmaktadır. 5 laboratuvar 400 kN – 2000 kN kuvvet aralığında, 5 laboratuvar da 200 kN – 2000 kN kuvvet aralığında uygunluk beyanında bulunmuşlardır.
- Karşılaştırmada kullanılan Beton Test Presinin kalibrasyonu sonucunda laboratuvarların buldukları “q” sapma değerleri 200 kN – 2000 kN kuvvet aralığında % 2,8 ile % -1,09 arasındadır (Tablo 2).
- Karşılaştırmada kullanılan Beton Test Presinin kalibrasyonu sonucunda laboratuvarların buldukları “b” tekrarlanabilirlik hatası değerleri 200 kN – 2000 kN kuvvet aralığında % 1,10 ile % 0,0 arasındadır (Tablo 2).
- Karşılaştırmada kullanılan Beton Test Presinin kalibrasyonu sonucunda laboratuvarların verdikleri “U” belirsizlik değerleri 200 kN – 2000 kN kuvvet aralığında % 0,81 ile % 0,24 arasındadır (Tablo 2).
- 9 laboratuvar kuvvet ölçümlerinde bir adet kuvvet ölçme cihazı kullanıp 10 eşit kuvvet adımında, 1 laboratuvar farklı kapasitedeki 2 adet kuvvet ölçme cihazı kullanıp 12 kuvvet adımında ölçümler yapmıştır.

Değerlendirmeler sonucunda $|E_n| \leq 1$ değerini 400 kN – 2000 kN kuvvet aralığında tüm laboratuvarlar sağlamıştır.

Kalibrasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi sırasında aşağıdaki Tablo 4’de özetlenen parametrelerde katılımcı laboratuvarlar tarafından ölçülmüştür. Bu parametreler sadece bilgi amaçlı verilmiş olup karşılaştırma ölçümlerinde değerlendirilmemiştir.

Tablo 4. Beton Test Presi Kalibrasyonunda ölçülen diğer parametreler özet tablosu

		Sınır Değerler	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Yüzey Sertliği Alt Başlık			56,8	56,60	58	56,3	-.	59,2	57,10	57,3	56,20	56,3
Yüzey Sertliği Üst Başlık	Min 53 HRC		55,7	55,80	54	55,3	-.	61,2	57,70	58,6	55,70	56,1
Yüzey Pürüzlüğü Alt Başlık	0,4 - 3,2		0,62	0,86	0,5	0,45	-.	0,476	0,72	0,7	1,00	0,73
Yüzey Pürüzlüğü Üst Başlık	micrometre		1,08	1,30	0,7	0,7	-.	0,505	0,81	0,83	1,04	1,04
Düzlemsellik Hatası Alt Başlık			0	0,01	0,1	0	-.	0,03>	uygun	0,003>	0,02	0
Düzlemsellik Hatası Üst Başlık	max. 0,03 mm		0	0,01	0,2	0	-.	0,03>	uygun	0,003>	0,00	0
Paralellik Sapması Alt			-	-	-	-	-.	-	0,08	-	-.	-.
Paralellik Sapması Üst	max. 0,05 mm		-	-	-	-	-.	-	0,07	-	-.	-.
Merkezleme Kanalları genişlik	max 0,5 mm		-	0,5>	-	-	-.	-	0,00	-	-.	-.
Merkezleme Kanalları Derinlik	max 1,0 mm		-	1>	-	-	-.	-	uygun	-	-.	-.
Otomatik Hız Ölçüm Değeri 1	+/- %5		-3,1	-	-3,3	-2,63	3,33	-	uygun	-1,19	4,20	-3,8
Otomatik Hız Ölçüm Değeri 2	+/- %5		-2,5	-	-	-2,53	3,33	-	uygun	-1,96	4,00	-3
Eğik Basma ortalama	0,10		0,11	0,03	0,12	0,023	0,5	0,456	0,53	0,052	0,02	0,81
Eğik Basma Max- Min	0,10		0,1	0,10	0,5	0,581	0,12	0,11	0,07	-0,024	0,09	0,84
Birim Şekil Değişikliği	A - C Hattı	0,06	0,064	0,05	0,04	0,044	0,04	0,049	0,05	0,048	0,05	0,06
200 kN	B - D Hattı		0,051	0,04	0,05	-0,05	0,05	0,057	0,05	0,052	0,05	-0,04
Birim Şekil Değişikliği	A - C Hattı	0,04	0,045	0,05	0,08	0,037	0,08	0,039	0,03	0,04	0,04	0,04
2000 kN	B - D Hattı		0,044	0,04	0,04	-0,04	0,04	0,043	0,04	0,042	0,04	-0,04

9. Referanslar

- [1] TS EN ISO/IEC 17025:2005, "Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar"
- [2] P704, "TÜRKAK Yeterlilik Deneyleri ve Laboratuvarlararası Karşılaştırma Programları Prosedürü", Rev 3, 26.01.2006
- [3] TS EN 12390-4, 2002, Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 4: Basınç Dayanımı - Deney Makinelerinin Özellikleri
- [4] ISO/IEC Guide 43-1:1997, "Proficiency testing by interlaboratory comparisons - Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes"