

ITS-90 ÖLÇEĞİNİN 100 °C / 1000 °C SICAKLIK ARALIĞINDA ISILÇİFT KARŞILAŞTIRMASI

Narcisa ARİFOVİÇ
Ahmet DİRİL

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K: 54 41470 Gebze-Kocaeli TÜRKİYE
Tel: 262 679 50 00
*E-Mail: narcisa.arifovic@tubitak.gov.tr

ÖZET

Akreditasyon çalışmaları esnasında katılımcı laboratuvarlar, akreditasyon kapsamında beyan etmiş oldukları ölçülen büyüklüklerde ölçüm kabiliyetlerini ve ölçüm belirsizlik ispatlamak amacıyla karşılaştırmalara katılmak zorundadırlar. Yapılan karşılaştırmalar akreditasyon çalışmalarının en önemli basamaklarından birisi olup, kalibrasyon laboratuvarlarının, ulusal akreditasyon sistemine dahil olmalarına imkan sağlamaktadır.

TUBİTAK UME tarafından “100 °C / 1000 °C sıcaklık aralığında ısılıçift karşılaştırması” düzenlenmiştir.

Bu makalede, karşılaştırmada laboratuvarlar arası dolaşan cihaza (LADC) ait gerilim değerleri, sıcaklık farkı ve ilgili sıcaklıklara ait belirsizlik bilgisini sunacaktır. Ayrıca her sıcaklık noktası için laboratuvarlara ait sıcaklık farkı, belirsizliği ve En değerleri verilecektir.

Anahtar sözcükler: Laboratuvarlararası karşılaştırma, laboratuvarlar arası dolaşan cihaz (LADC) karşılaştırma belirsizliği, En değeri

1.Giriş

Pilot laboratuvar UME, karşılaştırmada laboratuvarlararası dolaşan cihaz (LADC) olarak kullanılacak 3 adet UME yapımı S tipi ısılıçifti üretmiştir. Karşılaştırma başlamadan önce ve karşılaştırma tamamlandıktan sonra protokole göre LADAC ölçümleri alınmıştır.

Katılımcı laboratuvarlar, karşılaştırmayı 100 °C ile 1000 °C sıcaklık aralığında 100 °C, 156 °C, 232 °C, 420 °C, 660 °C, 960 °C, 1000 °C sıcaklıklarında kendi ölçüm prosedürlerine göre yapmıştır. Tüm sıcaklık değerleri için ölçüm sonuçlarını ve her sıcaklık noktası için belirsizliklerini vermiştir. Ayrıca her laboratuvar, kendi ölçümünü yaptığı LADC için kalibrasyon eşitliğini

$$\Delta E = E_{LADC} - E_{Ref} = at + bt^2 + ct^3 \quad (1)$$

vermiştir. Daha sonra nominal sıcaklık değerleri ve belirsizlikler elde edilmiştir.

2. Karşılaştırma Değerlendirmesi

Değerlendirme sırasında, UME tarafından ölçülen değerler referans (tref) olarak alındı ve katılımcı laboratuvarların bu değerlerden sapmaları, belirsizlik verileri dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Katılımcı laboratuvarlar tarafından beyan edilen ölçüm sonuçları ve belirsizlik değerleri kullanılarak her laboratuvar için sıcaklık farkı (D_i) ve belirsizliği (U_{D_i})

$$D_i = D_{t_{labi}-t_{ref}} = t_{Lab_i} - t_{ref} \quad (2)$$

$$U_{D_i} = \sqrt{(U_{Lab_i})^2 + (U_{ref})^2 + (U_{kararlılık})^2} \quad (3)$$

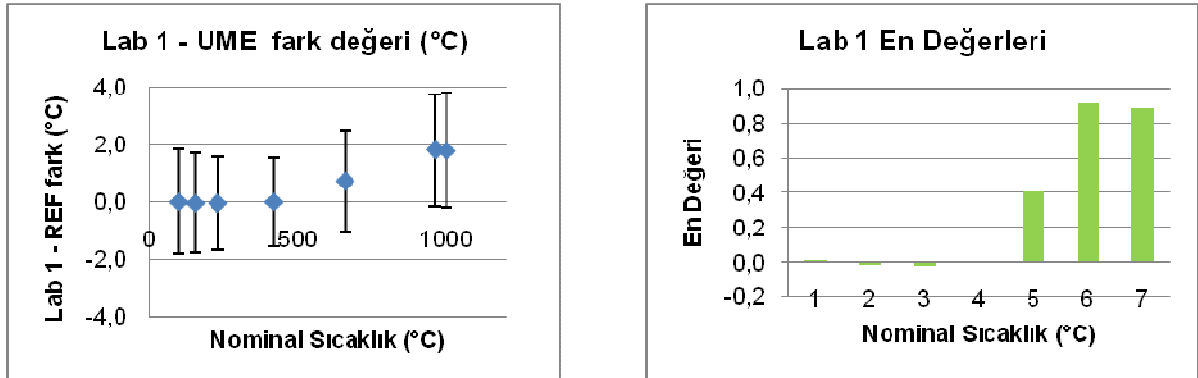
denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Ayrıca E_n değeri ise

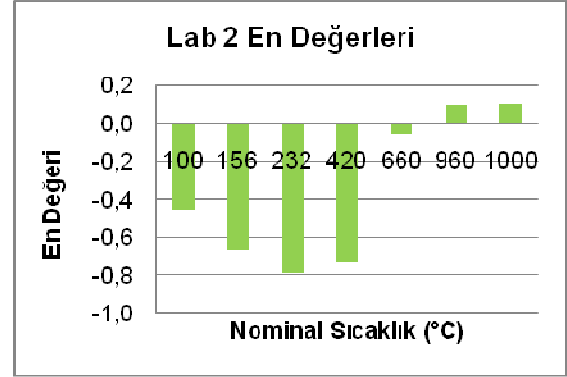
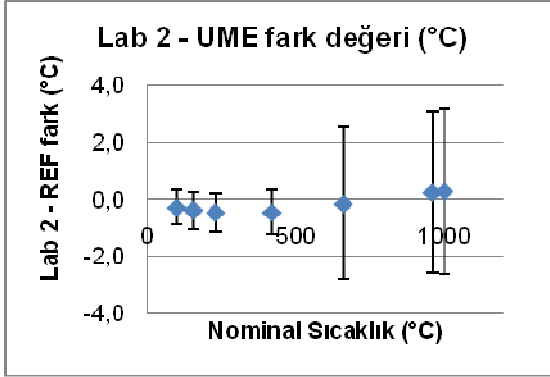
$$E_n = \frac{t_{Lab_i} - t_{ref}}{\sqrt{(U_{Lab_i})^2 + (U_{ref})^2}} \quad (4)$$

kullanılarak hesaplanmıştır. E_n değeri ise 4 nolu denklem yardımıyla tespit edilmiş olup, $|E_n| \leq 1$ olması gerekmektedir.

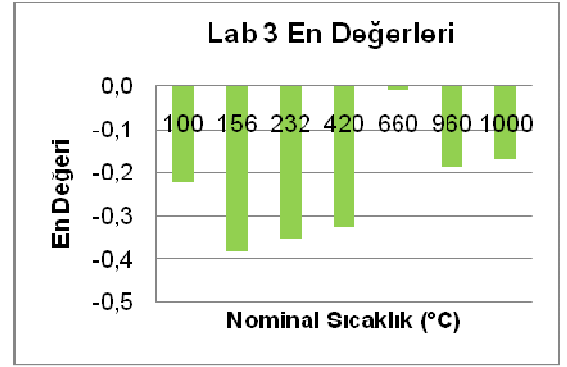
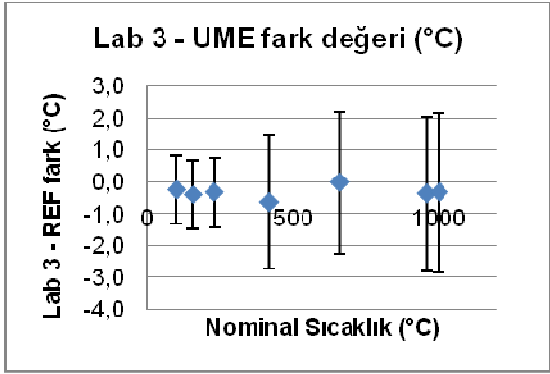
Katılımcı her laboratuvara ait sıcaklık farkı, karşılaştırma belirsizliği ve E_n değerleri Şekil 1-11 arasında verilmiştir.



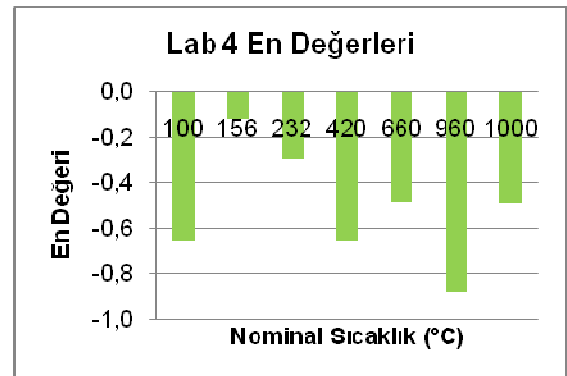
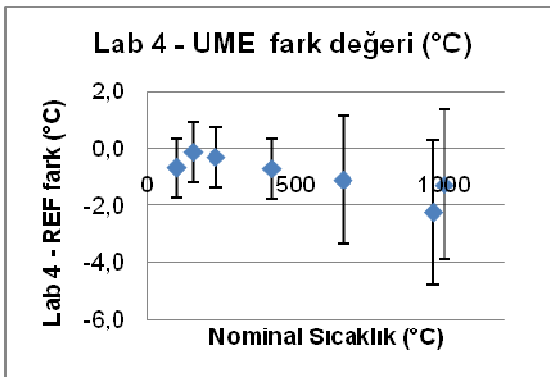
Şekil 1. Laboratuvar 1'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



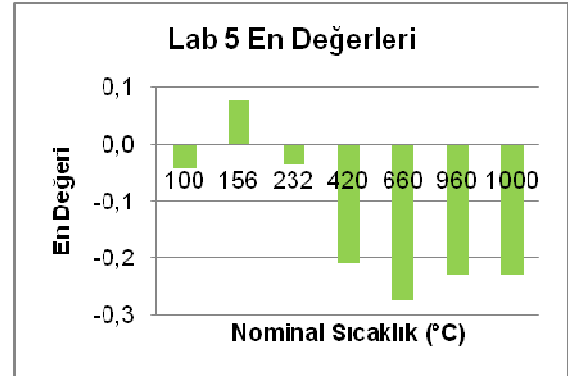
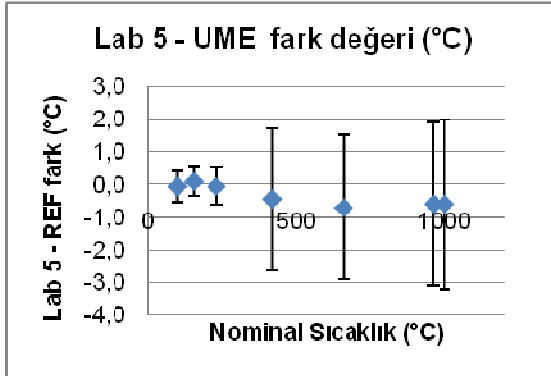
Şekil 2. Laboratuvar 2'ye ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



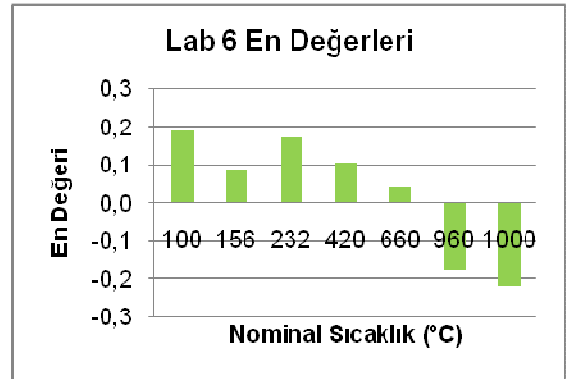
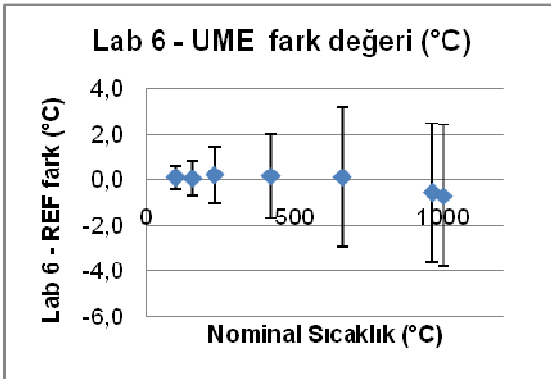
Şekil 3. Laboratuvar 3'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



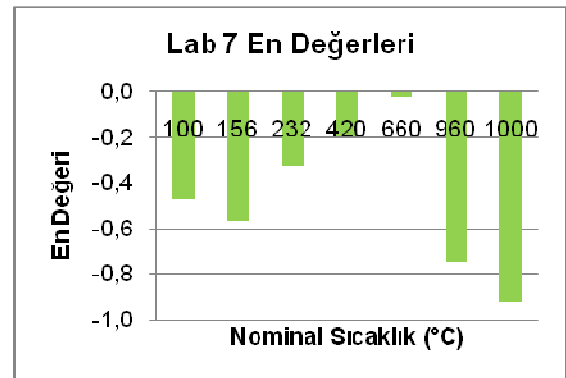
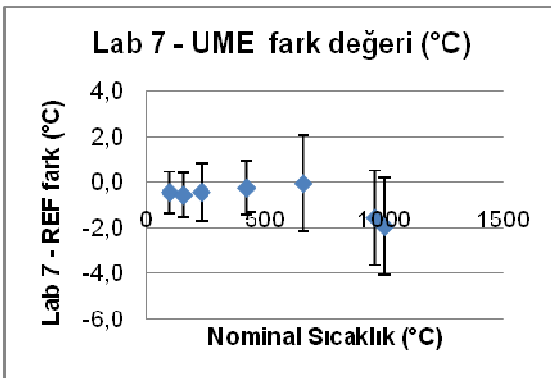
Şekil 4. Laboratuvar 4'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



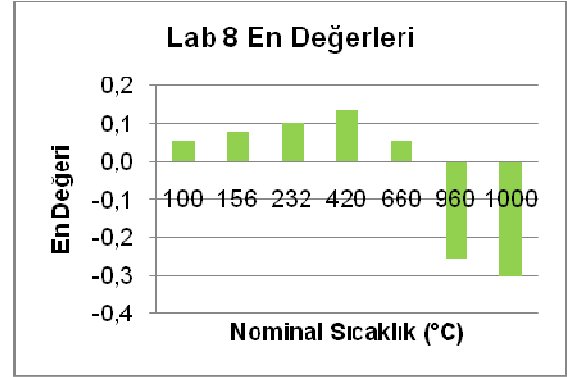
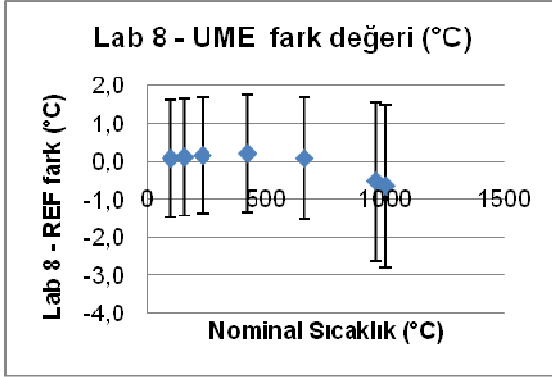
Şekil 5. Laboratuvar 5'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



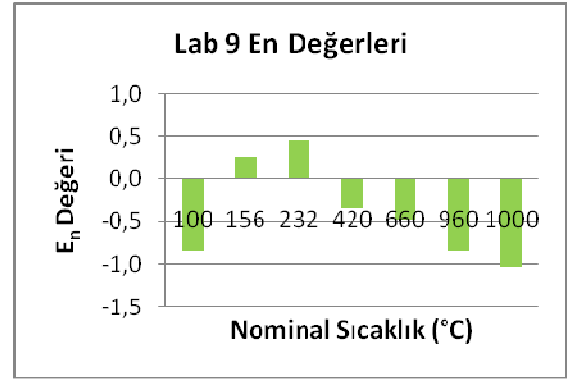
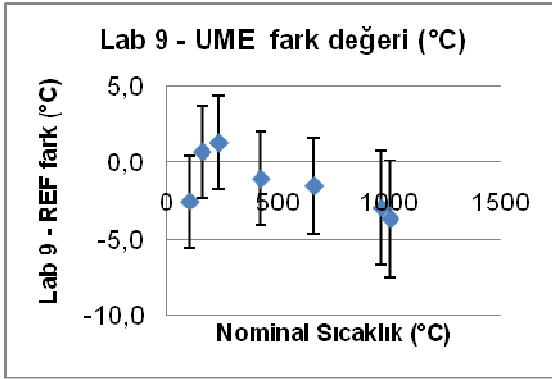
Şekil 6. Laboratuvar 6'ya ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



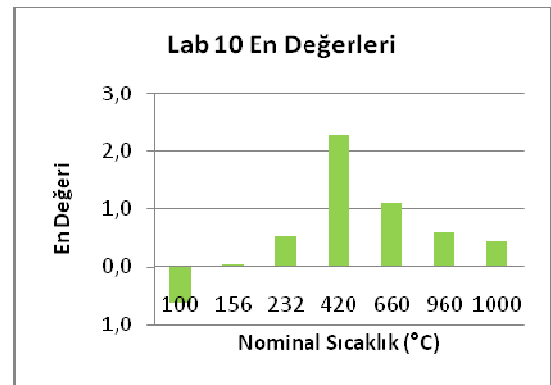
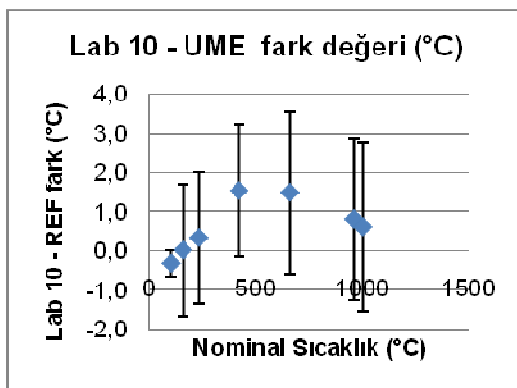
Şekil 7. Laboratuvar 7'ye ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



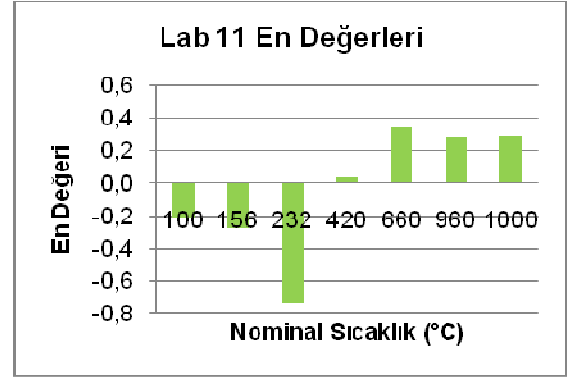
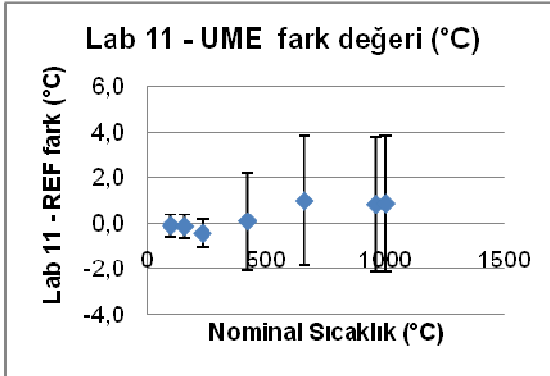
Şekil 8. Laboratuvar 8'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



Şekil 9. Laboratuvar 9'a ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



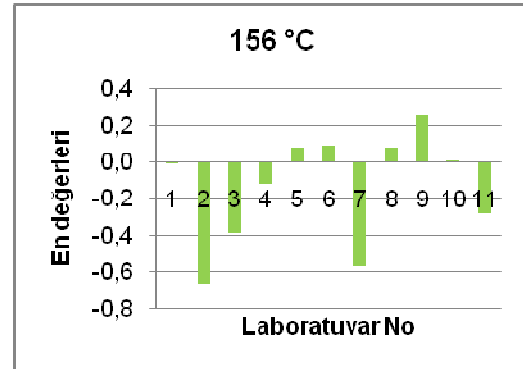
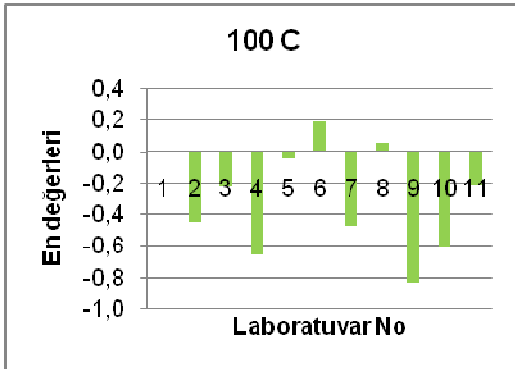
Şekil 10. Laboratuvar 10'a ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri



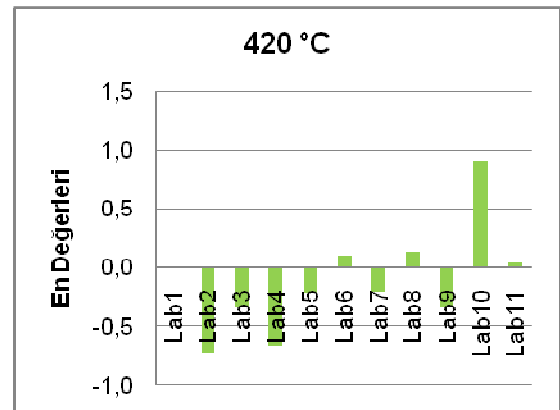
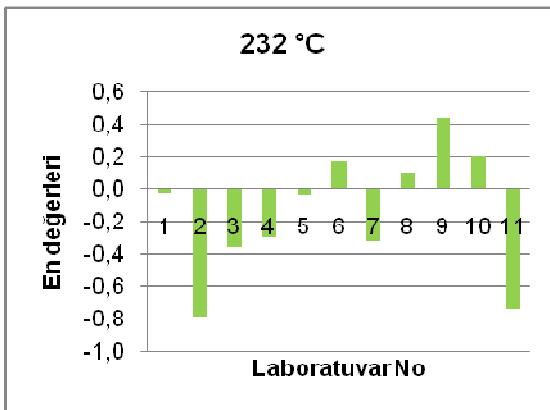
Şekil 11. Laboratuvar 11'e ait nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği ve nominal sıcaklık değerine karşılık gelen E_n değerleri

E_n değeri ise 4 nolu denklem yardımıyla tespit edilmiş olup, $|E_n| \leq 1$ olması gerekmektedir.

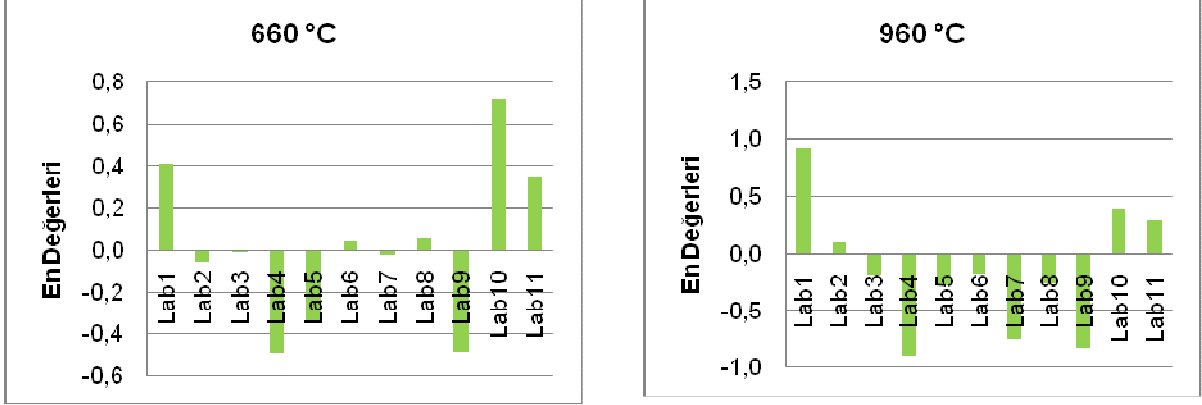
Her bir karşılaştırma sıcaklık değeri için katılımcı laboratuvarların E_n değerleri sırasıyla Şekil 12-19 arasında verilmiştir.



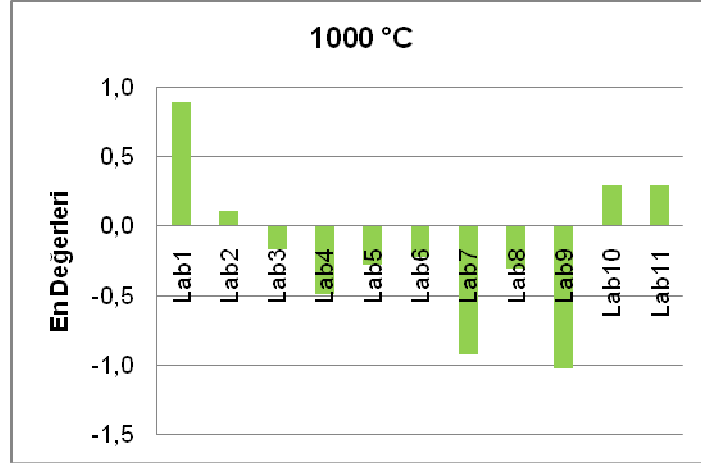
Şekil 12. Laboratuvarların 100 °C ve 156 °C 'deki E_n değerleri



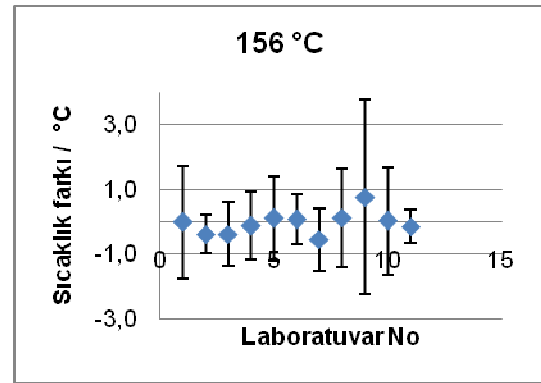
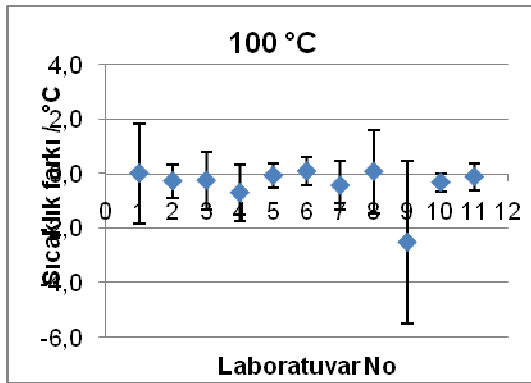
Şekil 13. Laboratuvarların 232 ve 420°C 'deki E_n değerleri



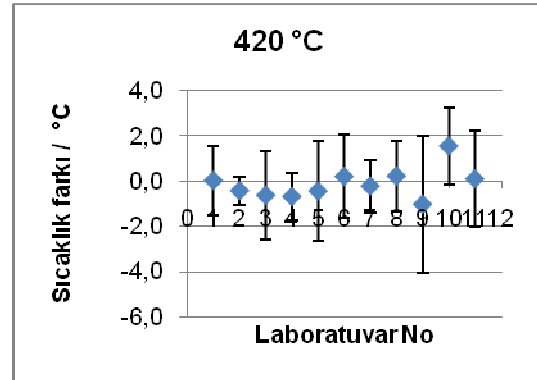
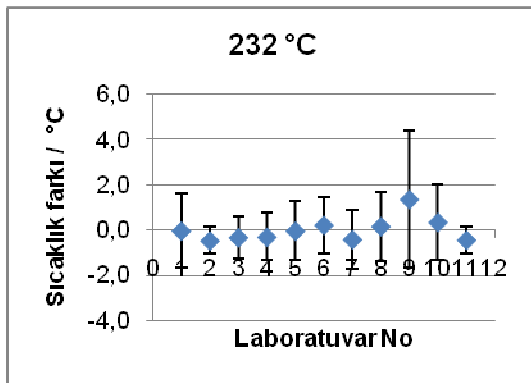
Şekil 14. Laboratuvarların 660 ve 960 °C 'deki En değerleri



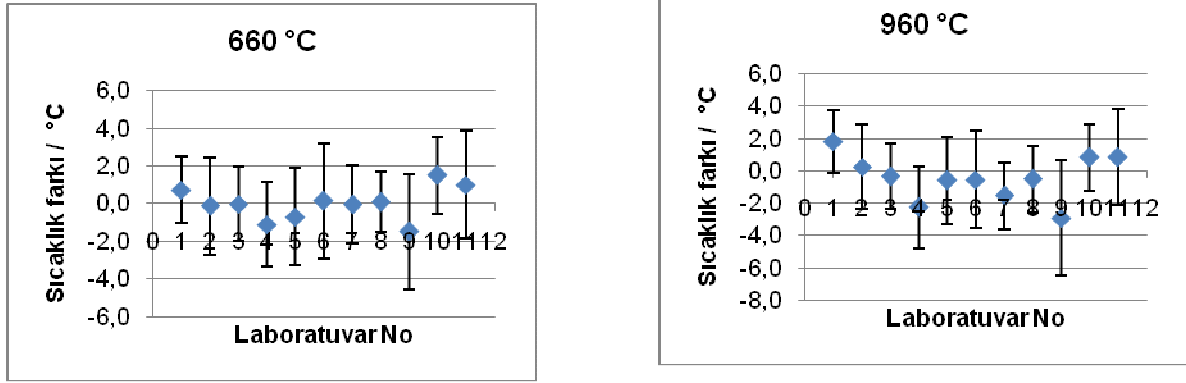
Şekil 15. Laboratuvarların 1000 °C 'deki E n değerleri



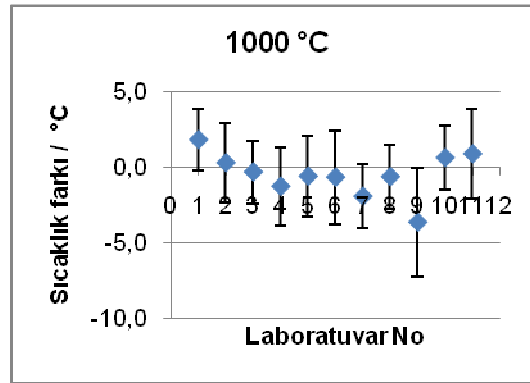
Şekil 16. Laboratuvarların 100 °C ve 156 °C 'deki nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği



Şekil 17. Laboratuvarların 232 °C ve 420 °C 'deki nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği



Şekil 18. Laboratuvarların 660 °C ve 960 °C 'deki nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği



Şekil 19. Laboratuvarların 1000 °C 'deki nominal sıcaklık değerine karşılık gelen sıcaklık farkı ve karşılaştırma belirsizliği

3. Sonuç

TÜBİTAK UME tarafından düzenlenen “ITS-90 ölçeğinin 100°C / 1000°C sıcaklık aralığında ısılıft karşılaştırmasına” ülkemizden 11 laboratuvar katılmıştır. Karşılaştırma 3 farklı LADC kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma, karşılaştırma protokole uygun şekilde yürütülmüştür. Ama bazı katılımcı laboratuvarlar tam olarak protokole uygun karşılaştırma raporunu hazırlamamış olup protokole istenilen bütün bilgileri gönderemedikleri tespit edilmiştir. Karşılaştırmanın değerlendirilmesi, pilot laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırmaya katılan her laboratuvarın UME’den sıcaklık farkı ve belirsizliği hesaplanmıştır. Son olarak da her bir sıcaklık değeri için laboratuvarın En değerleri hesaplanmıştır.

Karşılaştırma sonuçları ve En grafikleri incelendiğinde; 100 °C ile 960 °C arasındaki sıcaklıklar için, tüm katılımcıların elde ettikleri |En| değerlerinin 1’den küçük olduğu görülmüştür. Bu anlamda tüm katılımcılar için başarılı bir karşılaştırma gerçekleştirildiğini söyleyebiliriz. 1000 °C sıcaklığında ise sadece bir laboratuvara ait |En| değerlerinin, 1’e eşit olduğu gözlenmiştir ki bu da çok kritik bir durum oluşturmamaktadır.

Ancak bazı durumlarda, laboratuvarlara ait |En| değerlerinin, 1’den küçük olmasının temel sebebinin verilen yüksek belirsizlik değerleri olduğu görülmektedir.

5.REFERANSLAR

- [1] H. Preston-Thomas, “The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90)”, *Metrologia*, vol.27,pp.3-10, 1990
- [2] EN ISO/IEC 17043:2010, “Conformity assessment - General requirements for proficiency testing ”, 2010
- [3] ISO/IEC 17025, “General requirements for the competence of testing and calibration laboratories“, 2005
- [4] EA-4/02, “Expression of the uncertainty of measurement in calibration”

ÖZGEÇMİŞ

Narcisa ARİFOVİÇ

Çukurova Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünü’nden 1997 yılında mezun olmuştur. 2002 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünde “Platin Paladyum Isılıftlarda Tavlama Sıcaklığının Isılıftın Safsızlık Ve Homojenliğine Etkisini Araştırılarak Referans Fonksiyon Teklifi” adlı tez çalışması ile Yüksek Fizikçi ünvanını almıştır. 1997 yılı itibarıyla TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Sıcaklık Standartları Laboratuvarında Kontak sıcaklık ölçüm sistemleri ve ölçümlerde kullanılan cihazlar üzerine çalışmaktadır. Her türlü sıcaklık ölçüm cihazları: referans standart ve endüstriyel platin direnç

termometreleri, referans ısıçift (R,S,Platin / Paladyum, Altın / Platin tipi) ve nikel-bazlı endüstriyel ısıçiftler (K,J,T,E,N tipi), sayısal göstergeli termometreler, sıvı cam termometreleri ve termistörleri ve sıcaklık kaynak (sıvı banyolar, kabinleri, kuru fırınları, etüv) karakterizasyon, kalibrasyon, elektriksel ölçüm düzenekleri ve belirsizlik hesaplamaları konularında çalışmalar yapmaktadır. Ayrıca bu konularda Uluslararası ve Ulusal Sıcaklık Eğitimleri vermektedir.

Birincil seviye sıcaklık ölçümlerinde kullanılmak üzere sıcaklık sabit nokta hücre tasarımı, yapımı, geliştirilmesi, karakterizasyonu ve belirsizlik hesaplamaları ve Referans ısıçift (R,S,Platin / Paladyum, Altın / Platin tipi) tasarımı, yapımı, geliştirilmesi, eğitim verilmesi, karakterizasyonu ve belirsizlik hesaplamaları konularında çalışmalar yapmaktadır. BIPM anahtar karşılaştırma veritabanı (KCDB) Ek C yayımlanmış olan Sıcaklık Laboratuvarı kalibrasyon ve ölçüm yetenekleri (CMC) hazırlanmaktadır. İzlenebilir Yüksek Sıcaklık Isıçift Ölçüm Sisteminin kurulması konusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu konularda uluslar arası projelerde de katılmaktadır.

Isıçift Laboratuvarlararası karşılaştırmaların TS/EN ISO 17025 ve ISO 17043 Standardlarına uygun olarak düzenlenmesi, denetlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda çalışmaktadır.