

DİRENÇ SENSÖRLÜ GÖSTERGELİ SICAKLIK ÖLÇERİN SIVI BANYO VE KURU BLOK KALİBRATÖRÜNDE KALİBRASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ali UYTUN
Alfred Emil NKHAMA
Murat KALEMCİ

ÖZET

Göstergeli Sıcaklık Ölçerler kalibrasyonlarının sıvı banyolarda yapılması en doğru seçim olmasına rağmen, ikinci seviye laboratuvarlar, daha hızlı, geniş ölçüm aralığı ve kullanım kolaylığından dolayı kuru blok kalibratörlerini tercih etmektedir. Ancak kalibre edilen göstergeli sıcaklık ölçerin, kalibrasyonda kullanılan sıcaklık kaynağından daha hassas olması, kalibre edilen termometre sonuçlarının doğru olarak belirlenmemesine sebep vermektedir.

Bu çalışmada direnç sensörlü bir göstergeli sıcaklık ölçerin, -30 °C ile 140 °C sıcaklık aralığındaki kalibrasyonu farklı iki adet kuru blok ve sıvı banyoda gerçekleştirilmiştir. Her bir sıcaklık kaynağı için kalibrasyonu yapılan göstergeli sıcaklık ölçer belirsizlik değeri hesaplanmış ve her biri için sıcaklık kaynağından gelen belirsizlik değeri etkisi ayrıca irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Göstergeli sıcaklık ölçer, sıvı banyo, kuru blok kalibratörü, termal etkiler, belirsizlik

ABSTRACT

The optimum way of calibrating digital thermometers is to perform the calibration in liquid baths. However, most of the accredited laboratories prefer to use dry block calibrators due to their fast response, portability and wide application range. Nevertheless, we should keep in mind that using temperature sources which has lower sensitivity and resolution would underestimate the performance of the thermometer under calibration and would lead to mistaken results.

In this study, a digital thermometer which has resistive sensor was calibrated in the temperature range -30 ° and 140 °C by using two different dry blocks and also in liquid baths. The calibration uncertainty with each source was calculated and a special importance was given to the uncertainty arising from the thermal effects when using different temperature sources.

Key Words: Digital thermometer, Liquid Bath, Dry block calibrator, Thermal effects, Uncertainty.

1. GİRİŞ

Bir ölçümün izlenebilirliğini sağlamanın temel aracı, ölçüm cihazının veya ölçüm sisteminin kalibrasyonu olarak tanımlanır. Kalibrasyon, bir cihazın, sistemin veya referans malzemenin performans özelliklerini belirler. Bu, genellikle ölçüm standartları veya sertifikalı referans malzemeleri ile doğrudan karşılaştırma ile sağlanır. [1]

Sıcaklık ölçümlerinde kalibrasyon iki metot ile gerçekleştirilmektedir :

- ✓ Sabit noktalarda kalibrasyon (Uluslararası sıcaklık ölçeği 1990 (ITS-90) [2] da tanımlı, birinci seviye kalibrasyon)
- ✓ Karşılaştırmalı metotla kalibrasyon

Karşılaştırmalı kalibrasyon metodu ile Göstergeli Sıcaklık Ölçerlerin kalibrasyonlarının sıvı banyolarda yapılması en doğru seçim olmasına rağmen, ikinci seviye laboratuvarlar, daha hızlı, geniş ölçüm aralığı ve kullanım kolaylığından dolayı kuru blok kalibratörlerini tercih etmektedir. Ancak kalibre edilen göstergeli sıcaklık ölçerin, kalibrasyonda kullanılan sıcaklık kaynağından daha hassas olması, kalibre edilen termometre sonuçlarının doğru olarak belirlenmemesine sebep vermektedir.

Bu çalışmada karşılaştırmalı kalibrasyon metodu ile, bir adet platin sensörlü göstergeli sıcaklık ölçer hem sıvı banyolarda ve hem de iki adet farklı sıcaklık kuru bloğunda kalibre edilmiştir. Bu yayında kalibre edilen platin sensörlü göstergeli sıcaklık ölçer, kısaca kalibre edilen cihaz (KEC) olarak adlandırılacaktır. KEC, aynı sıcaklık noktalarında ve aynı referans termometre kullanılarak kalibre edilmiştir. Böylece KEC belirsizlik hesabında sadece sıcaklık ortamından kaynaklanan belirsizlik değeri değişmiş olacaktır.

KEC kalibrasyonundan önce, sıcaklık kaynaklarının dağılımları ve kararlılık değerleri, kalibre edilen sıcaklık aralığını kapsayacak şekilde, minimum, orta ve maksimum değerinde belirlenmiştir. Ölçümlerde kullanılan sıcaklık kuru bloklarının sıcaklık dağılımları ve kararlılık çalışmaları ve ortam belirsizlikleri EURAMET rehber dokümanına (Cg-13) [3] uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ölçümlerin gerçekleştirildiği sıvı banyolarda sıcaklık dağılımları ve kararlılık çalışmaları ise UME Sıcaklık laboratuvarının daha önce yapmış olduğu çalışmalarla elde edilmiştir.

2. KEC KALİBRASYONU

Bu çalışmada KEC, -30 °C ile 140 °C sıcaklık aralığında, iki adet farklı kuru blok ve sıvı banyolar kullanılarak kalibre edilmiştir. Her bir sıcaklık kaynağı için KEC'in belirsizlik değerleri EA-04/02 [4] ye uygun olarak hesaplanmış ve her biri için sıcaklık kaynağından gelen belirsizlik değeri etkisi irdelenmiştir.

Kalibrasyonda kullanılan cihaz bilgileri aşağıdaki Tablo1 de verilmiştir.

Tablo 1. Kalibrasyonda kullanılan cihaz bilgileri

Cihaz	Üretici	Model
Kuru blok	FLUKE	9170
Kuru blok	ISOTECH	VENÜS
Yağ Banyosu	FLUKE	6020
Su Banyosu	ISOTECH	796m
Alkol Banyosu	HETO	01DBT200
Direnç Sensörlü Direnç Termometresi	FLUKE	5626
Standart Platin Direnç Termometresi (SPRT)	FLUKE	5680
Sıcaklık Köprüsü	ISOTECH	Micro K Gold
Gösterge	FLUKE	1529-R

2.1. Kuru Blok ve Sıvı Banyo Karakterizasyonu

Ölçümlerde kullanılan sıcaklık kuru bloklarının kalibrasyonları EURAMET rehber dokümanına (Cg-13) uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık kuru blokların ölçüm aralığını kapsayacak şekilde minimum, orta ve maksimumu sıcaklık değerlerinde belirsizlik hesaplamaları da yine rehber doküman uygun olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan cihazlar kodlanarak, çalışmanın gerçekleştirildiği sıcaklık değerleri ile birlikte genişletilmiş belirsizlik değerleri Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2. Sıcaklık ortamı olarak kullanılan sıcaklık kaynaklarına ait belirsizlik değerleri

Cihaz	Sıcaklık Değeri /°C	Belirsizlik değeri /°C
Kuru Blok A	-30,000	0,007
	60,000	0,024
	130,000	0,024
Kuru Blok B	-30,000	0,052
	60,000	0,060
	130,000	0,317
Sıvı Banyo A	-30,000	0,005
Sıvı Banyo B	60,000	0,007
Sıvı Banyo C	130,000	0,007

3. KEC'İN KARŞILAŞTIRMALI YÖNTEMLE KALİBRASYONU

KEC'in, -30 °C ile 140 °C sıcaklık aralığında, farklı iki adet kuru blok ve sıvı banyolarda kalibrasyonu karşılaştırmalı kalibrasyon metodu ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçları Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Kalibrasyon ölçüm sonuçları

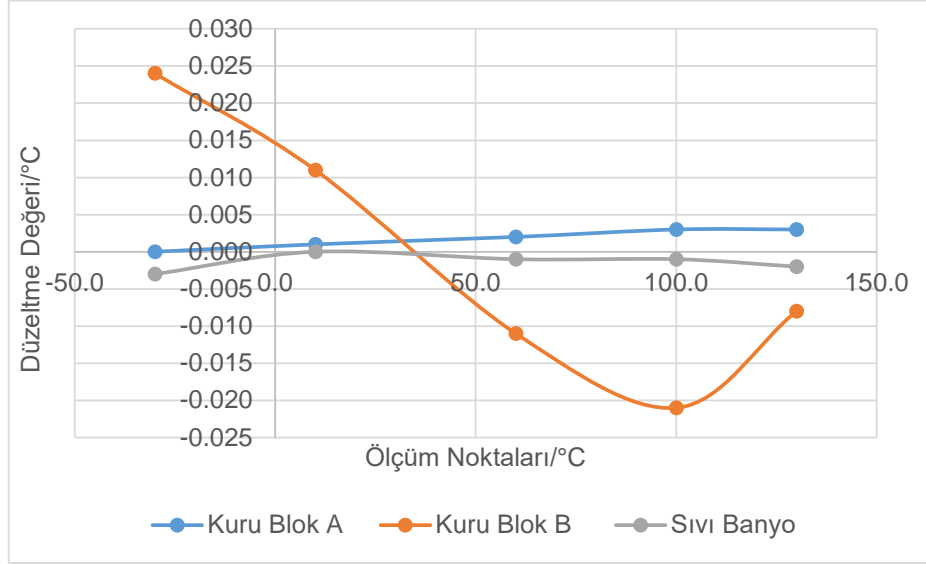
Sıcaklık Ortamları	Referans Değer °C	KEC Değeri °C	Düzeltilme Değeri °C	Belirsizlik Değeri °C
Kuru Blok A	-30,034	-30,034	0,000	0,009
	9,979	9,978	0,001	0,018
	59,981	59,979	0,002	0,028
	99,963	99,960	0,003	0,028
	129,972	129,969	0,003	0,028
Kuru Blok B	-29,816	-29,840	0,024	0,061
	10,076	10,065	0,011	0,065
	59,864	59,875	-0,011	0,070
	99,799	99,820	-0,021	0,243
	129,656	129,664	-0,008	0,370
Sıvı Banyolar	-30,142	-30,145	-0,003	0,006
	10,021	10,021	0,000	0,005
	60,057	60,056	-0,001	0,009
	100,003	100,002	-0,001	0,006
	130,012	130,010	-0,002	0,006

Alınan ölçümler sonucu elde edilen düzeltme değerleri, sıcaklık ortamlarına göre karşılaştırıldığında sıvı banyoda yapılan ölçümlerin en düşük çıktığı, yani referans termometre ile KEC'in birbirine çok yakın değerler okuduğu görülmüştür. Hesaplanan belirsizlik değerinin 5 mK ile 9 mK arasında olduğu görülmüştür.

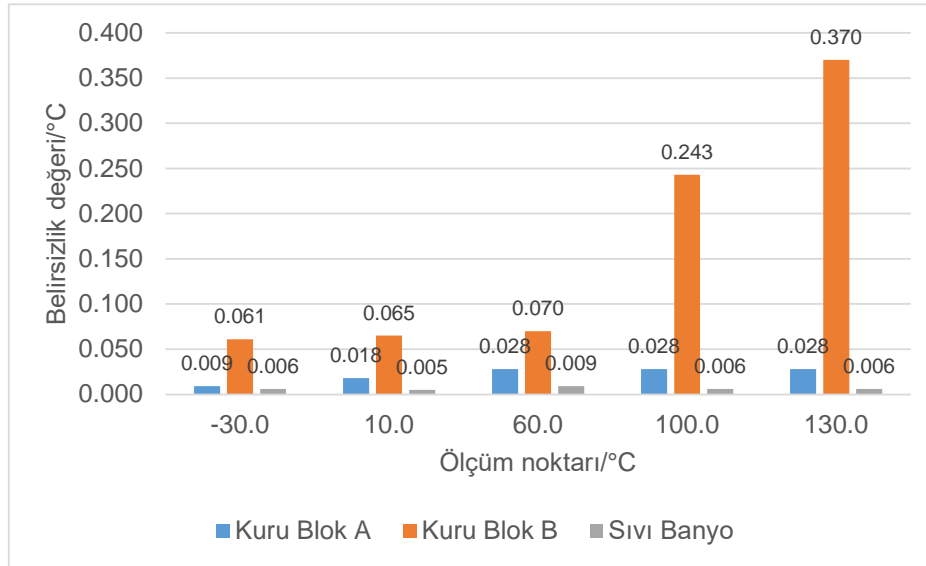
Kuru Blok A için ise, düzeltme değerlerinin sıvı banyo değerleri için bulunan değerlere yakın çıkmasına rağmen belirsizlik değerinin 9 mK ile 28 mK arasında bulunduğu görülmüştür.

Kuru Blok B için ise, düzeltme değerleri diğer iki sıcaklık ortamından daha büyük olarak bulunmuştur. Ayrıca belirsizlik değerinin de ciddi bir artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu değer 61 mK ile 370 mK aralığındadır.

Bu sonuçlar, aşağıdaki grafiklerde, Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Ölçüm sonuçları (Düzeltilme Değerleri)



Şekil 2. Ölçüm sonuçları (Belirsizlik Değerleri)

Alınan sonuçlara bakıldığında sıvı banyolarda alınan ölçümlerin düzeltme değerleri ve belirsizlik değerlerinin KEC'in çözünürlük ve kararlılığına uygun sonuçlar verdiğini görmekteyiz.

Ayrıca Kuru Blok A da alınan ölçümlerin ve sonuçların sıvı banyolarda alınan ölçümlere yakın olduğu ancak belirsizlik değerinin daha büyük çıktığı görülmüştür. Yani KEC'den kaynaklanan belirsizlik bileşenlerinden değil, kuru blok ortamından dolayı belirsizlik büyümüştür ve KEC'in belirsizlik değeri kalibre edilen ortamdan dolayı büyümüştür.

Kuru Blok B de alınan ölçümlerin ise, KEC in kalitesine uygun olmadığı, yüksek belirsizlik ve düzeltme değerlerinin olduğu görülmüştür. Kuru Blok B ile alınan ölçümler KEC'in kalitesini doğru olarak belirlememiştir.

SONUÇ

Kalibrasyon, bir cihazın, sistemin veya referans malzemenin performans özelliklerini belirlemek olarak tanımlanır. Bu tanıma uygun bir kalibrasyon için kalibre edilecek cihazın performansını doğru belirlemek için, kalibrasyon ortamının, referans termometrenin ve kalibrasyon düzeneğinin doğru olarak kullanılması gerekmektedir. KEC'in performansını belirlerken sadece referans termometreyi doğru olarak belirlemek yetmemektedir. Ayrıca sıcaklık ortamını da doğru belirlemek gerekmektedir. Bu çalışmada da görüldüğü gibi sıvı banyolarda en yüksek 9 mK belirsizlik ve düşük düzeltme değerleri ile performansı belirlenen bir termometre, yanlış olarak seçilen bir ortam ile yüksek düzeltme değerleri ve 370 mK belirsizlik ile belirlendiği görülmüştür.

Bu çalışma sonucunda, sıcaklık kalibrasyonlarında sıcaklık kaynaklarının KEC'in kalitesine göre belirlenmesi gerektiği önemi ortaya bir kez daha çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Kısaca Metroloji, http://www.ume.tubitak.gov.tr/sites/images/kisaca_metroloji.pdf
- [2] The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90), Metrologia 27, 3-10, 1990
- [3] EURAMET cg13 Rehber dokümanı, Calibration of Temperature Block Calibrators (09/2017)
- [4] EA 4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, 2013

ÖZGEÇMİŞ

Ali UYTUN

1997 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2012 yılında Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yüksek Mühendis ünvanı almıştır. 1998 yılında TÜBİTAK UME Sıcaklık Laboratuvarında Araştırmacı olarak göreve başlamıştır ve halen bu görevini sürdürmektedir. 2009 yılından beri sıcaklık ve nem ölçümleri konusunda teknik denetçisi ve baş denetçi olarak TÜRKAK denetimlerinde görev almaktadır. Birçok yurt dışı ve yurt içi araştırma projelerinde yürütücü ve/veya proje çalışanı olarak görev almıştır. Sıcaklık sabit noktaları, suyun üçlü noktası, standart platin direnç termometresi, direnç termometreleri, ısıçift, cam termometreleri, nem ölçümleri ve benzeri cihazların kalibrasyonları, eğitimleri, danışmanlık hizmetleri çalışma konularından bazılarıdır.

Alfred Emil NKHAMA

Tanzanya Standartlar Bürosu (Tanzania Bureau of Standards(TBS)), Sıcaklık laboratuvarında araştırmacı olarak çalışmaktadır. BIPM ve TÜBİTAK UME işbirliği ile gerçekleştirilen, araştırmacıların yer değiştirme programı kapsamında TÜBİTAK UME Sıcaklık laboratuvarına bu yayında verilen çalışmayı gerçekleştirmek için gelmiştir. Bu yayın kapsamında ölçümler onun tarafından alınmıştır. Bu kapsamda ona eğitim ve danışmanlık hizmeti verilmiştir.

Murat KALEMCİ

1972 yılı İzmir doğumludur. Bornova Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra girdiği Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü'nden 1996 yılında mezun olmuştur. 1996 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Bölümü'nden Bilim Uzmanı (Yüksek Lisans), 2011 yılında ise Yeditepe Üniversitesi'nden Doktor ünvanı almıştır.

1998 yılından itibaren TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Sıcaklık Laboratuvarında çalışmaktadır. 2011 yılından bu yana Sıcaklık Laboratuvarı sorumlusu olup, TÜBİTAK UME'nin EURAMET TC-T ve BIPM CCT nezdinde temsilciğini yapmaktadır. Ayrıca TÜRKAK akreditasyon faaliyetlerinde denetçi olarak görev yapmaktadır.