

SICAKLIK ÖLÇÜMLERİNDE BİR KARŞILAŞTIRMANIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Aynur DAVUT

ÖZET

Laboratuvarlar arası karşılaştırma ölçümleri, laboratuvar kalite güvencesi olarak akreditasyon kuruluşları tarafından akredite edilecek laboratuvar için yeterlilik göstergesi, Laboratuvarlar için ise kalitenin güvence altına alınması için bir araçtır. TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardında ise, standardın gerekliliklerinin sağlanması maddelerinden biridir bu nedenle TÜRKAK politikaları gereği laboratuvarlar bir akreditasyon çevrimi içinde akredite edilen kapsam konularının her birinden en az bir defa karşılaştırma ölçümlerine girmelidir. Bir diğer hususta LAK sonuçları alındığında başarılı veya başarısız olsun sonuçlar muhtelif açılardan ele alınmalıdır. Laboratuvar başarısız bir sonuç aldığı anda nedenleri araştırılmalı ve düzeltici faaliyet yapılmalıdır. Sonuçlar laboratuvarın iyileştirilmesi açısından değerlendirilmelidir.

Bu nedenle 2017 yılında TÜBİTAK UME tarafından düzenlenen UME G1S1 -17-01 no.lu Pt100 Direnç termometresi karşılaştırma sonuçları, direnç termometresi kalibrasyonlarında kullanılan hesaplama yöntemleri açısından değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Laboratuvarlar arası karşılaştırma, Pt100 direnç termometresi, UME G1S1-17-01, TS EN ISO/IEC17025:2017, Laboratuvar kalite güvencesi

ABSTRACT

The interlaboratory comparison measurements are the indicators of competence for the laboratory to be accredited by accrediting organizations as laboratory quality assurance and it is a tool for ensuring quality. In the TS EN ISO / IEC 17025: 2017 standard, it is one of the clauses of meeting the requirements of the standard. Therefore, according to TURKAK policies, laboratories should undertake comparison measurements at least once in each of the accredited scope issues within an accreditation cycle. In another aspect, whether the LAK results are successful or unsuccessful, the results should be considered in various respects. If the laboratory fails, its causes should be investigated and corrective action taken. The results should be evaluated for laboratory improvement. For this reason, the comparison results of Pt100 Resistance thermometer UME G1S1 -17-01 organized by TÜBİTAK UME in 2017 will be evaluated in terms of the calculation methods used in resistance thermometer calibrations.

Key Words: Interlaboratory comparison, Pt100 Resistance thermometer, UME G1S1 -17-01, TS EN ISO/IEC17025:2017, Laboratory quality assurance

1. GİRİŞ

Direnç termometreleri, sıcaklığın fonksiyonu olarak, direncin değişmesiyle sıcaklığın değerinin belirlenmesinde kullanılır. Endüstriyel Direnç termometrelerinin sertifikalandırılmasında kullanılan denklem Callender Von Dusen denklemidir. Buna göre;

$$t > 0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ ise; } R(t) = R_0(1 + At + Bt^2) \quad (1)$$

alternatif bir formda tekrar yazılırsa [1],

$$R(t) = R(0^\circ\text{C}) \left[1 + \alpha t + \alpha \delta \left(\frac{t}{100} \right) \left(1 - \frac{t}{100} \right) \right] \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{R(100^\circ\text{C}) - R(0^\circ\text{C})}{100R(0^\circ\text{C})} \quad (3)$$

platinin saflığının ölçüsüdür ve platinin derecelendirilmesini tanımlamakta kullanılır.

$$\rho = \frac{R(29,7646^\circ\text{C})}{R(0^\circ\text{C})} \quad (4)$$

29,7646 °C galyum erime noktasıdır.

$$t < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ ise; } R = R_0(1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3) \quad (5)$$

olarak ifade edilir.

2. SERTİFİKALANDIRMA

İkinci seviye kalibrasyon laboratuvarları direnç termometresi kalibrasyonlarını imkanları dahilinde karşılaştırma metoduna göre yapar. Yani değeri bilinen referans direnç termometresi ile test edilen direnç termometresini homojen ve kararlı sıcaklık ortamında karşılaştırır. Referans termometre ile kalibrasyon ortamının sıcaklığı tayin edilir ve bu sıcaklıkta kalibrasyonu yapılan termometrenin ölçtüğü direnç değeri belirlenir.

Bu işlemin bir sonraki aşaması test edilen termometrenin referansa göre sapma sıcaklığını ve direncini tayin etmektir. Bu çalışma da kritik nokta, müşteri talebidir. Genellikle test edilen direnç termometresinin kullanıldığı yer ve bağlı bulunduğu sıcaklık göstergesine göre sertifikalandırma yapılır. 2 seçenek vardır. Buna göre;

Seçenek 1:

Eğer direnç termometresi bir laboratuvarında referans termometre olarak kullanılacaksa, “termometre ile birlikte kullanılacak sıcaklık ve direnç göstergesi ki bu direnç köprüsü veya bir multimetre olabilir” sertifikalandırma aşamasında hesaplama şekli ve sertifikada yer alan gösterim şekli de değişecektir. Sertifikada referansın gösterdiği sıcaklık değerlerine karşı ölçülen direnç değerlerinin ve ölçüm belirsizliğinin yanı sıra referansın gösterdiği sıcaklıklarda ölçülen direnç değerlerinin fit edilmesi sonucu Callender Von Dusen denkleminde yer alan A, B ve C katsayılarının belirlenmesi ve talep edilirse sıcaklığa bağlı olarak termometrenin ürettiği direnç değerlerinin bir tablo şeklinde verilmesidir. A, B ve C katsayıları test edilen direnç termometresine özgü katsayılardır.

Seçenek 2:

Ürün gerçekleştirme prosesinde kullanılan sıcaklık göstergelerinin ekseriyetinde, bağlı olan direnç termometrelerinin katsayılarını girerek doğrudan doğruya gerçek sıcaklık değerini okuma imkanı yoktur. Proseste kullanılan endüstriyel direnç termometreleri için kalibrasyon sonucu A, B, C katsayılarını hesaplamak ve sertifikada bu verileri vermek pratik değildir. Hal böyle olunca kalibrasyon laboratuvarları endüstriyel direnç termometresi kalibrasyonunda belirlenen sıcaklıkta ölçülen direnç değerlerinin yanı sıra sıcaklık sapmasını ve direnç sapmasını ölçüm belirsizliği ile birlikte vermektedir. Referans termometreden ve test edilen termometreden direnç okuduğumuzu varsayalım. Buna göre hesaplama aşamaları aşağıdaki gibi olacaktır:

- a- Referansın okuduğu direnç değerini, kalibrasyon sertifikasını dikkate alarak sıcaklığa dönüştür.
- b- Hesaplanan sıcaklık değerini TS EN 60751 standardında verilen tabloya göre dirence dönüştür.
- c- Test edilenden okunan direnç değerini hesaplanan direnç değerinden çıkar ve sapma direnç değerini bul.
- d- Sapma direnç değerini sensitiviteyi kullanarak sıcaklığa çevir.
- e- Kalibrasyon sıcaklıkları nominal değer olarak verilecekse, ölçüm sonuçlarını buna göre düzenle.
- f- Ölçüm belirsizliğini her sıcaklık için hesapla.

3. CALLENDER VAN DUSEN DENKLEMİ KATSAYILARI

Yukarıda verilen hesaplama adımlarına göre dikkat edilmesi gereken husus; TS EN 60751 standardında verilen tablodaki sıcaklığa karşı direnç değerleri, endüstriyel direnç termometreleri içindir. Sıcaklık direnç ilişkisini tanımlamada kullanılan Callender van Dusen denklemi katsayıları tipik olarak aşağıdaki gibidir ve endüstriyel direnç termometreleri için oluşturulmuş direnç-sıcaklık tablosu, bu katsayılar kullanılarak oluşturulmuştur [2].

Buna göre;

$$\begin{aligned} A &= 3,9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \\ B &= -5,775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}, \\ C &= -4,183 \times 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}, \\ \alpha &= 3,851 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \end{aligned}$$

Laboratuvarlarda referans olarak kullanılan ve sabit noktalarda kalibrasyon yapılması gereken SPRT (Standard platinum resistance thermometer) için Callender Van Dusen katsayılarının tipik değerleri ise [1];

$$\begin{aligned} A &= 3,985 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \\ B &= -5,85 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}, \\ C &= 4,27 \times 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}, \\ \alpha &= 3,927 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \\ \rho &= 1,11814 \end{aligned}$$

Platinin farklı sınıfları için sabitler benzerdir, α değeri değişmektedir.

α değeri değişik şekillerde ifade edilebilir Örneğin;

$$\begin{aligned} &100 \text{ } \Omega \text{ PRT için } 0,385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ &3,85 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ &0,385\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ &3850 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Bu ifadelerin hepsi de aynıdır.

4. KARŞILAŞTIRMA TERMOMETRESİ

UME tarafından düzenlenen UME-G1SI-17-01 no.lu "ITS-90 Uluslararası sıcaklık ölçeğine uygun olarak -40 °C / 420 °C Sıcaklık Aralığında Pt-100 Direnç Termometre Kalibrasyonu" konulu karşılaştırma Ölçümlerinde katılımcılara gönderilen direnç termometreleri, Fluke marka Pt-100 Model:5616-12 dir.

Bu termometreler için üretici speklerine bakıldığında;

Nominal direnç 0,01 °C de 100 Ω ± 0.5 Ω
Sıcaklık katsayısı: 0.0039250 Ω/Ω/°C nominal,
Sıcaklık aralığı: -200 °C den 420 °C ye kadar
Self heating (0 °C banyoda): 60 mΩ/°C

olarak verilmiştir, ve termometre 2. seviye sıcaklık standardıdır.

Laboratuvarlarımıza baktığımızda referans olarak kullandıkları direnç termometrelerinin toleransları dar ve endüstriyel direnç termometrelerine kıyasla daha karardır. Referans olarak kullanılan direnç termometrelerinden birisi için üretici verisi (kmp marka –termometre üreticisinin internet sitesinden alınmıştır) örnek olarak aşağıda verilmiştir:

“Basic values according to DIN EN 60751 in tolerance class 1/10 DIN B;

Precision resistor 1 x Pt-100, connected in 4 wire circuit, installed in a protective tube of Ø 4 mm, extended with a flexible, mineral insulated sheathed cable, internal wiring made of Cu alloy and exterior protection sheath of material 1.4541; Surface polished; Directly connected Lemo coupling size 1; Nominal length NL = 400 mm; Maximum temperature of use 450°C (For variants please refer to the worksheet).”

Yani laboratuvarların çoğunda referans olarak kullanılan direnç termometresinin sıcaklık katsayısı:

$$\alpha = 3,851 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Karşılaştırmada kullanılan termometre ile laboratuvarların pek çoğunda yer alan referans termometrenin sıcaklık katsayıları aynı değildir. Eğer ki hesaplama şekli seçenek 2'ye göre sapmalar üzerinden yapılırsa ve α 'ların farkına varmadan endüstriyel direnç termometresi tablo değerlerini kullanarak, sapmalar üzerinden hesaplama yapılırsa sonuçlar baştan aşağı hatalı olacaktır. Bu duruma örnek olarak katılımcı laboratuvarlardan birinin sonucu aşağıda verilmiştir. Laboratuvarın numarası, gizliliğin zedelenmemesi bakımından X ile kodlanmıştır.

Bu tür karşılaştırmalarda hesap hatası denilen ancak nedeni tam olarak ortaya koyulamayan ve benzer sonuçlar alan katılımcı laboratuvarların, tüm sonuçlarını ve excel hesaplamalarını kontrol etmesine rağmen sonuç alamadığı durumdur. Yanlış hesaplanmış veriler üzerinden ayrıca fit işlemi yapıldığında nominal sıcaklıklara karşı ölçülen direnç ve sonucunda En değerleri tamamıyla değişmektedir.

Tablo.1 Laboratuvar X verileri ve UME Referans değerleri taslak rapor [3]

Nominal		U _{UME}		U _X				
Sıcaklık	R _{UME}	(k=2)	R _X	(k=2)	D _X - U _{ME}	D _X - U _{ME}	U _X - U _{ME}	
°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	°C	En
-20	91,987	0,010	92,089	0,2	0,103	0,256	0,2	1,3
0	99,981	0,010	99,956	0,05	-0,025	-0,062	0,051	-1,2
50	119,755	0,010	119,384	0,17	-0,37	-0,944	0,17	-5,5
100	139,228	0,010	138,529	0,21	-0,698	-1,809	0,21	-8,6
200	177,279	0,010	175,606	0,24	-1,673	-4,474	0,24	-18,6
300	214,154	0,025	211,072	0,69	-3,082	-8,489	0,69	-12,3

Seçenek 2' ye göre hesaplama yapan bir laboratuvar; referans direnç termometresinin kalibrasyon sertifikasını kullanarak sıcaklığı tayin ettiğinden ve test edilen direnç termometresinin o sıcaklıktaki direnç değerini kullanarak fit yaptığı için α ' nın yani direncin sıcaklık katsayısının ne olduğu önemli değildir. Ne zaman ki sıcaklık sapmasına ihtiyaç duyulur o zaman da bu noktaya dikkat edilmelidir.

Aynı laboratuvarın taslak aşamasından sonra α değerini dikkate alarak ve seçenek 2' yi kullanarak yaptığı hesaplama sonucu elde ettiği değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Düzeltilmiş hesaplama sonuçlarına göre nihai raporlamada elde edilen sonuçlar [4]

Nominal		U _{ME}		U _x				
Sıcaklık	R _{UMÉ}	(k=2)	R _x	(k=2)	D _{X-UMÉ}	D _{X_UMÉ}	U _{X-UMÉ}	
°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	°C	En
-20	91,987	0,010	92,0066	0,2	0,020	0,050	0,200	0,200
0	99,981	0,010	99,9895	0,05	0,009	0,022	0,051	0,400
50	119,755	0,010	119,7741	0,17	0,020	0,050	0,170	0,300
100	139,228	0,010	139,2519	0,21	0,024	0,063	0,210	0,300
200	177,279	0,010	177,3133	0,24	0,034	0,091	0,240	0,400
300	214,154	0,025	214,0631	0,69	-0,090	-0,249	0,690	-0,400

SONUÇ

Yapılan incelemede direnç termometrelerinin sıcaklık katsayılarına dikkat çekilmek istenmiş ve bu amaçla UME tarafından 2017 yılında düzenlenen direnç termometresi kalibrasyonu laboratuvarlar arası karşılaştırma ölçümü sonuçlarından faydalanılmıştır.

İster kalibrasyon için isterse karşılaştırma ölçümü için gelen bir direnç termometresinin sıcaklık katsayısı dikkate alınmalı ve müşteri talepleri de dikkate alınarak sertifikalandırmanın nasıl yapılacağına karar verilmelidir. Sertifikalandırma şekline göre de hesaplama yöntemleri oluşturulmalıdır. Kalibrasyon için gelen cihazların özellikleri kalibrasyon düzeneklerinde, ölçüm metodunda ve sonuçların değerlendirilmesinde bir takım değişiklikler gerektirebilir. Direnç termometresi kalibrasyonunda direncin sıcaklık katsayısına bakılması ve bu doğrultuda işlem yapılması hususu genellikle SOP' lerde ve talimatlarda yer almaz. Ancak kalibrasyon laboratuvarının ve kalibrasyon yapan personelin bu hususta yeterli bilgi sahibi olması ve ne yapacağını bilmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] J. V. Nicholas; D. R. White. "Traceable Temperatures", John Wiley & Sons, Ltd. Second edition 2005.
- [2] Türk Standardı "TS EN 60751 Sınai platin dirençli termometre sezicileri", Ocak 2010
- [3] TEYMUR, Alev Çorman."UME - G1SI-17-01 ITS-90 Uluslar arası sıcaklık ölçeğine uygun olarak -40 °C / 420 °C Sıcaklık aralığında Pt100 direnç termometre kalibrasyonu" konulu karşılaştırma raporu. Taslak A Mart 2018
- [4] TEYMUR, Alev Çorman."UME - G1SI-17-01 ITS-90 Uluslar arası sıcaklık ölçeğine uygun olarak -40 °C / 420 °C Sıcaklık aralığında Pt100 direnç termometre kalibrasyonu" konulu karşılaştırma raporu. Final 25 Mayıs 2018

ÖZGEÇMİŞ

Aynur DAVUT

1961 yılı Kütahya Emet doğumludur. 1985 yılında Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliğini bitirmiştir. 1986 yılında EİEİ Gen. Müd. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı'nda güneş pilleri üzerine çalışmıştır. 1993 yılında TSE Kalibrasyon Daire Başkanlığı bünyesinde sıcaklık kalibrasyon laboratuvarında göreve başlamış ve çalışmasını TSE Kalite Kampusü Gebze'de sıcaklık kalibrasyon Laboratuvarında sürdürmüştür. Bu süre zarfında Kalibrasyon, Laboratuvarlar arası Karşılaştırma ve Yönetim Sistemleri alanında yurt içi ve yurtdışı eğitimler almış ve görevine yönetim temsilcisi ve kalibrasyon müdürü olarak devam etmiştir. 2017 yılı Ağustos ayında Baş Araştırmacı olarak TSE'den emekli olmuştur. 2005 yılından bu yana TÜRKAK' ta Denetçi ve Baş Denetçi olarak akreditasyon çalışmalarında yer almıştır ve halen sürdürmektedir.

TSE'den emekli olduktan sonra da "DACKA Kalibrasyon Danışmanlık Eğitim- GEBZE" firmasında Yönetim temsilcisi ve Sıcaklık-Nem-Elektrik kalibrasyonu alanında çalışmalarını sürdürmektedir.