

-40...+420 °C SICAKLIK ARALIĞINDA GÖSTERGELİ SICAKLIK ÖLÇER LABORATUVARLAR ARASI KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜMÜ VE SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Melda PATAN ALPER*
Maria AIORDACHIOAIEI
Prof.Dr.Ahmet T. INCE

* mpatan@yeditepe.edu.tr

Yeditepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarı (YUKAL) Kayışdağı Caddesi, Ataşehir, Kadıköy/İSTANBUL
Tel:0216 578 06 88

ÖZET

Göstergeli Sıcaklık Ölçerler ihtiyaç duyulan her alanda sıcaklığı doğrudan ölçme yeteneğine sahip en sıklıkla kullanılan ölçüm aletleridir. Bazı durumlarda kalibrasyon laboratuvarları için referans standart niteliğindedir. Ölçümlerin güvenilirliğini sağlamanın yollarından biri de akredite ve/veya akredite olmayı planlayan sıcaklık kalibrasyon laboratuvarının laboratuvarlar arası karşılaştırma (LAK) ölçümlerine katılımlarıyla gerçekleşebilir. Bu çalışmada Yeditepe Üniversitesi Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarının (YUKAL), Türkiye genelinde 31 katılımcı ile TS EN ISO/IEC 17043 "Yeterlilik Testleri için Genel Şartlar" Standardına uygun olarak gerçekleştirdiği LAK ölçümüne ilişkin bilgiler yer almaktadır.

LAK çevriminde -40...+420 °C aralığında referans termometre olarak, ITS-90 uyumlu göstergeli sıcaklık ölçer kullanılmıştır. Referans termometreye ait referans değer, Ulusal Metroloji Enstitüsü tarafından sağlanmıştır. Laboratuvarlar kendi ölçüm kabiliyetleri doğrultusunda ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Geniş katılımcı sayısına sahip olan bu LAK ölçümü dokuz aylık süreçte tamamlanmıştır. Tüm laboratuvarlar ölçtükleri tüm sıcaklık noktalarında ki sonuçları YUKAL'a iletmıştır ve bu sonuçlara göre En değerleri hesaplanarak tüm laboratuvarlara LAK raporu formatında gönderilmiştir. Yapılan değerlendirmede karşılaştırmaya katılan laboratuvarlardan %40'na ait sonuçlarda En değeri birin üzerinde çıkmıştır. 30 laboratuvar tarafından alınan toplam 217 ölçüm noktasından sadece 22 noktada En değerleri 1'in üzerinde çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık Kalibrasyonları, Göstergeli Sıcaklık Ölçer, Laboratuvarlararası Karşılaştırma Ölçümü

ABSTRACT

Temperature Indicators are commonly used measuring tools which are capable to direct temperature measurements in all needed areas. In some cases, it is a reference standard for calibration laboratories. One of the ways to ensure the reliability of the measurements as an accredited and / or plans to become accredited temperature calibration laboratory can take place to participate interlaboratory comparison (ILC) measurements.

This study provides the information about ILC measurements with the participation of Turkey in the 31 laboratories organized by Yeditepe University, Metrology and Calibration Laboratory (YUKAL) according to TS EN ISO / IEC 17043 "General Requirements for Proficiency Testing".

In this ILC cycle, ITS-90 compatible reference thermometer was used which has -40...+420 °C measurement capability. The reference value of the reference thermometer, provided by the National Metrology Institute. Laboratories carried out their measurements in accordance with its measurement capabilities. This ILC has been completed in nine-month period with large number of participants. All laboratories measured all temperature points and forwarded. The results sent to YUKAL in accordance with ILC report format. Compare the results of the evaluation made at least 40% to the

value of participating laboratories was above 1. Total of 217 values measured by the 30 laboratories, only 22 value were above 1.

Key Words: Temperature calibrations, temperature indicator calibration, interlaboratory comparison.

1. GİRİŞ

Sıcaklık ölçümleri endüstriyel alanda bir çok amaç için yapılmakta ve özellikle bu ölçümlerin güvenilirliği sağlanmak durumundadır. Farklı sektörler bu ihtiyaçlarını sıcaklık ölçümlerini özel ölçüm sistemleri ile yapıyor olsa da ölçümlerinin güvenilirliği konusunda öncelikle izlenebilirliği sağlamak zorundadır. İzlenebilirlik, ölçüm sonucunun uygun standartlara kesintisiz bir karşılaştırma zinciri boyunca bağlanabilmesi özelliğidir [1]. Ülkemizde bunu sağlamanın yollarından birisi ölçümleri ulusal/uluslararası standartlara uygun olarak gerekli alt yapı ve eğitimli personelle gerçekleştirebilmek için TURKAK (Türk Akreditasyon Kurumu) tarafından akredite edilmek yada yeterli olması durumunda ölçümleri gerçekleştirirken kullanılan ekipmanın akredite bir kalibrasyon laboratuvarı tarafından kalibrasyonunun yapılmış olmasını sağlamaktır.

Uygun metodlar kullanılarak ölçüm aletlerinin kalibrasyonlarının yapıyor olması ölçüm sonuçlarının kalitesinin güvencesini sağlıyor olsa da bununla birlikte akredite ve/veya akredite olmayı planlayan kalibrasyon laboartuvarlarının ilgili alanlarda laboratuvarlar arası karşılaştırma (LAK) ölçümlerine katılması ölçüm sonuçlarının güvenilirliği ve kalite açısından önem teşkil etmektedir [2].

LAK ölçümleri önceden belirlenmiş koşullara göre, iki veya daha fazla laboratuvar tarafından, aynı ölçüm aletiyle yapılan ölçümlerin düzenlenmesi, yapılması ve değerlendirilmesidir. Bu ölçümler, katılımcı laboratuvarların performanslarını değerlendirebilmesini, ölçüm yöntemlerinin etkinliğini, iyileştirilmesini ve güvenilirliğini sağlamayı amaçlar [3].

LAK ölçümleri ülkemizde TS EN ISO/IEC 17025 standardından akredite olmuş kalibrasyon ve/veya deney laboartuvarları tarafından düzenlenebiliyor olsa da organizatör laboratuvarların TS EN ISO/IEC 17043 Standardı maddelerine uygun olarak bu organizasyonun sağlıklı yürütülebilmesi için önemlidir. Bu çalışmada Yeditepe Üniversitesi Fizik Bölümü Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarının (YUKAL) Türkiye çapında farklı bölgelerden 31 katılımcı laboratuvarla, TS EN ISO/IEC 17043 standardına uygun olarak, -40...+420 °C aralığında yürütülmüş ve tamamlanmış olan Göstergeli Sıcaklık Ölçer LAK'ı hakkında bilgi verilmiştir.

2. LAK Boyunca İzlenen Aşamalar

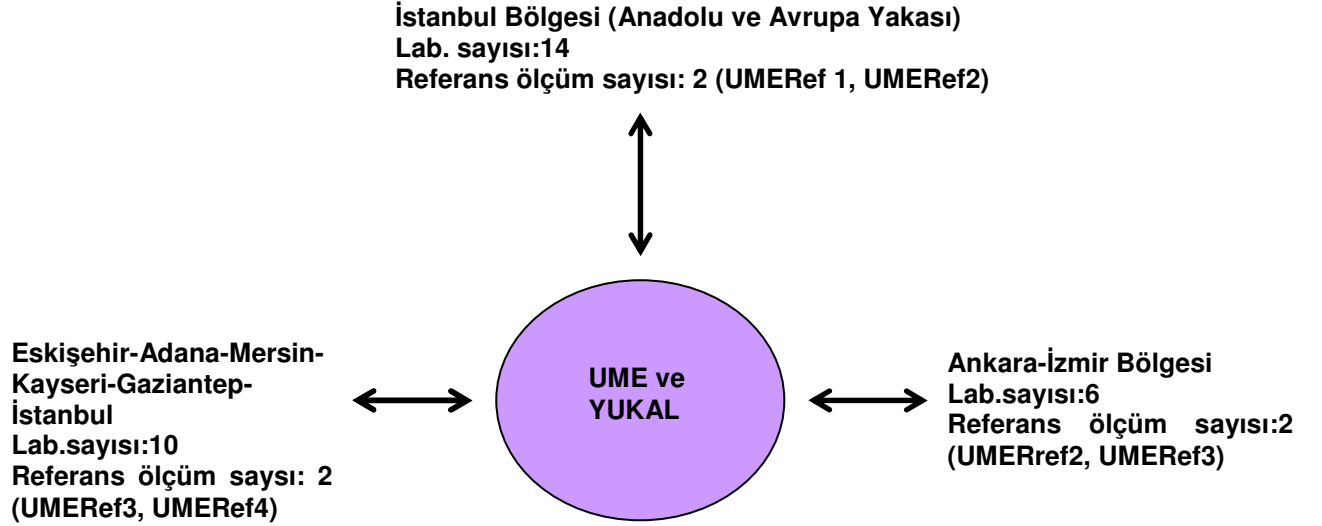
- Katılımcı Laboratuvarların Seçimi
- Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Metodunun Belirlenmesi
- Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Duyurusunun Yapılması
- Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Protokolünün Hazırlanması
- Gizlilik
- Referans Değerin Sağlanması
- Referansın Katılımcı Laboratuvarlar Arasında Dolaştırılması
- Sonuçların Toplanması ve Analizi
- Sonuçların Duyurulması

2.1. Katılımcı Laboratuvarların Seçilmesi

Türkiye genelinde gerçekleştirilen bu organizasyon için laboartuvar seçimi yapılırken öncelikli olarak TURKAK tarafından akredite edilmiş olan sıcaklık kalibrasyon laboratuvarları seçildi, bunun dışında akredite olmayı planlayan laboartuvarlar da ölçümlere davet edildi. Ölçümlere 26 akredite, 5 akredite olmayı planlayan kalibrasyon laboartuvarı başvuru yaptı. Laboratuvarlardan bir tanesi ölçümler başlamadan LAK'tan kendi isteğiyle geri çekildi.

2.2. Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Metodunun Belirlenmesi

Karşılaştırmaya katılacak laboratuvar sayısı fazla olması ve karşılaştırma ölçümleri esnasında LAK termometresinin direnç değerinde oluşabilecek değişiklikleri göz önüne alındığında, bu karşılaştırma ölçümleri için aşağıdaki Şekilde 1 de gösterilen her bir bölge için dairesel karşılaştırma metodu uygulanmıştır.



Şekil 1 LAK Ölçümü Referans Termometre Dolaşımı

Laboratuvarlar ise ölçüm metodu konusunda akredite oldukları ve/veya akredite olmayı planladıkları kalibrasyon yöntemleri ile karşılaştırma ölçümlerine katıldılar. Ölçümler konusunda belirlenen -40...+420 °C ölçüm aralığına laboratuvarlar ölçüm kabiliyetleri doğrultusunda kendileri karar verdiler.

2.3. Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Duyurusunun Yapılması

Laboratuvarlara ait iletişim bilgilerinin geneline TURKAK web sitesi yoluyla ulaşılmıştır ve iletişim kanalllarından e-mail yolu ile laboratuvarlar ölçümlere davet edilmiştir. Katılımcılara davet mektubunda LAK'a ilişkin kapsam, süreç, ücret vb. bilgiler verilmiştir. Davet mektubu ile gönderilen Ek ile laboratuvarlar katılım başvurularını belli bir süre içerisinde YUKAL'a yapmışlardır.

2.4. Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Protokolünün Hazırlanması

Başvurular sonunda LAK'a ilişkin işleyişi anlatan detaylı protokol katılımcıların herbirine gönderilmiştir. Protokol en az aşağıdaki parametreleri içerecek şekilde hazırlanmıştır:

- LAK Konusu
- Referans No
- LAK Karşılaştırma alanı
- LAK Karşılaştırma ölçüm aralığı
- LAK Karşılaştırmasında kullanılacak metot
- LAK'ı yürüten organizasyonun adı ve adresi
- LAK'ın koordinatörü, diğer yardımcı personel

LAK referans değerini temini
 LAK'ın amacı ve doğası
 LAK Katılımcı seçimi ve sayısı
 LAK ölçümüne katılım ücreti
 LAK zaman çizelgesi
 LAK ölçümlerinin gizliliği
 LAK ölçümleri cihaz bilgileri
 LAK Cihazının taşıma, nakil ve muhafazası
 LAK ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve raporlama

2.5. Gizlilik

Karşılaştırma ölçümlerinde yada yeterlilik testleri gerçekleştirilirken özellikle üzerinde durulması gereken konulardan biri de gizlilik maddesidir. Katılımcılar özellikle talep etmedikleri sürece (TS EN ISO/IEC 17043 Madde 4.10) katılımcı bilgilerinin paylaşılması gerekmektedir. Katılımcı tarafından karşılaştırma ölçümü sağlayıcısı yani YUKAL'a sunulan tüm bilgiler gizli tutulmuştur, sadece işlemde yer alan kişilerin erişimine açık tutulmuştur.

┘

2.6. Referans Değerin Sağlanması

┘

Tüm LAK ölçümü boyunca referans değere ilişkin bilgiler TÜBİTAK UME tarafından sağlanmıştır. LAK termometresi bölgelere gönderilmeden önce ve bölgelerden geldikten sonra, UME de referans değerleri ölçülerek sertifikalandırılmıştır. LAK termometresinin, UME deki ölçümlerinin yanısıra YUKAL'da oluşturulan buz noktası ve/veya Suyun Üçlü Noktası sıcaklıklarında, ölçümleri gerçekleştirilerek, LAK termometresinin sertifika değerlerini kontrol edilmiştir. Bu manada, LAK termometresi 4 kez UME'de (sertifikalı) ve 7 kez de YUKAL da olmak üzere toplam 11 kez ölçülerek referans değer kontrol edilmiştir [4].

2.7.Referansın Katılımcı Laboratuvarlar Arasında Dolaştırılması

Karşılaştırmaya ölçümünde kullanılan referans cihaz Tablo 1 de gösterildiği gibi 3 çevrim ile 30 katılımcı laboratuvar gezmiştir ve belli periyotlarda kontrolü ve kalibrasyonu gerçekleştirmiştir. Dolaşım laboratuvarlarla anlaşarak elden teslim alınıp elden teslim edilmek suretiyle gerçekleştirilmiştir. Bu duruma rağmen termometrenin hassasiyetinden ötürü bir biri içerisinde iki adet taşıma kutusu (kilitli) kullanılmıştır. Kutulardan en dıştaki üzerine termometrenin kullanımında dikkat edilmesi gereken konular dikkat çekici şekilde yazılmıştır.

Tablo 1 LAK Ölçümü Çevrimi

Çevrimler	Bölgeler	Katılımcı sayısı	Katılım tarihleri	Referans değer ölçümü sayısı	Referans Değerin temini
1.	İstanbul	14	13/11/2009 ile 03/02/2010	2 (UMERef1 ve UMERef2)	UME, Ara kontrol:YUKAL
2.	Ankara-İzmir	6	22/02/2010 ile 29/03/2010	2 (UMERef2 ve UMERef3)	UME, Ara kontrol:YUKAL
3.	Eskişehir-Adana-Mersin-Kayseri-Gaziantep-İstanbul	10	21/04/2010 ile 16/07/2010	2 (UMERef3 ve UMERef4)	UME, Ara kontrol YUKAL
	Toplam	30		4	

2.8.Sonuçların Toplanması ve Analizi

Sonuçlar, laboratuvalardan nominal ölçüm değerlerini de içerecek şekilde kalibrasyon sertifikası formatında istenmiştir. Laboartuvarlar kendilerine verilen sürede sonuçlarını YUKAL'a iletilmişlerdir. (Sonuçlar açıklanmadan önce laboartuvarlara ait ölçümler son bir kontrol için kendilerine geri iletilerek YUKAL'da bulunan ölçümleri ile ilettikleri ölçümleri arasında problem olup olmadığı teyid edilmiştir.)

2.8.1. En Değerlerinin Analizi

Genelde laboratuvarlar arası karşılaştırma ölçümlerinde kullanılan En değerlerinin hesaplanması aşağıdaki denkleme göre yapılmaktadır.

$$E_n \leq \frac{|x_{lab} - x_{UMERefort}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{UMERefort}^2}} \quad \text{Denk.01}$$

x_{lab} : Katılımcı laboratuvarın LAK sıcaklığındaki ölçüm değeri

$x_{UMERefort}$: LAK sıcaklığındaki ortalama Referans değeri

U_{lab} : Katılımcı laboratuvarın LAK sıcaklığında beyan ettiği genişletilmiş belirsizlik değeri

$U_{UMERefort}$: Referans laboratuvarın LAK sıcaklığında beyan ettiği genişletilmiş belirsizlik değeri

Sonuçların değerlendirilmesi aşamasında En değerlerinin hesaplanmasında "Referans Değerlerinin Ortalaması Alınarak LAK Sonuçlarının Değerlendirilmesi " yöntemi kullanılmıştır.

Referans sıcaklık değerleri, Şekil 1 de gösterilen her bir bölgede dairesel karşılaştırma metodu uygulanmış olup, her bir çevrim için referans değerlerin ortalaması alınarak, katılımcı laboratuvarın her bir sıcaklık ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Ortalama referans değer hesapları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [4].

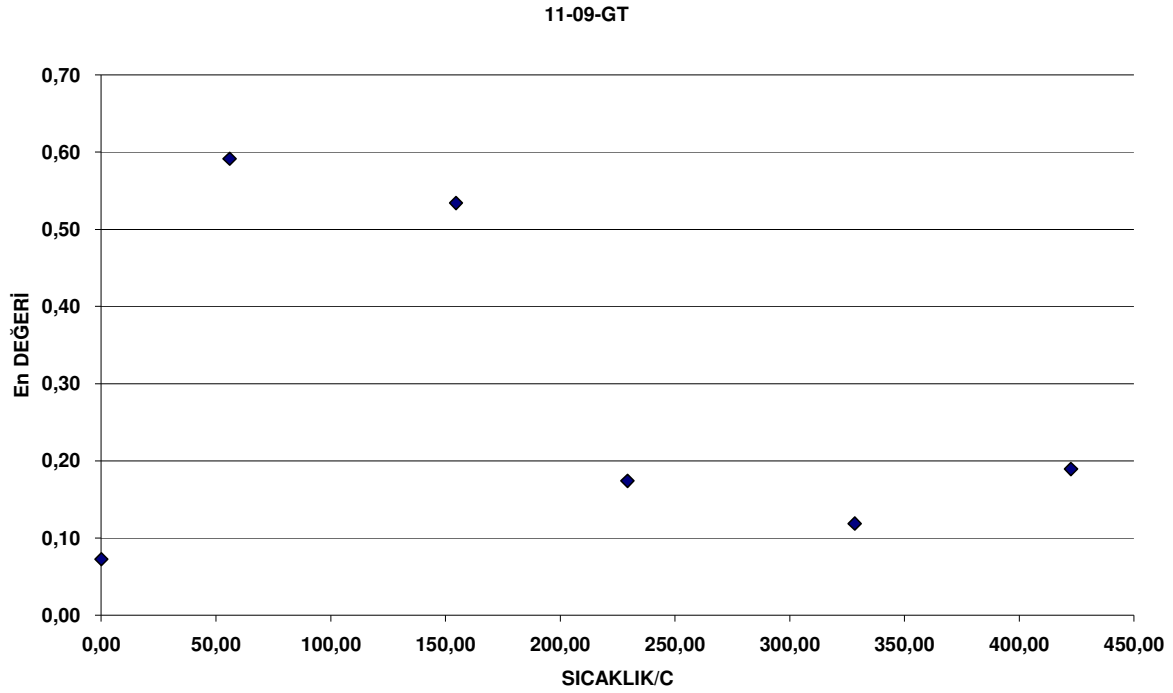
$$UMERef_{ort} = (UMERef1 + UMERef2) / 2$$

2.8.1. Sonuçların Yayınlanması

Sonuçların laboratuvarlara duyurulması YUKAL tarafından hazırlanan sonuç raporunun e-mail yolu ile gönderilmesi suretiyle yapılmıştır. Sonuç raporunda laboratuvarlar isimleri yerine laboratuvarlara verilen kodlar kullanılmıştır. Kodlar ayrıca katılımcı laboratuvarın ilgili kişisine e-mail yolu ile bildirilmiştir. Bu vesile ile laboratuvarların bilgilerinin gizliliği sağlanmıştır. Ölçümlere ilişkin sonuçlar ve En değerleri örnek olarak Tablo 2'de ve Grafik 1'de belirtildiği ve gösterildiği şekilde laboratuvarlara sunulmuştur [4].

Tablo 2 Ölçüm Sonuçları ve En Değerleri Tablosu

LAB KODU	KATILIMCI LAB. REFERANS DEĞER/ °C	En Değeri	LAB KODU	KATILIMCI LAB. REFERANS DEĞER/ °C	En Değeri	LAB KODU	KATILIMCI LAB. REFERANS DEĞER/ °C	En Değeri
11/09/AZ	419,300	0,067	11/09/EV	421,338	1,143	11/09/IR	400,000	0,434
	325,131	0,173		325,804	0,667		325,000	0,243
	225,199	0,042		224,969	0,453		225,000	0,182
	150,139	0,240		149,941	0,000		150,000	0,038
	50,013	0,130		50,061	0,028		50,000	0,037
	-0,004	0,000		-0,015	0,040		0,000	0,026
	-20,245	0,009		-20,034	0,097		-20,000	0,071
	-30,396	0,056		-29,312	0,083			



Grafik 1 LAK Sıcaklıklarında En Değerleri

SONUÇ

Bu çalışma sıcaklık ölçümlerinde yaygın olarak kullanılmakta olan -40...+420 °C ölçüm aralığında Göstergeli Sıcaklık Ölçer laboratuvarlar arası karşılaştırma ölçümü ve sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan yöntem hakkında bilgi vermektedir.

2004 yılından bu yana çeşitli karşılaştırma ölçümleri düzenleyen YUKAL'ın en geniş katılımcı sayısı ile Türkiye genelinde organize ettiği bu ölçümlere toplam da 31 kalibrasyon laboratuvarı katılmış, bunlardan bir tanesi ölçümler başlamadan karşılaştırmadan çekilmiştir. Karşılaştırmaya katılan laboratuvarlardan %40'na ait sonuçlarda En değeri birin üzerinde çıkmıştır. 30 laboratuvar tarafından alınan toplam 217 ölçüm noktasından sadece 22 noktada En değerleri 1'in üzerinde çıkmıştır.

LAK ölçümü sonucunda laboratuvarlar devam eden performanslarını kontrol etme, ölçüm yöntemlerinin etkinliğini görme fırsatını yakalarken, beklenenin dışında çıkan sonuçları için sistemi iyileştirme eylemlerini başlatmak ve eğitim ihtiyaçlarını giderme konusunda ihtiyaçlarını tespit etmiş oldular.

YUKAL endüstriyel ihtiyaçlar doğrultusunda karşılaştırma ölçümlerine karar verip, ölçümlerin güvenilirliğini tehlikeye sokmadan katılımcı sayısını belirleyerek karşılaştırma ölçümleri düzenlemiş ve düzenlemeye devam edecektir. Bu konuda TURKAK tarafından TS EN ISO/IEC 17043 standardına uygun olarak akredite olmayı planlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] INCE, A.T.,PATAN ALPER, M. "YUKAL Genel Metroloji ve Ölçüm Belirsizliği Eğitim Notu" 2011.
- [2] "TS EN ISO/IEC 17025 Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği için Genel Şartlar", 2005.
- [3] "TS EN ISO/IEC 17043 ve ILC/PT'ye İlişkin Diğer Standart ve Direktiflere Yönelik Eğitim Notu", STTA38-SoR66, 2011
- [4] INCE, A.T., "YUKAL Laboratuvarlar Arası Karşılaştırma Ölçümü Sonuç Raporu", 2010

ÖZGEÇMİŞ

F. Melda PATAN ALPER

1981 yılı İstanbul doğumludur. 2004 yılında Yeditepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünü, 2007 yılında Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yüksek Lisansını bitirmiştir. 2004-2006 yılları arasında Simkal Kalibrasyon Merkezinde Sıcaklık Kalibrasyon Laboratuvarı sorumlusu ve kalite yönetim sistemi vekili olarak görev almıştır. 2006 yılından bu yana Yeditepe Üniversitesi Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarı kalite sistem yöneticisi, sıcaklık kalibrasyon laboratuvarı sorumlusu, Fizik Bölümü araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2008 yılı itibarı ile Fen Bilimleri Enstitüsünde Fizik Ana Bilim Dalında Fizik doktorasına devam etmekte ve TÜRKAK denetçisi olarak görevini sürdürmektedir.

Maria AIORDACHIOAIEI

1959 yılı Romanya doğumludur. 1985 yılında Romanya Gheorghe Asachi Technical Üniversitesini bitirmiştir. 1985-1992 yılları arasında Romanya Nükleer Santral Kalibrasyon Laboratuvarında çalışmıştır. 2003 yılından itibaren Yeditepe Üniversitesi Metroloji ve Kalibrasyon Laboratuvarında kalibrasyon uzmanı olarak görev almaktadır.

Prof.Dr. Ahmet T. İNCE

1962 yılı Sivas doğumludur. 1992 yılında, Manchester Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Enstitüsü Enstrümantasyon ve Analitik Bilim bölümünden (DIAS-UMIST) doktorasını almıştır. 1992–1994 yılları arasında doktora sonrası çalışmalarında Londra Üniversitesinde devam etmiştir. 1994–1998 yılları arasında TÜBİTAK UME' de Fizik grup Başkanı ve Sıcaklık Laboratuvarı sorumlusu olarak çalışmıştır. 1997 yılında Doçentlik ve 2002 yılında da Profesörlük ünvanını almıştır. 1998 yılında Yeditepe Üniversitesi Fizik Bölüm Başkanı olarak çalışmaya başlamıştır. 2002-2005 yılları arası Yeditepe Üniversitesi Fen–Edebiyat Fakültesi Dekan yardımcılığı görevini yapmıştır. 2005 yılından bu yana ise aynı fakültenin dekanlık görevini sürdürmektedir. 2012 yılından bu yana TÜBİTAK-UME Sıcaklık laboratuvarının danışmanlığını yapmaktadır. Ayrıca, TÜRKAK denetçisi, Baş Denetçisi olarak görev almakta olup, yaklaşık 8 yıl TÜRKAK Sektör Komitesi Başkanlığı yapmıştır.