

UME RADYASYON SICAKLIĞI LABORATUVARI TARAFINDAN ŞİŞECAM ARAŞTIRMA MERKEZİ'NDE GERÇEKLEŞTİRİLEN YERİNDE KALİBRASYON ve SONUÇLARI

Seda Oğuz, Sevilay Uğur, Esat Günertürkün¹

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü – UME, 41470 Gebze – KOCAELİ
Tel: 262 646 63 55 e-mail:seda.oguz@ume.tubitak.gov.tr, sevilay.ugur@ume.tubitak.gov.tr
¹Şişe ve Cam Fab. A.Ş., Araştırma Merkezi, Topkapı – İSTANBUL
Tel: 212 482 08 12

ÖZET

UME, Radyasyon Sıcaklığı Laboratuvarı radyasyon termometre (pyrometre) kalibrasyonlarını 50°C ile 2600°C sıcaklık aralığında gerçekleştirmektedir. Bu kalibrasyonlarda kullanılan değişken sıcaklık siyah cisim kaynakları 25 mm açıklığa (aperture) sahiptir. Endüstride kullanılan bazı radyasyon termometrelerinin en küçük hedef çapı (minimum target diameter) 25 mm den daha büyüktür.

Böyle iki termometre Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda bulunmaktadır. Bu termometrelerin 25 mm'den daha büyük açıklığa sahip siyah cisim kaynakları ile kalibre edilmeleri gerekir. Termometreler kalibrasyon için daha önce yurtdışına gönderilmekte ve bu nedenle uzun süre laboratuvardan uzaklaşmaktaydı. Bu sorun, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları, Araştırma Merkezi'nde bulunan siyah cisim kaynakları ve UME Radyasyon Sıcaklığı Laboratuvarı'nın elinde bulunan "transfer standart radyasyon termometresi" ile karşılaştırmalı kalibrasyon yöntemi kullanılarak yerinde kalibrasyon yapılarak çözülmüştür.

Bu bildiride kalibrasyon yöntemi anlatılacak ve üç yıldır yapılan kalibrasyonların sonuçları karşılaştırılacaktır.

Anahtar sözcükler: Yerinde kalibrasyon, radyasyon termometre

1.KULLANILAN CİHAZLAR

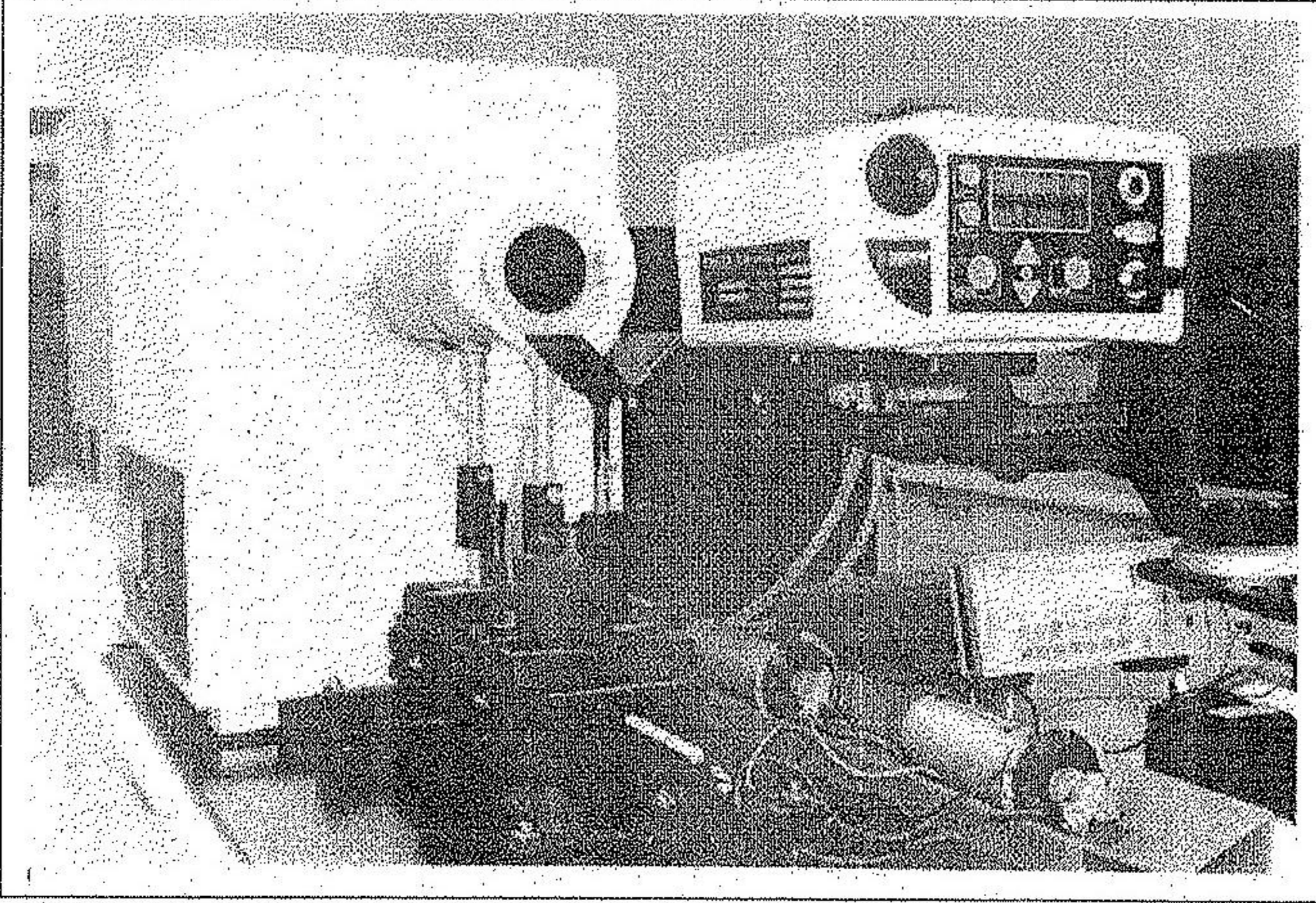
Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., Araştırma Merkezi'nde bulunan ve kalibre edilmesi istenen radyasyon termometrelerinin marka ve modelleri Minolta, Land, ORF 35/15/18 ve OQO 35/80/48 'dir. Bu termometrelerin sıcaklık aralıkları sırasıyla 400 °C – 1200 °C ve 700 °C – 1600 °C 'dir. En küçük hedef çapları ve karşılık gelen uzaklık değerleri, sırasıyla 35 mm çap için 450 mm ve 30 mm çap için 1200 mm olarak verilmiştir [1]. Bu nedenle en az 35 mm açıklığa sahip siyah cisimler kullanılarak kalibre edilmelidirler. Test termometrelerin siyah cisim kaynaklarından uzaklıkları sırasıyla 45 cm (ORF için) ve 120 cm (OQO için) dir. Test radyasyon termometrelerinin çıkışı doğrusallaştırılmış gerilim olarak multimetreden okunmaktadır.

Kalibrasyonda kullanılan Land LRC2 ve Carbolite marka iki adet siyah cisim kaynakları 49 mm açıklığa sahiptir. LRC2, 600 °C – 1600 °C sıcaklık aralığına ve 0.998 emisivite değerine; Carbolite ise 400 °C – 1450 °C sıcaklık aralığına ve 0.998 emisivite değerine sahiptir [1].

2.ÖLÇÜM DÜZENEGİ

UME referans radyasyon termometre her iki siyah cisim karşısına açıklıktan (aperture) 75 cm uzaklığa, emisivite değeri 1.00 'a ayarlanarak yerleştirildi (şekil 1) [2]. Ölçümlere başlamadan önce en az 30 dakika beklendi. Her iki test radyasyon termometre ise öngörülen uzaklıklara yerleştirilerek siyah cismin konik tabanına odaklandı. Kalibrasyona başlamadan önce mercekler temizlendi.

Termometreler siyah cisim açıklığına çok yakın yerleştirildikleri için, yüksek sıcaklıklarda ısınarak ölçümlerdeki belirsizliği arttırmaktadırlar. Bu durum ölçüm sırasında alınan değerlerin kararlılığını etkilemekte ve değerlerin sürekli kaymasına neden olmaktadır.



Şekil 1. Yerinde radyasyon termometre kalibrasyon düzeni

Bu nedenle, 1997 yılında yapılan ilk kalibrasyon sırasında soğutma sistemi kurulmamış olduğu için ölçümler yaklaşık ilk 30 saniyede alınarak daha test termometre ısınmadan ölçümler bitirilmiş, bu da büyük olasılıkla kararlı değerler değil transient değerler alınmasına yol açmıştır. Ertesi yıl ise test termometre hava ile devamlı soğutulmuş ve sadece ölçümler sırasında siyah cisme odaklanmıştır. Fakat bu yöntem de her ölçüm için yeniden hizalama yapılmasını zorunlu kıldığı için yeterli iyileştirme sağlanamamıştır. 1999 yılında yapılmış olan kalibrasyon için sistem iyileştirilmiş ve kalibre edilecek radyasyon termometreler, içinden soğutma suyu geçen bir ceketin içine yerleştirilmiştir. Yapılan bu iyileştirme, ölçümler sırasında gözlenen kaymayı büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır.

Kalibrasyon yapılırken, her sıcaklıkta 5 ölçüm alınmış ve aynı sıcaklıkta iki ayrı ölçüm alınarak ölçüm sonuçları belirsizliğe yansıtılmıştır. Belirsizlik hesaplamalarında, B-tipi belirsizlik olarak emisivite, test termometre ile siyah cisim arasındaki uzaklık,

tekrarlanabilirlik, hizalama, referans radyasyon termometre kalibrasyonu, vb. gözönüne alınmıştır.

3.ÖLÇÜM SONUÇLARI

1997 yılında UME, Radyasyon Laboratuvarı tarafından ilk olarak yapılan kalibrasyonda, 1998 yılında ve 1999 yılında yapılan kalibrasyonlarda elde edilen değerler tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1: 1997, 1998, 1999 yıllarında yapılan kalibrasyon sonuçları: ORF 35/15/18 ve OOO 35/80/48 test termometre gerilim değerleri, referans termometre değerleri ve belirsizlikler.

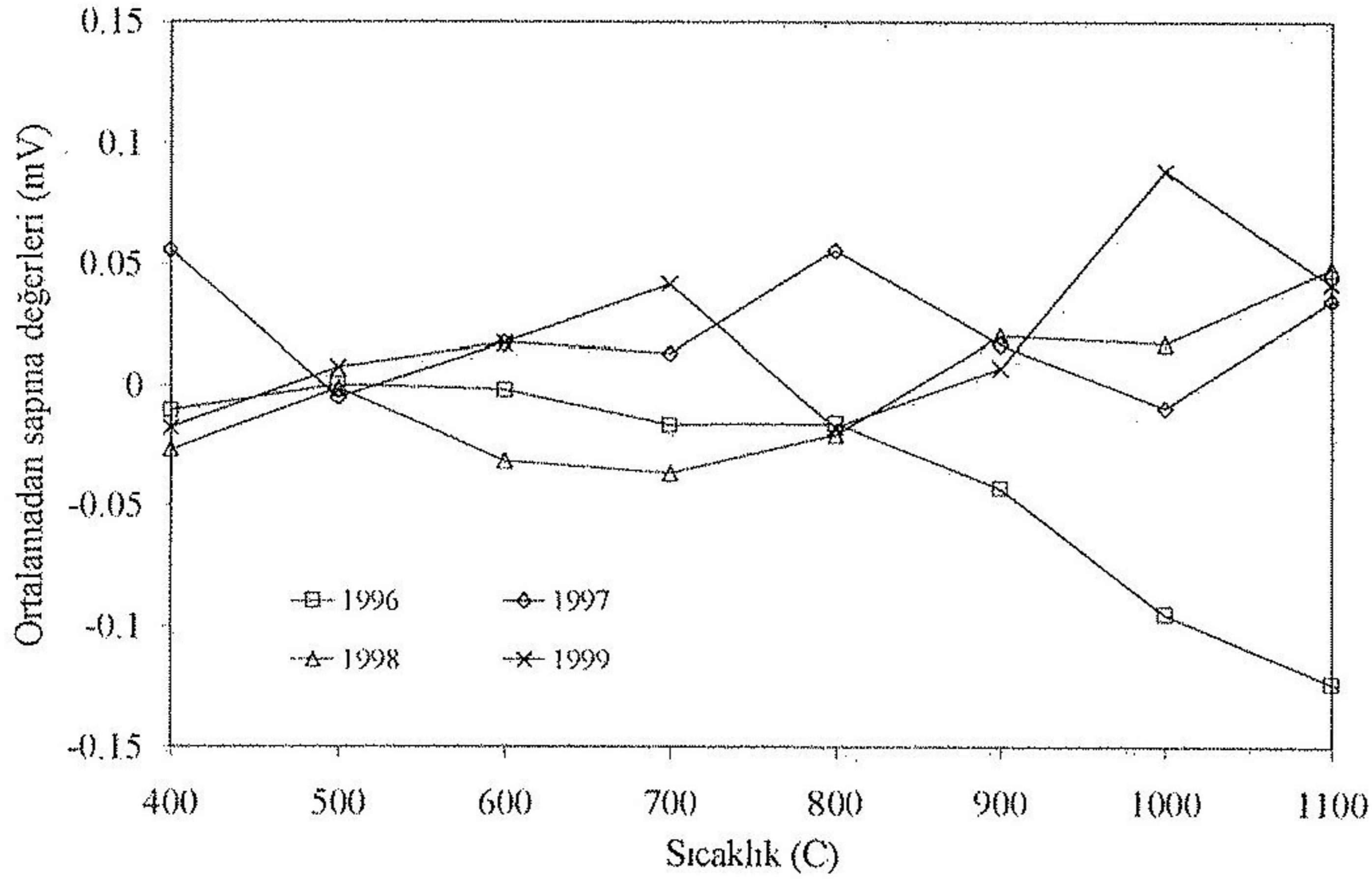
Test termometre değerleri / mV ORF 35/15/18				Test termometre değerleri / mV OOO 35/80/48			
Referans Sıcaklık Değeri / °C	1997	1998	1999	Referans Sıcaklık Değeri / °C	1997	1998	1999
400	0.585	0.667	0.658	800	-	0.122	0.116
500	1.221	1.218	1.209	900	-	0.379	0.393
600	2.059	2.109	2.060	1000	1.088	1.078	1.093
700	3.291	3.341	3.262	1100	2.602	2.543	2.600
800	4.908	4.985	4.982	1200	5.623	5.558	5.631
900	7.155	7.151	7.165	1300	10.965	10.945	11.038
1000	9.985	9.958	9.887	1400	19.788	19.894	20.015
1100	13.511	13.498	13.504	1500	33.675	34.017	34.203
1200	17.844	17.810	17.760	1600	54.702	54.070	55.164
1300	22.000	-	-				
1400	27.802	-	-				

4.SONUÇ

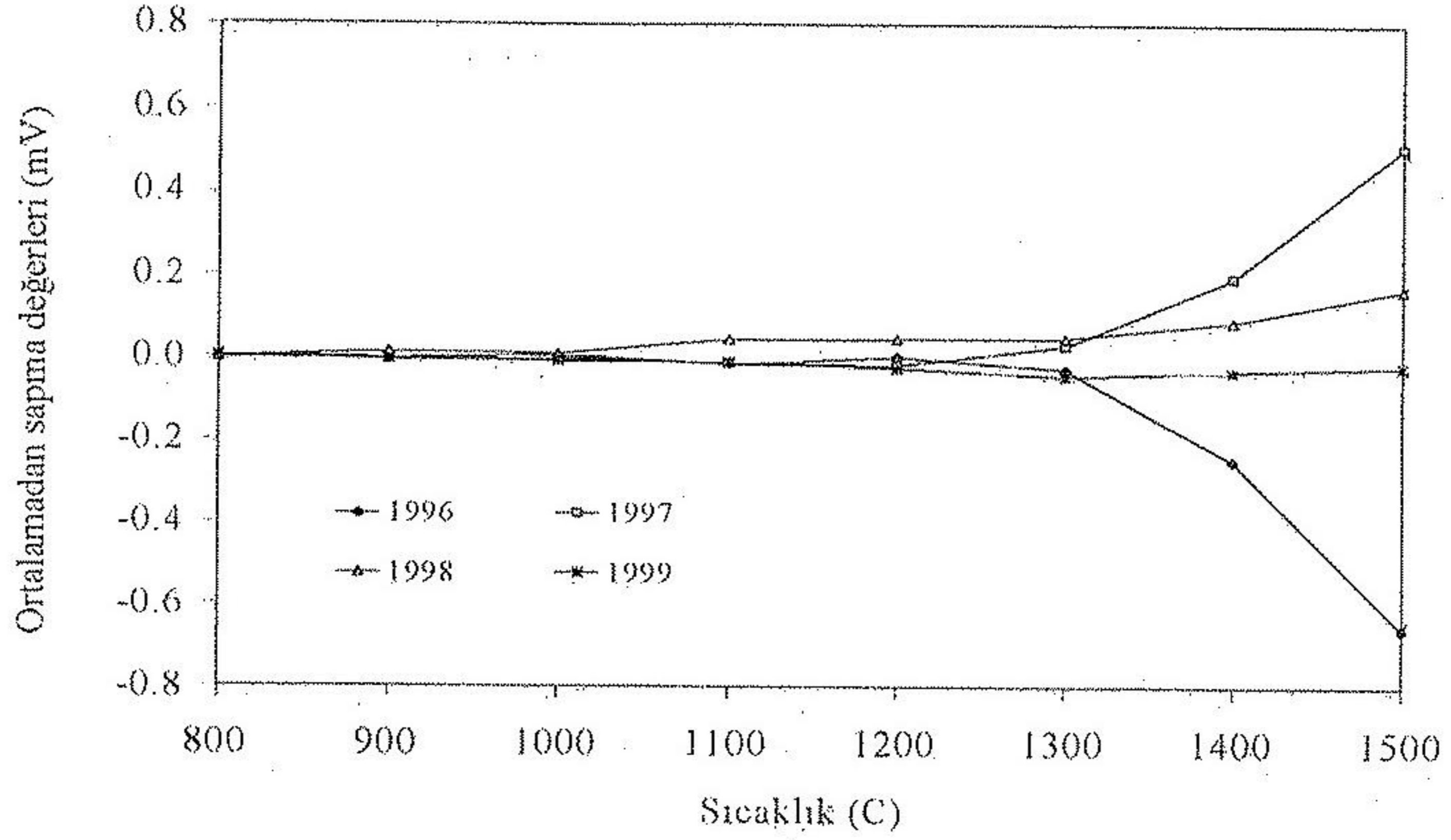
UME tarafından gerçekleştirilen ORF ve OOO radyasyon termometrelerin yerinde kalibrasyonları sonucunda hesaplanan belirsizlik değerlerinde, sistemde yapılan iyileştirmeler sonucunda düşüş gözlenmiştir (tablo 2). Sadece 1999 yılında yapılan ORF radyasyon termometre kalibrasyonunda, 400°C'deki belirsizlik, diğer yıllara göre artmıştır. Bunun nedeni test termometre tekrarlanabilirliğinin yeni bir belirsizlik bileşeni olarak belirsizlik bütçesine eklenmesidir. Şekil 2 ve şekil 3'de ise test radyasyon termometrelerinin her yıl tekrarlanan kalibrasyonlarında elde edilen sıcaklık değerlerine karşılık ortalamadan sapma değerleri verilmiştir. Şekil 2'de verilen ORF test radyasyon termometre için maksimum sapma değeri ± 0.15 mV (1000°C 'de ± 2 °C 'den küçük sapma) gözlenmiştir. Ayrıca şekil 3'de görüldüğü gibi, termometre merceğinin soğutulması sonucunda sıcaklık değerlerindeki kayma 1999 yılında en alt seviyeye inmiştir.

Tablo 2. 1997, 1998, 1999 yılında yapılan ölçümlerden elde edilen belirsizlik değerleri.

OQO 35/80/48				ORF35/15/18			
Nominal Sıcaklık / °C	Belirsizlik / °C			Nominal Sıcaklık / °C	Belirsizlik / °C		
	1997	1998	1999		1997	1998	1999
800	-	2.5	1.0	400	3.0	3.0	5.5
900	-	2.0	1.0	500	3.0	3.0	2.0
1000	3.0	2.0	1.0	600	3.0	2.0	1.0
1100	3.0	2.0	1.0	700	3.5	2.0	1.0
1200	3.0	2.0	1.0	800	3.5	2.5	1.0
1300	3.0	2.0	1.0	900	3.5	2.0	1.0
1400	3.0	2.0	1.0	1000	3.5	2.0	1.0
1500	3.0	2.0	1.0	1100	3.5	2.0	1.0
1600	3.0	2.0	1.0	1200	3.5	2.0	1.0



Şekil 2. ORF 35/15/18 test radyasyon termometresi ile 1996 (Land firmasında) [3], 1997, 1998 ve 1999 yıllarında yapılan kalibrasyonlar sonucunda test termometrenin ortalamadan sapma değerleri.



Şekil 3. OQO 35/80/48 test radyasyon termometresi ile 1996 (Land firmasında) [3], 1997, 1998 ve 1999 yıllarında yapılan kalibrasyon sonucunda test termometrenin ortalamadan sapma değerleri.

Son bir not, endüstriden gelen istekler doğrultusunda UME Radyasyon Sıcaklığı Laboratuvarı 150°C ile 1100°C sıcaklık aralığına sahip ve açıklık çapı 60 mm olan siyah cisim kaynağı ısmarlamıştır. Bu siyah cisim kaynağı kullanılarak yapılacak kalibrasyonları Kasım 1999 tarihinde başlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Minolta – Land, siyah cisim kaynakları ve radyasyon termometre Kullanım Kitapçıkları.
- [2] M190 Kullanım Kitapçığı.
- [3] Minolta – Land, radyasyon termometre kalibrasyon sertifikaları, 16 şubat 1996.