

## UME İŞINIM SICAKLIĞI LABORATUARI

*Doç. Dr. Sevilay Uğur, Özlem Pehlivan*

Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.K: 54 41470 Gebze-Kocaeli TÜRKİYE  
Tel: 262 679 50 00 E-Mail:sevilay.ugur@ume.tubitak.gov.tr , ozlem.pehlivan@ume.tubitak.gov.tr

### ÖZET

UME Işınım Sıcaklığı Laboratuvarı 1996 yılında Türkiye'nin ışı nım sıcaklığı ölçeğini oluşturmak, Türkiye'yi uluslar arası düzeyde temsil etmek, endüstrinin ışı nım sıcaklığı konusunda gereksinimlerini karşılamak amacıyla kurulmuştur.

Işınım Sıcaklığı Ölçümleri, cismin hareket halinde olduğu, ölçüm cihazının ortamla reaksiyona girerek sonuçları etkilediği, veya cisme zarar verdiği, cismin uzak ve ulaşılamayacak konumda olduğu durumlarda cismin sıcaklığının ölçülebilmesine olanak sağlamaktadır.

Işınım sıcaklığı ölçeği temel olarak gümüş donma noktasının üzerindeki (961,78 ) sıcaklıkları kapsamaktadır. Fakat 961,78 °C altındaki sıcaklıklarda da uzaktan sıcaklık ölçümlerine gereksinim vardır ve bu gereksinim gün geçtikçe artmaktadır.

Laboratuvarında ölçeği oluşturmada referans olarak kullanılan sabit noktalar, referans termometreler ve değişik sıcaklık aralıklarında siyah cisimler bulunmaktadır. Bunun yanı sıra laboratuvara genellikle demir-çelik, tekstil, lastik, cam, kağıt, çimento, gıda vb. alanlarda çalışan endüstri kuruluşlarından düzenli olarak kalibrasyon amaçlı ölçme cihazları gelmektedir. Endüstriden gelen ışı nım termometrelerin okudukları sıcaklık değerleri laboratuvardaki referans sıcaklık değerleri ile karşılaştırılıp test termometre için gerekli düzeltme değerleri kalibrasyon sertifikasıyla beraber endüstriyel kuruluşlara verilmektedir.

Bu bildiri de genel olarak UME Işınım Sıcaklığı Laboratuvarı tanıtılacak, laboratuvarın çalışma alanları ve çalışma yöntemleriyle ilgili genel bilgi verilecektir.

Anahtar sözcükler: Işınım sıcaklığı, siyah cisim, referans termometre.

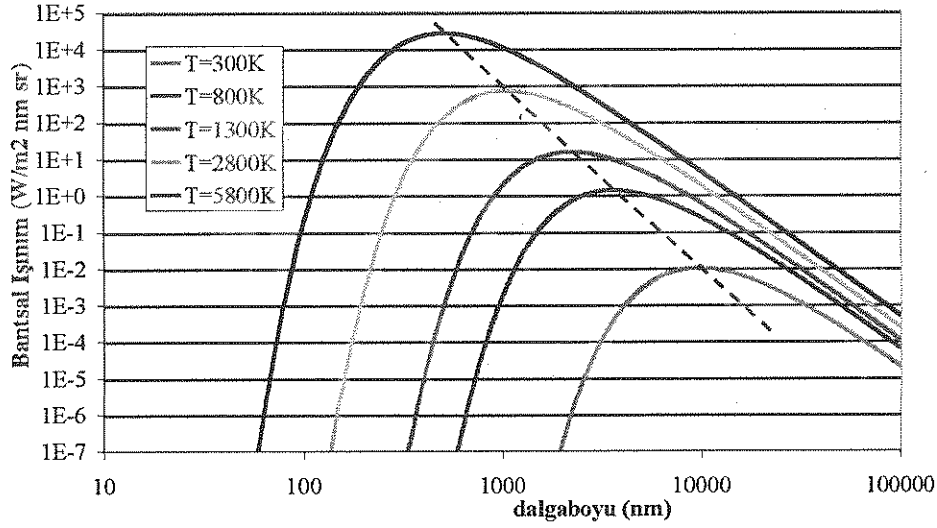
### 1.GİRİŞ

Ulusal Metroloji Enstitüsü, UME, 1992 yılında TUBİTAK Gebze yerleşkesinde kurulmuştur. UME'nin amacı, ülkemizde yapılan ölçümleri güvence altına almak, bu ölçümlerin uluslararası sisteme katılımını sağlamak, mevcut ve yeni ölçme teknolojileri geliştirerek Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişimine katkıda bulunmak, Türk endüstriyel ürünlerinin kalitesini arttırmak için gerekli Ulusal Metroloji Sistemi'ni kurmak ve uluslararası ticarete karşılaşılan teknik engellerin aşılmasında Türk endüstrisine yardımcı olmak, Metroloji konusunda uluslararası kuruluşlarda Türkiye'yi temsil etmektir.

### 2. İŞINIM SICAKLIĞI

Genelde sıcaklık termodinamik kanunları ile tanımlanır. Pratikte, termodinamiğin kanunlarına dayandırılan termometreler hem yeterince doğru hem de uygun değildir. Bunun yerine uluslararası ölçüm komitesi, endüstri ve bilimin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yeterince kendini tekrarlayabilen ampirik bir sıcaklık ölçeği tanımlamıştır. Bu ölçek, uygulanabilecek kadar geniş bir aralık içermesi ve termodinamik ölçeğe yakın olması açısından periyodik olarak tekrar gözden geçirilir. En yakın düzeltme, 1990 yılında yapılan ve 1990 Uluslararası Sıcaklık Ölçeği olarak bilinen ITS-90'dır. ITS-90 Uluslararası Sıcaklık Ölçeği'ne göre ışı nım sıcaklık ölçeği gümüş donma noktası 1234.93 K (961.78 °C) üzerindeki sıcaklıklar olarak tanımlanır. Bu sıcaklıklarda ITS-90 Sıcaklık Ölçeği Planck Işınım Kanunu'na göre oluşturulur. Bu yön-

tem bir yüzeyden gelen ışınım enerjisi kullanılarak bir cismin sıcaklığının, uzaktan ölçülmesi tekniğidir. Bir cismin sıcaklığının sonucu olarak yaydığı ışınım ısı ışınımıdır. Bütün cisimler çevrelerine ısı ışınımı yayarlar ve çevrelerinden geleni de soğururlar. Yoğun haldeki maddelerin (katı veya sıvı) yaydıkları ışınım spektrumunda süreklilik gösterir. Bu spektrumun ayrıntıları maddeden bağımsız ve tamamıyla cismin sıcaklığına bağlıdır. Genelde sıcak bir cisim tarafından yayılan ısı ışınım spektrumunun ayrıntıları cismin yapısına belli ölçüde bağlıdır; fakat bir çeşit cisim vardır ki yaydığı ısı ışınım evrensel karakterdedir. Bu cisimler siyah cisim olarak adlandırılır ve üzerlerine düşen bütün ışınımı soğururlar. Bu özelliklerinden faydalanılarak, siyah cisim ışıması ile sıcaklık değeri arasında evrensel bir ifade bulunmuştur ve ışınım sıcaklığı ölçeği bu temele dayanmaktadır. Siyah cisim ışıması sonucunda elde edilen spektrum aşağıda şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Siyah cisim ışıma grafiği.

Siyah cisim ışıması ile elde edilen spektrum şu özelliklere sahiptir:

- Yayılan ışınım uzun dalga boylarında azdır.
- Kısa dalga boylarına doğru gidildikçe yayılan ışınım artar.
- Yayılan ışınım her sıcaklıkta en yüksek olduğu noktaya belli bir dalga boyunda ulaşır.
- Bu en yüksek noktaya ulaşılan dalga boylarından daha kısa dalga boylarına gidildikçe ışınım daha hızlı bir şekilde azalır.
- En yüksek ışınımın olduğu dalga boyu sıcaklık arttıkça daha kısa dalga boylarına doğru kayar.
- Bütün dalga boylarında yayılan ışınım sıcaklık arttıkça artar.

Yukarıda saymış olduğumuz tüm bu özelliklere sahip siyah cisim ışıması üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda alman bilim adamı Max Planck siyah cisim tayfsal ışıması için cismin yaydığı ışınım ve cismin sıcaklığı arasında bir ilişki elde etmiştir. Planck kanununa göre elde edilen siyah cisim tayfsal ışınımı,  $L_\lambda$ , eşitlik 2.1'de verilmiştir [ 1]:

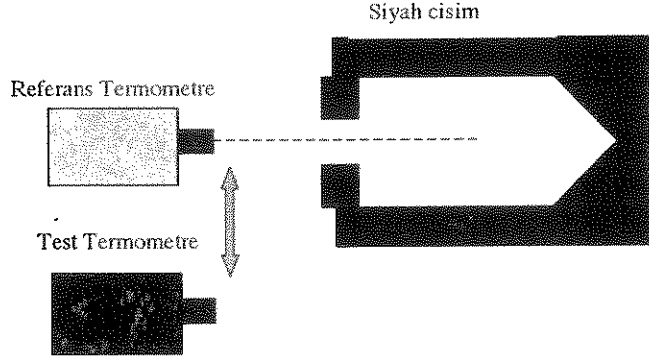
$$L_\lambda = c_1 / \pi n^2 \lambda^5 \left\{ \left[ \exp \left( c_2 / n \lambda T \right) \right] - 1 \right\} \quad (W / m^3 sr) \quad (2.1)$$

Eşitlik (2.1)'de  $c_1=3.7418 \cdot 10^{-16} (W \cdot m^2)$ ,  $c_2=0.014388 (m \cdot K)$  birinci ve ikinci ışınım sabitleri,  $n$  havanın kırınım indisi,  $\lambda$  havadaki dalga boyu,  $T$  termodinamik sıcaklıktır (K).

### 3.UME IŞINIM SICAKLIĞI LABORATUARI

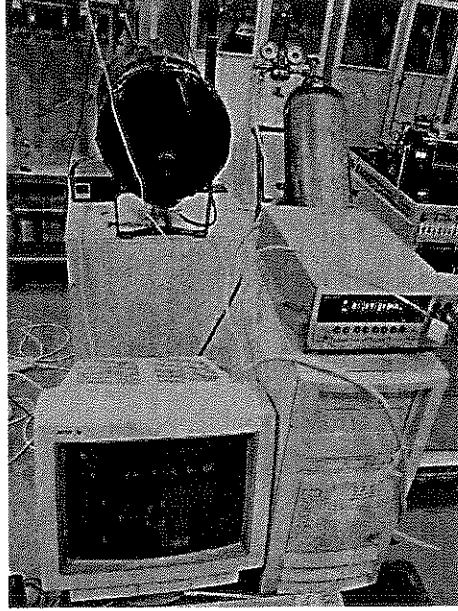
UME ışınım sıcaklığı laboratuvarı, uzaktan sıcaklık ölçümleri konusunda  $-40^\circ C - 1600^\circ C$  aralığında hizmet sağlamaktadır. Laboratuvarında, ITS-90 Işınım Sıcaklığı Ölçeği  $960^\circ C$  üstündeki sıcaklıklarda oluşturulduğu gibi,  $960^\circ C$  altındaki sıcaklıklarda da ölçek  $-50^\circ C$  ye kadar radyometrik olarak oluşturulmuştur.

Laboratuvarında uygulanan test termometre kalibrasyon düzeneği şekil 3.1'de verilmiştir.

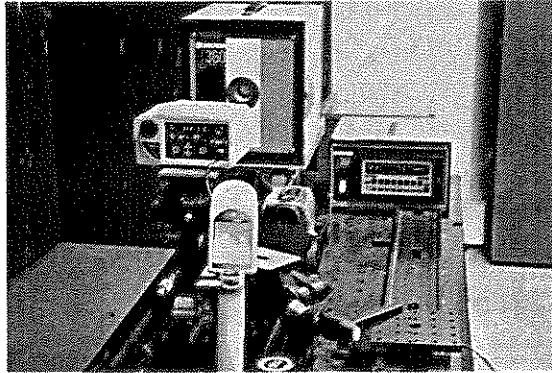


Şekil 3.1 : Işınım Termometre Kalibrasyon Ölçüm Düzenegi

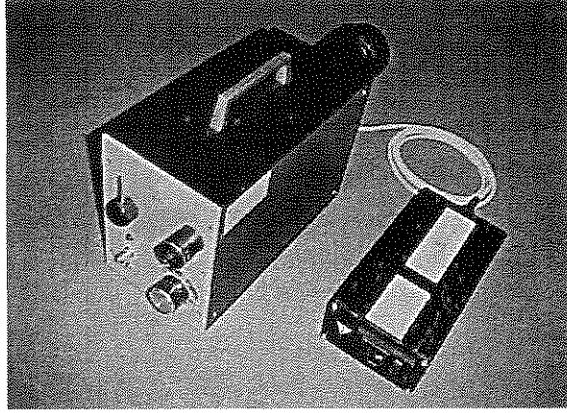
Laboratuvarımızda bulunan kalibrasyon amaçlı kullandığımız siyah cisimlerden ve ışınım termometrelerden birkaç örnek olarak ve fikir vermesi amacı ile aşağıdaki şekilleri sunabiliriz:



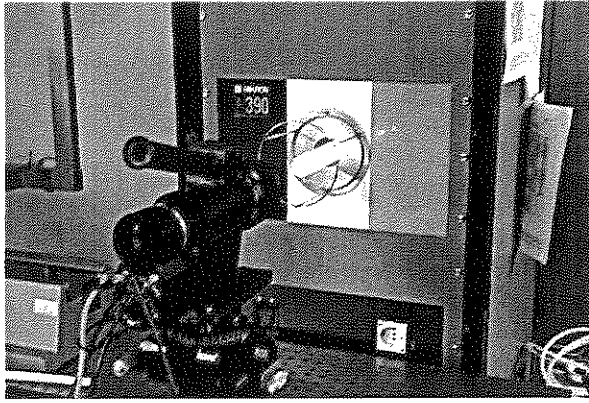
Şekil 3.2 :  $-50^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığında çalışan UME yapımı siyah cisim ölçüm sistemi.



Şekil 3.3 :  $50^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{C}$  sıcaklık aralığında çalışan siyah cisim ve ışınım termometre düzenegi.



Şekil 3.4 : 150 °C – 1000 °C sıcaklık aralığında sıcaklık sinyali okuyabilen referans, UME yapımı ışınım termometre.

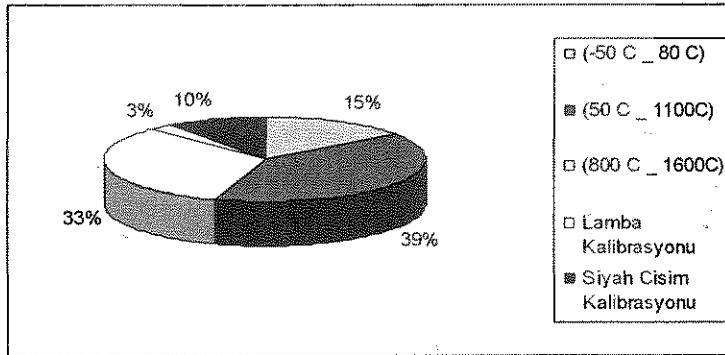


Şekil 3.5 : 800 °C – 2600 °C sıcaklık aralığında çalışan siyah cisim karşısında referans ışınım termometre.

#### 4.ENDÜSTRİDE İŞİNİM TERMOMETRELER

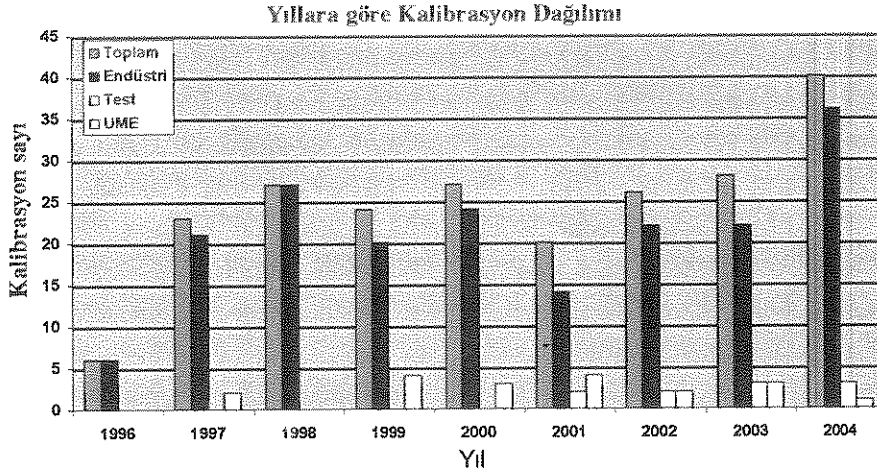
Endüstride ışınım termometre kullanan ve beraber çalıştığımız alanlarına örnek olarak plastik endüstri, çimento, demir çelik sanayi, şişe cam, otomotive sektörü verilebilir. Endüstriyel firmalar [www.ume.tubitak.gov.tr](http://www.ume.tubitak.gov.tr) adresinden kolaylıkla UME bünyesinde yapılan kalibrasyonlara ulaşabilmekte ve İnternet aracılığıyla kalibrasyon başvurularını yapabilmektedirler. Laboratuvarımızda bulunan referans termometreler ve değişken sıcaklıklı siyah cisimler den birkaç örnek

Laboratuvar kalibrasyon kodlarını göz önüne alarak 2004 yılın boyunca firmalar tarafından hangi sıcaklık aralığında hangi oranda ölçüm talebinde bulunulduğu aşağıda şekil 4.1 de verilmiştir. Şekle göre yıllık toplam kalibrasyonun 39% luk kısmını 50 °C ile 1100 °C aralığındaki ölçümleri kapsayan FRS-2500 kodlu kalibrasyon oluşturmaktadır, onu hemen arkasından 33% lük bir oran ile 800 °C ile 1600 °C aralığındaki FRS-3100 kodlu kalibrasyon takip etmektedir.



Şekil 4.1: 2004 Yılı Işınım Sıcaklığı Laboratuvarı Endüstriyel Dağılım Grafiği

Yaptığımız kalibrasyon miktarında her geçen yıl artış gözlemlenmektedir. Bu özellikle son yıllarda firmaların kullandıkları cihazlar ile doğru ölçüm yaparak üretimlerinde daha iyi ve daha kaliteli sonuçlar elde etme konusunda bilinçlendiklerinin bir göstergesidir. Bu da ülkemiz adına sevindirici bir gelişmedir. Bu konu ile ilgili 1996 yılından itibaren laboratuvarımızda yapılan kalibrasyonların genel dağılımı aşağıda Şekil 4.2 de verilmiştir.



Şekil 4.2: 1996 yılından itibaren laboratuvarımızda yapılan kalibrasyon dağılımı grafiği

## 5.SONUÇ

Işınım termometrelerinin en büyük üstünlüğü cihaz ile sıcaklığı ölçülen ortam arasında fiziksel dokunmanın olmamasıdır. Bu nedenle cevap hızı cihazın detektörü tarafından belirlenir ve oldukça kısa sürelidir. Böylece çok hızlı değişen sıcaklıklar veya hareketli cisimlerin sıcaklıklarını ölçmek olasıdır. Isıl çiftlerin ve direnç termometrelerinin yüksek sıcaklıklarda uzun süre kalmalarının onların kalibrasyonlarında dolayısıyla ölçüm hatalarında büyük değişimlere neden olabileceği göz önüne alınırsa bu çok önemli bir noktadır. Böyle durumlarda radyasyon termometreleri ile düşük belirsizliklerle , (1500°C de  $\pm 1^\circ\text{C}$  ) ölçüm alınabilmektedir.

Bununla birlikte, ölçülen sıcaklığı doğru yorumlayabilmek termometrenin doğru bir şekilde hizalanması, ve odaklanmasını hedef dışından gelen radyasyonun doğru bir şekilde ölçümlere katılmasını, emissivite değerlerinin doğru bir şekilde girilmesi v.b gibi pek çok öğenin dikkate alınmasını gerektirir. Bu gibi nedenlerle radyasyon termometre kullanımını diğer termometrelere göre daha çok dikkat, bilgi ve deneyim gerektirir.

Bu da ne yazık ki bu termometrelerin ülkemizde birkaç belli sektörün dışında kullanımını sınırlamaktadır.

## 6. REFERANSLAR

- [1] H. Preston-Thomas, P. Bloembergen, T.J. Quinn "Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990",1990, s.143
- [2] T.Quinn, "Temperature" Academic Press, New York, 1995, s.123
- [3] J. V. Nicholas, D. R. White, "Traceable Temperatures", John Willey & Sons, 1994, s.283-326