

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **METAL TEKNOLOJİSİ**

**SICAKLIK ÖLÇME  
521MMI232**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. LAMBALI PİROMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇMEK .....	3
1.1. Sıcaklık .....	3
1.1.1. Sıcaklık Birimleri ve Tanımlanması .....	3
1.1.2. Sıcaklık Birimlerinin Birbirine Çevrilmesi.....	4
1.2. Sıcaklık Ölçmenin Önemi ve Gereği .....	6
1.3. Sıcaklık Ölçme Araçları .....	6
1.3.1. Seger Konisi .....	6
1.3.2. Pirometreler .....	8
UYGULAMA FAALİYETİ .....	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2. IŞINMALI PİROMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇMEK.....	16
1.2. Işınmalı (Isı Radyasyonlu) Pirometreler .....	16
1.3. Işınmalı (Isı Radyasyonlu) Pirometrelerin Kısımları.....	16
UYGULAMA FAALİYETİ .....	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	20
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	21
CEVAP ANAHTARLARI.....	22
KAYNAKÇA .....	23

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>521MMI232</b>
<b>ALAN</b>	<b>Metal Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Isıl İşlemciliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Sıcaklık Ölçme</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül tavllanmış malzemenin sıcaklığını ölçme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Tavllanmış gereçlerin sıcaklıklarını ölçmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında tavllanmış malzemenin sıcaklığını lambalı (optik) pirometre ve ışınlı (ısı radyasyonlu) pirometre ile ölçebileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Lambalı pirometrenin direnç ayarını sıcaklığı ölçülecek malzemeye göre yapabilecek ve görünen değeri okuyup malzeme sıcaklığı hakkında doğru bir yorum yapabileceksiniz. <b>2.</b> Işınlı pirometrenin ölçüm düzeneğini hazırlayabilecek ve mili voltmetreden görünen değeri okuyarak malzeme sıcaklığı hakkında doğru bir yorum yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Metal işleri bölümü ısıl işlem atölyesi ve gerçek çalışma ortamı <b>Donanım:</b> Tav fırınları, lambalı pirometre, ışınlı pirometre, çelik malzeme
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Metallerin özelliklerini iyileştirmek için yapılan ısıtım uygulamalarının başarılı olabilmesi için malzemenin en uygun sıcaklıklarda tavlama yapılması gerekir. Gerek fırın içerisinde gerek fırın dışında yapılan tavlama işlemlerinde malzeme sıcaklığının doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için kullanılan sıcaklık ölçme araçlarının ısıtım uygulamalarında önemi çok büyüktür.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda ısıtım uygulamalarında kullanılan belli başlı ölçme araçlarını tanıyacak ve doğru ölçümler yapabilmek için gerekli bilgi ve becerilere sahip olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun ortam ve ekipman sağlandığında lambalı pirometrenin direnç ayarını sıcaklığı ölçülecek malzemeye göre yapabilecek ve görünen değeri okuyup malzeme sıcaklığı hakkında doğru bir yorum yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Lambalı pirometrelerle sıcaklık ölçümü hakkında bilgi toplayarak edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

# 1. LAMBALI PİROMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇMEK

## 1.1. Sıcaklık

Bir enerji şekli olan ısı ile ısı derecesi olan sıcaklık birbirinden farklıdır.

Isı bir cismin uzamasına, genişmesine, buharlaşmasına, erimesine, sıcaklığın artmasına ve bir iş yapmasına sebep olan fiziksel enerji olarak tanımlanmaktadır.

Sıcaklığın tam bir tanımını yapmak oldukça zordur. Bir maddenin ısıl durumunu belirten sıcaklık, ısının bir araç veya cihazla ölçülerek bilinen ölçü sistemlerine dönüştürülmüş hâlidir.

Isı, ancak transferiyle bir cismin sıcaklığının artmasına neden olduğu zaman hissedilebilir. Bir maddenin sıcaklığını 1 derece artırabilmek için gerekli ısıya özgül ısı denir. Isı birimi iş birimi ile aynıdır yani jul (J)dür. Eski bir alışkanlık olarak kalori (cal) de kullanılmaktadır. 1 kalori, 1 gram suyun sıcaklığını 14,5°C'den 15,5°C'ye yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır. 1 kalori = 4,187 juldür. Isı, iş tarafından üretilir ve yine iş yapmak için ısı kullanılır.

Isı, yüksek sıcaklıktaki bir kaynaktan düşük sıcaklıktaki bir kaynağa doğru akar. İki farklı sıcaklıktaki cisim birbirleri ile temas ederse sıcak olan cisim soğurken soğuk olan cisim ısınır. Sonunda iki cisim, termodinamik bakımdan denge durumuna ulaşır.

### 1.1.1. Sıcaklık Birimleri ve Tanımlanması

Sıcaklığın sayısal olarak ölçülebilmesi için standart bir ölçü sistemine gerek vardır. Bunun için de özelliklerden bir tanesi sıcaklıkla değişen ve kolayca ölçülebilen bir referans

sistemi seçilir. Termometre adı verilen bu referans sistemi ile sıcaklığı ölçülecek sistem, aralarında ısı denge oluşuncaya kadar temas ettirilir. Referans sisteminde sıcaklık değerlendirilmede kullanılan özelliğe termometrik özellik denir.

Cisimlerin sıcaklıklarının ölçülmesinde değişik termometrik özelliklerden yararlanılarak değişik sıcaklık ölçerler yapılabilir.

Sıcaklık ölçülmesinde kullanılacak referans sistemi seçildikten sonra, sıcaklığın değerlendirilebilmesi için bir başlangıç noktasının ve bir sıcaklık ölçeğinin tanımlanması gerekmektedir.

Günümüzde kullanılan başlıca sıcaklık ölçekleri şunlardır.

- **Celsius (°C):** 1 atmosfer basınçta buzun ergime ve suyun kaynama noktaları başlangıç noktaları olarak seçilmiş sıcaklık ölçeğine celsius sıcaklık ölçeği denir. Bu noktalara 0 ve 100 değerleri verilmiştir ve bu iki değer arası 100 eşit parçaya bölünmüştür.
- **Kelvin (K):** Celsius ölçme sisteminde ölçülen sıcaklığın ölçme aletinin cinsine bağlı olarak değişmesi pratikte bazı sakıncalara sebep olmuştur. Bu sakıncaları gidermek için 1848 yılında Lord Kelvin sıcaklık ölçme cihazının cinsine bağlı olmayan mutlak sıcaklık ölçeği tanımını yapmıştır. Termodinamik sıcaklık ölçeği olarak tanımlanan mutlak sıcaklık ölçeğine Kelvin sıcaklık ölçeği adı da verilir. Bu ölçeğe göre 1 atmosfer basınçta buzun ergime sıcaklığı 273.15 K, suyun kaynama sıcaklığı 373.15 K değerlerindedir.
- **Fahrenheit (°F):** Genelde Anglo-Sakson ülkelerinde yaygın olarak kullanılan Fahrenheit sıcaklık ölçeğinde iki sabit nokta yani 1 atm basınçta buzun ergime ve suyun kaynama noktaları 32 °F ve 212°F seçilmiş olup aradaki fark 180 eşit parçaya bölünmüştür.
- **Rankine (°R):** Mutlak Fahrenheit derecesi, Rankine derecesi olarak adlandırılır. Bu sıcaklık ölçeğinde 1 atm basınçta buzun ergime ve suyun kaynama noktaları sırasıyla 491.69 ve 671.69 °R olarak seçilmiştir.

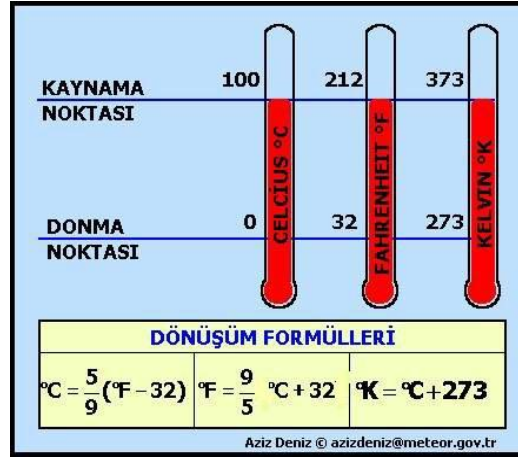
### 1.1.2. Sıcaklık Birimlerinin Birbirine Çevrilmesi

Celsius derecesi ile Fahrenheit derecesi arasında  $^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9}(\text{^{\circ}\text{F}} - 32)$  bağıntısı vardır.

Kelvin mutlak sıcaklığı ile Rankine mutlak sıcaklığı arasında  $^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9} \text{K}$  bağıntısı vardır.

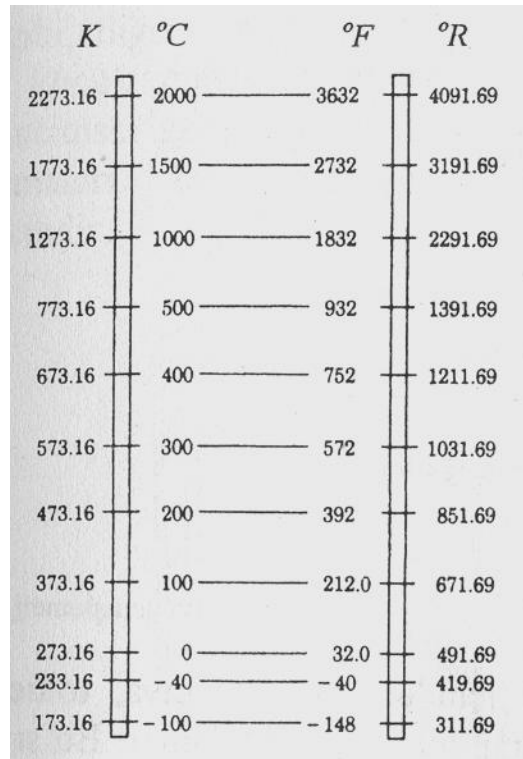
Bu bağıntıları kullanarak sıcaklık birimlerini rahatlıkla birbirine çevirebiliriz.





Şekil 1.1: Suyun 0C, 0F ve 0K deki kaynama ve donma noktaları

Aşağıdaki Şekil 1.2'den yararlanarak da sıcaklık birimleri arasındaki ilişkiyi inceleyebilirsiniz.



Şekil 1.2: Sıcaklık birimleri arasındaki ilişki

## 1.2. Sıcaklık Ölçmenin Önemi ve Gereği

Sıcaklık ölçümleri giderek artan oranda önemli bir konu hâline gelmiştir. Çok çeşitli fiziksel özellikleri etkileyen bir parametre olması nedeniyle ölçülmesi gereken önemli bir değişkendir. Özellikle ısıtma işlem uygulamalarında sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için malzemenin sıcaklığının mutlaka doğru olarak ölçülmesi gerekir. Aksi takdirde istenilen özellik değişimleri meydana gelmeyebilir veya istenmeyen özellik değişimleri oluşabilir.

## 1.3. Sıcaklık Ölçme Araçları

Cisimlerin sıcaklıklarının ölçülmesinde değişik termometrik özelliklerden yararlanılarak değişik sıcaklık ölçerler yapılabilir. Günümüzde uzunluğun, hacmin, basıncın, elektrik direncinin, iki farklı telin oluşturduğu elektrik devresindeki elektromotor kuvvetin ve cisimlerin yüzeysel ısınım şiddetlerinin değişimlerine dayanan çeşitli sıcaklık ölçerlere rastlanılmaktadır.

Sıcaklık ölçerler genellikle sıcaklığı ölçülecek olan yüzeye temas etmek suretiyle çalışır. Ancak özellikle yüksek sıcaklıkların ölçülmesinde kullanılan temassız sıcaklık ölçerler de mevcuttur. Aşağıda bu sıcaklık ölçerlerden bazılarını göreceksiniz.

### 1.3.1. Seger Konisi

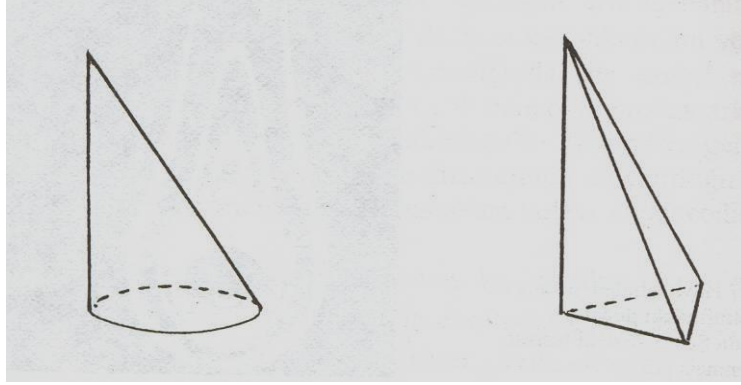
Ergime dereceleri kesin olarak bilinen kimyasal maddelerden yapılmış konik araçlardır. Bunlar konik olarak üretildiklerinden uç kısımları sivridir. Tavlama sıcaklığı belirlenmesi gereken iş parçasının üstüne konarak iş parçasıyla birlikte tavlama yapılır. Tavlama sıcaklığı ölçülecek iş parçasının getirileceği sıcaklık derecesiyle seger konisinin üretildiği maddenin ergime dereceleri aynı olur. Bunun için değişik tav sıcaklıklarında üretilmiş seger konileri bulunmaktadır.

Tablo 1.1’de standart olarak numaralandırılmış seger koni ve piramitlerinin erime sıcaklıklarına ait örnekler verilmiştir.

Nu	022	016	010	02	12	13	14	26	30	35	39	42
Sıcaklık °C	600	750	950	1110	1350	1380	1410	1580	1670	1770	1880	2000

**Tablo 1.1: Standart olarak numaralandırılmış seger konileri veya piramitlerinin erime sıcaklıkları**

Piramitler ve koniler imalat sırasında tabanları üzerine oturtulduğu zaman bir tarafları dik durumda olacak şekilde yapılır. Her iki tipte de taban boyutları yaklaşık 10-20 mm, yükseklikleri ise 50 mm civarındadır.

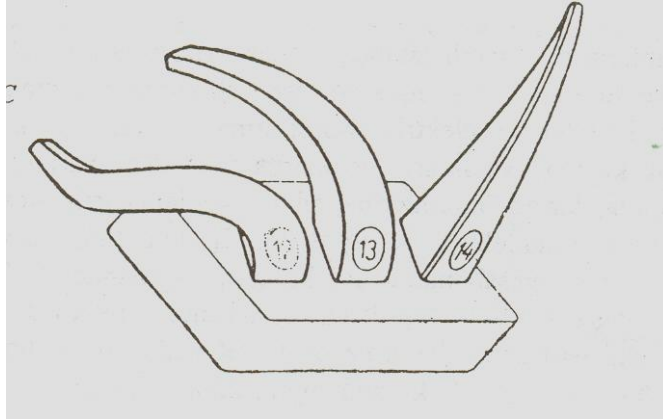


**Şekil 1.3: Seger koni ve piramidi**

Sıcaklık kontrolü veya ölçümü yapılacak olan fırının içine konmadan önce bu piramit veya koniler numara sırasına göre, bir miktar plastik çamur aracılığı ile bir plaka üzerine dizilir.

Fırının içindeki piramitler veya koniler fırının gözetleme deliğinden sürekli izlenir. Fırın sıcaklığı arttıkça sıra ile piramit veya koniler eğilmeye ve yatmaya başlar. Tavlama sıcaklığına ulaşıldığında koni veya piramidin sivri ucu ergir veya eğilir. Böylece iş parçasının da tavlama sıcaklığına ulaştığı sonucuna varılır.

Örneğin Şekil 1.4'teki piramitlerin sırasıyla 12,13 ve 14 numaralı piramitler olduğunu kabul edersek fırının sıcaklığının 1360 °C civarında olduğunu söyleyebiliriz.



**Şekil 1.4: Ergime sıcaklığına ulaşan, ucu eğilmiş piramit**

Seger piramit ve konileri aynı zamanda diğer sıcaklık ölçme araçlarının kontrol edilmelerinde de kullanılır.

## 1.3.2. Pirometreler

### ➤ **Pirometrenin tanımı ve endüstrideki önemi**

Pirometreler temassız olarak sıcaklık ölçen cihazlardır. Cisimlerin sıcaklıklarını yaydıkları ısı ışınımdan yararlanarak ölçer. Mutlak sıfır sıcaklığının yukarısındaki sıcaklıkta bulunan bütün cisimler ışınım ile ısı yaydıkları gibi diğer cisimlerden de ısınım enerjisi alır. Isıl ışınım gerçekte sıcaklık nedeniyle cisimlerden yayılan elektromanyetik dalgadır.

İş parçasının sıcaklığını bilmek tavlama işlemi yapılırken son derece önemlidir. Çünkü bütün tavlama işlemleri belli sıcaklıklarda yapılmaktadır. İş parçasının istenilen sıcaklıklara ulaştığını bilmemiz işlemin sağlıklı sonuçlanması için gereklidir. Bu nedenlerden dolayı iş parçalarının sıcaklıklarının kontrollerinde sıcaklık ölçme araçlarına ihtiyaç vardır.

### 1.3.2.1. Pirometre çeşitleri

Sıcaklık ölçümünde ve kontrolünde çalışma prensipleri farklı üç çeşit pirometre kullanılır.

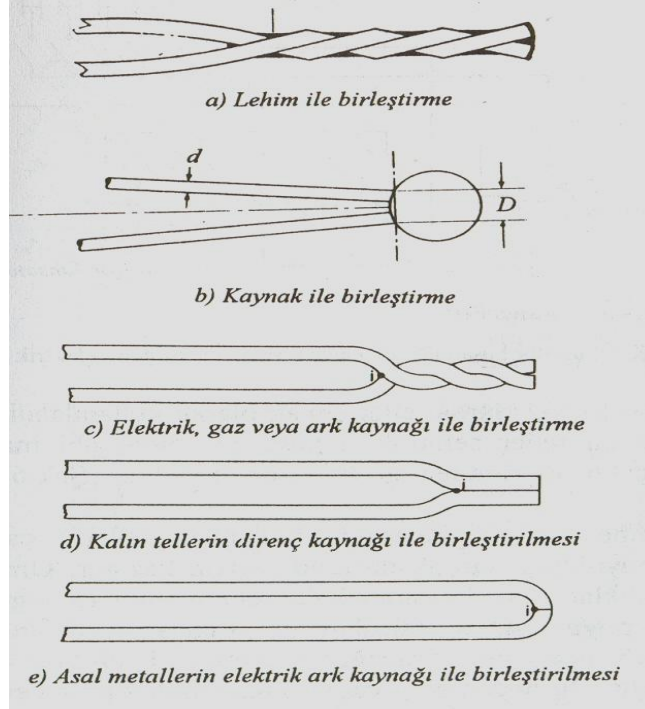
- Isı elektriksel pirometreler
- Lambalı (optik) pirometreler
- Işınmalı pirometreler

### ➤ **Isı elektriksel pirometreler:**

Tel hâlindeki iki farklı metalin başları birbirine kaynaklı olarak birleştirilir. Daha sonra kaynaklı uç ısıtılırsa serbest uçlar arasında bir termo (ısı)- elektrik akımı meydana gelir. Yapılan bu işlem sonucunda meydana gelen oluşum termokupol olarak adlandırılır.

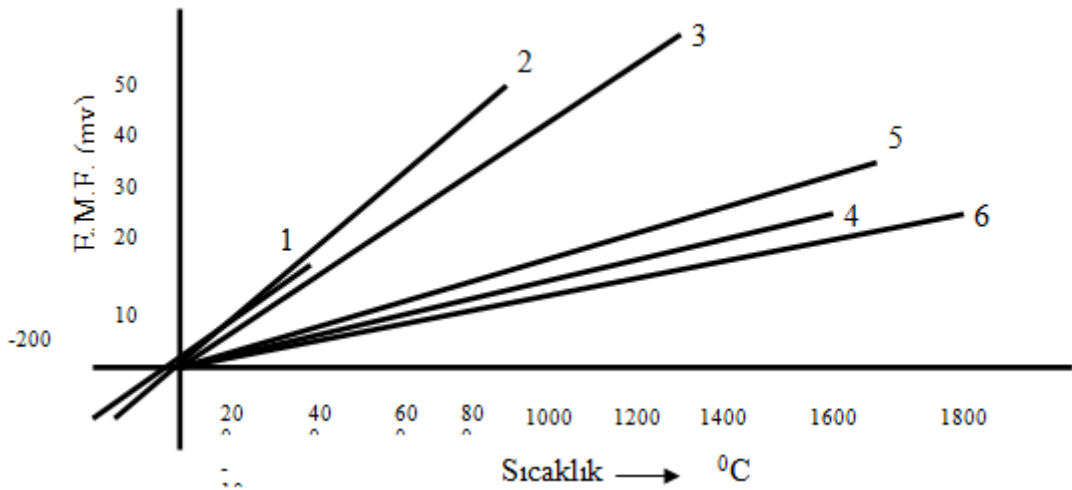
Termokupullarla ---200°C'den 2320°C'ye kadar ölçüm yapılabilir.

Şekil 1.5'te çeşitli birleştirme şekillerini görüyorsunuz.



Şekil 1.5: Termokupol uçlarının birleştirilme şekillerine örnekler

Kaynak noktası sıcak nokta, diğer açık iki uç soğuk nokta (veya referans noktası) olarak anılır. Termokupol olayı sıcak nokta ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkından doğar. Bu sıcaklık farkına orantılı, soğuk nokta uçlarında emf (mv) mertebesinde gerilim üretilir. Termokupolun sıcak noktası ve soğuk noktası arasındaki sıcaklık dağılımı nasıl olursa olsun üretilen gerilim, sıcak ile soğuk nokta arasındaki sıcaklık farkına orantılıdır.

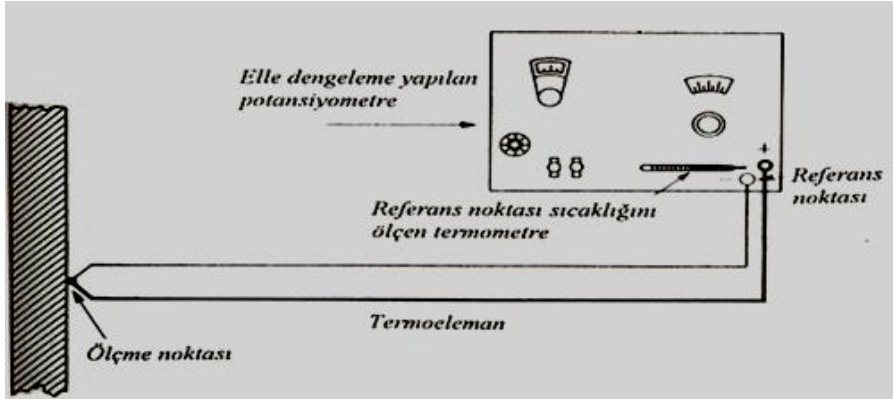


Şekil 1.6: Değişik termokupol elemanlarına ait değerler

Dolayısı ile soğuk noktanın sıcaklığı önemlidir. Sıcak nokta aynı kalmak kaydı ile soğuk nokta sıcaklığı değiştiği takdirde farklı sıcaklıklar okunacaktır. Örneğin kaynaklı uç 100 °C'lik bir ortamda 60 miliamperlik bir değişim gösteriyorsa 200 °C sıcaklıkta 120 miliamperlik bir değişim göstermektedir. Bu özellik doğru ve hassas ölçüm için şarttır.

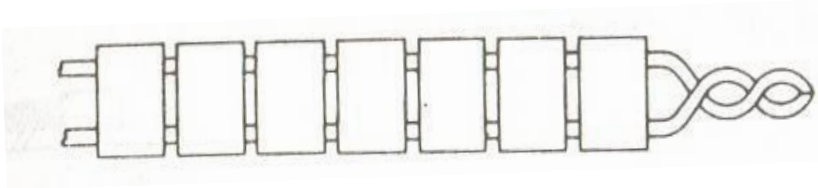
Doğru ölçüm yapılabilmesi için soğuk ucun 0°C tutulabilmesi gerekmektedir. Bunun için son yıllarda 0°C sıcaklığa sahip elektronik soğutma hücreleri kullanılmaya başlanmıştır.

Termokupol devresinde oluşan gerilim bir galvanometre, milivoltmetre veya potansiyometre ile ölçülür. Aşağıda Şekil 1.7'de potansiyometre ile ölçme yapan basit bir termokupol devresi görülmektedir.



**Şekil 1.7: Basit bir termokupol (termoeleman-ısıl çift) devresi**

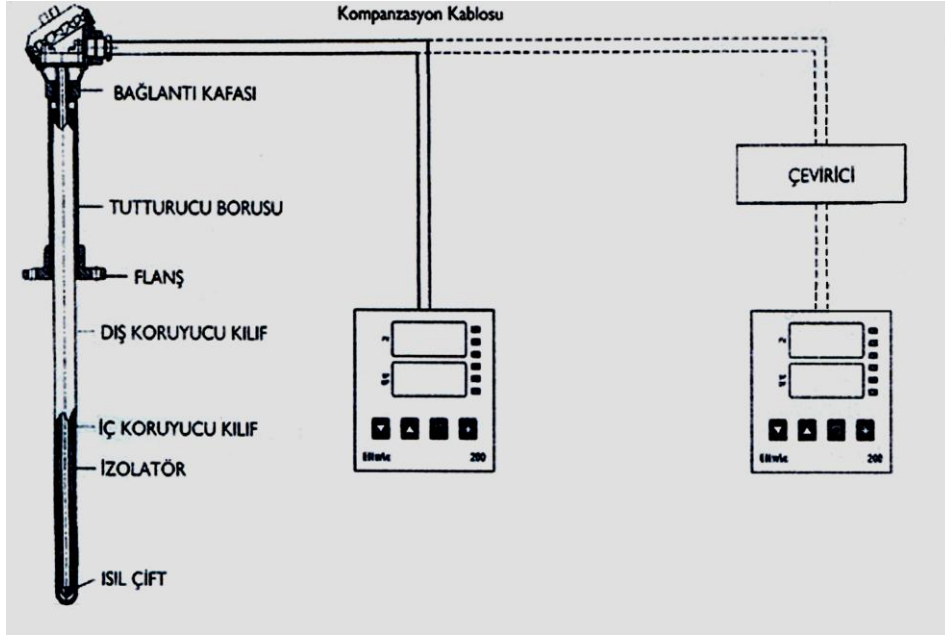
Termokupol ucu kaynaklandıktan sonra koruyucu kılıf içine yerleştirilsin veya yerleştirilmesin (+) ve (-) bacaklar birbirinden izole edilir. İzolasyon için seramik izolatörler kullanılır. Bu izolatörler de sıcaklık limitlerine ve ortam şartlarına göre seçilir.



**Şekil 1.8: Bacakları yalıtılmış termokupol**

Termokupol uygulamalarında dış koruyucu kılıfların da önemi büyüktür. Tellerinin mekanik darbeler, kimyasal veya fiziksel aşınmalara karşı belli bir ömre sahip ve dayanıklı olmaları için ortam şartlarına göre çeşitli kılıflar kullanılır. Termokupol eleman telleri uçları kaynaklı ve izolatörlü olarak bu kılıflar içine monte edilir.

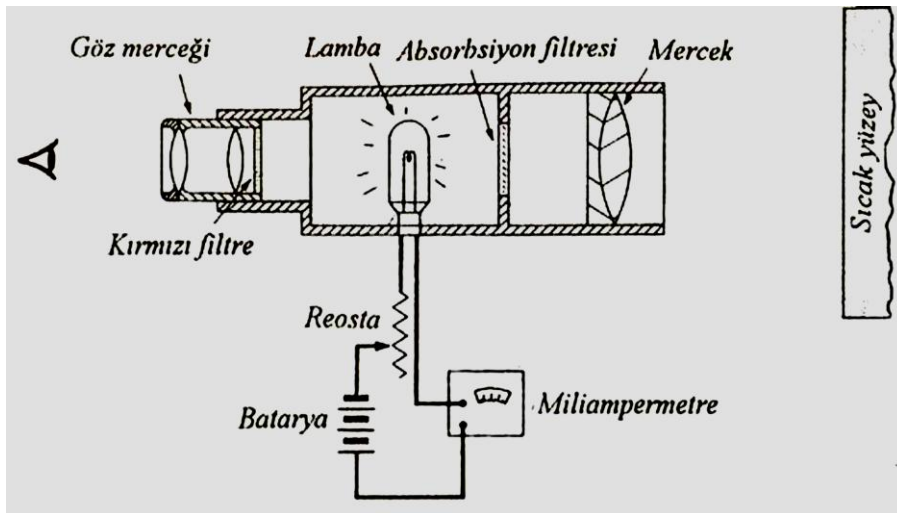
Aşağıda Şekil 1.9’da bir termokupol, tüm parçaları ile bir set hâlinde verilmiştir.



Şekil 1.9: Komple termokupol seti

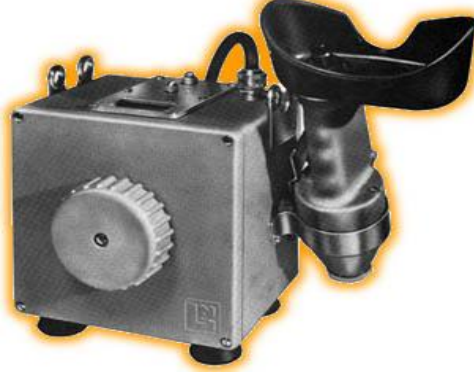
➤ **Lambalı (optik) pirometreler:**

Optik pirometreler, sıcaklığı ölçülecek cisimlerin yaydığı ışınımınla, elektrikle ısıtılmış bir lamba flemasının davranışının karşılaştırılması prensibine dayanır. Bu karşılaştırma sırasında flemaya verilen akım şiddeti değiştirilerek sıcaklığı ölçülecek cisimle flemanın aynı renge getirilmesi sağlanır. Flemandan geçen akım, sıcaklığa göre kalibre edilip cihaz üzerindeki miliampermetrenin skalası sıcaklık olarak ölçeklendirilir.



Şekil 1.10: Lambalı pirometrenin basit prensip şeması

Lambalı pirometrelerde genel olarak kırmızı renkte absorpsiyon filtresi kullanılarak yaklaşık olarak tek dalga boylu şartlar gerçekleştirir ve flemenin daha düşük akımda çalışması sağlanır. Bu da lambanın ömrünün uzamasını sağlar.



**Resim 1.1: Lambalı pirometre**

➤ **Işınmalı (ısı radyasyonlu) pirometreler:**

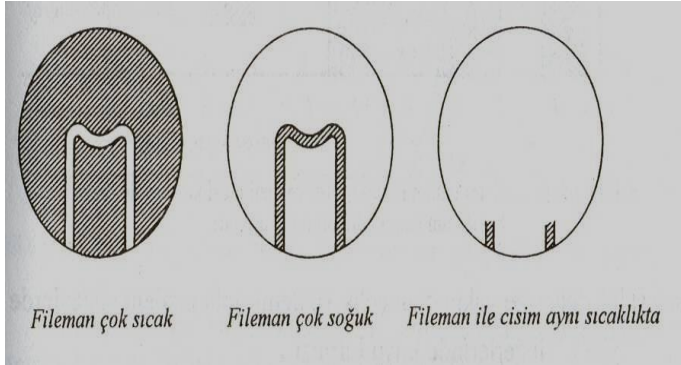
Işınmalı pirometrenin ısı elektriksel pirometreden farkı, termokupol elemanın kaynaklı ucunun sıcaklığın ölçüleceği ortamdan uzakta olmasıdır. Pirometre, tavlı parçadan, veya ergiyik metalden veya fırın sıcaklığının yaydığı radyasyonları (ısı ışınlarını) bir merceğin odak noktasında bulunan karartılmış pilatin levha üzerine toplama piresibine dayanır.



## UYGULAMA FAALİYETİ

10X40 çelik lama malzemeyi 120 mm boyunda keserek demirci ocağında, tav fırınında veya oksî-gaz alevi ile 700 °C tavlayınız.

Tavlama sıcaklığını lambalı pirometre ile ölçerek ayarlayınız.

İşlem Basamakları	Uyarılar
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Verilen malzemeyi tavlayınız.</li><li>➤ Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizleyiniz.</li><li>➤ Pirometrenin objektifini tavllanmış malzemeye yaklaştırınız.</li><li>➤ Pirometrenin gözlem yerinden (okülerden) malzemeye bakınız.</li><li>➤ Pirometre içerisindeki lambanın rengini, sıcaklığı ölçülen malzeme rengine gelene kadar akım ayarı yapınız.</li></ul>  <p><i>Fileman çok sıcak</i>      <i>Fileman çok soğuk</i>      <i>Fileman ile cisim aynı sıcaklıkta</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Miliampermetreden malzemenin sıcaklığını okuyunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mutlaka iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Yanmalara karşı tedbirli olunuz.</li><li>➤ Mesleğinizle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Verilen malzemeyi gerekli güvenlik önlemlerini alarak uygun bir tav aracıyla tavladınız mı?		
2. Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizlediniz mi?		
3. Pirometrenin objektifini tavllanmış malzemeye yaklaştırdınız mı?		
4. Pirometrenin gözlem yerinden (okülerden) malzemeye baktınız mı?		
5. Pirometre içerisindeki lambanın flemasının rengini, sıcaklığı ölçülen malzeme rengine gelene kadar ayarladınız mı?		
6. Miliampermetreden malzemenin sıcaklığını dikkatli bir şekilde okudunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) 1 atmosfer (101325 Pa) basınçta buzun ergime ve suyun kaynama noktaları başlangıç noktaları olarak seçilmiş sıcaklık ölçeğine celsius sıcaklık ölçeği denir. Bu noktalara 0 ve 100 değerleri verilmiştir.
2. ( ) Fahrenheit ölçeğine göre 1 atmosfer basınçta buzun ergime sıcaklığı 273.15 K, suyun kaynama sıcaklığı 373.15 K değerlerindedir.
3. ( ) Kelvin mutlak sıcaklığı ile Rankine mutlak sıcaklığı arasında  $^{\circ}R=5/9K$  bağıntısı vardır.
4. ( ) Seger piramit ve konileri şekil değişimi ile sıcaklık ölçme araçlarıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyet sonunda uygun ortam ve ekipman sağlandığında ışınmalı pirometrenin ölçüm düzeneğini hazırlayabilecek ve mili voltmetreden görünen değeri okuyarak malzeme sıcaklığı hakkında doğru bir yorum yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Işınmalı pirometrelerle sıcaklık ölçümü hakkında bilgi toplayarak edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. IŞINMALI PİROMETRE İLE SICAKLIK ÖLÇMEK

Pirometreler temassız olarak sıcaklık ölçen cihazlardır. Cisimlerin sıcaklıklarını yaydıkları ısıl ışımdan yararlanarak ölçerler. Mutlak sıfır sıcaklığının yukarısındaki sıcaklıkta bulunan bütün cisimler ışımla ısı yaydıkları gibi diğer cisimlerden de ışımla enerji alırlar. Isıl ışımla gerçekte sıcaklık nedeniyle cisimlerden yayılan elektromanyetik dalgadır.

İş parçasının sıcaklığını bilmek tavlama işlemi yapılırken son derece önemlidir. Çünkü bütün tavlama işlemleri belli sıcaklıklarda yapılmaktadır. İş parçasının istenilen sıcaklıklara ulaştığını bilmemiz işlemin sağlıklı sonuçlanması için gereklidir. Bu nedenle iş parçalarının sıcaklıklarının kontrollerinde sıcaklık ölçme araçlarına ihtiyaç vardır.

### 2.1. Işınmalı (Isı Radyasyonu) Pirometreler

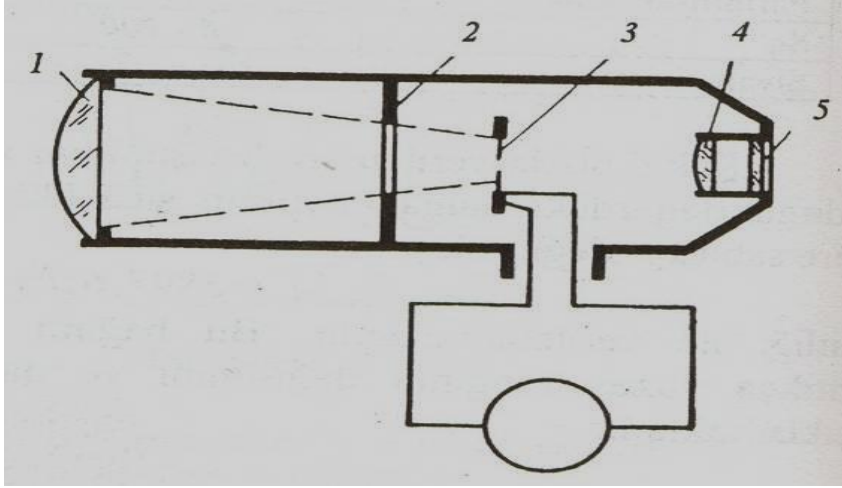
Işınmalı pirometrenin ısı elektriksel pirometreden farkı, termokupol elemanın kaynaklı ucunun sıcaklığın ölçüleceği ortamdaki uzakta olmasıdır. Pirometre, tavlı parçadan veya ergiyik metalden veya fırın sıcaklığının yaydığı radyasyonları (ısı ışınlarını) bir merceğin odak noktasında bulunan karartılmış pilatin levha üzerine toplama prensibine dayanır.

### 2.2. Işınmalı (Isı Radyasyonu) Pirometrelerin Kısımları

Optik pirometre bir dürbün tarzındadır. İçinde bir ışık kaynağı (ampul fleması) bulunur. Bu ışığın şiddeti, araç üzerinde bulunan reosta ile ayarlanabilir. Devre üzerine bağlanmış olan ampermetre ışık kaynağından geçen akım miktarını gösterir. Ampermetre kadranı izlenen iş parçasının sıcaklığını gösterecek şekilde taksimatlandırılmıştır.

Dürbün tarzındaki pirometre ile sıcaklığı ölçülecek iş parçasına bakılır. Bu esnada ışık kaynağı çalıştırılır. Işık kaynağının verdiği ışık ile iş parçası üzerindeki rengin meydana

getirdiği ışık aynı oluncaya kadar reosta çevrilerek ayarlanır. Tam bu sırada ışık kaynağının çalışması için gerekli olan akım, ampermetre üzerindeki kadranı harekete geçireceğinden kadran üzerinde bulunan sıcaklık değerleri okunarak iş parçasının sıcaklığı tespit edilir.



**Şekil 2.1: Işınmalı pirometrenin basit prensip şeması**

1. Toplayıcı mercek
2. Diyafram
3. Sıcaklık algılayıcı yüzey
4. Gözleme merceđi
5. Filtre

Bu tip sıcaklık ölçerlerle 400 ile 3500 °C arasındaki değerler ölçülebilir. Cihazlarda kullanılan mercekler bu sıcaklıklarda yayılan ışınımın dalga boyunu geçirecek şekilde olmalıdır. Bu iş için payreks, silika ve kalsiyum florid camları kullanılır.



**Resim 2.2: Dijital göstergeli ışınmalı pirometreler**

## UYGULAMA FAALİYETİ

“I. Uygulama Faaliyeti”nde kullandığımız çelik malzemeyi tekrar demirci ocağında, tav fırınında veya oksijen gaz alevi ile 1100 °C tavlایınız.

Tav sıcaklığını ışımalı pirometre ile kontrol ederek ayarlayınız.

İşlem Basamakları	Uyarılar
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Verilen malzemeyi tavlایınız.</li><li>➤ Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizleyiniz.</li><li>➤ Pirometrenin objektifini tavlانmış malzemeye yaklaştırınız.</li><li>➤ Pirometrenin gözlem merceğinden (okülerden) malzemeye bakınız.</li><li>➤ Malzemedен çıkan ışınların pirometre içerisinde toplanmasını ve ışınlarla termo elemanın (ısı çift-termokupol) ısınmasını bekleyiniz.</li><li>➤ Termo elemanın serbest uçları arasına bağlanmış ve sıcaklığa göre bölümlenmiş milivoltmetreden malzemenin sıcaklığını okuyunuz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mutlaka iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Yanmalara karşı tedbirli olunuz.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Verilen malzemeyi tavladınız mı?		
2. Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizlediniz mi?		
3. Pirometrenin objektifini tavllanmış malzemeye yeteri kadar yaklaştırdınız mı?		
4. Pirometrenin gözlem yerinden (okülerden) malzemeye dikkatli bir şekilde baktınız mı?		
5. Malzemedan çıkan ışınlarla pirometre içerisindeki termo elamanın (ısıl çiftin) yeteri kadar ısınmasını beklediniz mi?		
6. Isıl çiftin serbest uçları arasına bağlanmış ve sıcaklığa göre bölümlenmiş milivoltmetreden malzemenin sıcaklığını dikkatli bir şekilde okudunuz mu?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Pirometre iki farklı alaşımın ucunun kaynaklanması ile oluşturulan basit bir sıcaklık ölçü elemanıdır.
2. ( ) Termokupollar temassız olarak sıcaklık ölçen cihazlardır.
3. ( ) Işınmalı pirometreler, sıcaklığı ölçülecek cisimlerin yaydığı ışınlama, elektrikle ısıtılmış bir lamba filamanının davranışının karşılaştırılması prensibine dayanır.
4. ( ) Işınmalı pirometrelerin temel elemanı, sıcaklığı ölçülen cisimden gelen ışınlama algılayan kısımdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

## UYGULAMALI TEST

Uygulama faaliyetlerinde kullandığımız çelik malzemeyi demirci ocağında, tav fırınında veya oksijen gaz alevi ile 1100°C tavlایınız.

Tav sıcaklığını ışınmalı pirometre ve lambalı pirometre ile kontrol ederek ölçünüz.

## DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Verilen malzemeyi gerekli güvenlik önlemlerini alarak uygun bir tav aracıyla tavladınız mı?		
2. Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizlediniz mi?		
3. Pirometrenin objektifini tavllanmış malzemeye yaklaştırdınız mı?		
4. Pirometrenin gözlem yerinden (okülerden) malzemeye baktınız mı?		
5. Pirometre içerisindeki lambanın flemasının rengini, sıcaklığı ölçülen malzeme rengine gelene kadar akım ayarı yaptınız mı?		
6. Miliampermetreden malzemenin sıcaklığını dikkatli bir şekilde okudunuz mu?		
7. Verilen malzemeyi tavladınız mı?		
8. Malzeme yüzeyindeki cüruf ve benzeri maddeleri temizlediniz mi?		
9. Pirometrenin objektifini tavllanmış malzemeye yeteri kadar yaklaştırdınız mı?		
10. Pirometrenin gözlem yerinden (okülerden) malzemeye dikkatli bir şekilde baktınız mı?		
11. Malzemenin çıkan ışınlarla pirometre içerisindeki termo elamanın (ısı çifti) yeteri kadar ısınmasını beklediniz mi?		
12. Isıl çiftin serbest uçları arasına bağlanmış ve sıcaklığa göre bölümlenmiş milivoltmetreden malzemenin sıcaklığını dikkatli bir şekilde okudunuz mu?		
13. Çalışmalarınızda yanmalara karşı tedbirlerinizi aldınız mı?		
14. Çalışma sırasında iş önlüğü, gözlük, eldiven vb. koruyucu araçlar kullandınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru

## KAYNAKÇA

- GENCELİ F.Osman, **Ölçme Tekniđi**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1994.
- THELNİNG K. E., Çev: Adnan TEKİN, **Çelik ve Isıl İşlem**, Hakan Ofset, 1984.