

1. SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

Isı ile sıcaklık bir biri ile ilişkili olmasına karşın temelde **çok farklıdır.**

- Isı bir enerji çeşididir. Maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin toplam enerjileridir. Kolorimetre kabı ile ölçülür. Birimi Caloridir.
- Sıcaklık, maddenin ortalama kinetik enerjisini ile orantılı bir büyüklüktür. Termometre ile ölçülür. Birimi derecedir.
- Uzunluk, basınç, hacim, elektrik, direnç, genişleme kat sayıları, yüzeysel ışınlım şiddetleri ve buna benzer özellikler moleküler yapı nedeniyle sıcaklık ile ilişkilidir. Sıcaklık değiştikçe değişir ve bu değişimden faydalanarak sıcaklık ölçümünü yapabiliriz.

1.1 SICAKLIK BİRİMLERİ

- Sıcaklık birimleri **santigrad, fahrenheit, kelvin ve reomür** derecelerdir. Sıcaklık bir ısı ölçüsüdür.
- Tüm ölçüm sistemlerinde bir referans noktası vardır. Santigrad derecesini 1742 yılında İsveçli fizikçi Celcius, 1 atm basınç altında **suyun donma sıcaklığını 0, kaynama sıcaklığını 100 kabul ederek** ve 100 eşit parçaya bölerek elde etmiştir.
- **Sıcaklık ölçümleri içinde referans noktası olarak suyun donma sıcaklığı temel alınmış ve bu sıcaklık “0” santigrat derece ($^{\circ}\text{C}$) olarak kabul edilmiştir.**

- Kelvin ölçeğini ise Lord Kelvin geliştirmiştir. Kelvin, teorik olarak erişilebilecek en düşük sıcaklık olan $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi mutlak 0 noktası kabul etmiştir. Yapılan araştırmalarda hiçbir maddenin sıcaklığı $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşürülememiştir.
- Bilinen en düşük sıcaklık ise bir maddenin moleküler hareketinin durduğu, herhangi bir ısı enerjisinin olmadığı **“Mutlak 0”** olarak ifade edilen derece Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) kabul edilmiştir.
- **0 [K] Kelvin, -273,15 (IPTS68) [$^{\circ}\text{C}$]** santigrat dereceye karşılık gelmektedir.

$$\text{➤ } ^{\circ}\text{K} = [^{\circ}\text{C}] + 273,15$$

- Fahrenheit referans olarak yine aynı şartlar altında suyun donma ve kaynama noktalarını almış olup donma noktası 32 F, kaynama noktası 212 F alınarak $212 - 32 = 180$ eşit parçaya bölünmüştür.

	Fahrenheit	Celsius	Kelvin
$^{\circ}\text{F}$	F	$(^{\circ}\text{F}-32)/1.8$	$(^{\circ}\text{F}-32)*5/9+273,15$
$^{\circ}\text{C}$	$(^{\circ}\text{C}*1.8)+32$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}+273,15$
K	$(^{\circ}\text{K}-273,15)*9/5+32$	$\text{K}-273,15$	K

1.2. SICAKLIK ÖLÇERLER

Kontrol, Gözlem, Güvenlik ve enerji verimliliği gibi nedenlerden dolayı sıcaklık ölçümü yapılmalıdır.

- ❑ Bir referans sistemine göre sıcaklık ölçen cihazlara **termometre** veya **sıcaklık ölçer** denir. Termometrede sıcaklığı değerlendirmek için kullanılan özelliğe termometrik özellik denir.
- ❑ Uzunluk, hacim, basınç, elektrik direnci, potansiyel fark, renk değişimi ve yüzeylerin ışınım şiddetleri termometrik özelliklerdir. Bu termometrik özellikler kullanılarak çeşitli sıcaklık ölçerler geliştirilmiştir.

1.2. Sıcaklık Ölçerler

➤ Temaslı termometreler

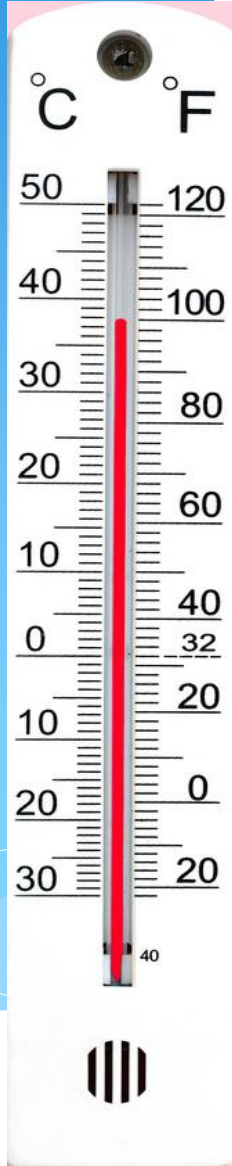
- ✓ Genişleme tipli termometreler
 - ❖ Sıvı genişlemeli
 - ❖ Bi-metalik tip
 - ❖ Gaz termometreleri
- ✓ Termistörler
- ✓ Direnç termometreleri (Nikel, bakır, Platinyum, tungsten)
- ✓ Isıl çiftler (Termoeleman, Thermocouple)
- ✓ Sıvı Kristal termometreler
- ✓ Birleşik devreli termometreler

➤ Temassız Termometreler

- ✓ Optik termometreler
- ✓ İnfrared (Kızılötesi) termometreler

1.2.1. Sıvı Genişlemeli Termometreler

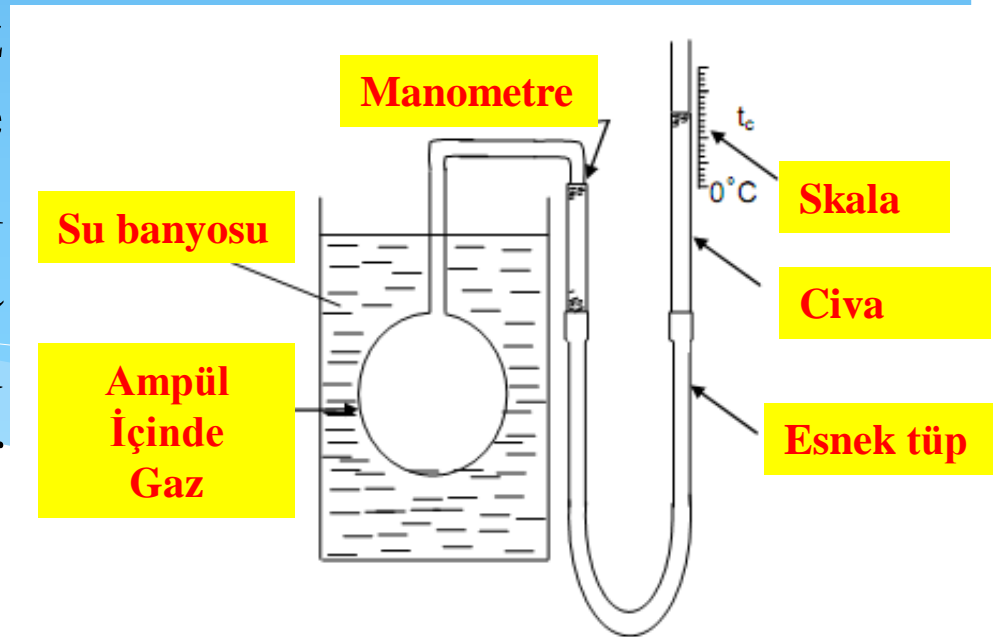
- ✓ Sıcaklık ölçümünde en çok kullanılan cihazlar, sıvı genişlemeli cam termometrelerdir. Temel çalışma prensibi, hazne içindeki sıvı, sıcaklıkla genişleyerek kılcal boru içinde yükselmesidir. Basit, doğrudan okuma imkanı, taşınabilir ve ekonomik olmaları önemli avantajlarıdır.
- ✓ Cam termometrelerde **Civa, toluen, etil alkol, kerosen, petrol eteri ve pentan** gibi sıvılar kullanılır. Bu sıvılar hacimsel genleşme katsayılarından dolayı kullanılırlar.
- ✓ En çok kullanılan sıvı civadır. Civa camı ıslatmaz ve saftır. Ayrıca Atmosferik basınçta $-38.87\text{ }^{\circ}\text{C}/+356.58\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında sıvı fazdadır.



1.2.2. Gaz Termometreler

- İdeal gaz termometresi sabit bir hacimdeki gazın basıncının değişimini kullanarak sıcaklık ölçümü yapan bir alettir.
- Gaz termometreleri ile 1 K gibi düşük sıcaklıkların ölçülmesi mümkündür.
- Bu termometreler gazların $P \cdot v = R \cdot T$ şeklinde tanımlanan ideal gaz kanuna dayanır. Burada P basınç, v özgül hacim, R universal gaz sabiti ve T ise mutlak sıcaklıktır.

Şekilde görüldüğü gibi uygun bir gaz sabit kapalı bir hacim içine doldurulmuştur. Bu hacim içindeki gazın sıcaklığı değiştikçe basıncıda değişmektedir. Bu nedenler gerçekte bu sistemde, sıcaklık ölçümü bir manometre ile yapılır.



1.2.2. Gaz Termometreler

Sabit hacim için ideal gaz kanunu belir bir referans sıcaklık göz önüne alındığında;

$$T = T_{ref} [P/P_{ref}]_{sabit\ hacim} \quad T_{ref.} = 273.15\ K$$

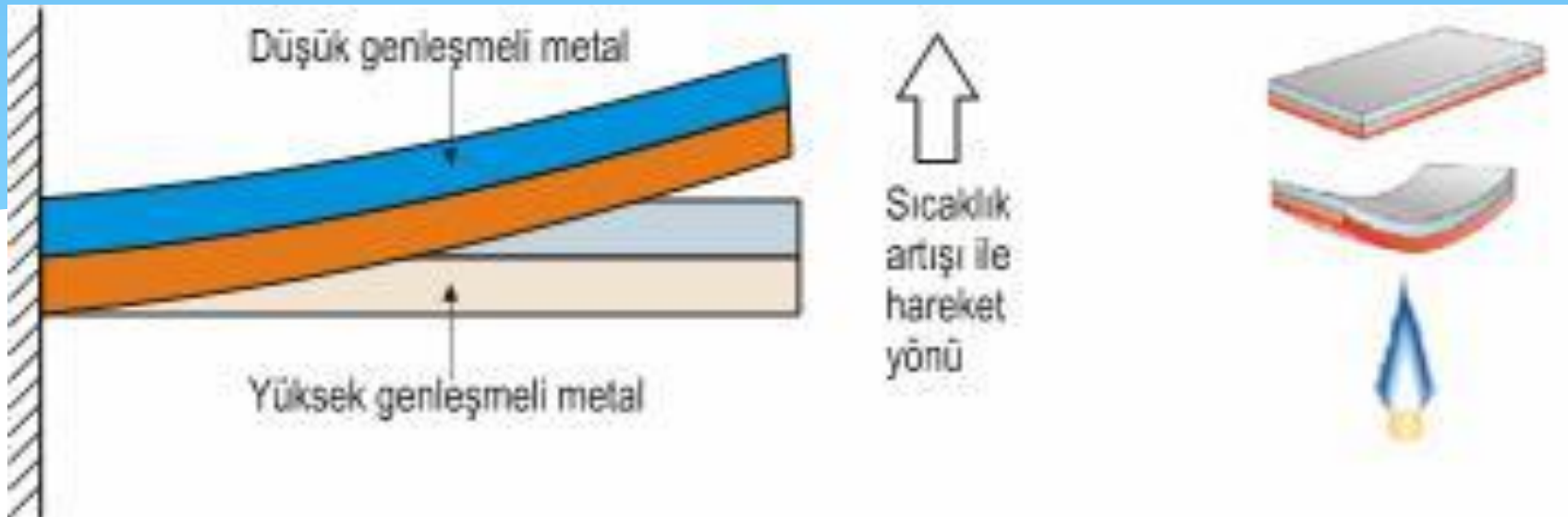
şeklinde yazılabilir.

- Buna göre kalibre edilmiş skaladan sistemin sıcaklığı okunabilir.
- Endüstriyel uygulamalar için **azot gazı** bu tip termometrelerde çok kullanışlıdır. Bunlar ile **-100° C ile 550° C** değerleri arasındaki sıcaklıklar kolaylıkla ölçülebilir.



1.2.3. Bi Metalik Tip Termometreler

- Katı cisimlerin sıcaklıkla doğrusal uzama prensibine dayanır. Bimetal şeridin sıcaklıkta farklı uzamadan dolayı bükülüp ısıtma ve soğutma sistemlerini kontrol etmesinde ortaya atılmıştır. Değişik termostat türleri ortaya çıkmasına rağmen, geliştirilmiş bimetal şeritli termostatlar günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Şekilde görüldüğü gibi, iki farklı genleşme kat sayısına sahip bimetal malzeme sıcaklık etkisi altında genişlemek isteyecektir. Bu metal malzemeler birbirleri ile birleştirildiğinden (perçin, kaynak vs.) ve farklı genleşme kat sayılarına sahip olduklarından, yüksek genleşme özelliğine sahip olan diğerinin üzerine doğru eğim yaparak genişeyecektir



1.2.3.Bi Metalik Tip Termometreler

Katı cisimlerin sıcaklıkla doğrusal uzama prensibi;

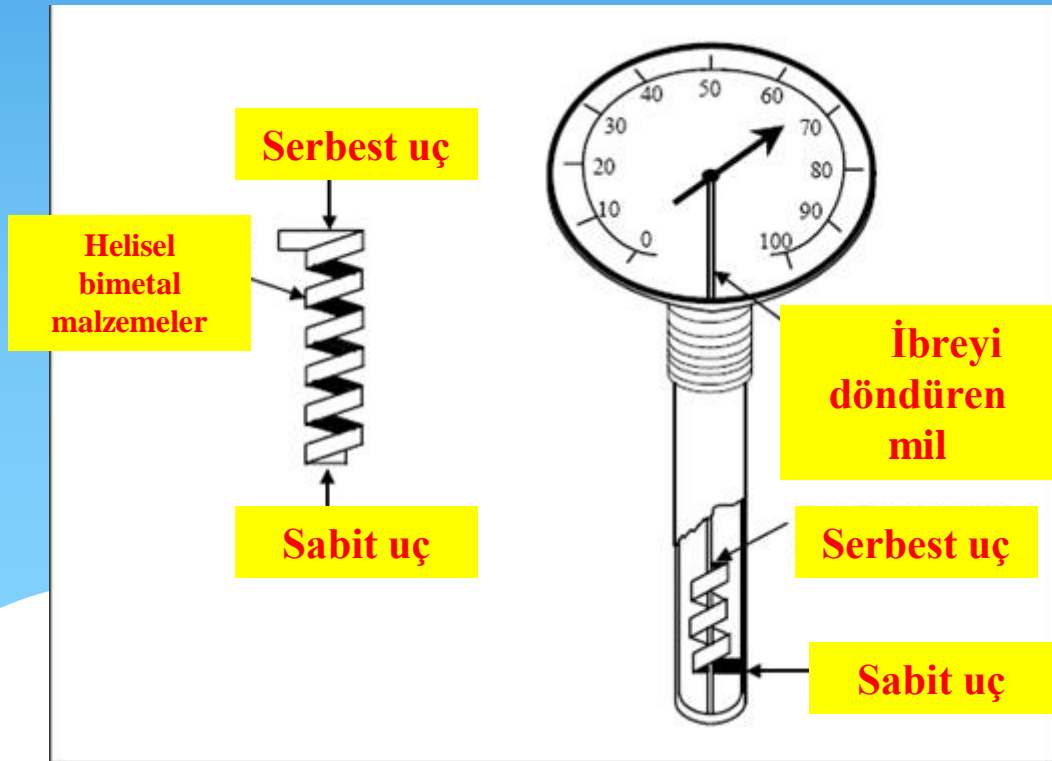
$$L=L_0 (1+\alpha T)$$

şeklinde yazılabilir. L_0 : İlk boy ; L : uzamadan sonraki boy; α : Çubuğun ısıl uzama katsayısı (1/K)

- Güce ihtiyaç yok, sağlam, kullanımını kolay ucuz fakat çok hassas değil. **Düşük sıcaklıklar için uygun değil** çünkü metallerin genişlemesi düşük sıcaklıklarda genleşme ve büzüşmeleri hassas değil.
- **-500⁰ C ile +4000⁰ C** arasında ölçme yapar.
- Hassasiyetleri **±% 1-3** arasındadır

1.2.3. Bi Metalik Tip Termometreler

Endüstride kullanılan bimetal termometreler helisel bir sarım yapılarak elde edilir. Bir ucu sıcaklık ölçmede diğer ucu ibreye bağlıdır. Sıcaklıkla genişleyen uç dairesel hareketle ibreyi döndürür.



1.2.4. Termistörler

- Elektrik direnci sıcaklıkla değişen yarı iletken veya metal malzemelerdir. Termistörlerde sıcaklık ile dirençteki değişmeyi ölçer. **Termistörler çok hassastırlar (RTD'lerden 100 ve termolemanlardan 1000 kat daha hassastırlar.)**
- Küçük sıcaklık değişimini algılayabilir ve hızlıdırlar, hassas sıcaklık kontrolü ve birim zamandaki küçük sıcaklık farklarını algılayabilir. Yarı iletken seramiklerden (metal oksitlerden) yapılırlar. Sıcaklıkla direnç değişimi doğrusal değildir.
- Yarı iletken malzemedan yapılan termistorlerin elektrik direnci, bir çok metal malzemenin aksine **sıcaklıkla azalır**. Sıcaklık arttıkça termistörün **direnci azalır**.

1.2.4. Termistörler

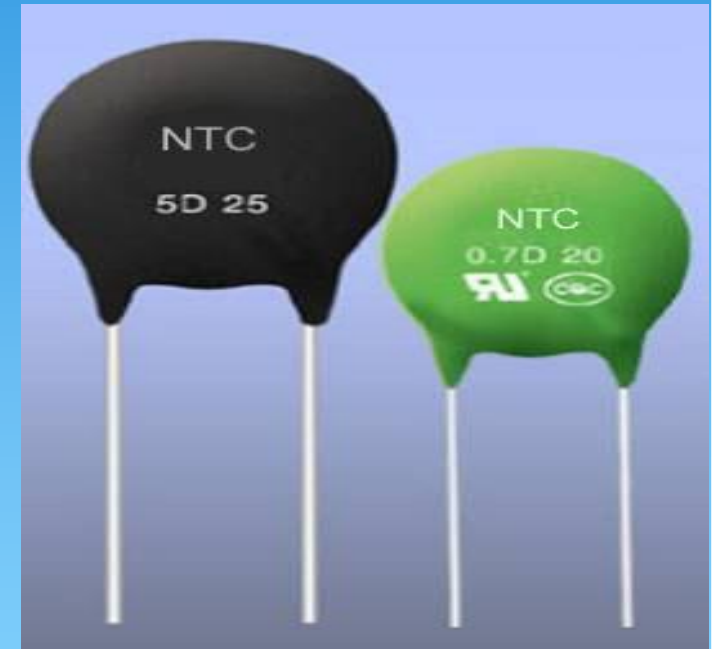
300⁰C'ın üzerindeki sıcaklıklarda kullanımı sakıncalıdır.

➤ PTC Dirençler

Pozitif sıcaklık sabitine (PTC) sahip dirençler ısındığı zaman, direnç değeri büyür. Metaller, özellikle de baryum titamat ve tungsten bu özelliğe sahiptir. Çok değişik kullanım alanları vardır.

➤ NTC Dirençler

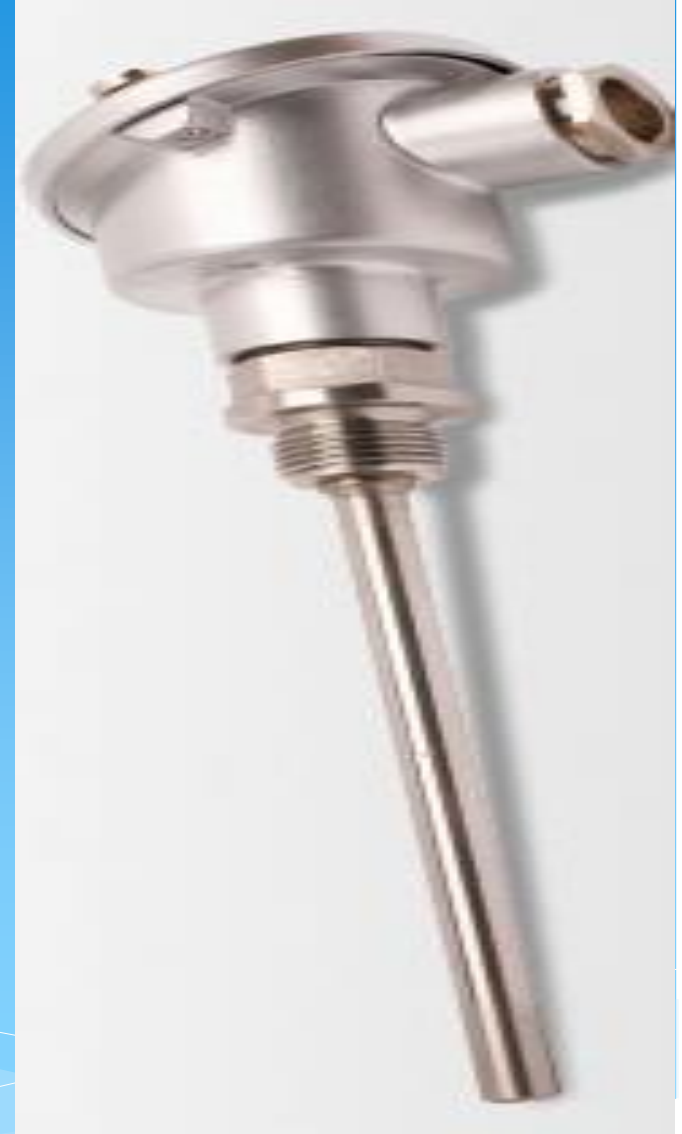
NTC dirençler, ısındığı zaman direnç değerleri düşer, Germanyum, Silikon, ve metal oksitler gibi maddelerden üretilir. En çok bu tipler kullanılır.



1.2.5. Direnç Termometresi (RTD)

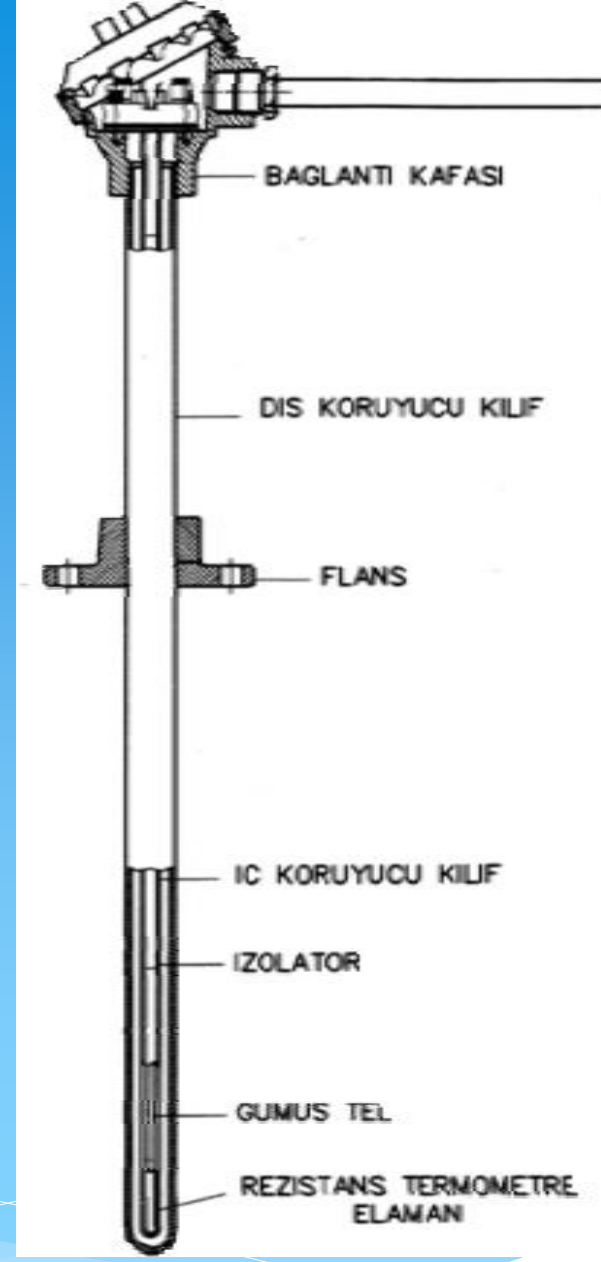
Direnç termometreler -200°C 'den $+850^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar çok çeşitli süreçlerde yaygın olarak kullanılır. Özellikle düşük sıcaklıklarda termokuplulara nazaran çok daha doğru değerler verdikleri için tercih edilir.

- 500°C 'ye kadar standart, 500°C - 850°C arasında özel tipler kullanılır. Kataloglarda verilen maksimum dayanma sıcaklıkları, zararlı gazların olmadığı hava ortamı içindir.
- Diğer ortamlarda, ortamın aşındırıcı etkilerine bağlı olarak direnç termometrenin ömrü kısalmaktadır.
- Direnç termometrelerin kullanıldığı yerler; tanklar, borular ve makine gövdeleri, gaz ve sıvı ortamlar (Örneğin hava, buhar, gaz, su, yağ gibi), alçak ve yüksek basınç uygulamaları, yüzey ölçümleridir.



1.2.5.Direnç Termometresi (RTD)

- Direnç termometreleri, iletken bir telin direnç değerinin sıcaklıkla değişmesinden istifade edilerek oluşturulan bir sıcaklık algılayıcısıdır. Sarımlı direnç, sıcaklığı ölçülmek istenilen ortama daldırılır, üzerinden sabit akım geçirilir. Sıcaklığın değişimi ile sarımlı direncin direnç değeri değişir ve üzerinden geçen sabit akımla değişen bir gerilim elde edilir.
- Direnç termometre kabaca iç sarım (inset), dış koruyucu kılıf ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. Asıl sıcaklığı ölçen direnç termometre elemanı inset içine yerleştirilir. Boru içine metal oksit tozları doldurulur. Eleman ile klemens arasındaki tel, izolator ile yekpare izole edilir. Genel olarak 6 mm veya 8 mm boru içine yerleştirilen RTD elemanı, seramik klemensi ile bir bütün olarak inset diye adlandırılır. Inset ikinci bir koruyucu kılıf içine yerleştirilir. Inset içindeki eleman tek cihaza bağlanacak ise tek elemanlı, çift cihaza bağlanacak ise çift elemanlı kullanılır



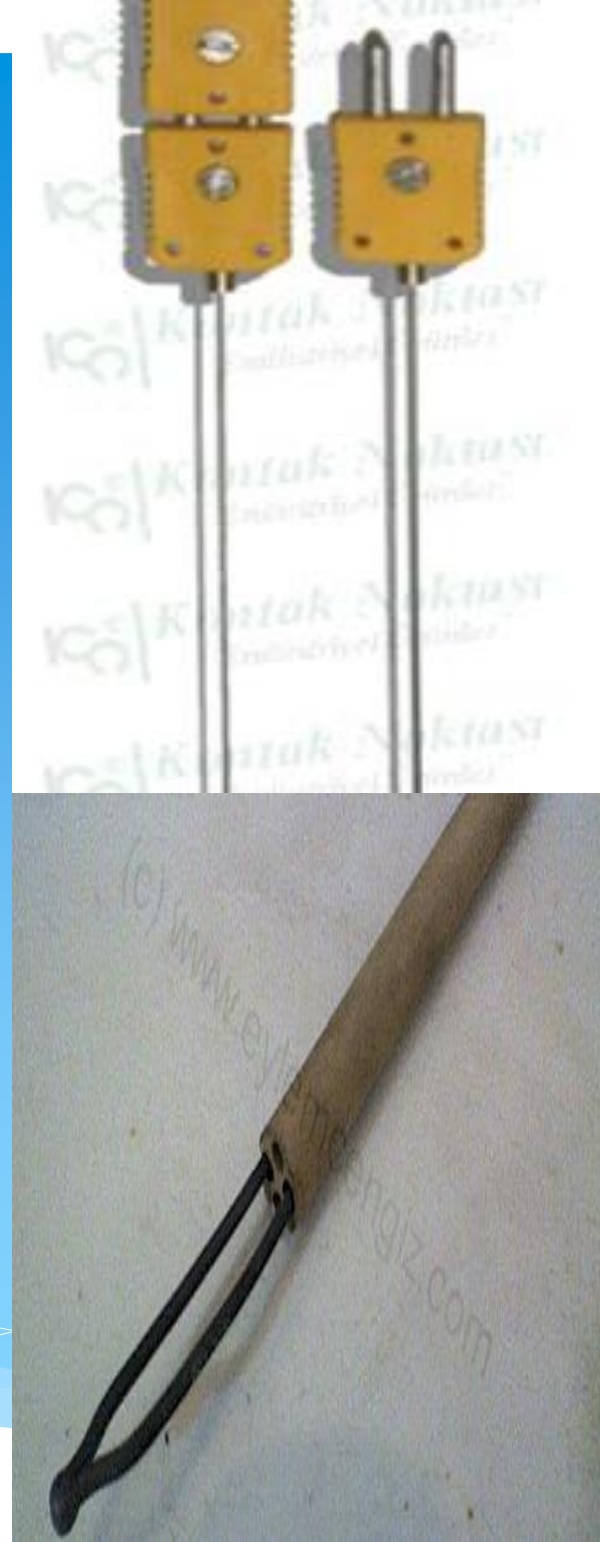
1.2.5. Direnç Termometresi (RTD)

- Standartlarda en çok kullanılan **Pt-100** ve **Ni-100** gibi direnç termometrelerin 0°C 'deki direnç değeri standart 100 ohm'dur.
- Sıcaklık ile direnç değişimleri incelendiğinde, birçok metal ve alaşım içinde en iyi neticeyi platin ve nikel tel verdiği için bu alanda bu iki telden sarılmış dirençler kullanılır. Özellikle Pt-100 kullanımını çok yaygındır.
- Direnç termometrelerinin fiyatları termoelemanlara göre daha pahalı olup tepki zamanları da daha uzundur. Direnç termometreleri yavaş değişen sıcaklık ölçümlerinde kullanıldıklarında en iyi sonuçları verirler. Bu termometrelerde en çok kullanılan malzeme ve sıcaklık aralıkları tablo verilmiştir.

Malzeme	Sıcaklık aralığı ($^{\circ}\text{C}$)	α ($1/^{\circ}\text{C}$)
Nikel	-150/300	0.0067
Platin	-250/900	0.00392
Bakır	-200/150	0.0043

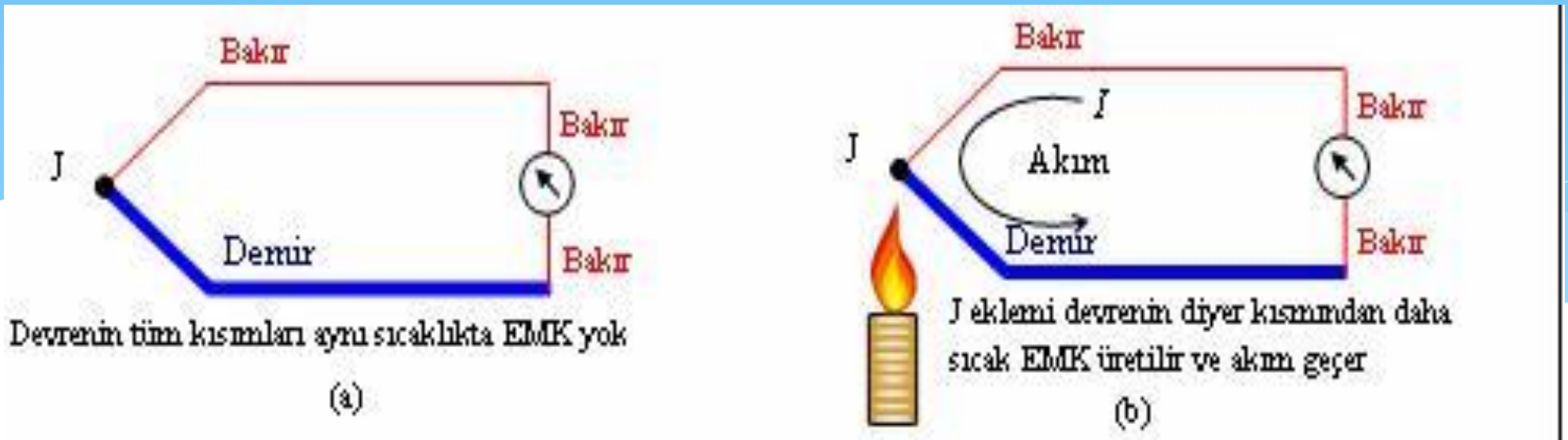
1.2.6. Isıl Çiftler (Termoelemanlar-Termokupllar)

- Sıcaklık ölçümleri giderek artan oranda önemli bir konu haline gelmiştir. Çok çeşitli fiziksel özellikleri etkileyen bir parametre olması nedeniyle ölçülmesi gereken önemli bir değişkendir.
- Sıcaklık ölçümü için çok çeşitli yöntemler vardır. Bunlar içinde elektronik dünyasının **en çok kullandığı sensörlerden birisi termokupldur**. Termokupller kullanılarak **-200 °C'den 2320 °C**'ye kadar ölçüm yapılabilir.
- Çalışma sistemi iki farklı metalden yapılmış tellerin birleşim noktalarına etki eden farklı sıcaklıkların bir elektromotor kuvveti (emk) oluşturmasına dayanır.



1.2.6. Isıl Çiftler (Termoelemanlar-Termokupllar)

- Tel uçlarının şekildeki gibi bükülerek veya lehimlenerek meydana getirildiğini kabul edelim; bu tellerin birisi bakır, diğeri demir olsun. Bir ucu, oda sıcaklığında tutulurken diğeri daha yüksek bir sıcaklıkta ısıtılırsa sıcak uçta bakırdan demire, soğuk uçta ise demirden bakıra bir akım üretilir. Bunun nedeni sıcak kaynaktan soğuk kaynağa doğru hareket eden elektronların doğurduğu elektromotor kuvvetidir (EMK).
























Termokupl Çeşitleri

-200°C'den 2320°C'ye kadar çeşitli sıcaklık aralıklarında en çok kullanılan DIN 43710 ve IEC 584 standart termokupl eleman teli çeşitleri şöyledir:

1) Cu-Const (CuNi)	Bakır-Konstantan
2) Fe-Const (CuNi)	Demir-Konstantan
3) Cr-Al	Kromel-Alümel
4) NiCr-Ni	Nikelkrom-Nikel
5) Nikrosil-Nisil	Nikelkrom Silikon-Nikelsilikon magnezyum
6) Pt%10Rh-Pt	Platin Rodyum-Platin (%10)
7) Pt%13Rh-Pt	Platin Rodyum-Platin (%13)
8) Pt%18Rh-Pt	Platin Rodyum-Platin (%18)
9) Tn-Tn%26Re	Tungsten-Tungsten %26 Renyum

TERMOKUPL KABLO KODLARI

KOD	İLETKEN (+)	CİNSİ (-)	ÖLÇÜM ARALIĞI		RENK KODLARI		
			DEVAMLI	KISA SÜRE	IEC 584.3	ANSUMS 98.1	DIN 43714
K	NIKEL-KROM (Chromel)	NIKEL ALAŞIM (Alumel)	0+1100 °C	-180 + 1350 °C			
T	BAKIR	KONSTANTAN	-185+300 °C	-250+ 400 °C			
J	DEMİR	KONSTANTAN	+20+700 °C	-180+ 750 °C			
N	NIKEL-KROM SİLİKON (Nicrosil)	NIKEL-SİLİKON MAGNESIUM (Nisa)	+0+1100 °C	-2700+1300 °C			
E	NIKEL-KROM (Chromel)	KONSTANTAN (Bakır-Nikel)	+0+800 °C	-40+900 °C			
R	PLATİN 13 % RODYUM	PLATİN	+0+1800 °C	-50+1700 °C			
S	PLATİN 10 % RODYUM	PLATİN	+0+1550 °C	-50+1750 °C			
B	PLATİN 30 % RODYUM	PLATİN 6 % RODYUM	+100+1600 °C	+100+1820 °C			

+	RENK		-	RENK	
	DIN43710	IEC584		DIN43710	IEC584
Cu	Kırmızı	Kahve	Const	Kahve	Beyaz
Fe	Kırmızı	Siyah	Const	Mavi	Beyaz
NiCr	Kırmızı	Yeşil	Ni	Yeşil	Beyaz
PtRh	Kırmızı	Portakal	Pt	Beyaz	Beyaz

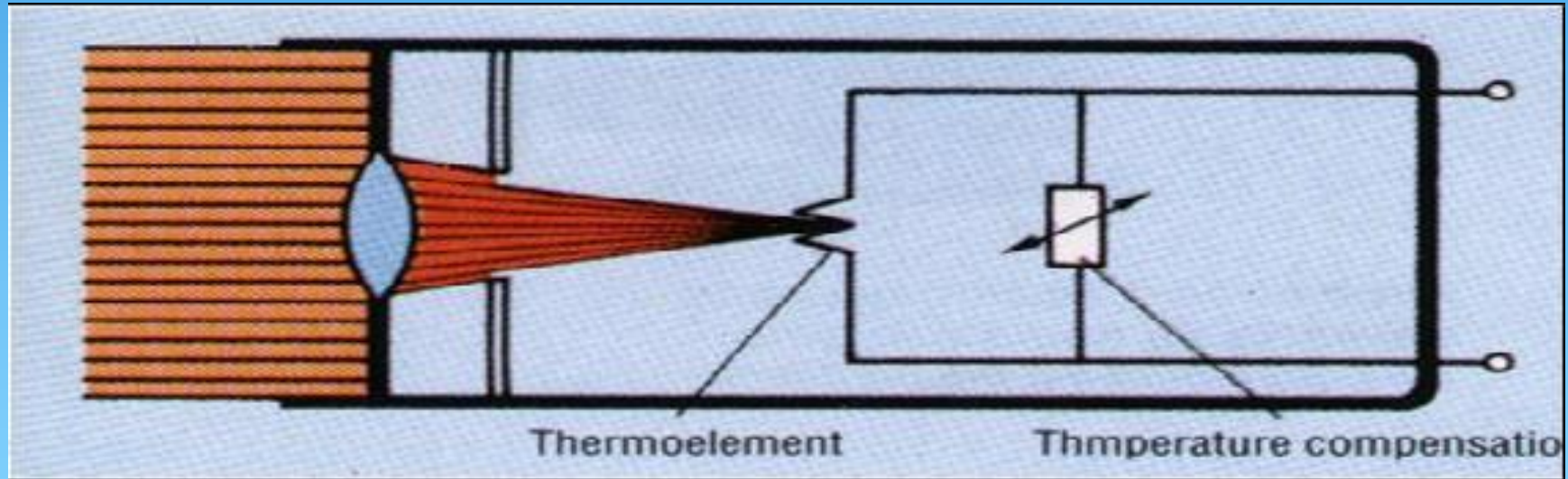
1.2.7. Isıl Işınım İle Sıcaklık Ölçümü (Pirometre)

- Bir cisim ısıtıldığında **elektromanyetik enerji** yayar. Sıcaklık yükseldikçe cisim gözle görülebilir (ışık şeklinde), **kızıldan sarıya** ve ondan da **beyaza** geçen bir ışınım yayarlar. Bu ışınım sezgi yoluyla sıcaklığın ölçümünde kullanılabilir. İşte pirometre, sıcaklığı ölçmek için bu ışınımdan yararlanır. **Pirometrede ölçümleri cisimlerle herhangi bir temas gerçekleştirmeden ölçer.**
- Pirometre, hareket halinde bulunan bir cismin sıcaklığının ölçülmesi veya klasik bir sensörü tahrip edebilecek bir ortamın mevcudiyeti halinde, gerekli bir yöntem olan sıcaklığın temas etmeksizin ölçülmesine olanak vermektedir.



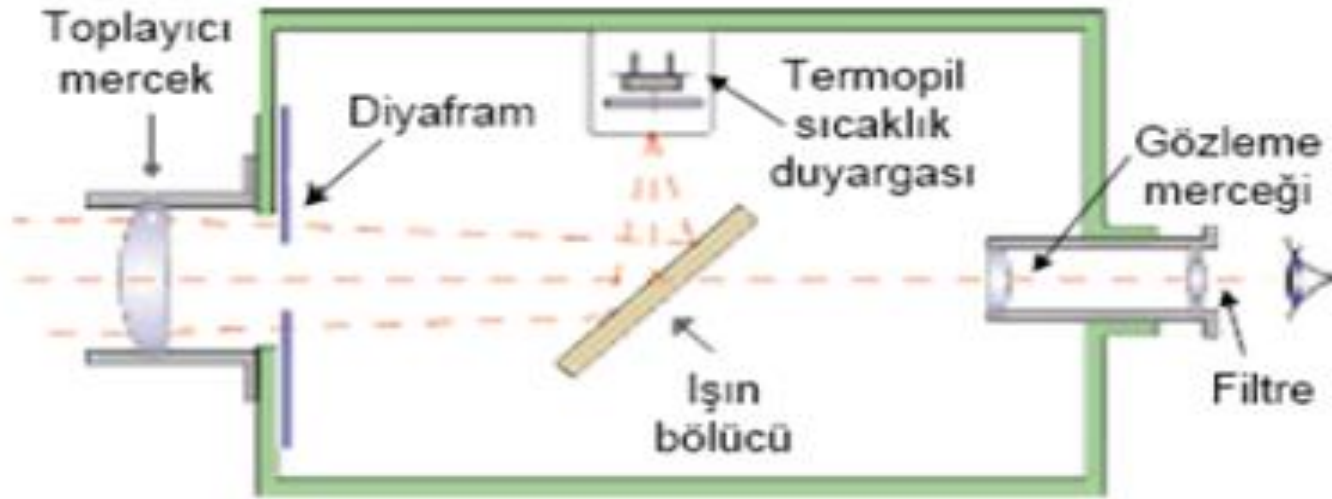
1.2.7. Isıl Işınım İle Sıcaklık Ölçümü (Pirometre)

Pirometre şekilde görüldüğü gibi çok basit bir alet olup burada sıcaklığı ölçülmek istenen cismin yaydığı ışınım (radyasyon) mercekler tarafından termoelemanın üzerine düşürülür. Odaklanan sıcaklık yükselmiş olur. Cismin sıcaklığı algılayıcıdan elde edilerek klasik yöntemlerle elektriksel sinyallere dönüştürülür. Bu aletlerde kullanılan termoelemanlar seri bağlanmış onlarca termokupl ve RTD olabilir



Toplam Işınım Pirometresi:

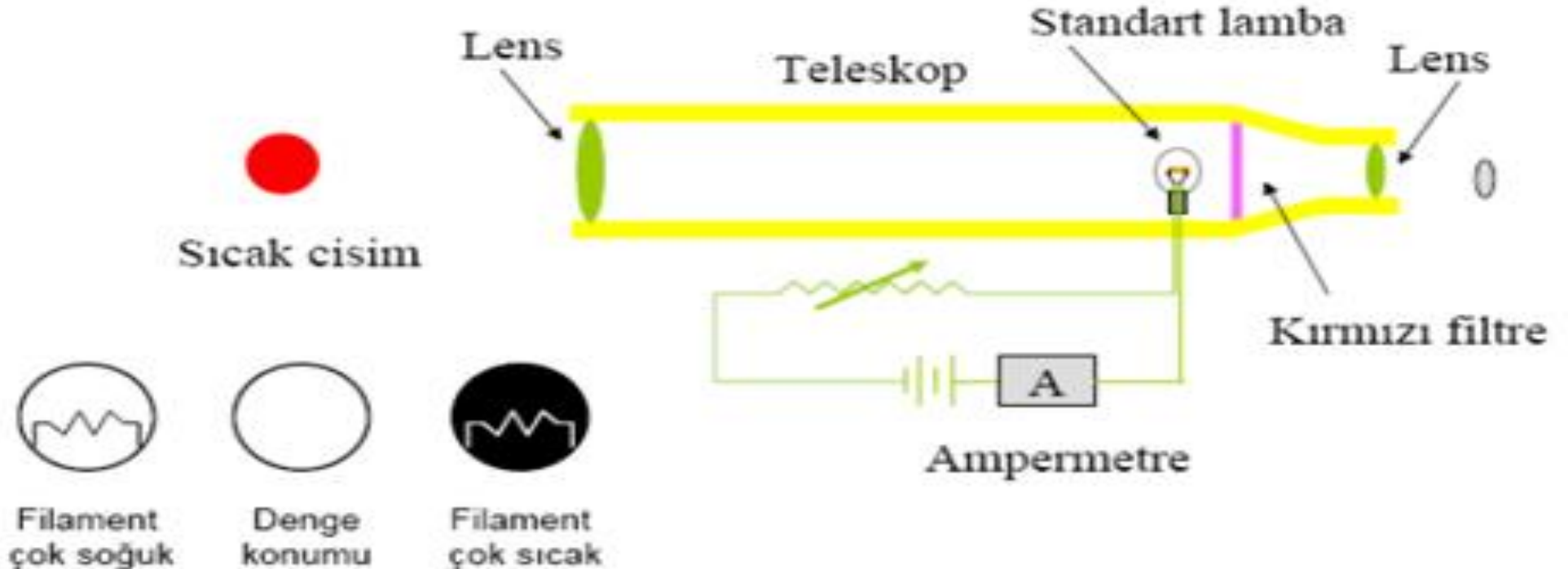
Sıcaklığı ölçülecek cisimden yayılan ısı ışınım enerjisinin tamamının, ölçme cihazı içindeki sıcaklığı ölçülecek cisimden daha soğuk bir yüzey üzerine düşürülür ve cihaz içindeki bu yüzeyin sıcaklığının değişimi ölçülür.



Sıcaklığı ölçülecek cismin yaydığı ışınla, elektrikle ısıtılmış bir lamba filamanının karşılaştırılması prensibine dayanır.

Optik Pirometre:

Sıcaklığı ölçülecek cisimlerden yayılan ışının görünür dalga boyunun değişimi ölçülür. Sıcaklığı ölçülecek cisimlerin yaydığı ışınla, elektrikle ısıtılmış lamba filamanının karşılaştırılması prensibine dayanır. Filamene verilen akım şiddeti değiştirilerek sıcaklığı ölçülecek cisimle filamanın aynı renge getirilmesi sağlanır. Filamandan geçen akım, sıcaklığa göre kalibre edilip, cihaz üzerindeki miliampermetrenin ölçüğü sıcaklık olarak ölçeklendirilmiştir.





1.2.8. Kızıl Ötesi Işın Kameraları (Infread Termoografi)

- Isıl ışınım esaslarına dayanır. Temassız bir şekilde cismin yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ölçülebilir. Işınım yayma sıcaklık ile değişir. Değişik sıcaklıklardaki ısı ışınım yayma katsayısı yüzeylerde farklı renklerde olur. **Renk değişimine göre sıcaklık tespit edilir.**
- Doğada bulunan her cisim bir enerji yayar. **Görünür ışık en iyi bilinen elektromanyetik enerji biçimidir.** Cisimlere bakıldığında, kırmızıdan mora değişen renk tayfı görülür. Bu renkler arasındaki **temel fark dalga boyudur.**
- Doğada bulunan tüm varlıklar sahip oldukları **sıcaklığa bağlı olarak farklı dalga boylarında yoğunluk değişimi gösteren termal radyasyon olarak da adlandırılan elektromanyetik enerji yayarlar.** Kırmızı rengin hemen üzerinde başlayan kızılötesi band içinde termal görüntüleme yapılan iki dalga boyu aralığı mevcuttur. Bunlar sırası ile **"Orta Kızılötesi"** ve **"Uzak Kızılötesi"** bantlarıdır.

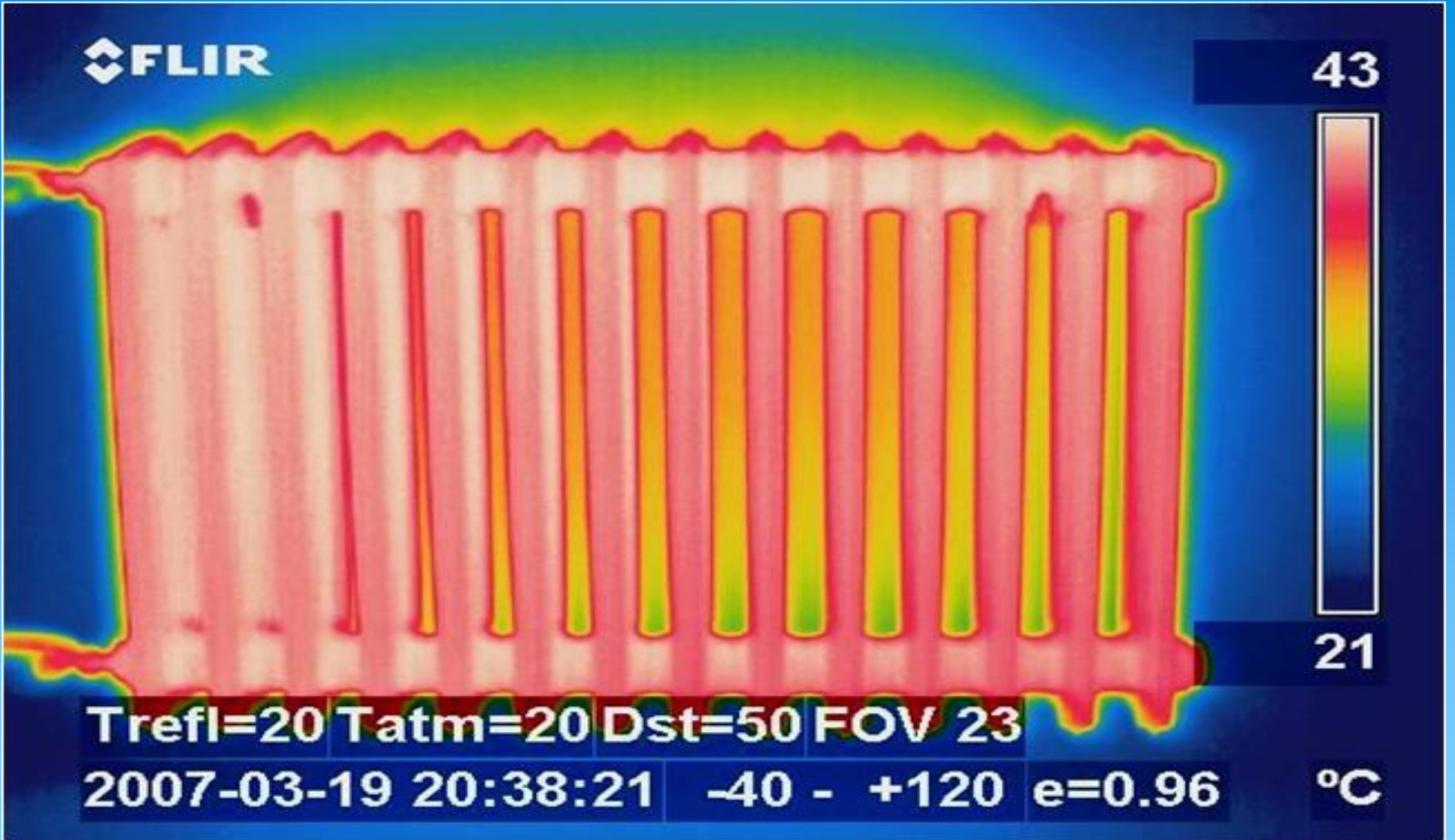
1.2.8. Kızıl Ötesi Işın Kameraları (Infread Termoografi)

- Görüntüleme yöntemi olarak gözle görülmeyen infrared ışın enerjisini (ısıyı) esas alan ve görüntünün genel yapısını infrared ışın enerjisine göre oluşmuş renkler ve şekillerin belirlendiği görüntüleme sistemidir.
- Genelde güvenlik amaçlı da kullanılabilir ama çok çeşitli sektörlerin de kullanımına açıktır. Özellikle ısıya güdümlü füze, gece görüş sistemleri ve benzeri askeri tekniklerin gelişmesi ile önemi artmıştır. Elektrik sektöründe ise, elektriksel problemlerin tespitinde kullanılır. Enerji sektöründe tesisat ve binalarda sıcaklık analizi için kullanılır.
- Mimari alanda ise çelik yapılarda metal yorgunluğunun tespiti için, sıva altında oluşan küf nem veya çatlakların tespiti içinde kullanılır. IR(kızıl ötesi) algılayıcılarıyla cisimlerin ısılarını algırlar. Siyah beyaz veya renkli(kırmızı sıcak, siyah soğuk) gibi renklerden siyah - kırmızı arasında oluşan bir görüntü verir.
- Kızıl ötesi sıcaklık ölçen cihazlar, birisi ısı ışınını tarayan bir kamera, diğeri ısı görüntüyü gösteren ekran kısmından oluşur.

1.2.8. Kızıl Ötesi Işın Kameraları (Infread Termoografi)









2. HIZ ve DEVİR ÖLÇÜMÜ

➤ Bir cismin birim zamandaki yer deęiřtirmesine **hız** denir.

$$v = \frac{\text{yerdeęiřtirme}}{\text{zaman}} = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

➤ Hızın birimi **m/s, km/sa veya km/h**'dir.

➤ Bunlardan başka **mil/sa, knotts, feets/dak, feet/s** gibi birimler de vardır. Bunların birbirine dönüşümü için aşağıdaki tabloyu inceleyiniz.

2. HIZ ve DEVİR ÖLÇÜMÜ

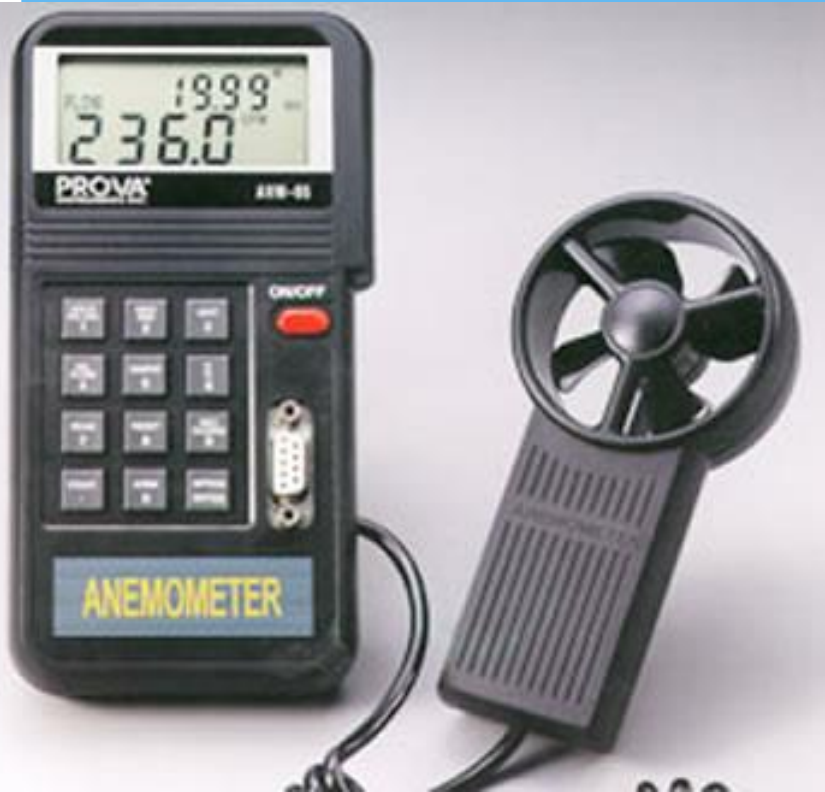
HIZ BİRİMLERİ	
1 km/h	0,62140 mil/h
1 km/h	0,53996 knotts
1 km/h	54,680 feet/dak
1 mil/h	1,609 km/h
1 mil/h	88 feet/dak
1 mil/h	0,86898 knotts

2.1. Hız Ölçü Aletleri

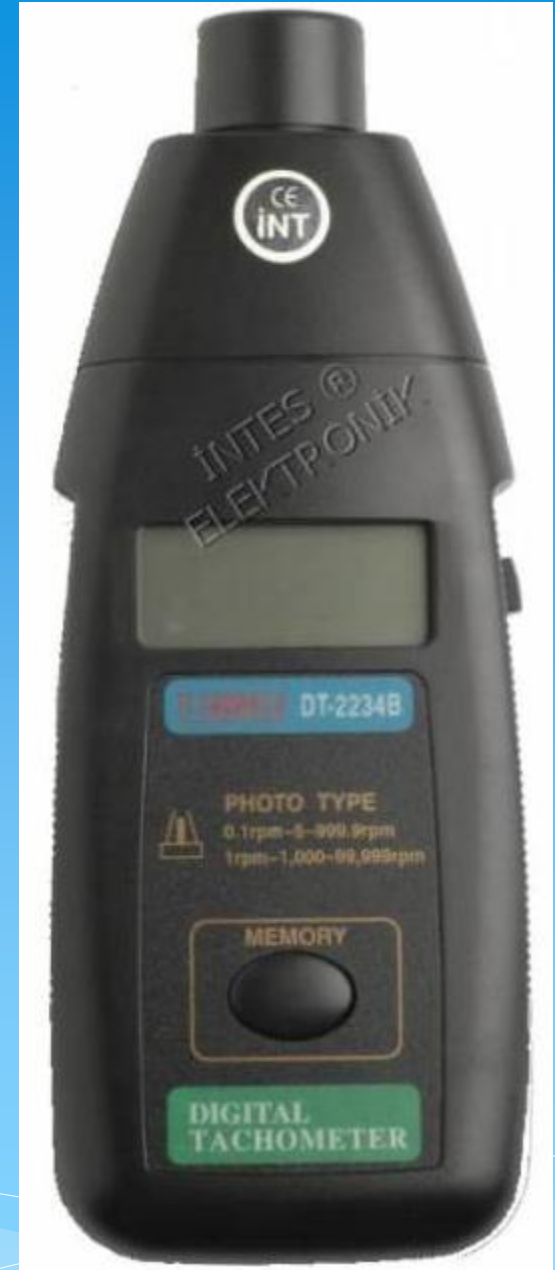
Hızı ölçen aletler hangi alanda ölçüm yapıldığına göre değişir.

- **Meteorolojide** havanın hızı **anemometre** denilen araçla ölçülür.
- **Aracın hızı takometre** ile ya da bir diğer adı kilometre saati ile ölçülür.
- Radar denilen aletle de taşıtların hızları ölçülür.
- Dönen bir makinenin (mesela bir elektrik motoru) dönme hızı ise **takometre** ya da **turmetre** ile ölçülür.

Burada hız devir anlamında olduğundan devir konusunda açıklanacaktır.



2.1. Hız Ölçü Aletleri



2.1. Hız Ölçü Aletleri

Aşağıdaki şekilde havanın hızını (rüzgar hızını) ölçen alet görülmektedir. Bu alet küçük bir pervaneye sahiptir. Pervaneye çarpan hava akımı bu pervaneyi döndürerek alette bulunan küçük bir dinamoyu döndürür. Dinamo gerilim üreterek elektronik devreye sinyal uygular. Bu sinyal devir olarak ekrana yansıtılır. Alet üzerinde hızın birimini m/s, km/h, knotts, feet/dak olarak okumak için buton vardır.



2.2. Devir Ölçümü

Devir birimlerini birbirine dönüştürmek için yine hız birimlerinde olduğu gibi zamana göre dönüşüm işlemi yapmalıyız.

Dakikadaki devir sayısının verildiğini ve saniyedeki devir sayısının istendiğini düşünelim;

ÖRNEK: Dakikadaki devir sayısı 900 olan bir elektrik motorunun saniyedeki devir sayısını bulalım.

ÇÖZÜM: 1 dakikada 900 devir yaptığına göre ve bir saniyede kaç devir yaptığı istendiği için 900'ü 1 dakikanın saniye değerine bölmemiz gerekir.

1 dakika = 60 saniyedir.

Devir hızı = $900 / 60 = 15$ devir/s olur.

Devir sayısını ölçen aletlere **takometre ya da turmetre** denilir. Takometrenin diğer adı takojeneratördür. Bu aletlerin birçok çeşidi vardır. Bunlar:

➤ **Takojeneratörler**

- ✓ DC tako-jeneratör
- ✓ AC tako-jeneratör

➤ **Darbeli (palsli) turmetreler**

➤ **Stroboskoplar**

➤ **Kademeli (mekanik) takometreler**

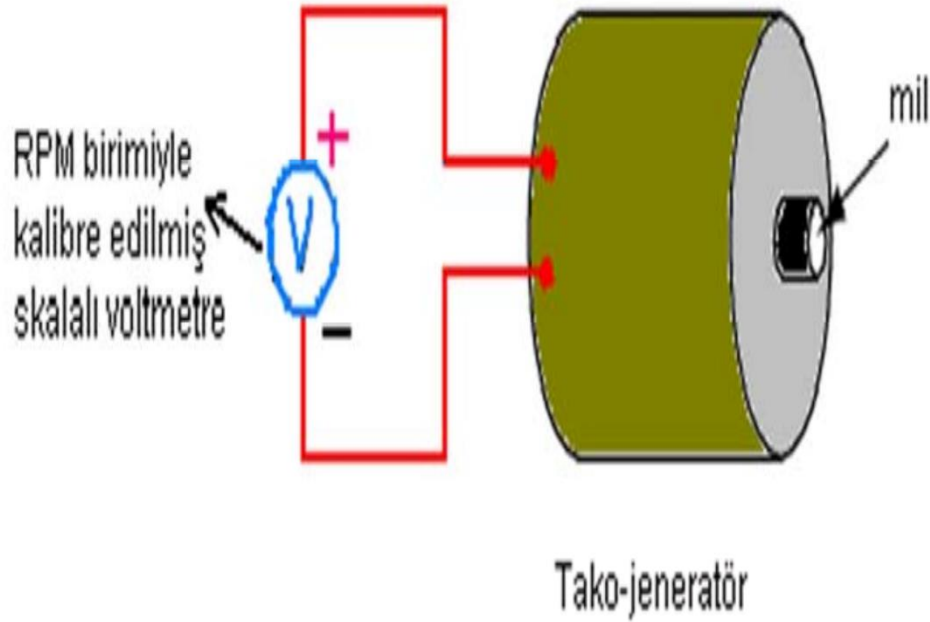


2.2.1. Takojeneratörler

- Bilindiği gibi jeneratör elektrik üreten makinedir. Devri ölçülecek olan makinenin döndürme etkisi ile tako-jeneratör döndürülerek bir gerilim elde edilmesi sağlanır. Bu elde edilen gerilimin türüne göre iki çeşit tako-jeneratör vardır. Doğru akım üretilene DC tako-jeneratör, alternatif akım üretilene ise AC tako-jeneratör denir.
- Tako-jeneratörde üretilen gerilim bir ölçü aletinin ibresine yansıtılarak taksimatlandırılmış göstergede bir değer okunması sağlanarak ölçüm yapılır.
- Makine ne kadar hızlı dönerse tako-jeneratörde üretilen gerilim ve dolayısıyla ibrenin gösterdiği devir de o kadar çok olacaktır.

2.2.1. Takojeneratörler

Bu tip turmetreler daha çok santrallerde **elektrik üreten makinelerin devir sayılarını** sürekli olarak gözlemek ve değişiklikleri anında kontrol etmek için kullanılır. **100 d/dk. İle 35,000 d/dk arasındaki değerlerde ölçüm yapabilirler.**



2.2.2. Darbeli (palsli) Turmetre

Darbeli turmetre, makinenin dönen kısmının sinyal üretmesi prensibine göre çalışır. Bu dönen kısımdan sinyal üretilmesi optik ya da mekanik yöntemle yapılır. Ölçüm, dönen makinenin dönüşü başına kaç darbe ürettiğini saymasına dayanır. Bu darbeleri sayan ise aletin içinde bulunan dijital sayıcı devresidir.

Optik yöntemli sinyal üretilen takometre ile şu şekilde ölçüm yapılır:

Döner makinenin miline **yansıtıcı bir şerit** yapıştırılır. Takometre döner kısma tutularak **milde ışık gönderilir**. Takometrenin gönderdiği ışığı milde bulunan şeridin **geri yansıtması** takometre içindeki dijital devreye **bir darbe (pals)** uygular. Bu devre, **darbe sayısını ölçüm süresine göre dakika cinsine çevirerek** takometre ekranına dakikadaki devir sayısı olarak yansıtır. Bu şekilde üç, beş saniye gibi kısa bir sürede devir ölçülebilir. Bu optik yöntemli takometreler yaygın olarak kullanılır.

2.2.2. Darbeli (palsli) Turmetre



2.2.3. Stroboskoplar

Bazen hızla giden bir arabanın tekerleğine baktığımızda tekerleğin dönmediği ya da geriye doğru döndüğünü hissederiz. İşte dönen parçaların duruyormuş ya da geri dönüyormuş gibi hissedilmesine **stroboskopik olay** denir.

Bazı makinelerin devir sayıları yukarıda anlatılan turmetrelerle ölçülemez. Çünkü bu tür makinelerin yanına yaklaşılamaz ya da yaklaşılsa tehlike oluşur. Bundan dolayı stroboskopik olaya dayanarak ölçüm yapılır. Bu etkiden yararlanılarak biz makinenin devrini ölçebiliriz. Şöyle:

Alet darbe şeklinde bir gerilim üretir. Üretilen bu gerilim alttaki **neon lambayı** çalıştırarak **makine miline ışık yollar**. Milye yapıştırdığımız **beyaz banttı** yansıyan **ışık alete döner**. Eğer bu **yansıyan ışığın frekansı (saniyedeki sayısı)** ile **üretilen gerilimin frekansı eşit olursa alet**, içindeki devre sayesinde üretilen sinyalin sayısını sayıya dönüştürerek ekrana yansıtır.

2.2.3. Stroboskoplar



2.2.4. Kademeli (Mekanik) Takometreler

Bir takometreyle bir elektrik motorunun devrini ölçmek isteyelim. Bunun için elektrik motorunu çalıştırmalıyız. Takometremiz optik ya da mekanik olabilir. Mekanik takometre ile ölçüm yapmak için aletin ucu motor milinin ucundaki punto deliği denilen yere temas ettirilmelidir. Bu teması sağladıktan sonra alet, ekranda devri birkaç saniye sonra gösterir. Aletin mile değdirilen uçları kauçuktur. Bu uçlar değiştirilebilir.

Optik takometreler ise motor miline temas etmeden mile ışık göndererek ölçüm yapar. Bu takometrelerle devir ölçümü yaparken mil üzerine ışığı geri yansıtması için bir şerit yapıştırılır. Alet mile doğru tutularak ışık gönderilir. Birkaç saniye sonra devir ekrana yansır. Optik takometrelerin aynı zamanda temaslı ölçüm yapanları da vardır. Takometrelerin bazılarında birimleri RPM, metre/dak, feet/dak olarak gösterebilme özelliği de bulunmaktadır

2.2.4. Kademeli (Mekanik) Takometreler

