

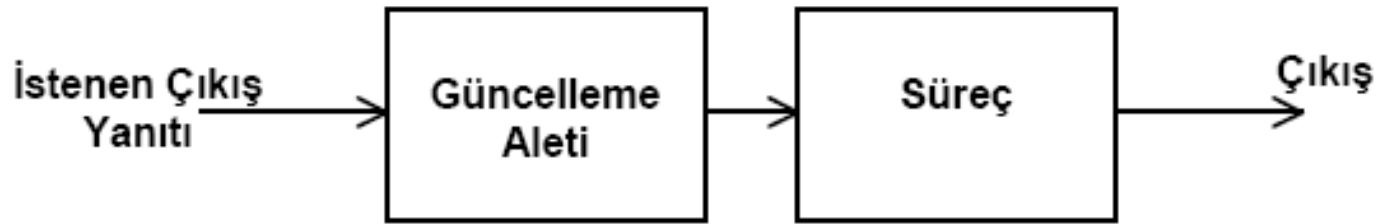
ENDÜSTRİYEL OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Otomatik kontrol sisteminden önce bir kontrol sisteminin ne olduğunu açıklamak gerekir. Son yıllarda, çağdaş uygarlığın ve teknolojinin gelişmesi ve ilerlemesi ile birlikte, bu işlemlerin üretim sırasında veya kullanıcı tarafından sonradan programlanarak yerine getirilmesiyle otomatik kontrol sistemleri ortaya çıkmıştır. Bu nedenle otomatik kontrol sistemlerinin önemi gittikçe artmaya başlamıştır. Uygulamada günlük etkinliklerimizin her yönü bu tür kontrol sistemleriyle etkilenmektedir. Otomatik kontrol sistemleri, üretilen ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde, otomatik montaj hatlarında, makine ve aletlerin denetlenmesinde, uzay teknolojilerinde silah sistemlerinde, bilgisayarlı kontrol sistemlerinde, ulaşım ve güç sistemlerinde, robotlarda ve benzeri endüstri sektörlerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca stok kontrol amacıyla işletme, hatta sosyal ve ekonomik sistemlerin denetimi amacıyla bile, otomatik kontrol kuramı uygulanmaktadır.

Bir kontrol sisteminin üç temel ögesi vardır. Bu üç ögenin birbirleriyle ilişkisi Şekil 1-1'de gösterilmiştir. Daha teknik terimlerle ifade edilirse amaçlar x girişleri ya da sürücü işaretler ile belirlenir, sonuçlar ise y çıkışları ya da kontrol edilen değişkenleri etkiler. Genel olarak kontrol sisteminin amacı, kontrol sisteminin elemanları aracılığı ile girişleri kullanarak, çıkışları önceden belirlenmiş bir şekilde kontrol etmektir.



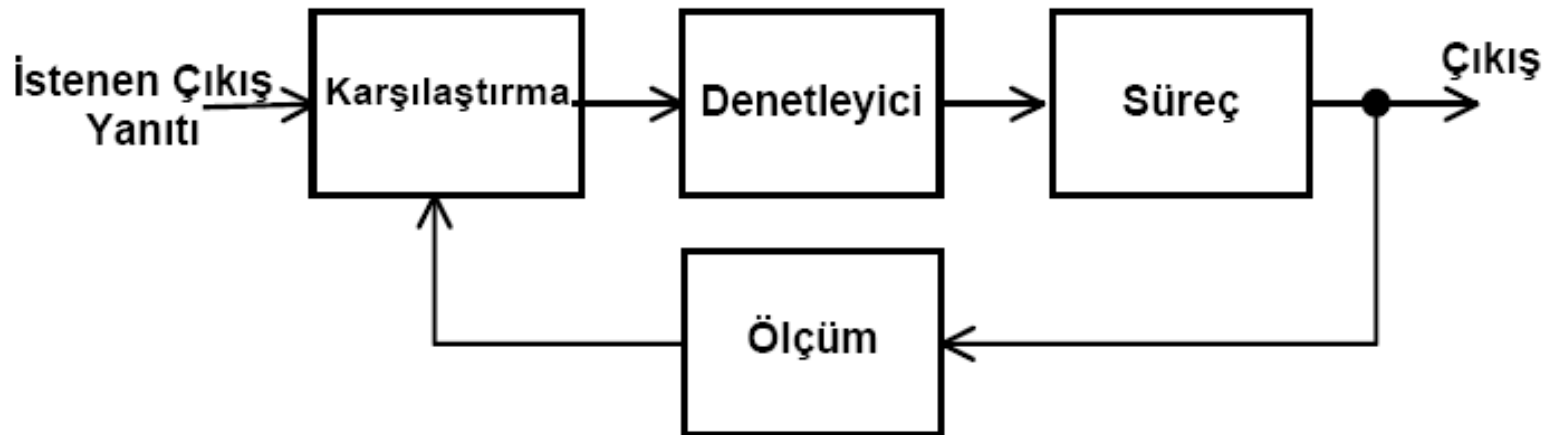
Şekil 1-1 Bir Otomatik Kontrol Sisteminin Blok Diyagramı



Şekil 1-2 Açık çevrim Kontrol Sisteminin Blok Diyagramı

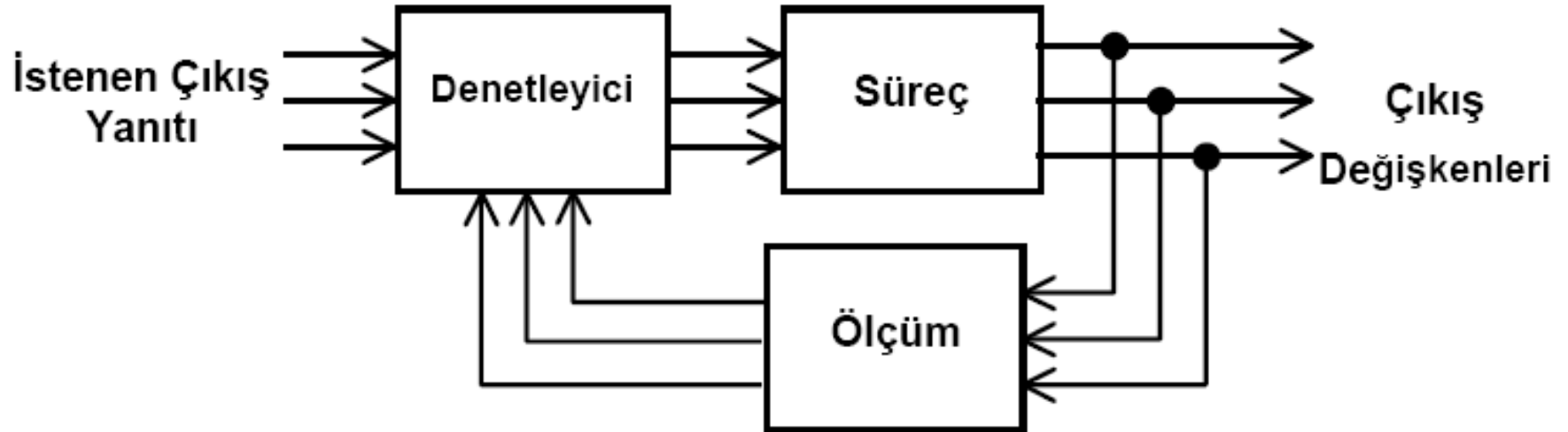
Açık çevrim kontrol sistemi (Şekil 1-2), güncelleme aletiyle geri besleme kullanmadan süreci kontrol eder.

Kapalı çevrim kontrol sistemi (Şekil 1-3), çıkışın ölçümünü geri besleme olarak kullanır ve bunu istenen girişi (referans veya komut) ile karşılaştırır.



Şekil 1-3 Kapalı çevrim Kontrol Sisteminin Blok Diyagramı

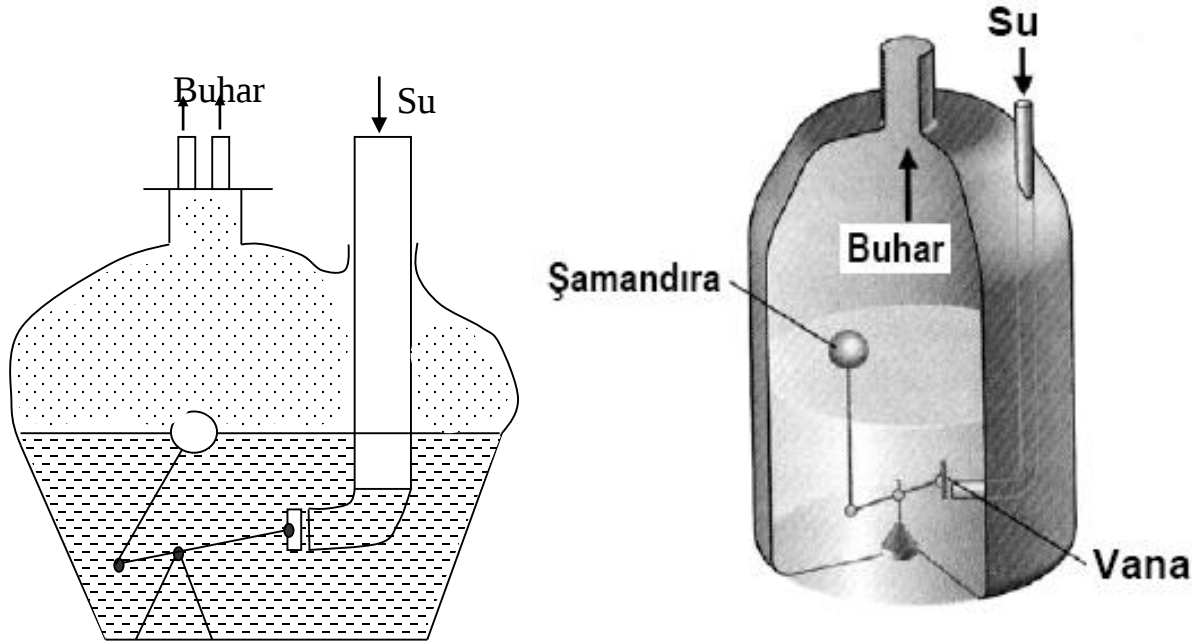
Yukarıda anlatılan kontrol sistemleri “Tek Giriş Tek Çıkış” (ingilizce kısaltması SISO) tipinde sistemlerdir. Günümüzde karmaşık sistemlerin denetiminde “Çok Giriş Çok Çıkış” (ing. kısaltması MIMO) tipinde sistemler de kullanılmaktadır.



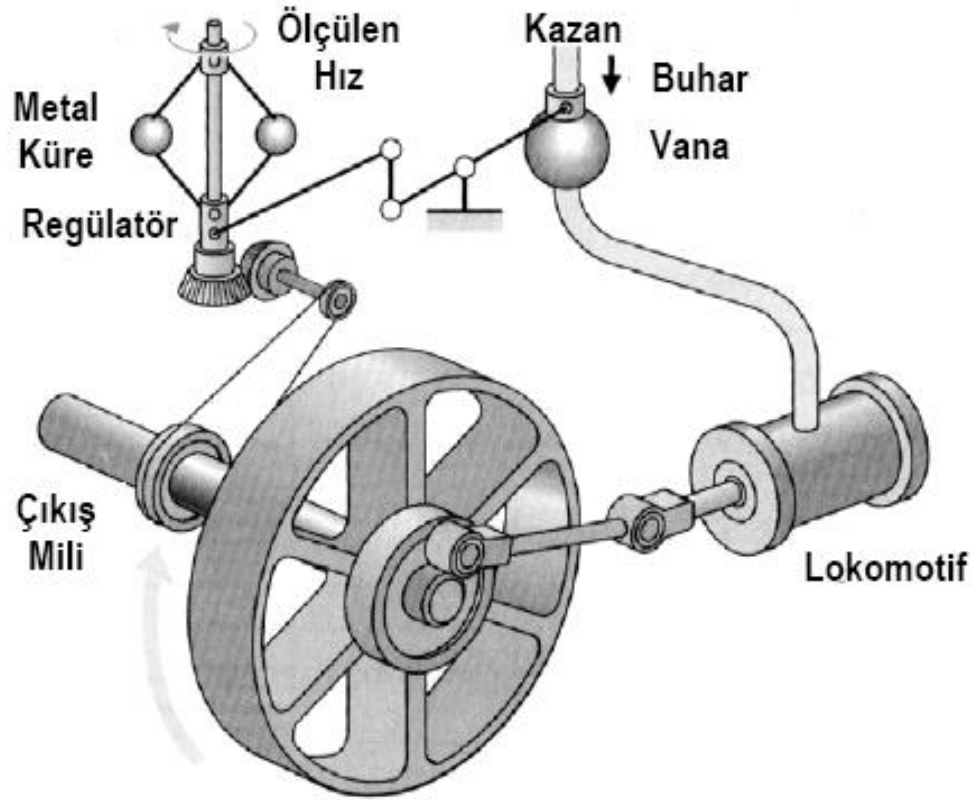
Şekil 1-4 Çok değişkenli kapalı çevrim Kontrol Sisteminin Blok Diyagramı

1.1 Endüstriyel Otomatik Kontrol Sistemlerinin Tarihçesi

Otomatik kontrolün tarihi M.Ö. 300 yılları dönemine kadar gitmektedir. Gerçek anlamda bilinen ilk otomatik kontrol, geri beslemeli kontrol sistemi, I. Polzunov tarafından Rusya'da 1765 yılında su tanklarının su seviyesini kontrol ederek tankın dolması durumunda suyun geldiği vanayı otomatik olarak kapatmak için yüzer düzenleyici geliştirilmiştir (Resim 1-1).



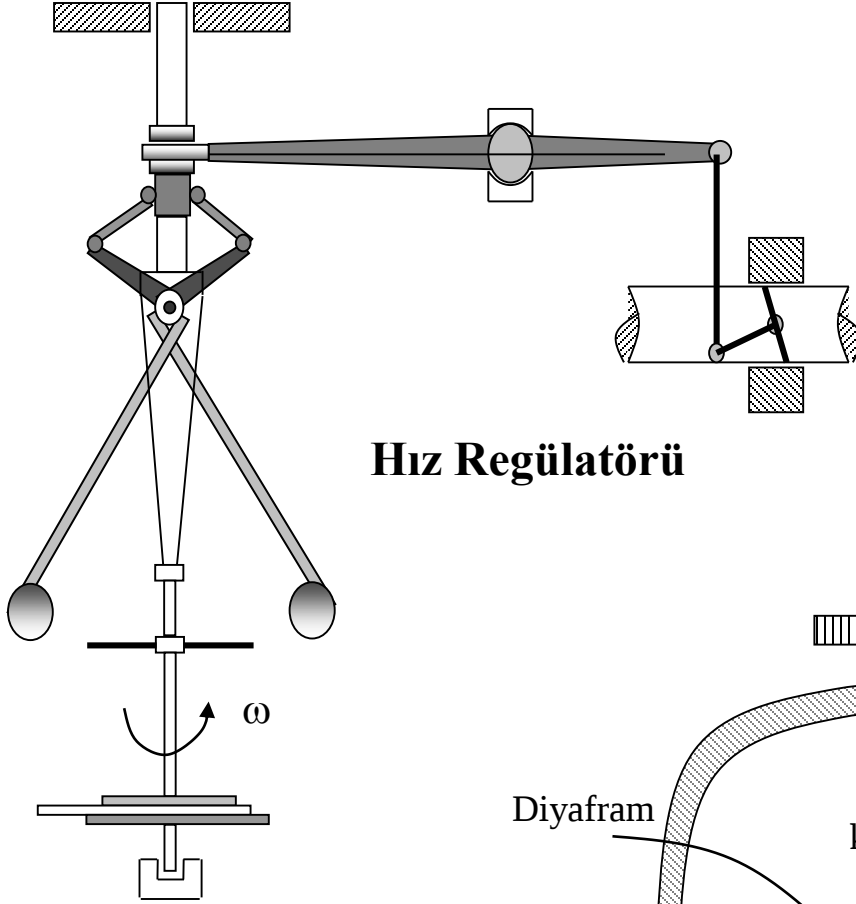
Resim 1-1 Su tankı seviye kontrolü, 1765.



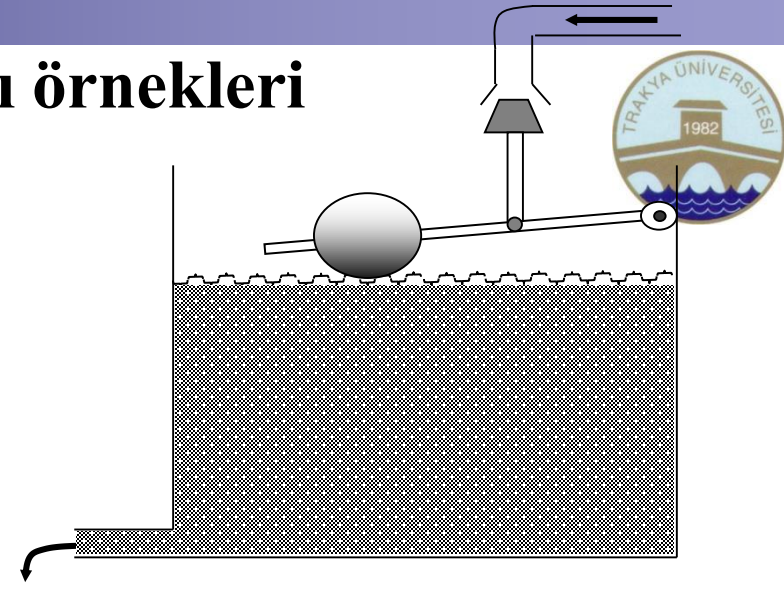
Resim 1-2 Buhar motorunun hız kontrolü, 1769.

Endüstride kullanılan ilk otomatik kontrol sistemi ise James Watt tarafından 1769 yılında buhar motorunun hızını kontrol etmek için Resim 1-2'de görülen düzendir.

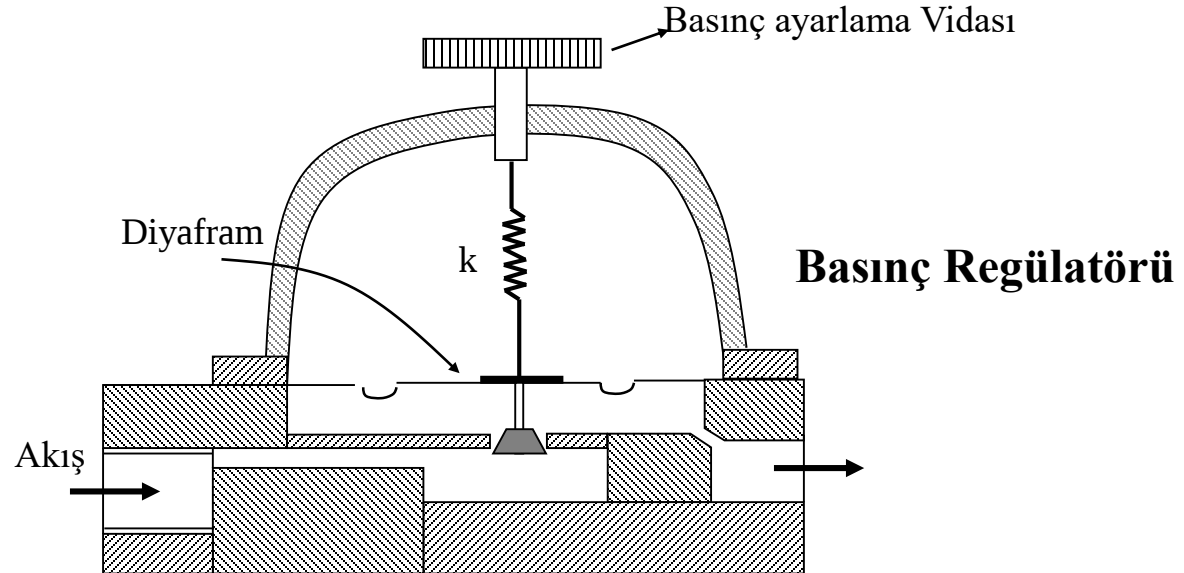
Bazı kontrol mekanizmaları örnekleri



Hız Regülatörü

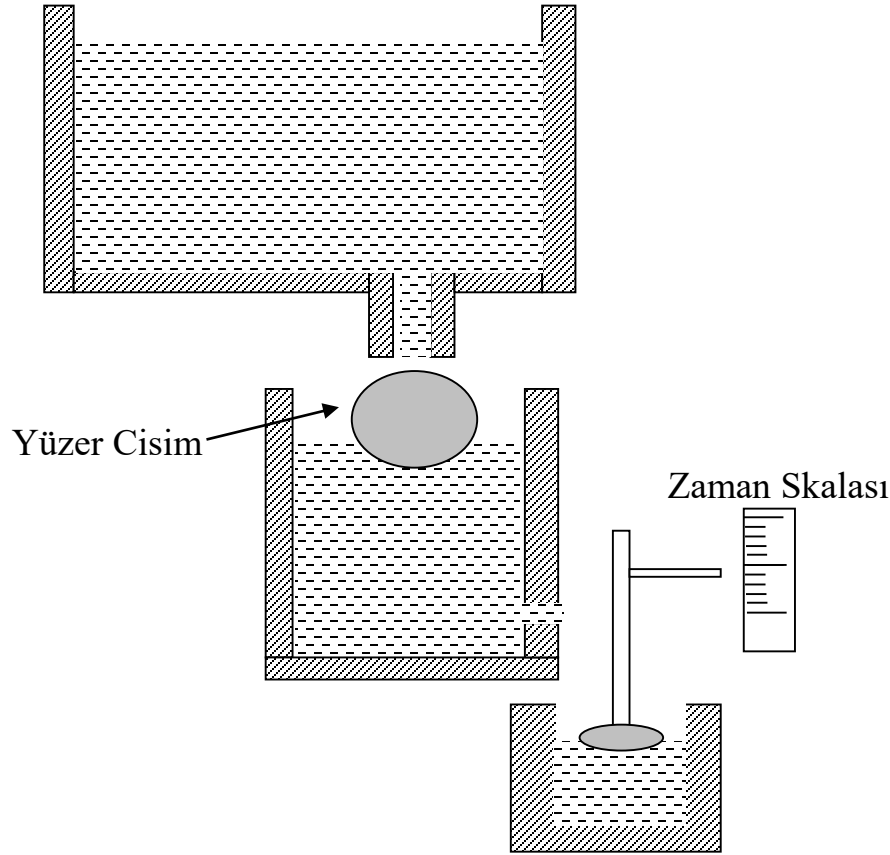


Şamandıra-Vana Sistemi



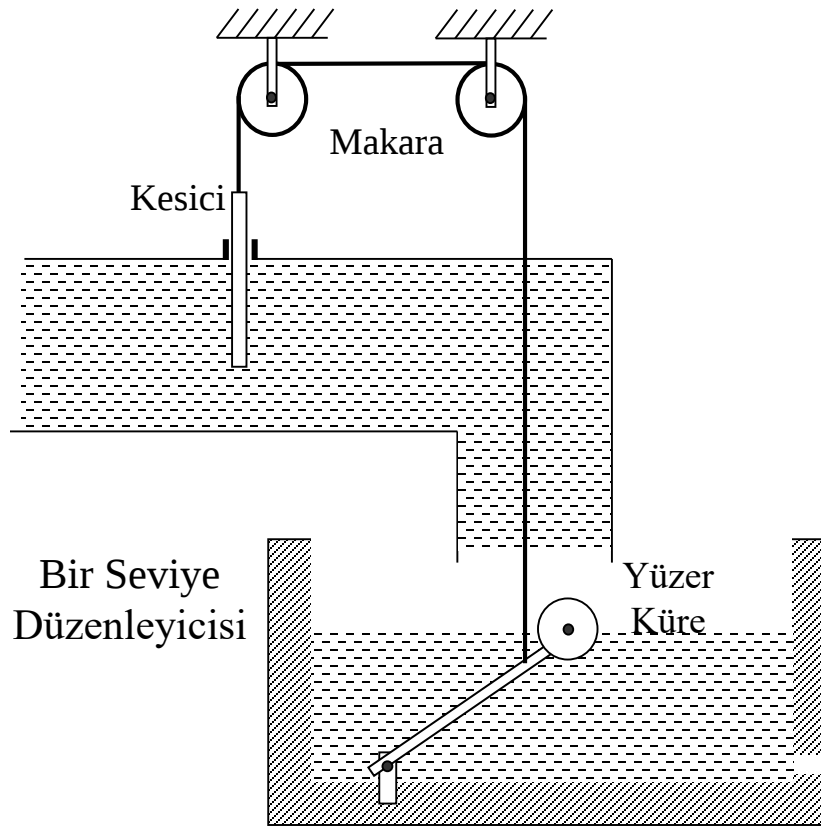
Basınç Regülatörü

Ctesibius (222-285) bir su saatinde yüzen bir düzenleyici kullanmıştır. Burada yaklaşık değişmez bir debi elde edilerek, zamanın ölçümü yapılmaya çalışılmıştır.

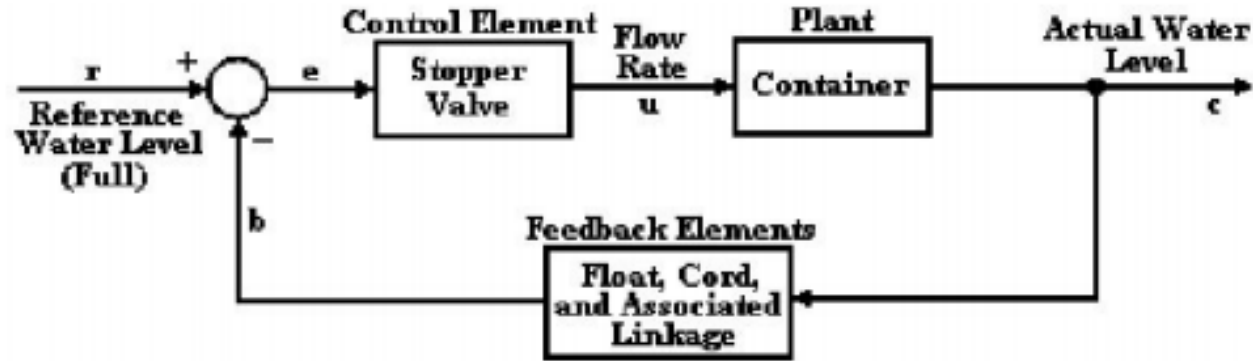


Su Saatinde
Otomatik
Kontrol

Philonun bir benzer düzeneği, bir yağ lambasında yağ seviyesini sabit tutmak için değerlendirmiştir. M.S. 1. yüzyılda yaşayan İskenderiye'li 1.Heron çeşitli yüzen düzenleyicilerle ilgili Pneumatica isimli bir kitap yazmıştır. Yüzen düzenleyiciler günümüze değin önemlerini sürdürmüşlerdir. Bugün sıhhi tesisatta şamandıra olarak bilinen sistemler bunun tipik bir örneğidir.



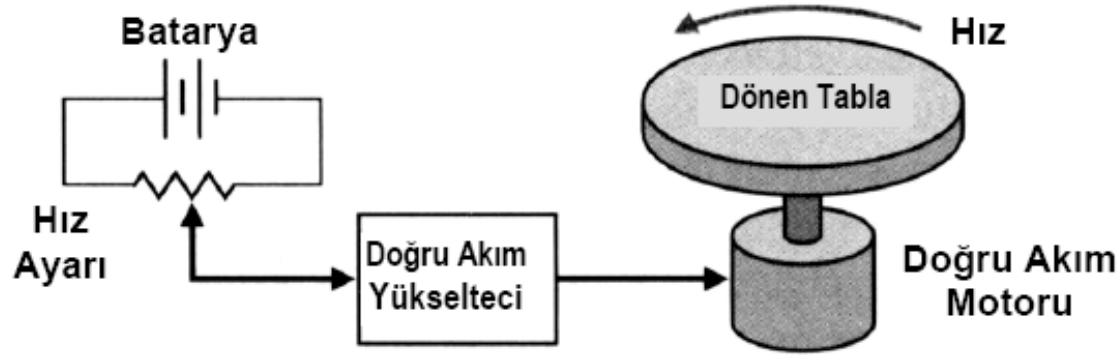
Bu örnekte kaptaki su azaldığı zaman yüzer küre kolu aşağı inerek kendisiyle beraber bir makara sistemiyle bir kesiciyi açar ve kaba fazla su gelmesini sağlar. Kaptaki su seviyesinin yükselmesiyle küre de yükselecek, ona bağlı olarak da kesici, kaba gelen su debisini azaltacaktır. Bu şekilde su seviyesinin istenen değişmez bir değerde kalması gerçekleşmiş olacaktır.



Blok Diyagramı

- 1800, Eli Whitney, Seri üretimin başlangıcı geliştirildi.
- 1868, J.C. Maxwell, buhar makinesinin düzenleyicisi için matematiksel modelin çıkarıldı.
- 1913, Henry Ford, otomobil üretimi için montaj makinesinin makineleştirildi.
- 1927, H. W. Bode, geri beslemeli yükselteçlerin analizi geliştirildi.
- 1932, H. Nyquist, sistemlerin kararlılığının analizi için yöntem geliştirildi.
- 1952, MIT, makine aracıyla eksen kontrolü için nümerik kontrolün (ing. kısaltması NC) geliştirildi.
- 1954, George Devol, "programlanmış eşya taşıma" ilk endüstriyel robot tasarımı olarak sayıldı.
- 1960, Unimate, Devol tasarım temelli ilk robotun geliştirildi.
- 1970, En iyi şekilde kontrol için durum değişkeni modelinin geliştirildi.
- 1980, Dayanıklı kontrol sistem tasarımına yaygın olarak çalışıldı.
- 1990, İhraç yönelimli üretim yapan şirketler otomasyona ağırlık verdi.
- 1994, Geri beslemeli kontrol otomobillerde yaygın olarak kullanıldı.

1.2 Endüstriyel Otomatik Kontrol Sistemi Tasarım Örnekleri

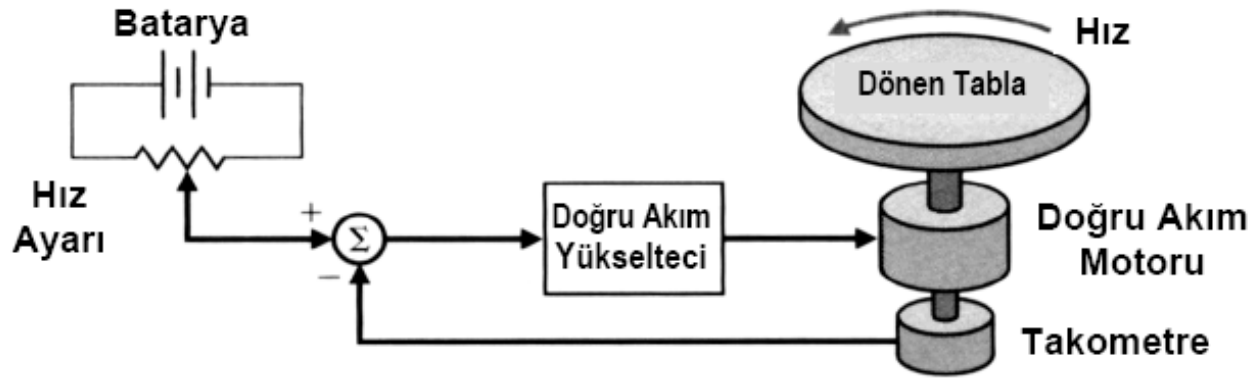


(a)

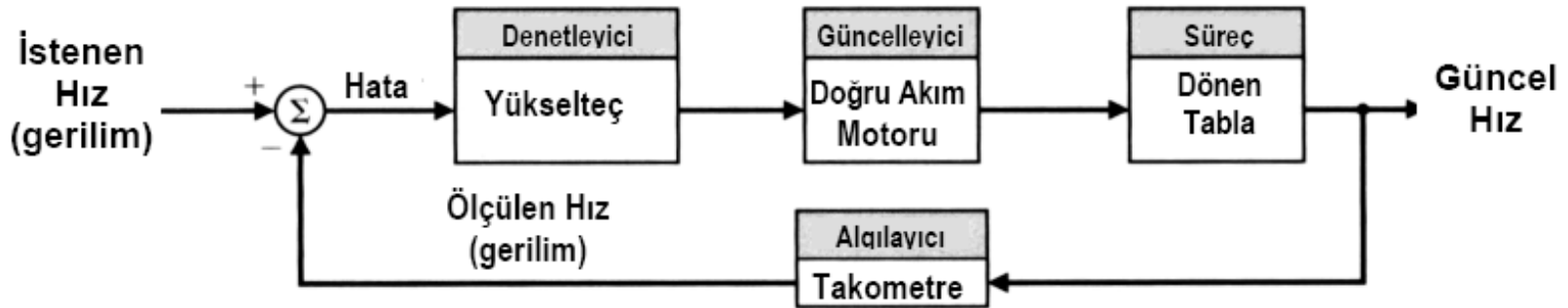


(b)

Resim 1-3 Açık çevrim hız kontrolü.



(a)



(b)

Resim 1-4 Kapalı çevrim hız kontrolü.

SICAKLIK

• Sıcaklık (Temperature)

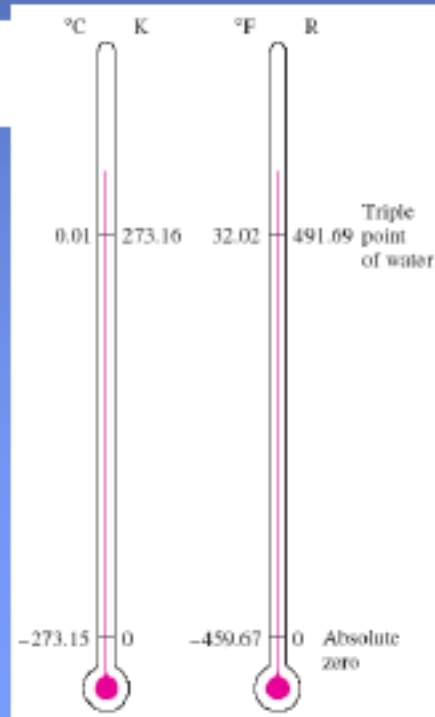
Bir maddeyi oluşturan moleküllerin kinetik enerjileri ile ilgili bir büyüklük olarak tanımlanabilmektedir.

$T : [K]$ (Kelvin)

• Termometre (Thermometer)

	Sıcaklık Ölçekleri	Termodinamik Sıcaklık Ölçekleri
SI	°C (Celsius)	K (Kelvin)
İngiliz	°F (Fahrenheit)	R (Rankine)

İdeal gaz sıcaklık ölçeği
(Ideal gas temperature scale)



SICAKLIK

Su buz noktası @ 1 atm	0 °C	32 °F
Su buhar noktası @ 1 atm	100 °C	212 °F

$$T [K] = T [^{\circ}C] + 273.15$$

$$T [R] = T [^{\circ}F] + 459.67$$

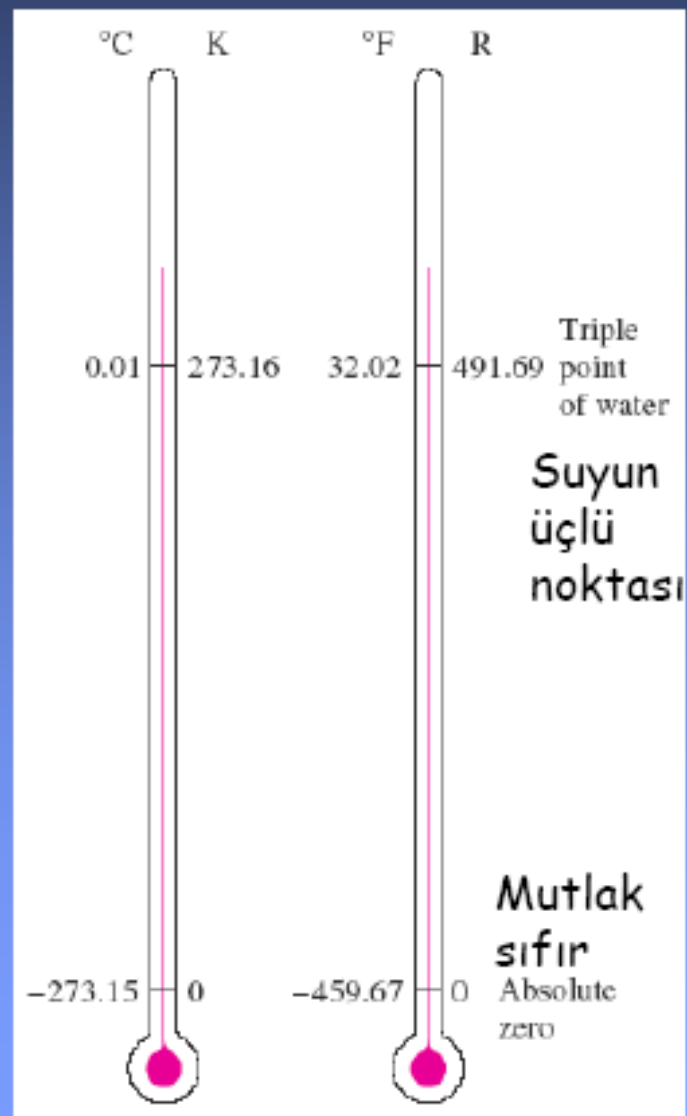
$$T [^{\circ}F] = 1.8 T [^{\circ}C] + 32$$

$$T [R] = 1.8 T [K]$$

$$\Delta T [K] = \Delta T [^{\circ}C]$$

$$\Delta T [R] = \Delta T [^{\circ}F]$$

- Mutlak sıfır = $-273.15^{\circ}C = 0 K$
(Absolute zero)



SICAKLIK ÖLÇEKLERİ (Temperature Scales)

- Celcius veya Santigrad derecesi:

Buzun erime noktası: 0°C ,
Suyun Kaynama noktası: 100°C ,
100 eşit bölme

- Fahrenheit derecesi:

Buzun erime noktası: 32°F ,
Suyun Kaynama noktası: 212°F ,
180 eşit bölme

- Kelvin derecesi: $K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$ (Mutlak sıcaklık)
- Rankine derecesi: $R = ^{\circ}\text{F} + 459.7$ (Mutlak sıcaklık)
- Reamur derecesi:

Buzun erime noktası: 0°R ,
Suyun Kaynama noktası: 80°R



SICAKLIK ÖLÇME

- ❑ **Termometreler** (**Thermometers**):
 - Mekanik etkilerle sıcaklık ölçme aletleri
 - sıcaklıkla genişleme/sıkışma (**expansion/contraction**)
 - Elektriksel etkilerle sıcaklık ölçme aletleri
 - sıcaklıkla elektriksel değişimler

SICAKLIK ÖLÇME

□ Termometreler (Thermometers):

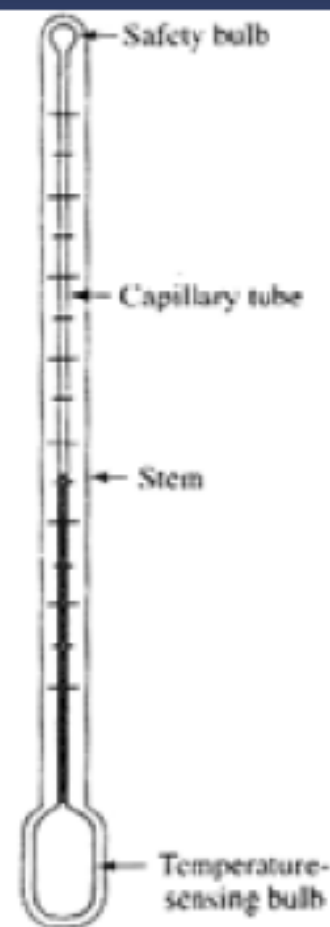
- Mekanik etkilerle sıcaklık ölçme aletleri

• Sıvı genişlemeli cam termometreler (Liquid-in-glass thermometer)

- Civa gibi metalik sıvılar: $-38 - 538^{\circ}\text{C}$
- Alkol gibi organik sıvılar: -200°C 'ye kadar
- Sıvı, sıcaklıkla genişlemesi sonucu kılcal tüpte yükselir, ve ölçekten sıcaklık değeri okunur.
- Basit, ekonomik, değişik çeşitlerde, ve diğer aletlerin kalibrasyonunda kullanılabilir.
- Hassasiyet: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

• Gaz termometreleri (Gas thermometers)

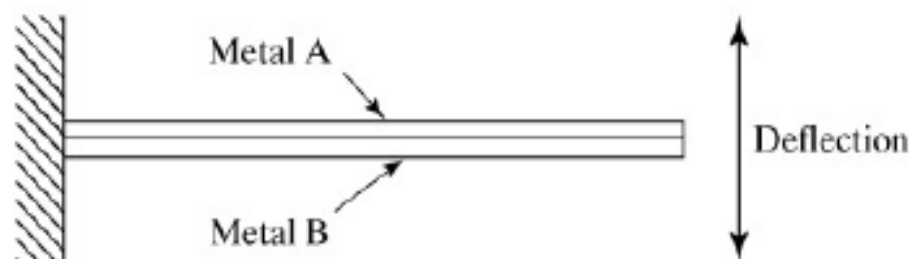
İdeal gaz hal denklemi: $Pv = RT$



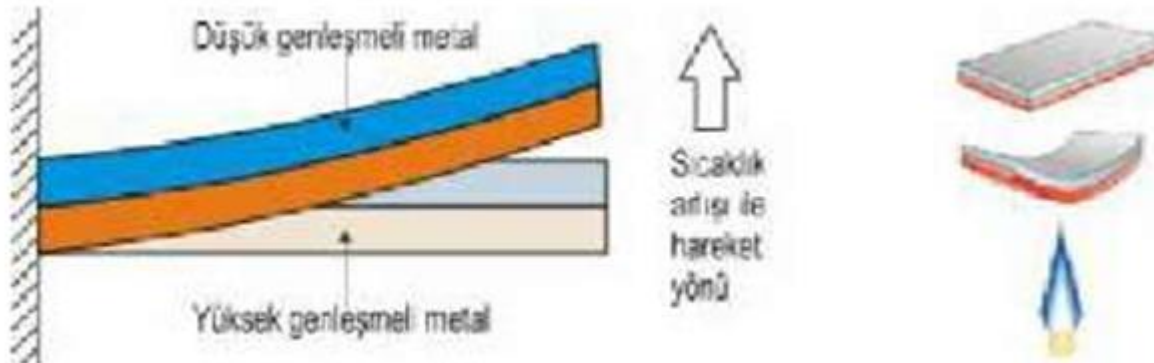
SICAKLIK ÖLÇME

❑ Termometreler (Thermometers):

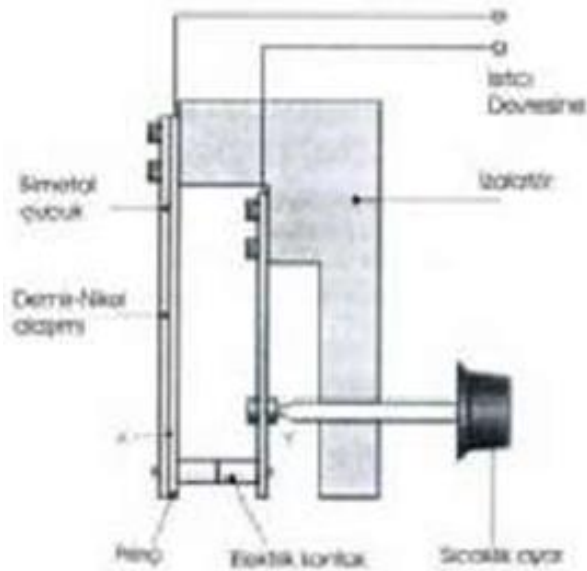
- Mekanik etkilerle sıcaklık ölçme aletleri
 - Bimetal termometreler (Bimetallic strip sensors)
 - Katı cisimlerin sıcaklıkla doğrusal uzamalarına dayanır.
 - Sıcaklık $\Rightarrow$ kıvrılma $\Rightarrow$ ucun yer değiştirmesi



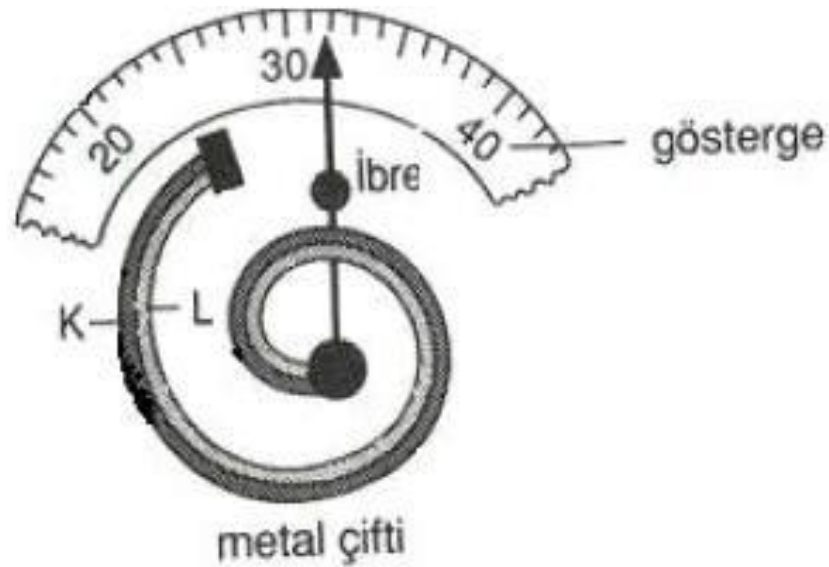
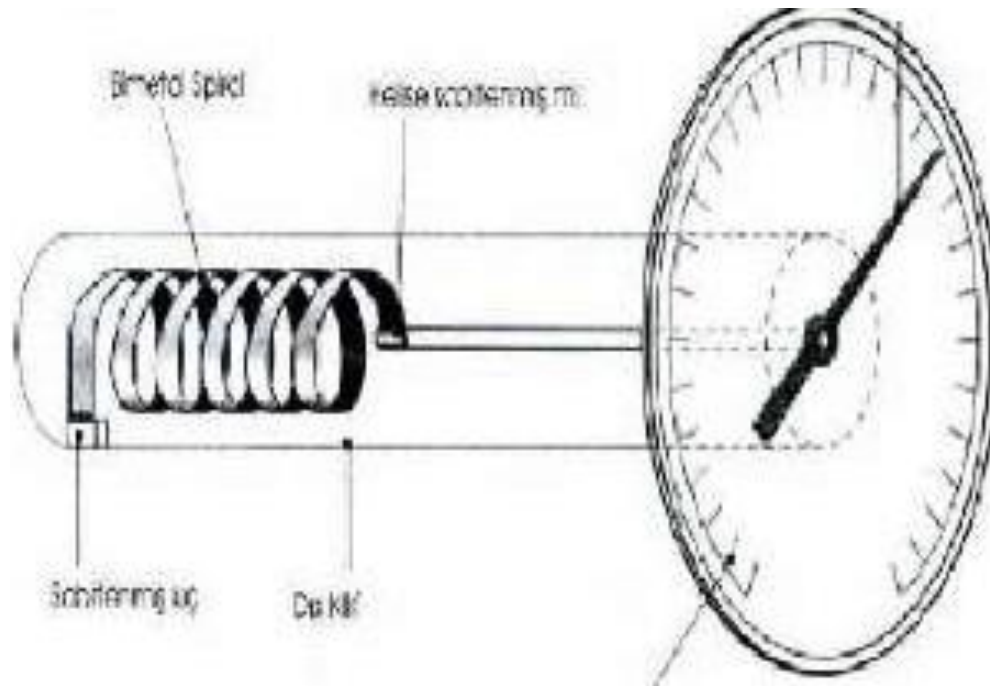
- Doğru sıcaklık ölçümü için pek kullanılmaz.
- Sıcaklık-kontrol sistemlerinde kullanılır:
fırın sıcaklık kontrolü, sıcaklık ayarlama devreleri,
açma kapama düğmelerinin, vanalarının kontrolü



Bimetal malzeme



Termostat kontrol ve tipik ev ütüsü



SICAKLIK ÖLÇME

❑ Termometreler (**Thermometers**):

- Mekanik etkilerle sıcaklık ölçme aletleri
 - Basınç termometreleri
 - Bourdon basınç göstergesi, hazne, kılcal tüp
 - sıvı, gaz, sıvı-buhar karışımı
 - Sıcaklık $\Rightarrow$ Sıvı genişlemesi $\Rightarrow$ Basınç değişimi
 - Düşük fiyat, yaygın endüstriyel kullanım.
 - Doğruluk: ± 1 °C

SICAKLIK ÖLÇME

❑ Termometreler (Thermometers):

- Elektriksel etkilerle sıcaklık ölçme aletleri

• Direnç termometreleri

(Resistance temperature detector (RTD))

- Sıcaklık $\Rightarrow$ Direnç değişimi

$$R = R_0 (1 + aT + bT^2)$$

R: T'deki direnç, R_0 : T_0 'daki direnç,

a ve b: deneysel sabitler

• Cam ya da seramik bir çubuk üzerine çok ince tellerin (platinum) sarılması

- Mekanik stres olmamasına dikkat edilmeli

- Korozyondan korunmalı

• Doğruluk: ± 0.1 °C

SICAKLIK ÖLÇME

❑ Termistör (Thermistors):

- Yarı-iletken malzeme kullanan alet (negatif sıcaklık katsayılı direnç içeren)
- Sıcaklık artışı $\Rightarrow$ düşük direnç

$$R = R_0 \exp \left(\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right)$$

R: T'deki direnç, R_0 : T_0 'daki direnç,

β : deneysel sabit

- Doğruluk: ± 0.01 °C
- Çok yüksek dirençli olduğu için, RTD'ye göre dirençteki hata az

SICAKLIK ÖLÇME

❑ Termoçiftler (Thermocouples):

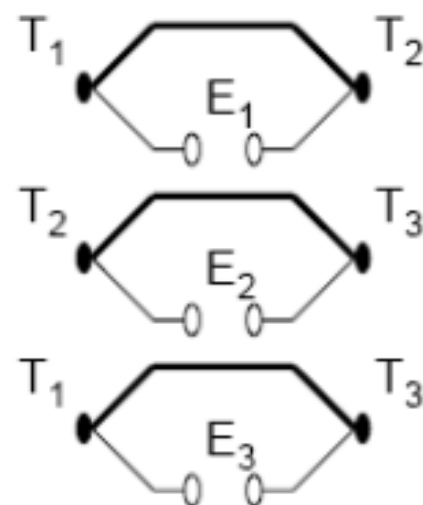
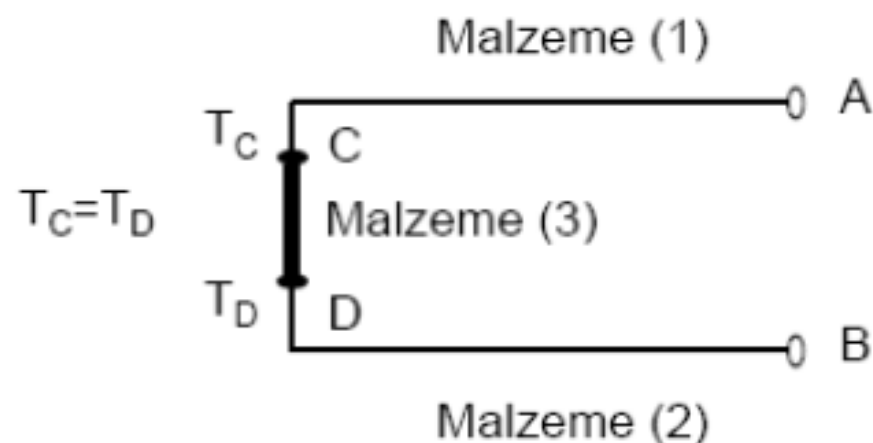
- Isıl-elektrik etkiler (**thermoelectric effects**) ile
 - **Seebeck emf** : iki farklı metalin birleştirilmesi



⇒ A ve B arasında zayıf bir gerilim meydana gelir.

- **Peltier emf** : akım akışı (**current flow**)
- **Thomson emf** : metallerdeki sıcaklık farkı (**temperature gradient in metals**)

- **Orta metal Kanunu:** A ve B tellerinden oluşan bir termoelektrik devresine C malzemesinden yapılmış üçüncü bir tel bağlansın. Bu üçüncü telin bağlantı yerleri birbiri ile aynı sıcaklıkta ise, devrede oluşan emk değerinin, iki telin bulunduğu devredeki emk değeri ile aynı olduğu gösterilebilir.

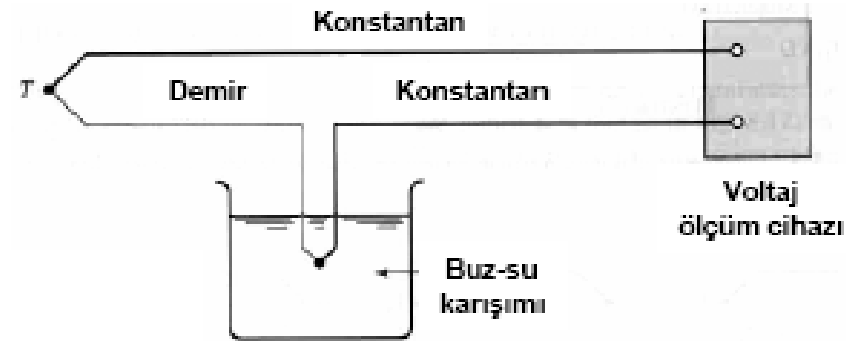
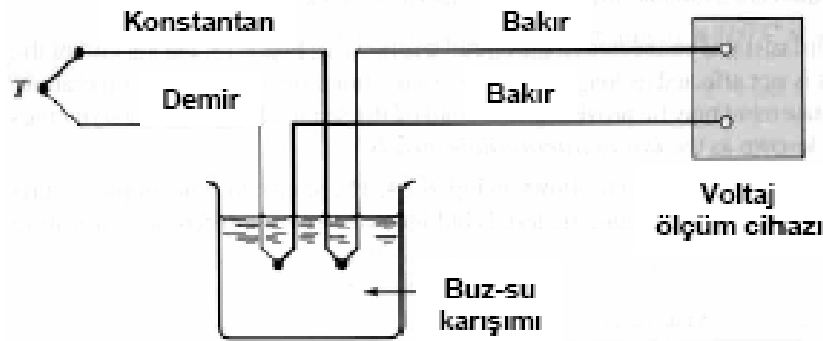


- **Orta sıcaklık kanunu:** Aynı bir termoelektirik devresinin uçlarına farklı sıcaklıklar etki etsin. Bu uçlara T_1 ve T_2 sıcaklıkları etki ettiğinde oluşan emk E_1 ; T_2 ve T_3 sıcaklıkları etki ettiğinde oluşan emk E_2 olsun. T_1 ve T_3 sıcaklıkları etki ettiğinde oluşan emk:

$$E_3 = E_1 + E_2$$

Özellikle laboratuvarlarda termoeleman ile yapılan ölçmelerde referans uç, sıcaklığı 0°C değerindeki atmosferik basınçta erimekte olan saf, demineralize su buzunun içine daldırılır.

Demir-konstantan (%60 Bakır, %40 Nikel)'dan yapılmış, ölçme ve referans uçlu termoeleman devrelerine ait örnekler:

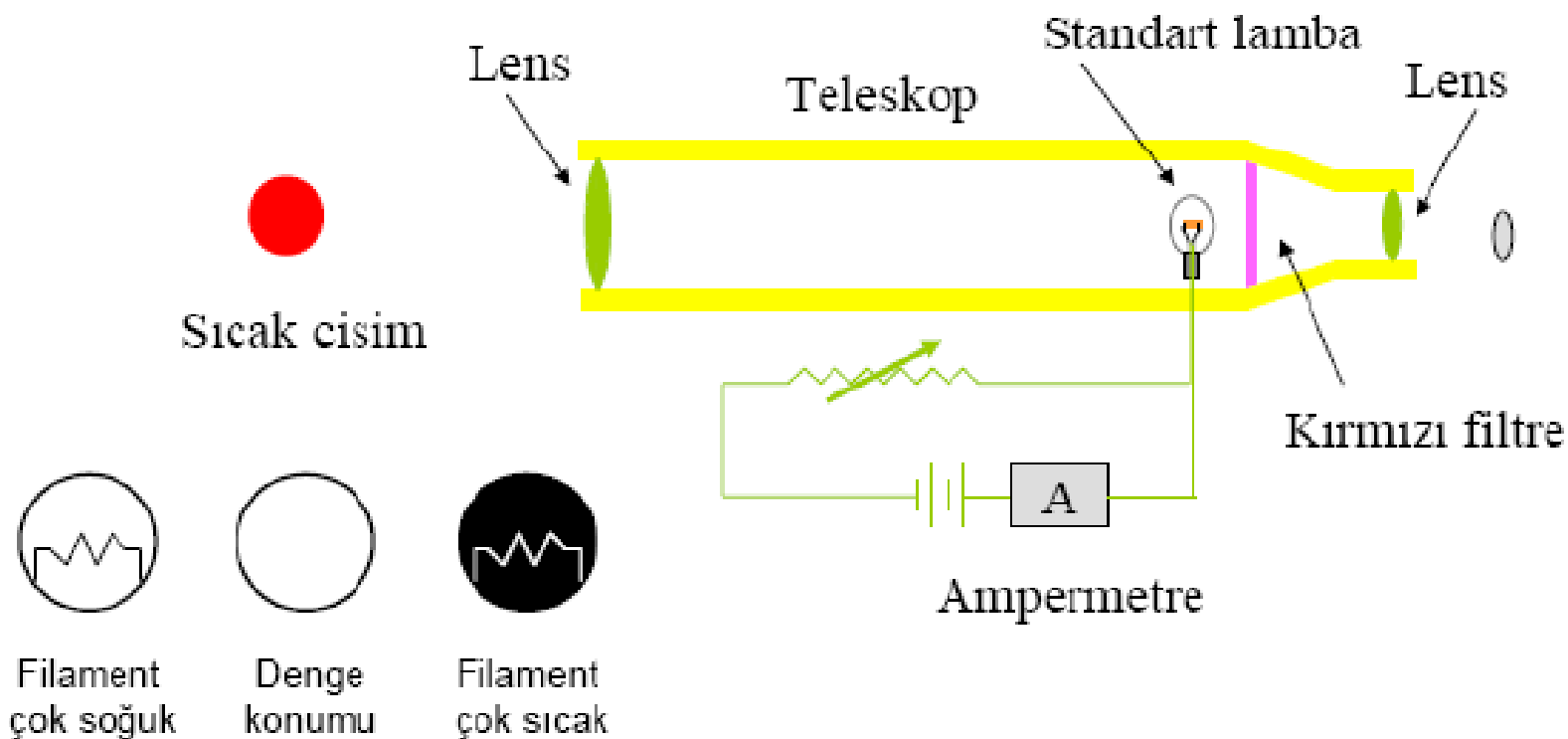


Termoelemanın iki referans ucu saf su buz banyosuna daldırılmış, ölçüm aleti ile bağlantılar bakır teller ile yapılmış. Ölçüm cihazı bağlantı noktaları farklı sıcaklıkta ise kullanılır.

Termoelemanın bir referans ucu saf su buz banyosuna daldırılmış, ölçüm aleti ile bağlantılar konstantan teller ile yapılmış. ölçüm cihazı bağlantı noktaları aynı sıcaklıkta ise kullanılır.

Optik Pirometre:

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

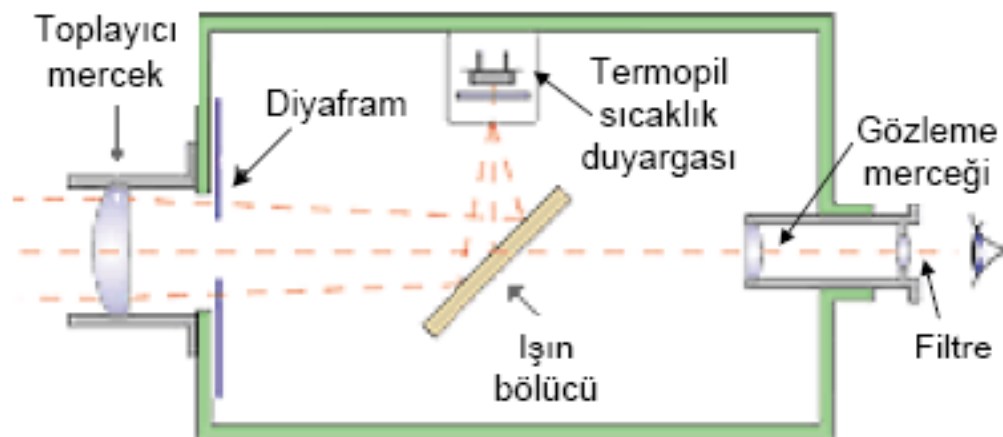


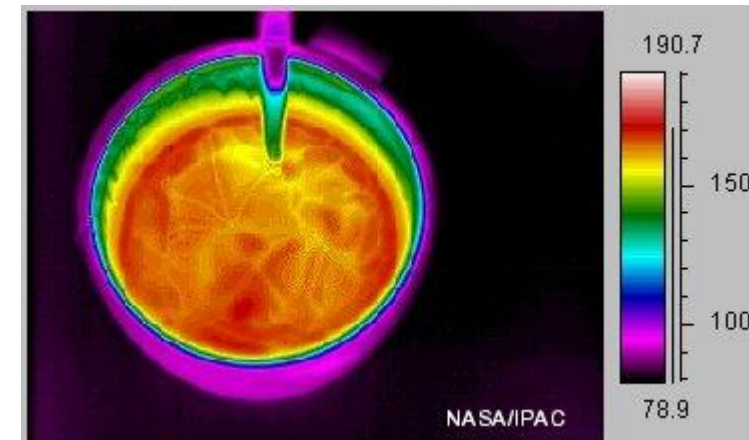
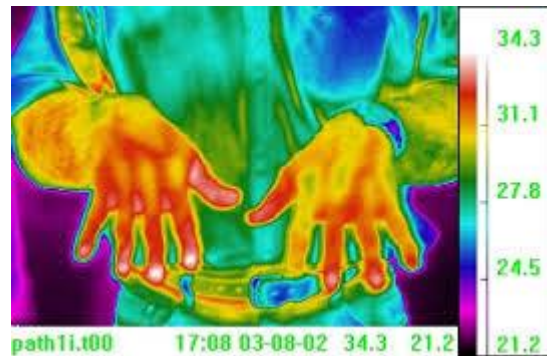
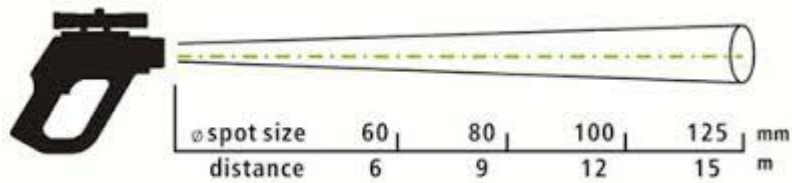
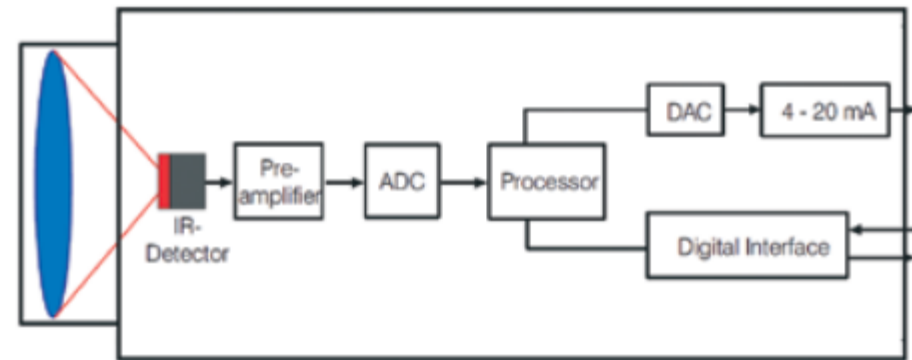
SICAKLIK ÖLÇME

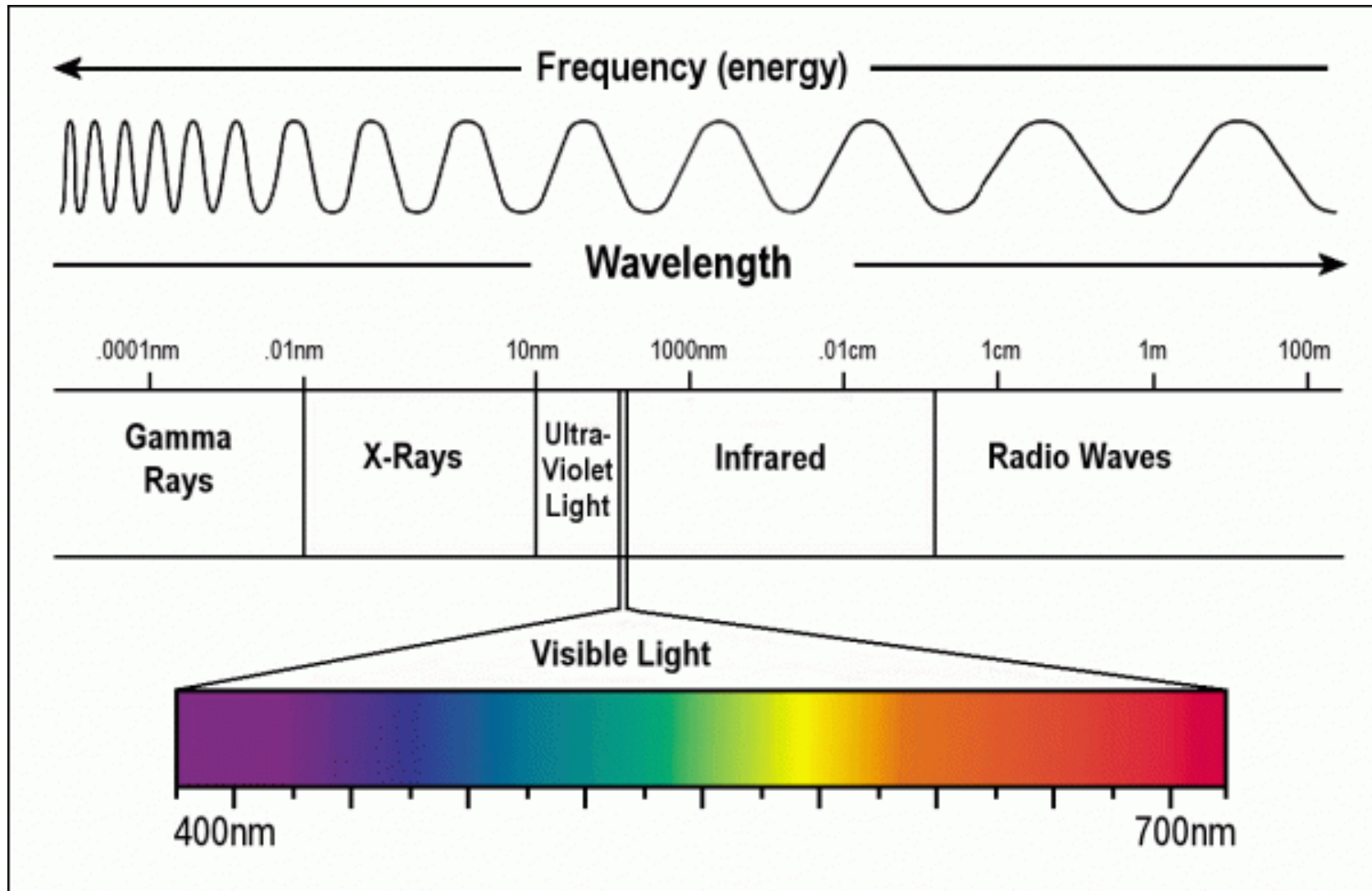
- ❑ Sıcaklık ölçmelerinde ısı transferi etkisi:
 - Pirometreler (Pyrometers)

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.







SICAKLIK ÖLÇME



- ❑ Diğer Sıcaklık ölçme metodları:
 - Renk ve hal değişimi

Referanslar (References):

- "Experimental Methods for Engineers", Jack P. Holman, McGraw-Hill Mechanical Engineering, 7th Edition., 2001.
- The International System of Units (SI),
<http://www.bipm.org/en/si/>
- "Thermodynamics: An Engineering Approach", Y.A. Çengel, M.A. Boles, McGraw-Hill.

Diğer slayta geç