

TYT - 9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

5.Ünite : Isı ve Sıcaklık
1.Bölüm : Isı, Sıcaklık ve İç Enerji

9.5.1.1. Isı, Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları

Amaç: Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklamak.

Sıcaklık, yaşam üzerinde doğrudan etkilidir. Canlıların hayatlarını devam ettirebilmeleri için uygun bir sıcaklık gerekir. Canlılar çok yüksek ve çok düşük sıcaklıkların olduğu yerlerde yaşamakta zorlanır. Canlılara uygun sıcaklık koşullarının ortaya çıkması ve bu koşulların devamlılığı, onların yaşamı için son derece önemlidir. Son yıllarda Dünya'nın ortalama sıcaklığı yaklaşık 14 °C olarak hesaplanmıştır. Elbette ölçülen bu değerin uç noktaları mevcuttur.

Kuzeybatı Libya'da bulunan El Aziziye kenti, 90 yıl boyunca dünyanın en sıcak yerlerinden biri olarak kabul edilmiştir. 13 Eylül 1922 tarihinde El Aziziye'de sıcaklık 57,8 °C olarak ölçülmüştür. Bunun yanı sıra Antarktika'daki Vostok -89,2 °C olarak kaydedilen en düşük sıcaklık ile dünyanın en soğuk yeridir. Hatta bazen, sıcaklık -91 °C'ya düşmektedir.

Antarktika'da Vostok yazında kaydedilen ortalama sıcaklık -27.5 °C'tur. Sıcaklık, bitki ve hayvanların hayatlarının önemli bir parçasıdır. Çoğu zaman uygun sıcaklık olmadığından canlı yaşayamaz. Bazı canlılar yaşamak için çok sıcak ortamlara ihtiyaç duyarken kutup ayıları ve penguenler, hayatta kalmak için çok soğuk bir iklime ihtiyaç duyar.

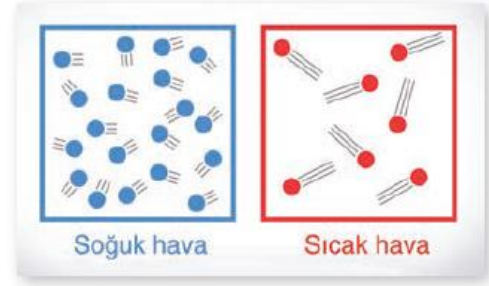
Tropikal bölgelerdeki diğer hayvanlar için ise durum tam tersidir. Bu bölgelerdeki canlıların yaşaması için iklimin sıcak olması gerekir. Bazı canlılar ise mevsimlere göre daha sıcak yerlere göç eder. Bazı kuşların, iklimlere ve sıcaklık değişimlerine uyum sağlamak için diğer ülkelere göç etmesi bu duruma bir örnektir. Ortamın sıcaklığı insanların yaşama alanlarını, yerleşmelerini, kültürel, sosyal ve ekonomik etkinliklerini, beslenme, giyinme ve ısınma gibi ihtiyaçlarını etkiler.

Sıcaklık ölçümü pek çok yönden insan hayatı için önemlidir. Örneğin ne giyeceğimize hava raporlarını dinleyerek havanın sıcaklığına göre karar veririz. Denize girerken bizim için havanın sıcaklığı kadar suyun sıcaklığı da önemlidir.

Günlük yaşantımızda evlerde, iş yerlerinde kullanılan bazı aygıt ve araçlarda sıcaklık ayarları vardır. Örneğin kombi, fırın, ütü vb. aletlerin sıcaklığının doğru ayarlanması yapılan işin verimli olması ve enerji tasarrufu açısından önemlidir.

Günlük yaşantımızda sıcaklık kadar önemli diğer bir kavram da ısıdır. Isı ve sıcaklık kavramları doğrudan gözlenemeyen kavramlardır. Bu iki kavram yanlış olarak sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır. Sıcaklık bir maddenin hissedilen fiziksel özelliğidir. Duyu organları ile algılanan bir niceliktir. Ancak yalnızca duyu organlarına dayalı sıcaklık ölçümü yanıltıcı olabilir. Bir maddenin ne kadar sıcak ya da soğuk olduğunu bu maddeyi oluşturan taneciklerin sahip olduğu enerji belirler.

Tüm maddelerin tanecikleri hareketlidir, bu nedenle enerjileri vardır. Ancak sıcak ve soğuk maddelerin taneciklerinin hızları dolayısı ile enerjileri farklıdır. Örneğin sıcak ve soğuk havanın moleküllerinin hızları eğer molekülleri görebilseydik Görsel 5.2'deki gibi olurdu.



Görsel 5.2: Sıcak ve soğuk hava moleküllerinin hareketi

Sıcak hava molekülleri soğuk hava moleküllerine göre daha hızlı titreşim hareketi yapar. Aynı kütledeki cisimlerden sıcaklığı yüksek olanın tanecikleri daha hızlı hareket edeceğinden kinetik enerjisi daha büyüktür. Buna göre sıcak hava moleküllerinin kinetik enerjisi soğuk hava moleküllerinin kinetik enerjisinden büyüktür. Bu durumda bir genelleme yapacak olursak sıcak maddelerin taneciklerinin sahip olduğu kinetik enerjinin daha büyük olduğunu söyleyebiliriz.

O hâlde sıcaklık, bir maddenin taneciklerinin sahip olduğu ortalama kinetik enerjinin bir göstergesidir. Maddelerin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi ne kadar fazla ise sıcaklığı da o kadar yüksek olur.

Sıcaklık termometre ile ölçülür ve T sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde sıcaklık biriminin Kelvin (K) olduğunu öğrendiniz. Ancak günlük yaşamda sıcaklık birimi olarak ülkelere göre farklılık göstermekle beraber genellikle celsius (selsiyus) ($^{\circ}\text{C}$); Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere gibi bazı ülkelerde ise fahrenheit (fahrenheit) ($^{\circ}\text{F}$) kullanılmaktadır. Bu birimler, birimlerin birbirlerine dönüşümleri ve termometre çeşitleri ilerleyen konularda detaylı incelenecektir. Bir maddeyi oluşturan taneciklerin yalnızca kinetik enerjileri değil, aynı zamanda taneciklerin potansiyel enerjileri de vardır.

Maddenin tanecikleri katı, sıvı ve gaz hâline göre titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar ve kinetik enerjiye sahip olur. Aynı zamanda çekirdekdeki nükleonları (proton-nötron) bir arada tutan kuvvet ve fiziksel, kimyasal bağlardan dolayı madde içerisinde potansiyel enerji depolanır.

Maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına **iç enerji** denir.

Matematiksel olarak iç enerjinin değeri hesaplanamaz fakat iç enerjideki değişim bulunabilir çünkü iç enerji ısı olarak aktarılabilir. Böylece ortama aktarılan veya ortamdan alınan enerji miktarından iç enerjideki değişim bulunabilir.

İç enerji ile karıştırmamız gereken bir kavram da ısıdır. Sıcaklık farkından dolayı maddeler arasında aktarılan enerjiye ısı denir.

Bir cisim ya da sistemin ısısından söz edilemez. Çünkü ısı, sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir. Bazen "Aynı sıcaklıkta bir bardak suyun mu yoksa bir sürahi dolusu suyun mu ısısı fazladır?" gibi sorulara rastlanır. Bu tamamen ısı ile iç enerjinin karıştırılmasından kaynaklanan bir sorudur. Bardaktaki ve sürahideki suların ancak iç enerjileri aynı sıcaklıkta karşılaştırılabilir.

Sıcaklıkları farklı iki madde bir araya getirildiğinde aralarında enerji akışı olur. Enerji akışı sıcak cisimden soğuk cisme doğrudur. Örneğin sıcak yaz gününde canınız limonata içmek istediğinde limonatanın içine buz atılırsa bir süre sonra buzun eridiği, limonatanın ise soğuduğu gözlenir.

Bu olay, daha sıcak olan limonata ile daha soğuk olan buz arasında enerji aktarımının sonucudur. Isı, Q sembolüyle gösterilir. Isı, aktarılan enerji olduğundan SI birim sisteminde ısı birimi, enerji birimi olan joule'dür (J). Ancak ısı birimi için yaygın olarak kullanılan birimlerden biri de kalori'dir (cal). Bir kalori, bir gram suyun sıcaklığını $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ten $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a çıkarmak için gerekli ısı miktarıdır. Bu birimler birbirine dönüştürülebilirler. Birimler ve birbirlerinin karşılıkları aşağıdaki gibidir.

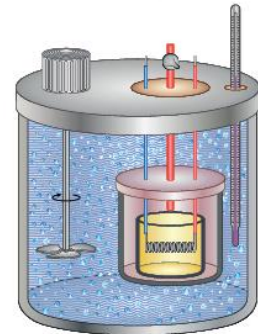
$$\begin{aligned} 1 \text{ cal} &= 4,18 \text{ J} \\ 1 \text{ kcal} &= 1000 \text{ cal} \\ 1 \text{ kJ} &= 1000 \text{ J} \end{aligned}$$

Isı sahip olunan bir nicelik olmadığından doğrudan ölçülemez. Sistemin aldığı ya da verdiği ısının hesaplaması yapılabilir. Isı, kalorimetre kabıyla yapılan sıcaklık ölçümleri dikkate alınarak matematiksel olarak hesaplanır.

Kalorimetre kabı, dışarıyla ısı alışverişi olmayacak şekilde yalıtılmış ve içinde ısı alışverişi olaylarının gerçekleştiği bir kaptır (Görsel 5.4.a.b). Kapın kapağı ve dış yüzeyi ısı yalıtkanı bir maddeyle kaplanmıştır. Kalorimetre kabına konan farklı sıcaklıktaki iki madde arasında ısı alışverişi olur. Maddelerin başlangıçtaki duruma göre sıcaklıkları değişir. Bu değişimden yararlanılarak ısı hesaplaması yapılır.



a



b

Görsel 5.4.a.b: Kalorimetre kabı

9.5.1.2. Termometreler

Amaç: Termometre çeşitlerini kullanım amaçları açısından karşılaştırmak.

Günlük yaşamda bir maddenin sıcaklığına genelde duyularımıza dayanarak karar veririz. Bir maddenin sıcaklığını soğuk, çok soğuk, ılık, sıcak ve çok sıcak gibi sözcüklerle göreceli olarak ifade etmeye çalışırız. Örneğin kendini hâlsiz hisseden bir çocuğun vücut sıcaklığının yükselip yükselmediğini önce elimizi çocuğun alına koyarak kontrol ederiz. Fakat duyularımıza güvenerek sıcaklık hakkında kesin kararlar veremeyiz. Çünkü duyularımız bizi yanıltabilir.

Üç ayrı kabın her birine sıra ile sıcak, ılık ve soğuk su koyduğumuzu düşünelim. Ellerimizden birini sıcak, diğerini soğuk suda bir süre bekletelim. Sonra iki elimizi birden ılık su dolu kaba daldırırsak her iki elimiz suyun sıcaklığını farklı algılayacaktır. Ilık suyu, sıcak sudan çıkan el soğuk; soğuk sudan çıkan el de sıcak olarak algılayacaktır. Ayrıca duyularımıza güvenerek sıcaklıklara sayısal değerler vermemiz mümkün değildir.

Sıcaklığı ölçmek çok eski çağlardan beri özellikle sağlık açısından çok önemsenmiştir. Hastalıkların tanımlanmasında büyük ölçüde yardımcı olan vücut sıcaklıklarının ölçülmesine

ilişkin çalışmalar, ilk kez 1616 ve 1636 yılları arasında, İtalya'nın Padua kentinde yaşayan tıp profesörü Santorio (Santorio) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Santorio, bu çalışmaları sırasında Galileo'nun 1592 yılında İtalya'da yaptığı su termometresinden yararlanmışır. Daha sonraları bilim insanları sıcaklıkları daha duyarlı ölçen araçlar geliştirmişlerdir. Sıcaklık ölçmek için kullanılan araçlara **termometre** denir. Sıcaklık ölçer ya da termometre, Antik Yunancada sıcaklık anlamına gelen "thermos" ile ölçer anlamına gelen "metron" kelimelerinin bileşimidir.

İlk termometre, thermoscope (termoskop) adı ile anılıyordu. Santorio daha sonra geliştirilecek olan bu termometreye sayısal skala uygulamıştır. Modern termometre Gabriel Fahrenheit (Gabriel Fahrenheit) tarafından 1714 yılında geliştirilmiştir. İsviçreli bir astronom olan Anders Celsius (Anders Selsius) ise santigrat skalasını icat etmiştir.

Santigrat ölçü birimi 1948'deki Uluslararası Ağırlık ve Ölçü Birimleri Konferansı'nda kabul edilmiştir. Termometreler, maddelerin sıcaklık derecelerini sayı ile belirten araçlardır. Sıcaklığı ölçülen maddelerin taneciklerinin kinetik enerjileri hakkında bilgi verir.

Farklı iki maddenin sıcaklığı ölçüldüğünde termometreden okunan değerler, taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin hangi maddede fazla olduğunu belirtir. Termometreler, ısıtılan maddelerin hacimlerinin artması (genleşmesi), soğutulan maddelerin hacimlerinin azalması (büzülmesi) esasına göre çalışır. Termometreler vücut sıcaklığını ölçmekten bir metalin erime sıcaklığını ölçmeye kadar çok geniş bir alanda kullanılır.

Demir çelik üretiminde, çömlekçilik, porselencilik, seramikçilik vb. mesleklerde ürünlerin uygun sıcaklıkta fırınlanması son derece önemlidir. Örneğin topraktan elde edilen malzemelere şekil verilerek bunlar fırınlarda belli sıcaklık değerlerinde sertleşmeye bırakılır. Fırının sıcaklık değerinin tam ayarlanamaması durumunda ürünler istenilen sertliğe ulaşamaz ve çatlar.

Kullanım alanı bu kadar geniş olan termometrelerin tek çeşit olması beklenemez. Kullanım yerlerine ve amaçlarına göre termometreler katılı, sıvılı ve gazlı olmak üzere üç çeşittir.

1. Katılı Termometreler

Demirin erime sıcaklığı 1538 °C, kaynama sıcaklığı 2.862 °C'tur. Çok yüksek sıcaklıkları ölçmek için Görsel 5.7'deki gibi metal termometreler kullanılır.

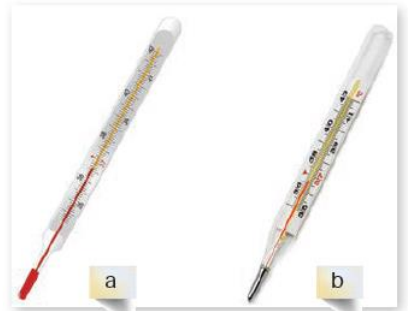


Görsel 5.7: Metal termometre

Metal termometreler metallerin sıcaklıkla birlikte uzama (genleşme) özelliğine göre çalışır. Bunlar metal eritme ocakları ya da fırınlar gibi yüksek sıcaklığa sahip ortamlarda kullanılır. 1600 °C'a kadar sıcaklıkları ölçebilir.

2. Sıvılı Termometreler

Sıvılı termometreler cıva ve renklendirilmiş alkol kullanılarak yapılan termometrelerdir (Görsel 5.8.a.b).



Görsel 5.8.a.b: Sıvılı termometreler

Bu termometreler alkol veya cıvanın ince bir boruda genişip büzülmesi esasına dayanarak yapılmıştır. Bu termometrelerde cıva ve alkolün donma ve kaynama sıcaklıkları dikkate alınmıştır. Cıvanın donma noktası -39°C , kaynama noktası 357°C ve alkolün donma noktası -115°C , kaynama noktası 78°C 'tur. Cıvalı termometrelerle -39°C ile 357°C , alkollü termometrelerle ise -115°C ile 78°C arasındaki sıcaklık değerleri ölçülebilir.

Görsel 5.9'daki hasta termometresi sıvılı termometrelere örnektir. Hasta termometresi, insanların vücut sıcaklığını ölçmek için kullanılır. Sağlıklı bir insanın vücut sıcaklığı $36,5^{\circ}\text{C}$ olduğundan ölçüm aralığı da 35°C ile 42°C olarak ayarlanmıştır. Konu insan sağlığı olduğundan hassas ölçüm yapabilmek için her iki derecenin (36-37 gibi) arası on birime bölünmüştür.



Görsel 5.9: Hasta termometresi

Bu termometrenin haznesi ile kılcal borunun birleştiği yerde bir boğum bulunur.

Sıvılı termometrelerde hazne cıva ya da alkolle doludur. Termometre sıcaklığı ölçülecek madde ile temas ettiğinde o maddenin tanecikleri haznenin camına çarpar. Önce madde ile cam, sonra camla haznedeki sıvı arasında enerji aktarımı gerçekleştirilir. Haznedeki sıvının taneciklerinin kinetik enerjileri artar. Bunun sonucu tanecikler arasındaki mesafe artar ve sıvı kılcal boruda yükselir. Termometreden okunan değer, termometrenin temas ettiği maddenin sıcaklığıdır.

Evlerimizde ve iş yerlerinde kullanılan bir başka sıvılı termometre de Görsel 5.10'daki oda termometreleridir.



Görsel 5.10: Oda termometresi

3. Gazlı Termometreler

Gazlar sıvılara göre, sıvılar da katı maddelere göre sıcaklığa karşı daha duyarlıdır. Bu nedenle gazlı termometreler çok hassas sıcaklık ölçümlerinde kullanılır.

Gazlı termometreler sıcaklık değişimine bağlı olarak tüp içindeki gazın gerek hacminin gerekse basıncının artması veya azalması sonucunda sıcaklık değerini ölçmesi prensibine dayalı termometrelerdir (Görsel 5.11). Sağlıklı bir ölçüm için bu tür termometrelerde hidrojen gazı kullanılır.



Görsel 5.11: Gazlı termometre

Gazlı termometreler günlük işlerde kullanılmaz. Özel laboratuvarlarda bazı sabit sıcaklıkları (erime, kaynama noktaları gibi) bulmak için kullanılır. Bu termometrelerle -270°C ile 1450°C arasındaki bir sıcaklık ölçülebilir.

Günümüzde bu termometrelerin yanı sıra dijital termometreler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Dijital termometreler pek çok farklı alanda kullanılmakla beraber genellikle

vücut sıcaklığını ölçer. Dijital termometre, termometreler arasında en hızlı ölçüm yapabilen çeşittir. Görsel 5.12.a.b'de bu termometrelerin iki farklı kullanım alanı görülmektedir.

9.5.1.3. Sıcaklık Birimleri

Amaç: Sıcaklık birimleri ile ilgili hesaplamalar yapmak.

Termometreler yapılarına göre farklı olduğu gibi bölmelendirmelerine göre de farklılık gösterir. Farklı bilim insanları sıcaklığı ölçmek için farklı termometreler yapmışlardır. Termometreler, aynı sıcaklığı ölçer. Fakat ölçtükleri sıcaklığı ifade etmek için farklı rakam ve birim kullanır.

Sıvılı termometrelerde ölçeklendirme, deniz seviyesinde 1 atm basınç altındaki suyun donma ve kaynama sıcaklıkları arasında yapılır. Sıcaklık ölçeklerine Kelvin (Kelvin), Celcius ve Fahrenheit termometreleri örnek olarak verilebilir.



a



b

Görsel 5.12.a.b: Dijital termometreler

Fahrenheit (Fahrenhayt) Termometresi

Alman bilim insanı Daniel Gabriel Fahrenheit, (Daniel Gabriel Fahrenhayt) 1724 yılında suyun donma sıcaklığını 32 °F, kaynama sıcaklığını 212 °F olarak seçmiştir. Bu iki değerin arasını 180 eşit aralığa bölmüştür.

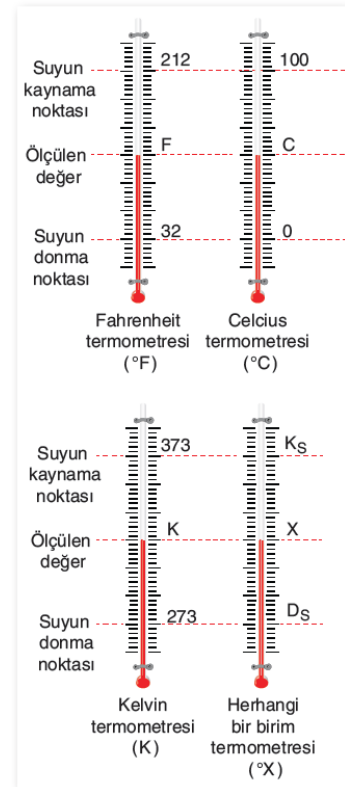
Celcius (Santigrat) Termometresi

İsveçli bilim insanı Anders Celsius (Anders Selsiyus), 1742 yılında saf suyun donma sıcaklığını 0 °C, kaynama sıcaklığını 100 °C olarak seçmiştir. Bu iki değerin arasını 100 eşit parçaya bölmüştür. Dünyadaki çoğu ülkede celcius termometresi kullanılır.

Kelvin Termometresi

İrlandalı bilim insanı Lord Kelvin olarak bilinen William Thomson (Vilyım Tomsın), 1848 yılında, saf suyun donma sıcaklığını 273,15 K, kaynama sıcaklığını ise 373,15 K olarak seçmiştir. Bu iki değerin arasını tıpkı santigratta olduğu gibi 100 eşit aralığa bölmüştür. Kelvin birimi K ile gösterilir, derece (K) kullanılmaz.

Rakamların bu kadar garip olmasının nedeni, maddenin düşebileceği en düşük sıcaklığın mutlak sıfır olarak alınmasıdır. Diğer sıcaklık birimleri günlük hayatta kullanılsa da bilimsel olarak sıcaklık Kelvin birimiyle ölçülür. Çünkü sıcaklık oranı yapabileceğiniz tek ölçek budur. Örneğin, 20 °C, 10 °C'un iki katı değildir. Ama 20 K, 10 K'nin iki katıdır. Görsel 5.13'te farklı termometrelerin nasıl bölmelendirildiği gösteriliyor. Bu termometrelerde iki nokta arası bölünürken bölme sayıları farklıdır. Bu nedenle bir odanın veya ortamın sıcaklığı, hem Celsius hem de Fahrenheit termometresiyle



Görsel 5.13: Farklı termometrelerin bölmelendirilmesi

ölçüldüğünde birbirinden farklı değerler elde edilir. Öyle ise bu termometrelerden biri ile yapılan sıcaklık ölçümünün sonucu diğerine ve bilinmeyen bir X termometresinin ölçüm sonucuna göre nasıl dönüştürülür?

En genel hâliyle şu formül bir X birimini bir Y birimine dönüştürmekte kullanılabilir:

$$\frac{X - S_{DX}}{S_{KX} - S_{DX}} = \frac{Y - S_{DY}}{S_{KY} - S_{DY}}$$

X → X birimiyle ölçülen sıcaklığı

S_{DX} → X biriminde suyun donma sıcaklığını

S_{KX} → X biriminde suyun kaynama sıcaklığını

Y → Y birimiyle ölçülen sıcaklığı

S_{DY} → Y biriminde suyun donma sıcaklığını

S_{KY} → Y biriminde suyun kaynama sıcaklığını gösterir.

Fahrenheit termometresiyle Celcius termometresi arasındaki dönüşüm,

$$\frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{C - 0}{100 - 0}$$

bağıntısı ile yapılır.

Kelvin'den Santigrat'a ve Santigrattan Kelvin'e dönüşüm aşağıdaki bağıntı ile yapılır.

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

Örnek - 1

Celcius (santigrat) ölçeğinde 40 °C olarak ölçülen sıcaklığın Fahrenheit ölçeğindeki karşılığı kaç °F olur?

Çözüm

Buna göre 40 °C'un Fahrenheit ölçeğinde karşılığı;

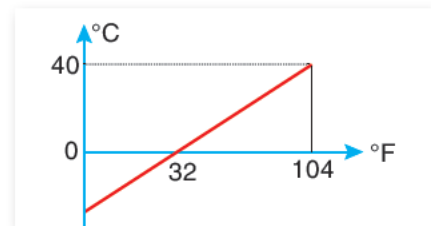
$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\frac{40}{100} = \frac{F - 32}{180}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{F - 32}{180} \rightarrow 104^{\circ}\text{F} \text{ bulunur.}$$

Celcius ölçeğinde 0 °C, 32 °F'ye denktir.

Buna göre Celcius ve Fahrenheit termometrelerinin birbirlerine göre değişimi Grafik 5.1'deki gibidir.



Grafik 5.1

Örnek - 2 >

20 °C sıcaklığın iki katı sıcaklık kaç °C'tur?

Çözüm

Gerçek sıfırın seçilmediği ölçeklendirmelerde matematiksel olarak yapılan kat, oran ve bölme işlemleri hatalıdır. Kelvin termometresi haricindeki termometrelerde 0 değeri, gerçek sıfır yani başlangıcı ifade etmez. Bu nedenle °C'ü öncelikle K değerine çevirmek gerekir.

Buna göre 20 °C'un Kelvin karşılığı,

$$K = C + 273 \text{ ten}$$

$$K = 20 + 273 = 293 \text{ bulunur. Bunun iki katı } 586 \text{ K'dir.}$$

$K = C + 273$ bağıntısında 586 K değeri yerine yazılırsa $C = 313 \text{ °C}$ bulunur.

Örnek - 3 >

X termometresiyle °C termometresinin değeri Grafik 5.2 a'daki gibidir.

Buna göre suyun kaynama sıcaklığı kaç °X'tir?

Çözüm

Suyun kaynama sıcaklığı 100 °C olarak alınırsa Grafik 5.2.b'deki doğrunun eğiminden

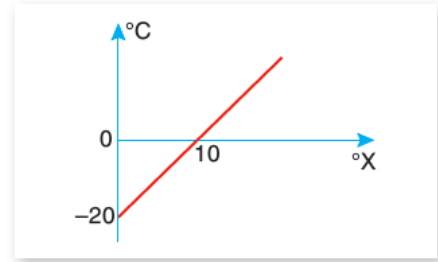
$$\text{Eğim} = \frac{100 - 0}{X - 10} = \frac{0 - (-20)}{10 - 0}$$

$$\frac{100}{X - 10} = \frac{20}{10}$$

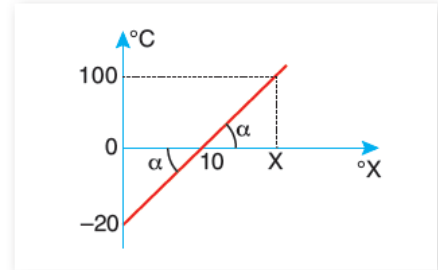
$$\frac{100}{X - 10} = 2$$

$$X - 10 = 50$$

$$X = 60 \text{ bulunur.}$$



Grafik 5.2 a



Grafik 5.2 b

9.5.1.4. Öz Isı ve Isı Sığası Kavramları

Amaç: Öz ısı ve ısı sığası kavramlarını açıklayarak birbirleri ile ilişkilendirmek.

Deniz kenarında sabah saatlerinde kumlara basıldığında kumun soğuk olduğu hissedilir. Aynı durum deniz suyu için de geçerlidir. Öğle saatlerine doğru Güneş'in yükselmesi ile hem deniz suyunun hem de kumların sıcaklığı artmaya başlar. Ancak deniz suyundaki sıcaklık artışı ile kumdaki sıcaklık artışı aynı değildir. Deniz suyu ılıkken kum çıplak ayakla basılamayacak kadar sıcaktır. Bu durum su ve kumun yapısından kaynaklanır. Su ve kumun Güneş'ten gelen enerjiyi soğurma (yutma) kapasiteleri farklıdır.

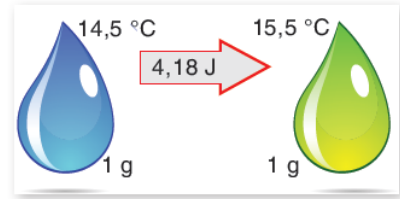
Bir maddenin ısıyı soğurması konusunda ilk bilimsel araştırmalar Joseph Black (Jozef Bilek) adlı bilim insanı tarafından yapılmıştır. Joseph Black, ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirlerinden farklı olduğunu ispatlayan deneyler yapmıştır. Bu deneyler sırasında buzun erimesi esnasında sıcaklık değişikliğine uğramadan önemli ölçüde ısı soğurduğunu fark etmiştir.

Buna dayanarak erime ısısının, buz parçacıklarıyla birleşerek onları suya çevirdiğini ve bunun madde içinde gizli durduğu varsayımını ortaya atmıştır.

Joseph Black maddelerin enerji depolama yeteneklerini belirten bir özelliğini öz ısı ya da ısınma ısı olarak tanımlamıştır. Metal ve tahta kaşık, çatal vb. eşyalara ayrı ayrı dokunduğumuzda metal olanları daha soğuk hissederiz. Bunun nedeni metalin öz ısısının ahşaba göre daha düşük olmasıdır. Öz ısı yüksek maddeler, öz ısı düşük olan maddelere göre aynı sürede daha az ısınır.

Günlük yaşamda farklı öz ısı değerlerine sahip maddelerden pek çok alanda yararlanılır. Örneğin yemeklerimizi pişirmek için kullandığımız tencere ve tavaların metal kısmının yemekleri iyi pişirmesi için kolayca ısınmalı, sapları ise elimizi yakmaması için ısınmamalıdır. Bunun için tava ya da tencere öz ısı düşük metalden, sap kısmı ise öz ısı yüksek olan maddelerden yapılır.

Öz ısı, bir maddenin ısıyı soğurma (yutma) yeteneğidir. Öz ısı, bir maddenin birim kütlesinin sıcaklığını bir derece artırmak için gerekli enerjidir. Bir başka deyişle öz ısı bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C ya da 1 kilogramının sıcaklığını 1 K (Kelvin) artırmak için gerekli olan ısı miktarıdır. Öz ısı, (c) sembolü ile gösterilir. Öz ısı birimi olarak cal/g °C ve J/g °C kullanılır. Suyun öz ısı 4,18 J/g °C'tur. Bu değer, bir gram suyun sıcaklığını bir derece artırmak için 4,18 J'lük ısı gerektiğini gösterir (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: 1 g suyun sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli ısı

Farklı maddeler farklı öz ısıya sahiptir. Yani her maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli ısı miktarı birbirinden farklıdır. Bu değer, maddenin boyutlarına, şekline ve ısınma şekline bağlı değildir. Sadece maddenin cinsine bağlıdır. Bu nedenle bir maddeyi diğerlerinden ayıran ayırt edici bir özelliktir. Örneğin demir için bu değer 0,372 J/g °C iken bakır için 0,418 J/g °C'tur.

Bazı maddelerin öz ısıları Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Madde	Öz ısı $\left(\frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}}\right)$	Öz ısı $\left(\frac{\text{J}}{\text{g } ^\circ\text{C}}\right)$
Demir	0,113	0,372
Bakır	0,1	0,418
Alüminyum	0,217	0,907
Gümüş	0,056	0,234
Kurşun	0,031	0,13
Cıva	0,033	0,138
Buz	0,5	2,090
Su	1	4,18
Zeytinyağı	0,47	1,964
Etil alkol	0,6	2,508

Tablo 5.1: Bazı maddelerin öz ısıları

Tablo incelenirse en büyük öz ısı değerine sahip olan maddenin su olduğu görülür. Suyun bu özelliği yaşam açısından son derece önemlidir. Dünya'nın 3/4 'ünün su ile kaplı olduğunu biliyoruz.

Dünya'nın su yerine su ile aynı kütleye sahip ve öz ısısı sudan yaklaşık 30 kat küçük olan cıva ile kaplı olduğunu düşünelim. Güneş'ten gelen ısıya bağlı olarak cıvadaki sıcaklık değişimi, suya oranla yaklaşık 30 kat büyük olacaktır. Bu su için sıcaklık farkının 10 °C olması, cıva için ise 300 °C olması demektir. Bu durumda yeryüzünde yaşam mümkün olmaz. Öz ısısı büyük olan maddeler geç ısınır geç soğur. Denizlerin karalara oranla geç ısınır geç soğumasının nedeni deniz suyunun öz ısısının topraktan daha büyük olmasıdır.

Isı Sığası

Isı sığası bir maddeye aktarılan ısıнын sıcaklık değişimine oranıdır. Herhangi miktarda bir maddenin sıcaklığını 1 °C (ya da 1 K) artırmak için verilmesi gerekli olan enerji miktarına ısı sığası denir. Isı sığası maddenin ayırt edici bir özelliği değildir. Isı sığası C ile gösterilir.

Isı sığası $C = m \cdot c$ bağıntısı ile hesaplanır.

Bağıntıya dikkat edilirse ısı sığası ile madde miktarı doğru orantılıdır. Buna göre ısı sığasının madde miktarına bağlı değişimi Grafik 5.3'teki gibi olur. Grafiğin eğimi maddenin öz ısısını verir.

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = \frac{C}{m} = c$$



Grafik 5.3: Isı sığası-madde miktarı grafiği

Hâl değişiminin yaşanmadığı durumlarda ısı sığası ve öz ısı, maddelerin ısı alışverişi sonucundaki sıcaklık değişimlerini belirler. Maddelerden ısı sığası büyük olanın sıcaklık değişimi küçük olur. Bu durum, özellikle deniz kenarlarındaki iklim üzerinde etkilidir. Deniz kenarındaki yerlerde iklim genellikle ılımandır. Su pek çok bakımından diğer maddelerden farklı ve özel bir maddedir. Su; geç ısınır, geç soğur. Denizler karalara göre daha geç ısınır soğuduğundan denize yakın yerlerde havalar daha geç ısınır ve daha geç soğur.

Deniz kenarlarında yaz aylarının başlangıcında havanın ve toprağın sıcaklığı giderek belirgin şekilde artarken deniz suyunun sıcaklığı aynı oranda artmaz. Deniz suyu hâlâ soğuktur. Bunun nedeni güneş tarafından aynı derecede ısıtılmalarına rağmen denizlerin ısı sığası büyük olduğundan denizler, kara ve havadan daha geç ısınmasıdır. Yaz mevsimi sona erip sonbahar ayları başladığında hava ve toprak hissedilir şekilde soğurken deniz suyu girilebilecek kadar sıcaktır. Çünkü ısı sığası büyük olan maddeler geç ısındıkları gibi geç de soğur. Denizlerle karaların ısınması arasındaki fark aynı günün içinde bile fark edilebilir. Örneğin yazın sahildeki kumlar gündüz güneşin etkisiyle çabucak ısınarak çıplak ayakla basılamayacak bir sıcaklığa ulaşır. Güneş batmaya başladığında kumlar hızla soğur. Ancak deniz suyunun gece ile gündüz sıcaklığı arasında sadece 2 °C veya 3 °C fark eder ve genellikle biz bunu algılayamayız.

Deniz ve karaların ısı sığalarının farklı oluşu; yazın sabahları denizden karaya, akşamları da karadan denize esen meltem rüzgârlarını oluşturur. Karalar, gündüz daha çok ısınacağı için alçak basınç alanı; denizler ise yüksek basınç alanıdır. Bunun sonucunda denizden karaya rüzgâr eser. Bu rüzgâra deniz meltemi denir (Görsel 5.23.a). Gece ise karalar daha fazla soğuyarak yüksek basınç alanı durumuna geçer. Denizler daha sıcaktır ve basınç azdır. Bunun

sonucunda da karadan denize doğru rüzgâr eser. Bu rüzgâra kara meltemi denir (Görsel 5.23.b).

Dünyadaki tüm su kütlesi düşünülürse atmosferimiz içerisinde sıvı ve buhar hâlindeki suyun, Dünya'nın sıcaklığını ne kadar çok etkilediğini anlayabiliriz. Güneş ışınları su olmasaydı Dünya'yı çok daha fazla ısıtırdı. Bunun tersine Güneş ışınlarının az geldiği yerlerde su ve su buharı soğumayı daha fazla geciktirmektedir. Gece ve gündüz sıcaklık farkının canlıların yaşayabileceği aralıkta olması suyun bu özelliği sayesinde mümkün olabilmektedir. Su ve su buharı âdeta Dünya'nın iklimi olarak görev yapmaktadır.

9.5.1.5. Isı Alışverişi

Amaç: Isı alan veya ısı veren saf maddelerin sıcaklığında meydana gelen değişimin bağlı olduğu değişkenleri analiz etmek.

Çevremizdeki her maddenin sıcaklığı aynı değildir. Örneğin yeni kaynatılmış çay ya da pişirilmiş bir çorba sıcaktır. Buzdolabından çıkarılan su ya da dondurma ise soğuktur.

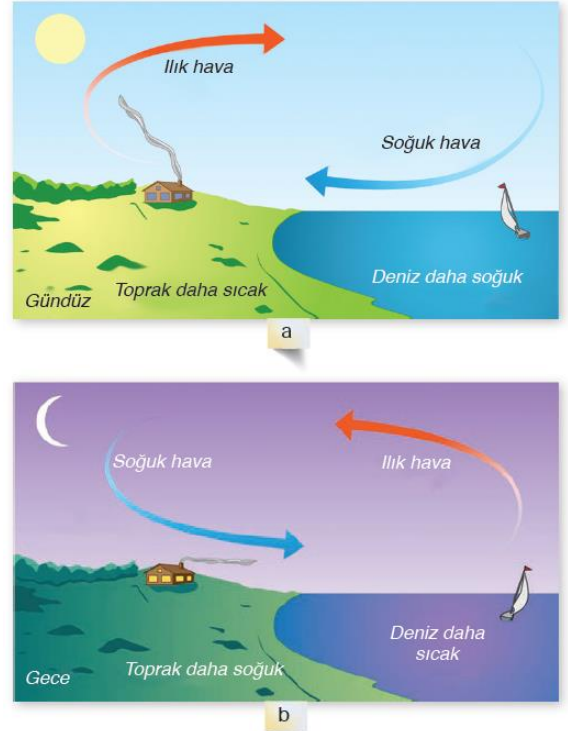
Sıcaklıkları farklı maddeler bir araya getirilirse sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye enerji aktarımı olur. Bunun sonucunda sıcak olanın sıcaklığı düşerken diğer maddenin sıcaklığı yükselir. Örneğin demirciler, ocakta kor hâline getirdikleri demiri, örs üzerinde çekiçle döverek biçimlendirirler.

Daha sonra demir, sertleştirilmek üzere suya daldırılır. Burada demir soğurken suyun sıcaklığı artar. Sıcak demirden soğuk suya enerji aktarılır. Aktarılan bu enerji suyun sıcaklığının artmasına neden olur.

Evlerimizde kullandığımız Görsel 5.27'deki su ısıtıcıları da benzer şekilde suyu ısıtır. Elektrik enerjisi ile ısınan ısıtıcının içindeki metal yapı ısıtıcıdaki suya enerji aktarır. Böylece su ısınır.

Yaz günlerinde soğuk çay içmek pek çok insanın hoşuna gider. Ancak çayın sıcaklığı oda sıcaklığından düşük olmalıdır. Bunun için çayın içine ya bir miktar buz ve limon konur ya da çay bir süre buzdolabında bekletilir. Buzun sıcaklığı çayın sıcaklığından düşük olduğundan çaydan buza enerji aktarılır. Böylece çayın sıcaklığı düşer.

Sıcaklıkları ve kütleleri aynı olan, aynı tür maddelere farklı miktarda ısı, eşit sürelerde verildiğinde maddelerin son sıcaklıkları eşit olmaz. Aynı sürede daha çok ısıtılan maddenin sıcaklığı daha çok artar. O hâlde ısı ve sıcaklık arasında da bir ilişki vardır.

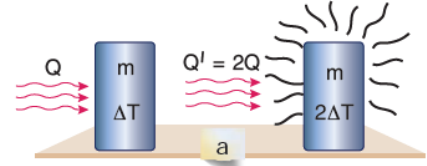


Görsel 5.23.a.b: Kara ve deniz meltemi

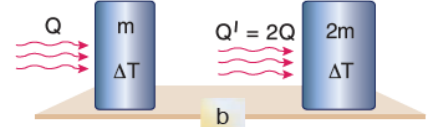


Görsel 5.27: Su ısıtıcısının içi

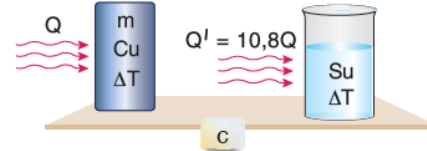
Kütleleri farklı, sıcaklıkları eşit aynı tür maddeler eşit sürelerde özdeş ısıtıcılarla ısıtıldığında maddelerin son sıcaklıkları eşit olmaz. Kütle az olanın sıcaklığı daha çok artar. Bu durum ısı ile kütle arasında bir ilişki olduğunu gösterir.



Görsel 5.31 incelenirse (a) da m kütleli cisme Q ısı verilirse cismin sıcaklığı Dt kadar artarken aynı cisme 2Q ısı verilirse sıcaklık değişimi 2Dt olur. Öyle ise ısı ile sıcaklık doğru orantılıdır.



(b) de m kütleli cisme Q ısı verilirse cismin sıcaklığı Dt kadar artarken 2m kütleli cisimde aynı (Dt) sıcaklık artışını sağlamak için 2Q ısı vermek gerekir. O hâlde ısı ile cismin kütlesi doğru orantılıdır.



Görsel 5.31.a.b.c.

(c) de m kütleli bakır cismin sıcaklığını Dt artırmak için verilen ısı Q ise aynı kütlede suyun sıcaklığını Dt artırmak için verilen ısı 10,8 Q'dur. Isı ile maddenin cinsi arasında da bir ilişki vardır. Isı bakımından maddenin cinsi ile ilgili özelliği daha önce öz ısı olarak adlandırmıştık. Öyle ise ısı ile öz ısı da doğru orantılıdır.

Bu sonuçlara göre maddenin öz ısı, kütlesi ve sıcaklık değişiminden yararlanarak madde tarafından alınan veya verilen ısı miktarı bulunabilir.

Isıyı (Q) ile gösterirsek alınan ya da verilen ısı,

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısı ile hesaplanabilir.

Bu bağıntıda;

$m \rightarrow$ kütle

$c \rightarrow$ ÖZ ISI

$\Delta T = (T_{\text{son}} - T_{\text{ilk}}) \rightarrow$ sıcaklık farkını gösterir.

Örnek - 4

K ve L maddelerine ait ısı ile sıcaklık değişimi Grafik 5.4'teki gibidir.

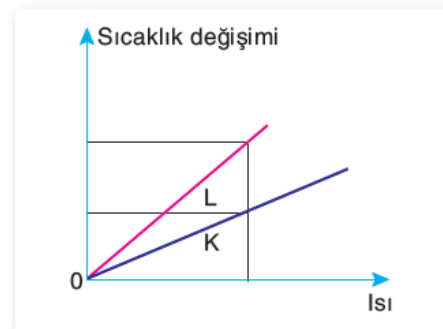
Bu maddelerin ısı sığalarını karşılaştırınız.

Çözüm

Grafikten K ve L maddelerinin aynı miktarda ısı almalarına karşın sıcaklıklarındaki artışın farklı olduğu görülür. K'nın sıcaklığı daha az değişmiştir.

Bunun anlamı K'nın ısı sığasının daha büyük olduğudur.

$$C_K > C_L$$



Grafik 5.4

Örnek - 5 >

X, Y ve Z sıvılarına ait ısı sığası-kütle ilişkisi Grafik 5.5'teki gibidir.

Bu sıvıların aynı olup olmadığı ile ilgili ne söylenebilir?

Çözüm

Bu maddelerin aynı olup olmadığını belirtmek için ayırt edici özellikleri olan öz ısılarına bakmak gerekir.

Grafik'in eğimi öz ısıyı vereceğinden her bir sıvı için eğimleri bulalım:

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = c_X = \frac{40-20}{5} = 4 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = c_Y = \frac{30-10}{5} = 4 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Eğim} = \tan \alpha = c_Z = \frac{20-0}{5} = 4 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$c_X = c_Y = c_Z$ olduğuna göre bu üç sıvı da aynı madde olabilir.



Grafik 5.5

Örnek - 6 >

m kütleli bir X maddesinin öz ısısı c'dir. Bu maddeye Q kadar ısı verildiğinde sıcaklığı T kadar artıyor.

Aynı ısı m kütleli ve öz ısısı 3c olan Y maddesine verilirse sıcaklığı kaç T artar?

Çözüm

X maddesi için

$$Q = mc_X \Delta T$$

$$Q = mc_X T$$

$$T = \frac{Q}{mc_X} \text{ olur.}$$

Y maddesi için

$$Q = mc_Y \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m3c} \text{ bulunur. Buradan}$$

$$\Delta T = \frac{T}{3} \text{ olur.}$$

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

5.Ünite : Isı ve Sıcaklık
2.Bölüm : Hal Değişimi

9.5.2.1. Hâl Değişiminin Bağlı Olduğu Değişkenler

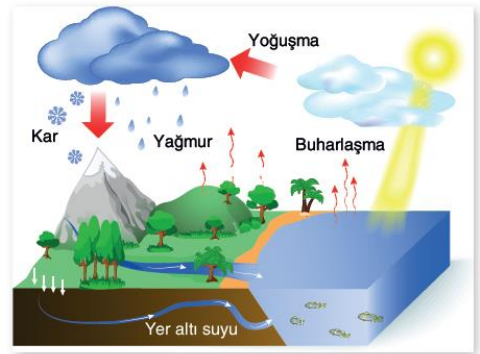
Amaç: Saf maddelerde hâl değişimi için gerekli olan ısı miktarının bağlı olduğu değişkenleri analiz etmek.

Çevremiz sayılamayacak kadar çeşitte madde ile kuşatılmıştır. Bu maddeler katı, sıvı, gaz ve plazma hâlinde bulunabilir. Biz şimdiye kadar maddenin ilk üç hâlini öğrendik. Plazma hâli ve özellikleri ileriki sınıflarda öğrenilecektir. Aslında evrenin yaklaşık %96'lık kısmını plazma hâlindeki maddeler; geri kalanını katı, sıvı ve gaz maddeler oluşturur. Günlük yaşamımızda demir katı, zeytinyağı sıvı, karbondioksit ise gaz olarak karşımıza çıkar.

Uygun koşullar sağlandığında maddeler bulundukları hâlden başka bir hâle geçebilir. Maddenin bir fiziksel hâlden diğerine geçmesine hâl değiştirme denir. Maddeler ısı etkisi ile hâl değiştirebilir. Katı ya da sıvı maddeler ısıtmaya devam edilirse bir süre sonra mevcut fiziksel hâlini koruyamaz; katı ise sıvı, sıvı ise gaz hâline geçer. Sıvı ya da gaz hâlindeki maddeler de soğutulmaya devam ederse sıvılar donar, gazlar ise sıvılaşır. Örneğin kışın çok yoğun geçtiği yerlerde çatılardan gibi buzlar sarkar. Buz, suyun katı hâlidir. Sıcaklık yükselmeye başladığında zamanla bu sarkıtların ucundan sular damlamaya başlar. Buz, katı hâlden sıvı hâle geçer.

Dünyadaki yaşamın devam etmesinde çok önemli rolü olan su döngüsü maddenin hâl değişimi sayesinde gerçekleşir. Yeryüzündeki sular, yerle gök arasında durmadan devam eden bir döngü içindedir.

Yeryüzündeki deniz, nehir vb. kaynaklardan buharlaşan sular, gaz hâline geçerek bulutları oluşturur. Bulutlar soğuk bir hava tabakasına rastlayınca bulutlardan yağış başlar. Sıvılaşp ağırlaşan su damlacıkları yeryüzüne yağmur olarak düşer. Bazen soğuk hava tabakası buluttaki su damlacıklarını dondurur ve bunların kar ya da dolu şeklinde katılaşmasına neden olur. Bu şekilde yeryüzüne döner. Yeryüzüne yağışlarla tekrar dönen su yeryüzü ile gökyüzü arasındaki seyahatine devam eder (Görsel 5.33). Böylece yeryüzündeki su dengesi sürekli olarak korunmuş olur.



Görsel 5.33: Su döngüsü

Doğada maddenin katıdan sıvıya, sıvıdan gaza, gazdan sıvıya, sıvıdan katıya geçerek hâl değiştirmesi ile ilgili ilginç örnekler vardır. Örneğin ılık ve durgun gecelerde ya da sabahın erken saatlerinde havadaki su buharının toprak, bitki veya açıktaki öbür nesnelerin üzerinde çiy ya da şebnem denen çok küçük su damlacıkları oluşturması pek çok insanın ilgisini çeker. Çiy, havadaki su buharının sıvılaşması sonucu oluşur.

Maddeler, atom ya da atomların bir araya gelmesiyle oluşan moleküllerden meydana gelmiştir. Maddeyi oluşturan bu tanecikler birbirlerine kuvvet uygular. Bu bağlara sebep olan

çekim kuvvetleri oldukça büyüktür. Maddeyi oluşturan tanecikler birbirlerine uyguladıkları çekim kuvveti ile aralarında bir bağ oluşturur. Böylece bu tanecikler bir arada bulunur. Maddenin fiziksel hâline göre bağların güçlü ya da zayıf olması farklıdır.

Maddeyi oluşturan tanecikler arasında boşluklar olduğunu, bu boşlukların gaz, sıvı ve katı maddelerde farklılıklar gösterdiğini biliyorsunuz.

Katı maddeyi oluşturan tanecikler birbirine oldukça yakındır. Tanecikler yalnızca titreşim hareketi yapabilir. Katı tanecikleri arasındaki bağlar oldukça güçlüdür (Görsel 5.35.a).

Sıvı tanecikleri arasındaki bağ, katılara göre daha zayıftır. Tanecikler arası uzaklık katılara göre daha fazladır. Sıvı tanecikleri titreşim hareketinin yanında öteleme hareketi de yapar. Bu durum sıvıların akışkan olmasını sağlar (Görsel 5.35.b).

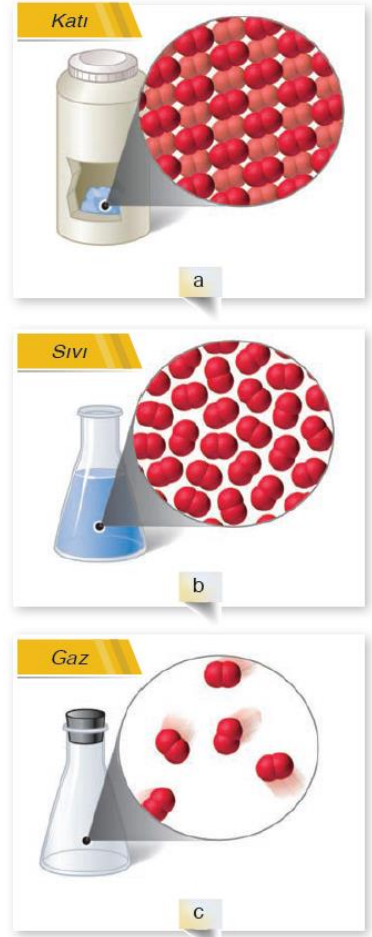
Gaz tanecikleri birbirlerinden bağımsız hareket eder ve sürekli hareket hâlinindedir. Titreşim, öteleme hareketlerinin yanında dönme hareketi de yapar. Tanecikler arasındaki bağ oldukça zayıftır (Görsel 5.35.c).

Tanecikler arasındaki çekim kuvvetinin maddenin fiziksel hâlini belirlediğini biliyoruz. Madde dışarıdan ısı almaya ya da dışarıya ısı vermeye devam ederse maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki çekim kuvvetinde artma ya da azalma şeklinde değişiklikler olmaya başlar. Dışarıdan ısı alan ve dışarıya ısı veren maddelerin sıcaklıkları değişir. Sıcaklık, maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri ile ilgili bir büyüklük olduğundan taneciklerin enerjileri de değişir. Bunun anlamı taneciklerin hızının da değişmesi demektir.

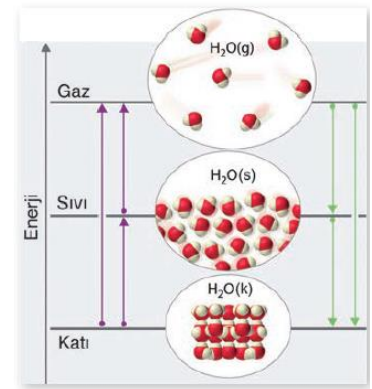
Madde, ısı almaya devam ederse maddenin sıcaklığı belli bir noktaya kadar artar. Bu sırada maddeyi oluşturan taneciklerin hızları artmaya başlar ve tanecikler arasındaki kuvvetler zayıflar. Bir süre sonra tanecikler birbirinden uzaklaşmaya başlar. Belli bir noktadan sonra madde, hâl değiştirir. Madde dışarıya ısı verdiğinde ise tanecikler yavaşlamaya ve birbirine yaklaşmaya başlar. Belli bir noktadan sonra maddede hâl değişimi gözlenir. Örneğin buz, dışarıdan ısı almaya başlarsa önce su, sonra buhar olur. Tersine buhar dışarıya ısı verdiğinde önce su, sonra da buz hâline geçer (Görsel 5.36).

Maddelerin hâl değiştirmeleri erime, donma, buharlaşma, yoğuşma kavramları ile adlandırılmıştır. Bu kavramları yakından inceleyelim.

1. Erime ve Donma



Görsel 5.35.a.b.c: Katı, sıvı ve gaz maddelerinin taneciklerinin hareketi



Görsel 5.36: Enerji alan maddenin taneciklerinin hareketi

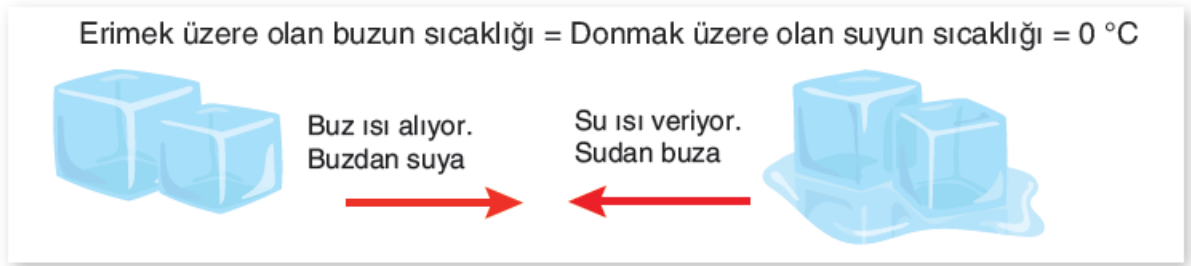
Bir maddenin katı hâlden sıvı hâle geçmesine erime denir. Erimenin başladığı sıcaklığa ise erime sıcaklığı denir. Sabit basınç altında her saf maddenin kendine özgü erime sıcaklığı vardır. Yani erime sıcaklığı maddeler için ayırt edici bir özellik taşır. Örneğin buzun erime sıcaklığı 0 °C'tur. Bazı maddelerin sabit basınç altında erime sıcaklıkları Tablo 5.3'teki gibidir.

Madde	Erime sıcaklığı (°C)
Buz	0
Altın	1063
Bakır	1083
Tungsten	3412

Tablo 5.3: Bazı maddelerin sabit basınç altında erime sıcaklıkları

Erime olayının tersi de donma olarak adlandırılır. Sıvı hâldeki maddenin ısı vererek katılaşmaya başladığı sıcaklığa donma sıcaklığı denir. Suyun donma sıcaklığı 0 °C'tur.

Sabit basınç altında saf maddelerin erime ve donma sıcaklıkları eşittir. Yani sıcaklığı 0 °C olan su donmaya, sıcaklığı 0 °C olan buz da erimeye hazırdır (Görsel 5.38).

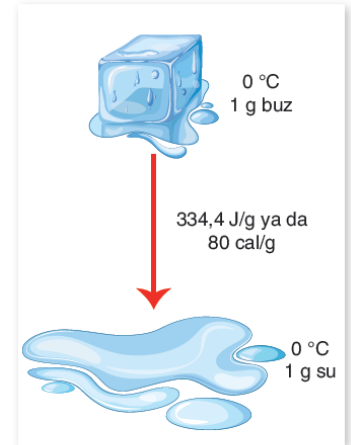


Görsel 5.38: Erimek üzere olan buz ve donmak üzere olan su

Katı bir madde dışarıdan ısı almaya başladığında maddenin sıcaklığı artmaya başlar. Bu artış, madde erime sıcaklığına ulaşınca kadar devam eder ve bu sıcaklığa ulaşınca madde erimeye başlar. Erime sırasında ısı verilmeye devam edildiği hâlde maddenin sıcaklığı yükselmez.

Erime için verilen ısı, maddenin tanecikleri arasındaki çekim kuvvetlerini zayıflatır. Bunun sonucu tanecikler arasındaki bağ kopar ve madde hâl değiştirerek sıvı hâle gelir. Katının tamamı eriyip sıvı hâle dönüştüğünde sıvının sıcaklığı yükselmeye devam eder. Erime sıcaklığındaki 1 gram maddenin katı hâlden sıvı hâle dönüşmesi için gereken ısı miktarına, o maddenin erime ısısı denir. Erime ısısı "Le" ile gösterilir.

Buzun erime ısısı 334,4 J/g'dır. Yani sıcaklığı 0 °C olan 1 gram buz, 334,4 J'lük ısı verilerek eritilebilir ve 0 °C'ta suya dönüşür (Görsel 5.40). Erime ısısı maddelerin ayırt edici özelliklerinden biridir. Bu nedenle farklı maddelerin erime ısıları farklıdır. Örneğin 0 °C olan 1 gram buzun, 0 °C'ta suya dönüşmesi için 334,4 J'lük ısı gerekirken aynı miktar naftalinin sıvılaşması için 30,2 J'lük ısı gerekir. Bazı maddelerin erime ısısı değerleri Tablo 5.4'te verilmiştir.



Görsel 5.40: 1 g buzun 1 g su hâline geçerken verdiği ısı

0 °C'ta 10 g buz 0 °C 10 g su hâline getirmek için gerekli ısı miktarı, 0 °C'ta 1 g buz 0 °C 1 g su hâline getirmek için gerekli ısı miktarının 10 katıdır. Yani katı bir maddenin tamamen eritilebilmesi için gereken ısı miktarı, maddenin kütlesi ile doğru orantılıdır.

Maddenin kütlesi arttıkça erimesi için gereken ısı da artar. Farklı maddelerin eşit miktarlarını eritmek için gereken ısı miktarları farklıdır. Maddenin erime ısı arttıkça erimesi için gereken ısı da artar.

Buna göre katı bir maddenin m gramını tamamen sıvı hâle getirmek için gereken ısı miktarı (Q_e) ise

$$Q_e = m \cdot L_e$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Madde	Erime ısı (J/g)
Buz	334,4
Kurşun	22,57
Alüminyum	321,02
Bakır	175,56
Demir	117,04
Cıva	11,29

Tablo 5.4: Bazı maddelerin erime ısıları

Burada, bir maddenin erime ısı ile maddenin erimesi için gereken ısı kavramlarının farklı kavramlar olduğuna dikkat edilmelidir. Erime ısı erime sıcaklığındaki bir maddenin 1 gramının erimesi için gerekli ısıdır. Maddenin erimesi için gerekli ısı ise bir maddenin hâl değişimi için gereken toplam ısı miktarıdır.

Erime sıcaklığındaki katı bir madde sıvıya dönüşürken ne kadar ısı alıyorsa donma sıcaklığında sıvı madde katılaşırken çevresine o kadar ısı verir. Bu sebeple bir maddenin erime ve donma ısıları eşittir. Sıvılar donarken tanecikleri birbirine yaklaşır ve aralarında bağ oluşumu başlar. Bunun için taneciklerin yavaşlaması gerekir. Yavaşlayan taneciklerin enerjileri azalır. Maddenin taneciklerinin enerjisinin azalması ortama ısı verilmesi anlamına gelir.

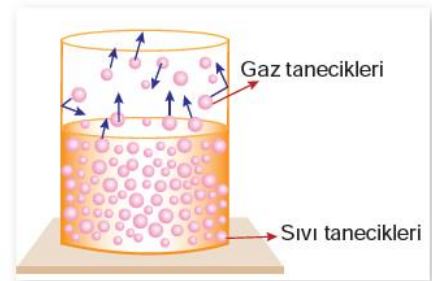
Donma sıcaklığında bulunan 1 gram sıvı hâldeki saf maddenin katı hâle geçerken verdiği ısı miktarına donma ısı denir. Donma ısı, " L_d " ile gösterilir.

Erime ısı = Donma ısı olduğundan sıvı hâldeki bir maddenin katı hâle geçerken verdiği ısı;

$$Q_d = m \cdot L_d \text{ bağıntısı ile hesaplanır.}$$

2. Buharlaşma ve Yoğuşma

Sıvı bir maddenin gaz hâline geçmesine buharlaşma denir. Buharlaşmanın gerçekleşmesi için sıvının ısı almaya ihtiyacı vardır. Isı alan sıvı taneciklerinin hızları, dolayısı ile enerjileri artmaya başlar. Tanecikler kazandıkları enerjiyle moleküller arası çekim kuvvetini yenip sıvının yüzeyini terk ederek serbest hâle gelir. Buharlaşma olayı sıvının yüzeyinde gerçekleşir. Buharlaşma sırasında tanecikler sürekli ve düzensiz bir hareket hâlinindedir. Birbirlerine ve bulundukları kabın çeperlerine çarpır (Görsel 5.41).



Görsel 5.41: Buharlaşan sıvı tanecikleri

Sıvı maddelerin tanecikleri buharlaşırken bu maddeler çevrelerinden sürekli enerji alır. Enerjileri artan tanecikler sıvıdan ayrılır. Bu durum sıvı sıcaklığının azalmasına neden olur. Bir başka deyişle buharlaşma olurken ortamın sıcaklığı düşer.

Buharlaşma çevreden ısı alarak gerçekleşen bir olay olduğundan sıvı buharlaşırken sıvının bulunduğu yüzey soğur. Örneğin elimize kolonya döktüğümüzde veya yüzümüzü

yıkadığımızda serinleriz. Kolonya ve su buharlaşmak için gerekli ısıyı elimizden ve yüzümüzden alır. Kısa süreli de olsa vücudumuz ısı verdiği için sıcaklığı azalır ve serinlik hissederiz.

Bu duruma günlük yaşamımızdan pek çok örnek verebiliriz. Yazın çok sıcak olan bölgelerde balkonları sık sık yıkarız. Su buharlaşırken etrafı serinletir. Yine çok sıcak havalarda avucumuza kolonya döktüğümüzde bir serinlik hissederiz. Kolonya buharlaşmak için gerekli enerjiyi elimizden alır. Böylece elimiz serinler. Buzdolabının olmadığı dönemlerde insanlar soğuk su ihtiyaçlarını testiler aracılığı ile karşılamışlardır. Testinin gözle görülemeyecek kadar küçük gözenekli bir yapısı vardır. Bu gözeneklerden sızan su buharlaşırken testinin içindeki suyu soğutur.

Buharlaşma her sıcaklık derecesinde gerçekleşir. Bundan dolayı buharlaşma için belirli sıcaklık derecesi yoktur. İki özdeş su bardağına ağızına kadar su doldurulsun. Bardaklardan birinin ağzı kapalı, diğeri ağzı açık olarak aynı ortamda birkaç gün bekletildiğinde ağzı açık olan bardaktaki su miktarının azaldığı görülür. Bu bardaktaki suyun azalma nedeni, su ısıtılmadığı hâlde çevresinden aldığı ısı ile bardağın içindeki suyun buharlaşmasıdır. Islak çamaşırlar içlerindeki suyun çamaşırdan uzaklaşması sonucu kurur. Islak çamaşırların kışın soğuk havada bile kuruması buharlaşmanın her sıcaklıkta olduğunun göstergesidir.

Buharlaşma, yeryüzündeki canlılığın devamı için gerekli olan su döngüsünde de çok önemlidir. Yeryüzünde bir yıl içinde buharlaşan su miktarı ile yağış olarak yağan su miktarı aynıdır. Yani buharlaşma ile yağışlar arasında bir denge vardır. Bir an bu dengenin bozulduğunu düşünelim. Bir süre sonra dereler, ırmaklar ve yer altı suları kurumaya başlar. Bu kaynaklarla beslenen deniz ve göllerin suları buharlaşmanın etkisi ile azalır, sonunda bu kaynaklar da kurur.

Maddenin sıvı hâlden gaz hâline geçtiği buharlaşmaya benzer bir olay da kaynamadır. Sıvı hâldeki maddeler ısıtıldığında maddelerin sıcaklığı yükselir. Isı almaya devam eden sıvı, kaynamaya başlar.

Kaynama, buharlaşmanın hızlı hâlidir. Kaynamakta olan bir sıvının ise her noktasında buharlaşma görülür.

Sıcaklık belli bir noktaya geldikten sonra ısı verilmesine rağmen maddenin sıcaklığı değişmez, sabit kalır. Bu sıcaklığa kaynama sıcaklığı denir. Kaynama noktası deniz seviyesinde saf maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Örneğin, su 100 °C'ta, hava -191 °C'ta, cıva 357 °C'ta kaynar.

Gaz hâlindeki bir maddenin ısı kaybederek tekrar sıvı hâle gelmesine ise yoğuşma denir.

Yeryüzündeki suların güneş ışınlarının etkisiyle buharlaştığını biliyoruz. Su buharının soğuk hava ile karşılaşınca çok küçük damlacıklara dönüştüğünü su döngüsünden hatırlayınız. Bu damlacıklar yeryüzüne yağmur, kar ve dolu olarak düşebilir.

Yoğuşmaya günlük yaşamımızdan pek çok örnek verebiliriz. Örneğin banyo yaparken oluşan buhar sebebiyle aynanın üzerinde su damlacıkları meydana gelir.

Soğuk kış günlerinde pencere camına soluğumuzu verdiğimizde, camın yüzeyi buğulanır. Buzdolabından çıkarılan su şişesi ya da meşrubat kutusunun yüzeyinde su damlacıkları oluşur.

Sabahın erken saatlerinde ağaç yapraklarının üzerinde çiy denilen su damlacıklarının oluşma sebebi de havadaki su buharının yoğuşmasıdır.

Tüm bu olaylar su buharının yoğuşmasından başka bir şey değildir. Yoğuşma da buharlaşma gibi bir hâl değişimidir. Öyleyse yoğuşmada da ısı alışverişi vardır.

Gazlar yoğuşup sıvı hâle geçerken dışarıya ısı verir. Sabit basınç altında saf maddelerin kaynama ve yoğuşma sıcaklıkları eşittir. Yani sıcaklığı 100 °C olan su kaynamaya, sıcaklığı 100 °C olan buhar da yoğuşmaya hazırdır (Görsel 5.48).



Görsel 5.48: Gaz hâline geçmeye hazır su ve su hâline geçmeye hazır gaz

Sıvı tanecikleri arasındaki bağların koparılması için sıvıya ısı verilmelidir. Sıvı maddeye ısı verildiğinde sıcaklık değeri kaynama sıcaklığına kadar artar. Sıvıların bundan sonra aldıkları ısı, sıvının gaz hâline geçmesi için harcanır. Buharlaşma sırasında sıvıya aktarılan ısı, tanecikler arasındaki çekim kuvvetlerinin azalmasına ve taneciklerin bağımsız hâle gelmesine neden olur. Kaynama sıcaklığındaki 1 g saf sıvıyı, aynı sıcaklıkta 1 g buhar hâline getirmek için gerekli ısı miktarına, o **maddenin buharlaşma ısı** denir.

Buharlaşma ısı L_b ile gösterilir. Suyun buharlaşma ısı 2257 J/g'dır. Yani sıcaklığı 100 °C olan 1 gram suya, 2257 J'lük ısı verildiğinde su buharlaşabilir ve 100 °C'ta buhara dönüşür

Yoğuşma sıcaklığındaki 1 g saf su buharı, aynı sıcaklıkta 1 g su hâline getirmek için gerekli ısı miktarına, o maddenin yoğuşma ısı denir. Yoğuşma ısı L_y ile gösterilir. Sıvılar buharlaşırken aldıkları ısıyı yoğuşurken geri verir. Bir başka deyişle kaynama sıcaklığındaki buhar, dışarıya yoğuşma ısı kadar ısı verdiği sıvı hâle geçer. Bu nedenle yoğuşma ısı buharlaşma ısına eşittir.

$$L_b = L_y$$

Buharlaşma-yoğuşma ısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Bazı maddelerin buharlaşma ıları Tablo 5.5'te verilmiştir.

Madde	Buharlaşma ısı (J/g)
Su	2257
Alkol	854,97
Alkol	854,97
Sülfürik asit	509,86
Altın	1575,86

Tablo 5.5: Bazı maddelerin buharlaşma ıları

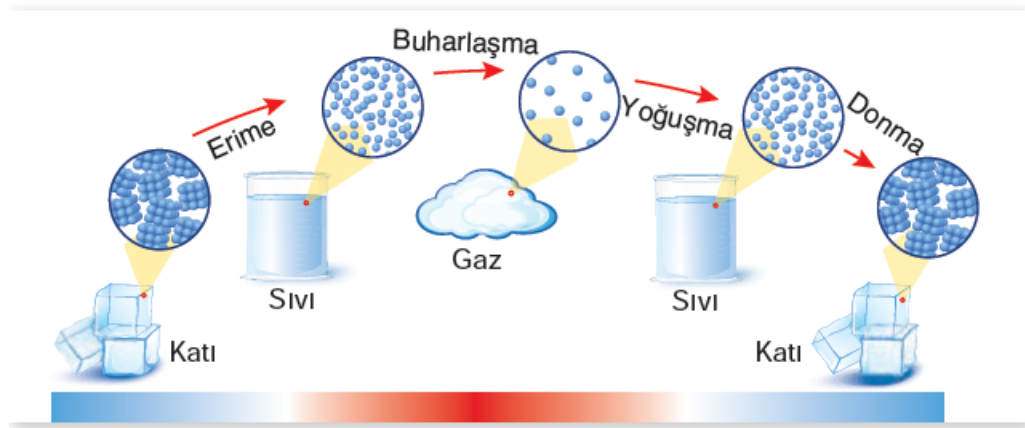
Buharlaşma-yoğuşma ısısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Bazı maddelerin buharlaşma ısıları Tablo 5.5'te verilmiştir.

Kaynama sıcaklığındaki “m” gram sıvıyı buharlaştırmak için gereken ısı; $Q_b = m \cdot L_b$ bağıntısı ile hesaplanır.

Benzer şekilde yoğuşma sıcaklığındaki “m” gram buharın yoğuşurken dışarıya verdiği ısı, $Q_y = m \cdot L_y$ bağıntısı ile hesaplanır.

3. Hâl Değişim Grafikleri

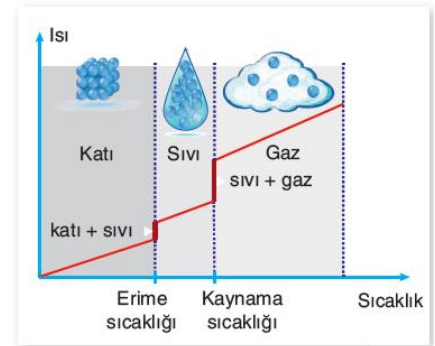
Hâl değişimi, bir maddenin sıcaklığı değişmeden tanecikler arası bağ enerjisinin ısı olarak ya da vererek değişmesi sonucu meydana gelir. Katı bir madde, ısı almaya başladığında önce sıvı, sonra gaz hâline gezer. Tersine, gaz hâlindeki bir madde ısı vermeye başladığında önce sıvı, sonra katı hâline gezer (Görsel 5.51).



Görsel 5.51: Maddenin hâl geçişleri

Hâl değişimi sırasında, saf maddelerin sıcaklığı değişmez. ısı alan katı maddenin sıcaklığı erime sıcaklığına ulaşınca kadar artar. Maddenin tamamı eriyinceye kadar sıcaklık sabit kalır.

Madde tamamen sıvılaşınca maddenin sıcaklığı tekrar artmaya başlar ve madde kaynama sıcaklığına ulaşınca kadar bu artış devam eder. Kaynama süresince sıcaklık sabit kalır. Madde ısıtmaya devam edilirse gaz hâline gezen maddenin sıcaklığı artmaya devam eder (Görsel 5.52).



Görsel 5.52: Hâl değişirme

Günlük yaşamda maddenin hâl değişiminden pek çok alanda yararlanılır. Örneğin sıvılaştırılmış gazlar mutfaklarımızda ve otomobillerde LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı), LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz) kullanılır. Gazlar, yüksek basınç ve düşük sıcaklıklarda kolaylıkla sıvılaştırılabilir. Bu özellikleri onların depolanmalarında büyük kolaylık sağlar. Çünkü gazlar normal şartlarda çok büyük hacim kapladıklarından depolanmaları neredeyse imkânsızdır. Bunlardan **LPG**, ham petrolün rafinerilerde damıtılması esnasında veya petrol yataklarının üzerinde bulunan doğal gazın ayrıştırılması ile elde edilen renksiz, kokusuz, havadan ağır ve yanıcı bir gazdır. Sabit basınç

altında sıvılaştırılarak kullanıma sunulur (Görsel 5.53.a). Ülkemizde her 10 araçtan 4'ünde LPG kullanılmaktadır. Ayrıca soğutucularda da gazların sıvılaştırılarak kullanıma teknolojiden yararlanılmıştır (Görsel 5.53.b). Bu teknolojik ürünlere klimaları ve buzdolaplarını örnek verebiliriz.

Maddeler genellikle hâl değiştirirken katı sıvı gaz ya da gaz sıvı katı sırasını takip eder. Ancak bazı durumlarda sıvı hâli hiç gerçekleşmez. Katı bir madde doğrudan gaz hâline; gaz hâlindeki bir madde de doğrudan katı hâle geçebilir.

Katı hâldeki maddenin çevreden ısı alıp sıvı hâle geçmeden doğrudan gaz hâle geçmesine de **süblimleşme** denir. Naftalin, iyot süblimleşen maddelere örnektir. Gaz hâlindeki su buharının ani sıcaklık değişiminin etkisiyle çevresine ısı verip sıvı hâle geçmeden doğrudan katı hâle geçmesine **kırağlaşma** denir. Kırağı; çimen, ot ve ağaç yapraklarının üzerinde biriken buz kristalleridir.



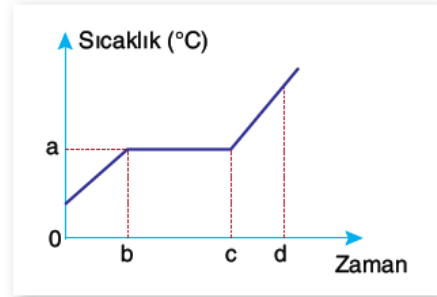
Görsel 5.53.a.b: LPG ve LNG tüpleri

Örnek - 8

Grafik 5.10'da saf bir katının ısıtılmasıyla ilgili sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) a, katının ayırt edici bir özelliğidir.
- B) a, katının kütlesiyle değişir.
- C) b-c aralığında maddenin katı ve sıvı hâlleri birlikte bulunur.
- D) b anından önce madde katı hâldedir.
- E) d anından önce madde tamamen sıvı hâldedir.



Grafik 5.10

Çözüm

a noktası katının erime noktasıdır ve kütlesiyle değişmez. Dolayısıyla B seçeneği yanlıştır.

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

5.Ünite : Isı ve Sıcaklık
3.Bölüm : Isıl Denge

9.5.3.1. Isıl Denge Kavramı

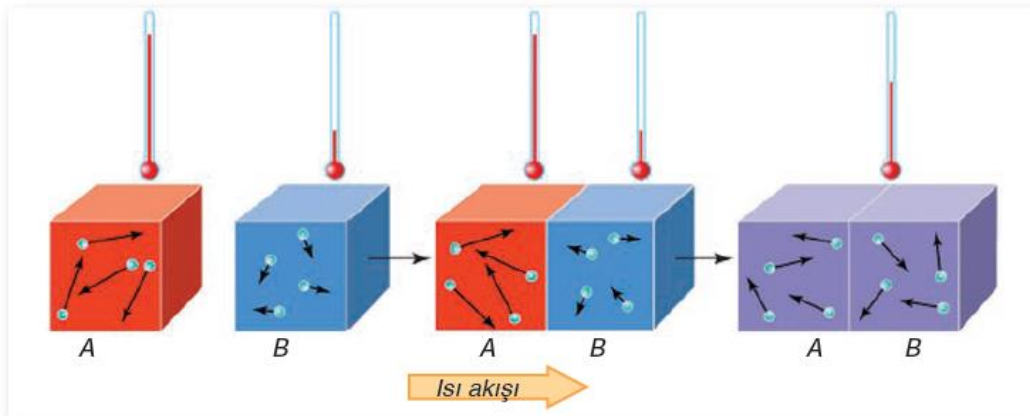
Amaç: Isıl denge kavramının sıcaklık farkı ve ısı kavramı ile olan ilişkisini analiz etmek.

İki maddeden birinin sıcaklığının diğerinden farklı olması hâlinde, sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı aktarıldığını öğrendik. Isıl temas hâlindeki iki sistemde, ısı yüksek sıcaklıklı sistemden düşük sıcaklıklı sisteme doğru aktarılır.

“İlştirmek” kavramı günlük konuşma dilinde sıkça kullandığımız kavramlardan biridir. Banyo yaparken su çok sıcak ya da soğuk olduğunda suyun sıcaklığının istediğimiz derecede olması için suyu ılıştırırız yani sıcak ile soğuk suyu karıştırırız. Buzdolabından çıkardığımız su çok soğuksa ya bir süre dışarıda bekletiriz ya da üzerine daha sıcak su ekleyerek suyu ılıştırırız. Tüm bu işlemlerde sıcak madde ile soğuk madde arasında ısı alışverişi olur. Ancak bu alışveriş sonsuz değildir.

Maddelerin sıcaklığı birbirine eşit olduğu zaman net ısı aktarımı durur. Net ısı alışverişi sıfırdır. Isıl denge iki sistem arasındaki ısı alışverişinin sona ermesi yani iki sistemin aynı sıcaklığa ulaşması anlamına gelir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta net enerji alışverişinin (yani ısının) sıfır olmasıdır. Bir sistem diğerine hâlâ enerji aktarabilir ama aynı miktarda enerji de ikinci sistemden birinciye aktarılır. Denge sıcaklığının ısı dengeye erişmesi sistemlerin ortak sıcaklığıdır. Isıl denge için sistemlerin sıcaklıklarının aynı olması zorunludur. Bunların sıcaklıkları aynı değilse sistemler ısı dengede olamazlar. Isı aktarımı sıcaklıklar eşitleninceye kadar sürer. Bu durum ısı denge olarak nitelendirilir. Örneğin sıcaklıkları farklı A ve B maddeleri Görsel 5.56’teki gibi bir araya getirilirse aralarında ısı alışverişi olur. Sıcaklığı yüksek olan A maddesinden sıcaklığı düşük olan B maddesine enerji akışı olur. A ısı verirken B alır. Bir süre sonra her iki madde ısı dengeye ulaşır ve sıcaklıkları eşit olur. (Görsel 5.56). Maddelerin ısı dengeye gelinceye kadar aldıkları ve verdikleri ısı miktarları eşittir. Yani

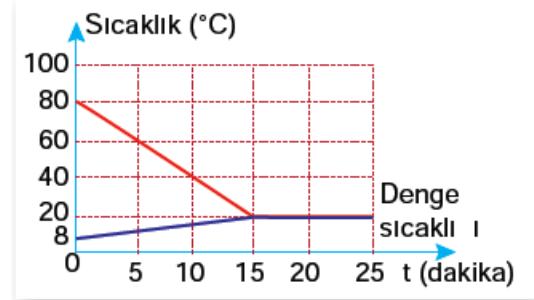
$$Q_A = Q_B \text{ dir.}$$



Görsel 5.56: Isıl denge

Sıcaklığı 80 °C olan bir sıvı ile 8 °C olan bir sıvı karıştırıldığında sıcaklığı yüksek olan sıvı ısı verir, diğeri ısı alır. Bu ısı alışverişi her iki sıvının sıcaklıkları eşit olana kadar devam eder. Denge sıcaklığı ile ilgili grafik, Grafik 5.12'deki gibi olur. Sıcaklık-zaman grafiği soğuk suyun (mavi çizgi) ve sıcak suyun (kırmızı çizgi) sıcaklıklarının zamana göre nasıl değiştiğini gösterir. Bu grafiğe göre, sıcaklığı 8 °C olan su oda sıcaklığına yani 20 °C'a 15 dakikada ulaşmış, sonra hep 20 °C'ta kalmış.

Sıcaklığı 80 °C olan madde oda sıcaklığına 15 dakikada ulaşmış, sonra onun da sıcaklığı 20 °C'ta sabitlenmiştir. Hem sıcak hem de soğuk madde mutfaktaki hava ile ısı dengeye ulaşmıştır.



Grafik 5.12: Denge sıcaklığı

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

5.Ünite : Isı ve Sıcaklık

4.Bölüm : Enerji İletim Yolları ve Enerji İletim Hızı

9.5.4.1. Enerji İletim Yolları

Amaç: Enerji iletim yollarını örneklerle açıklamak.

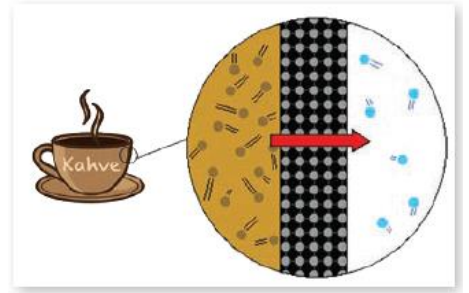
Enerji aktarımının, her zaman sıcaklığı yüksek olan maddelerden, sıcaklığı düşük olan maddelere doğru olduğunu biliyoruz. Bu nedenle aynı ortamdaki cisimler ısı dengeye ulaşınca kadar enerji aktarımı devam eder.

Enerji aktarımı; iletim, konveksiyon ve ışıma olmak üzere üç farklı yolla gerçekleşir.

1. Isının İletim Yolu ile Aktarımı

Bir katı maddeyi bir ucundan ısıtmaya başlayalım. Maddenin ısıtılan ucundaki taneciklerinin hareketliliği artar. Tanecikler daha hızlı titreşmeye başlar. Titreşen bu tanecikler, etraflarındaki diğer taneciklerle çarpışarak onların da titreşim hızını artırır. Böylece ısı, maddenin bir ucundan öbür ucuna doğru aktarılır.

Görsel 5.59'daki fincana sıcak kahve doldurulduğu andan itibaren fincanın kahveye temas ettiği noktalarda fincanı oluşturan taneciklerin hareketliliği artar ve sıcaklıkları yükselir. Bir süre sonra fincan elle tutulamayacak kadar sıcak olabilir. Böylece iletim yolu ile ısı aktarımı gerçekleşir. Isının iletim yolu ile aktarılması için maddelerin temas hâlinde olması gerekir. Bu şekilde ısı aktarımı ancak taneciklerin birbirine çok yakın olduğu, katı hâldeki maddelerde gerçekleşir. Ancak her katının ısı iletimi aynı değildir. Örneğin parktaki bankın demir ve ahşap kısmına ayrı ayrı dokunduğunuzda bu iki maddenin sıcaklıklarını farklı algılarız. Çoğumuz demirin ahşaba göre daha soğuk olduğunu düşünürüz. Bu durum demirin ve ahşabın ısı iletimlerinin birbirlerinden farklı oluşundan kaynaklanır.



Görsel 5.59: Kahveden fincana ısı iletimi

Maddelerin ısıyı iyi iletip iletmemelerinin avantajları teknolojiye birçok kullanım alanı bulmuştur. Örneğin tavalar tasarlanırken yemeğin pişeceği kısmın, ısıyı iyi ileten bir maddeden, sap kısmının ise ısıyı iletmeyen bir maddeden yapılması gerekir. Bunun için tava ve tencerelerin gövdeleri ısıyı iyi ileten metalden, sap kısımları ise genellikle bakalitten yapılır.

Isının iletim yoluyla aktarılabilmesi için maddeyi oluşturan taneciklerin birbiri ile çarpışması ve çarpıştığı taneciği de titreştirmesi (yani ona enerji aktarması) gerekir. Bu nedenle ısı iletim yoluyla daha iyi aktarılabilmesi için tanecikler arasındaki boşluğun az ve taneciklerin düzenli olması gerekir.

Isı; sıvı ve gaz maddelerde de iletim yolu ile aktarılabilir. Isının iletim yoluyla aktarılması katı maddelerde, sıvı ve gaz hâlindeki maddelerden daha kolay gerçekleşir. Bunun nedeni ise katı taneciklerinin düzenli ve aralarındaki boşluğun çok az olmasıdır.

Sıvı ve gaz hâlindeki maddenin tanecikleri arasındaki boşluk, katılara göre daha fazla ve tanecikler daha düzensiz olduğu için ısının sıvı ve gazlarda iletim yoluyla aktarılması katılara göre çok daha yavaş gerçekleşir.

2. Konveksiyon Yolu ile Enerji Aktarımı

Sıvı ve gaz gibi akışkanlarda enerjinin aktarılması konveksiyon yoluyla olur. Isının, maddeyi oluşturan taneciklerin yer değiştirmesiyle aktarılmasına ısının **konveksiyon** yoluyla aktarılması denir. Konveksiyon yoluyla enerji aktarımı için maddesel ortama ihtiyaç vardır.

Su dolu çaydanlığı ocağın üzerine Görsel 5.62'deki gibi koyalım. İlk olarak kap tabanındaki su tanecikleri ısınır. Isınan tanecikler genişler. Genleşip yoğunluğu azalan tanecikler yukarıya yükselir. Yerlerine ise daha soğuk ve yoğunluğu büyük tanecikler gelir. Su taneciklerinin hareketleri ile ısı, kabın içine aktarılmış olur.

Isınan sıvı ve gazların hacimleri genişleme sonucunda artar. Buna bağlı olarak akışkanın özkütlesi azalır ve ısınan tanecikler akışkanın daha üst kısımlarına doğru hareket eder. Yukarıya hareket eden moleküller enerjiyi de beraberinde taşır. Akışkanın yüzeyindeki tanecikler ise sıvının altına doğru hareket ederek diğerlerinin yerini alır. Sürekli yer değiştiren sıvı moleküllerinin bu hareketi sayesinde suyun tamamının sıcaklığı artmış olur.

Binaları ısıtmak için kullandığımız kalorifer radyatörleri de Görsel 5.63'te görüldüğü gibi benzer bir konveksiyon akımı oluşturur. Radyatöre temas eden hava ısınır, ısınan havanın hacmi artacağından özkütlesi azalır ve tavana doğru hareket eder. Tavandaki soğuk havanın özkütlesi ısınan havadan daha fazla olduğu için aşağı doğru hareket ederek sıcak havanın yerini alır. Bu durum sirkülasyon şeklinde devam eder. Böylece odanın içindeki hava ısınmış olur. Seyahat balonları bu şekilde havalanır. Balonun içinde ısınan ve yoğunluğu azalan hava tanecikleri yükselir. Yerlerine soğuk hava tanecikleri gelirken balon içinde bir hava akımı oluşur. Isı, taneciklerin hareketi ile balon içinde yayılır. Isınan havanın tanecikleri arasındaki uzaklık artar ve hava genişler, böylelikle havanın yoğunluğu azalır ve balon yükselir (Görsel 5.64).

Isının konveksiyonla yayılmasına sadece sıvı ve gazlarda rastlanır. Katılarda konveksiyonla ısı aktarımı olmaz.

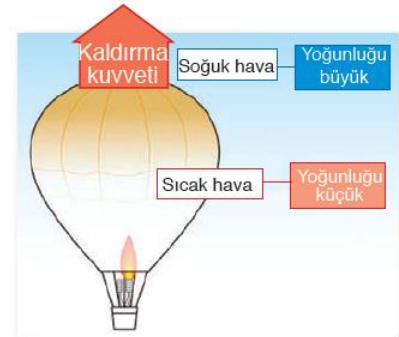
3. Işıma Yoluyla Enerji Aktarımı

Yeryüzündeki canlılar yaşamlarını Güneş'e borçludur.

Nükleer enerji dışında tüm enerjilerin kaynağı Güneş'tir. Enerjinin iletim ve konveksiyon ile aktarımı için maddesel ortama ihtiyaç duyulduğunu öğrenmiştik. Güneş ile Dünya arasında enerji aktarımının gerçekleşebileceği maddesel bir ortam yoktur. Güneş ışınları atmosferimize ulaştığında maddesel bir ortamdan söz edilir.



Görsel 5.63: Kaloriferin odayı ısıtması



Görsel 5.64: Seyahat balonlarının hareketi

Ancak atmosferimiz de iyi bir ısı iletkeni değildir. Bu nedenle Güneş ışınlarının iletim ve konveksiyon yoluyla Dünya'ya ulaşması mümkün değildir. O hâlde Güneş ışınlarının Dünya'mıza ulaşımı farklı bir yolla gerçekleşmektedir.

Güneş'in yüzey sıcaklığı yaklaşık 5600 °C'tur. Dünya, Güneş'in yaptığı bu ışımlar sayesinde ısınmaktadır. Güneş enerjisinin Dünya'mıza taşınması ışıma (radyasyon) yoluyla gerçekleşmektedir.

Enerjinin elektromanyetik dalgalarla taşınmasına **ışıma**, denir. Isının ışınlarla yayılmasına **ışıma yoluyla aktarma** denir. Elektromanyetik ışıma aracılığı ile Güneş'ten yer atmosferinin 1 m² sine yaklaşık olarak her saniye 1340 J'lük enerji ulaşmaktadır.

İşıma yoluyla gerçekleşen enerji aktarımında maddesel ortama ihtiyaç yoktur. Güneş enerjisi, elektromanyetik dalgaların boşlukta ışık hızıyla yayılması sonucunda kısa sürede Dünya'ya ulaşır. Mikrodalga fırından ve elektrik sobasından çevreye elektromanyetik dalgalar yoluyla enerji yayılır. Bu dalgaların taşıdığı enerjinin cisimler tarafından soğurulması (emilmesi) sayesinde enerji aktarımı gerçekleşir.

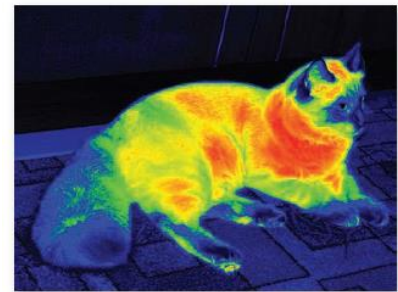
Isı, yanan odun ateşinden, kaloriferden, soba ve lambadan da ışıma yolu ile yayılır. Tüm sıcak cisimler ışıma yoluyla etrafa ısı yayar. Geceleri Dünya yüzeyi soğur. Güneş görmeyen taraftaki Dünya yüzeyi, ışımayla ısı alamaz; tam tersine, bu yüzeyden ışımayla etrafa ısı yayar.

Koyu renkli cisimler, açık renkli cisimlere göre daha çok ısınır. Bunun sebebi koyu renkli yüzeylerin daha fazla ışını tutması yani soğurmasıdır. Bir maddenin ışınları tutmasına **soğurma** ya da **yutma** denir. Farklı renkli yüzeyler ışığı farklı miktarlarda soğurur. Parlak ve pürüzsüz yüzeyler, açık yüzeyler gibi ışınları yansıtır. Mat ve pürüzlü yüzeyler, koyu renkli yüzeyler gibi ışınları soğurur. Ayrıca ısı, koyu renkli yüzeylerde açık renkli yüzeylere göre daha hızlı yayılır.

Kirli karların beyaz karlardan daha önce erimesinin nedeni de kirli karın ısıyı daha çok soğurmasıdır.

Cisimler, üzerlerine düşen enerjinin bir kısmını yansıtırken bir kısmını da soğurur. Soğurma ile yansıtma birbirinin tersi olaylardır. Enerjiyi iyi soğuran bir cisim, üzerine gelen enerjinin çok azını yansıtır. Dolayısıyla bir madde iyi soğurucu ise kötü yansıtıcıdır. Siyah vb. koyu renkli maddeler, iyi soğurucu olmalarının yanında kötü yansıtıcıdır.

Hangi sıcaklıkta olursa olsun, bütün maddeler ışıma yapar. Canlılar, kızılötesi ışıma yaptıkları için termal kameralardan tespit edilebilir. Görsel 5.68'de termal kamera ile görüntülenmiş bir kedi görülmektedir.



Görsel 5.68: Termal kamera görüntüsü

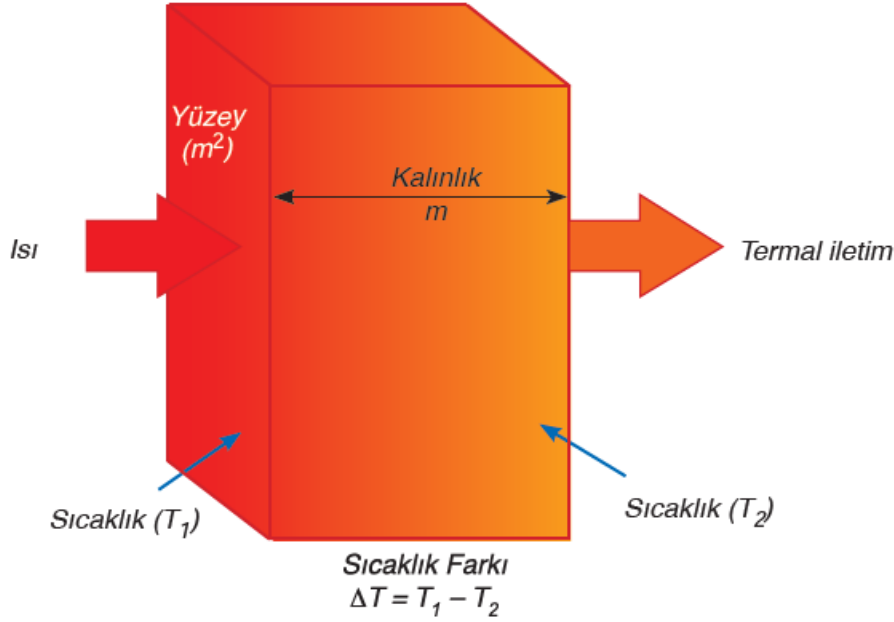
9.5.4.2. Katı Maddelerdeki Enerji İletim Hızı

Amaç: Katı maddelerdeki enerji iletim hızını etkileyen değişkenleri incelemek.

Soğuk havalarda aynı odada çıplak ayakla betona ve halıya bastığımızda, beton daha soğuk hissedilir. Aslında uzun süredir aynı odada oldukları için beton ve halı ısı dengededir yani aynı sıcaklıktadır. Çıplak ayakla halıya, parkeye ya da fayansa basıldığında bunların

sıcaklıkları neden farklı hissedilir? Peki, beton, halıdan neden daha soğuk hissedilir? Bu durum parktaki bank için de geçerlidir. Uzun süre aynı ortamda bulunan bankın ahşap ve metal kısmının sıcaklıkları aynıdır.

Maddenin ısı iletim hızı pek çok faktöre bağlıdır. Isı iletim hızını etkileyen bu değişkenler Görsel 5.71'deki gibidir.



Görsel 5.71: İletim hızını etkileyen faktörler

Katı maddelerde ısı iletim hızı;

- Maddenin cinsine,
- Isının iletildiği yüzeyin alanına,
- Kalınlığına,
- İki yüzey arasındaki sıcaklık farkına bağlıdır.

1. Maddenin Cinsi

Isı iletkenliği ya da **ısıl iletkenlik** bir maddenin ısıyı ne kadar iyi iletebildiğini gösteren bir özelliktir, bu özelliğe **ısı iletim katsayısı** da denir, k simgesiyle gösterilir.

Isı iletim katsayısı 1 m² lik yüzey alanına sahip ve iki yüzeyi arasında 1 °C sıcaklık farkı olan malzemenin bir yüzeyinden diğer yüzeyine en kısa mesafede, birim zamanda geçen ısı miktarıdır. Birimi W/mK'dir (Watt/metre. kelvin). Tablo 5.6'da bazı maddelerin 25 °C'ta ısı iletim katsayıları verilmiştir. Maddenin ayırt edici bir özelliğidir. Bu nedenle her maddenin ısı iletim katsayısı farklıdır. Maddelerin ısı iletimlerinin farklı olması günlük hayatta evlerimizin yapısından kıyafetlerimize kadar pek çok alanda yaşamımızı etkiler. Bazı durumlarda ısıyı iyi ileten malzemeler kullanmamız gerekirken bazen de iyi iletmeyen malzemelere ihtiyaç duyarız. Tahta, cam,

Madde türü	Isı iletkenliği (W /mK)
Beton	0,7
Suni köpük	0,01
Strafor	0,0039
Cam	1,05
Hava	0,024
Koyun yünü	0,039
Tuğla	0,6
Gümüş	406,0
Bakır	385,0
Alüminyum	205,0
Demir	80

Tablo 5.6: Bazı maddelerin ısı iletkenlik katsayısı

yün, kâğıt ve suni köpük gibi maddeler enerji iletimini geciktirir. Örneğin yemek yapılırken genellikle tahta kaşık kullanılmaktadır.

Tahta kaşığın ısı iletim katsayısı metalinkinden düşüktür. Tahta, ısıyı daha yavaş iletir. Yemek yaparken tahta kaşık kullanırsanız eliniz yanmaz. Eğer metal kaşık kullanırsanız eliniz yanar. Koltuk, sandalye vb. eşyaların oturulan kısımları; enerji iletim hızları düşük olan tahta, kumaş, sünger ve elyaf gibi maddelerden üretilir. Böylece vücudumuzun enerji kaybı en aza indirilerek üşümemiz engellenir. Bunun yanı sıra sıvılar ve gazlar genelde iyi yalıtkandır.

Isının iletilmemesi ya da çok az iletilmesi istenen durumlarda ısı iletim katsayısı düşük olan malzemeler kullanılır. Örneğin hava, ısı iletim katsayısı düşük olan bir maddedir. Diğer bir deyişle hava iyi bir ısı yalıtkanıdır. Bu özelliğinden dolayı pencere camlarından termoslara kadar pek çok alanda yalıtkan olarak kullanılır.

Pencere camları çift cam olarak tasarlanır ve iki cam katmanının arasına hava ya da ısı iletkenliği daha da düşük olan bir gaz konulur. Benzer şekilde termoslar iç içe geçmiş iki kaptan oluşur. İki kap arasında hava bulunur. Böylece termosun içindeki sıvının sıcaklığı uzun süre korunur. Havanın ısı yalıtımı açısından önemi yalnızca insanlar tarafından fark edilmiş değildir. Doğadaki pek çok canlı bunu kullanır. Örneğin kuşlar kışın soğuk havalardan korunmak için tüylerini kabartarak aralarına hava dolmasını sağlarlar. Böylece vücut sıcaklıklarını daha kolay koruyabilirler.

2. Kesit alanı

Odada bulunan iki pencereden büyük olanda gerçekleşen ısı kaybı, küçük olana göre daha hızlı olur. Aynı durum çatılar için de geçerlidir. Geniş yüzeyli çatılarda meydana gelen ısı kaybı da küçük yüzeyli çatılara göre daha hızlı olmaktadır. Bu nedenle özellikle kışın çok soğuk geçtiği İsveç, Norveç gibi ülkelerde evlerin çatıları ve pencereleri küçüktür. Çünkü pencerenin kesit alanı büyüdükçe ısı iletim hızı artar. Benzer şekilde soğuk bir duvara avucunuzun tamamıyla dokunursanız eliniz, bir parmağınızın ucuyla dokunmanıza göre daha çabuk soğuyacaktır.

3. Sıcaklık Farkı

Bütün özellikleri aynı olan ve aynı miktarda ısıtılan iki evden biri Erzurum'da, diğeri Adana'da olsun. Kışın hangi evde ortam daha sıcak olur? Elbette ki Adana'da olan ev daha sıcak olacaktır. Çünkü dış ortamın sıcaklığı her iki şehirde oldukça farklıdır. Kışın Adana'da sıcaklık genelde 10 °C'un altına düşmezken Erzurum'da genellikle sıfırın altında olur. ısı iletim hızı, sıcaklık farkıyla doğru orantılıdır. Bu durumda dışarı ne kadar soğuksa evlerin içinin sıcaklığını korumak da o kadar güç olacaktır.

4. Kalınlık

Bu soruların cevaplarının hepsi, ısı iletim hızının maddenin kalınlığı ile olan ilişkisi ile ilgilidir. Maddenin kalınlığı ısı iletim hızını etkiler. Çünkü maddenin kalınlığı arttıkça enerji aktarılabilecek tanecik sayısı artmaktadır. Bu durum enerji aktarım hızını yavaşlatmaktadır. Bir başka deyişle kalınlık arttıkça ısı iletim hızı düşer. İnsanlar özellikle ısınma problemlerini en aza indirmek için evlerinin duvarlarını günümüzdeki evlere göre daha kalın yapmışlardır.

Dünyada ve ülkemizde bu evlerin değişik örneklerini görmek mümkündür. Bazen de sıcaktan korunmak için duvarlar kalın yapılır. Örneğin ülkemizin en sıcak illerinden Mardin'de bu ev örneklerine rastlamak mümkündür.

Mardin'deki eski evlerin çoğu bu sarı kalker taşlarıyla oldukça kalın bir şekilde yapılmıştır. Sıcak ve soğuk havalarda sertleşen bu taş, evde yaşayanlar için avantaj sağlar. Çünkü bu kalın taşlar sayesinde evlerin içi yazın serin, kışın sıcak olur.

Kışın kalın giysiler giyilmesinin sebebi de ısı kaybını en aza indirmektir.

9.5.4.3. Enerji Tasarrufu

Amaç: Enerji tasarrufu için ısı yalıtımının önemini açıklamak.

Binalarımızı ısıtmak (veya soğutmak) için tüketilen yakıt miktarı, binanın dış kabuğunu (dış duvar, pencere, çatı vs.) meydana getiren yapı kısımlarında kullanılan malzemelerle doğrudan ilgilidir. Bugün ülkemizde tüketilen enerjinin petrol eş değeri olarak %40'ı yapıların ısıtılmasında, %34'ü sanayide ve geri kalanı da ulaşım vs. de tüketilmektedir. Sadece ısı yalıtımı önlemleri alınarak kullanılan enerjinin %50 - %70'ini tasarruf etmek mümkündür. Bu da parasal olarak yılda birkaç milyar dolar demektir. Yalıtımın ülkede yaygınlaştırılması hâlinde sağlanacak tasarruftan devletin yeni bir kaynağa kavuşması kadar aile bütçeleri de kazançlı çıkacaktır.

Bu amaçla ülkemizde 1 Ocak 2011'den itibaren yeni yapılan binalarda yapı kullanım izinlerinin alınabilmesi için "Enerji Kimlik Belgesi"nin çıkartılması zorunlu hâle getirilmiştir. Enerji kimlik belgesi; binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ve 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu gereğince binaların enerji kaynaklarının verimli ve etkin kullanılmasını, enerji israfının önlenmesi ile doğanın korunmasını sağlamak için asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ile enerji tüketim sınıflandırmasının yanı sıra sera gazı salımı seviyesi, yalıtım özellikleri, ısıtma, soğutma ve/veya varsa havalandırma sistemlerinin verimi ile alakalı bilgileri içeren bir belgedir. Bu belgeye kısaca EKB Belgesi de denilmektedir.

Enerji Kimlik Belgesi'ne göre tüm binalar A ve G harfleri aralığında bir enerji sınıfı alır. A verimli bina, G ise verimsiz bina anlamına gelir. Olması gereken yapı ve yalıtım standartlarını tam olarak sağlayan bir bina ise C enerji sınıfı adını alır. Yeni yapılan veya yapılacak olan binalarda enerji kimlik belgesi sınıfı en düşük C olacak şekilde tasarlanmalı ve binalar buna göre inşa edilmelidir. C sınıfının altında performans gösteren binalar kanunlar gereği iskân (yapı kullanma izni) alamamaktadır.

Enerji tüketiminizin %82'si binaların ısıtılmasında kullanılır. Bu binalarda enerji kaybını en aza indirmek için iyi bir yalıtım yapmak gerekir. Bunun için binalarda en fazla enerji kaybı olan yerler tespit edilmelidir. Günümüzde bu iş termal kameralarla yapılmaktadır. Bu kameralarla inşaat hatalarından kaynaklanan, ısı kaybına yol açan noktalar; kapı, pencere, çatı, duvar vb. yerlerdeki ısı kayıplarının görünümü elde edilir. Görsel 5.76'daki gibi termal kameralarla görüntülenen binalarda sıcak bölgeler açık renk, soğuk bölgeler ise koyu renklidir. Bu kameralarla -50 °C ile 2000 °C arasındaki sıcaklık değişimleri görüntülenebilmektedir.

Dünyanın her yerinde enerji tasarrufu için doğa koşullarına göre en ekonomik ısı yalıtım sistemleri içeren tasarımlar yapılmaktadır. Buna örnek olarak Norveç'teki dünyaca ünlü Torf evleri verilebilir.

Bu evlerin yapımında, toprak ve bitki kökleriyle çevrili mağaralarda kış uykusuna yatan hayvanlardan esinlenilmiştir. Çim evler, soğuk havalarda sıcak, sıcak havalarda ise serin olmaktadır. Torf evler, tarihi bin yıla uzanan geleneksel mimarinin bir parçasıdır. Teknolojinin

olmadığı dönemlerde malzemenin olmaması ve iklim şartlarının zorluğu nedeniyle yapılmaya başlanmıştır. Çim çatılı evler inşa etme geleneği uzun zamandır Norveç, İskoçya, İrlanda, Faroe Adaları, Grönland ve Hollanda gibi pek çok farklı bölgede görülmektedir.

9.5.4.4. Hissedilen Sıcaklık

Amaç: *Hissedilen ve gerçek sıcaklık arasındaki farkın sebeplerini yorumlamak.*

Hava tahmini verilirken iki farklı sıcaklık değerinden bahsedildiğini fark etmişsinizdir. Bu sıcaklıklardan birincisi termometre ile ölçülen gerçek sıcaklık değeri, ikincisi ise neme bağlı olarak hissedilen sıcaklık değeridir. Bu nedenle hava tahmin raporlarında termometre ile ölçülen sıcaklık yanında ortamın en yüksek ve en düşük nem oranı da belirtilir (Tablo 5.7).

Saat	Beklenen Durum	Sıcaklık (°C)	Hissedilen Sıcaklık (°C)	Nem (%)
PAZARTESİ 09.00 – 12.00		32 °C	37 °C	59
PAZARTESİ 12.00 – 15.00		35 °C	45 °C	60
PAZARTESİ 15.00 – 18.00		32 °C	40°C	71
PAZARTESİ 18.00 – 21.00		29 °C	36°C	88
PAZARTESİ 21.00 – 24.00		26 °C	26 °C	92

Tablo 5.7: Sıcaklık, nem ve hissedilen sıcaklık

Hissedilen sıcaklık, termometrenin ölçtüğü sıcaklıktan farklı olarak insan vücudunun ortamın nemine bağlı olarak hissettiği, algıladığı sıcaklıktır. Bu sıcaklık, iklimsel çevre, giysilerin ısı direnci, vücut yapısı ve kişisel durumdan olduğu kadar, termometre sıcaklığı, nispi nem, rüzgâr ve radyasyon gibi dört meteorolojik faktörden etkilendiği için kişisel bir kavramdır. Dolayısı ile sıcaklığı algılama ve hissetme kişiden kişiye değişiklik gösterir.

Özellikle kış aylarında hava sıcaklığının sıfırın altına düştüğü durumlarda kuvvetli rüzgâr ile birlikte hissedilen sıcaklık, ölçülen sıcaklıktan daha düşük olmaktadır. Bu durum hava sıcaklığının olduğundan daha düşük hissedilmesine yol açmaktadır. Bu sıcaklığa **üşütme sıcaklığı** da denmektedir.

✓ Hissedilen sıcaklık, vücudun dış ortam sıcaklığı ile kendi sıcaklığı arasındaki farkı gidermek için girişeceği çabanın bir nevi ölçüsü olduğundan kişiden kişiye değişir.

✓ Yaygın olarak kullanılan “gölgede sıcaklık” tanımı, dış ortam şartlarından (direkt güneş ışığı, rüzgâr, yağış vb.) arındırılmış bir ortamda ölçülen sıcaklık değeridir.

Meteorolojik amaçlı sıcaklık ölçümleri bu şekilde yapılmaktadır.

✓ Hissedilen sıcaklık değeri hesaplanırken hem nem değerinin hem de sıcaklık değerinin kullanılması gerekmektedir. Bu iki değerden biri bulunmadığında hissedilen sıcaklık hesaplanamaz.

✓ Sıcaklığın 27 °C veya nemin %40’ın altında olduğu durumlarda hissedilen sıcaklık değeri hesaplanmaz.

✓ Günlük tahminlerde verilen sıcaklık değerleri, gün içinde beklenen en yüksek ve en düşük sıcaklıklardır. Hissedilen sıcaklık bu değerlere göre hesaplanır.

Hissedilen sıcaklık, termometrenin ölçtüğü fiziksel hava sıcaklığından farklı olarak insan vücudunun algıladığı sıcaklıktır. Kış aylarında hava sıcaklığının sıfırın altına düştüğü durumlarda kuvvetli rüzgâr ile birlikte hissedilen sıcaklık, termometreyle ölçülen sıcaklıktan daha düşüktür. Bu durum, hava sıcaklığının olduğundan daha düşük hissedilmesine neden olur.

Yaz aylarında ise ortamdaki nem miktarına göre hissedilen sıcaklık değeri farklılık gösterir. Antalya gibi nem oranının yüksek olduğu şehirlerde hissedilen sıcaklık daha yüksek olur. Örneğin hava sıcaklığının 35 °C olduğu bir günde nem oranı %75 olduğunda yaz aylarında hissedilen sıcaklık 53 °C olmaktadır. Hissedilen sıcaklık değeri hesaplanırken hem bağıl nem hem sıcaklık değerinin kullanılması gerekir. Tablo 5.8’de hava sıcaklığı ve bağıl neme bağlı olarak hissedilen sıcaklık değerleri verilmiştir. Tablo 5.8’i incelediğimizde, hava sıcaklığının 30 °C olduğu bir günde bağıl nemin %70 olması durumunda hissedilen sıcaklığın 35 °C olduğunu görürüz.

		BAĞIL NEM (%)																		
HAVA SICAKLIĞI (°C)		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99									
	49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94									
	48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96								
	47	42	45	48	51	55	60	65	70	76	83	90	98							
	46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99						
	45	41	43	45	48	52	56	62	65	70	76	82	88	96						
	44	40	42	44	46	49	52	57	61	66	71	77	83	89	96					
	43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97				
	42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96			
	41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96		
	40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	
	39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	67	71	76	81	87	93
	38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89
	37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81
	36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74
	35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68
	34	31	31	32	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	55	58	61
	33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	55	58
	32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53

Tablo 5.8: Hissedilen sıcaklık-nem ilişkisi

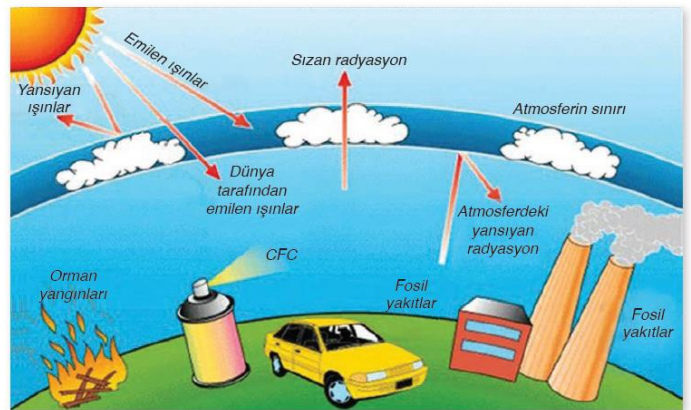
9.5.4.5. Küresel Isınma

Amaç: Küresel ısınmaya karşı alınacak tedbirleri araştırmak.

“Nesilleri tükenmekte olan kutup ayıların, fokların avcılar dışında artık bir düşmanları daha var: Küresel ısınma ve buna bağlı olarak eriyen buzullar...”

Atmosfer çeşitli gazlardan oluşur. Güneş ışınları atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtır. Atmosferdeki karbondioksit (CO₂), azot oksit (N₂O), kloroflorokarbon (CFC) gibi gazlar Güneş’ten yeryüzüne gelen ısının bir kısmını tutarak yeryüzünün belirli sıcaklık derecesinde kalmasını sağlar.

Atmosferin ısıyı tutma özelliği sayesinde denizlerin, okyanusların donması önlenmiş olur. Atmosferin bu ısınma ve ısıyı



Görsel 5.78: Sera etkisi

tutma özelliğine **sera etkisi** denir. Sera etkisi artınca Dünya ölçeğinde küresel ısınmaya yol açmaktadır.

Dünyanın sıcaklığı Sanayi Devrimi'nden bu yana 0,45 °C artmıştır. Bunun esas nedeni fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan karbondioksit ve diğer sera gazlarıdır. Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme nedeniyle enerjiye olan ihtiyaç da fazlalaşmaktadır.

Bu ihtiyaçların karşılanması ise fosil yakıt tüketiminin artmasına ve buna bağlı olarak atmosferdeki karbondioksit miktarının da büyük ölçüde çoğalmasına neden olmaktadır. Sıcaklık artışının olası etkileriyle ilgili pek çok görüş ileri sürülmektedir.

Küresel ısınmanın neden olduğu bazı olayları şöyle sıralayabiliriz:

1. Kutuplardaki ve yüksek dağlardaki buzullar küresel ısınmanın artmasına bağlı olarak erimeye devam etmektedir. Deniz seviyesi son 20 yılda 15-20 cm yükselmiştir. Buradaki canlıların yaşam alanı giderek daralacaktır.

2. Ozon tabakası Güneş'ten gelen ultraviyole ışınlarının çoğunu absorbe ederek (soğurarak) bu ışınların zararlı etkilerinden canlıları korumaktadır. Atmosferde ozon tabakasının incelmeye neden olan ve insan aktiviteleri sonucu çok miktarda ortaya çıkan CFC gibi gazlar, ozon tabakasına göre daha fazla sera etkisine neden olmalarıyla küresel ısınmayı artırmaktadır.

3. Küresel ısınmanın iklim değişimlerine sebep olmasına bağlı olarak

a. Sel, heyelan, erozyon gibi doğa felaketlerin artmasına neden olur. Öte yandan yavaş yağan yağmur bünyesine en çok CO₂ gazını hatta SO₂ ve H₂S gazlarını alıp yere düşerek atmosferdeki sera ve kirletici gazları temizlemektedir. Fakat hızlı ve aşırı yağışların atmosferdeki sera gazlarının azalmasına katkısı azdır.

b. Yeryüzü ve atmosferin ısınması denizler ve okyanusların da ısınmasına neden olarak buradaki canlı türlerinin sayısını azaltmakta, bünyesindeki erimiş CO₂'i atmosfere vererek küresel ısınmanın etkilerini artırmaktadır.

c. Küresel ısınma, su havza kapasite ve rezervlerinin azalması sonucu çevre kirliliğinin artmasına sebep olur. Çünkü su yaşam içindir. Sosyal yaşam suyun kullanılması ile de sıkı ilişki içindedir. Suyu içmek için bile bulamayan insanların, her gün yıkanması düşünülmemeyeceği gibi bunun sonucu olarak çevre kirliliği de giderek artacaktır.

ç. Aşırı sıcaklık artışı nedeniyle dünyada çölleşme yaygınlaşacaktır.

d. Orman yangınlarının artmasına, buralarda iklimin kuraklaşmasına, dolayısıyla salgın hastalıkların yayılmasına neden olacaktır.

e. Aşırı sıcak ve soğuk, canlılarda kromozom sayısı ve yapısı mutasyonlarını artırarak canlıların kalıtsal yapılarının değişmesine yol açacaktır.

f. Kutup bölgelerindeki donmuş topraklar, küresel ısınma sonucu çözölmeye başlayarak binlerce yıl boyunca bünyelerinde bulunan sera gazlarını atmosfere bırakacaktır.

g. Küresel ısınma, gece-gündüz sıcaklık farkını giderek azaltacaktır.

h. Kasırga, hortum ve yıldırım gibi atmosfer felaketleri fazlalaşacaktır.

i. Asit yağmurlarının ve birçok doğa felaketinin zincirleme oluşmasını tetikleyecektir.

j. Aşırı ısınma göllerin, nehirlerin su kapasitelerini azaltacaktır.

Küresel ısınma böyle devam ederse bir gün göller ve denizler kuruyacaktır.

9.Sınıf Fizik Konu Özetleri

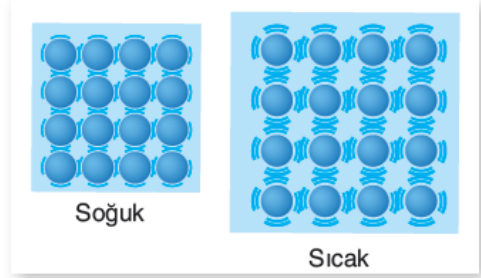
5.Ünite : Isı ve Sıcaklık

5.Bölüm : Genleşme

9.5.5.1. Katı ve Sıvılarda Genleşme ve Büzülme

Amaç: Katı ve sıvılarda genleşme ve büzülme olaylarının günlük hayattaki etkilerini incelemek.

Isınan maddelerde hâl değişimi başlamadan boyutlarında birtakım değişimler olur. Maddeler atom ve moleküllerden oluşmuşlardır. Bu parçacıklar sıcaklığın etkisi ile cisimlerin belirli bir formda olmasını sağlar. Isı alan maddelerin moleküllerinin hareketliliği artar. Bunun sonucu moleküller arası uzaklık artar (Görsel 5.84). Sıcaklık arttığı zaman, çoğu maddenin hacmi artar.



Görsel 5.84: Soğuk ve sıcak maddenin taneciklerinin hareketi

Isı alan maddelerin hacimlerinde meydana gelen bu artışa **genleşme** adı verilmektedir. Maddelerin sıcaklığı azaltıldığında ise bu durum tersine döner. Yani tanecikler yavaşlar ve birbirine yaklaşır. Bu olay **büzülme** olarak adlandırılır. Bina, köprü, doğal gaz tesisatları, ısınarak çalışan elektrikli ev aletleri, otoyol ve tren yolları yapılırken genleşme ve büzülme dikkate alınarak planlamalar yapılır. Bu durum günlük yaşamdaki çoğu uygulamada önemli rol oynar.

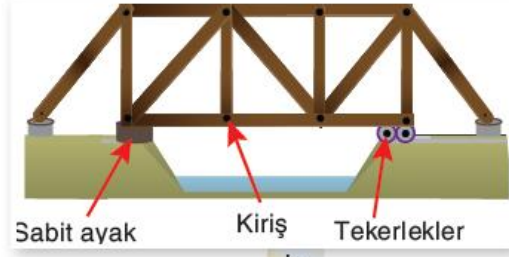
Ülkemizde kış mevsiminde yoğun kar yağışı olan bölgelerde karın ağırlık yapıp çatılara zarar vermesini önlemek için çatılar metal levhalarla kaplanır. Bu metal levhalar birbirine monte edilirken yazın ve kışın sıcaklık farkından etkilenip deforme olmasınlar diye boşluklar bırakılır. Tren rayları döşenirken rayların arasına genleşme payı yani boşluk bırakılır. Tren ilerlerken duyulan ritmik tıkırtıların nedeni bu boşluklardır. Eğer raylar döşenirken bu boşluk bırakılmazsa genleşen rayların şekli bozulur.

İçinden sıcak su veya gaz geçen borular mevsimlere göre genleşmeden olumsuz etkilenmesin diye kıvrımlı yapılır. Binalarda bu borular genellikle duvarın içine gömülüdür. Boruların bu kıvrımlarının çoğunu bu yüzden göremeyiz. Bu sayede genleşme ve büzülme payları kıvrımların içine verilmiş olur.

Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de metal köprüler vardır (Görsel 5.88.a). Bu köprülerin genleşmeden olumsuz etkilenmemeleri için metal köprünün bir ayağı sabitlenirken diğer ayağına makaralar yerleştirilir. Sıcaklık değişimine göre bu makaralar ileri geri hareket eder (Görsel 5.88.b).



a



b

Görsel 5.88.a.b: Demir köprü ve köprünün şematik gösterimi

Görsel 5.89'daki gibi genleşmeden kaynaklanan uzunluk değişimlerinin bir sorun oluşturmaması için metal köprülerin üzerine, ızgara şeklinde genleşme boşlukları yerleştirilir. Günlük yaşamımızda genleşmenin avantaj ve dezavantajları vardır. İnsanlar bu durumu kendi lehlerine çevirmenin yollarını bulmuştur.

Gözlük camları çerçeve içine yerleştirilirken önce çerçeve ısıtılarak çerçevenin genleşmesi sağlanır. Sonra genleşen çerçeve içine cam takılır, çerçeve soğuyunca da camı sıkıca kavrar. Metal gözlük çerçeveleri sıcak yaz günlerinde genleşir ve camları düşebilir. Termometrelerin yapımında maddenin ısı etkisiyle genleşmesinden yararlanır. Kapağı açılmayacak şekilde sıkışmış kavanoz kısa bir süre sıcak suda bekletilir (Görsel 5.90.a.b). Cam kavanozdan daha çok genleşen metal kapak kolayca açılır.



Görsel 5.89: Köprü üzerinde demir ızgaralar

Özellikle kış günlerinde sıcak çayın konulduğu cam bardakların çatladığına pek çoğunuz tanık olmuştunuzdur. Aynı durum cam bir kâsede çok sıcak bir çorba varken kâse soğuk bir zemine konduğunda da yaşanır. Bunun nedeni camın hızla ısınması ya da soğumasıdır. Bir başka deyişle camın çok hızlı bir şekilde büzülmesi ve genleşmesidir.



Görsel 5.90.a.b: Sıkışmış kavanoz kapağının açılması

Her maddenin atomları arasındaki uzaklık birbirinden farklıdır. Bu nedenle farklı maddeler aynı miktardaki sıcaklık değişimlerinde farklı oranlarda genleşir.

Maddelerin ne kadar genleşebileceğinin göstergesi **genleşme katsayısı**dır. Genleşme katsayısı, bir maddenin ısı etkisiyle genleştiği miktarın belirlenmesi için kullanılan katsayıdır. Birim hacimdeki bir maddenin birim sıcaklık değişiminde hacmindeki değişim miktarı olarak tanımlanır. Genleşme katsayısının birimi K^{-1} 'dir. Katılar için boyca, yüzeyce ve hacimce genleşme söz konusudur. Genleşme katsayısı boyca uzama katsayısıdır. Bu değer maddenin geometrik şekline göre yüzey ve hacimce genişlemeye uygulanır. Genleşme katsayısı katı maddeleri için ayırt edici özellik taşır. $20\text{ }^{\circ}C$ 'ta bazı maddelere ait yaklaşık boyca genleşme katsayılarının değerleri Tablo 5.9'daki gibidir.

Madde türü	Genleşme katsayısı ($10^{-6} \frac{1}{K}$)
Beton	12
Demir	12
Bakır	17
Altın	14
Nikel	13
Çelik	11
Kurşun	29
Cam	8,5

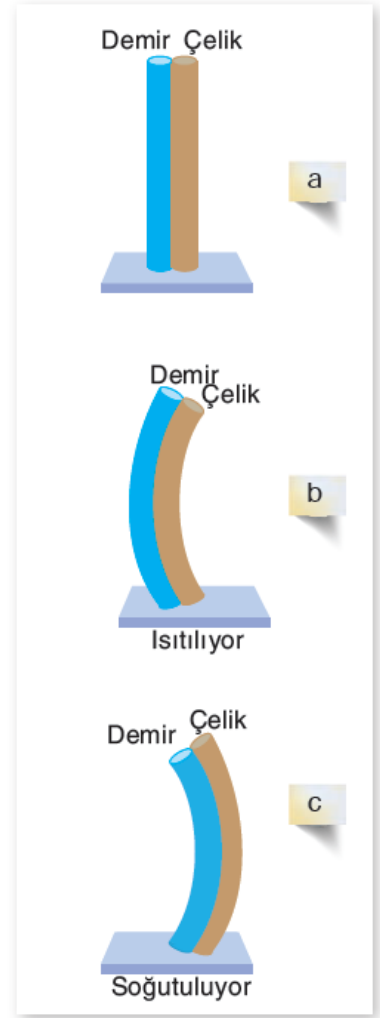
Tablo 5.9: Bazı maddelerin genleşme katsayısı

Her metalin genleşme katsayısının farklı olmasının teknolojiadaki en güzel uygulaması metal çiftleridir. Metal çiftleri farklı metallerin birbirine perçinlenmesi ile oluşturulur. Başlangıçta metal çiftini oluşturacak metaller aynı boyda seçilir ve perçinlenir. Isınınca genleşme miktarı fazla olan metal dışarıda, genleşmesi küçük olan metal içeride olacak şekilde, metal çifti kıvrılır. Soğutulunca durum tersine gerçekleşir. Örneğin demir ve çelikten oluşan metal çifti oluşturulmuş olsun. Başlangıçta her iki metalin boyu aynıdır (Görsel 5.91.a). Metal çifti ısıtılmaya başlayınca genleşme miktarı küçük olan çelik içeride olacak şekilde metal çifti kıvrılır (Görsel 5.91.b). Metal çifti soğutulunca genleşme miktarı fazla olan demir daha fazla büzülür. Metal çifti, demir içeride olacak şekilde kıvrılır (Görsel 5.91.c).

Metal çiftlerinin birçok kullanım alanı vardır. Bunların en önemlisi elektrik termostatlarıdır. Termostat, sıcaklığı kontrol altına alarak sabit bir değerde tutmaya yarayan bir alettir. Elektrikli şofben, elektrikli ütü, evlerdeki radyatör türü ısıtıcılar termostatlı aletlerdir.

Bu aletlerde sıcaklık arttığında metal çifti bükülür ve devreyi keser. Bir süre sonra sıcaklık düşünce metal çifti soğuyarak eski durumuna gelir ve devreyi tamamlar. Isıtıcı çalışmaya başlar. Böylece aletin sabit sıcaklıkta çalışması sağlanır.

Yangın alarmlarında da metal çiftleri kullanılır. Sıcaklık arttığında metal çifti yukarı bükülerek elektrik devresini kapatır ve zil çalar. Metal termometrelerde de metal çifti kullanılır.



Görsel 5.91.a.b.c: Metal çifti

Yazın, güneşte bırakılan zeytinyağı dolu bir şişenin taşıdığını bazılarımız gözlemlemiştir. Aynı şekilde su dolu olan tencere yanan ocağa konulduğunda bir süre sonra suyun seviyesinin yükseldiğine çoğumuz tanık olmuşuzdur. Sıvılar da ısı alınca genleşir. Sıvılardaki genleşme, sıvıların yapıları gereği hacimcedir. Aynı cins, kütleleri farklı sıvılara eşit miktar ısı verildiğinde sıvıların hacimce genleşme miktarı eşit olur. Ancak suyun diğer sıvılardan ayrıcalıklı ve canlılar için hayati önem taşıyan bir özelliği vardır.

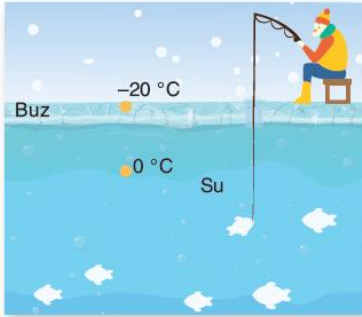
0 °C sıcaklıktan itibaren sıcaklığı artan suyun +4 °C'a kadar hacmi azalır. +4 °C'ta suyun hacmi en küçük, özkütlesi en büyük değerindedir. +4 °C'tan sonra sıcaklığı artan su diğer sıvılar gibi davranır ve hacmi artar. Dünyanın pek çok yerinde soğuk kış günlerinde sıcaklık 0 °C'un altına düşer. Bu durumda su kütleleri giderek soğur.

Soğuyan tabakalar dibe doğru çöker. Ancak bu durum suyun sıcaklığı 4 °C'a ulaşınca birden değişir. Bu kez sıcaklık düşmeye devam ederken suyun hacmi artmaya, yoğunluğu azalmaya başlar. Böylece 4 °C'ta su en altta kalır. Daha yukarıda 3 °C, onun üstünde 2 °C'tur ve böylece devam eder. Suyun sıcaklığı 0 °C'tan 4 °C'a kadar yükselirken suyun hacmi küçülür; böylece yoğunluğu artar. 4 °C'un üzerinde sıcaklık artarken su genleşir. Suyun maksimum

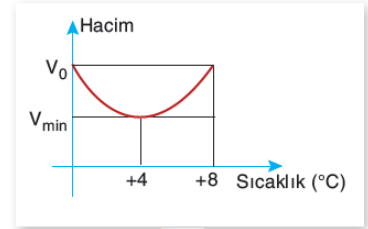
yoğunluğu $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ta 1000 kg/m^3 değerindedir. Su yüzeyinde ise $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a ulaşarak yüzeyde donmaya başlar. Suyun sıcaklık-hacim ve sıcaklık özkütle grafiği Grafik 5.13.a.b gibidir.

Buzun özkütlesi suyunkinden küçük olduğundan, su üstten donmaya başlar (kutuplarda ve kışın buz olan yerlerde). Eğer su için durum bu şekilde olmasaydı deniz, göl ve nehirlerde canlı hayat, devam edemezdi. Eğer su üstten donmayıp suyun tamamı donsa idi bu, denizlerde ve göllerde canlı yaşamını imkânsız kılacaktı. Görsel 5.92'deki gibi canlılar yaşamayacaklardı.

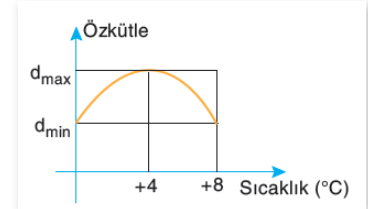
Dünyanın buzla kaplı bölgelerinden suyun üstten donması o yörede yaşayan insanların beslenmeleri açısından da önemlidir. Bu yörelerde yaşayan insanlar Görsel 5.92'deki gibi buzı delip balık avlayarak beslenme ihtiyaçlarını giderebilirler.



Görsel 5.92: Suyun üstten donması



a



b

Grafik 5.13.a.b: Suyun sıcaklığına bağlı hacim ve özkütle grafikleri