

## I. ISI ve SICAKLIK

Isı ve sıcaklık kavramları ile günlük hayatımızda sürekli yüz yüze geliriz. Hastalanan bir çocuğun ateşlenmesi, güneş ışınlarının düştüğü şişedeki suyun gölgedekine göre daha fazla ısınması, göl ve nehirlerin donması, yazın telefon tellerinin uzaması, yere dökülen suyun bir süre sonra kaybolması, ipe asılan ıslak çamaşırların kurumması, insanların terlemesi, yaz aylarında ince ve açık renkli, kış aylarında ise kalın ve koyu renkli elbiselerin tercih edilmesi gibi bir çok örnek ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgilidir.



Yaşamımızda ısının önemi oldukça büyüktür. İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için sürekli ısıya ihtiyaç duymuşlardır. En önemli ısı kaynağımız ise Güneş'tir. Bu ünite de ısı ve sıcaklık kavramlarını, ısının bir enerji çeşidi olduğunu, farklı bir enerjinin dönüşmesiyle elde edildiğini, maddenin hâl değişimlerini ve bu değişimler sırasında maddeye ait sıcaklık - ısı grafiklerini çizmeyi öğreneceğiz.

**“Dışardaki hava oldukça soğuk, çok üşüdüm!”, “Sıcak bir çay içsek de içimiz ısınsa!”, “Fazla ısı kaybeden canlıların vücut sıcaklıkları düşer.”, “Bu yaz küresel ısınmadan dolayı kurak geçecek ve su sıkıntısı çekeceğiz.”** gibi

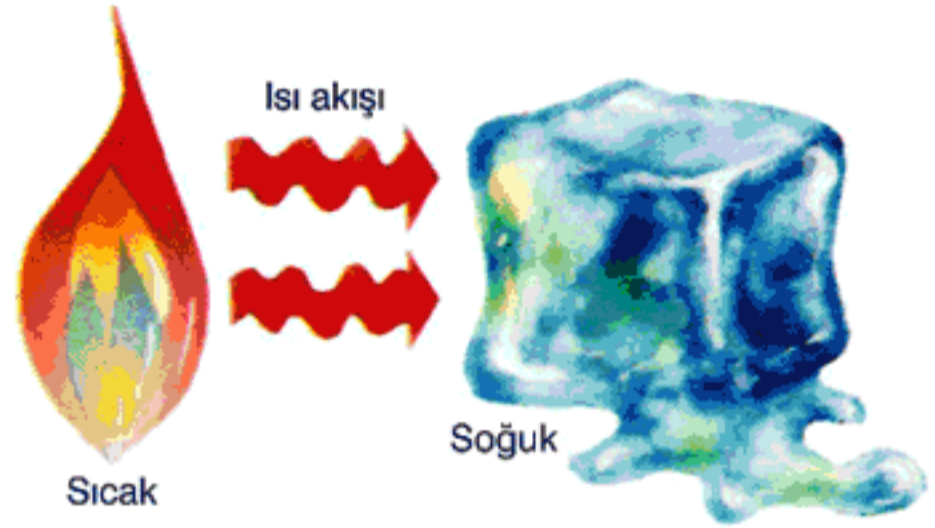


cümleler çevremizden duyabileceğimiz ifadelerdir. Şimdi, bu ifadelerde geçen **“ısı”** ve **“sıcaklık”** kavramlarını tanımaya çalışalım.

Soğuk bir kış günü kar yağmış ve çocuk dışarı kar topu oynamaya gitmiştir. Çocuk eve döndüğünde annesi çocuğun ellerini tutmuş ve ellerinin üşüğünü fark etmiştir.

Annenin eli sıcaktır. Bir süre çocuğun elini tutmaya devam ettiğinde çocuğun eli de ısınmaya başlar. Anne elinden çocuğun eline aktarılan ısı enerjisidir. Soğuk ve sıcak eller arasında bir ısı alışverişi olmuştur. Çocuğun eli anne elinden ısı aldığı için anne soğuk hissederken çocuk sıcak hissedecektir.

İçindeki suyun kaynamakta olduğu çaydanlık, ocaktan alınarak mermerin üzerine konulduğunda, bir süre sonra çaydanlığın soğuduğunu mermerin ise ısındığını görürüz. Her iki örnekte de görüldüğü gibi ısının akış yönü sıcak maddeden soğuk maddeye doğrudur.



**Isı:** sıcaklıkları farklı olan maddeler arasında alınıp verilen, diğer bir ifadeyle transfer edilen enerjinin adıdır. Isının bir maddeden diğerine aktarımına ısı **alışverişi** denir.

Sıcaklıkları farklı olan maddeler biraraya getirildiklerinde, yüksek sıcaklıkta olandan düşük sıcaklıkta olana doğru bir enerji akışı gerçekleşir. Bu enerji ısı enerjisidir. Yüksek sıcaklıktaki madde ısı kaybeder ve soğur. Dolayısıyla o madde ısı verendir. Düşük sıcaklıktaki madde ısınır ve sıcaklığı yükselir. Bu da ısı alandır. Maddeler arasındaki ısı alışverişi, maddeler aynı sıcaklığa ulaşıncaya kadar devam eder.

Maddelerin bulunduğu ortamla dış ortam arasında bir ısı yalıtımı sağlandığında, alınan ısı enerjisi verilen ısı enerjisine eşit olur.

$$\text{Alınan Isı} = \text{Verilen Isı}$$

**Uyarı**

Aynı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı alışverişi olmaz.

Isı alışverişinde bulunan cisimlerin ulaşacağı ortak sıcaklık değerini denge sıcaklığı olarak adlandırır- sak, denge sıcaklığı cisimlerin ilk sıcaklıkları arasın- da bir değer olur. Biraraya getirilen iki maddeden bi- rinin sıcaklığı 40 °C, diğerinin 10 °C olsun. Isı alışve- rişinde bulunan maddelerin denge sıcaklığı için aşağıdaki bağıntı yazılabilir.

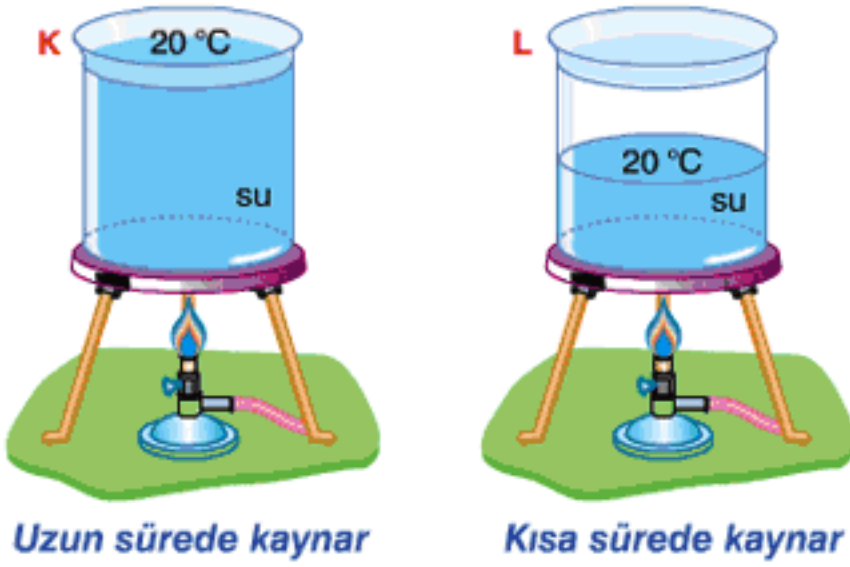
$$40\text{ }^{\circ}\text{C} > T_{\text{denge}} > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

**Isı - Kütle - Sıcaklık İlişkileri**

Isı enerjisi aktarımının bir madde üzerinde farklı et- kileri vardır. Bunlardan biri de sıcaklık değişimidir. Isı enerjisi aktarılan bir maddenin sıcaklığı artabilir.

► **Bir maddenin aldığı ısı enerjisi, maddenin miktarına bağlıdır.**

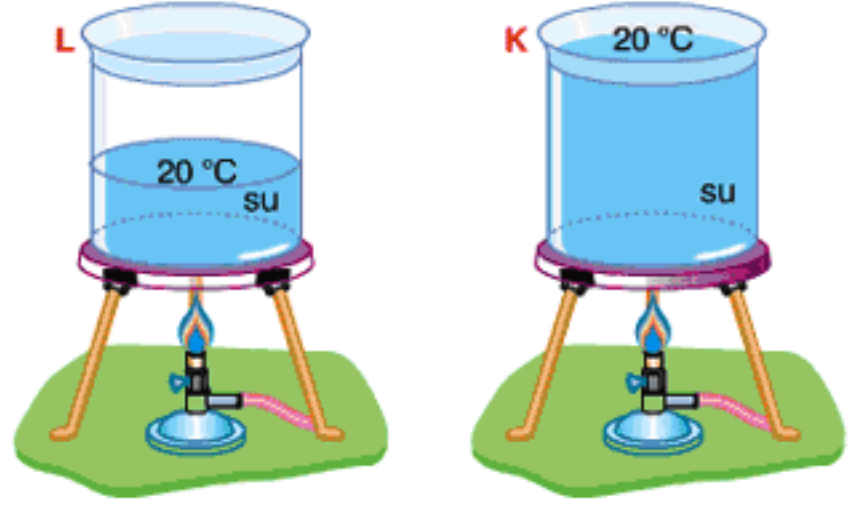
K ve L kaplarında sıcaklıkları 20 °C olan sular vardır. Suları özdeş ısı kaynaklarının üstüne koyalım ve sı- caklıklarını 100 °C a çıkarmaya, yani kaynatmaya çalışalım.



K kabındaki suyun sıcaklığını 100°C a çıkarmak için bu kabın, L kabından daha uzun süre ısı kaynağı- nın üzerinde kalması gerekir. Yani daha fazla ener- jiye ihtiyaç duyulur. Bunun nedeni K kabındaki su miktarının L dekine göre daha fazla olmasıdır.

**Bu deneyde ulaştığımız sonuç şudur:** Bir madde- nin kütlesi arttıkça, o maddeyi belli bir sıcaklığa ulaştı- rmak için daha fazla ısı enerjisine ihtiyaç vardır.

Şimdi aynı deneyi biraz farklı bir şekilde yapalım. İçlerinde farklı miktarlarda sular bulunan K ve L kaplarında sıcaklıkları 20 °C olan suları özdeş ısı kaynaklarının üstüne koyalım ve kapları eşit süreler ısıtalım.



Bu sürenin sonunda K ve L kaplarındaki suların son sıcaklıklarını karşılaştıralım. L kabındaki su sıcaklı- ğının K kabındaki su sıcaklığından yüksek olduğunu görürüz. Örneğin L kabındaki su sıcaklığının 90 °C a çıktığı gözlenirken, K kabındaki suyun son sıcak- lığı 60 °C olarak ölçülebilir.

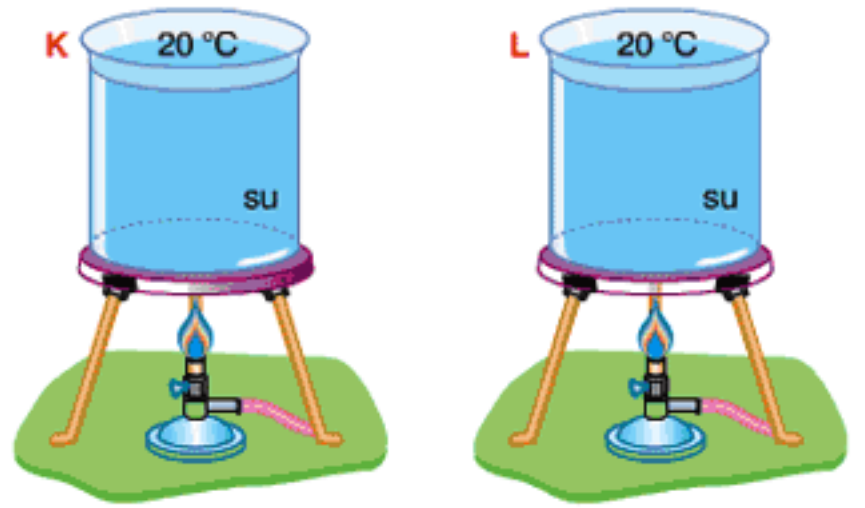
**Bu deneyde ulaştığımız sonuç şudur:** Bir madde- nin kütlesi arttıkça, o maddeye verilen ısı enerjisi- nin, maddenin sıcaklığında sebep olduğu değişme daha az olur.

► **Bir maddenin aldığı ısı miktarı maddenin sı- caklığındaki değişimi etkiler.**

K ve L kaplarında eşit kütlelerde sıcaklıkları 20 °C olan sular vardır. Suları özdeş ısı kaynaklarının üs- tüne koyalım ve K kabındaki suyun sıcaklığını 30 °C a, L kabındaki suyun sıcaklığını ise 60 °C a çıkarmaya çalışalım.

Bu durumda L kabının K ya göre daha uzun süre ısı kaynağının üzerinde kalması gerekir. Yani L kabın- daki su için daha fazla ısı enerjisine ihtiyaç duyulur.

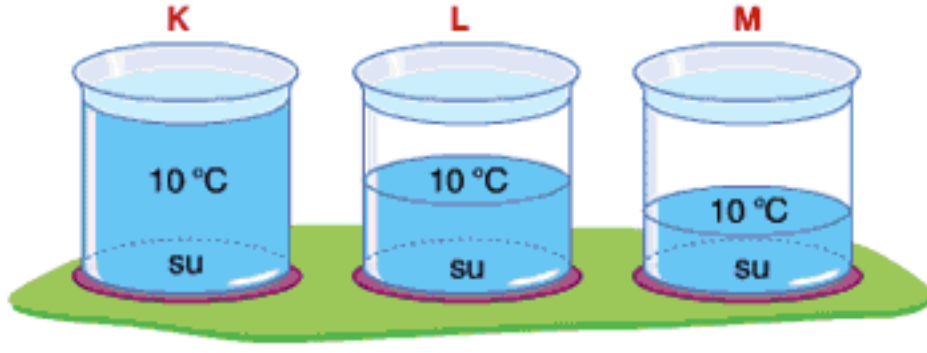
Bunun nedeni; L kabındaki suyun sıcaklık değişimi- nin K dekine göre daha fazla olmasıdır.



**Bu deneyde de ulaştığımız sonuç şudur:** Bir mad- denin kütlesi sabitken sıcaklık değişiminin ne kadar fazla olması isteniyorsa, o maddeye o kadar fazla ısı enerjisi aktarılmalıdır.

Bu sonuç, tersten yaklaşıldığında şöyle de ifade edilebilir: Kütlesi sabit olan bir maddeye verilen ısı enerjisi arttıkça maddenin sıcaklığındaki yükselme miktarı da artar.

## Örnek .. 1



Şekildeki özdeş kaplarda 10 °C sıcaklıkta su vardır.

Buna göre,

- I. Suları 50 °C a çıkarmak için en fazla ısıyı K kabındaki suya vermek gerekir.
- II. Kapları 0 °C sıcaklıktaki ortama koyduğumuzda en az ısıyı M kabındaki su verir.
- III. Suların içine 20 °C sıcaklıktaki yumurtalar atılırsa son durumda yumurtaların sıcaklıkları eşit olur.

yargılardan hangileri doğrudur?

## Çözüm

- I. K kabındaki suyun kütlesi daha fazla olduğu için, üç kaptaki suyun da sıcaklığını 50 °C a çıkarmak için K deki suya daha fazla ısı enerjisi vermek gerekir.
- II. Alınan ya da verilen ısı miktarı kütleye bağlıdır. Üç kaptaki suyun ilk sıcaklıkları eşit iken üçünde sıcaklığının yine eşit miktar azalması için kütlesi en az olanın daha az ısı vermesi gerekir. Bu da M deki sudur.
- III. Sıcaklığı 20 °C olan yumurta sulara atılırsa denge sıcaklığı su kütlesi fazla olan kaptaki suyun sıcaklığına daha yakın olur. Örneğin K deki denge sıcaklığı 12 °C ise, L deki 14 °C, M deki 16 °C olabilir. Buna göre, I ve II. yargıları doğrudur.

## Sıcaklık Kavramı

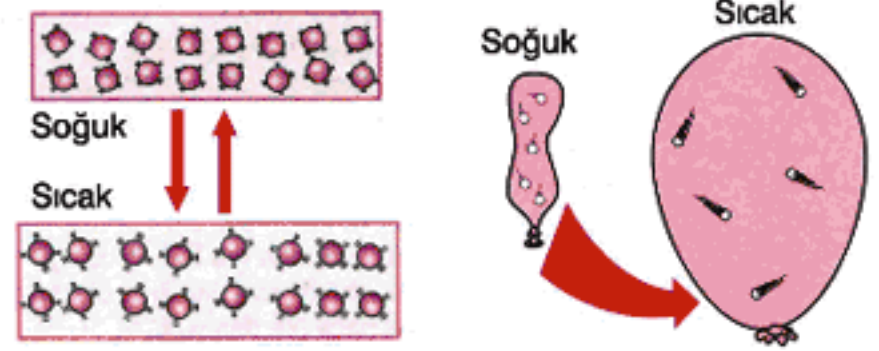
Maddelerin molekül ya da atom denilen taneciklerden oluştuğunu geçtiğimiz yıllarda öğrenmiştik. Bu tanecikler madde hangi hâlde olursa olsun hareket hâlinindedir. Hepsinin bir titreşim hızı vardır. Bir maddeyi oluşturan taneciklerin tamamı aynı hızla hareket etmiyor olabilir. Örneğin alttan ısıtılan kaptaki sıvının ısı kaynağına yakın olan tanecikleri daha hızlı, uzaktaki tanecikleri ise daha yavaş hareket eder.

Aynı ısıtıcının üzerine bu sefer içinde daha az sıvı bulunan bir kap koyalım. Bu durumda verilen enerji daha az tanecik tarafından paylaşılacağından her bir taneciğin hızı ilk durumdakine göre daha fazla olur. Bir madde sıcak ise maddeyi oluşturan taneciklerin titreşim hızı büyük, madde soğuk ise taneciklerinin titreşim hızı küçük olur.

Bir maddenin sıcaklığının artması, maddeyi oluşturan taneciklerin daha da hareketlenmesi, yani taneciklerin hareket enerjilerinin artması demektir.

**Sıcaklık** bir maddenin taneciklerinin sahip olduğu ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir.

Bir maddenin belli bir ölçüye göre soğukluğunu veya ılıkliğini gösteren büyüklük **sıcaklık** olarak bilinir. Bir maddenin sıcaklığının 0 °C olarak ölçülmesi o maddenin taneciklerinin titreşimlerinin durduğu anlamına gelmez.



**Genelde ısı alan maddenin taneciklerinin hareketliliği artar ve madde genişler. Yani sıcaklıktaki artış, hacim artışına sebep olur.**

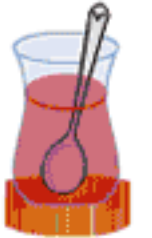
**Sıcaklık, bir enerji türü değildir,** ancak enerji ile ilgili bir büyüklük ölçüsüdür. Bir maddenin sıcaklığı **maddenin cinsine ve miktarına bağlı değildir.** Yani aynı sıcaklıkta farklı cins ve farklı kütlerde bir çok madde vardır.

## Örnek .. 2

Ali ve Oya çay içmek istiyorlar. Ocaktaki çaydanlıktan Ali kupasını, Oya ise bardağını dolduruyor.



Ali'nin kupası



Oya'nın çay bardağı

**Kupanın hacmi bardaktan büyük olduğuna göre;**

- I. Kupa ve bardaktaki çayların sıcaklıkları eşittir.
- II. Kupa ve bardaktaki çayları oluşturan moleküllerin ortalama hareket enerjileri eşittir.
- III. Bardaktaki çayın soğuması, moleküllerinin hareket enerjisinin azalması anlamına gelir.

**yargılarından hangileri doğrudur?**  
(Isı kayıpları ihmal ediliyor.)

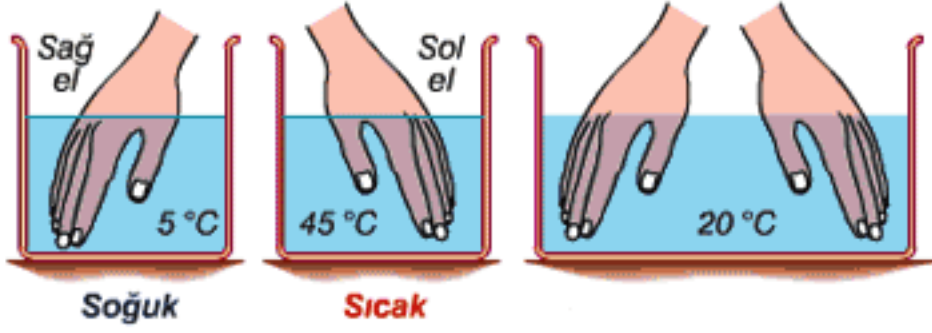
## Çözüm

- I. Kupa ve bardağa çaylar aynı çaydanlıktan konuluyor. O hâlde her ikisinin de sıcaklıkları eşittir.
- II. Sıcaklık madde taneciklerinin ortalama hareket enerjisi ile ilgili bir büyüklüktür. Her ikisinin de sıcaklıkları eşit olduğuna göre, çayları oluşturan moleküllerin ortalama hareket enerjileri de eşit olur.

III. Sıcaklık madde taneciklerinin ortalama hareket enerjisi ile ilgili bir büyüklüktür. Sıcaklık düşerse, yani çay soğursa, moleküllerinin hareket enerjileri de azalır. Yargıların üçü de doğrudur.

### Sıcaklığın Ölçülmesi

Maddelerin hangisinin sıcak, hangisinin soğuk olduğunu dokunarak anlayabiliriz. Ancak dokunma duyumuzla sıcaklığı ölçemediğimiz gibi kıyaslamasında da yanılabiliriz.



Sağ elimizi 5 °C taki suya, sol elimizi de 45 °C taki suya daldırıp bir süre bekledikten sonra iki elimizi çıkarıp 20 °C taki suya daldırırsak acaba ne hissederiz?

Sıcak sudan getirdiğimiz el ılık suyu soğuk olarak algılamakta, soğuk sudan getirdiğimiz el ılık suyu sıcak olarak algılar.

Ayrıca haberlerdeki hava durumunu sunan spike-rin, hava sıcaklığı 35 °C fakat 40 °C hissedilecek dediğini duymuşunuzdur. Yani hislerimizle gerçek değerleri algılamamız zor olabilir. Bunun için doğru ölçüm yapan cihazlara ihtiyaç vardır. Bunlar da termometrelerdir.

Sıcaklığı sayısal olarak ölçmeye yarayan cihazlara **termometre** denir. Bir maddenin sıcaklığı termometre ile **doğrudan ölçülebilir**.

Termometreler, maddelerin sıcaklığa bağlı olarak **genleşme** özelliğinden faydalanılarak geliştirilmiştir.

Termometre basitçe, içinde sıvının yükselip alçalabileceği cam borudan oluşur. İçinde sıvı bulunan alttaki geniş bölmeye **hazne** adı verilir.

Termometre bir maddenin içine konduğunda ya da maddeyle temas ettiğinde onunla ısı alışverişinde bulunur ve termometre camıyla madde arasında enerji aktarımı gerçekleşir. Bu enerji daha sonra haznedeki sıvıya aktarılır. Sıcaklığı artan sıvı taneciklerinin hareketlenmeleri de artar. Daha hızlı hareket eden tanecikler arası mesafe artar. Sıvı hazneye sığmaz, cam boruda yukarıya yükselir. Termometrenin gösterdiği değer yükselmiş olur.

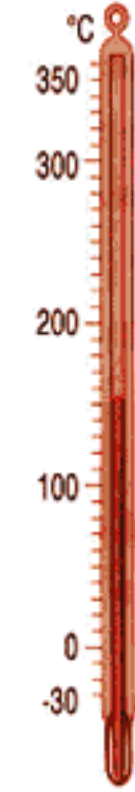
Eğer bunun tersi gerçekleşir, haznedeki sıvı taneciklerinin hareket enerjileri azalır, tanecikler arasındaki mesafeler azalır, sıvı büzülür ve cam borudaki sıvı yüksekliği azalır. Termometrenin gösterdiği değer azalır. Ölçümün hassas olabilmesi için kullanılan sıvının sıcaklıkla genleşmesi orantılı olmalıdır. Bu nedenle bu tip termometrelerde sıvı olarak cıva veya alkol kullanılabilir.



Cıvalı ve alkollü termometreler ile ölçülemeyen sıcaklık derecelerini ölçmek için metal termometreler kullanılır. Metal termometreler ile 1400°C a kadar olan yüksek sıcaklıklar ölçülür. Fabrika ve fırınlarda kullanılır.



Ev termometreleri



Laboratuvar termometresi



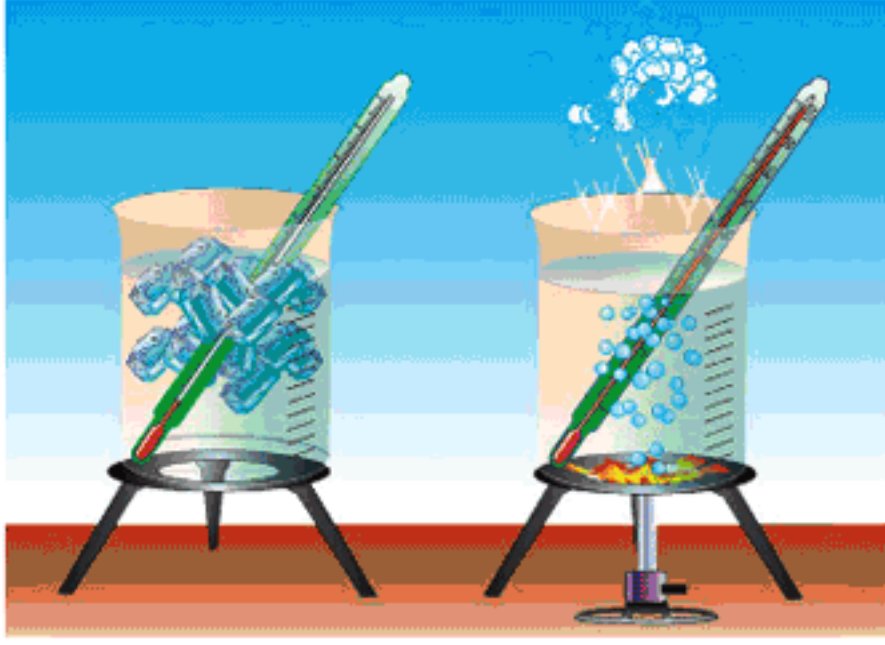
Hasta termometresi



Dijital termometre

## Termometre Yapılışı

İçinde cıva bulunan cam boruyu önce su - buz karışımı içine daldıralım. Bu durumda cam boru üzerindeki cıva düzeyini işaretleyelim. Bu noktayı X olarak adlandıralım.



Daha sonra cam boruyu kaynamakta olan su içine daldıralım. Cıvanın dengeye gelmesinden sonra, cıva düzeyini tekrar işaretleyelim. Bu noktayı ise Y olarak adlandıralım. Bu aşamada cam borunun ucunu kapatalım. X ve Y arasını istediğimiz şekilde bölmelendirerek düşündüğümüz duyarlılıkta bir termometre üretmiş oluruz.

## Uyarı

Sıvılı bir termometrenin ölçüm yapabileceği sıcaklık aralığı, içinde kullanılan sıvının donma ve kaynama sıcaklıkları arasında olur.

Buna göre, termometrenin gösterebileceği en düşük sıcaklık kullanılan sıvının donma noktasına ve gösterebileceği en yüksek sıcaklık kullanılan sıvının kaynama noktasına eşittir.

Sıcaklık ve ısı arasındaki farklılıklar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ISI	SICAKLIK
Enerji çeşididir.	Enerji çeşidi değildir.
Maddenin miktarına bağlıdır.	Maddenin miktarına bağlı değildir.
Maddenin cinsine bağlıdır.	Maddenin cinsine bağlı değildir.
Ölçüm sonucu yapılan hesaplamalarla bulunur.	Termometre ile ölçülür.
Birimi Joule ya da kalori dir.	Birimi derecedir.

## Örnek .. 3

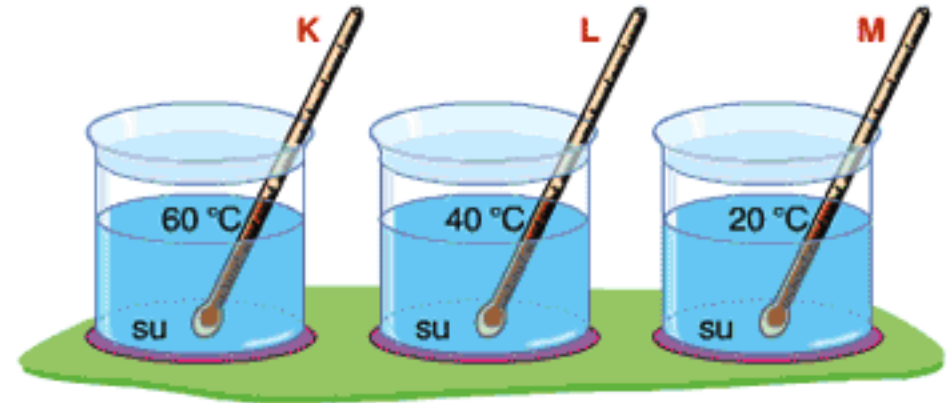
Vücut sıcaklığını ölçmek isteyen bir insan, bu ölçümü duvar termometresiyle yapmasının ne gibi sakıncası olur?

## Çözüm

Duvar termometresi bozuk değilse hasta termometresiyle aynı değeri gösterir. Ancak hasta termometresi 1 °C nin onda birini (0,1 °C) ölçebilecek duyarlılığa sahipken, duvar termometresi en çok 0,5 °C ölçebilecek duyarlılıktadır. Bundan başka hasta termometresindeki haznenin üzerindeki boğum, cıvanın yükseldikten sonra hemen geriye düşmesine engel olur.

Böylece termometre hasta vücudundan alınsa da vücut sıcaklığını kısa bir süre daha gösterir. Fakat duvar termometresinde böyle bir boğum yoktur. Duvar termometresinin haznesi insan vücuduna değdiğinde boru içindeki sıvı yükselir, fakat termometre hasta vücudundan alındığında hemen hazneye geri gelir. Bu da doğru bir ölçüm yapmamızı engeller. Bu nedenle duvar termometresiyle duyarlı bir ölçüm yapılamaz.

## Örnek .. 4



Şekildeki kaplarda sırasıyla 60 °C, 40 °C ve 20 °C sıcaklıkta sular vardır. Sular içine cıvalı termometreler daldırılıyor.

Buna göre,

- K termometresindeki sıvı moleküllerinin hareket enerjileri daha fazladır.
- Termometreler başlangıçta 30 °C gösteriyorsa, M termometresi suya ısı verir.
- K termometresi hasta termometresi olarak kullanılmaya pek uygun değildir.

yargılarından hangileri doğrudur?

## Çözüm

- Sıcaklık madde moleküllerinin ortalama hareket enerjilerinin (kinetik) bir ölçüsüdür. K termometresi en büyük sıcaklık değerini gösterdiğine göre, K deki sıvı moleküllerinin hareket enerjileri en büyüktür. (I doğru)

II. Isı alışverişi sıcaklık farkından kaynaklanır ve sıcaklığı yüksek olan ısı verir, düşük olan ise ısı alır. O hâlde 30 °C değerini gösteren M termometresi suya daldığında ısı verir ve denge sıcaklığına geldiğinde ısı alışverişi durur. (II doğru)

III. Hasta termometrelerinin bölme aralığı 35 °C ile 42 °C arasındadır. Termometre daha duyarlı olması için bu aralık küçük bölmelere ayrılmıştır. Dolayısıyla K termometresi hasta termometresi olarak kullanılmaya pek uygun değildir. (III doğru)

### Kütlesi Büyük Olan Çok Enerji Verebilir

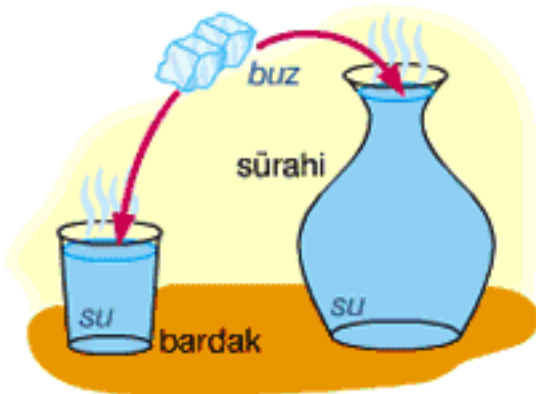


Kaynar suyla doldurulmuş bir bardağı ve bir sürahiyi gözlemleyelim. İki kaptaki suların da sıcaklıkları eşittir.

Su sıcaklıklarının suyu oluşturan taneciklerin

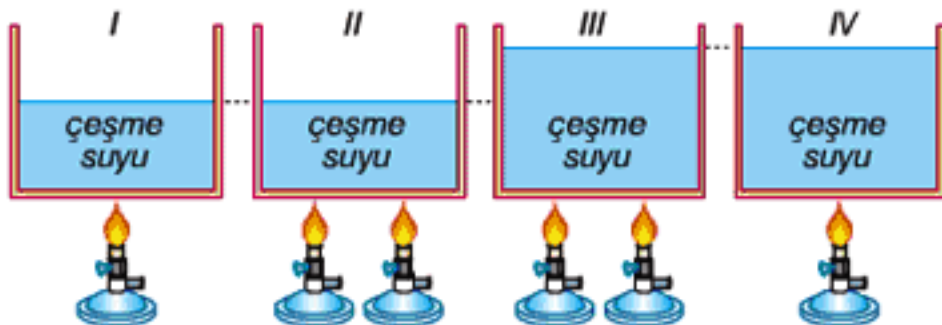
ortalama hareket enerjilerinin bir göstergesi olduğunu öğrendik. Hem bardaktaki hem de sürahideki su taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri eşittir. Ancak bardak ve sürahideki suların bir farkları vardır. Sürahideki hareketli tanecik sayısı bardaktakinden fazladır. Dolayısıyla sürahideki taneciklerin toplam hareket enerjisi bardaktaki taneciklerin toplam hareket enerjisinden fazladır. Bu durumda sürahideki tanecikler başka bir maddeye daha fazla enerji aktarma imkanına sahiptir.

Bardak ve sürahideki sulara birer parça özdeş buzlardan bırakırsak, sürahideki su buza daha fazla enerji aktaracak, böylelikle sürahiye bırakılan buz, bardaktakinden daha erken eriyecektir.



### Örnek .. 5

Özdeş I, II, III ve IV kapları aynı sıcaklıktaki çeşme sularıyla belirtilen düzeylere kadar doldurulmuştur.



Özdeş ısıtıcılarla ısıtılan hangi kaptaki su ilk olarak kaynamaya başlar?

### Çözüm

I ve II kabında suların miktarı azdır. Dolayısıyla I ve II kaplarında suların kaynamaları için gereken enerji miktarları III ve IV kaplarından daha az olur.

I ve II kaplarındaki su miktarları eşit olduğu için kaynamaları için gerekli enerji miktarları da eşittir. Ancak; II kabının altındaki ısıtıcı sayısı, I kabının altındaki bulunandan fazladır. Dolayısıyla II kabındaki suya, kaynaması için gerekli enerji diğerine göre daha kısa sürede verilir ve kaynama sıcaklığına en kısa sürede ulaşır. II kabındaki su ilk olarak kaynamaya başlar.

### Örnek .. 6

"Farklı cins maddelerin eşit ısı enerjisi almalarına rağmen sıcaklık artışları farklı olur." hipotezini deney yaparak test eden

Zaman (dak)	K (60 mL) Sıcaklık (°C)	L (200 mL) Sıcaklık (°C)
0	20	10
1	30	14
2	40	18
3	50	22

bir öğrenci tablodaki verileri elde etmiştir. Ancak bu veriler, hipotezi test etmek için yeterli değildir.

**Bu hipotezi test edebilmek için öğrenci deneyi nasıl yapmalıdır?**

- A) Yalnız L maddesinin farklı hacimleri ile eşit şiddette ısı kullanarak
- B) Yalnız K maddesinin farklı hacimleri ile eşit şiddette ısı kullanarak
- C) K ve L maddelerinin eşit kütleleriyle aynı başlangıç sıcaklığında maddelere eşit miktar ısı vererek
- D) K ve L maddelerinin farklı kütleleriyle aynı başlangıç sıcaklığında maddelere eşit miktar ısı vererek

### Çözüm

"Farklı cins maddelerin eşit ısı almalarına rağmen sıcaklık artışları farklı olur." hipotezini test etmek isteyen bir öğrenci, farklı maddelerin eşit miktarlarını özdeş ısıtıcılar yardımıyla eşit süreler ısıtarak deneyi tekrar etmelidir. Bunun için de K ve L maddelerinin eşit kütleleriyle aynı başlangıç sıcaklığında maddelere eşit miktar ısı vermelidir.

## II. ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ VE ÖZ ISI

### Enerji Dönüşümü



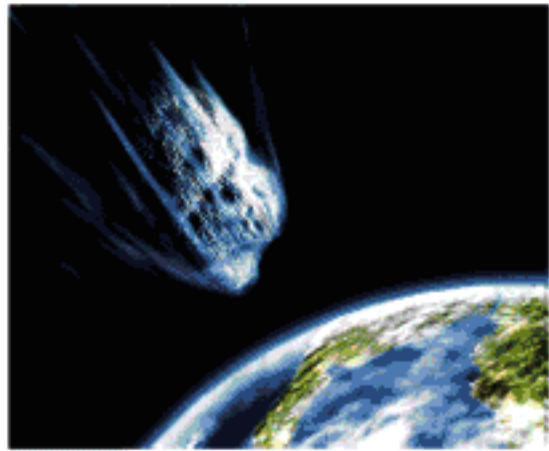
Bir demir parçası alarak onu sert bir zemin üzerinde çekiçle dövelim. Yaklaşık kırk elli sefer çekiçle vurduktan sonra demirin sıcaklığını tekrar elimizle kontrol edelim. Demirin ısındığını gözle- riz. Burada çekiçteki me-

kanik enerji ısı enerjisine dönüşmüştür. Çekiçle ne kadar fazla dövülürse sıcaklığın o kadar fazla arttığını hissederiz.



Kışın en soğuk günlerinde üşüyen ellerimizi ısıtmak için birbirlerine sürteriz. Sürtünme sonucu ısı açığa çıkarken, bu ısıyı alan ellerimizin sıcaklığı artar. Hareket enerjisi yine sürtünme sebebiyle ısı enerjisine dönüşmüştür.

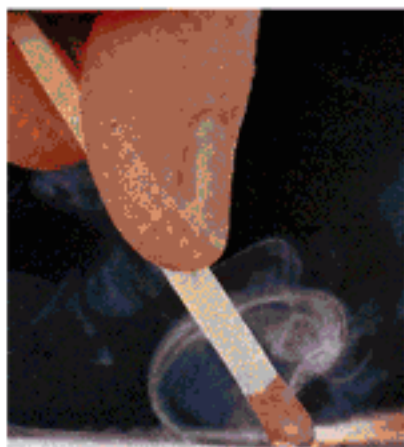
Arabaların ani fren yapması ya da fazla gaz vererek lastikleri yerle sürtünen bir arabanın lastiğinin oldukça ısındığını hissederiz.



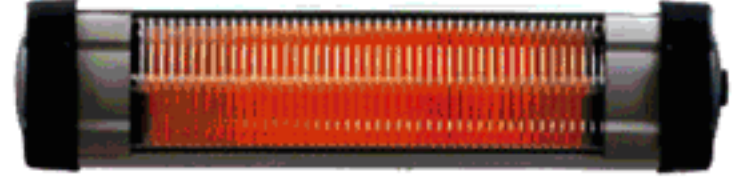
Bir meteor atmosfere girdiği andan itibaren ısınmaya başlar. Bunun sebebi meteorun havayla olan sürtünmesidir. Bir süre sonra meteor yanarak bir ateş topu haline gelir. Sürtünme sonucu meteorun hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşmüştür.

Kibrit başının kutuya sür- tülmesi sonucu ateş alan kibritte mekanik enerji ısı enerjisine dönüşmüş olur.

Bu örneklerde görüldüğü gibi maddelerin birbiriyle sürtündüğü ya da çarpıştığı durumlarda mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesi sürtünme sebebiyle gerçekleşir.



Bazı elektrikli aletlerin amacı ısı enerjisi üretmektir. Cisimleri meydana getiren çok küçük tanecikler devamlı titreşim halindedirler. Titreşimlerin artması cismin ısı enerjisinin artması demektir.



Bir çaydanlık ocağın üstüne konularak ısıtmaya başlandığında, doğalgazın yanmasıyla açığa çıkan enerji çaydanlığa oradan da çaydanlıktaki suya aktarılır. Bu enerjiyi alan su taneciklerinin titreşim enerjileri artar ve su ısınmış olur.

Cisimleri meydana getiren çok küçük tanecikler devamlı titreşim halindedirler. Taneciklerin bu titreşimleri cismin ısı enerjisidir. Titreşimlerin artması cismin ısı enerjisinin artması demektir.

Yüksek dirençli tellerden geçen elektrik akımı tellerin ısınmasına sebep olur. Elektrik enerjisi, ısı enerjisine dönüşür.



Bulduğumuz oda soğuduğunda çalıştırdığımız elektrikli ısıtıcıda da, giysilerimizin görünümünü düzgülleştirmeye yarayan ütüde de, saçlarımızı kurutmak istediğimiz zaman çalıştırdığımız saç kurutma makinesinde de, karnımız acıktığında tost yaptığımız tost makinesinde de aynı şekilde ısı enerjisi elde edilir.

Bunların yanı sıra birçok elektrikli cihazın isteğimiz ve üretilme amacı dışında ısındığını farkedebiliriz. Bir süre çalıştıktan sonra bilgisayarınızın ya da televizyonunuzun arkasına dokunduğunuzda ısındığını hissedebiliriz. Bu istenilmeyen bir durum olduğu için bilgisayarın içine soğutma fanı konulmuştur. Çalışan bir buzdolabının da motorunun sıcaklığı yüksektir. Oysa biz bu araçları ısınmaları için değil, elektrik enerjisini görüntüye, sese dönüştürmeleri, içlerine konulan maddeleri soğutmaları amacıyla kullanırız.

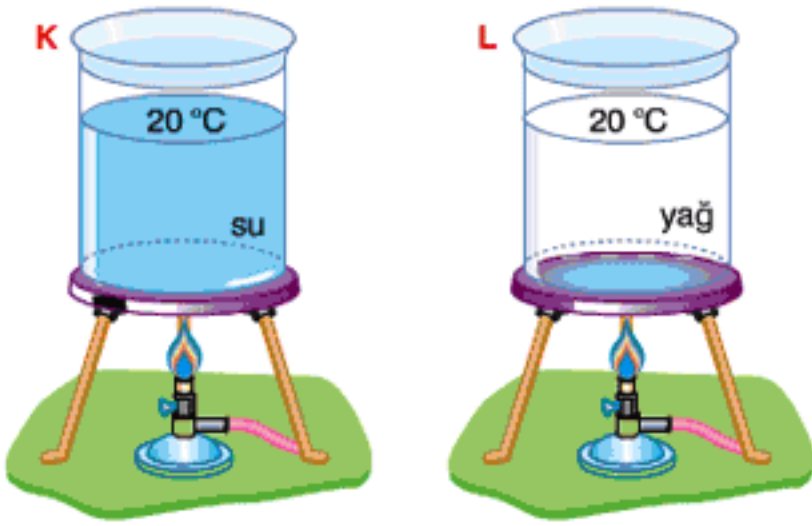
Isıya dönüşen enerjiye kayıp enerji olarak bakılır. Bunun sebebi iletkenlerin dirençlerinin olmasıdır. Direncin, elektrik akımının geçişine karşı gösterilen zorluk olduğunu geçen yıllarda öğrenmiştik.

## Öz Isı

Daha önce yaptığımız deneylerde, aynı maddenin farklı miktarlarını özdeş ısıtıcılarla ısıtıp, miktarı az olanın sıcaklığının diğerine göre daha fazla yükseldiğini bulmuştuk. Bir diğer ulaştığımız sonuç da madde miktarı arttıkça maddenin sıcaklığını belli miktar yükseltmek için gereken enerji miktarının da artmasıydı.

**Şimdi aşağıdaki soruya cevap arayalım:** Miktarları eşit olan farklı türdeki maddeler, özdeş ısıtıcılarla ısıtıldıklarında sıcaklık artışları eşit olur mu?

K ve L kaplarında 20 °C ta eşit kütlede su ve yağ vardır. Sıvıların bulunduğu kapları özdeş ısı kaynaklarının üstüne koyalım ve sıcaklıklarını yine 60 °C a çıkarmaya çalışalım.



L kabındaki yağın sıcaklığı sudan daha kısa sürede 60 °C a ulaşır. Suyun sıcaklığının 60 °C a çıkabilmesi için yağa göre daha uzun süre ısı kaynağının üzerinde kalması gerekir. Yani daha fazla ısıya ihtiyaç duyulur. Eşit kütleli farklı maddeler, eşit sıcaklık değişimi için farklı miktarlarda ısıya ihtiyaç duyarlar.

**Bir maddenin aldığı ısı, maddenin cinsine göre değişir.**

**Bu deneyde ulaştığımız sonuç şudur:** Maddelerin belli bir sıcaklık artışı için ihtiyaç duydukları ısı enerjisi miktarı cinslerine göre değişir.

Hâl değişim aşamasında bulunmayan her madde ısıtıldığında sıcaklığı artar. Ancak bazı maddelerde bu artış fazlayken bazılarında azdır. Bu fark nereden kaynaklanmaktadır? **Maddelerin öz ısılarının farklı olmasından.**

## Tanım

Maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli ısı miktarına o maddenin **ÖZ İSISI** denir. Öz ısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

Madde	Öz Isı (J/g°C)
Demir	0,46
Bakır	0,37
Cam	0,45
Çinko	0,39
Buz	2,09
Su	4,18
Cıva	0,12
Alkol	2,54
Zeytinyağı	1,96
Oksijen	0,92
Su buharı	2,09
Hava	0,96

Joule ile birlikte bir enerji birimi olan "kalori" suyun öz ısı ölçü alınarak tarif edilmiştir.

**1 kalori**, 1 gram suyun sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan ısı miktarıdır.

"Kalori" **cal** ile sembolize edilir.

Öz ısı **c** ile gösterilir.

Isı birimleri arasındaki ilişki;

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Bazı maddelerin öz ısıları

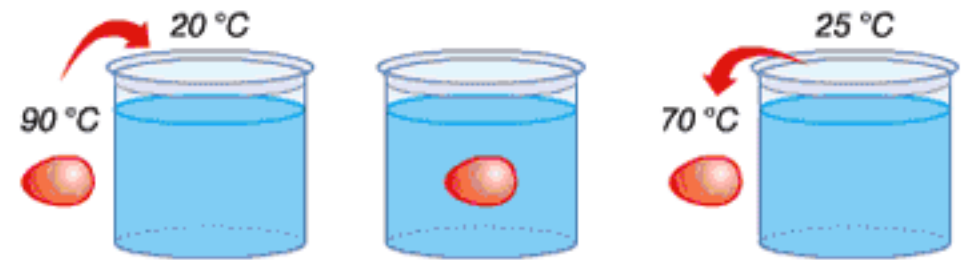
$$1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 4,18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C} \text{ tır.}$$

## Uyarı

Isı, maddeler arasında alınan ya da verilen bir enerji çeşididir.



## Örnek .. 7



90 °C taki yumurta 20 °C deki suyun içine soğumaya bırakıldıktan bir süre sonra çıkartılıyor. Bu durumda yumurtanın sıcaklığı 70 °C, suyun sıcaklığı ise 25 °C olarak ölçülüyor.

**Ortamdaki ısı kaybı ihmâl edildiğine göre;**

- I. Yumurta ve su, ısı alışverişinde bulunmuştur.
- II. Yumurtanın verdiği ısı miktarı, suyun aldığı ısı miktarından büyüktür.
- III. Yumurta su içinde bekletilmeye devam edilseydi, bir süre sonra sıcaklık değişimi dururdu.

**yargılarından hangileri doğrudur?**



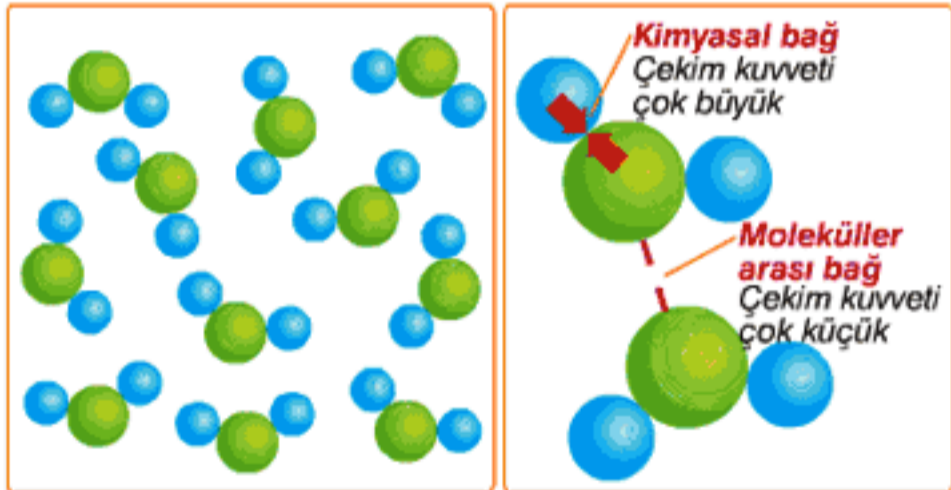
## Çözüm

- I. Yumurta ve su başlangıçta farklı sıcaklıklarda olduklarından ısı alışverişinde bulunurlar.
- II. Yumurtanın sıcaklığı 90 °C tan 70 °C a ininceye kadar verdiği ısı miktarı, suyun sıcaklığı 20 °C tan 25 °C a çıkancaya kadar aldığı ısı miktarına eşittir. Sıcaklık değişiminin farklı olması madde miktarı ve maddelerin cinslerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.
- III. Yumurta su içinde kalırsa, ısı alışverişi denge sıcaklığına ulaşıncaya kadar devam eder ve sonra durur. I ve III yargıları doğrudur.

## III. MADDENİN HÂLLERİ ve ISI ALIŞVERİŞİ

Maddenin en küçük yapıtaşının atom olduğunu biliyoruz. Maddeler, atomlardan ya da atomların bir araya gelmesiyle oluşan moleküllerden meydana gelmiştir. Şimdiye kadar **"tanecik"** olarak adlandırdığımız bu yapılar aslında molekül ya da atom gruplarıdır. Molekülü oluşturan atomlar arasında kimyasal bağlar bulunduğunu biliyoruz. 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. Tanecikler arasındaki çekim kuvveti atomlar arasındaki çekim kuvvetine göre oldukça zayıftır.



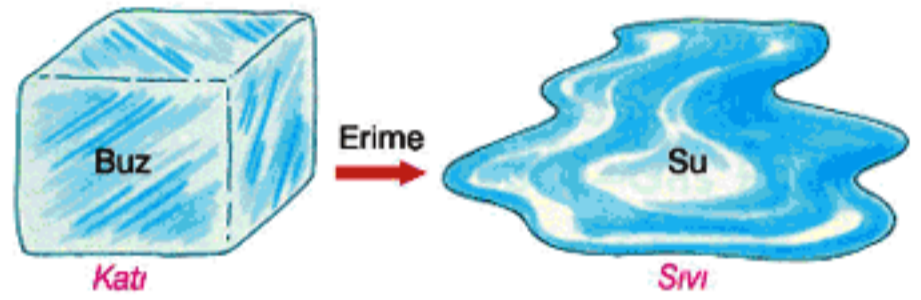
Maddeler doğada **katı**, **sıvı** ve **gaz** olmak üzere üç hâlde bulunur. Maddenin farklı hâllerinde değişen tek şey, tanecikleri arasındaki bağların sağlamlığı ve tanecik hareketleridir. Maddenin tanecik yapısında bir değişme olmaz. Isıtılan veya soğutulan bir madde hâl değiştirebilir.

### Erime ve Donma

Katı haldeki bir maddeyi ele alalım. Maddeyi oluşturan tanecikler birbirine uyguladıkları çekim kuvvetleri sayesinde bir arada bulunur. Tanecikler arasındaki çekim kuvvetinin büyüklüğü maddenin fiziksel hâlini belirler.

Katı madde taneciklerinin hareketi yavaştır. Tanecikler arasındaki uzaklık çok azdır. Taneciklerinin arasındaki çekim kuvveti ise büyüktür. Maddeye ısı enerjisi vererek sıvı hâle geçmesini sağlayalım. Katı hâldeki durumuna göre, sıvı taneciklerinin hareketlenmeleri ve hareket enerjileri artmıştır.

Katı hâldeki duruma göre, sıvı hâldeki tanecikler arasındaki uzaklık daha büyüktür. Taneciklerinin arasındaki çekim kuvveti ise katı hâline göre daha azdır. Tanecikler arasındaki çekim kuvveti ilk duruma göre zayıflamıştır. O hâlde bir maddenin katı hâlden sıvı hâle geçmesine **erime** denir. Erime nin başladığı sıcaklığa ise **erime sıcaklığı** denir. Buzun erime sıcaklığı 0 °C tır.



Bu olayın tersi de **donma** olarak adlandırılır. Sıvı hâldeki maddenin ısı vererek katılaşmaya başladığı sıcaklığa **donma sıcaklığı** denir. Suyun donma sıcaklığı 0 °C tır.



www.dersvizyon.com

## Sonuç

### Erime ve Donma

1. Her maddenin normal şartlar altında belirli bir erime ve donma sıcaklığı vardır.
2. Bir madde için erime ve donma sıcaklıkları aynıdır.
3. Saf maddelerde erime veya donma süresince sıcaklık sabit kalır.

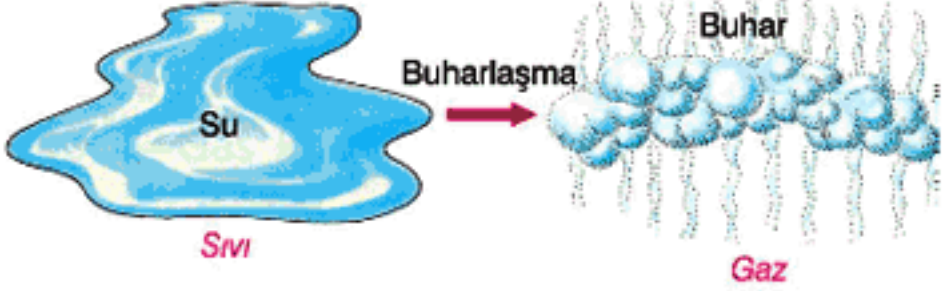
### Buharlaşma ve Kaynama

Bu sefer de sıvı hâldeki maddeye ısı enerjisi vererek gaz hâle geçmesini sağlayalım.

Sıvı hâldeki madde ısıtılmaya devam edilirse, madde taneciklerinin hızları artar ve sıvının sıcaklığı artmış olur. Bu sırada hızlanan taneciklerin arasındaki bağlar daha da zayıfladığından, tanecikler sıvıyı yüzeyden terk etmeye başlarlar. Buna **buharlaşma** denir.



Madde ısıtmaya devam edilirse buharlaşma hızlanır, sıcaklık belirli bir değere ulaştığında sıvının her tarafında buharlaşma olur ve sıvı kaynamaya başlar. Bu andaki sıvı sıcaklığına **kaynama sıcaklığı** denir. Ayrıca sıvının buharlaşma hızının maksimum olduğu andaki sıcaklık kaynama sıcaklığı olarak ifade edilir. Arı suyun normal şartlarda kaynama sıcaklığı 100 °C tir.



Madde tamamen buharlaşıp gaz hâle geçtiğinde, sıvı hâldeki durumuna göre, taneciklerin hareketlenmeleri daha da fazlaşmış, taneciklerin hareket enerjileri artmıştır. Yine sıvı ve katı hâldeki durumlara göre, maddenin tanecikleri arasındaki uzaklık oldukça artmıştır. Gaz hâldeki maddenin taneciklerinin arasındaki çekim kuvveti ise artık çok çok küçüktür.

**Uyarı**

Katının direkt olarak gaz hâle dönüşmesi süblimleşme olarak adlandırılır.

Buharlaşma olayının tersi de **yoğuşma** (yoğunlaşma) olarak adlandırılır.

Gaz hâldeki bir maddenin çevresine ısı enerjisi vererek sıvı hâle geçmeye başladığı sıcaklığa **yoğuşma sıcaklığı** denir. Soğuk kış aylarında çaydanlıktan çıkan su buharı soğuk cama çarptığında ısı vererek yoğunlaşır yani sıvı hale geçer. Su buharının yoğuşma sıcaklığı, 100 °C tur.



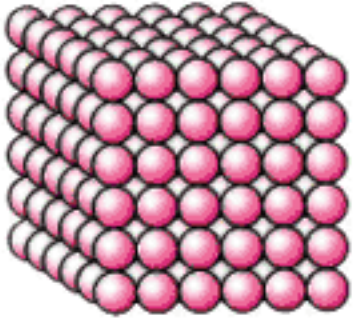
**Sonuç**

**Kaynama ve Yoğuşma (Yoğunlaşma)**

1. Her maddenin normal şartlar altında belirli bir kaynama ve yoğuşma sıcaklığı vardır.
2. Bir maddenin kaynama ve yoğunlaşma sıcaklıkları aynıdır.
3. Saf maddelerde kaynama veya yoğuşma süresince sıcaklık sabit kalır.



**Katı**



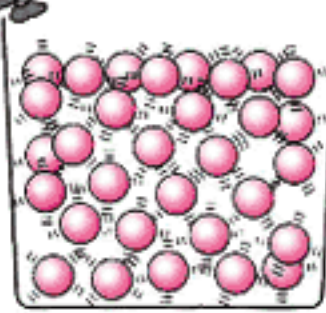
Tanecikler arası çekim kuvveti oldukça büyüktür.

Tanecikler arası mesafe çok çok azdır.

Taneciklerin hareket enerjileri çok düşüktür.



**Sıvı**



Tanecikler arası çekim kuvveti küçüktür.

Tanecikler arası mesafe biraz daha fazladır.

Taneciklerin hareket enerjileri daha fazladır.



**Gaz**

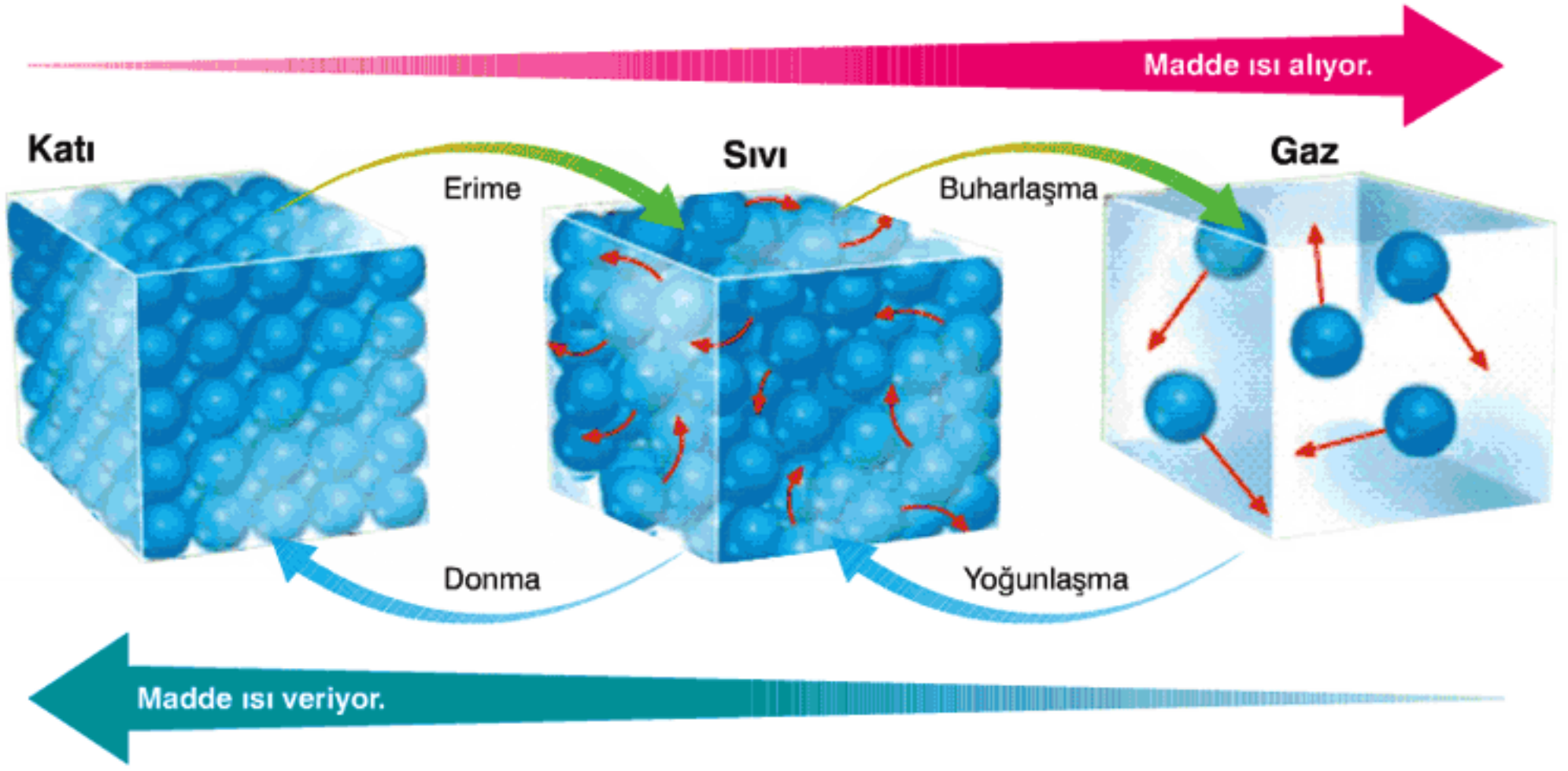


Tanecikler arası çekim kuvveti çok çok zayıftır.

Tanecikler arası mesafe çok fazladır.

Taneciklerin hareket enerjileri çok çok fazladır.

**Katı, sıvı ve gaz tanecikleri arasındaki uzaklık, tanecikler arası çekim kuvveti ve taneciklerin hareket enerjilerinin karşılaştırması**



**Örnek .. 8**

Madde	Erime Sıcaklığı (°C)	Kaynama Sıcaklığı (°C)
X	-114	78
Y	10	65
Z	50	130

Tabloda X, Y ve Z maddelerinin erime ve kaynama sıcaklıkları verilmiştir.

**Buna göre, 1 atm basınç altında ve oda sıcaklığında (25 °C) bu maddelerin fiziksel durumları nedir?**

### Çözüm

Maddenin sıcaklığı, erime sıcaklığından büyükse madde sıvı, kaynama sıcaklığından büyükse madde gaz hâdedir.

X maddesi 25 °C sıcaklığındadır. 25 °C, - 114 °C tan büyük 78 °C tan küçük olduğu için madde **sıvı hâdedir.**

Y maddesi 10 °C ta eriyip, 65 °C ta kaynayacağından 25 °C sıcaklıkta **sıvı hâdedir.**

Z maddesi 50 °C sıcaklıkta eriyebilecektir. Z nin sıcaklığı 25 °C olduğundan henüz **katı hâdedir.**

## IV. ERİME - DONMA ve BUHARLAŞMA - YOĞUŞMA ISISI

Erime sıcaklığındaki katı bir cisme ısı verildikçe erimeye başlar.

Bu ısı enerjisi maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki bağı koparmak için kullanılır. Katı maddelerin tanecik yapısında bağların, sıvılara göre daha kuvvetli olduğunu biliyoruz.

Alınan ısı enerjisiyle katıyı oluşturan tanecikler arası bağlar kopar. Katı eriyerek suya dönüşür. Erime sırasında katının sıcaklığı değişmez. Katının tamamı eriyip sıvı hale dönüştüğünde sıvının sıcaklığı yükselmeye devam eder.

Erime sıcaklığındaki 1 gram maddenin katı hâlden sıvı hâle dönüşmesi için gereken ısı miktarına, o maddenin **erime ısı** denir. Erime ısı  $L_e$  ile gösterilir. Buzun erime ısı 334,4 J/g dır. Yani sıcaklığı 0 °C olan 1 gram buz, 334,4 J lük ısı verilerek eritebilir ve 0 °C ta suya dönüşür.

Madde	Erime Isısı (J/g)
Cıva	11,28
Kurşun	22,57
Demir	117,04
Bakır	175,56
Alüminyum	321,02
Buz	334,40

Erime ısı maddelerin ayırt edici özelliklerinden biridir.

Bazı maddelerin erime ısı değerleri yandaki tabloda verilmiştir. Farklı maddelerin eşit miktarlarını eritmek için gereken ısı miktarları farklı farklıdır.

Erime sıcaklığındaki,

**1 gram buzun** erimesi için → **334,4 J** ısı,

**1 gram kurşunun** erimesi için → **22,57 J** ısı,

**10 gram buzun** erimesi için → **3344 J** ısı,

**10 gram bakırın** erimesi için → **1755,6 J** ısı,

gereklidir.

**Bir katı maddenin eritilebilmesi için gereken ısı miktarı, maddenin kütlesi ile doğru orantılıdır.**

Maddenin kütlesi arttıkça erimesi için alması gereken ısı da artar.

Bu ısı miktarını aşağıdaki bağıntı ile hesaplayabiliriz:

$$Q = m \cdot L_e$$

**Maddenin erimesi için gerekli ısı = Kütle × Erime ısı**

Erime ısı birimi **J/g** (Joule/gram), kütle birimi **g** (gram) olduğunda, erime için gerekli ısı enerjisi birimi **J** (Joule) olur.

### Uyarı

Bir maddenin **erime ısı** ile **maddenin erimesi için gereken ısı** farklı kavramlardır. Bunlar karıştırılmamalıdır.

**Erime ısı** erime sıcaklığındaki bir maddenin 1 gramının erimesi için gerekli ısı enerjisidir.

**Maddenin erimesi için gerekli ısı** ise bir maddenin hâl değişimi için gereken toplam ısı enerjisi miktarıdır.

Her madde erirken farklı miktarlarda ısıya ihtiyaç duyar. Çünkü her maddenin taneciklerinin arasındaki çekim etkisi birbirinden farklıdır. Erime sırasında harcanan enerji bu çekim kuvvetlerini zayıflatmak için kullanılır. Bu anlamda **“erime ısısının değeri, katı maddenin tanecikleri arasındaki çekim kuvvetinin bir ölçüsü olduğunu”** farkedebiliriz.

Erime sıcaklığındaki katı bir madde sıvıya dönüşürken ne kadar ısı enerjisi alıyorsa, donma sıcaklığında sıvı madde katılaştırırken çevresine o kadar ısı verir. Bu sebeple bir maddenin erime ve donma ısıları eşittir.

Donma sıcaklığında bulunan 1 gram sıvı hâldeki saf maddenin katı hâlde geçerken verdiği ısı miktarına **donma ısı** denir. Donma ısı, **“L<sub>d</sub>”** ile gösterilir.

**Buzun erime ısı = Suyun donma ısı**

$$L_e = L_d$$

Dolayısıyla sıvı hâldeki bir maddenin donarak katılaştırırken etrafa verdiği ısıyı;

$$Q = m \cdot L_d$$

**Maddenin donarken verdiği ısı = Kütle × Donma ısı**

eşitliği ile hesaplarız.

### Örnek .. 9

**Erime sıcaklığındaki 20 g kurşunu tamamen sıvı hâlde getirmek için kaç J enerji gerekir?**

(L<sub>e</sub><sub>kurşun</sub> = 22,57 J/g)

### Çözüm

Erime sıcaklığındaki katı bir maddeyi tamamen eritmek için verilmesi gereken ısı miktarı aşağıdaki bağıntıda verilen değerleri yerlerine yazılarak hesaplanır.

$$Q = m \cdot L_{e\text{demir}}$$

$$Q = 20 \cdot 22,57 = 451,4 \text{ J}$$

451,4 J lük enerji verildiğinde erime sıcaklığındaki 20 g kurşun tamamen katı hâlden sıvı hâlde geçer.

### Örnek .. 10

Donma sıcaklığındaki bir miktar sıvı cıva, donarken etrafa 135,6 J lük enerji yayıyor.

**Cıvanın donma ısı (L<sub>cıva</sub>) 11,3 J/g olduğuna göre, donan cıvanın kütlesi kaç gramdır?**

### Çözüm

Verilen değerleri yerlerine yazarak donan cıvanın kütlesini aşağıdaki gibi hesaplayalım:

$$Q = m_{\text{cıva}} \cdot L_{\text{cıva}}$$

$$135,6 = m_{\text{cıva}} \cdot 11,3$$

m<sub>cıva</sub> = 12 gram olarak bulunur.

## Örnek .. 11

Kış aylarında sıcaklığın çok düşük olduğu bölgelerde meyve ve sebze depolarının aşırı soğumasını önlemek için bu ortamlara su dolu kaplar konur.

**Bunun sebebi nedir?**

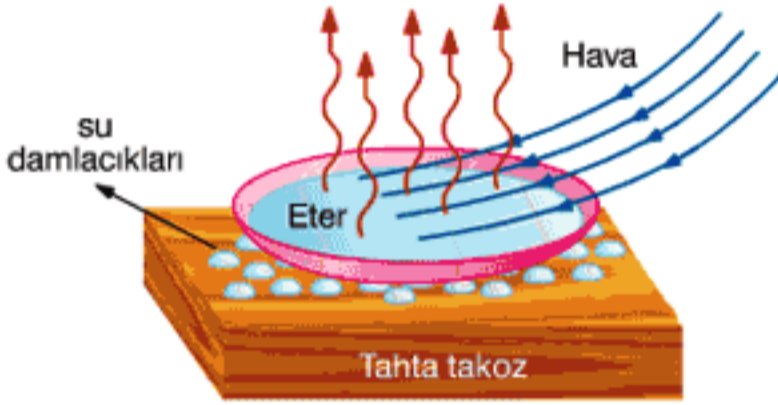
### Çözüm

Meyve ve sebzelerden alınacak ısı sudan alınarak meyve ve sebzeler donması engellenmiş olur.

### Buharlaştırma ve Yoğuşma Isısı

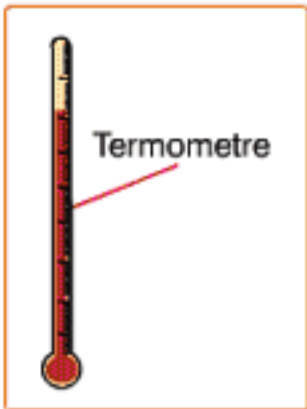
Sıvı bir maddenin ısı alarak gaz hâle geçmesi olayına buharlaştırma denildiğini biliyoruz. Maddelerin erirken ısıya ihtiyaçları olduğunu, donarken ise etrafa ısı verdiklerini öğrendik.

İçinde eter bulunan bir saat camı, üzeri su ile ıslatılmış tahta takoz üzerine konarak, eter üzerine hafif hafif üfleniyor. Bir süre sonra eterin azaldığı, camın altındaki suyun da donduğu gözlenir.

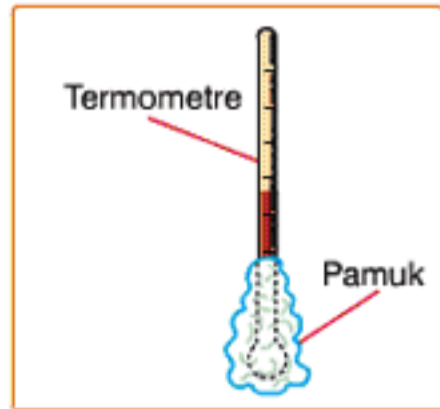


Bunun sebebi, buharlaşan eterin çevresinden ısı alması, dolayısıyla su damlacıklarının ısı kaybetmesi ve donmasıdır.

Belli bir değeri gösteren termometrenin haznesine aşağıdaki gibi ıslak bir pamuk saralım.



Şekil - I



Şekil - II

Yaklaşık 10 - 15 dakika boyunca termometrenin gösterdiği değerleri takip edersek sürekli bir azalmanın olduğunu görürüz. Bunun sebebi, ıslak pamuğun kuruması sırasında üzerindeki suyun buharlaşmasıdır. Su, buharlaşırken çevresinden, dolayısıyla termometreden ısı alır. Isı veren termometre soğur ve gösterdiği değer azalır.

Buharlaştırma ile ilgili bazı özellikler aşağıda verilmiştir.

- Buharlaştırma her sıcaklıkta olabilir.
- Maddeler dışarıdan ısı alarak buharlaşırlar. Dolayısıyla buharlaşmanın olduğu yerde serinleme ve soğuma olur.
- Sıcaklığın artması buharlaşmayı hızlandırır.
- Açık hava basıncının azalması buharlaşmayı artırır.
- Sıvının açık yüzey alanı arttıkça buharlaştırma daha fazla olur.
- Rüzgarlı havada buharlaştırma fazla olduğundan ıslak çamaşırlar daha çabuk kurur.

Buharlaştırma sıvı yüzeyinde olur. Yerlere dökülen suların kaybolması, ağız açık kaptaki suyun azalması buharlaştırma sonucu olur.

Sıvılar buharlaşırken çevrelerinden ısı alırlar. Bundan dolayı buharlaşmanın olduğu yerde serinleme olur. Örneğin kışın terleyen bir insan dinlenmeye başladığında bir süre sonra üşüme ve titreme olur. Elimize döktüğümüz kolonyanın elimizi serinlettiğini biliyoruz. Çünkü kolonya buharlaşırken gerekli ısının bir kısmını elimizden alır ve ısı kaybeden elimizde serinleme olur.

Benzer örnekleri çoğaltabiliriz. Toprak testinin yapısındaki gözenekler içinden dışarı su sızdırır ve testi yüzeyinde buharlaştırma olur. Dolayısıyla testi içindeki su soğur. Sıcaktan etkilenen insanların alınına ıslak bez konulması, kesilen karpuzun bir süre güneşte tutulması sonucu serinlemenin olması, buharlaşmanın olduğu yerde serinleme olmasına örnek olarak verilebilir.



Buzdolabı ve klima gibi soğutucular, ısı akışının sıcaktan soğuğa doğru olması ve maddelerin yoğuşurken çevreye ısı vermesi prensiplerine dayanarak üretilmiş aletlerdir.



Buzdolabı borularında bulunan sıvı madde motor pompası ile itilerek borularda dolanır. Sıvı madde, dolabın içindeki buzluk kısmına geldiğinde daha geniş borulara girer ve basınç düşmesinden dolayı sıvı hâlden gaz hâle geçer.

Borudaki sıvı, hâl değiştirirken etrafından ısı alır. Böylece dolabın içi soğur. Isı alan gaz, pompanın itmesiyle boruda ilerlemeye devam ederken buzdolabının arkasındaki ince borulara geçer. Burada basınç etkisiyle sıvılaşır. Bu esnada aldığı ısıyı dışarı verir.

Kaynama sıcaklığına gelmiş bir maddeye verilen ısı enerjisi, tanecikler arasındaki çekim kuvvetinin yok denecek kadar küçülmesinde yani tanecikler arasındaki bağların zayıflatılmasında kullanılır.

Kaynama sıcaklığındaki 1 gram sıvı hâldeki maddenin gaz hâle dönüşmesi için gereken ısı miktarına, o maddenin **buharlaştırma ısı** denir. Buharlaştırma ısı  $L_b$  ile gösterilir.

Suyun buharlaştırma ısı 2257 J/g dır. Yani sıcaklığı 100 °C olan 1 gram su, 2257 J lük ısı verilerek tamamen buharlaşır ve 100 °C ta su buharına dönüşür.

Madde	Buharlaştırma Isısı (J/g)
Eter	296,78
Aseton	520,41
Alkol	854,97
Su	2257,0

Buharlaştırma ısı maddelerin ayırt edici özelliklerinden biridir.

Farklı maddelerin eşit miktarlarını buharlaştırmak için gereken ısı miktarları farklı farklıdır. Bazı maddelerin buharlaştırma ısı yan-

daki tabloda verilmiştir.

**Bir miktar sıvı maddenin buharlaştırılabilmesi için gereken ısı miktarı, maddenin kütlesi ile doğru orantılıdır.** Maddenin kütlesi ne kadar fazlaysa buharlaşması için alması gereken ısı da o kadar fazladır.

Bu ısı miktarını aşağıdaki bağıntı ile hesaplayabiliriz:

$$Q = m \cdot L_b$$

$$\text{Maddenin buharlaşması için gerekli ısı} = \text{Kütle} \times \text{Buharlaştırma ısı}$$

eşitliği ile hesaplarız.

Buharlaştırma ısı birimi **J/g** (Joule/gram), kütle birimi **g** (gram) olduğunda, buharlaştırma için gerekli ısı enerjisi birimi **J** (Joule) olur.

Kaynama sıcaklığındaki sıvı bir madde gaz hâle geçerken ne kadar ısı enerjisi alıyorsa, kaynama sıcaklığında gaz hâldeki madde yoğunlaşarak sıvı hâle geçerken çevresine o kadar ısı verir. Bu sebeple **bir maddenin buharlaştırma ve yoğunlaşma ısı birbirine eşittir.**

Kaynama sıcaklığında bulunan 1 gram gaz hâldeki saf maddenin sıvı hâle geçerken verdiği ısı miktarına **yoğuşma ısı** denir. Yoğuşma ısı,  $L_y$  ile gösterilir.

$$\text{Suyun buharlaştırma ısı} = \text{Su buharının yoğunlaşma ısı}$$

$$L_b = L_y$$

Dolayısıyla kaynama sıcaklığında gaz hâldeki bir maddenin yoğunlaşarak sıvılaşırken etrafa verdiği ısı;

$$Q = m \cdot L_y$$

$$\text{Maddenin yoğunlaşırken verdiği ısı} = \text{Kütle} \times \text{Yoğuşma ısı}$$

eşitliği ile hesaplarız.

Yoğuşma ısı birimi **J/g** (Joule/gram), kütle birimi **g** (gram) olduğunda, yoğunlaşma için gerekli ısı enerjisi birimi **J** (Joule) olur.

### Örnek .. 12

Madde	Buharlaştırma Isısı (J/g)
X	887
Y	540
Z	270

X, Y ve Z sıvılarının buharlaştırma ısıları tabloda verilmiştir. Eşit kütleli sıvılar kaynama sıcaklığındadır.

**Buna göre;**

- Özdeş ısıtıcılarla ısıtılan maddelerden hangisi ilk önce buharlaşır?
- Y maddesinin yoğunlaşma ısı kaç J/g dır?
- 50 g Y maddesinin buharlaşması için verilen ısı enerjisi ile kaç g Z maddesi buharlaştırılır?

### Çözüm

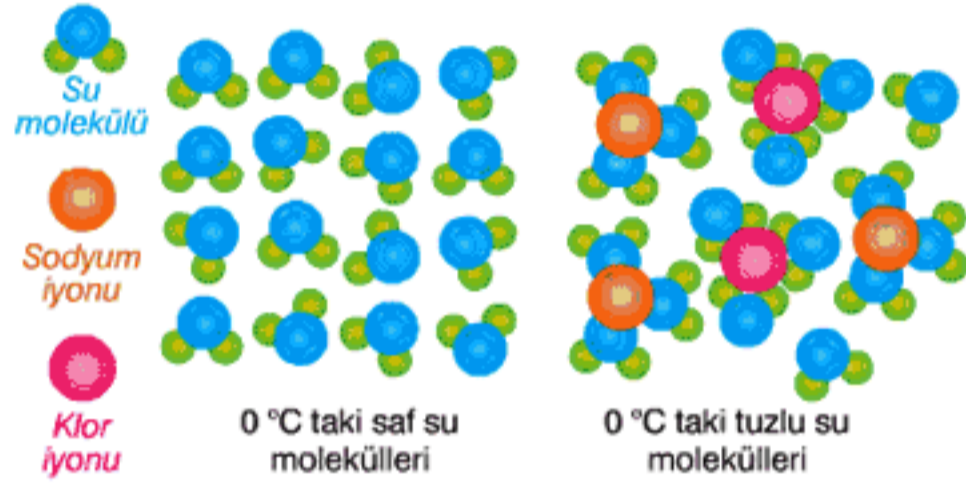
- Buharlaştırma ısı en az olan, dolayısıyla buharlaşmak için en az ısıya ihtiyaç duyan madde, ilk olarak buharlaşır. Bu madde Z sıvısıdır.
- Bir maddenin buharlaştırma ısı, yoğunlaşma ısısına eşittir. Dolayısıyla Y maddesinin yoğunlaşma ısı da 540 J/g dır.
- Z sıvısının buharlaştırma ısı, Y sıvısının buharlaştırma ısısının yarısı kadardır. ( $540 / 2 = 270$ ) Verilen ısı ile 50 g Y sıvısı buharlaştırılabilirse, aynı miktar ısıyla 100 g Z sıvısı buharlaştırılır.

## Donmayı ve Kaynamayı Geciktirelim

Saf maddelerin erime ve kaynama sıcaklıkları, onların ayırt edici özellikleridir. Yani normal şartlar altında maddelerin erime ve kaynama sıcaklıkları sabittir, değişmez.

Ancak, bir maddenin saflığı bozulursa maddeye ait bu nicelikler de değiştirilebilir. Su taneciklerinin birbirleri etrafında düzensiz şekilde yuvarlanma ve dönme hareketi yaptıklarını biliyoruz. Buzda ise tanecikler arası bağlar kuvvetli olduğundan, tanecik yapıları düzenlidir.

Saf suya, bir miktar tuz ekleyerek saflığını bozalım. Bu durumda suyun donma sıcaklığı  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  tan daha aşağı düşer. Bunun sebebi, tuzu oluşturan sodyum ve klor iyonlarının su molekülleri arasına girerek bunların düzenli bir yapı oluşturmalarını geciktirmesidir.



Donma sıcaklığına gelmiş, düzenli bir hâl almaya başlayan su tanecikleri sodyum ve klor iyonlarının aralara girmesiyle düzensizleşir ve bu durum da suyun donması için daha büyük bir enerji açığa çıkmasını gerektirir. Yani suyun donması gecikir. Tuzlu su  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  lara kadar donmadan kalabilir.

Saflığı bozulan suyun donma sıcaklığı düşer. Ancak bunun belli bir değeri yoktur. Atılan tuz oranına göre suyun donma sıcaklığı düşer.

Saf suyun donması sırasında sıcaklığı sabitken, tuzlu suyun donması sırasında sıcaklık düşer. Yani donma sıcaklığı sabit değildir.



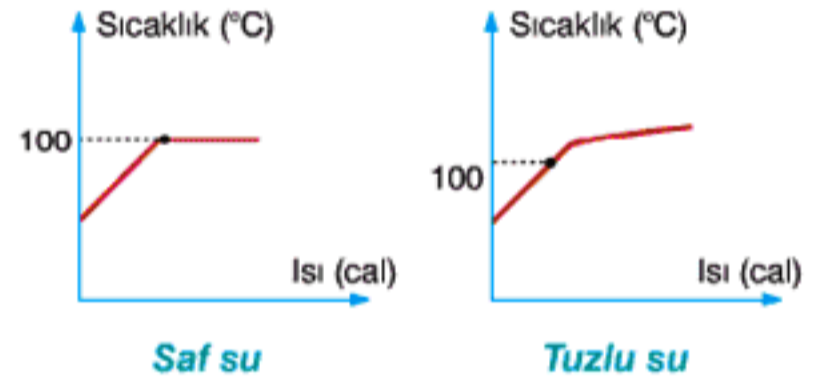
Suyun donma sıcaklığının azalması, buzun erime sıcaklığının da azalması anlamına gelir. Bu sebeple saflığı bozulan buz daha kolay erir. Kış aylarında yollardaki buzlanmaların engellenmesi için yollara tuz veya farklı kimyasallar atılmasının sebebi de bundan kaynaklanır.



Arabaların soğutma suları, kışın hava sıcaklığının  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  in altında olduğu günlerde donabilir. Bu durumda motor yanma tehlikesi geçirebilir, soğutma suyunun içinde dolandığı radyatör, suyun donarken genişlemesinden dolayı çatlayabilir. Suyun donmasını engellemek için antifriz adı verilen bir kimyasal madde motorun soğutma suyuna eklenir. Antifrizli su  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  lara kadar donmayabilir.

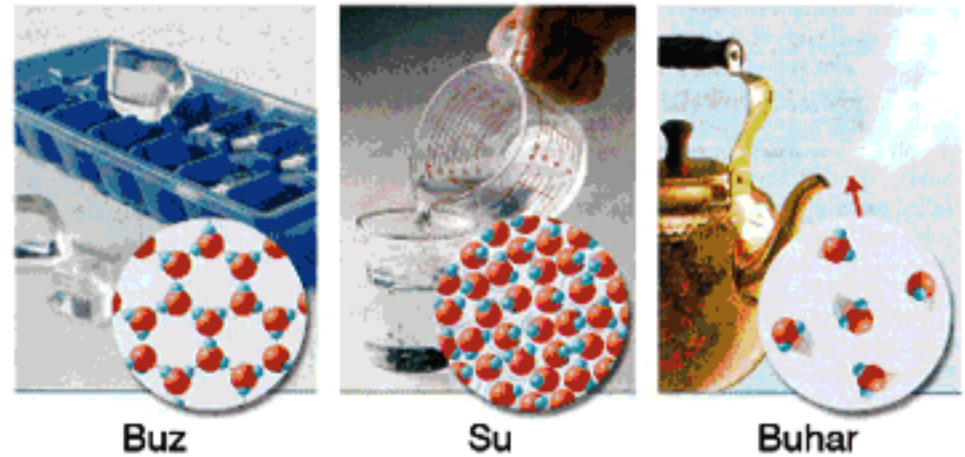
Sıvıların saflıklarının bozulması sadece donma sıcaklıklarını değil, kaynama sıcaklıklarını da etkiler.

Yabancı maddeler buharlaşma ve yoğunlaşma sıcaklığını etkiler. Suyun içine tuz veya şeker karıştırılıp ısıtılırsa, kaynama sıcaklığı  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  un üstünde olur.



## V. ISINMA - SOĞUMA EĞRİLERİ

Isı alan ya da veren maddelerin tanecikleri arasındaki bağların, tanecik hareketliliklerinin ve tanecikler arasındaki uzaklıkların değiştiğini öğrendik. Maddelerin aldıkları ya da verdikleri ısı miktarı yeterli kadar olduğunda madde hâl değiştirir.



Yukarıdaki şekilde buz, su ve buharın tanecik yapıları sembolize edilmiştir. Buzun tanecikleri arasındaki uzaklık suyunkine göre daha fazla fakat moleküller birbirine tutunmuş ve daha düzenli bir yapıya sahiptir. Bu durumun su için özel bir durum olduğuna dikkat ediniz.

Maddelerin **erime** ve **kaynama sıcaklıklarıyla**, **erime** ve **buharlaştırma ısılarının** normal şartlarda değişmeyen, sabit değerler olduğunu ve maddenin bu değerler yardımıyla diğerlerinden ayırt edilebildiğini, dolayısıyla bu niceliklerin ayırt edici özellikler olduğunu öğrenmiştik.

### Örnek .. 13

0 °C taki 27 gram buz eriten ısı ile, 100 °C taki kaç gram su buharlaştırılabilir?  
( $L_{\text{buz}} = 80 \text{ cal/g}$  ;  $L_{\text{su}} = 540 \text{ cal/g}$ )

### Çözüm

0 °C taki 27 gram buz eriten ısı,

$$Q = m \cdot L_e = 27 \cdot 80 = 2160 \text{ kalori dir.}$$

Bu kadarlık ısı ile, 100 °C taki

$$Q = m \cdot L_b$$

$$2160 = m \cdot 540$$

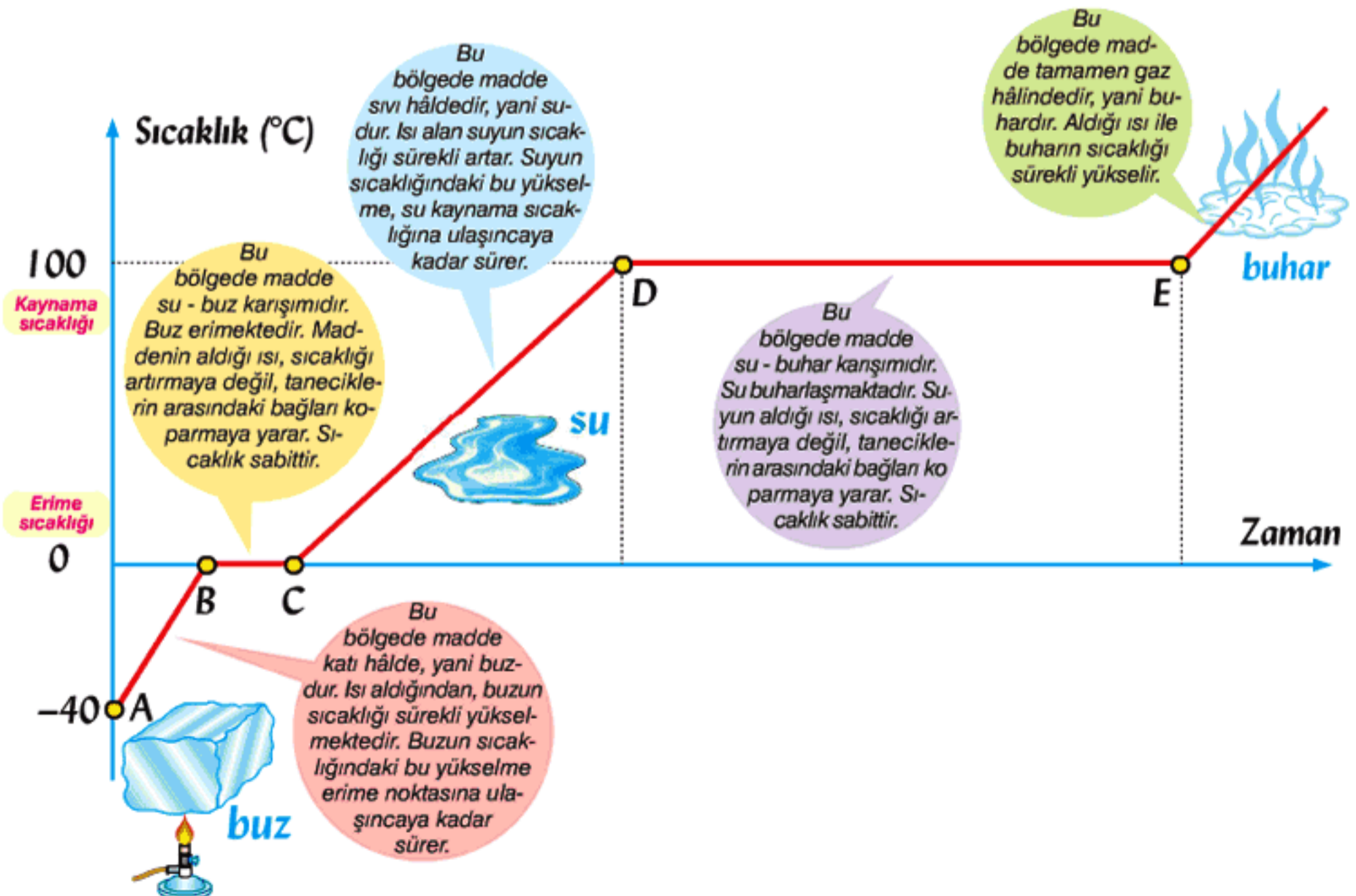
$$m = 4 \text{ gram bulunur.}$$

Şimdi ısı alan ya da veren maddelerin sıcaklık ve hâl değişimlerini grafik çizerek inceleyelim.

Başlangıçta katı hâldeki, sıcaklığı  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  olan buz, ısı yalıtımının sağlandığı ortamda, eşit zaman aralıklarında eşit ısı veren bir ısı kaynağının üzerine bırakıldığında sıcaklık - zaman grafiği aşağıdaki gibi olur. Bu grafiği çizilen **madde; ısı almaktadır.**

### Başlangıçta buz olan madde;

- **A - B noktaları arasında** buzdur. Buzun sıcaklığı yükselmektedir. B noktasında madde erime sıcaklığına ulaşmış olur.
- **B - C noktaları arasında** madde hâl değiştirmektedir, sıcaklık sabittir. B de maddenin tamamı buz, B - C noktaları arasında buz - su karışımı, C noktasında ise tamamı  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  ta sudur.
- **C - D noktaları arasında** sudur. Suyun sıcaklığı yükselmektedir. D noktasında kaynama sıcaklığına ulaşmış olur.
- **D - E noktaları arasında** madde hâl değiştirmektedir, sıcaklık sabittir. D de maddenin tamamı su, D - E noktaları arasında su - buhar karışımı, E noktasında ise tamamı  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  ta buhardır.
- **E noktasından sonra** buhardır. Buharın sıcaklığı yükselmektedir.



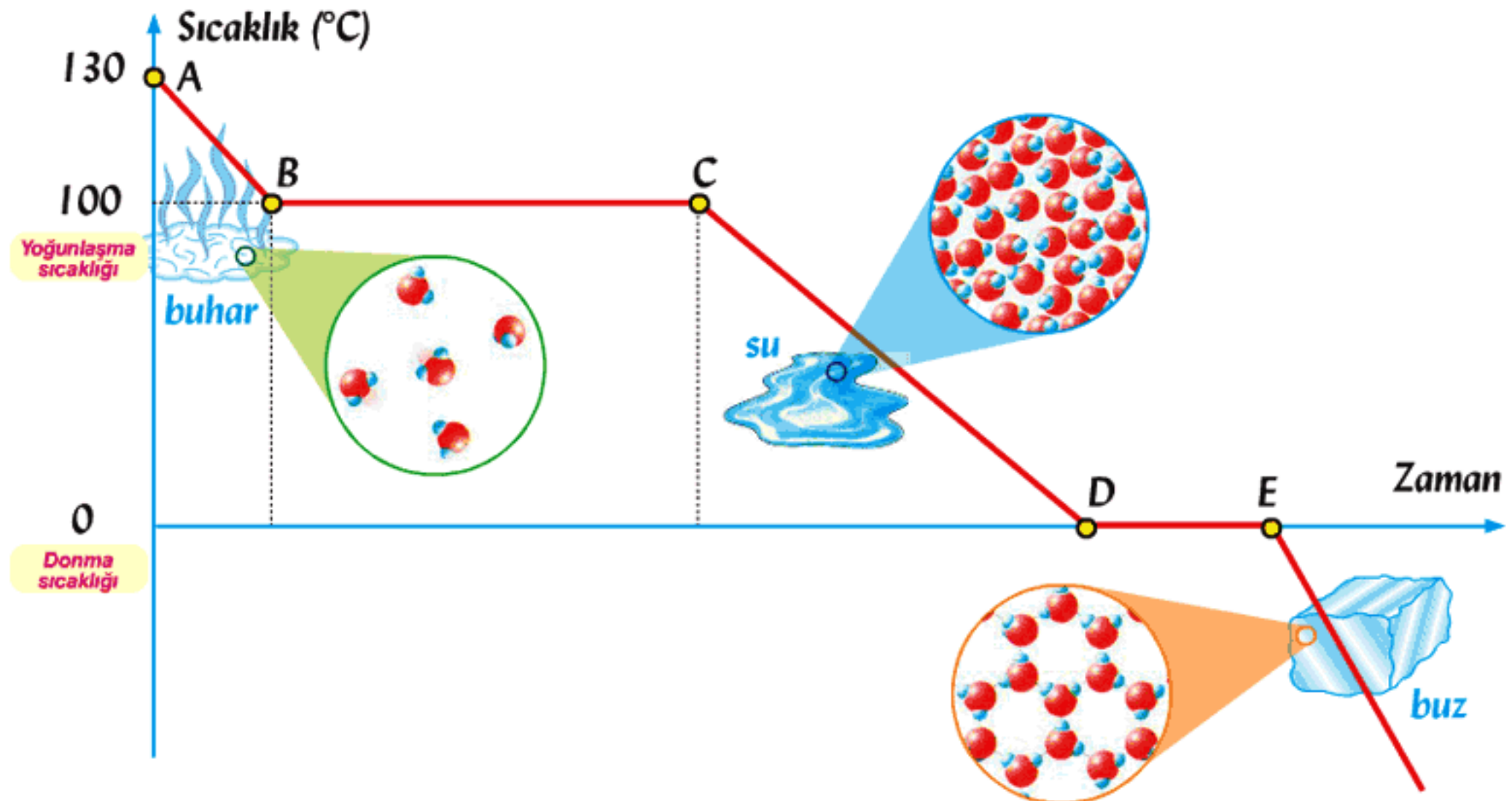


İlk sıcaklığı 130 °C olan bir miktar su buharı, soğuk bir ortama götürüldüğünde, etrafa ısı verir. Bu esnada maddenin sıcaklık - zaman grafiği aşağıdaki gibi çizilebilir.

Grafiği çizilen **madde; ısı vermektedir.**

**Başlangıçta su buharı buhar olan madde;**

- **A - B noktaları arasında** buhardır. Buharın sıcaklığı alçalmaktadır. B noktasında madde kaynama sıcaklığına ulaşmış olur.
- **B - C noktaları arasında** madde hâl değiştirmektedir, sıcaklık sabittir. B noktasında maddenin tamamı 100 °C ta buhar, B - C noktaları arasında buhar - su karışımı, C noktasında ise tamamı sudur.
- **C - D noktaları arasında** sudur. Suyun sıcaklığı alçalmaktadır. D noktasında donma sıcaklığına ulaşmış olur.
- **D - E noktaları arasında** madde hâl değiştirmektedir, sıcaklık sabittir. D noktasında maddenin tamamı 0 °C ta su, D - E noktaları arasında su - buz karışımı, E noktasında ise tamamı 0 °C ta buzdur.
- **E noktasından sonra** buzdur. Buzun sıcaklığı alçalmaktadır.

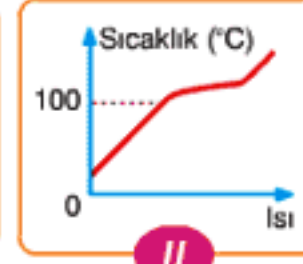


### Örnek .. 14

Aşağıdaki I, II, III grafikleri X, Y ve Z maddelerinden hangilerine ait olabilir?



I



II



III

X

Donma sıcaklığındaki ısı veren su

Y

Isıtılan tuzlu su

Z

Isıtılan alkol buz karışımı

### Çözüm

I grafiğinde üç defa hâl değişimi vardır. Bu da grafiğin hâl değiştirme sıcaklıkları farklı birden fazla saf maddeye ait olduğu anlamına gelir. Bu grafik ısıtılan alkol - buz karışımına ait olabilir. Önce buz erimiş, sonra alkol gaza dönüşmüş, son olarak da su buharlaşmıştır. I grafiği Z ye ait olabilir.

II grafiği; ısıtılan, ancak (hâl değişimi sırasında sıcaklık sabit kalmadığı için) saf olmadığı anlaşılan bir maddeye aittir. Bu madde tuzlu su olabilir. Tuzlu suyun kaynama sıcaklığı 100 °C nin üstünde olur. II grafiği Y ye aittir.

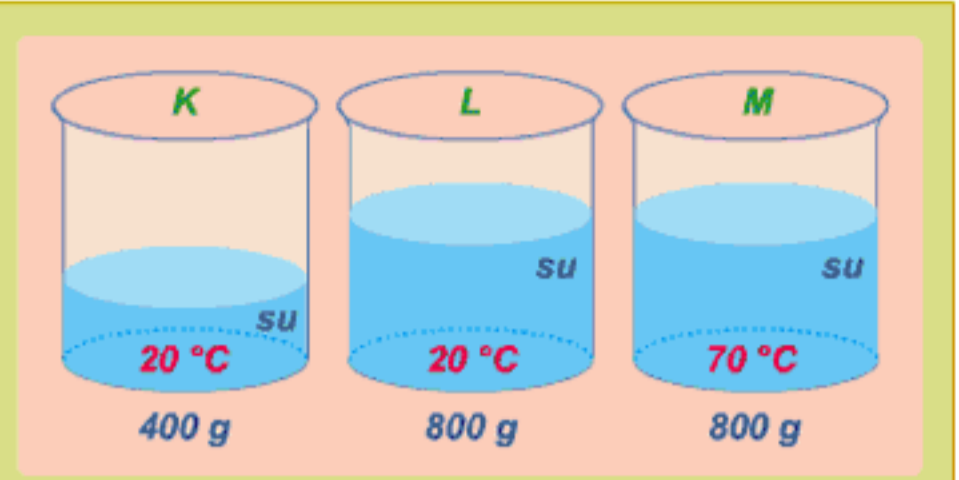
III grafiğinde maddenin sıcaklığı azalıyor. Yani madde ısı veriyor. Suyun donma sıcaklığı da 0 °C olduğuna göre, III grafiği X e aittir.

**Etkinlik**

Aşağıdaki cümlelerdeki boşlukları alttaki kutuda bulunan ifadelerle doğru bir şekilde doldurunuz.

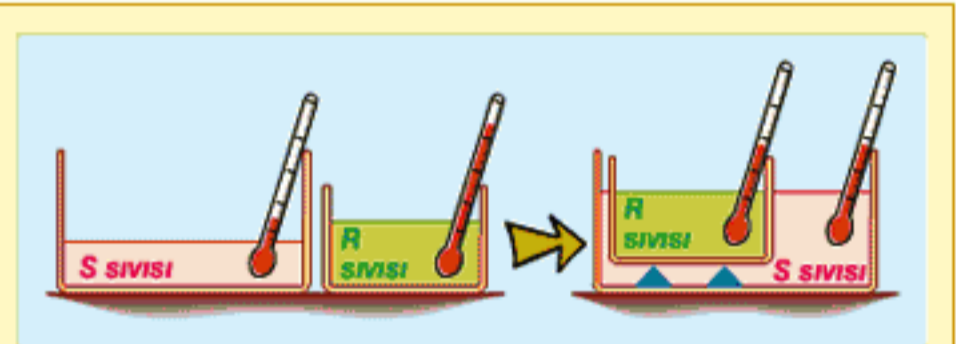
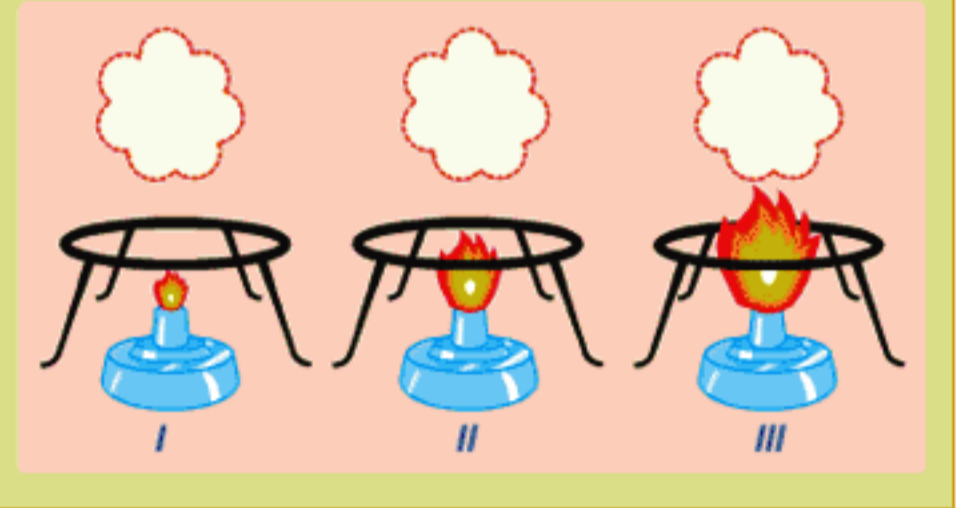
1. Isının ..... daima sıcak maddeden soğuk maddeye doğrudur.
2. Maddelerin arasında ısı alışverişi gerçekleşmesi için, maddelerin ..... farklı olması gerekir.
3. Sıcaklığı artan bir cismin moleküllerinin ..... artmıştır.
4. Kütleleri küçük olan bir maddenin sıcaklığı, büyük olana göre daha kolay .....
5. Bir termometrede sıvı seviyesinin yükselip alçalması, sıvının ..... büzülmesiyle ilgilidir.
6. Kaptaki maddeye aynı sıcaklıkta aynı maddeden eklediğimizde moleküllerin toplam ..... artar.
7. Saf maddelerin hâl değişimleri sırasında sıcaklıkları .....
8. Bir gram maddenin sıcaklığını  $1^{\circ}\text{C}$  artırmak için gerekli ısı miktarına o maddenin ..... denir.
9. Öz ısısı ..... olan maddeler diğerlerine göre geç ısınır, geç soğur.
10. Sıvı hâlden katı hâle geçen bir maddenin tanecekleri arasındaki ..... artar.
11. Yollarda kış aylarında buzlanmayı engellemek için ..... yapılır.
12. Bir maddenin ..... maddenin kaynama ve donmasını geciktirebilir.
13. Bir maddenin ..... maddenin erime ısısına eşittir.

akış yönü, tuzlama, sabittir, büyük, öz ısı, saflığın bozulması, sıcaklıklarının, donma ısı, çekim kuvveti, yükseltilir, hareket enerjisi, genişip, hareketliliği de



Yukarıdaki özdeş kaplarda kütleleri ve sıcaklıkları verilen sular bulunmaktadır. Buna göre, üç kaptaki suların aynı anda kaynamasını amaçlayan Ayhan, kapları aşağıdaki I, II ve III ısı kaynaklarının üzerine koymak istiyor.

**Ayhan, farklı şiddetlere sahip ısı kaynaklarının üzerine hangi kapları koyduğunda amacına ulaşabilir? Isı kaynaklarının üzerlerindeki boşluklara kapların adını yazınız.**



Yukarıdaki özdeş kaplarda kütleleri ve sıcaklıkları verilen sular bulunmaktadır. Farklı kaplarda bulunan **S sıvısının sıcaklığı  $10^{\circ}\text{C}$** , **R sıvısının sıcaklığı ise  $80^{\circ}\text{C}$**  tur. Kaplar şekildeki gibi iç içe konuluyor.

**Isı alışverişinin yalnız sıvılar arasında olduğu düşünülürse, R ve S sıvılarının ısı dengeye ulaşana kadar sıcaklık - zaman grafiklerini çiziniz.**

