

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**GIDA TEKNOLOJİSİ**

**FİZİKSEL DEĞİŞİMLER-3**

**Ankara, 2014**

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

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	11
1. MADDENİN HALLERİ VE HAL DEĞİŞİMİ .....	11
1.1. Erime-Donma .....	14
1.2. Kaynama .....	16
1.3. Yoğunlaşma (yoğuşma) .....	19
1.4. Süblimleşme .....	20
1.5. Hal Değişim Grafiği .....	21
1.6. Damıtma .....	24
1.6.1. Adi Damıtma .....	25
1.6.2. Ayrımsal Damıtma .....	25
1.6.3. Vakumda Damıtma .....	26
1.7. Damıtma İşleminde Kullanılan Araçlar .....	27
1.7.1. Mantar Delme Seti .....	27
1.7.2. Mantar .....	28
1.7.3. Termometre .....	28
1.7.4. Damıtma Balonu .....	29
1.7.5. Soğutucu .....	29
1.7.6. Kaynama Taşı .....	32
1.7.7. Toplama Başlığı .....	32
UYGULAMA FAALİYETİ .....	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	44
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	48
2. SICAKLIK VE ISI .....	48
2.1. Sıcaklık .....	48
2.1.1. Uluslar Arası Sıcaklık Birimleri .....	49
2.1.2. Sıcaklık Birimlerinin Çevrilmesi .....	50
2.2. Isı .....	51
2.2.1. Uluslararası Isı Birimleri .....	51
2.2.2. Isı Birimlerinin Çevrilmesi .....	51
2.3. Isınma Isısı (Özısı) .....	52
2.4. Isı Hesaplaması .....	53
2.5. Isı ve Sıcaklığın Karşılaştırılması .....	56
UYGULAMA FAALİYETİ .....	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	60
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	61
CEVAP ANAHTARLARI .....	66
KAYNAKÇA .....	68

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Gıda Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Fiziksel Değişimler-3</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Maddelerin ısı alışverişleri sırasında meydana gelen hal değişimlerini, maddelerin hal değiştirmelerinden yararlanarak karışımları ayırmayı, ısı ve sıcaklık hesaplamaları yapmayı, hal değişim grafikleri çizmeyi ve yorumlamayı öğreten bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modül için “Fiziksel Değişimler 2” modülünü başarmış olmak ön koşuldur.
<b>YETERLİK</b>	Fiziksel Değişimleri İncelemek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, kuralına uygun fiziksel değişimleri inceleyebileceksiniz. <b>Amaçlar:</b> <b>1.</b> Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak karışımları damıtma ile ayırabileceksiniz. <b>2.</b> Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak çözünme olayındaki ısı değişimini inceleyebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf ve laboratuvar ortamı <b>Donanım:</b> Üçayak, amyant tel, bek, destek, kıskaç, damıtma balonu, termometre, mantar, mantar delme seti, soğutucu, erlen, toplama başlığı, kaynama taşı, hortum, beher, terazi, saf su, kalsiyum klorür, termometre, grafik çizim kağıtları, tahta, tebeşir, kalem
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme, uygulama vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bu modülde fiziksel değişimlerin nasıl gerçekleştiğini öğrenerek hem yaşamınızdaki neden, nasıl sorularını cevaplandırarak hem de bu değişimlere etki eden faktörleri tanıyarak mesleki yaşamınız için temel bilgilere sahip olacaksınız.

Maddelerin hal değişimlerinin yaşamımızın ne kadar içinde olduğunu fark edecek, maddelerin hal değişim özelliklerini kullanarak insanoğlunun yaşamını nasıl kolaylaştırdığının örneklerini göreceksiniz. Basit bir su buharının bile belirli bir gücü olduğunu ve bu gücün birçok şeyi etkileyebilme özelliği olduğunu öğreneceksiniz.

Maddede hal değişimi ile ilgili bilgi ve becerileri kazanırken ısı ve sıcaklık kavramlarını öğrenecek ısı ve sıcaklığın maddenin hal değiştirmesi olayı ile iç içe olduğunu fark edeceksiniz.

Konuyla ilgili bilgileri ve becerileri kazanarak gıda sanayinde ve gıda laboratuvarlarında maddenin hal değişiminin esas alındığı analizleri ve üretimleri en az hatayla ve en yüksek güvenlik tedbirlerini alarak, gerçekleştireceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun şekilde karışımları damıtma ile ayırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Maddenin hal değiştirmesinden endüstride nasıl kullanıldığını araştırınız.
- Maddenin hal değiştirmesinin günlük yaşamımıza olumlu ve olumsuz etkilerini araştırınız.
- Suyun birçok konuda diğer saf maddelerden farklı özellikleri olduğu ve hem yaşamımızı hem de mesleğimizi yakından ilgilendirdiği için suyun hal değiştirme özelliklerini ve bunun doğadaki yaşama etkisini araştırınız Sınıfta öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Erime ve çözünme arasındaki farkı araştırınız.

## 1. MADDENİN HALLERİ VE HAL DEĞİŞİMİ

Boşlukta yer kaplayan hacmi, kütlesi ve eylemsizliği olan her şeye madde denir. Madde hangi halde olursa olsun bütün maddeler taneciklerden oluşmuştur. Maddeleri oluşturan tanecikler bazı maddelerde atomu bazı maddelerde molekülü temsil eder. Maddeyi oluşturan tanecikler birbirlerine uyguladıkları çekim kuvveti sayesinde bir arada durur. Tanecikler arasındaki çekim kuvvetinin büyüklüğü maddenin fiziksel halini belirler. Maddeyi oluşturan taneciklerin arasında boşluk bulunur. Madde hangi halde olursa olsun maddeyi oluşturan tanecikler hareket halindedir. Bu nedenle maddeyi oluşturan taneciklerin hareketlerinden dolayı hareket (kinetik) enerjileri vardır.

Madde doğada fiziksel özelliğine göre katı, sıvı ve gaz olarak üç şekilde bulunur.

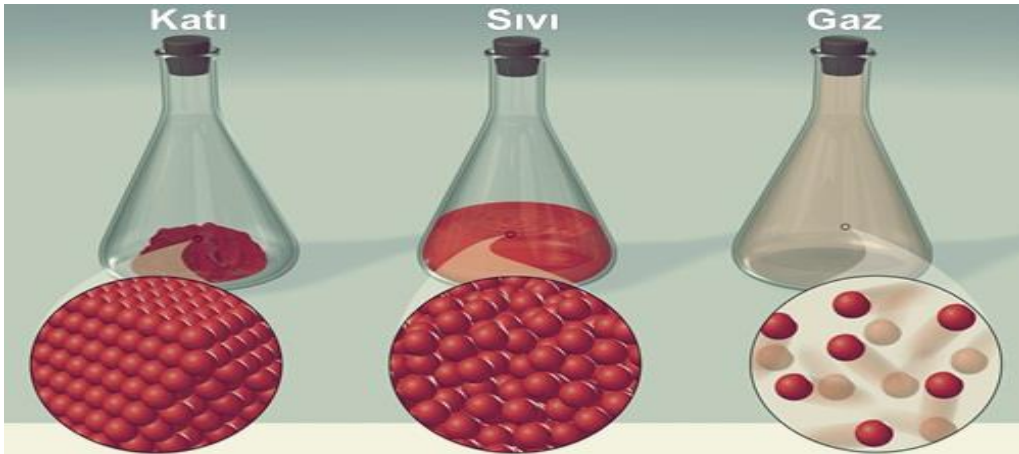
- **Maddenin Katı Hali:**
  - Katı haldeki maddelerin belirli kütle, hacim ve şekilleri vardır.
  - Katı haldeki maddeyi oluşturan tanecikler birbirlerine sıkıca bağlıdır ve tanecikler arasındaki boşluk çok azdır.
  - Katı tanecikleri birbirine sıkıca bağlı oldukları için oldukça düzenli taneciklerdir.
  - Katı tanecikler arasındaki boşluk çok az olduğu için katılar sıkıştırılamazlar.
  - Katı maddeleri oluşturan taneciklerin hareketi sadece oldukları yerde titreşme şeklindedir.
  - Katı maddeler akışkan değildirler.

➤ **Maddenin Sıvı Hali:**

- Sıvı haldeki maddelerin belirli kütleleri olup konuldukları kabın şeklini alırlar.
- Sıvı haldeki maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki boşluk katılara göre daha fazladır.
- Sıvı maddeleri oluşturan tanecikler katılara göre daha zayıf bağlarla bağlıdır ve bunlar katı taneciklere göre birbirlerine daha uzaktır.
- Sıvı maddeleri oluşturan tanecikler arasındaki boşluk katılara göre daha fazla olmasına rağmen sıvılar da sıkıştırılamazlar.
- Sıvı maddeleri oluşturan tanecikler hem titreşme hem de birbirleri üzerinden kayarak dönme hareketi yaparlar. Sıvı tanecikleri birbirleri üzerinden kayarak dönme hareketi yaptıkları için sıvılar akışkan maddelerdir.
- Sıvı maddeleri oluşturan tanecikler katılara göre daha düzensizdir.

➤ **Maddenin Gaz Hali:**

- Gaz halindeki maddelerin belirli kütleleri olup konuldukları kabı tamamen doldurarak kabın hacmini ve şeklini alırlar.
- Gaz halindeki maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki boşluk katı ve sıvılara göre daha fazladır.
- Gaz halindeki maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki boşluk çok olduğu için gazlar sıkıştırılabilirler.
- Gaz halindeki maddeyi oluşturan tanecikler birbirlerinden tamamen bağımsız olup gelişigüzel (rastgele) hareket ederler.
- Gaz halindeki maddeyi oluşturan tanecikler hem titreşme, hem birbiri üzerinden kayarak dönme, hem de bulunduğu kabın duvarlarına çarparak yayılma hareketi yaparlar.
- Gaz halindeki maddeyi oluşturan tanecikler sıvılar gibi akışkan maddelerdir.



**Resim1.1: Katı, sıvı ve gaz maddeleri oluşturan taneciklerin düzeni ve birbirlerine yakınlığı**



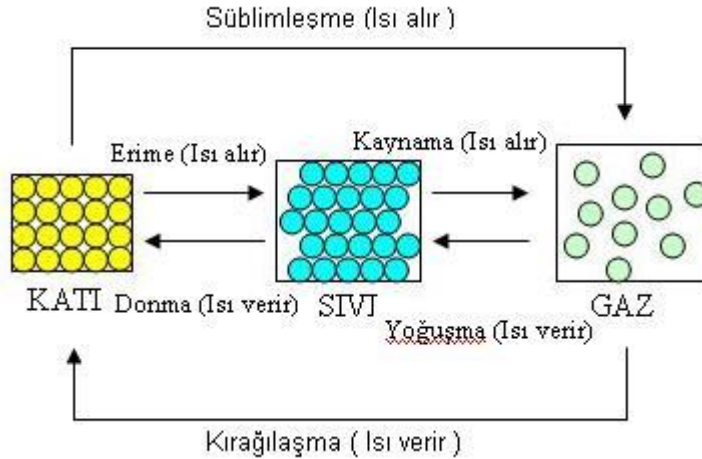
Bir maddede katı halden gaz hale doğru gidildikçe;

- Tanecikler birbirinden uzaklaşır.
- Tanecikler arasındaki çekim kuvveti azalır (gazlarda yok denecek kadar azdır).
- Taneciklerin hareket enerjisi artar ve tanecikler hızlanır.
- Tanecikler düzensizleşir. Şekil, hacim gibi özellikler ortadan kalkar.

**Maddenin Hal Değişirmesi:** Maddenin ısı alarak ya da ısı vererek fiziksel durumunu değiştirmesidir. (Erime, donma, buharlaşma, yoğuşma (yoğunlaşma) hal değiştirme olaylarıdır). Geçmiş konularınızdan hatırlayacağınız gibi madde hal değiştirdiğinde yeni bir madde oluşmaz. Yani maddeyi oluşturan taneciklerin özelliği değişmez, Sadece hacim ve şekli değişir. Her maddenin erime, donma, kaynama, yoğuşma sıcaklıkları farklıdır. Bu nedenle maddelerin hal değiştirmeleri ayırt edici bir özelliktir.

Madde hal değiştirdiğinde o maddeyi oluşturan taneciklerin sayısı ve büyüklüğü değişmez, sadece taneciklerin birbirlerine olan uzaklığı ve yaptıkları hareket değişir.

Madde hal değiştirirken sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye doğru ısı geçişi olur. Örneğin; elimize kolonyaya döktüğümüzde elimiz kolonyadan daha sıcak olduğu için kolonyaya ısı vererek onu buharlaştırır. Bu sayede elimiz ısı verdiği için soğur, kolonya da ısı alarak gaz hale geçer.



**Şekil1.1: Maddelerin ısı alarak veya ısı vererek bir halden diğerine geçmesi.**

Eğer bir maddeye ısı verildiği halde o maddenin sıcaklığı değişmiyorsa madde hal değiştirmiyor demektir. Madde hal değiştirirken sıcaklığı değişmez. Çünkü bu sırada maddeye verilen ısı, maddenin taneciklerinin birbirinden uzaklaştırılması için kullanılır.

Maddenin hal değiştirme süresini maddenin cinsi, basınç, maddeye verilen veya alınan ısı miktarı ve maddenin miktarı etkiler. Bunların etkilerini bundan sonraki konularda daha ayrıntılı öğreneceksiniz.

## 1.1.Erime-Donma

Bir pet şişeyi suyla doldurup buzluğa koyduğumuzda donarak katı hale geçtiğini görürüz. Ya da dondurmaya biraz beklettiğimizde eridiğini görürüz. Pet şişedeki suyun donma sebebi kendi sıcaklığından daha düşük sıcaklıktaki bir ortama koyulduğu için ısı vermesi; dondurmanın erime sebebi ise kendi sıcaklığından daha sıcak bir ortamda bulunduğu için ısı almasıdır.

Yukarıda verdiğimiz örneklerden yola çıkarak katı haldeki bir maddenin yeterince ısı alırsa sıvı duruma geçmesini erime olarak tanımlarız. Katı bir madde ısı aldığı katı taneciklerinin enerjileri artar, atom ve moleküllerinin titreşim hareketi artar. Sıcaklık yeteri kadar arttırılırsa bu titreşim hareketleri dengelenemez ve katının şekli bozulur, katı sıvılaşır.

Yeterince soğuyan sıvı maddelerin katı hale geçmesini de donma (katılaşma) olarak tanımlarız. Bir sıvı soğutulursa sıvıyı oluşturan taneciklerin hareketi yavaşlar ve aralarındaki çekim kuvveti artar bunun sonucu madde tekrar katı hale döner.

Maddeler hangi sıcaklıkta eriyorsa, sıvı hali de aynı sıcaklıkta donar. Erime ve donma sıcaklıkları maddeler için ayırt edici özelliktir. Örneğin; su 0 °C'de donar buz ise aynı sıcaklıkta erir. Naftalin 79 °C'de donar (katılaşır) ve katı naftalin 79 °C'de erir. Katı maddenin sıvı hale geçmeye başladığı sıcaklığa erime sıcaklığı, sıvı haldeki maddenin katı hale geçmeye başladığı sıcaklığa ise donma sıcaklığı denir. Saf maddelerin erime ve donma sıcaklıkları eşittir. Bir madde için; Erime sıcaklığı = Donma sıcaklığı' dır. Maddelerin erime, donma, kaynama sıcaklıkları madde miktarına bağlı değildir. Yani bir bardak su da 0 °C'de donar; bir kova su da 0 °C'de donar. Madde miktarı yalnızca kaynama, donma ya da erime süresini etkiler.

SAF MADDE	ERİME VE DONMA (KATILAŞMA) SICAKLIĞI (°C)
Etil alkol	-117
Civa	-39
Su	0
Naftalin	79
Kükürt	119
Kurşun	327
Bakır	1084
Demir	1535

**Tablo1.1: Farklı maddelerin erime– donma ısıları**

Saf maddelerin erime ve donma süresince sıcaklıkları sabit kalır. Erime olayının gerçekleşmesi için katı maddeye ısı verilir fakat madde tamamen eriyene kadar sıcaklığı aynı kalır. Madde tamamen eridikten sonra ısı vermeye devam edilirse sıvının sıcaklığı artmaya başlar. Örneğin buzu erittiğimizde buzun hepsi eriyinceye kadar sıcaklık 0 °C' de sabit kalır. Buzun hepsi eriyerek su haline geçer. Isı vermeye devam edilirse suyun sıcaklığı 0 °C'nin üstüne çıkmaya başlar.

Donma (katılaşma) olayı gerçekleşirken sıvıdan ısı alınır (soğutulur) ve maddenin sıcaklığı azalmaya başlar. Donma başladığı zaman, tüm sıvı donuncaya kadar sıcaklık sabit kalır. Daha sonra katıdan ısı alındıkça (soğudukça) sıcaklık yeniden düşmeye başlar. Örneğin suyu dondurduğumuzda (katılaştırdığımızda) suyun hepsi donuncaya kadar sıcaklık  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sabit kalır. Suyun hepsi donarak buz haline geçtikten sonra buzun sıcaklığı  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altına inmeye başlar.

Maddelerin erime ve donma sıcaklıklarının bilinmesi, onların kullanılmasını kolaylaştırır. Birçok eşya ve aletin yapımında maddelerin erime ve donma sıcaklıkları dikkate alınır. Tencere ve fırın tepsileri yapılırken erime noktası yüksek olan maddeler seçilir. Ampullerde kullanılan teller  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'a kadar ısıtıldığında bile erimez. Araba motorlarında da erime sıcaklığı yüksek olan metaller kullanılır.

Erime maddelerin hacimlerini değiştirir. Genellikle birçok maddenin erime ile hacmi büyür, donduklarında da hacimleri küçülür. İstisna olarak suyun donunca hacmi artar. (Su  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında iken hacmi en küçük, yoğunluğu en büyük değerde olur. ) Su  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ta buz olunca hacmi büyür, yoğunluğu küçülür ve bu nedenle buz suda yüzer bu özelliğinden dolayı sular donunca su boruları patlar.

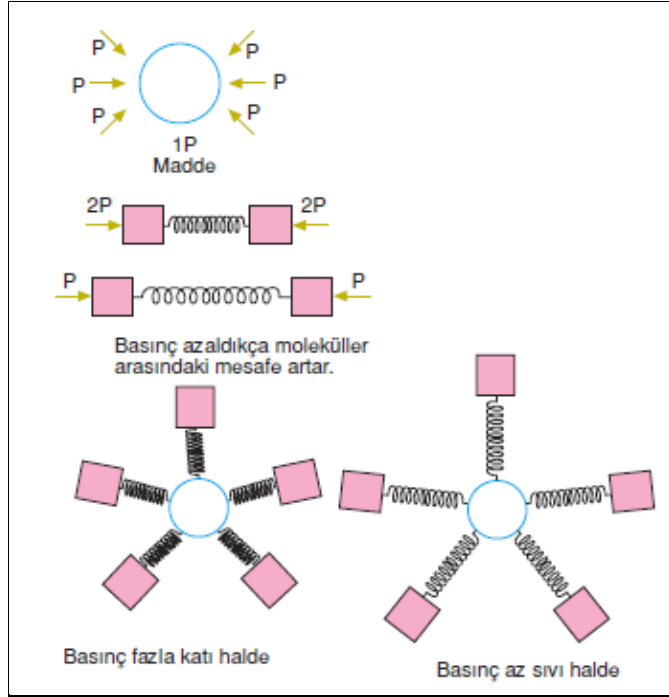
Su dışında ısıtıldığında hacmi azalan diğer maddeler antimon ve bizmut, silisyum, galyum, germanyum gibi elementlerdir.

Basınç ve maddenin saflığı erime ve donma sıcaklığını etkiler.

**Maddenin saflığının erime ve donma sıcaklığını etkisi:** Saf bir sıvının içine tuz veya şeker gibi yabancı madde katarak saflık derecesini azaltırsak sıvının erime ve donma sıcaklığını da değiştirmiş oluruz. Arabaların soğutucu suyunun içine antifriz denen maddenin karıştırılması suyun donma noktasını  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  gibi sıcaklıklara indirmektedir. Kışın hava sıcaklığının  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında olduğu durumlarda, yollardaki buz eritmek için, tuz dökülür. Tuz, buzun erime noktasını düşürür ve (-) değerli sıcaklıklarda da buz eriyebilir.

**Basıncın erime ve donma sıcaklığını etkisi:** Basıncın erime sıcaklığı üzerine etkisi vardır. Basınç, birim yüzeye etkiyen dik kuvvet olduğundan, maddenin moleküllerini bir arada tutarak dağılmasını önleme yönünde etki eder. Dolayısıyla basınç ne kadar çok olursa katıların sıvı hale geçmesi o kadar zorlaşır. Çünkü katının sıvı hale geçmesi için moleküllerinin birbirinden uzaklaşması gereklidir.

Sıcaklık arttığında hacmi artan maddelerde basıncın artması moleküllerin birbirinden uzaklaşmalarını engelleyecek bir etki gösterdiğinden basıncın artması erimeyi zorlaştırır. Örneğin;  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  de eriyen madde  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$  de eriyebilir. Ya da  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  de eriyen bir madde  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  de eriyebilir.



**Şekil1.2: Basıncın katı ve sıvı maddelerdeki etkisi**

Sıcaklık arttığında hacmi azalan maddelerin erime sırasında da hacmi azalır. Bu maddelerin su, antimon ve bizmut antimon ve bizmut, silisyum, galyum, germanyum olduğunu yukarıda belirtmiştik. Bu maddelerde Basınç maddenin hacmini azaltıcı bir etki gösterdiği için erimeyi kolaylaştırır. 0 °C de eriyen buz, basınç artırılmasıyla sıfırın altındaki bir sıcaklıkta da eriyebilir. Yüksek dağların zirvesindeki karların yaz mevsiminde de erimemesinin nedenlerinden birisi de açık hava basıncının yükseklere çıkıldıkça azalması ve karın erime noktasının yükselmesidir.

**Erime Isısı:** Herhangi bir maddenin 1 gramını erime noktasında sıvı hale dönüştürmek için verilmesi gerekli ısıya o maddenin erime ısısı denir ve  $L_e$  ile gösterilir.

**Donma ısısı:** Donma sıcaklığındaki sıvı bir maddenin 1 gramının donarken verdiği ısı miktarına donma ısısı denir. Donma ısısı  $L_d$  şeklinde gösterilir.

## 1.2. Kaynama

Ocağa koyduğumuz bir tencere suyun ısı aldıkça buharlaştığını görürüz. Ancak bir süre sonra ısının sıcaklığı yükselir ve buharlaşma artar, kabarcıklar oluşmaya başlar. Bu kabarcıklar hızlı bir şekilde oluşuyorsa su kaynamaya başlamıştır.

Buharlaşma olayının gerçekleşmesi için maddenin ısıya ihtiyacı vardır. Maddenin aldığı bu ısı, tanecikler arasındaki bağların yok olacak kadar zayıflamasına neden olur ve tanecikler birbirinden bağımsız hale gelir. Sıvı buharlaşırken çevresinden ısı aldığı için çevresini soğutur.

Sıvıyı oluşturan tanecikler, buhar haline gelirken sıvıdan ayrılarak dış ortama basınç yaparlar. Yaptıkları bu basınca denge buhar basıncı denir. Sıvıların sıcaklığı artıkça buharlaşması hızlanır. Dolayısı ile denge buhar basıncı da artar. Denge buhar basıncının bu artışı en nihayetinde dış ortamın basıncına (açık hava basıncına) eşit oluncaya kadar devam eder. Bu noktada kaynama olayı gerçekleşir. Kaynama olayının başladığı sıcaklığa kaynama noktası (sıcaklığı) denir. Genellikle birimi ( $^{\circ}\text{C}$ ) olarak verilir.

Her sıvının kendine ait buharı vardır. Dolayısıyla her sıvının buhar basıncı da farklıdır. Madde miktarı buhar basıncını etkilemez. Buhar basıncı sıvının cinsine, saflığına ve sıcaklığına bağlıdır.

Saf sıvıların kaynama süresince hem sıcaklığı hem de buhar basıncı sabittir. Saf olmayan sıvıların ise (örneğin tuzlu su) kaynama süresince sıcaklığı arttığı halde buhar basıncı değişmez.

Sıvıların aynı ortamda kaynama noktaları ile buhar basınçları arasında ters orantı vardır. Dolayısıyla kaynama sıcaklığı yüksek olan sıvının buhar basıncı daha düşüktür. Kaynama noktası yüksek olan sıvıların molekülleri arasındaki çekim kuvveti fazladır bundan dolayı sıvı tanecikleri daha geç ortamı terk ederek buhar haline gelebilirler. Bu durum sıvının kaynama noktasını yükseltir aynı zamanda uçuculuğunu azaltır. Bu maddeler daha geç kaynadıkları için buhar basınçları da daha küçük olur. Bunu örneklendirecek olursak: Suyun kaynama noktası  $100^{\circ}\text{C}$ 'dir, saf alkolün kaynama noktası ise  $78^{\circ}\text{C}$ 'dir. Burada kaynama noktası daha yüksek olan sudur. Dolayısıyla su alkole göre daha geç kaynar, buhar basıncı alkolün buhar basıncından daha azdır ve alkole göre daha az uçucudur.

Bütün saf maddelerin kendine özgü belirli bir kaynama sıcaklıkları vardır. Bu sıcaklığa geldiklerinde kaynama devam ettiği sürece bu sıcaklık sabit kalır. Örneğin kolonyanın kaynama sıcaklığı  $78^{\circ}\text{C}$ , asetonun kaynama sıcaklığı  $56^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bütün saf sıvıların kaynamasıcaklıkları birbirinden farklıdır. Bu nedenle kaynama sıcaklığı saf maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

Sıvının miktarı ya da ısıtıcı kaynağın gücü kaynama sıcaklığını değiştirmez sadece sıvının kaynamaya başlaması için gerekli olan süreyi değiştirebilir.

1 atm basınç altında bazı maddelerin kaynama sıcaklığı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

aseton $56,1^{\circ}\text{C}$	su $100^{\circ}\text{C}$	toluen $110,5^{\circ}\text{C}$	metil klorür $-23,7^{\circ}\text{C}$
asetilen $-83,6^{\circ}\text{C}$	eter $34,5^{\circ}\text{C}$	çinko $907^{\circ}\text{C}$	azot $-195,8^{\circ}\text{C}$
asetik asit $118,1^{\circ}\text{C}$	gliserin $290^{\circ}\text{C}$	Kurşun: $1750$	benzen $79,6^{\circ}\text{C}$
nitrik asit $86^{\circ}\text{C}$	helyum $-268,9^{\circ}\text{C}$	Bakır: $1769^{\circ}\text{C}$	brom $58,8^{\circ}\text{C}$
etil alkol $78,5^{\circ}\text{C}$	iyot $184^{\circ}\text{C}$	kurşun $1740^{\circ}\text{C}$	altın $2600^{\circ}\text{C}$
metil alkol $64,5^{\circ}\text{C}$	cıva $356,9^{\circ}\text{C}$	propan $-44,5^{\circ}\text{C}$	oksijen $-183^{\circ}\text{C}$
asetaldehid $20,2^{\circ}\text{C}$	naftalin $217,9^{\circ}\text{C}$	kükürt $444,6^{\circ}\text{C}$	platin $4300^{\circ}\text{C}$
anilin $184,4^{\circ}\text{C}$	kloroform $61,2^{\circ}\text{C}$	klor $-34,1^{\circ}\text{C}$	bütan $0,6^{\circ}\text{C}$

**Tablo1.2: Bazı saf maddelerin kaynama sıcaklığı**

**Basıncın kaynama sıcaklığına etkisi:** Sıvı yüzeyine etki eden açık hava basıncı arttıkça sıvının kaynama noktası yükselir. Kaynama olayının gerçekleşmesi için, buhar basıncının atmosfer basıncına eşit olması gerekir. Dolayısıyla atmosfer basıncı artarsa, ağız açık kaptaki sıvının kaynaması da o oranda zorlaşır. Atmosfer basıncının azalması ise kaynamayı kolaylaştırır ve sıvı daha düşük sıcaklıkta kaynar. Deniz düzeyinde 100 °C de kaynayan saf su, Ankara’da 96 °C de, Erzurum’da ise 94 °C de kaynar. Düdüklü tencerede basıncın artmasıyla sıvının kaynama sıcaklığı artırılır, dolayısıyla daha sıcak ortam oluştuğu için yemekler daha çabuk pişer.

	Yükselti (Metre)	Hava Basıncı (atm)	Suyun Kaynama Noktası
Ankara	850	0,9	97,2
Erciyes Dağı	3917	0,61	86,9
Ağrı Dağı Zirvesi	5137	0,52	82,8
Düdüklü Tencere	-	2	121

**Tablo1.3: Yükselti- Hava Basıncı– Kaynama Noktası İlişkisine Örnekler**

Sıvıların 1 atm basınçta elde edilen kaynama sıcaklıklarına "normal kaynama sıcaklığı" denir.

**Maddenin saflığının kaynama sıcaklığına etkisi:** Saf sıvı içine karıştırılan farklı maddeler sıvının saflığını bozar. Saflığı bozulan sıvının kaynama noktası değişir. Saf su 100°C de kaynarken; kireçli, şekerli, tuzlu su daha yüksek derecelerde kaynar. Çorbanın kaynama sıcaklığı suyunkinden yüksektir.

#### **Buharlaştırma ile kaynama arasındaki farklar:**

- Buharlaştırma her sıcaklıkta olur, kaynama belirli sıcaklıkta belirli basınçtır.
- Buharlaştırma yüzeyseldir, kaynama sıvının her noktasında olur.
- Sıcaklık arttıkça buharlaştırma hızı artar, kaynama sırasında buharlaştırma hızı maksimum (en yüksek seviyede) olur.
- Buharlaştırma olayı sıvının yüzeyinde gerçekleşir. Kaynamakta olan bir sıvının ise her noktasında buharlaştırma görülür.

**Buharlaştırma Isısı:** Herhangi bir maddenin 1 gramını kaynama noktasında buhar haline dönüştürmek için gerekli ısı miktarına o maddenin buharlaştırma ısı denir ve Lb ile gösterilir.

### 1.3.Yoğunlaşma (yoğuşma)

Sıvının ısı alarak gaz fazına geçmesi olayına buharlaşma demiştik. Yoğunlaşma ise buharlaşmanın tam tersi bir hal değişimidir. Yani buharın (gaz halindeki maddelerin) ısı kaybederek sıvı hale geçmesidir. Saf bir sıvının buharlaştığı sıcaklıkta, buharı da yoğunlaştırır.

Buharlaşma ısısı ile yoğunlaşma ısısı miktar olarak birbirine eşit ancak ters yönlüdür. Bundan dolayı, bir sıvıyı gaza dönüştürmek için verdiğimiz ısıyı, maddeden geri aldığımızda (maddeyi soğuttuğumuzda) madde gaz halinden sıvı haline tekrar dönecektir.

Buharlaşma hem açık hem de kapalı kaplarda olur. Açık kaplarda buharlaşma sıvı tamamen bitinceye kadar devam ederken, kapalı kaplarda bir süre sonra yoğunlaşma başlar çünkü buhar haline geçen moleküller birbirleriyle çarpışırken enerji alışverişinde bulunurlar. Enerjisi azalan molekül tekrar sıvı hale dönüşür. Bu olay yoğunlaşmadır.

Bir gaz (buhar) yoğunlaştığı zaman iki önemli değişiklik olur. Birincisi, yoğunlaşma sonucunda ortaya çıkan sıvının hacmi gazın hacminden çok daha küçüktür. İkincisi, yoğunlaşma sırasında ısı açığa çıkar. Buharın yoğunlaşıp suya dönüşmesi sırasında açığa çıkan bu ısı enerjisi günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır.

Gaz halindeki bütün maddeler yeterince sıkıştırılır ya da soğutulursa, yoğunlaşarak sıvı ya da katı hale dönüşür. Yani, yeterli bir sıkıştırma ya da soğutmayla moleküllerin birbirine tutunabilecek kadar yaklaşmaları ve hızlarının azalması sağlanabilir. Örneğin günümüzde birçok alanda kullanılan kuru buz, CO<sub>2</sub> 'nin belli bir basınçta – 79 0C ' de sıkıştırılarak önce sıvı daha sonra katı hale getirilmesiyle; dolayısıyla yoğunlaştırılmasıyla elde edilir.

Aslında günlük yaşamımızda yoğuşmaya sıkça rastlarız. Bunlara örnek verecek olursak;

Mutfakta yemek pişerken camların buğulanması bir yoğuşma örneğidir. Pişen yemekten çıkan buharlar, cama temas edince, cam soğuk olduğu için ısı vererek sıvı hale geçer.

Buzdolabından çıkan kapların dış yüzeylerinde sıvı taneciklerin oluşur. Bunun sebebi odanın ya da buzdolabının bulunduğu ortamı dolduran havada çeşitli gazlarla birlikte bulunan bir miktar su buharının kavanozun veya şişenin soğuk yüzeyine çarparak yoğuşması ve su damlacıkları oluşmasıdır.

Yoğunlaşma noktası: Sabit sıcaklıkta ve belli bir basınçta saf gaz bir maddenin, gaz halden sıvı hale geçtiği sıcaklıktır. Genellikle birimi (0C) olarak verilir.



**Resim1.2: Su buharının ısı vererek yoğuşması**

## 1.4.Süblimleşme

Moleküller arası kuvvetlerin daha büyük olduğu katılar, sıvılar ölçüsünde olmasa da buhar oluşturabilirler. Moleküllerin katı halden doğrudan buhar haline geçmesine süblimleşme, tam tersine molekülün buhar halinden katı hale geçmesine ise kırağışma denir.

Süblimleşme katı bir maddenin ısı alarak sıvılaşmadan direk gaz haline dönüşmesidir. Önemli süblimleşme özelliğine sahip olduğu bildiğimiz maddeler iyot, naftalin, buz ve kuru buzdur (katı karbondioksit). Eğer soğuk bir iklimde yaşıyorsanız, sıcaklık  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkmamasına karşın, yerlerdeki karların kaybolduğunu gözlemişsinizdir. Bu koşullarda kar erimez, süblimleşir. Kar ve buzun erime noktasının altında çok yavaşça süblimleşebilme özelliği vardır. Bu durum ıslak çamaşırların dondurucu sıcaklıkta asılıp sonradan kuru olarak alınmasını sağlayabilir.

Kırağışmanın bir örneği ise, donma sıcaklığı altındaki havada, su buharının öncelikle sıvı hale gelmeden doğrudan buz haline geçmesi işlemidir. Kar ve don bulutlarda böyle oluşur.

Kuru buz süblimleşirken çok yoğun beyaz bir duman (buhar) verdiği için film efektlerinde, sahne dekorlarında vb. amaçla da kullanılır.





**Resim1.3: Kuru buzun (katı CO<sub>2</sub>) süblimleşmesi**

## 1.5. Hal Değişim Grafiği

Maddeler ısı aldığında ya da ısı verdiğiğinde hal değiştirir demiştik. Maddelerin hal değişimlerini gösteren bir grafik çizebiliriz. Böylece hal değişim olayları ile ısı alış veriş arasında ilişki kurar, maddelerin katı halden gaz hale geçmesine kadar ki ısıtma/soğutma süreçlerini bir bütün olarak görüp o, madde ile ilgili değerlendirmeler yapabiliriz.

Grafikler üzerinde erime- donma, buharlaşma-yoğuşma, kaynama ve yalnızca ısınma olaylarının yer aldığı bölgeleri ayırt edebiliriz.

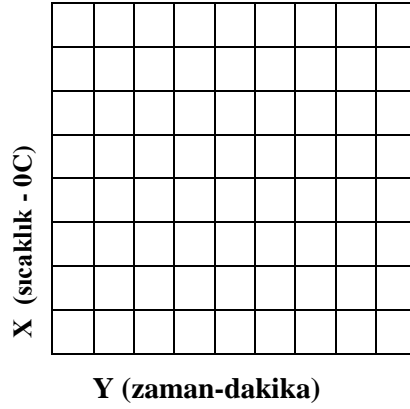
Grafiklerde hal değişimine etkisi olan birçok etkeni gösterebiliriz. Bunlar;

- Zamana göre sıcaklık değişimini gösteren grafikler çizebiliriz
- Maddeye verdiğimiz veya maddeden aldığımız ısı miktarının o, maddenin hal değiştirme süresine etkisini gösteren grafikler çizebiliriz.
- Madde miktarının maddenin hal değiştirme süresine etkisini gösteren grafikler çizebiliriz.
- Yukarıda saydığımız etkenlerin bir kaçını bir arada gösteren grafikler de çizebiliriz.

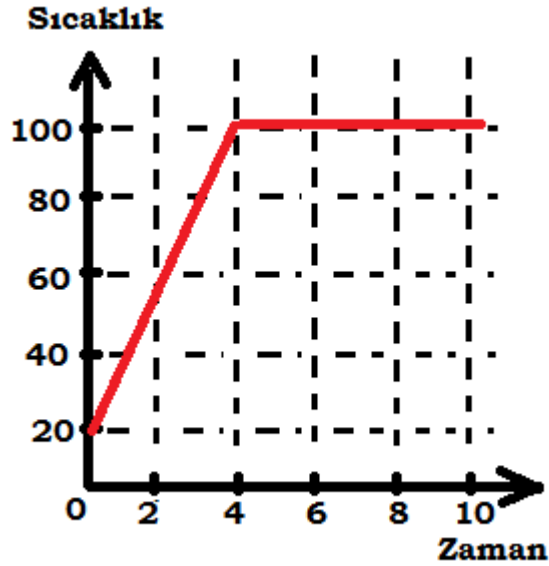
Basit bir şekilde suyun kaynama sıcaklığını ölçerek hal değişim grafiğini çıkaralım. Bunun için bir behere bir miktar saf su koyarak içine bir termometre koyarız. Bu arada kronometreyi çalıştırmamız gerekir. Su ısı aldıkça termometredeki değer artar. Su kaynamaya başladığında ise termometre 100 °C 'yi gösterir.

Hal değişimlerinin hangi dakikalarda gerçekleştiğini kronometre yardımı ile tespit ederek not alırız.

Suyun bu şekildeki hal değişimini grafik haline getirmek için çizmek için önce x ve y eksenini olan bir grafik çizgisi çizmemiz gerekir. X eksenini maddenin sıcaklığını, Y eksenini ise zamanı gösterir.



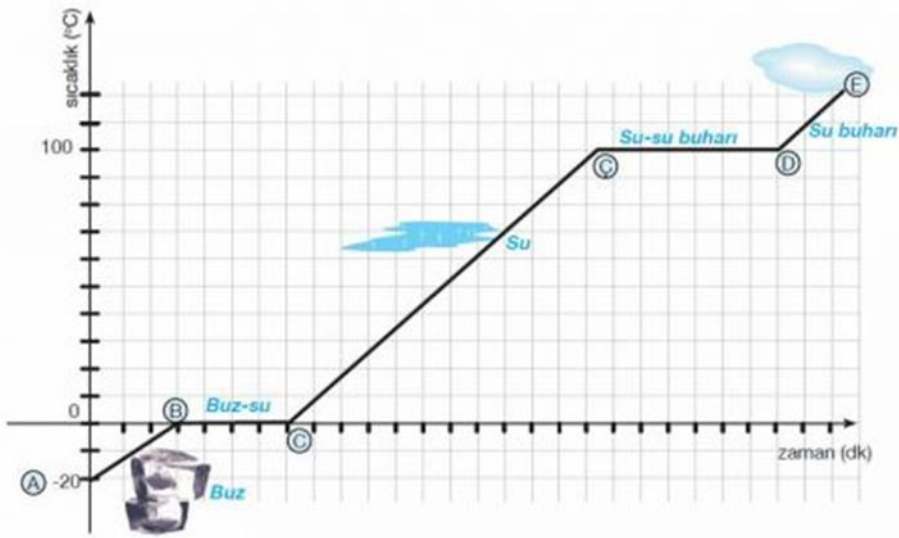
Daha sonra suyun hal değişimlerini ve bunun hangi sıcaklıklarda gerçekleştiği grafik üzerinde gösteririz.



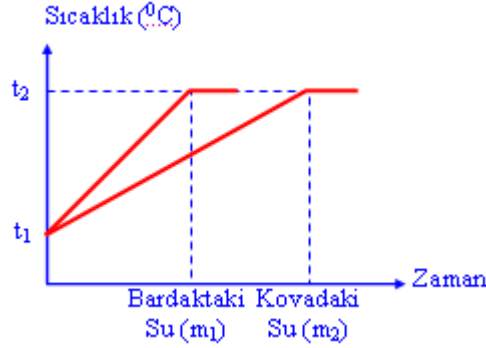
En son grafiğimizi yorumunu yapmamız gerekir. Yukarıdaki grafikte suyumuzun ilk sıcaklığı  $20^{\circ}\text{C}$  dir. Su ısı aldıkça sıcaklığı yükselmiş, 4. dakikada  $100^{\circ}\text{C}$  ye ulaşmış ve kaynamaya başlamıştır. Bu noktadan sonra 10. dakikaya kadar ısı verilmeye devam edilmiş fakat suyun sıcaklığı sabit kalmıştır.

Grafiklerde düz çizgi olan bölgeler maddenin hal değiştirdiği bölgelerdir ve bölgelerde madde tekrar hal değiştirmeye kadar sıcaklığı sabit kalır. Yukarıdaki grafikte de suyun sıcaklığı  $100^{\circ}\text{C}$  de sabit kalmıştır. Sudan ısı almadığımız (soğutmadığımız) sürece sıcaklığı sabit kalacaktır. Dolayısıyla grafikteki düz çizgiler aynı zamanda suyun sıcaklığının o noktalarda sabit kaldığı anlamına gelmektedir.

Aşağıdaki grafikte bir miktar buzun ısıtılması sonucu eriyerek kaynaması ve buhar haline gelmesi ile ilgili sıcaklık zaman grafiği verilmiştir. Bu grafikte buz  $0^{\circ}\text{C}$ 'ta erimeye başlamış, erime süresince sıcaklık sabit kalmış değişmemiştir. Su  $100^{\circ}\text{C}$ 'ta kaynamaya başlamış ve kaynama süresince suyun sıcaklığı değişmemiş sabit kalmıştır.



Aşağıda bir kova su ve bir bardak suyun kaynama noktasına gelme süresini gösteren bir grafik verilmiştir. Bu grafikte zaman aralıkları  $t_1$ ,  $t_2$  şeklinde verilmiştir. Verilen grafiği inceleyerek yorumlamaya çalışınız.



Yukarıda verilen grafiği şu şekilde açıklayabiliriz:

- t1: Kovadaki Suyun Son Sıcaklığı
- t2: Bardaktaki Suyun Son Sıcaklığı

Hatırlayacağınız gibi düz çizgiler maddenin hal değiştirdiği aralıklardır. Dolayısı bir bardak su t1 noktasında bir kova su ise t2 noktasında hal değiştirmeye başlamıştır.

Bir kova su daha geç kaynama noktasına ulaşmıştır. Dolayısıyla kaynama noktasına gelmesi için bir bardak suya göre daha fazla ısı enerjisi almıştır.

## 1.6. Damıtma

Maddelerin kaynama sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasından yararlanılarak yapılan ayırma ve saflaştırma işlemine damıtma denir. Kaynama noktaları farklarının az veya çok olmasına göre damıtma yöntemi birkaç çeşide ayrılmaktadır. Bunlar;

- Adi damıtma
- Ayrımsal damıtma
- Vakumda damıtma

Bir katı madde ile bir sıvı karışımı ısıtıldığında yukarı çıkan buhar hemen hemen saftır. Geriye (katı) madde kalır. Deniz suyunun damıtılmasıyla su çözülmüş maddelerden arınarak saflaşır. Eğer suda çözülmüş maddeler istenen maddeler ise bu takdirde suyun buharı alınır. Geriye söz konusu maddeler kalır. O halde damıtma işlemi aslında basit bir buharlaştırma ve yoğunlaştırma işlemidir.

Damıtma işlemi sıvıların ısı yardımıyla buhar haline dönüştürülüp oluşan buharların tekrar yoğunlaştırılarak sıvı haline dönüştürülmesi esasına dayanır.

Homojen katı – sıvı ve sıvı – sıvı karışımlarının ayrılmasında oldukça yaygın bir şekilde kullanılır. Laboratuvarında bir sıvının içinde çözülmüş olabilecek öteki maddelerden ayrıştırılarak arıtılması gerektiğinde kullanılan en kolay yöntem damıtmadır. Damıtma yöntemi laboratuvar dışında sanayide de birçok ürün elde etmek için kullanılan bir yöntemdir.

### 1.6.1. Adi Damıtma

Adi damıtma kaynama noktaları arasındaki farkın (en az 25 °C) yüksek olduğu sıvıların birbirlerinden ayrılmasında, sıvıların uçucu olmayan katılardan ayrılmasında kullanılır. Tuzlu sudan suyu ayırmak istediğimizde bu yöntemi kullanırız. Adi damıtma düzeneği aşağıdaki şemada ve fotoğrafta verilmiştir. Birinci öğrenme faaliyetinin sonunda öğretmeninizle birlikte bu düzeneği kurarak konuyu daha iyi kavrayacaksınız.



**Resim1.5: Adi damıtma düzeneği**

### 1.6.2. Ayrımsal Damıtma

Birbirinden ayrılacak karışımların kaynama noktaları birbirine ne kadar yakınsa bu maddeleri ayırmak o kadar güçtür. Kaynama noktaları arasındaki fark 20 °C den az olan sıvı karışımlarının ayrılmasında ayrımsal damıtma kullanılır. Örneğin Etil alkol ve su karışımını bileşenlerine ayırmak istediğimizde ayrımsal damıtma yöntemini kullanırız. Çünkü alkolün kaynama sıcaklığı(78<sup>0</sup>C) ve suyun kaynama sıcaklıkları(100<sup>0</sup>C) birbirine yakındır.

Ayrırma normal damıtma düzeneğine bir fraksiyon başlığı takılarak yapılır. Fraksiyon başlıkları daha geniş bir soğutma yüzeyine sahip olduklarından karışımdaki maddelerin kaynama noktalarına göre birbirinden ayrılması daha kolaydır. Daha az uçucu olanlar yoğunlaşıp geri dönerken, uçuculuk özelliği fazla olanlar başlığın üst kısmına geçerler. İyi bir ayrımsal damıtma için fraksiyon başlığındaki ısı kayıplarının önlenmesi gerekir. Bunun için kolon bir bez parçası ya da cam pamuğu ile izole edilmelidir. Ayrımsal damıtma sanayide ham petrolü bileşenlerine ayırmak için kullanılır. Birinci öğrenme faaliyetinin sonunda öğretmeninizle birlikte bu düzeneği kurarak konuyu daha iyi kavrayacaksınız.



**Resim 1.6: Ayrımsal damıtma düzeneği**

### **1.6.3. Vakumda Damıtma**

Bazı maddeler madde normal atmosfer basıncındaki kaynama sıcaklığına gelmeden bozunmaya başlar. Bu maddeler normal atmosfer basıncında damıtılamaz. Bazı bileşikler ise çok yüksek kaynama noktasına sahip olduklarından normal damıtma uygulamak zordur. Bu maddelerin kaynama noktasını dolayısıyla damıtma sıcaklığını düşürmek için vakum destilasyonuna başvurulur.

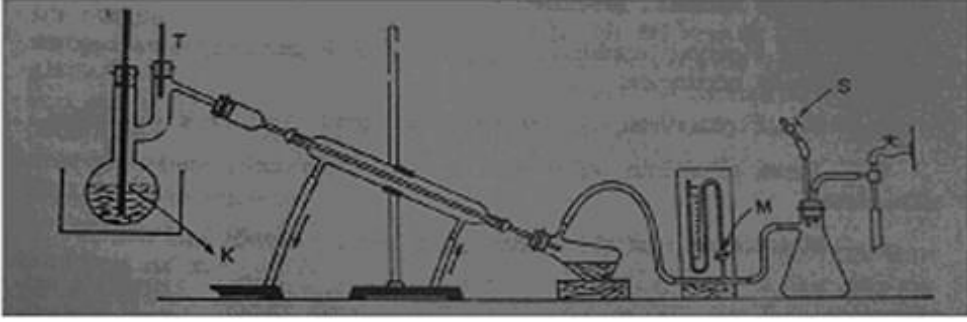
Vakumda damıtma yönteminde atmosfer basıncının altındaki basınçlarda damıtma işleminin yapılması gereklidir.

Bu işlemde yararlanılan temel prensip, vakum uygulaması nedeniyle cihaz içindeki basıncı atmosfer basıncının (atmosferi oluşturan gazlar, ağırlıkları ile cisimler üzerine bir kuvvet uygular bu kuvvete atmosfer basıncı denir ve barometre ile ölçülür) altına düşürmek ve sıvının düşük sıcaklıklarda kaynamasını sağlamaktır. Örneğin normal atmosfer basıncı altında 100°C'da kaynayan su; basınç 300 mmHg'ya (basınç birimi) düşürüldüğünde 75°C civarında; 42 mmHg'ya düşürüldüğünde ise 35°C civarında kaynar (suyun kaynama ile yapısı bozulmaz burada atmosfer basıncı- kaynama ilişkisine örnek olarak verilmiştir).

Her vakum destilasyonundan önce bütün cihazın hiç bir yerinden hava kaçırmadığı, yani oluşan vakumun destilasyona yetip yetmeyeceği manometre ile muhakkak surette kontrol edilmelidir. Ancak vakum oluştuktan sonra ısıtıcı çalıştırılmalıdır.

Bu amaç için kullanılan düzenek aşağıdaki resimde gösterilmiştir. Damıtılacak sıvının konacağı balonun şekilde gösterildiği gibi olmasında yarar vardır. Bu tip balonlarının, tek boyunlu balonlardan üstünlüğü vakumdan veya ısıtmadan dolayı gelebilecek sıçramaları

azaltması ve sıçrayan sıvının destilata karışmasını önlemektir. Normal damıtma düzeneğinden diğer farkı düzeneğin bir ucuna vakum pompası ya da su trompu takılmasıdır. Isıtma başladığında vakum pompası da çalıştırılır. Isıtma işlemi kaynama başladığı noktada sabitlenir. Bunun için kullanılan ısıtıcının ayarlanabilir olması gereklidir. Aşağıdaki şekilde su trompu ile yapılabilecek vakum düzeneği şeması verilmiştir.



**Şekil 1.3: Vakumda damıtma düzeneği**

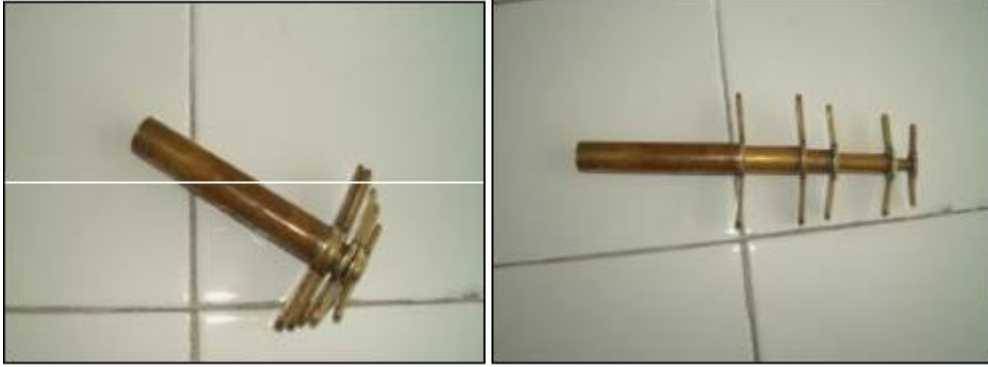
Yukarıda verilen şekilde balon içindeki K noktasında gördüğünüz kılcal cam boru gerektiğinde basınç ayarlamalarda kullanılır. Gerektiğinde kapilerin dışarıda kalan ucuna bağlanan lastik hortum ve kıskaç yardımı ile istenen basınç ayarlanabilir. Termometre, balonun yan boynundaki ağzına ve soğutucuya giden borunun hizasına yerleştirilir. Toplama kabı olarak kullanılan nuçe erleni aynı zamanda, sistemi vakuma bağlamaya yarar. M ile gösterilen yere basıncı takip etmek için bir manometre yerleştirilir. Düzeneğin orta kısmındaki nuçe erleni ise emniyet şişesi görevini görür. S noktasında görülen kıskaç ise gerektiğinde sistemin basıncını dış basınca ayarlama için kullanılır.

## **1.7. Damıtma İşleminde Kullanılan Araçlar**

Damıtma işlemlerinde damıtma düzeneklerini kurmak için birçok araca ihtiyacımız olacaktır. Bunlardan bir kısmı ana parçalar niteliğinde olup, bir kısmı da yardımcı araçlar veya bağlantı parçalarıdır.

### **1.7.1. Mantar Delme Seti**

Mantarlara delik açmak amacıyla kullanılan bakır alaşımından yapılmış değişik çaplardaki settir.



**Resim 1.7: Mantar delme seti**

### 1.7.2. Mantar

Kauçuk veya hafif yumuşaklıkta, plastik türünde cam malzemeye zarar vermeyen özellikte materyallerdir.



**Resim 1.8: Mantarlar**

### 1.7.3. Termometre

Sıcaklık ölçen, içerisinde cıva veya renklendirilmiş alkol olan deney aracıdır.

Termometreler, ısıtılan maddelerin hacimlerinin artması (genleşmesi), soğutulan maddelerin hacimlerinin azalması (büzülmesi) esasına (prensibine) göre çalışırlar. Termometrelerde maddenin hacminde (boyutunda) olan değişim, sıcaklığında olan değişimi gösterir. Termometrelerde sabit olan iki nokta (sıcaklık) vardır. Bunlardan biri suyun donma noktası (sıcaklığı), diğeri de suyun kaynama noktasıdır.

Cıva  $-39^{\circ}\text{C}$ 'ta donar,  $357^{\circ}\text{C}$ 'ta kaynar. Bu nedenle cıvalı termometreler ile  $-39^{\circ}\text{C}$  ile  $357^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklık değerleri ölçülebilir. Çok soğuk kış günlerinde cıvalı termometreler kullanılmaz. Bunun yerine donma sıcaklığı daha düşük olan alkollü termometreler kullanılır. Çünkü alkol yaklaşık olarak  $-115^{\circ}\text{C}$ 'de donar. Deniz seviyesinde kaynamakta olan suyun sıcaklığını alkollü termometre ile ölçülmez. Çünkü deniz seviyesinde su  $100^{\circ}\text{C}$ 'de kaynar. Alkolün kaynama noktası  $78^{\circ}\text{C}$  olduğundan yeterli



almaz. Alkollü termometreler kutuplarda kullanılır. Ancak kılcal boru içindeki sıvının iyi görülmesi için kırmızı, mavi, sarı gibi renkli boya maddeleri ile boyanması gerekir.

Termometrelerde sıcaklık değerini okurken civa sütununun yükseldiği üst noktanın sınırındaki gösterge dikkatlice ve göz hizasında olacak şekilde okunmalıdır.

#### **1.7.4. Damıtma Balonu**

İçerisine damıtılacak karışım konulan cam malzemedir. Değişik boyunluk biçimleri vardır, kullanım amacına göre değişik biçimlerde olanları kullanılır.



**Resim1.9: Damıtma Balonu**

#### **1.7.5. Soğutucu**

Damıtma işleminde gaz haline geçen maddeyi soğutarak yoğunlaştıran cam malzemelerdir.



**Resim 1.10: Değişik tipte soğutucular**

Alttaki şekilde görülen düz soğutucu adi damıtma işleminde kullanılır.



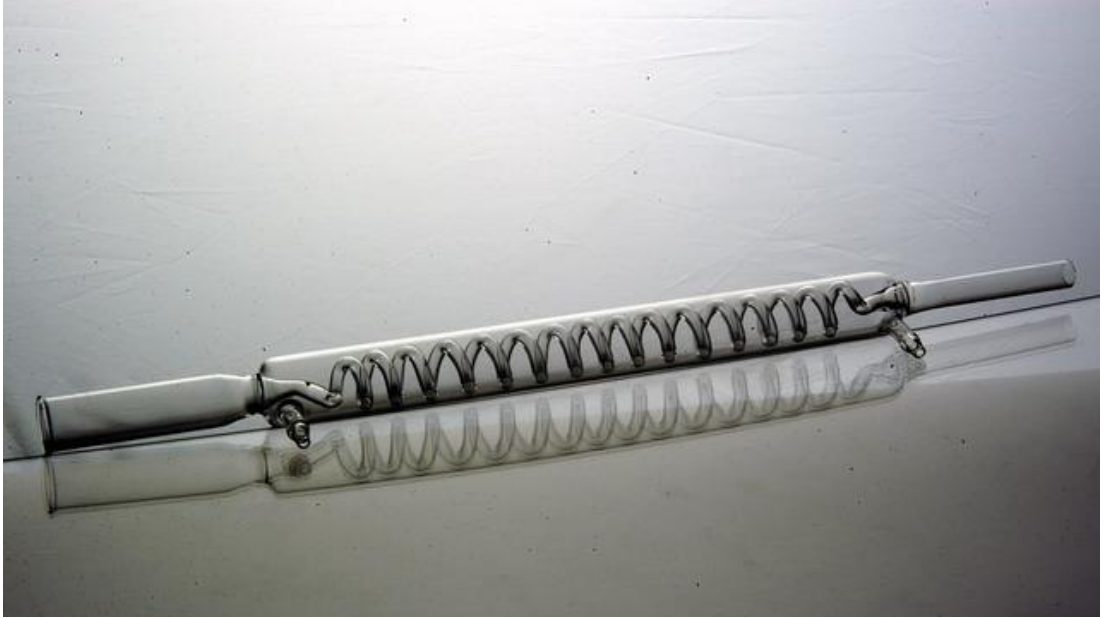
**Resim 1.11: Düz soğutucu**

Altındaki şekilde görülen boğumlu soğutucu ayrışsal damıtma işleminde kullanılır.



**Resim 1.12: Kademeli (boğumlu) soğutucu**

Altındaki şekilde görülen spiral soğutucu ayrışsal (fraksiyonlu) damıtma işleminde kullanılır.



**Resim1.13: Spiral soğutucu**

### **1.7.6. Kaynama Taşı**

Sıvı karışımların kaynama esnasında sıçrama yapmasını önlemek ve düzenli bir kaynama sağlamak için karışımın içerisine atılan küçük taşlardır. Porselen kroze parçacıkları da kaynama taşı olarak da kullanılabilir.

### **1.7.7. Toplama Başlığı**

Yoğunlaşarak karışımdan ayrılmış olan sıvıyı toplamak amacıyla kullanılan cam malzemedir.



**Resim 1.14: Toplama Başlığı**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek adi damıtma düzeneği kurunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Isıtma düzeneğini kurunuz.</p> 	<p>➤ Isıtma düzeneği olarak beki deney masasının uygun bir yerine ve lavaboya yakın mesafeye yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Saflaştırılacak karışımı damıtma balonuna alınız.</p> 	<p>➤ Damıtma balonunun içerisine konulacak sıvı balonun hacminin 2/3'nü geçmemelidir. Sıvı hacmini önce bir mezür ile ölçüp, damıtma balonunun içerisine aktarabilirsiniz.</p>
<p>➤ Damıtma balonunu destek çubuğuna tutturunuz.</p> 	<p>➤ Damıtma balonunu amyant telin üzerine bek alevini dengeli dağıtacak şekilde koyarak kısıpca bağlamalısınız, kısıpca aşırı sıkılamalısınız. Balonun yerinden oynayıp oynamadığını elinizle kontrol etmelisiniz.</p>

➤ Damıtma balonuna kaynama taşı koyunuz.



➤ Kaynama taşlarını damıtma balonunun içerisine yavaşça koymalısınız.

➤ Damıtma balonu çıkış borusuna soğutucu takınız.









➤ Soğutucu başlığına önce uygun çapta delikli mantar geçirmelisiniz. Balonun uzantılı bölümünü mantardan geçirerek soğutucunun içteki borusunun içerisine kadar yerleştirmelisiniz.

➤ Soğutucuya toplama başlığı takınız.




➤ Soğutucunun çıkış bölümüne toplama başlığını boşluk bırakmadan takmalısınız.

<p>➤ Kullanılacak termometre için mantar deliniz.</p> 	<p>➤ Damıtma balonunun başlığının çapına göre bir mantar seçilmelidir.</p> <p>➤ Mantar delinmeden önce mantar presinde yumuşatılmalıdır.</p> <p>➤ Mantar presinin bulunmadığı hallerde, mantar temiz bir kâğıda sarılarak ayak altında fazla bastırılmadan yuvarlanarak da yumuşatılabilir. Mantar önce gereken çaptan daha küçük çaptaki delici ile delinir.</p>
<p>➤ Mantara önce küçük çapta delik açınız.</p> 	<p>➤ Küçük çapta deldiğiniz mantarın içerisinde ve delici setteki kalıntıları temizleyiniz.</p>
<p>➤ Mantara istenilen çapta delik deliniz.</p> 	<p>➤ Mantara istenilen çapta delik açabilmek için uygun delici set kullanınız</p>

<p>➤ Mantara termometreyi yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Mantar ve lastik tıpalara, termometre hafifçe bastırılarak, yavaş yavaş döndürerek takınız.</p>
<p>➤ Mantar ile damıtma balonunun ağzını kapatınız.</p> 	<p>➤ Termometrenin alt uç haznesi asla cam balonun dibine değmemelidir, hazne cam balonun yan buhar çıkış borusunun karşısına gelecek şekilde termometreyi yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Soğutucuya su giriş ve çıkış hortumlarını bağlayınız.</p> 	<p>➤ Su giriş hortumunun bağlantısı alttan, su çıkışı hortumunun bağlantısını ise üstten yapınız.</p> <p>➤ Bol veya dar hortumlar seçmeyiniz.</p> <p>➤ Giriş ve çıkış uçlarına su sızdırmayacak hortumlar kullanınız.</p>






<p>➤ Soğutucunun su giriş hortumunu çeşmeye bağlayınız.</p> 	<p>➤ Musluğun ağız çapı ile hortumun delik çapının uygun olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Soğutucuya su veriniz.</p>	<p>➤ Soğutucuya su verilme esnasında musluk dikkatli bir şekilde yavaşça açılmalıdır. Musluk fazla açılırsa hortumlar bağlantılarından çıkabilir. Suyun akış hızı az olursa soğutma işlemi iyi gerçekleşemez ve istenilen yoğunlaşma sağlanamaz.</p>
<p>➤ Beki yakarak damıtma balonundaki karışımı ısıtınız.</p>	<p>➤ Bekin vanasını açmadan önce hava bileziğini kapatınız. ➤ Bek alevinin isli yanmaması gerekir. Alevin ayarını hava bileziğinden yapabilirsiniz.</p>
<p>➤ Termometreden sıcaklık takibi yapınız.</p>	<p>➤ Isıtılan karışımın sıcaklığını sürekli olarak kontrol ediniz. Sıcaklık artışı çok hızlı olmamalıdır. Bek alevinin sıcaklığını ayarlayarak da sıvının sıcaklık artışının kontrolünü yapabilirsiniz. ➤ Her iki dakikada bir termometredeki sıcaklık değişimini kaydediniz. Sıcaklığın sabit kaldığı değer dikkatli tespit edilmelidir.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Soğutucuda yoğunlaşan sıvıyı toplama kabına alınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kaynama gerçekleşmeden soğutucudan gelen sıvı öncül olduğundan saf değildir istenilen sıvıya karışmaması için kaynama olayı başladığında toplama kabı değiştirilmelidir.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Damıtma balonunda kalan madde ile destilatı değerlendiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Damıtma işleminin tamamlanmasından sonra toplama Kabındaki destilatı koyu renkli şişeye koymalısınız. Üzerine etiket yapıştırıp etikete destilatın adını yazmalısınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Malzemeleri temizleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tamamlanan damıtma işleminden sonra kullandığınız tüm malzemeleri iyice temizlemelisiniz. Temizlediğiniz cam malzemelerin hepsini en son saf su ile durulamalısınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sonuçları rapor ediniz.</li> </ul>	<p>Yaptığınız uygulama faaliyetlerinin tümünü sırası ile deney raporu defterinize yazınız.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ İşlem sırasında gözlemlediğiniz değişimleri belirtiniz.</li> <li>➤ Raporda kullandığınız malzemelerin adlarını ve miktarlarını belirtmelisiniz.</li> <li>➤ Zaman- sıcaklık değişimi grafiğini çiziniz.</li> </ul>

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek ayrışsal damıtma düzeneği kurunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Isıtma düzeneğini kurunuz.</p> 	<p>➤ Isıtma düzeneği olarak bek alevi olabileceği gibi resimdeki bir ısıtıcı da kullanılır. Isıtıcıyı deney masasının uygun bir yerine yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Saflaştırılacak karışımı balon içerisine alınız.</p> 	<p>➤ Damıtılacak karışımın hacmini mezür ile ölçtükten sonra düz boyunlu ve şilifli balonun içerisine aktarınız.</p>
<p>➤ Balonu ısıtıcıya yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Kullanacağınız balonun hacmi ısıtıcının sepet hacmine uygun olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Damıtma balonunun içerisine kaynama taşı koyunuz.</p>	<p>➤ Damıtma balonunun içerisine kaynama taşlarını yavaşça koymalısınız.</p>




- Damıtma balonu ağız kısmına soğutucu takınız.







- Soğutucuyu damıtma balonuna bağlayınız. Kullanacağınız soğutucunun fraksiyonlu soğutucu olmasına dikkat ediniz.
- Kullanacağınız fraksiyonlu soğutucu ve damıtma balonunun şilifli olmasına dikkat ediniz.



- Soğutucuyu kısıkaç ile destek çubuğuna bağlayınız.

<p>➤ Destilasyon başlığını soğutucuya bağlayınız.</p> 	<p>➤ Şilifli destilasyon başlığını soğutucunun üst kısmına dikkatli bir şekilde bağlayınız.</p>
<p>➤ Destilasyon başlığına düz soğutucuyu bağlayınız.</p> 	<p>➤ Destilasyon başlığına düz soğutucuyu dikkatli bir şekilde bağlayarak destekle sabitleyiniz.</p>
<p>➤ Destilasyon başlığına termometreyi bağlayınız.</p> 	<p>➤ Destilasyon başlığına termometreyi bir adaptör ya da mantar aracılığı ile bağlayınız</p> <p>➤ Termometrenin civa haznesinin, buhar geçiş kısmına denk gelmesine dikkat ediniz.</p>

<p>➤ Soğutucuya toplama başlığı takınız.</p> 	<p>➤ Soğutucuya toplama başlığını dikkatlice takınız.</p>
<p>➤ Toplama başlığına, toplama kabını bağlayınız.</p> 	<p>➤ Toplama başlığının ağzı şilifli olanını kullanınız. ➤ Toplama kabını, toplama başlığına bağladıktan sonra kıskaç yardımıyla destek çubuğuna sabitleyiniz.</p>
<p>➤ Soğutucu su giriş ve çıkışlarına hortumları bağlayınız.</p> 	<p>➤ Soğutucunun su giriş ve çıkışlarına hortumları su sızdırmayacak şekilde bağlamaya dikkat ediniz.</p>
	<p>➤ Soğutucunun su giriş hortumunu çeşmeye bağlayınız. Su giriş hortumunun bağlantısı alttan yapılmalıdır, su çıkışı hortumunun bağlantısı ise üstten yapılmalıdır. ➤ Bol veya dar hortumlar seçilmemelidir. Giriş ve çıkış uçlarına su sızdırmayan hortumlar seçmeye özen gösteriniz</p>

➤ Musluğu açarak soğutucuya su veriniz.	➤ Soğutucuya su verme sırasında musluk dikkatli bir şekilde yavaşça açılmalıdır.
➤ Isıtıcıyı açarak damıtma balonundaki karışımı ısıtınız.	➤ Isıtıcının sıcaklık ayarını birden yüksek sıcaklık değerinde açmayınız.
➤ Termometreden sıcaklık takibi yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Isıtılan karışımın sıcaklığını sürekli olarak kontrol ediniz. Sıcaklık artışı çok hızlı olmamalıdır.</li> <li>➤ Bek alevinin sıcaklığını ayarlayarak ta sıvının sıcaklık artışının kontrolünü yapabilirsiniz.</li> <li>➤ Her iki dakikada bir termometredeki sıcaklık değişimini kaydetmeyi unutmayınız.</li> <li>➤ Sıcaklığın sabit kaldığı değeri not etmeyi unutmayınız.</li> </ul>
➤ Soğutucuda yoğunlaşan sıvıyı toplama kabına alınız.	➤ Kaynama gerçekleşmeden soğutucudan gelen sıvı öncül olduğundan saf değildir, istenilen sıvıya karışmaması için kaynama olayı başladığında toplama kabını değiştirmeyi unutmayınız.
➤ Damıtma balonunda kalan madde ile destilatı değerlendiriniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Damıtma işleminin tamamlanmasından sonra toplama kabında ki destilatı koyu renkli şişeye koymalısınız.</li> <li>➤ Üzerine etiket yapıştırmalısınız.</li> <li>➤ Etikete destilatın adını yazmayı unutmayınız.</li> </ul>
➤ Malzemeleri temizleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tamamlanan damıtma işleminden sonra kullandığınız bütün malzemeleri iyice temizlemeyi unutmayınız.</li> <li>➤ Temizlediğiniz cam malzemelerin hepsini en son olarak saf su ile durulamayı ihmal etmeyiniz</li> </ul>
➤ Sonuçları rapor ediniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yaptığınız uygulama faaliyetlerinin tümünü sırası ile deney raporuna yazmayı unutmayınız.</li> <li>➤ İşlem sırasında gözlemlediğiniz değişimleri belirtiniz.</li> <li>➤ Raporda kullandığınız malzemelerin adlarını ve miktarlarını belirtmeyi unutmayınız.</li> <li>➤ Zaman- sıcaklık değişimi grafiğini yani hal değişim grafiğini çiziniz.</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

2. Maddenin taneciklerinin arasındaki boşlukların en fazla olduğu hali .....halidir.
3. Maddelerin hal değişimleri esnasında .....değişmez.
4. Katı bir maddenin ısı alarak sıvı hale geçmesine .....denir.
5. Bir sıvının kaynamaya başladığı anda buhar basıncı ..... 'na eşit olur.
6. Maddelerin kaynama sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasından yararlanılarak yapılan ayırma işlemine ..... denir.
7. Kaynama noktası sıcaklıkları birbirine yakın olan karışımları ..... yöntemi ile ayırabiliriz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

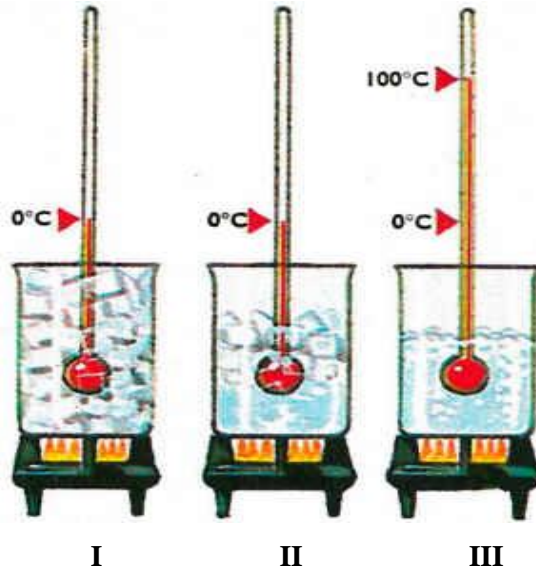
8. Sıcaklık değerlerini ölçen araç aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Manometre  
B) Termometre  
C) Voltmetre  
D) Dansimetre  
E) Ampermetre
9. Kış aylarında camlarda su zerreciklerinin oluşmasını aşağıdaki hangi olayla açıklayabiliriz?  
A) Erime  
B) Donma  
C) Kaynama  
D) Yoğunlaşma  
E) Kırışılma
10. Aşağıda erime sıcaklıkları verilen maddelerin hangisi oda sıcaklığında katıdır?  
A) 00C  
B) 10 OC  
C) 150C  
D) 300C  
E) 50C



11. Aşağıda kaynama noktaları verilen ikili karışımlardan hangisini ayırmsal damıtma yöntemi ile ayırmalıyız?

- A) 70-95 0C
- B) 120-135 0C
- C) 50-85 0C
- D) 170- 2150C
- E) 190- 2400C

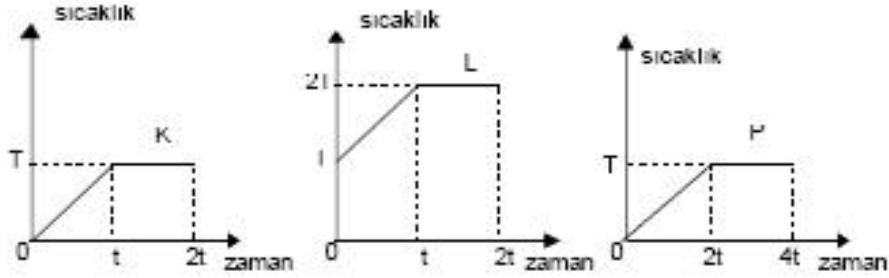
12.



Yukarıda verilen şekillerle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) I ve II numara ısı vermektedir.
- B) III numara ısı vermektedir.
- C) III numara erime sıcaklığındadır.
- D) I,II ve III hal değiştirmektedir.
- E) Yukardakilerin hepsi

13.



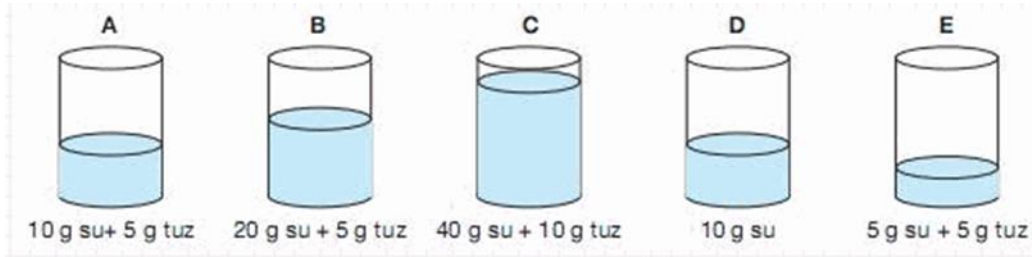
Özdeş ısıtıcılarla ısıtılan K, L, P katılarının tümü eriyene kadar sıcaklıklarının zamana göre değişimleri grafiklerdeki gibi olmaktadır. Buna göre;

- I. K ve P katıları aynı cins olabilir
- II. L katısı farklı maddedir
- III. P nin kütlesi, K nın kütlesinin iki katıdır.

Yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) I ve III
- E) I, II ve III

14.



Yukarıdaki kaplarda belirtilen miktarlarda tuz ve su bulunmaktadır. Bildiğimiz gibi sofr tuzu suda çözüldüğünde suyun donma sıcaklığı düşer. Donma sıcaklığının düşmesi aynı miktarda suda çözünen tuzun miktarı ile doğru orantılıdır.

Bu bilgilere göre kaplardaki suların donma sırası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) A, E aynı anda donar. Sonra sırası ile D, B ve C donar.
- B) D, B aynı anda donar. Sonra sırası ile A, C ve E donar.
- C) En önce D sonra B, C aynı anda donar. Sonra sırası ile A ve E donar.
- D) En önce D sonra sırası ile A, E donar. Sonra aynı anda B ve C donar.
- E) En önce A ve D donar. Daha sonra B, C donar en son E donar.

---

## **DEĞERLENDİRME**

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

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak çözünme olayındaki ısı değişimini inceleyebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde kullanılan ısı kaynaklarını araştırınız.
- Maddelerin ısı alışı verisi ile ilgili gözlemler yapınız. Gözlemlerinizi ve örneklerinizi sınıfta öğretmeniniz ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. SICAKLIK VE ISI

Bir buz kalıbını güneş ışınlarının geldiği yere koyduğumuzda eridiği, yazın elektrik tellerinin sarktığı, yeterince ısı alan suyun kaynadığı, kışın ise bazı yerlerde suların donduğu görülür. Kısaca ısı bazı kimyasal ve fiziksel olayların gerçekleşmesine neden olur. Isı ve sıcaklık kavramları birbirine bağlı olarak değişen kavramlardır. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi şu şekilde özetleyebiliriz;

- Sıcaklık, bir maddenin aldığı ya da verdiği ısı enerjisinin göstergesidir. Bu nedenle sıcaklığın var olmasının nedeni ısı enerjisidir.
- Bir maddeye ısı enerjisi verildiğinde verilen ısı enerjisini alan tanecikler bu ısı enerjisini kinetik enerjiye çevirir. Bu nedenle taneciklerin kinetik enerjisi artacağı için maddenin sıcaklığı artar.
- Bir madde dışarıya ısı enerjisi verdiğinde taneciklerin kinetik enerjisi azalacağı için maddenin sıcaklığı azalır.

### 2.1. Sıcaklık

Bir maddeyi oluşturan taneciklerin sahip oldukları kinetik enerjilerinin ortalamasına (yaklaşık bir taneciğin kinetik enerjisine) sıcaklık denir.

Maddeyi oluşturan tanecikler sahip oldukları kinetik enerjileri birbirlerine çarpışma sonucu aktardıkları için her taneciğin kinetik enerjisi farklı olur ve birbirlerine çarptıklarında da kinetik enerjileri sürekli değişir. Aynı sıcaklıktaki maddenin taneciklerinin kinetik enerjileri farklı olduğu için sıcaklık, tek bir taneciğin değil, taneciklerin tamamının kinetik enerjilerinin ortalamasıdır. Maddeyi oluşturan taneciklerin –moleküllerin– tek tek kinetik enerjileri aynı olabildiği gibi, farklı da olabilir. Bütün moleküllerin kinetik enerjileri toplanıp tanecik sayısına bölünürse, ortalama bir değer bulunur. Bu ortalama değer hangi maddede daha fazla çıkmış ise o maddenin sıcaklığı daha fazladır.

Sıcaklık bir ölçümdür ve birimi derecedir. Sıcaklık, termometre ile ölçülür.

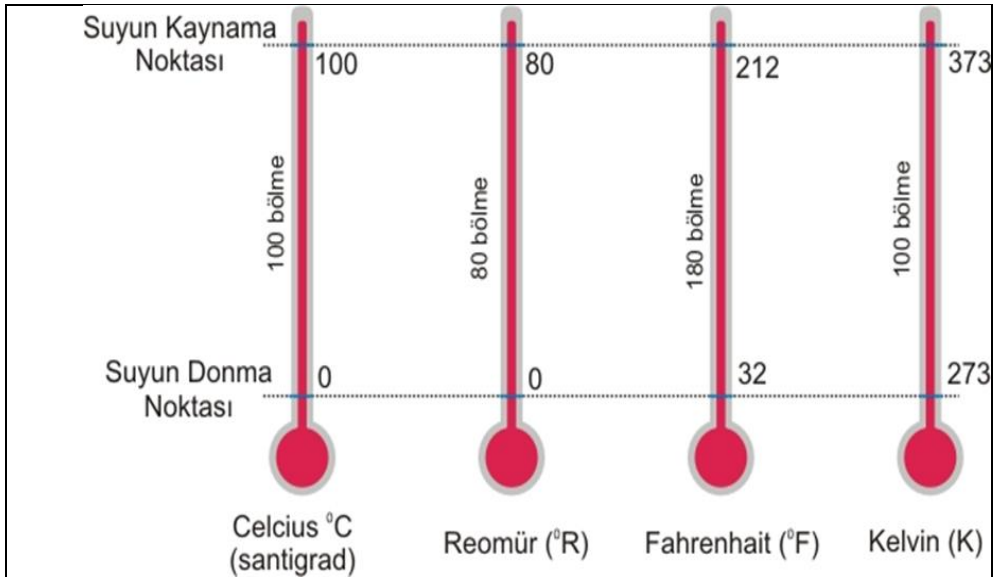
Sıcaklık bir nevi ısı yoğunluğudur. Günlük konuşmalarda sıcaklık yerine ısı kelimesi yanlışlıkla kullanılmaktadır. Halbuki sıcaklıkla ısı tamamen farklı terimlerdir. Bir kibrit alevinin sıcaklığı  $300^{\circ}\text{C}$ 'dir, bir avuç içini dahi ısıtamaz; Ancak bir kalorifer radyatörünün dış sıcaklığı  $50-60^{\circ}\text{C}$ 'dir. Fakat büyük bir odayı rahatça ısıtır. Duyu organlarıyla sıcaklık hakkında fikir sahibi olunabilir. Bir cismin çok soğuk, sıcak veya ılık olduğu parmağı dokundurmakla anlaşılabilir. Dolayısıyla sıcaklık tahmin edilebilir. Isı alan cismin sıcaklığı artar, ısı kaybeden cismin sıcaklığı ise düşer.

### 2.1.1. Uluslar Arası Sıcaklık Birimleri

Sıcaklık ölçmek için kullanılan araçlara termometre denir ve sıcaklık birimi derecedir. Termometreler, maddelerin sıcaklık derecelerini sayı ile belirten araçlardır. Termometreler, 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.

#### ➤ Sıcaklık birimleri:

- **Celsius (selsiyus):** Suyun donma noktasını  $0^{\circ}\text{C}$ , kaynama noktasını  $100^{\circ}\text{C}$  ölçer.
- **Fahrenheit(fahrenhayt):** Suyun donma noktasını  $32^{\circ}\text{F}$ , kaynama noktasını  $212^{\circ}\text{F}$  ölçer.
- **Reamur(Reomür):** Suyun donma noktasını  $0^{\circ}\text{R}$ , kaynama noktasını  $80^{\circ}\text{R}$  ölçer.
- **Kelvin:** Suyun donma noktasını  $273^{\circ}\text{K}$ , kaynama noktasını  $373^{\circ}\text{K}$  ölçer.



Şekil 2.1: Bölmelerine Göre Termometreler

Günlük hayatta sıcaklık birimi olarak en çok derece Celcius (°C) kullanılmaktadır Bilimsel işlemlerde ise daha çok Kelvin ölçeği kullanılır.

Celcius (Santigrad °C) termometrelerinde, suyun donma sıcaklığı 0 °C, kaynama sıcaklığı 100 °C alınarak, 100 eşit bölme yapılmıştır.

Kelvin suyun donma sıcaklığını 273 °K, kaynama sıcaklığını ise 373 °K olarak 100 eşit bölme yapmıştır.

Uluslararası birim sisteminde (SI) sıcaklık birimi olarak kelvin kullanılmaktadır.

### 2.1.2. Sıcaklık Birimlerinin Çevrilmesi

Tüm sıcaklık birimlerini aşağıdaki eşitlikten yararlanarak birbirine çevirebiliriz.

$$^{\circ}C = \frac{{}^{\circ}F - 32}{1,8} = \frac{{}^{\circ}R}{0,8} = {}^{\circ}K - 273$$

**Örnek:** 10 °C olarak ölçülen bir sıcaklık değerini Fahrenheit ve Reamür değerlerine çeviriniz.

$$^{\circ}C = \frac{{}^{\circ}F - 32}{1,8} \rightarrow 10 = \frac{{}^{\circ}F - 32}{1,8}$$

$$18 = {}^{\circ}F - 32$$
$${}^{\circ}F = 18 + 32 = 50 {}^{\circ}F$$

$$^{\circ}C = \frac{{}^{\circ}R}{0,8} \rightarrow 10 = \frac{{}^{\circ}R}{0,8}$$

$${}^{\circ}R = 10 \cdot 0,8 = 8$$

**Örnek:** 68 °F kaç °C yapar?

$$^{\circ}C = \frac{{}^{\circ}F - 32}{1,8} \rightarrow {}^{\circ}C = \frac{68 - 32}{1,8}$$

$${}^{\circ}C = 20$$

**Örnek:** Sıcaklığı 50 °C olan bir cismin Kelvin cinsinden sıcaklığı nedir?

$$^{\circ}C = ^{\circ}K - 273 \rightarrow ^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$$
$$^{\circ}K = 50 + 273 = 323$$

## 2.2. Isı

Bir maddeyi oluşturan taneciklerin sahip oldukları hareket (kinetik) enerjilerinin toplamına ısı denir. Isı bir enerji türüdür ve ısı enerjisi kalorimetre ile ölçülür. Örneğin kömür çeşitlerinin yandığında kaç kalori ısı verdiği yine kalorimetre ile tespit edilir.

Isı bir enerji olduğundan başka enerjilere dönüşebilir. Örneğin ısı enerjisi hareket enerjisine dönüşebilir. Eskiden kullanılan buharlı trenler bu konuya güzel bir örnektir. Buharlı trenlerde ısı enerjisi yardımıyla su ısıtılır ve buhar oluşturulur bu buhar ise trenin hareket etmesini sağladı. Bu örnekte ısı enerjisinden hareket enerjisine dönüşüm söz konusudur.

Farklı sıcaklıklara sahip cisimler birbirlerine temas ettiklerinde aralarında ısı alışverişi gerçekleşir. Sıcaklığı yüksek cismin taneciklerinin sahip oldukları hareket enerjisi daha büyüktür. Sıcak cismin tanecikleri, soğuk cismin tanecikleriyle temas ettiklerinde enerjilerinin bir kısmını bu taneciklere aktarırlar. Böylece sıcak cisimden soğuk cisme ısı akışı olur. Sıcak cismin sıcaklığı düşer. Soğuk cismin sıcaklığı artar ve sonuçta ısı denge sağlanır. Isı akışı her zaman sıcak maddelerden soğuk maddelere doğru olur. Eğer cisimler arasındaki ısı alış veriş sona erene kadar beklenirse her iki cismin sıcaklığı da eşit olur. Sıcaklıkları eşit olan maddelerde ısı alış veriş olmaz Sıcak su torbaları, ısı alışverişi sayesinde bizi ısıtır. Üşüyen el ve ayağımıza sıcak su torbasını koyduğunuzda torbadan size aktarılan ısı, el ve ayaklarınızın sıcaklığını arttırarak üşümenizi engeller.

### 2.2.1. Uluslararası Isı Birimleri

Isı bir enerji çeşidi olduğundan enerji birimleri ısı birimleri olarak alınabilir. Isı birimlerinin joule ve kalori dir. Uluslararası birim (SI) sistemine göre enerji birimi Joule (Jul)dür. 1 cal(kalori) = 4,18 Joule dür.

### 2.2.2. Isı Birimlerinin Çevrilmesi

1 gram suyun sıcaklığını 1°C arttıran ısı miktarına 1 kalori denir.

1 kilokalori= 1000 kalori

1 kalori= 4,18 joule

1 joule= 0.24cal

**Örnek:** Enerjisi 20 kalori olan bir cismin ısısı kaç joule'dür?

$$\begin{array}{r} 1 \text{ kalori} \quad 4,18 \text{ joule ise} \\ 20 \text{ kalori} \quad \quad \quad x \\ \hline X = 4,18 \cdot 20 = 83,60 \text{ joule} \end{array}$$

**Örnek:** ısısı 1772 joule olan bir cismin ısısı kaç kalordir?

$$\begin{array}{r} 1 \text{ kalori} \quad 4,18 \text{ joule ise} \\ \quad \quad \quad X \quad \quad \quad 1772 \text{ joule} \\ \hline X = 1772/4,18 = 400 \text{ kalori} \end{array}$$

### 2.3. Isınma Isısı (Özısı)

Bir gram maddenin sıcaklığını 1°C artırmak için gerekli ısı miktarına o maddenin öz ısısı denir.

1 gram suyun sıcaklığını 1°C artırmak için gerekli ısı miktarı 1 kalori'dir. Bundan dolayı öz ısı cal/g °C veya j/g °C birimiyle ifade edilir. Bütün maddelerin öz ısıları farklıdır. Öz ısı madde miktarına bağlı olmayıp madde cinsine bağlı olduğundan maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

Öz ısı "c" sembolü ile gösterilir. Bir cismin m gramının sıcaklığını değiştirmek için verilmesi ya da alınması gereken ısı miktarı  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$  bağıntısı ile bulunur.

Bu bağıntıya göre, eşit kütleli maddelere eşit miktar ısı verildiğinde, öz ısısı küçük olan maddenin sıcaklık değişimi, öz ısısı büyük olanınkine göre daha fazla olur. Öz ısısı yüksek olanlar aynı sürede daha az ısınır.



**Şekil 2.2: Suyun ve alkolün öz ısı farkları**

Yukarıdaki kapları özdeş ısıtıcılarla ve eşit miktarlarda bulunan alkol ve suyu 5dk. ısıttığımızda alkolün sıcaklığının sudan fazla olduğunu görürüz. Bunun nedeni suyun öz ısısının alkolden fazla olmasıdır. Yani suyun öz ısısı yüksek olduğu için daha zor ısınır.



Maddenin adı	Öz ısı (Cal/g °C)	Maddenin adı	Öz ısı (Cal/g°C)	Maddenin adı	Öz ısı (Cal/g°C)
Alüminyum	0.217	Demir	0.115	Manganez	0.115
Bakır	0.1	Gümüş	0.056	Naftalin	0.41
Baryum	0.045	Hava (sabit basınçta)	0.23	Nikel	0.110
Bizmut	0.294	Hidrojen	0.41	Oksijen	0.22
Bor	0.58	Kobalt	0.107	Su buharı	0.48
Buz	0.50	Kripton	0.074	Uranyum	0.026
Cam, kum	0.15	Krom	0.12	Zeytinyağı	0.47
Cıva	0.033	Kurşun	0.031	Çinko	0.095
Magnezyum	0.26	Su	1.00		

**Tablo 2.1: Bazı maddelerin öz ısıları**

Tabloda da görüldüğü üzere diğer elementlerin öz ısısı sudan daha azdır. Bunun sebebi ise suyun (H<sub>2</sub>O) iki ayrı elementten (H ve O) oluşmasıdır.

Maddelerin ısınmalarındaki farklılıklar, maddelerin ayırt edici özelliklerinden biri olan öz ısı ile ilgilidir.

## 2.4. Isı Hesaplaması

Bir maddenin sıcaklığını arttırmak veya azaltmak için o, maddeye vermemiz gereken ısı miktarını nasıl hesaplayacağız sorusu aklınıza gelecektir?

Bir maddenin sahip olduğu veya alıp verdiği ısı miktarını:

**Q=m.c.Δt formülü ile hesaplayabiliriz.**

**Q= alınan veya verilen ısı miktarı (kalori)**

**m= maddenin kütlesi (gram)**

**Δt=Sıcaklık farkı(t<sub>2</sub>.t<sub>1</sub>)**

**c= özısı ( cal/ g. °C )**

**Örnek:** 25 gram alüminyum parçasının sıcaklığı 20°C 'den 100 °C'ye çıkarabilmek için kaç kalorilik ısı gerekir? (c =1)

$$Q = m.c \Delta t \quad m = 25 \quad t_1 = 20C \quad t_2 = 100 \text{ } ^\circ C$$

$$Q = 25.1.(100-20) = 2000 \text{ kalori}$$

**Örnek:** 100 gramlık bir demir parçası 220 kalorilik bir ısı verdiğinde sıcaklığı kaç °C azalır? (c = 0,11)

$$Q = m.c .\Delta t \quad \rightarrow \quad 220 = 100. 0,11.\Delta t$$
$$220 = 11.\Delta t$$
$$\Delta t = 220/11 = 20 \text{ } ^\circ C$$

**Örnek:** 0 °C deki 20 gram buz 100 °C' deki buhar haline getirebilmek için kaç kalori ısı gereklidir?

**Çözüm:**  $Q_1$   $Q_2$   $Q_3$   
0 °C 20 g buz  $\rightarrow$  0 ° C 20 g su  $\rightarrow$  100 °C 20 g su  $\rightarrow$  100 °C 20 g buhar

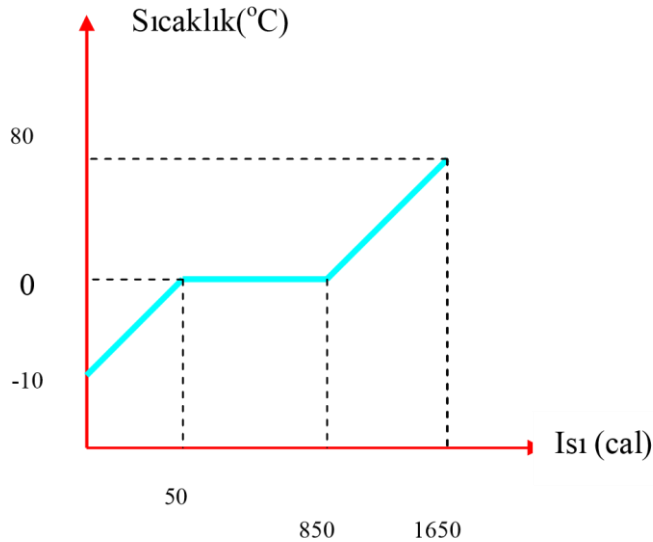
$$Q_1 = m.L_e = 20.80 = 1600 \text{ cal}$$

$$Q_2 = m.c.\Delta t = 20.1.100 = 2000 \text{ cal}$$

$$Q_3 = m.L_b = 20.540 = 10800 \text{ cal}$$

$$Q_{\text{TOPLAM}} = 1600+2000+10800=14400 \text{ cal}$$

**Örnek:**



Yukarıdaki grafikte – 10 °C deki gram buzun 80 ° C deki su haline gelişi sırasında takip ettiği adımlar görülmektedir. Buna göre;

Buzun öz ısısı kaçtır?  
Buzun erime ısısı kaçtır?  
Suyun öz ısısı kaçtır?

**Çözüm:**

a) 10 g buz -10 °C'den 0 °C'ye gelinceye kadar 50 kalori almıştır.

$$Q = 50 \text{ kalori} \quad m = 10 \text{ g} \quad \Delta t = 0 - (-10) = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \rightarrow 50 = 10 \cdot c \cdot 10 \rightarrow c = 50 / 10 \cdot 10 = 0,5 \text{ cal/ g} \cdot \text{C}$$

b) 10 gram buz erirken (850-50)= 800 kalorilik ısı almıştır.

$$Q = m \cdot L_e \rightarrow 800 = 10 \cdot L_e$$

$$L_e = 800 / 10 = 80 \text{ cal/g}$$

c) 10 g su 0° C 'den 80 °C'ye gelirken (1650-850) = 800 kalori ısı almıştır.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \rightarrow 800 = 10 \cdot c \cdot 80 \rightarrow c = 800 / 10 \cdot 80 = 1 \text{ cal/ g} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

Maddelerin birbirleriyle temas etmesi esnasında ısı transferi gerçekleştiğinden alınan ısı, verilen ısıya eşittir.

$$Q_{\text{alınan}} = Q_{\text{verilen}}$$

**Örnek:** 50 gram kütledeki alüminyum parçasının sıcaklığı 60 °C'dir. Bu alüminyum parçası sıcaklığı 30 °C olan suyun içerisine atıldığında sıcaklığı 40 °C olduğuna göre suyun kütlesi ne kadardır? (  $c_{\text{Al}} = 0,22$   $c_{\text{Su}} = 1$  )

$$Q_{\text{Al}} = Q_{\text{Su}} \rightarrow m_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot \Delta t = m_{\text{Su}} \cdot c_{\text{Su}} \cdot \Delta t$$

$$50 \cdot 0,22 \cdot (60-40) = m_{\text{Su}} \cdot 1 \cdot (40-30) \rightarrow 220 = m_{\text{Su}} \cdot 10 \rightarrow m_{\text{Su}} = 220 / 10 = 22 \text{ g}$$

**Örnek:** 400 gram gelen cam bir kap içerisine 500g su konulup, sistemin sıcaklığı 20 °C olarak ölçülüyor. Bu kap 80 °C'ye kadar ısıtılırsa sistemin aldığı ısı kaç kalori olur?

$$(c_{\text{su}} = 1 \quad c_{\text{cam}} = 0,2)$$

**Çözüm:**

Cam kabı 20°C den 80°C ye çıkarabilmek için gerekli ısı

$$Q_{\text{cam}} = 400 \cdot 0,2 \cdot (80 - 20) = 4800 \text{ cal}$$

Kaptaki suyu 20°C'ye çıkarabilmek için gerekli ısı

$$Q_{\text{su}} = 500 \cdot 1 \cdot (80 - 20) = 30000 \text{ cal}$$

Sistemin aldığı toplam ısı

$$Q_{\text{sistem}} = Q_{\text{cam}} + Q_{\text{su}} = 4800 + 30000 = 34800 \text{ cal}$$

**Örnek:** Öz ısısı 0,4 cal /g.0C olan bir cismin sıcaklığı 10 0C tan 60 0C a çıkarılmak isteniyor. Cismin kütlesi 2 kg olduğuna göre, bu cisme kaç cal ısı enerjisi verilmelidir?

**Çözüm:**

$$c=0,4\text{cal/g.}0\text{C}$$

$$m=2\text{kg}=2000\text{g}$$

$$\Delta t=60-10=500\text{C}$$

$$Q=m.c.\Delta t=2000.0,4.50=40000\text{cal}$$

**Örnek:** 20<sup>0</sup>C sıcaklıktaki 500 g kütleli suya 4000 cal ısı enerjisi verilirse, son sıcaklığı kaç <sup>0</sup>C olur?(suyun öz ısısı: c=1 cal /g.<sup>0</sup>C)

**Çözüm:** Suya verilen ısı: Q=4000 cal

suyun öz ısısı: c=1 cal /g.<sup>0</sup>C

suyun kütlesi: m= 500 g

ilk sıcaklık:t1=20 <sup>0</sup>C

$$Q=m.c.\Delta t \rightarrow 4000=500.1.\Delta t \rightarrow \Delta t =8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Sıcaklık 8 <sup>0</sup>C artacak. 20 + 8 =28 <sup>0</sup>C olacak

**Örnek:** 100 gram cıvanın sıcaklığını 20 <sup>0</sup>C den 30 <sup>0</sup>C ye çıkarmak için ne kadar ısı gereklidir? (c=0,033)

**Çözüm:**

$$Q=m.c.\Delta t \quad 100.0,033.(30-20) =3,3.10 = 33 \text{ cal.}$$

**Örnek:** 10 gram suyun sıcaklığını 30 <sup>0</sup>C den 50 <sup>0</sup>C ye çıkarmak için gerekli ısıyı kalori ve joule cinsinden bulunuz. (suyun öz ısısı: c=1 cal /g.<sup>0</sup>C)

**Çözüm:**

$$Q=m.c.\Delta t$$

$$Q=10.1.(50-30) = 10.20= 200 \text{ cal.}$$

1 kalori                      4,18 joule ise

200 kalori                    x joule eder?

$$X= 4,18. 200 \quad X= 836 \text{ joule eder.}$$

## 2.5. Isı ve Sıcaklığın Karşılaştırılması

Isı ve sıcaklık kavramları karıştırılan kavramlardır. Isı maddelerin taneciklerinin hareketinin toplam enerjisini ifade eden bir büyüklüktür. Sıcaklık ise bu taneciklerin hızı ile ilgili bir büyüklüktür.

Bir kibritin yanmasıyla bir denizin ısı ve sıcaklığını karşılaştırırsak; bir kibrit çöpünün yanmasıyla sıcaklık değeri 1000 <sup>0</sup>C' ye yakın değerlerde olmasına rağmen ısısı çok düşük bir değerdedir. Kibrit çöpündeki bir molekülün kinetik enerjisi, deniz suyunu oluşturan moleküllerden birinin kinetik enerjisinden fazla olacağı için kibrit çöpünün sıcaklığı deniz suyunun sıcaklığından fazladır.

Yanan kibrit çöpü ile deniz suyunun ısılarının karşılaştırdığımızda deniz suyundaki bütün moleküllerin toplam kinetik enerjisi, kibrit çöpündeki moleküllerin toplam kinetik enerjisinden fazla olacağı için deniz suyunun ısısı kibrit çöpünün ısısından fazladır.



Isı ve sıcaklık farkını ortaya koyan yüzlerce örnek verilebilir. Aşağıdaki tabloda ısı ve sıcaklık arasındaki farklar belirtilmiştir.


ISI	SICAKLIK
Maddenin taneciklerinin toplam enerjisidir.	Maddenin taneciklerinin ortalama hızıdır.
Birimi kalori veya joule' dur	Birimi °C , °F , °K , °R'dur.
Kalorimetri kabıyla ölçülür.	Termometre ile ölçülür.
Büyüklüğü madde miktarına bağlıdır.	Büyüklüğü madde miktarına bağlı değildir.

**Tablo 2.2: Isı ve sıcaklık kavramlarının farkları**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını izleyerek ısı-sıcaklık değerlendirmeleri yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Temiz bir beher alıp kütleini ölçünüz.</p> 	<p>➤ Önlüğünüzü giymelisiniz.</p> <p>➤ Kullanacağınız beherin temiz olmasına dikkat etmelisiniz.</p>
<p>➤ Mezür ile saf su alarak behere koyunuz.</p> 	<p>➤ Behere koyacağınız suyun hacmini mezürde hassas bir şekilde ölçmelisiniz.</p>
<p>➤ Termometre ile saf suyun sıcaklığını ölçünüz.</p>	<p>➤ Beherin içerisine koyduğunuz suyun sıcaklığını termometre ile duyarlı olarak ölçmelisiniz.</p>

<p>➤ Susuz kalsiyum klorür tartınız.</p> 	<p>➤ Susuz kalsiyum klorürü önceden darasını aldığınız bir beherde tartmalısınız.</p>
<p>➤ Beherdeki suda kalsiyum klorürü çözünüz.</p>	<p>➤ Tartmış olduğunuz kalsiyum klorürü bir baget yardımıyla karıştırarak çözmeyi hızlandırınız. ➤ Bageti karışım içinden çıkarmayınız, aksi takdirde ısı kaybına sebep olursunuz.</p>
<p>➤ Çözünme bittikten sonraki sıcaklık ölçümlerinde tespit edilen en yüksek sıcaklığı kaydediniz.</p>	<p>➤ Çözünme işleminin tamamen bitmesini beklemeniz gerektiğini unutmayınız. ➤ Termometreyi karışıma koyduktan sonra bir süre bekleyip sonra en yüksek değeri termometrede okumalısınız.</p>
<p>➤ Isı hesaplamasını yapınız.</p>	<p>➤ Alınan verilen ısıyı <math>Q_{ALINAN} = Q_{VERİLEN}</math> eşitliğinden hesaplamayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Malzemeleri temizleyiniz.</p>	<p>➤ Kullandığınız tüm malzemeleri temizlemelisiniz. ➤ Deney masanızı tamamen temizleyip, başka bir uygulama için hazır halde olmasını sağlamanız gerekir.</p>
<p>➤ Sonuçları rapor ediniz.</p>	<p>➤ Yaptığınız uygulama faaliyetlerinin tümünü sırası ile deney raporu defterinize yazınız. ➤ İşlem sırasında gözlemediğiniz değişimleri belirtmeyi unutmayınız.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Bir maddenin bütün taneciklerinin sahip olduğu hareket enerjisinin toplamına ..... denir.
2. Kalori bir ..... birimidir.
3. .... maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama hızları ile ilgili büyüklüktür.
4. 4.Bir maddenin bir gramının sıcaklığını  $1^{\circ}\text{C}$  arttırabilmek için gerekli olan ısı miktarına..... denir.
5. 1 kalori .....joule eşittir.
6. Kelvin sıcaklık biriminde suyun donma noktası ..... $^{\circ}\text{K}$  dir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Celcius termometresiyle  $127^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülen bir sıcaklık değeri Kelvin termometresi ile ölçüldüğünde kaç  $^{\circ}\text{K}$  olarak okunur?  
A) 200      B) 400      C) 273      D) 500      E)324
8.  $-10^{\circ}\text{C}$ 'deki 10 gram buz 110 $^{\circ}\text{C}$ ' de buhar haline getirebilmek için kaç kalorilik ısı gereklidir?( $c_{\text{buz}}=0,5$   $c_{\text{su}}=1$   $L_e=80$   $L_b=540$   $c_{\text{buhar}}=0,5$ )  
A) 2700  
B) 7300  
C) 5500  
D) 10200  
E) 6800
9.  $50^{\circ}\text{C}$ 'deki 900 gram suyun sıcaklığını  $10^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürmek için  $0^{\circ}\text{C}$ 'deki buzdan kaç gram gerekir?  
A) 400      B) 600      C) 750      D) 900      E) 275
10. Isı ve sıcaklık kavramları aşağıdakilerin hangisinde yanlış kullanılmıştır?  
A) Arı suyun normal kaynama sıcaklığı  $100^{\circ}\text{C}$  tır.  
B) Sağlıklı bir kişinin vücut ısısı  $36,5^{\circ}\text{C}$  tır.  
C) Buzdolabının soğutucu bölmesinde sıcaklık yaklaşık  $5^{\circ}\text{C}$  tır.  
D) Odun kömürünün yanma ısısı  $8000$  kal/g dır.  
E) 1 kalori, 1 gram arı suyun sıcaklığını  $1^{\circ}\text{C}$  yükseltir.

## DEĞERLENDİRME

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



# MODÜL DEĞERLENDİRME

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

1. ( ) Isı kalorimetre, sıcaklık ise termometre ile ölçülür.
2. ( ) Termometre sıvıların genleşme özelliğinden yararlanılarak yapılan bir alettir.
3. ( ) Buharlaşma sıvının her yerinde, kaynama yüzeyinde gerçekleşir.
4. ( ) Isı bir enerji değildir.

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.**

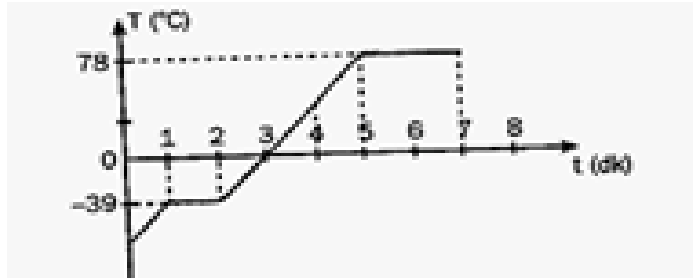
5. Ham petrolü..... işlemi ile bileşenlerine ayırabiliriz.
6. Maddelerin hal değişimi genellikle..... etkisi ile gerçekleşir.
7. Bir ortamın açık hava basıncı değişirse maddelerin .....’ da değişir.
8. Bir maddenin ısınma ısısı büyükse sıcaklığını arttırmak için gerekli olan .....’ da büyüktür.
9. .... sıcaklık biriminde suyun kaynama noktası  $212^{\circ}$  dir.
10. Sıvının kabarcıklar halinde hızla buharlaşması olayına ..... denir.
11. Gaz halindeki bir maddenin ısı vererek sıvı hale geçmesine ..... denir.
12. Katı bir maddenin ısı etkisiyle sıvı hale geçmesine ..... denir.

**Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.**

13. 836 joule olan ısı değeri kaç kalori yapar?
  - A) 200
  - B) 300
  - C) 250
  - D) 150
  - E) 125

14.  $20^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülen bir sıcaklık değeri kaç  $^{\circ}\text{F}$  yapar?  
A) 128  
B) 68  
C) 168  
D) 212  
E) 30
15.  $0^{\circ}\text{C}$  deki 5 g buz 35  $^{\circ}\text{C}$ 'de su haline getirmek için kaç kalori ısı gereklidir?  
A) 575  
B) 1200  
C) 725  
D) 800  
E) 435
16.  $-20^{\circ}\text{C}$  deki 40 gram buza 4000 kalorilik ısı verilirse son sıcaklığı ve durumu ne olur?  
A)  $0^{\circ}\text{C}$  100g su  
B)  $10^{\circ}\text{C}$  40 g su  
C)  $20^{\circ}\text{C}$  60 g su  
D)  $80^{\circ}\text{C}$  5g su  
E)  $0^{\circ}\text{C}$  25g su

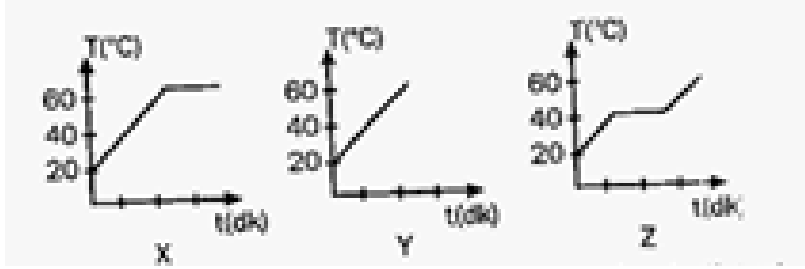
17.



Sıcaklık – zaman grafiği yukarıdaki verilmiş olan saf bir madde ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır ?

- A) Donma sıcaklığı  $-39^{\circ}\text{C}$ ' dir.  
B)  $0^{\circ}\text{C}$ ' de madde sıvı haldedir.  
C) Kaynama sıcaklığı  $78^{\circ}\text{C}$ ' dir.  
D) Kaynama ve erime süresi birbirine eşittir.  
E) Erime sıcaklığı  $39^{\circ}\text{C}$ ' dir.

18.



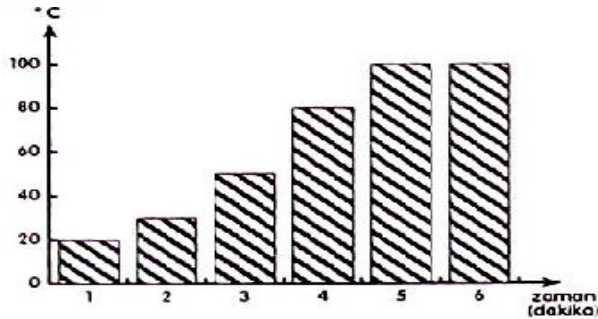
X, Y ve Z sıvıların sıcaklıklarının zamanla değişimi yukarıdaki grafiklerde verilmiştir. Bu grafiklere göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) X'in kaynama noktası Z'ninkinden daha düşüktür.
- B) Y'nin kaynama noktası bu grafikten anlaşılamaz.
- C) Z, 50 0C' de sıvı haldedir.
- D) X, 40 0C' de gaz haldedir.
- E) Yukarıdakilerin hepsi.

19. Bir portakalın enerji değeri 75 kaloridir. İki portakal yiyen Çağatay kaç joule'lik enerji almıştır?

- A) 314,01
- B) 150, 02
- C) 371,5
- D) 375
- E) 142,5

20. Su Sıcaklığı



Yukarıdaki grafik ısıtılmakta olan bir kap suyun zamana bağlı sıcaklık değişimini göstermektedir. Suyun 4. dakikadaki sıcaklığı ile 1. dakikadaki sıcaklığı arasındaki fark kaç santigrat derecedir?

- A) 20
- B) 40
- C) 60
- D) 80
- E) 70

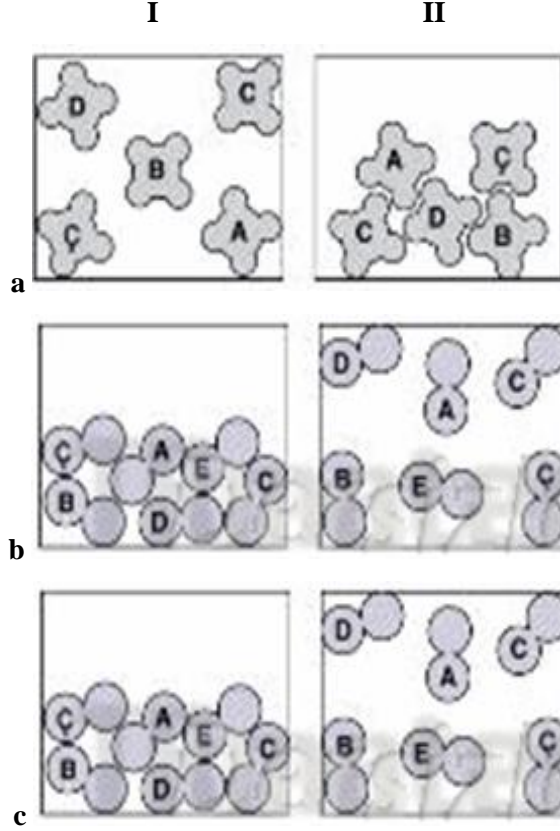
21. Islak çamaşırlar kışın da kurur. Bunun sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kışın havada fazla nem olması
- B) Kışın rüzgarın çok olması
- C) Çamaşırlarda az miktarda su bulunması
- D) Buharlaşmanın her sıcaklıkta olması
- E) Yukarıdakilerin hepsi

22. Bir maddenin erime sıcaklığı aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) Kaynama sıcaklığına
- B) Buharlaşma sıcaklığına
- C) Donma sıcaklığına
- D) Yoğuşma sıcaklığına
- E) Süblimleşme sıcaklığına

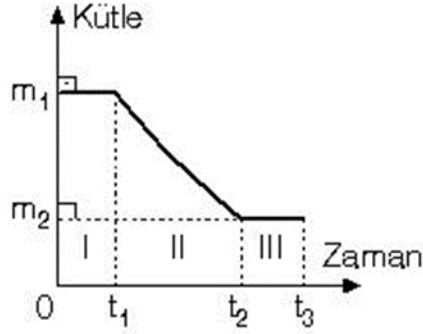
23.



Yukarıda bazı maddelere ait hal değişimleri ve bu değişimlerden önce ve sonra taneciklerin durumları verilmiştir. I. Durumdan II. Duruma geçerken maddelerin hangileri ısı vermiştir?

- A) Yalnız a
- B) Yalnız b
- C) Yalnız c
- D) b ve c
- E) a ve b

24.



Deniz düzeyinde ısıca yalıtılmış bir kaptaki suya bir miktar buz konduğunda, buzun kütle zaman grafiği şekildeki gibi oluyor.

Buna göre I, II, III zaman aralıklarının hangilerinde hem suyun hem de buzun sıcaklığı  $^{\circ}\text{C}$ ' tır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I ve III

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	GAZ
2	SICAKLIK
3	ERİME
4	AÇIK HAVA BASINCI
5	DAMITMA
6	AYRIMSAL DAMITMA
7	B
8	D
9	D
10	B
11	D
12	E
13	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	ISI
2	ISI
3	SICAKLIK
4	ÖZISI
5	4,18
6	273
7	B
8	B
9	A
10	B

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
1	DAMITMA
2	ISI
3	KAYNAMA SICAKLIĞI
4	ISI
5	FAHRENHEİT
6	KAYNAMA
7	YOĞUNLAŞMA
8	ERİME
9	A
10	B
11	A
12	B
13	D
14	B
15	A
16	C
17	D
18	C
19	A
20	C

## KAYNAKÇA

- AYAR Yusuf, **Organik Kimya Laboratuvarı**, Darıca 1998.
- IŞIK Etem, Adnan EREN, **Temel Kimya Laboratuvarı**, Eylül 1997.
- ÖKTEMER Atilla, Hayrettin KOCABAŞ, Nebahat KINAYOĞLU, İsmail DEMİR, **Organik Kimya ve Uygulaması**, İstanbul, 2001
- <http://lisanskimya.balikesir.edu.tr>
- [http://www.fenbilimleri.org\(08.05.2014/14:56\)](http://www.fenbilimleri.org(08.05.2014/14:56))
- [http://www.kimya.beun.edu.tr \(08.05.2014/15:05\)](http://www.kimya.beun.edu.tr (08.05.2014/15:05))
- [http://www.kimyaevi.org \(08.05.2014/15:06\)](http://www.kimyaevi.org (08.05.2014/15:06))