

10. ÜNİTE

SOĞUTMA TEKNİĞİ

KONULAR

1. Soğuk Kavramı
2. Soğutma Sistemi Ve Tekniği

10.1 SOĞUK KAVRAMI

Bir cismin veya hacmin soğutulması, burada bulunan ısının başka bir ortama atılması demektir, öyleyse soğutma, bir ısı alışverişinden başka bir şey değildir. Amacı gerçekleştirmek üzere bir soğutma tesisi, birçok elemanların kapalı bir devre içinde birleşmesinden meydana gelir. Bu tesisin çalışması ve soğukluğun meydana gelmesi, ancak bazı fiziksel ve kimyasal kurallar çerçevesinde olur, konunun tam anlaşılabilmesi için, evvela soğuk kavramının ne olduğunu ve bu iş için gerekli kuralları öğrenelim.



Resim 10.1: Soğuk diye bir şey yoktur !

Teknikte soğuk diye bir şey yoktur. Soğukluk, ancak elimizde bulunan iki cismin ayrı sıcaklıkta bulunmaması, birinin diğerine göre daha soğuktur dememize neden olur (Resim 10.1). Örneğin, insanların normal alıştığı sıcaklık, 10°C, 15°C'dir. Havanın 5°C olmasına soğuk denir. Bu anlatım, teknik açıdan yanlıştır. Teknikte 5°C ye " Daha az sıcak " dememiz gerekir. Çünkü bu havada daha ısı mevcuttur. Bu ısıyı havadan alıp sıcaklık, 0l C ye veya daha aşağıya örneğin, —10°C' ye düşürebilir.



Şekil 10.1: Farklı sıcaklıklardaki su kapları

Şekil 10.1' de görülen farklı sıcaklıklarda üç kap alıp, sol elin 1 no.lu, sağ elin III. no.lu kaba daldırıldığı düşünelim. İki elde aynı anda çıkarılıp, II no.lu kaba daldırıldığında, aynı su sol elde sıcak, sağ elde ise soğuk olarak hissedilir.

Öyleyse hangi sıcaklık derecesinde “soğuk” kelimesi başlar, hangisinde biter? Genel olarak halk dilinde 0°C ' nin altındaki sıcaklıklar “soğuk” diye isimlendirilir.

10.1.1 MUTLAK SIFIR NOKTASI

Yukarıdaki konu edilen ve sıcaklığı -10°C ' ye düşürülen havanın (Bu, başka bir cisimde olabilir) üzerinde daha ısı bulunduğu ve bu ısının alınıp, sıcaklık derecesini daha da düşürmek mümkün olduğu ifade edildi. Bu işlem hangi noktaya kadar devam eder?

Son bulgulara göre $-273,16^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta hiçbir ısı mevcut değildir. Bu sıcaklık “Mutlak sıfır noktası” olarak isimlendirilir. $-273,16^{\circ}\text{C}$ üzerinde sıcaklık gösteren her cismin içinde daha ısı var demektir, öyleyse ısı alma işlemine kuramsal olarak bu noktaya kadar devam edebiliriz.

10.1.2 ISI VE SICAKLIK

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. Yani kısaca ısı bazı kimyasal ve fiziksel olayların gerçekleşmesine neden olur. Isı ve sıcaklık kavramları birbirine bağlı olarak değişen kavramlardır.

10.1.2.1 SICAKLIK

Bir maddenin belli bir ölçüye göre, soğukluğunu veya ılıkliğini gösteren nicelik, sıcaklık olarak bilinir. Bir maddedeki her molekülün kinetik enerjisi farklı farklıdır. Bütün moleküllerin kinetik enerjilerinin toplamı, toplam molekül sayısına bölünürse, ortalama kinetik enerjisi bulunur. Bu ortalama kinetik enerji sıcaklığın bir ölçüsüdür. Bu değer yüksek olduğu madde daha sıcak, düşük olduğu maddenin sıcaklığı ise daha düşük demektir.

İki cisim temas halinde buldukları zaman birinden diğerine ısı enerjisi aktarılıyorsa, birinci cismin sıcaklığı, ikinciden daha yüksektir denir. Sıcaklığı duyumuzla da anlayabiliriz, vücut sıcaklığı $36,5^{\circ}\text{C}$ olduğuna göre, cisimleri ellediğimiz zaman, elimizden sıcak veya soğuk olduğunu anlarız. Termodinamikte mutlak sıcaklıklar kullanılır, santigrat sisteminde $-273,16^{\circ}\text{C}$ Fahrenheit sisteminde ise $-459,6^{\circ}\text{F}$ kullanılır.

$$\text{Kelvin derecesi} = TK = t^{\circ}\text{C} + 273 \quad \text{Rankin derecesi} = TK = t^{\circ}\text{F} + 460$$

Bir maddenin ortalama kinetik enerjisi ile orantılı olan büyüklüğe sıcaklık denir. Bir maddenin sıcaklığı değişiyorsa, çevresine ısı veriyor ya da çevresinden ısı alıyor.

10.1.2.2 ISI

Sıcaklıkları farklı olan maddeler bir araya konulduğunda aralarında enerji alış veriş olur. Alınan ya da verilen enerji ısı enerjisi denir.

İki sistem arasında (*veya sistem ile çevresi arasında*) sıcaklık farkından dolayı gerçekleşen enerji geçişi diye tanımlanmıştır. Başka bir anlatımla, enerji sadece sıcaklık farkından dolayı gerçekleşmişse ısı diye tanımlanır. Bu tanımdan açıkça görüldüğü gibi, aynı sistem arasında ısı geçişi olmaz. Hissedilebilen veya ölçülebilen ısıya "duyulur ısı" denir.

Bir hal değişimi sırasında çoğu maddenin, sıcaklığında bir artış olmadan katıdan sıvıya dönüşeceği bir erime noktası olacaktır. Bu noktada, eğer madde sıvı haldeyse, kendisinden ısı alınır, madde de sıcaklığı değişmeden katılaştır. Bu işlemlerden her birinde olaya katılan ve sıcaklıkta değişiklik oluşturmayan ısı, "ergime gizli ısı" olarak bilinir.

- Isı ve sıcaklık ölçülebilir büyüklüklerdir.
- Isı enerji çeşididir, sıcaklık enerji değildir.
- Isı kalorimetre ile, sıcaklık ise termometre ile ölçülür.
- Isı birimi kalori veya Joule'dür Sıcaklık birimi ise sadece Derece'dir.
- Isı madde miktarına bağlıdır. Sıcaklık ise madde miktarına bağlı değildir.
- Sıcaklığın Ölçülmesi (*Termometreler*)

10.1.3 ERİME, YOĞUNLAŞMA VE BUHARLAŞMA ISISI

Erime sıcaklığına ulaşmış 1 gram saf katı maddenin tamamen erimesi için gerekli ısı miktarına erime ısı denir. Hal değiştiren bir maddenin aldığı ısı enerjisi, maddenin tanecikleri arasındaki mesafeyi artırarak moleküller arasındaki çekim kuvvetinin azalmasını sağlar. Her maddenin tanecikleri arasındaki çekim kuvveti aynı değildir.

Bu nedenle çekim kuvvetinin zayıflatılması için maddelere verilmesi gereken ısı miktarları da aynı olmayacaktır. Yani her maddenin erime ısı birbirinden farklıdır. Bu nedenle erime ısı maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

- Erime ısısı Le ile gösterilir birimi J/g' 'dir.
- Erime ısısı sadece erime sıcaklığındaki maddeler için söz konusudur.

Örneğin buzun erime ısısı $334,4 J/g'$ 'dir. Bu ısı $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki bir buza verildiğinde buzun sıcaklığı artar ama buz erimez. Ancak aynı ise $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki buza verildiğinde buzun sıcaklığı artmaz ama erir. Buradan şöyle bir sonuç çıkıyor: Hal değiştiren bir maddenin sıcaklığı sabit kalır. Çünkü bu sırada maddeye verilen ısı, maddenin tane-ciklerinin birbirinden uzaklaştırılması için kullanılır.

Bir miktar maddenin erimesi için gerekli ısıyı şu bağıntı ile hesaplayabiliriz:

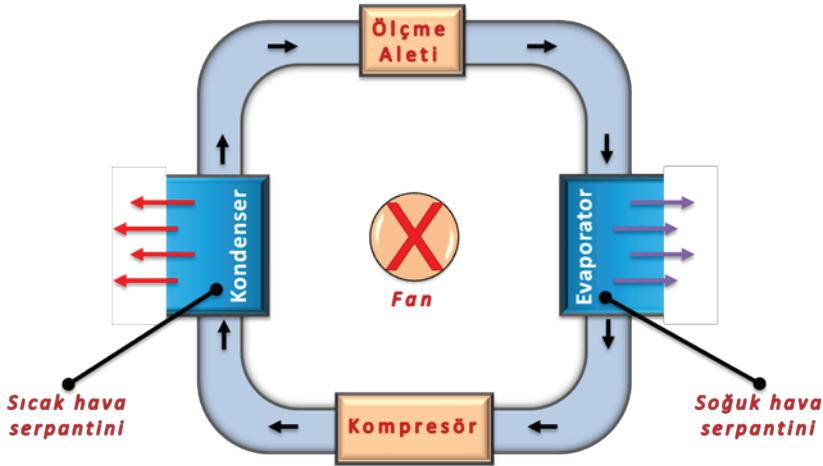
$$Q=m \times Le$$

Q = Erime için gerekli ısı enerjisi m =kütle Le =erime ısısı

10.2 SOĞUTMA SİSTEMİ VE TEKNİĞİ

10.2.1 SOĞUTUCUNUN TANIMI

Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını, onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirilmesi ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemine denir.



Şekil 10.2: Soğutma çevrimi

10.2.2 SOĞUTMA ÇEVİRİMİ

Soğutma sistemi; ekovat, kondanser, drayer, kılcal boru, evaporatör, dönüş borusu, soğutma gazı ve termostattan meydana gelmiştir.



Resim 10.2: Buzdolabı

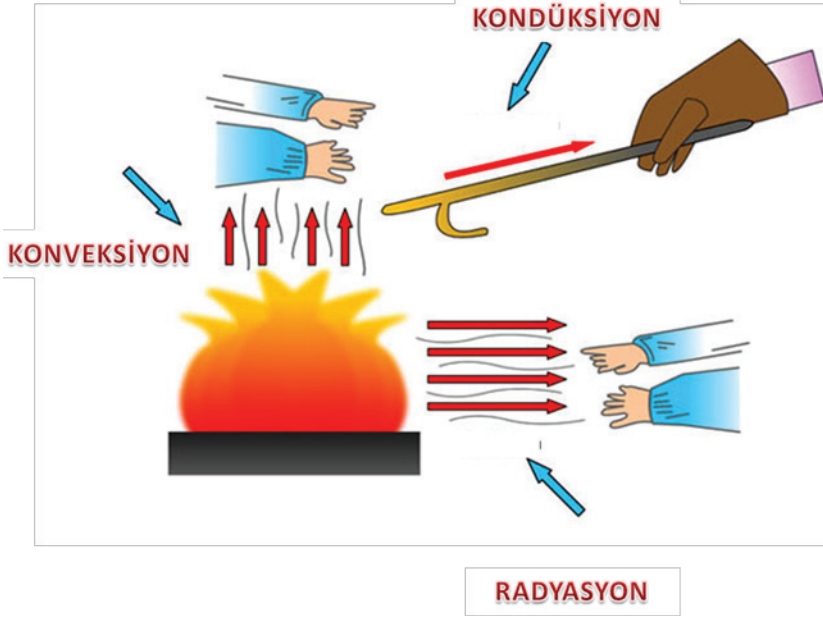
10.2.3 SOĞUTUCUNUN ÖZELLİKLERİ

Öncelikle, soğuk gibi bir şey olmadığını biliyor muydunuz? Bir şeyi soğuk olarak tarif edebilirsiniz ve herkes ne demek istediğinizi anlar, ama aslında soğuk sadece ve sadece bir şeyden daha az ısı içeren başka bir şey anlamına gelir. Asıl olay daha az ve daha çok ısı miktarıdır. Soğutmanın tanımı ise ısının taşınması ve başka bir yere yerleştirilmesidir.

10.2.4 ISI TRANSFERİ

Isı transferi konusu bugün mühendisliğin tüm dallarında uygulama sahası bulmakta ve fakat denilebilir ki Makine Mühendisliğinde bu daha da geniş olmaktadır. Makine Mühendisliği, ısı transferi ilmini ısıtma, soğutma, klima, havalandırma konularında başka içten yanmalı motorlarda, buhar üretiminde, ısı değiştirgeçlerinin dizaynında ve Makine Mühendisliğinin daha pek çok dallarında geniş ölçüde kullanmaktadır.

Isı transferi teorisi geniş ölçüde ileri fizik ve ileri matematik uygulamaları ile irdelenebilmekte, çoğu problemlere ancak basitleştirmek suretiyle ve bazı kabuller yapmak suretiyle matematiksel bir çözüm getirebilmektedir.



Şekil 10.3: Soğutma yöntemleri

Maddeler nasıl daha soğuk olur?

Isı transferi olayı 3 değişik şekilde olmaktadır ve bunlar;

- Kondüksüyon (*iletim*)
- Konveksiyon (*taşıma*)
- Radyasyon (*ışıma*), diye adlandırılmaktadır

Yukarıdaki son iki yol kapsamlı olarak soğutma ekipmanlarının tasarımlarında kullanılır. Eğer iki maddeyi birbirlerine değecek şekilde bırakırsanız ve biri sıcak diğeri soğuksa, ısı sıcak maddeden soğuk maddeye doğru akar.

Buna kondüksiyon denir. Bu eğimli bir yüzeyde aşağı doğru yuvarlanmaya çalışan top örneğinde olduğu gibi yerçekimi kuvvetine benzer, kolay anlaşılabilir bir durumdur. Eğer bir tabak yemeğe hava üflerseniz bir şekilde soğur. Yemekteki ısının bir bölümü hava molekülleri vasıtasıyla taşınır. Buna konveksiyon denir. Eğer bir şenlik ateşindeki parlayan bir kor parçasını tekme ile uzaklaştırırsanız kor parçasının yavaş yavaş ışığını kaybettiğini ve söndüğünü gözlemlersiniz.

er. Radyasyon ile ısı yayma için maddenin parlaması gerekmez, her şey çevresi ile dengeye gelebilmek için bu metotların kombinasyonlarını kullanır. Görülebileceği üzere, bir maddeyi soğutmak yerine bu maddeyi kendinden daha soğuk

bir malzeme ile baş başa bırakmak ve gerisini doğadan beklemek yeterli olacaktır. Soğutma sisteminin asıl mekanik özelliklerine oldukça yaklaşmamıza rağmen öncelikle açıklanması gereken bazı özellikler daha vardır.

10.2.5 GİZLİ ISI

Isı miktarının ölçümünün yapılabilmesi için bir yol bulunması gerekliliği çok önceleri bulunmuştu. "Daha az ısı" ya da "daha çok ısı" ya da "külliyetli miktarda ısı" deyimlerinden daha kesin değerlere istenmişti. Bu başarmak için oldukça kolay bir görevdi. 1 LB (0,454kg) suyu aldılar ve bu suyu 1°F (0,556°C) ısıttılar. Bu işlemi yapmak için gerekli ısı miktarına da 1 BTU (British Thermal Unit) dediler. Soğutma endüstrisi o günden bu güne boyu açıklamayı kullanmaktadır. Örneğin 6000 BTU lık bir klima alabilirsiniz. Bu birim saatte 6000 BTU ısının yer değiştirmesini sağlayabilen bir ürünü açıklar. 12.000 BTU luk bir diğer ürün aynı zamanda 1 Ton olarak da adlandırılır. 1 Ton da 12.000 BTU vardır.

1 LB suyun ısısını 40° F „dan 41° F „a artırmak için 1 BTU gerekir. Yine 1 LB suyun ısısını 177°F „dan 178°F „a artırmak için de 1 BTU gerekir. Ancak 1 LB suyun ısısını 212°F „dan 213°F „a artırmak için 1 BTU kullanmayı denerseniz bunda başarısız olduğunuzu görürsünüz. Su 212°F'da kaynar ve daha fazla ısı almaktansa gaz fazına geçer. Maddenin kaynama noktasında çok çok önemli bir olay olur. Küçük bir deney yapar ve 1 LB suya her defasında 1 BTU ısı eklerseniz, su sıcaklığının yine her defasında 1 derece arttığını görürsünüz. Bu 212 dereceye varıncaya dek sürer. Sonra bir şeyler değişir. BTU'ları eklemeye devam ederseniz ancak su hiçbir zaman daha sıcak olmaz. Su gaz fazına geçer ve 1 LB su buharlaşma için 970 BTU alır. Buna buharlaşmanın Gizli Isısı denir ve 1 LB su için 970 BTU'dur.

Suyun kaynamasını engelleyen tek şey suyun yüzeyine baskı yapan hava moleküllerinin basıncıdır. Suyu 212 dereceye kadar ısıtır ve ısı vermeye devam ederseniz, yaptığınız hava basıncını yenmek ve sıvı halinden kaçmasına izin vermek için su moleküllerine yeterli enerjiyi vermekten başka bir şey değildir. Eğer suyu hava basıncı olmayan uzaya çıkarırsanız direk olarak buhar olur. Eğer aynı suyu daha az hava basıncı olan Everest tepesine çıkarırsanız, orada yaptığınız deneyde kaynama için daha az ısıya ihtiyaç olduğunu görürsünüz. (212 °F dan daha az ısıda kaynayacaktır.) Yani, su normal atmosfer basıncında 212 derecede kaynar. Basıncı azaltınca kaynama noktasını da azaltırsınız. Denemek için laboratuvar ortamında suyu koyduğunuz kapalı kabın içindeki basıncı bir pompa ile emerseniz, oda sıcaklığında buharlaşmanın başlayacağını görürsünüz.

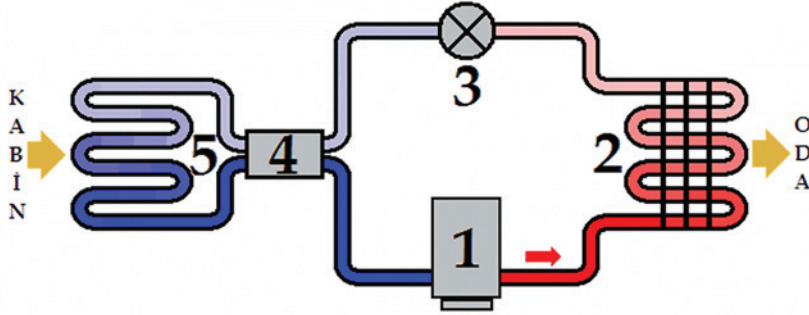
Yüzeyindeki hava basıncını yenmek ve gaz fazına geçiş için sıvılara ısı vermek gereklidir. Sıvının üzerindeki basınç azaltılırsa buharlaşmanın da daha kolay olacağını öğrendik. şimdi aynı olaya farklı bir açıdan bakalım. Aynı mantıkla, buharlaşan sıvının ortamdaki ısı emdiğini söyleyebiliriz. Güneşe konulan karpuzun soğuması aynı prensiple oluşur. Böylece, sudan daha düşük bir kaynama noktasında buharlaşan bir

akışkan bulmak mekanik soğutmanın gelişmesinde aranan ilk adımı oluşturur.

Kimya mühendisleri bu işte kullanılmak üzere aranan doğru kimyasalları bulmak için yıllarca çalıştılar. Çok düşük kaynama noktasındaki hidroflorakarbon soğutucu akışkan ailesini geliştirdiler. Bu kimyasallar normal atmosfer basıncında 0°F'ın altında kaynamaktadır.

Mekanik Soğutma Sistemi'nde şekil10.4 de görüldüğü gibi dört ana bileşen vardır. Kompresör; piston ve benzeri metotlarla soğutucu gazı sıkıştıran ve kondansere gönderen buhar sıkıştırma pompasıdır. Kondanser, sıkıştırılmış sıcak gazdan aldığı ısıyı dışarı veren ve bu yol ile sıvı hale yoğunlaşmasına sebep olan ısı eşanjörüdür. Sıvı haldeki soğutucu akışkan daha sonra sınırlayıcı bölüme gelir. Bu aygıt, akışkanın küçük bir delikten geçmesini sağlayarak akışı sınırlar ve basınç düşümüne sebep olur. Bir akışkanın basıncı düştüğünde ne olur? Eğer kaynama noktası düşer ve buharlaşması daha kolay olur diyorsanız, doğrusunuz.

Akışkan buharlaştığında ne olur? Çevresinden ısı aldığı konusunda mutabık değil miydik? işte bu ciddi bir durumdur ve şimdi soğutmanın nasıl olduğunu öğrendiniz. Bu olayın yani buharlaşmanın olduğu yerin adı da evaporatördür. Buradaki akışkan döngünün tamamlanabilmesi için tekrar kompresöre gider. Soğutucu akışkan ısıyı emmek ve başka bir yere transfer etmek üzere tekrar tekrar kullanılır. Soğutmanın tarifini anımsadınız mı? (*Isının taşınması ve başka yere yerleştirilmesi*).



Şekil 10.4: Mekanik soğutma sistemi

10.2.5.1 ISI TRANSFER ORANLARI

Soğutma çevriminde optimize edilmek istenen bir nokta da ısı transfer oranıdır. Soğutma sistemlerinde çok iyi ısı iletkenliğine sahip olan bakır ve alüminyum gibi materyaller kullanılır. Diğer bir deyişle ısı bu malzemeler içinden kolayca akar. Isı transfer yüzeyini artırmak ısı transferini artırmak için başka bir yoldur. Küçük motorlardaki pistonların etrafında soğutma kanatçıklarına dikkat ettiniz mi? Bu ısı transfer yüzeyini artırarak ısı transfer oranını artırmaya bir örnektir. Sıcak motor, istenmeyen

sıcaklığı geçen hava ile temas halindeki kanatçıklar vasıtası ile çok kolayca atabilir. Hava soğutmalı kondanseler ve evaporatörler gibi soğutma sistemi ısı transfer elemanları çoğunlukla bakır boru ve alüminyum kanatçıklar ile yapılır. Daha sonra fanlar yardımı ile havanın kanatçıkların içinden daha fazla miktarda geçmesi sağlanır.

10.2.6 SOĞUTMA

Soğutma bir sıvının halini değiştirerek ısının bir yerden başka bir yere iletilmesidir. Sıcaklık farkı olduğu sürece ısı pek çok değişik şekilde iletebilir. Dolayısıyla istenen sonuçlara bağlı olarak soğuk sıvı, ısıyı sıcak nesneden çekebilir (soğurabilir) veya sıcak sıvı nesnelere ısı verebilir. Fakat bir hal değişimi olmaksızın elde edilen sonuçlar bir soğutma sistemi veya soğutma etkisi sebebiyle değildir.

İstenilen sonucu elde etmek için iş enerjisinin "soğutma sistemi" şeklinde düzenlenmiş mekanik elemanlar kullanılmasına mekanik soğutma denir.

Soğumalı Soğutma; bir yerden bir yere iletimi için gerekli koşulları oluşturmak üzere ısı enerjisinin kullanılmasıdır. Isı enerjisi, iş enerjisine çevrilerek istenen sonuçlar, mekanik soğutma sistemindeki aynı prensiple elde edilir.

10.2.7 SOĞUTUCU AKIŞKAN

Isıyı, buharlaşmayla ya da sıvı halden buhar hale kaynatarak soğuran ve sıvı halden buhar hale yoğunlaşarak geri bırakan kimyasal bileşimlerdir. Pek çok değişik soğutucu akışkan kullanılmaktadır ve belli bir tanesinin seçimi de, hangi koşullar altında çalışacağına bağlıdır.

10.2.8 DOYMA SICAKLIĞI

Verilen bir basınçta saf maddenin kaynamaya başladığı sıcaklık (T_{doyma}) olarak bilinir.

10.2.9 DOYMA BASINCI

Verilen bir sıcaklıkta, saf maddenin kaynamaya başladığı basınç (P_{doyma}) olarak tanımlanır. 100 °C'de suyun doyma basıncı 101,325 kPa olur.



Resim 10.3: Elektrikli fırın

DEĞERLENDİRME SORULARI -10

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

1. () Soğutma; Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını, onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirilmesi ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemine denir.
2. () Konveksiyon, akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir.
3. () Kondüksiyon elemanlar;ısıyı, buharlaşmayla ya da sıvı halden buhar hale kaynatarak soğutan ve sıvı halden buhar hale yoğunlaşarak geri bırakan kimyasal bileşimlerdir.
4. () Konveksiyon, akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir.
5. () Doyma sıcaklığı; verilen bir basınçta saf maddenin kaynamaya başladığı sıcaklık olarak bilinir.
6. () Kırılma basıncı; verilen bir sıcaklıkta, saf maddenin kaynamaya başladığı basınç olarak tanımlanır.
7. () İdeal buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi; kısılma işlemi, sıvıyı bir kısılma vanasından veya kılcal borulardan geçirerek yapılabilir.