

BÖLÜM 2

SOĞUTMANIN TANIMI ve SOĞUTMA TEKNİKLERİ

Soğutmanın Tanımı : Soğutmanın tanımı değişik şekillerde yapılabilir. Bir madde veya ortamın ısı kaybetmesine soğuma dendiği gibi, ısı kaybının neden olduğu, sıcaklık düşmesine de soğuma adı verilmektedir. Başka bir deyişle soğuma; bir madde veya ortamın sıcaklık derecesinin çevre sıcaklığının altına düşmesidir. Bu son tanım, soğuk muhafaza tekniği açısından en uygun olan tanımdır. Çünkü soğuk muhafaza tekniğinde esas amaç, bir madde veya ortamın sıcaklığını, çevre sıcaklığı altına düşürmektir. 85 °C'deki bir sütun sıcaklığının 50 °C'ye düşmesi bir soğumanın olduğunu gösterir. Ancak, bu düşüş soğuk muhafaza tekniği açısından soğuma olarak kabul edilemez. Soğuk muhafaza da, soğumanın olması için, genel olarak sıcaklığın çevre sıcaklığı (20 °C) altına düşmesi gerekir. Bu tanımlardan da anlaşılacağı gibi bir madde ve ortamın soğuması için ısı kaybetmesi gerekir. Bunu sağlamak için yapılan işlemlere de soğutma denir. Yani soğutma soğumayı sağlamak için yapılan işlemlerdir. Yalnız bir nokta dikkatten kaçmamalıdır. Soğuk muhafaza tekniğinde sadece soğumayı sağlamak yetmez, elde edilen düşük sıcaklık derecesinde belirli bir seviyede tutulması gerekir. Bu nedenle soğuk muhafaza tekniğinde soğutmayı; *“bir madde ve ortamın sıcaklığını ısı alarak çevre sıcaklığının altına düşürmek ve bu sıcaklığı muhafaza etmektir”* şeklinde tanımlayabiliriz.

Isı

Belirli sıcaklıktaki bir sistemin sınırlarından, daha düşük sıcaklıktaki bir sisteme, sıcaklık farkı nedeniyle transfer edilen enerjidir. Isı da iş gibi bir enerji transfer biçimidir. Isı ve iş hiçbir cisimde depo edilemez, ancak sistem sınırlarında ve geçiş halinde iken belirlenebilir. Her ikisi de birer eğri fonksiyonudurlar. Bir başka deyişle, ısı ve iş geçiş halindeki enerjilerdir. Isı birimi iş birimi ile aynıdır (joule, J).

$$dQ=S*dT$$

Isı üç değişik Şekilde yayılır. Bunlar:

Kondüksiyon (iletim)

- Burada ısı enerjisi molekülden moleküle aktarılır. Bunun için moleküllerin birbirine dokunması gerekir. Bu yayılma biçimi daha çok katılarda görülür.

Taşınım (konveksiyon)

- Burada ısı enerjisini taşıyan hareketli bir ortamdır. Örneğin; kalorifer peteklerindeki ısı havaya aktarılır hava bu ısıyı çevredeki cisimlere taşır. Başka bir örnek olarak kaynayan suyu verebiliriz. Isınma ilk önce aşağıdan başlar ve ısınan su molekülleri yukarı doğru çıkar. Soğuk moleküller ise aşağı doğru hareket eder.

Işınım (Işıma)

- Bunun için maddesel bir ortam olmak zorunda değildir. Örneğin güneşteki ısı enerjisi ve elektrik ocağındaki ısı enerjisi ışınım yolu ile çevredeki cisimlere taşınır.

Isı enerjisi akışkanlarda (sıvı ve gazlarda) konveksiyon yoluyla ilerler. Konveksiyon ısının maddesel yer değiştirme ile yayılmasıdır. Gazın ısınan bölgesinde kısmi basınç artar ve yüksek basınçtan düşük basınca doğru gaz hareketi olur. Dolayısıyla sıcak gaz soğuk gaza doğru yer değiştirir. Gaz hareketi sayesinde gazın bir tarafındaki ısı her yere yayılır. Sıvılarda da benzer bir durum oluşur.

Isı katılarda iletim yolu ile yayılır. Katı maddenin molekülleri herhangi bir yolla hızlandırılırsa, hızlanan bu moleküller yanındaki moleküle daha hızlı çarpacağından yanındaki molekülleri de hızlandırır. Bu olay böylece devam eder ve sıcaklık katının her yanına dağılmış olur.

Isı kapasitesi

Isı sığası veya *ısı kapasitesi*, bir maddenin sıcaklığını değiştirmek için gerekli olan ısı miktarıdır. Başka bir ifade ile; bir cisme verilen ΔQ ısısının, o cisimde neden olduğu ΔT sıcaklık değişimine oranı o cismin kapasitesidir.

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

SI sisteminde birimi joule/Kelvin'dir, (J/K).

Bir cismin birim kütlesinin sıcaklığını birim derece değiştirmek için gerekli olan ısı ise özgül ısı sığası ya da özgül ısı olarak adlandırılır. SI sisteminde birimi joule/gram Kelvin 'dir.

Özgül ısı

Genel olarak bir gram maddenin sıcaklığını bir derece ya da bir K arttırmak için gerekli olan enerjidir. Maddeden maddeye değişen bir özellik olduğu için ayırt edici bir özelliktir. Bu değer su için çok yüksek bir değer olan 1 dir. Birimi cal/g'dır.

Özgül ısı, $C_p = \text{ısı kapasitesi/kütle} = \Delta Q/m \Delta T$

Özgül ısının birimi $\text{kJkg}^{-1}\text{C}^{-1}$

Sıcaklık-nem ilişkisi

Soğuk bir depoda atmosferin nem düzeyi düşerse?

Ambalaj dışında soğuk depolanan süt ürünlerinde yüzey kuruması ve çatlama meydana gelir (Örneğin; kaşar peyniri yüzeyinde kuruma vb..)

Soğuk bir depoda atmosferin nem düzeyi yükselirse?

Depo sıcaklığındaki oynamalar ve havanın doyma noktasına ulaşması, çığlenme ve ıslanan materyalde mikrobiyolojik bozulma meydana gelir (örneğin, kaşar peynirde küflenme vb..)

Hava mutlaka su buharı içermektedir. Bu nedenle hava=kuru hava+su buharı eşitliği geçerlidir.

Nem miktarı= 1 kg kuru havanın içinde bulunan (kg –g) su buharı miktarı=mutlak nem

Mutlak nem= nemli havadaki her 1 kg kuru havaya düşen su buharı (kg-g) miktarı

Örnek: Toplam ağırlığı 40 kg olan nemli havanın içinde 0.5 kg su buharı varsa, 39.5 kg kuru havanın beraberinde 0.5 kg su buharı vardır. Buna göre 1 kg kuru havaya düşen su buharı miktarı $0.5/39.5=0.01265$ kg $\text{H}_2\text{O/kg}$ kuru hava veya havanın mutlak nemi 0.01265 kg $\text{H}_2\text{O/kg}$ kuru havadır (veya 12.65 g $\text{H}_2\text{O/g}$ kuru hava)

Sıcaklık –su buharı ilişkisi?

Sıcaklık yükseldikçe 1 kg havanın taşıyabileceği su buharı miktarı bir sınıra kadar artar, sonra o sıcaklıkta su buharına doyar. Bunun üzerindeki su buharı yoğunlaşarak havadan ayrılır.

20 °C de hava en çok 0.015 kg H₂O/kg kuru hava miktarında nem bulundurabilir. Bir diğer ifade ile hava neme doymuştur ve içereceği nemin %100'ünü taşıyor demektir.

20 °C de hava 0.0075 kg H₂O/kg kuru hava içeriyorsa %50 nem içeriyor demektir. %100 ve %50 ifadeleri= bağıl nem'dir.

Sabit basınç?

Nemli hava sabit basınçta ısıtılırsa mutlak nemi sabit kalır. Ancak sıcaklık yükseldikçe taşıyabileceği maksimum su buharı miktarı artar ve bağıl nemi düşer. Bunun gibi hava sabit basınç altında soğutulursa mutlak nemi sabit kalır fakat bağıl nemi yükselir. Sabit mutlak nemde soğuma doyma noktasına kadar devam eder. Bundan sonra çığlenme başlar, mutlak nem düşer, fakat bağıl nem %100'de sabit kalır.

Soğutma Teknikleri : Soğutma iki yöntemle yapılır.

- 1- Doğal yöntem
- 2- Yapay yöntem

1- Doğal yöntemle soğutma : Mekanik bir işleme gereksinim duyulmadan çevredeki soğuk kaynaklardan (ısı almaya müsait) ve doğal hal değişimlerinden yararlanılarak yapılan soğutmaya doğal soğutma denir. Sütün güğümler içinde, bir kaynaktan çıkan soğuk su içinde soğutulması, sokakta süt satan bir sütçünün güğümünü ıslak bir bezle örtterek yaptığı soğutma, dondurmacının kardan yararlanarak yaptığı soğutma birer doğal soğutmadır. Birinci örnekte sıcak kaynaktan soğuk kaynağa ısı geçişi olmakta ve süt soğumaktadır. Normal koşullar altında ısı geçişinin yönü yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğrudur. Burada da süt, suya ısı vererek soğumaktadır. İkinci örnekte ise, ıslak bezdeki su buharlaşarak hal değiştirmekte ve bu olay olurken de ortamdan ısı alınmaktadır. Isıyı veren süt ise soğumaktadır. Diğer örnekte ise kar erirken ortamdan ısı almakta, ısıyı veren de soğumaktadır.

2- **Yapay (suni) yöntemle soğutma** : Bu yöntemle yapılan soğutma bazı mekanik işlemler gerektirdiği için, bu yönteme mekanik soğutma da denir. Bu yöntemle soğutma genel olarak üç şekilde yapılır.

A- Bazı karışımlardan yararlanarak

B- Sıkıştırılmış gazların genleşmesiyle

C- Sıvıların buharlaştırılmasıyla

Yapay yöntemin en önemli özelliği (birinci yöntem hariç) ters çevrim olmasıdır. Yani bu yöntemle, ısı soğuk kaynaktan alınıp, sıcak kaynağa verilmektedir.

Bir sistemin sıcaklığını sabit tutabilmek için birim zamanda uzaklaştırılması gereken ısı **soğutma yükü** olarak tanımlanmaktadır. Düşük sıcaklıktaki ısıyı alıp sistemin başka yerine aktaran bir pompa görevi yapar. Bu sistemin çalışması için enerjiye ihtiyaç vardır. Termodinamiğin ikinci yasası'na göre ısı yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklık yönünde akabilir. O halde soğutma sistemleri termodinamiğin II. yasasına aykırı çalışmaktadır. Soğutma sisteminde yüksek ve düşük sıcaklık oluşması refrigerant (soğutucu akışkan) yardımı ile olur. “Termodinamiğin ikinci yasası şöyle tanımlanabilir:

Bir ısı kaynağından ısı çekip buna eşit miktarda iş yapan ve başka hiçbir sonucu olmayan bir döngü elde etmek imkansızdır. (Kelvin-Planck Bildirisi)

ya da

Soğuk bir cisimden sıcak bir cisme ısı akışı dışında bir etkisi olmayan bir işlem elde etmek imkansızdır. (Clausius Bildirisi)”

A- Bazı karışımlardan yararlanılarak yapılan soğutma :

Bazı maddeler birbirleriyle belirli oranlarda karıştırıldıkları zaman kendi sıcaklıklarından daha düşük bir sıcaklık elde edilebilir. Modern soğutucuların bulunmadığı yörelerde bu karışımlardan yararlanarak soğutma yapılmaktadır. Bu yöntem genellikle küçük yerleşim ünitelerindeki dondurmacılar tarafından kullanılır. Çizelge 3'de bu karışımların bazıları verilmiştir. Çizelgede karıştırılan maddeler, karışım oranları ve elde edilebilecek düşük sıcaklık dereceleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. Soğutucu karışımlar

Karıştırılan Maddeler ve Oranları (% Ağırlık)	İlk Sıcaklık (°C)	Karışım Sıcaklığı (°C)
% 65 Buz + % 35 NaCl	0	- 20
% 60 Buz + % 40 H ₂ SO ₄	0	- 30
% 45 Buz + % 55 CaCl ₂	0	- 40
% 45 Buz + % 57 KOH	0	- 46

2- Sıkıştırılmış Gazların Genleşmesiyle Yapılan Soğutma

Bu tip soğutma devrelerinde, gaz halindeki soğutucu akışkan bir kompresör tarafından sıkıştırılır. Bu esnada hacmi küçülen, fakat basınç ve sıcaklığı artan gaz soğutulur (su veya hava ile). Daha sonra soğutulacak ortamdan genişletilerek soğuma sağlanır. Böyle bir soğutma devresinde kullanılan soğutucu akışkan herhangi bir hal değişimine uğramaz.

3-Sıvıların Buharlaştırılmasıyla Yapılan Soğutma

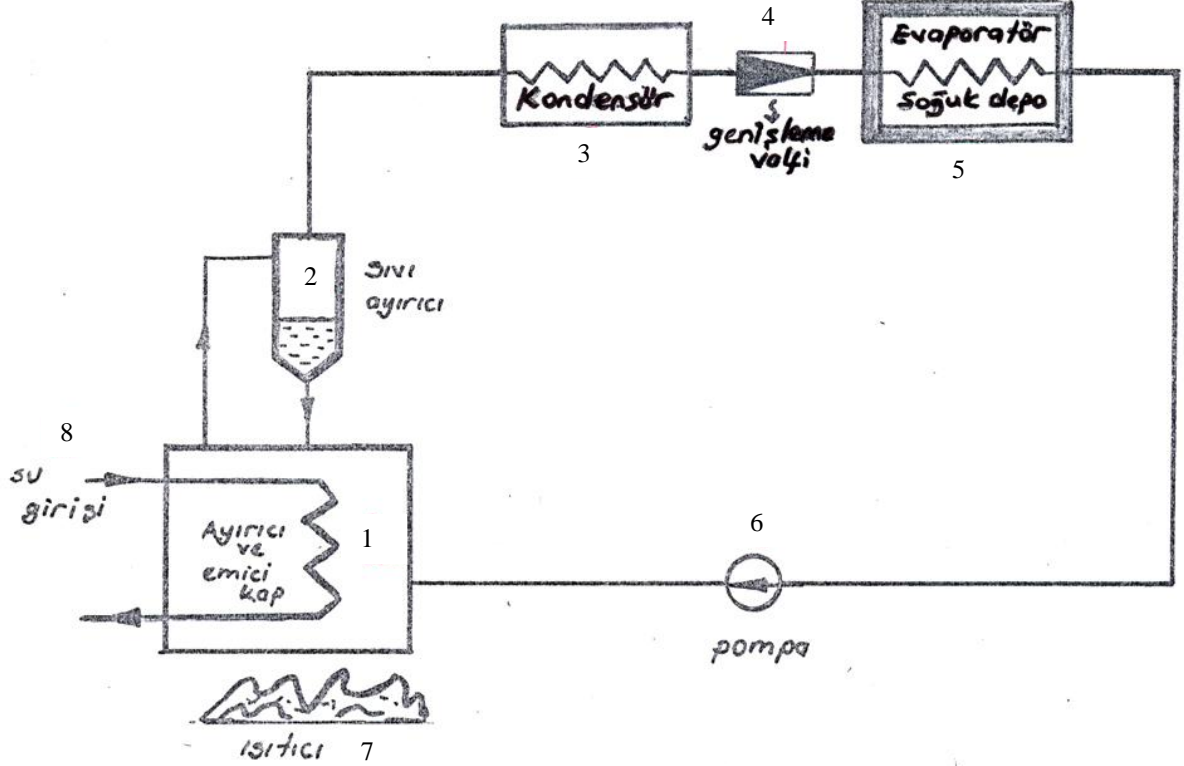
Günümüzde soğuk muhafaza tekniğinde en fazla kullanılan bu yöntemdir. Bu yöntemde, sıkıştırılarak sıvı hale getirilen bazı gazların sıvı halden buhar(gaz) haline geçerken ortamdan ısı almalarından yararlanır. Bu nedenle de bu tip soğutma devrelerinde buharlaşma gizli ısı yüksek olan ve gaz halinden sıvı hale kolaylıkla dönüşebilen gazlar kullanılır. Burada gazın kimyasal yapısında herhangi bir değişim meydana gelmemekte, sadece bir hal değişikliği olmaktadır. Bu nedenle de olay tamamen fizikseldir. Sıvıların buharlaşması esasına dayanan yöntemle çalışan soğutma devrelerinin genel olarak iki şekli vardır.

- Absorbsiyonlu (soğurmalı) soğutma devresi.
- Sıkıştırımlı (kompresörlü) soğutma devresi.

• Absorbsiyonlu (soğurmalı) soğutma devresi

Bu tip soğutma devrelerinde bazı maddelerin soğurucu (absorblayıcı) özelliğinden yararlanır. Devrenin tamamlanmasında, yani çevrimin oluşmasında ısı enerjisi kullanılır. Şekil 3’de bir soğurmalı soğutma devresi ve bunun elemanları görülmektedir. Bu devrelerde kompresör yerine jenaratör, emici ve pompadan oluşan bir kısım eklenmiştir. Bu devrelerde soğurucu olarak su, CaCl gibi maddeler, soğutucu akışkan olarakta NH₃ (amonyak) gibi gazlar kullanılabilir. Soğurucu olarak su kullanıldığında, NH₃ bu devre için ideal bir soğutucu

akışkandır. Soğurucu (absorban) soğutulduğunda emici, ısıtıldığında ise ayırıcı özellik gösterir. Şekil 3’de de görüldüğü gibi ısıtıldığında sıvı tankından (1) buharlaşarak ayrılan soğutucu akışkan, sıvı ayırıcıdan (2) geçtikten sonra, kondenserde (3) yoğuşur ve genişleme valfinden (4) evaporatöre (5) gelir. Burada soğutmayı sağlayan soğutucu akışkan pompa (6) ile emilerek su ile (8) soğutulan soğurucu tarafından tutulur. Böylece çevrim tamamlanmış olur.



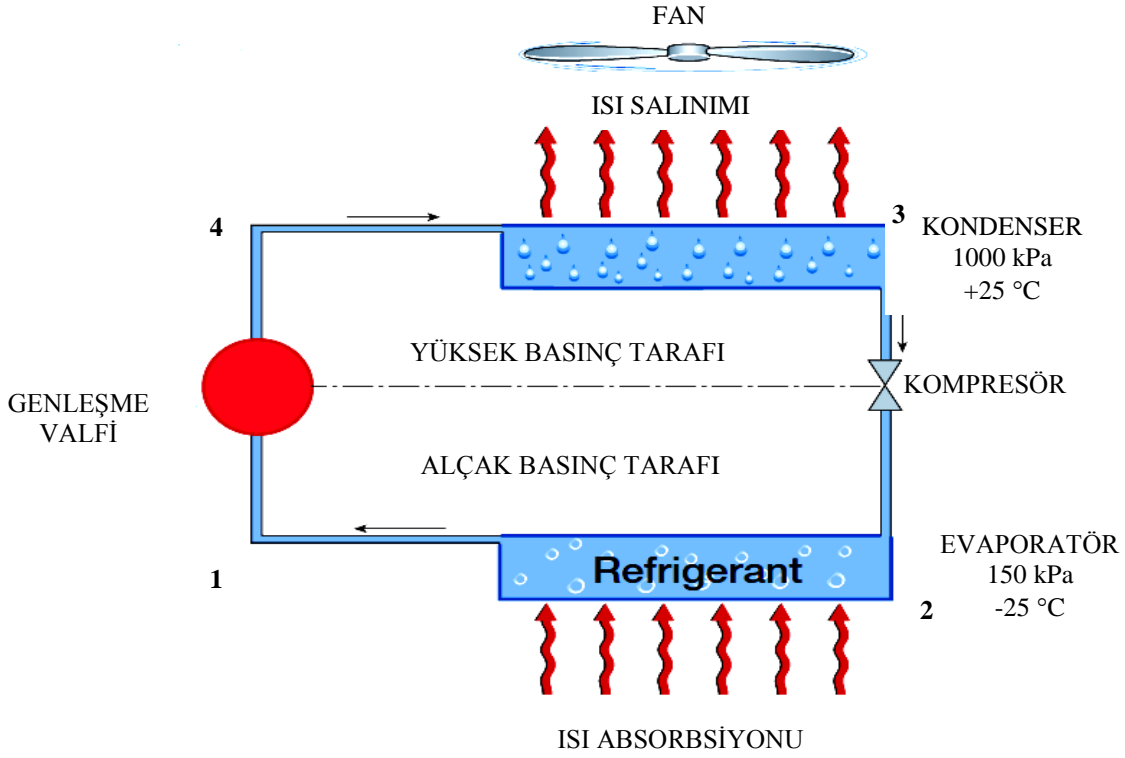
Şekil 3. Soğurmalı (absorbsiyonlu) Soğutma Devresi

b) Sıkıştırırmalı (kompresörlü) soğutma devresi :

Şekil 4’de de görüldüğü gibi sıkıştırırmalı soğutma devresinde, kompresör, kondenser, genişleme valfi ve evaporatör olmak üzere 4 ana eleman vardır. 1 - 2 arasında evaporatörde buharlaşma olur. Burada sıvı haldeki soğutucu akışkan, düşük bir P_1 basıncında, soğutulacak olan ortamdan ısı alarak, soğutmayı gerçekleştirir. Bu arada kendisi de gaz haline geçer. 2 - 3 arasında ise buhar halindeki soğutucu akışkan, kompresörde sıkıştırılır ve basıncı bir P

değerine yükselerek kızgın buhar haline dönüşür. 3 - 4 arasında kızgın buhar halindeki soğutucu akışkan kondenserde yoğuşur. 4 - 1 arasında genişleme valfinde genişleme yapılır ve basınç P' den P_1 değerine düşürülerek çevrim tamamlanır.

Bugün soğuk muhafazada en çok (hatta tamamen) bu soğutma devresi kullanılmaktadır. Şekil 4'de böyle bir soğutma devresi görülmektedir.



Şekil 4. Sıkıştırımlı (Kompresörlü) soğutma devresi.