



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

## MÜHENDSİLİK FAKÜLTESİ

### Makina Mühendisliği Bölümü

### MAK 413 SOĞUTMA TEKİNİĞİ (TS2)

### Temel Kavramlar ve Soğutma Metotları

## 1. Hafta

# 1. BÖLÜM

## TEMEL KAVRAMLAR VE SOĞUTMA METOTLARI

### 1.1. Soğutmanın Tarihçesi

Bugün insanlığın vazgeçilmez bir parçası olan soğutmanın temeli çok eskilere dayanmaktadır. İnsanlar serinlemek, soğuk bir şeyler içmek veya gıdalarını muhafaza etmek amacıyla soğutmaya gereksinim duymuşlardır. Tarihten bize ulaşan bilgilere göz attığımızda, ilk kez Çinlilerin, kışın donmuş göllerin buz ve karlarını, derin ve geniş kuyulara sıkıştırarak muhafaza edip yaz süresince, bunların soğukluğundan yararlandıkları, Yunanlıların ve Romalıların ise toprağa gömdükleri büyük küplere geceleri su doldurup, gündüzleri içtikleri bilinmektedir.

İnsanlık tarihi soğutmayı keşfetmeden önce, besin ihtiyacı için ürettikleri gıda maddelerinin bozulmadan ve çürümeden pazarlaması, nakledilmesi ve gerektiğinde tüketime kadar muhafazası için geçmişten bugüne kadar bazı tedbirlere başvurmuş ve kendine has metotlar geliştirmiştir. Bu konuda Türk tarihine baktığımızda atalarımızın etin bozulmadan değerlendirilmesi için pastırma ve sucuğu, sütün bozulmadan değerlendirilmesi için de peyniri ve tereyağını keşfettiklerini görmekteyiz. Aynı zamanda et, balık ve çeşitli meyve ve sebzelerin kurutularak muhafazasını da sağlamışlar ve her türlü gıda maddelerinin serin mağaralarda saklanması yoluna gitmişlerdir (7).

Mekanik soğutmanın temeli ilk defa 1755 senesinde Glasgow Üniversitesinden Profesör Dr. William Cullen tarafından atılmıştır. Dr. Cullen, sürdürdüğü “eter” sonucu elinin serinlediğini” görerek çalışmalara başlamış ve “vakum prensibine” dayanan buz makinesini icat etmiştir. Fakat bu makine ancak laboratuvar cihazı olarak kalmış, geliştirilememiştir.



Soğutmanın gıdaların muhafazası için de yararlanılabileceği ilk kez, 1972 yılında bir grup kaşifin Kuzey Sibiryanın Lena nehri kıyılarında kamp yaptığı sırada keşfedilmiştir. Dondurucu soğuktan korunmak için çadırlarına sığınmış olan gezginlerin yemek yemeğe hazırlandıkları sırada köpeklerin havladıklarını duyarlar. Hemen telaşla dışarı çıkan kaşifler, köpeklerin hızla karları eşelediklerini görürler. Köpeklerin yanına gittiklerinde kar altında gömülü kocaman bir mamutun bozulmamış başını görürler. Buzları temizleyip bir parça et kesip yiyen kaşifler, etin hiç bozulmamış olduğunu tespit ederler. Mamut binlerce yıl buzulların altında bozulmadan kalabilmiştir. Bu öyküyü duyan bilim adamları 1972 senesinden sonra çalışmalarına hız vermeye başlarlar. 1834 yılında Jacop Perkins adında Amerikalı bir mühendis, ilk pratik buz makinesinin patentini almıştır. Bu arada elektrik olmayan yerlerde çalışan bir makine üzerinde de çalışılmış ve 1858 senesinde Fransız Ferdinand Carre absorbsiyon sistemini keşfetmiştir. 1886 senesinde de Mühendis Windhausen CO<sub>2</sub> ile çalışan soğutma sistemi ile düşük sıcaklıklara (-80°C) inebilmiştir.

Bu tarihten sonra buz endüstrisi gelişerek, tahtadan buzdolapları yapılmış ve ilk olarak evlerde gıda maddelerinin muhafazası, buz ile gerçekleştirilmiştir. Buz ile yapılan soğutma çok külfetli bir iş olduğundan, bütün fabrikalar mekanik bir soğutma sistemi keşfetmeye başlamışlar, birçok denemenin sonunda 1920 senesinde J.M. Larsen şirketi tarafından ilk küçük buzdolabı yapılmıştır. Fakat otomatik olmadığı için kontrolünün zorluğu karşısında bu dolaplar pek beğenilmemiştir. 1918 senesinde Kelvinatör şirketi, ilk otomatik kontrol sistemine sahip buzdolabını piyasaya sürmüştür. O günden bugüne yaygın olarak kullanılan buz dolapları, insanlığın en büyük buluşlarından birisidir (8).

## 1.2. Temel Kavramlar

Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısınının alınması işlemine *soğutma* denir.

Soğutmanın tanımından, bunun iki fiziksel değere, yani sıcaklık ve ısı değerlerine bağlı olduğu görülmektedir. Gerçekte bu iki

değer birbirine bağlıdır. Bu iki fiziksel değer ile, soğutma işleminin oluşumu sırasında ölçüm ve kontrolü yapılan değerler ve soğutma terimlerinden en sık kullanılanlar aşağıda verilmektedir.

### **Termodinamiğin Kanunları:**

Termodinamik (ısının hareketi anlamına gelir) ısı enerjisinin bir yerden diğerine iletilme yollarını ve ısının başka enerji biçimlerine nasıl dönüştüğünü inceler. Bir ısı aktarma işleminde sıcaklık, basınç ve hacim çeşitli değişikliklere uğrar. Termodinamik, daha çok bunların ve diğer parametrelerin matematiksel olarak ilişkilerinin açıklanması ve böylece nasıl değişecekleri hakkında ön bilgi ile uğraşır. Termodinamik hiçbir ön yargıya yer vermeksizin yalnız deneye dayanılarak bulunan ilkeler üstüne kurulmuştur.

Bilim adamları önce birinci, ikinci ve üçüncü olmak üzere üç termodinamik kanunu ortaya çıkarmışlardır. Sonrada daha temel bir kanun fark edildi. Bu kanun, termodinamiğin "sıfırıncı" kanunu adını almıştır.

### **Termodinamiğin Sıfırıncı Kanunu:**

Eğer bir sıcak bir de soğuk cisim birbirine temas ettirilirse, bir süre sonra ikisi de aynı sıcaklığa sahip olur. Değişik miktarlarda da olsa iki cisim, sürekli olarak ısı alış-verişinde bulunur ve bu alış-veriş, sıcaklıkları eşitlenene kadar sürer. Sonunda iki cisim de aynı miktarda ısı alıp vermektedir. Bu durumdaki cisimler "ısı dengede" dir. Sıfırıncı kanuna göre, eğer iki nesnenin her biri üçüncü bir nesne ile ısı dengede halindeyse, o zaman kendi aralarında da dengededirler demektir.

### **Termodinamiğin Birinci Kanunu :**

Birinci kanun iki kısımdan oluşur. Birincisi "*enerjinin korunumu*" ilkesi, ikincisi de "*ısı enerjisini etkin bir biçimde tanımlayan ve enerji türlerinin nasıl dönüştüklerini açıklayan*" ilkedir. Bir sisteme ısı enerjisi verildiğinde, birinci kanuna göre bu enerji, sistemin iç enerjisindeki değişimle birlikte sisteme iş yaptırarak mekanik enerjiye eşittir.



$$q_s = h A \Delta T \quad (1.2)$$

Burada;  
 Taşınım katsayısı,  $W/m^2\text{°C}$  (K)  
 Isının transfer edildiği kesit alanı,  $m^2$   
 Isının transfer edildiği iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı,  $\text{°C}$  (K)

### Isınım (Radyasyon) Isı Transferi :

Isı transferinin üçüncü bir yolu da, elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleşen ısı transferidir. Radyo dalgaları gibi radyasyon, boşluğu boyunca enerjiyi transfer edebilir. İletim ve taşınımından farklı olarak radyasyon, ısıyı transfer etmek için bir maddeye gereksinim duymaz. Güneş ışınları yoluyla ısının transferi, elektrikli ileticiden yayılan ısı, radyasyonla ısı transferine örnek olarak verilebilir. Bir maddenin ısıyı radyasyon yoluyla yutabilme (absorb) edebilme, ısının kaynağı ve madde arasındaki sıcaklık farkına, aralarındaki uzaklığa, maruz kalan yüzey alanına ve maddenin rengine bağlıdır. Örneğin, koyu renkler, açık renklere nazaran ısıyı daha hızlı yutarlar. Siyah cisimler, ısınım ile ısı transferini en iyi yutan cisimlerdir.

$T_s$  mutlak sıcaklığındaki bir yüzeyden birim zamanda yayılabilecek maksimum ısınım miktarı Stefan-Boltzman Yasasıyla belirlenmiştir.

$$q_{Rad, max} = \sigma A T_s^4 \quad (1.3)$$

Burada;  
 Yüzey alanı,  $m^2$   
 Stefan –Boltzman sabiti ( $5.67 \times 10^{-8} W/m^2K^4$ )

Belirli bir sıcaklıkta, birim zamanda en çok ısınım yayan cisim, mutlak sıcaklığındaki bir yüzeyden yayılan ısıdır. Gerçek bir yüzey tarafından yayılan ısınım, aynı sıcaklıkta bir siyah cisim tarafından yayılan ısınımdan düşüktür ve aşağıdaki bağıntıyla ifade edilir.

$$q_{Rad} = \epsilon \sigma A T_s^4 \quad (1.4)$$

Burada  $\epsilon$ , ısınım katsayısıdır. Isınım katsayısının değeri  $0 \leq \epsilon \leq 1$  aralığında olup, bir yüzeyin ısınım katsayısı, siyah cisme ( $\epsilon=1$ ) yakınlığının ölçüsüdür. Örneğin; alüminyum folyonun ısınım katsayısı değeri 0.07 iken, siyah boyanın ki ise 0.98' dir.

Karşılıklı iki cismin çevrelerine gönderdiği radyasyon enerjisi ayrı ayrı bu cisimlerin sıcaklıklarının dördüncü kuvvetleriyle orantılı olacaktır. Ayrıca, gönderdikleri radyasyon enerjisinin bu iki cisimden düşük sıcaklıkta olan tarafından alınan "net radyasyon" miktarı bu iki cismin birbirlerine göre olan konumlarına da bağlıdır. Çok geniş alanlı tam siyah iki yüzeyden daha sıcak olanı " $T_1$ ", diğeri ise " $T_2$ " mutlak sıcaklığında ise bu yüzeylerden birisinin (A) büyüklüğündeki alanına sıcak cisimden soğuk cisme radyasyonla geçen net enerji miktarı:

$$Q_{Rad} = \sigma A F_{1-2} (T_1^4 - T_2^4) \quad (1.5)$$

olmaktadır. Burada  $F_{1-2}$  yüzeylerin birbirlerine göre geometrik konumunun etkisini hesaba alan bir katsayıdır ve "konum katsayısı" diye adlandırılır. Bu iki yüzey birbirine paralel ise  $F_{1-2}=1$  olacaktır.

### 1.3. Soğutma Sistemleri

Bilinen başlıca soğutma sistemleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

1. Buhar sıkıştırmalı mekanik soğutma sistemi
2. Absorbsiyonlu soğutma sistemi
3. Adsorbsiyonlu soğutma sistemi
4. Buhar-jet (ejektör) soğutma sistemi
5. Hava soğutma sistemi
6. Termoelektrik soğutma sistemi
7. Vortex tüpü
8. Paramagnetik soğutma
9. Sterling soğutma sistemi