

Özgül Isı :

- Bir maddenin faz değişimine uğramaksızın belli bir sıcaklığa ulaşması için, bu maddenin birim kütlesi tarafından kazanılan veya kaybedilen ısı miktarıdır.

$$C_p = \frac{Q}{m (\Delta T)}$$

Gıdaların Özgül Isısı;

- Bileşimine ve özellikle su içeriğine bağlıdır.
 - En doğru olarak, deneysel yolla saptanabilmektedir.

Gıdanın bileşimi ve bunların oranları
bilinirse,

- **Gıdanın özgül ısı** hesaplanabilmektedir.

Özgül ısı :

- Gıdaların en önemli bileşim öğelerinden birisi sudur.
- Suyun **sıvı** ve **kati** fazdaki özgül ısıları çok farklıdır.



Gıdaların özgül ısıları,

- donma noktası üzerinde
- donma noktası altında farklıdır.

Donma noktası üstünde özgül ısı;

$$C_p = 1 m_s + 0.2 (1 - m_s)$$

m_s : Materyaldeki suyun kütle fraksiyonu

1 : Suyun özgül ısı, $\text{kcal kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ veya
 $\text{BTU lb}_m^{-1} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$

$1 - m_s$: Materyaldeki yağ olmayan katı
maddenin kütle fraksiyonu

C_p : Özgül ısı, $\text{kcal kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ veya
 $\text{BTU lb}_m^{-1} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$

Eşitlik yeniden düzenlenince;

$$C_p = 1 m_s + 0.2 - 0.2 m_s$$

$$C_p = m_s - 0.2 m_s + 0.2$$

$$C_p = (1 - 0.2) m_s + 0.2$$

$$C_p = 0.8 m_s + 0.2 \text{ (İngiliz, mks ve cgs)}$$

SI sisteminde düzenlenince;

$$C_p = 3.349 m_s + 0.83736$$

$$0.8 (4.1868) = 3.349$$

$$0.2 (4.1868) = 0.83736$$

C_p : Donma noktası üstünde özgül ısı, kJ
 $\text{kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

m_s : Gıdadaki suyun kütle fraksiyonu

Yağ miktarı ve özgül ısı:

- Önemli miktarda yağ içeren hayvansal ürünlerle, bazı bitkisel kökenli ürünlerin özgül ısılarının hesaplanmasında mutlaka yağ oranının dikkate alınması gerekir!!

DN üstünde yağlı gıdalar için;

$$C_p = 0.4 m_y + 0.2 m_{ydk} + 1 m_s \text{ (İngiliz, mks ve cgs)}$$

$$C_p = 1.67472 m_y + 0.83736 m_{ydk} + 4.1868 m_s \text{ (SI)}$$

C_p :Önemli miktarda yağ içeren bir gıdanın donma noktası üstündeki özgül ısısı, $\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

m_y : Gıdadaki yağın kütle fraksiyonu

m_{ydk} : Gıdadaki yağ dışındaki katı maddelerin kütle fraksiyonu

m_s : Gıdadaki suyun kütle fraksiyonu

Karbonhidrat, protein ve kül... dikkate alınınca;

$$C_p = 1.424 m_k + 1.549 m_p + 1.675 m_y + 0.837 m_{kü} + 4.187 m_s$$

- **Not:** (1) k, p, y, kü ve s; sıra ile karbonhidrat, protein, yağ, kül ve suyu belirtmek amacıyla kullanılmıştır.
(2) Her kütle fraksiyonunun önündeki katsayılar, o bileşiğin saf haldeki özgül ısılarıdır.

- **Örnek 8** : %30 karbonhidrat, %10 protein, %0 yağ, %0.4 kül, %56 su içeren bir gıdanın donma noktası üzerindeki özgül ısını hesaplayınız.

Donma noktası altında özgül ısı :

- Her gıda, sıfırın altında kendine özgü belli bir derecede donmaya başlar.
- Donma daha düşük derecelerde devam eder, kendine özgü belli bir derecede donma tamamlanır.

!!!!Ancak pratik işlemler için;

Donmanın “donma noktasında” başlayıp orada sona erdiği varsayılır.

Donma noktası altında özgül ısı :

- Sadece sudan kaynaklanan özgül ısı değişimi dikkate alınır.



- Suyun dışındaki bileşim unsurlarının özgül ısıları, gıdanın sıcaklığına bağlı olarak değişmez.

Donma noktası altında özgül ısı;

$$C_p = 0.5 m_s + 0.2 (1 - m_s)$$

$$C_p = 0.5 m_s + 0.2 - 0.2 m_s$$

$$C_p = 0.3 m_s + 0.2$$

SI sisteminde düzenlenince;

$$C_p = 1.256 m_s + 0.83736$$

DN üstünde yağlı gıdalar için;

$$C_p = 0.4 m_y + 0.2 m_{ydk} + 0.5 m_s \text{ (İngiliz)}$$

$$C_p = 1.67472 m_y + 0.83736 m_{ydk} + 2.934 m_s \text{ (SI)}$$

Karbonhidrat, protein ve kül... dikkate alınınca;

- $$C_p = 1.424 m_k + 1.549 m_p + 1.675 m_y + 0.837 m_{kü} + 2.0934 m_s$$

- **Örnek 9** : %12 toplam kuru madde içeren bir elma suyunun donma noktası üstündeki ve altındaki özgül ısısını hesaplayınız.

- **Örnek 10** : %15 protein, %20 yağ ve %65 su içeren sığır etinin özgül ısısını “SI” birim sisteminde hesaplayınız.

- **Örnek 11** : %45 KM içeren portakal suyu konsantresinin özgül ısısını “SI” birim sisteminde hesaplayınız.

- **Örnek 12** : %15 protein, %20 yağ ve %65 su içeren 10 lb_m sığır etinin sıcaklığını 40°F 'tan 150°F 'a yükseltmek için gerekli ısı enerjisi miktarını “**BTU**,” “**kJ**” ve “**kw h**” olarak hesaplayınız.

Siebel eşitliğinin 2 tane zayıf noktası bulunmaktadır!!

0.2
BTU/lbm
°F

- 1) Siebel eşitliğinde tüm yağsız katıların aynı özgül ısıya sahip olduğu varsayılır. Bu doğru değildir.
- 2) Siebel eşitliği, donma noktası altında tüm suyun donduğunu kabul eder. Bu doğru değildir.

Gıdanın tüm bileşenleri dikkate alındığında;

Protein : $C_p = 2008.2 + 1208.9 \cdot 10^{-3} T - 1312.9 \cdot 10^{-6} T^2$

Yağ : $C_y = 1984.2 + 1473.3 \cdot 10^{-3} T - 4800.8 \cdot 10^{-6} T^2$

K.hidrat : $C_k = 1548.8 + 1962.5 \cdot 10^{-3} T - 5939.9 \cdot 10^{-6} T^2$

Lif : $C_l = 1845.9 + 1930.6 \cdot 10^{-3} T - 4650.9 \cdot 10^{-6} T^2$

Kül : $C_{kü} = 1092.6 + 1889.6 \cdot 10^{-3} T - 3681.7 \cdot 10^{-6} T^2$

Su : $C_s = 4176.2 - 9.0862 \cdot 10^{-5} T + 5473.1 \cdot 10^{-6} T^2$

$C_p \rightarrow \text{J}/(\text{kg K})$

Sıcaklık $\rightarrow ^\circ\text{C}$

Donma noktasının üzerinde gıdanın özgül ısısı:

$$C_p(\text{gıda}) = C_p (P) + C_y (Y) + C_k (K) + \\ C_l (L) + C_{k\ddot{u}} (K\ddot{u}) + C_s (S)$$

- **Örnek 12** : %15 protein, %20 yağ, %1 lif, %0.5 kül, %20 yağ ve %43.5 su içeren 25°C'deki bir gıdanın özgül ısısını hesaplayınız.

Donma noktasının üzerinde gıdanın ortalama özgül ısısı;

Protein: $C_{pp}^* = (1/\delta) [2008.2 (\delta) + 0.6045 (\delta^2) - 437.6 \times 10^{-6} (\delta^3)]$

Yağ: $C_{py} = (1/\delta) [1984.2 (\delta) + 0.7367 (\delta^2) - 1600 \times 10^{-6} (\delta^3)]$

K.hidrat: $C_{pk} = (1/\delta) [1548.8 (\delta) + 0.9812 (\delta^2) - 1980 \times 10^{-6} (\delta^3)]$

Lif: $C_{pl} = (1/\delta) [1845.9 (\delta) + 0.9653 (\delta^2) - 1500 \times 10^{-6} (\delta^3)]$


Kül: $C_{pkü} = (1/\delta) [1092.6 (\delta) + 0.9448 (\delta^2) - 1227 \times 10^{-6} (\delta^3)]$

Su: $C_{psu} = (1/\delta) [4176.2 (\delta) + 4.543 \times 10^{-5} (\delta^2) - 1824 \times 10^{-6} (\delta^3)]$

$$C_{ort}^* = P (C_{pp}^*) + F (C_{py}^*) + C (C_{pk}^*) + Fi (C_{pl}^*) + A (C_{pk}^*) + M (C_{psu}^*)$$

- **Örnek 13** : Örnek 12'de verilen gıdanın 25°C ile 100°C arasında ısıtılması sırasındaki ortalama özgül ısısını hesaplayınız.

Faz Değişimi Sırasında Entalpi Değişimi

- Bir gıdanın donması sırasında uzaklaştırılması gereken ısı hesaplanırken, donma gizli ısı dikkate alınmalıdır.
- Donma noktasında, gıdada bulunan suyun hepsi dondurulamaz.
- Donma noktası altında Siebel eşitliği büyük hata verir!!

 - En iyi yol, entalpi değişiminin hesaplanmasıdır.

DN altında %73–94 nem içeren gıdalar için entalpi;

- 227.6 K'de (-45.4°C) gıdada bulunan tüm suyun donduğu varsayılır.

İŞLEM BASAMAKLARI:

1) Gıdanın donma noktası (T_f), K cinsinden hesaplanır.

$$\text{Et} : T_f = 271.18 \times 1.47 \text{ M}$$

$$\text{Meyve ve sebzeler} : T_f = 287.56 - 49.19 \text{ M} + 37.07 \text{ M}^2$$

$$\text{Meyve ve sebze suları} : T_f = 120.47 + 327.35 \text{ M} - 176.49 \text{ M}^2$$

2) T_r sıcaklığı hesaplanır:

$$T_r = \frac{T - 227.6}{T_f - 227.6}$$

T_f : Donma noktası,

T : Donma noktasının altında ulaşılan son sıcaklık

3) Gıdada bulunan suyun kütle kesrine göre değişen “a” ve “b” parametreleri bulunur:

Et :

- $a = 0.316 - 0.247 (M - 0.73) - 0.688 (M - 0.73)^2$
- $b = 22.95 + 54.68 (a - 0.28) - 5589.03 (a - 0.28)^2$

Meyve-sebzeler ve suları :

- $a = 0.362 - 0.0498(M - 0.73) - 3.465 (M - 0.73)^2$
- $b = 27.2 + 129.04 (a - 0.23) - 481.46 (a - 0.23)^2$

4) 227.6 K referans sıcaklıkta, gıdanın donma noktasındaki entalpisi (H_f), J/kg hesaplanır:

$$H_f = 9792.46 + 405,096 M$$

5) 227.6 K referans sıcaklıkta, gıdanın “T” sıcaklıktaki entalpisi (H_f), J/kg, hesaplanır:

$$H = H_f [a T_r + (1 - a) T_r^b]$$

6) Gıdanın donma noktasından, “T” sıcaklığa soğutulmasına kadar, uzaklaştırılması gereken ısı ya da entalpi miktarı hesaplanır:

$$\Delta H = H - H_f$$

- **Örnek 14 :** %25 KM içeren 1 kg üzüm suyunu donma noktasından -30°C 'ye soğutmak için uzaklaştırılması gereken ısı miktarını hesaplayınız.

Gaz ve Buharların Özgül Isıları

- Gazların özgül ısıları, prosesin sabit basınç ya da sabit hacimde yapılmasına göre değişir.
- Sabit basınç altındaki özgül ısı C_p ile gösterilir.
- Sabit basınçta, m kütlesindeki gazın sıcaklığını artırmak için gerekli ısı miktarı entalpideki değişime eşittir (ΔH).

Entalpideki deęişim;

$$\Delta H = m \int_{T_o}^{T_2} C_p dT$$

$$\Delta H = m C_{pm} (T_2 - T_o)$$

C_{pm} : Gazın, T_o (25°C) ile T_2 sıcaklığı arasındaki ortalama özgül ısı

Bir gaz, T_1 sıcaklığından T_2 sıcaklığına ısıtılırsa;

$$\Delta H = m C_{pm} (T_2 - T_o) - m C'_{pm} (T_1 - T_o)$$

C'_{pm} : Gazın, T_o ile T_1 sıcaklığı arasındaki ortalama özgül ısı

- **Örnek 15 :** 1 atm basınçta 2000 ft³/dak. havayı 70°F'tan 170°F'a ısıtmak için gerekli ısı miktarını hesaplayınız.

- **Örnek 16** : 1 atm basıçta $10 \text{ m}^3/\text{s}$ havanın sıcaklığını 50°C 'tan 120°C 'a çıkarmak için gerekli ısı miktarını hesaplayınız.