


# Birim Çevirme İlkeleri

- Sayısal değer ile bunun birimini birlikte içeren eşitliklere “boyutlu eşitlikler” denir.
- Örneğin;  $10 \text{ BTU}/(\text{h ft } ^\circ\text{F}) = 56.78 \text{ W}/\text{m } ^\circ\text{C}$  bir boyutlu eşitliktir.
- Boyutlu eşitliklerde sayısal değerlere hangi matematiksel işlem uygulanıyorsa, beraberindeki birimlere de aynı işlemler uygulanmalıdır.

- 
- Birim çevirmede öncelikle, “çevrilecek birimi”, “ulaşılacak istenen birimi” ve “çevirme katsayılarını” içeren bir eşitlik düzenlenir.
  - “Çevirme katsayıları” için “birim çevirme tablosuna” gereksinim bulunur.

# Birim çevirmede izlenen ilkeler ve işlem aşamaları

- “Ulaşılmak istenen birim” sola, “çevrilmek istenen birim” sağa yazılarak ve aralarına eşittir işareti konarak bir eşitlik düzenlenir.
- Düzenlenen bu eşitlikte, çevrilecek olan birimin önünde bulunan “sayısal değere” bu aşamada yer verilmemesi tercih edilir.

- Oluřturulmuř ve fakat henüz tamamlanmamış bulunan eşitliğin sağ tarafındaki terimde yer alan birimlerin, SI sistemindeki “çevirme katsayıları” birim çevirme tablosundan saptanır.
- Bu çevirme katsayıları, *uygun bir forma sokularak* oluşturulan eşitliğin sağına sıra ile, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci “çarpan terim” olarak yerleştirilir.

- Bu eşitliğe matematiksel işlemler uygulanarak sadeleştirilir. Sadeleştirmede sayısal değerlerle, birimleri ayırmak suretiyle işlem uygulanmasında, hata yapma olasılığını azaltabilir.
- Sadeleştirme sonunda ortaya çıkan sayısal değer, çevirme faktörüdür (ÇF).
- Çevrilecek birimin önünde yer alan, fakat henüz dikkate alınmamış olan sayısal değer, artık bu aşamada işleme alınabilir. Bunun için, sözü edilen sayısal değer eşitliğin her iki tarafına yerleştirilir.

**Örnek** : İngiliz birim sisteminde verilen ısı iletkenlik katsayısının ( $10 \text{ BTU}/(\text{h ft } ^\circ\text{F})$ ), **SI birim** sistemindeki eşdeğerini hesaplayınız.

**Örnek** : %45 oranında çözünmüş madde içeren portakal suyu konsantresinin özgül ısısı,  $c_p = 0.64 \text{ BTU/lbm } ^\circ\text{F}$ 'dir. Bu değeri "SI" birim sistemindeki eşdeğerine çeviriniz.

**Örnek** : 21 °C'deki salamin, yüzey ısı transfer katsayısı,  $h_s = 210 \text{ BTU/ft}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$ 'dir. Bu değeri, SI birim sistemindeki eşdeğerine çeviriniz.



# İngiliz birim sisteminde kullanılan uzunluk ölçüleri

- 1 in = 2.54 cm
- 1 foot = 12 in
- 3 feet = 1 yard
- 3.28 feet = 1 m



# İngiliz birim sisteminde kullanılan hacim ölçüleri

- 1 gal = 3.79 L
- 1 gal = 4 quarts
- 1 quart = 2 pints
- 1 pint = 16 fluid ounce (fl oz)
- 1 quart = 32 fluid ounce

**Örnek 1 :**  $\text{BTU} / (\text{lb}_m \text{ } ^\circ\text{F})$  birimini  $\text{J} / (\text{g K})$  birimine dönüştürünüz.

**Örnek 2 :** Aşağıdaki verilen boyutların SI birim sistemindeki eşdeğerini hesaplayınız.

- $60 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ ,
- $1.7 \times 10^3 \text{ BTU}$ ,
- $2475 \text{ BTU}/\text{lb}_m$ .

**Örnek 3 :** 173 cm'yi “feet” ve “in” olarak ifade ediniz.

**Örnek 4 :** 40 L'lik benzin deposunu “gal”  
ve “pint” olarak ifade ediniz.

**Örnek 5 :** Aşağıda verilen viskozite değerlerini istenilen birimlere dönüştürünüz.

- 20 cp'yi "Pa s" olarak ifade ediniz.
- 1 cp'yi "İngiliz" birim sisteminde ifade ediniz.
- "1 lb<sub>m</sub> / (ft h)" i "SI" birim sisteminde ifade ediniz.

**Örnek 1.5 :** Bir akışkanın bir boru içindeki akış tipi (laminer, kararsız, çalkantılı) üzerine sıvının hız basıncı ( $\rho V^2$ ) ve viskozite kuvvetleri ( $\mu V/D$ ) etkilidir ve bu değerlerin birbirine oranı Reynold sayısını verir. Reynold sayısı, akışın tipini belirlemede kullanılır. Örneğin; bir akış sistemi için Reynold sayısı 4000'in üzerinde belirleniyorsa; bu sistemdeki akış “çalkantılı akış” demektir. Aşağıda, Reynold sayısını tanımlayan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Re = \frac{\rho V^2}{\mu V/D} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

D : Çap, m,

V : Hız, m/s,

$\rho$  : Yoğunluk, kg/m<sup>3</sup>,

$\mu$  : Viskozite, kg/m s.



Bu açıklamalar ışığında, aşağıdaki koşullardaki sütün viskozitesini hesaplayınız.

Bir süt işletmesinde sütün akış tipinin çalkantılı ( $Re = 50\ 000$ ) olduğu belirlenmiştir. 1 in çapındaki ( $D$ ) bir borudan akan sütün hızı ( $V$ ) 13.5 ft/s ve 294 K'deki yoğunluğu ( $\rho$ ) 64.3 lbm/ft<sup>3</sup>'tür. Buna göre; 294 K sıcaklıktaki sütün viskozitesini ( $\mu$ ) :

- SI birim sisteminde,
- cgs birim sisteminde belirleyiniz.

Bu açıklamalar ışığında, aşağıdaki koşullardaki sütün viskozitesini hesaplayınız.

Bir süt işletmesinde sütün akış tipinin çalkantılı ( $Re = 50\ 000$ ) olduğu belirlenmiştir. 1 in çapındaki ( $D$ ) bir borudan akan sütün hızı ( $V$ ) 13.5 ft/s ve 294 K'deki yoğunluğu ( $\rho$ ) 64.3 lbm/ft<sup>3</sup>'tür. Buna göre; 294 K sıcaklıktaki sütün viskozitesini ( $\mu$ ) :

- SI birim sisteminde,
- cgs birim sisteminde belirleyiniz.

**Örnek 6** : Bilindiği gibi, SI birim sisteminde basınç “Paskal” olarak ifade edilmektedir. 1 Paskal basıncı “İngiliz” birim sistemindeki eşdeğerini hesaplayınız.

**Örnek 7 :** Bir tüp içersine “h” cm yükseklikte yoğunluğu “ $\rho$ ” olan bir sıvı doldurulmuştur. Bu sıvının tüpün tabanına yaptığı basınç “P” atmosferdir. Sıvının yoğunluğunu “SI” birim sisteminde hesaplayınız.

**Örnek 8 :** 12.3 ft yükseklikten 525 lb<sub>m</sub>/dak akış hızı ile akan bir akışkandan elde edilecek gücü “SI” birim sisteminde hesaplayınız.

**Örnek 9 :** Elektrikle çalışan bir fırının duvarlarından kaybolan enerji miktarı 6500 BTU/h olarak hesaplanmıştır. Fırının istenilen sıcaklıkta çalışabilmesi için, 2 saatte verilmesi gereken enerji miktarını “kW h” olarak hesaplayınız.

**Örnek 10 :** Yoğunluğu  $1.013 \text{ g/cm}^3$  olan bir sıvının cıva kolonundaki yüksekliği 8.325 in'tir. Buna göre sıvının cıva kolonuna uyguladığı basıncı "SI" birim sisteminde hesaplayınız.

**Örnek 11 :** Örnek 6'da verilen soruyu “1 lb<sub>f</sub> = 4.44823 N” dönüşüm faktörünü kullanmadan çözünüz.

*Örnek 6:* Bilindiği gibi, SI birim sisteminde basınç “Paskal” olarak ifade edilmektedir. 1 Pa basıncı “İngiliz” birim sistemindeki eşdeğerini hesaplayınız.



**Örnek 12 :** Isı transfer (aktarım) eşitliği; ısı transfer hızını ( $q = \text{enerji/zaman}$ ), ısı transfer katsayısı ( $h$ ), alan ( $A$ ) ve iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı ile ifade etmektedir. Bu eşitliğin boyutsal olarak tutarlı olup olmadığını gösteriniz.

**Örnek 13 :** Van der Waals eşitliğinde bulunan  $a$ ,  $b$  ve  $R$  sabitlerinin birimlerini hesaplayınız ve eşitliğin boyutsal tutarlılığını gösteriniz.

# Boyutsuz eşitlikler

- Reynold sayısı (Re),
- Nusselt sayısı (Nu),
- Prandtl sayısı (Pr),
- Fourier sayısı (Fo),
- Biot sayısı (Bi).

**Örnek 14 :** Hava ile katı gıda arasındaki ısı transfer katsayısı aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$h = 0.0128 G^{0.8}$$

Burada;

$G$  : Havanın kütle akısı ( $\text{lb}_m/\text{ft}^2 \text{ h}$ ),

$h$  : Isı transfer katsayısı ( $\text{BTU}/\text{ft}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$ ).


Bu eşitliği SI birim sisteminde ifade ediniz.

# Analitik bir metodun güvenilirliği

- Metodun kesinliğine (precision),
- Metodun doğruluğuna (accuracy).

# Kesinlik veya tekrarlanabilirlik (Precision or reproducibility)

- Analitik bir metodun kesinliği, ölçüm değerlerinin her birinin, ölçüm değerlerinin aritmetik ortalamasından sapmasını gösterir. Diđer bir ifade ile kesinlik, standart sapma değerine eşittir.


$$\sqrt{\frac{\sum (x - \text{“aritmetik ortalama”})^2}{(n - 1)}}$$

Burada;

x : Ölçülen değer,


n : Ölçüm veya gözlem sayısı.

- Kesinlik değeri, “ölçümlerin aritmetik ortalaması  $\pm$  kesinlik değeri” olarak verilir. Örneğin,  $6.75 \pm 0.09$ .

# Doğruluk (Accuracy)

- Analitik bir metodun doğruluğu, ideal ya da olması gereken değerden (ideal or known value) sapmayı gösterir.
- Analitik ölçümlerin doğruluğunu saptamak için, ölçüm değerlerinin her biri ideal ya da bilinen değerle karşılaştırılır.
- Doğruluk değeri, ölçüm cihazının iyi bir şekilde kalibre edilmesine bağlıdır.




$$\sqrt{\frac{\sum (x - \text{“ideal değer”})^2}{(n - 1)}}$$

Burada;

x : Ölçülen değer,

n : Ölçüm veya gözlem sayısı.

- Doğruluk değeri, “ideal ölçüm değeri  $\pm$  doğruluk değeri” olarak verilir. Örneğin, 7.02  $\pm$  0.03.

**Örnek 15 :** 2 farklı laboratuvar teknisyeni, 5 mL'lik bir pipetle sıcaklığı 20°C'de olan damıtık suyu pipetlemiş ve pipetlenen su analitik bir terazide  $\pm 0.1$  mg duyarlılıkla tartılmıştır. Tartım sonuçları Tablo 1.7'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre;

- a) Hangi teknisyenin tartım değerleri daha doğrudur?
- b) Hangi teknisyenin tekrarlanabilirliği daha fazladır?

# Tablo 1.7 Ölçüm değerleri (g)

Teknisyen A	Teknisyen B
4.8000	5.0010
4.8000	4.9920
4.8000	5.0010