



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Ders Sunumu

Dersin Adı: GM 203 – Enerji ve Kütle Denkliği

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



KÜTLE DENKLİĞİ

Çoğu endüstriyel uygulamalarda fiziksel ve kimyasal kısıtlamalardan dolayı %100 tamamlanma sağlanamaz. Bu durumda aşağıdaki tanımlamalar da dikkate alınmalıdır:

- Sınırlı Reaktant: Ortamda iki veya daha fazla reaktant varsa, bunlardan en küçük stokiyometrik katsayılı olanı sınırlı reaktant olarak tanımlanır.*



KÜTLE DENKLİĞİ

- *Aşırı Reaktant: Eşdeğer miktarı sınırlı reaktanttan daha fazla olan madde aşırı reaktant olarak tanımlanır. Yani ortamda sınırlı miktarda bulunan reaktantın %100'ünün tüketilmesi için gerekli olan miktardan daha fazlası bulunan reaktant aşırı reaktanttır.*
- *Dönüşüm Oranı: Reaksiyona giren herhangi bir maddenin ürüne dönüşebilen yüzdesi olarak tanımlanır.*

$$\%DO = \frac{\text{Reaksiyona giren kütle veya mol sayısı}}{\text{Reaksiyon başlangıcında bulunan kütle veya mol sayısı}} \times 100$$



KÜTLE DENKLİĞİ

- *Tamamlanma Derecesi: Bir reaksiyonun tamamlanma derecesi sınırlı reaktantın dönüşüm oranına eşittir. Eğer sınırlı reaktantın tamamı reaksiyona girmişse tamamlanma derecesi %100'dür.*
- *Verim: Bir ürün ile bir reaktantın kütle veya mol olarak oranı verim olarak tanımlanır.*



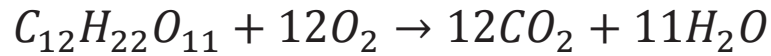
KÜTLE DENKLİĞİ

- Örnek: *Biyokimyasal bir proseste 400g laktoz içeren bir fermentör içerisine hava (%79N₂+%21O₂) gönderilerek laktozun oksidasyonu sağlanmaktadır. Hava miktarı ortalama %40 fazla olacak şekilde ayarlanmıştır. Reaksiyon tamamlandığında fermentörden 500g CO₂ çıkışı belirlendiğine göre:*
 - a) Teorik olarak sağlanması gereken ve sağlanan hava miktarını,*
 - b) Laktozun % dönüşümünü,*
 - c) Reaksiyonun tamamlanma derecesini,*
 - d) Verimi,*
 - e) Fermentörden ayrılan gazların toplam kütesini bulunuz.*



KÜTLE DENKLIĞI

- Çözüm (a):

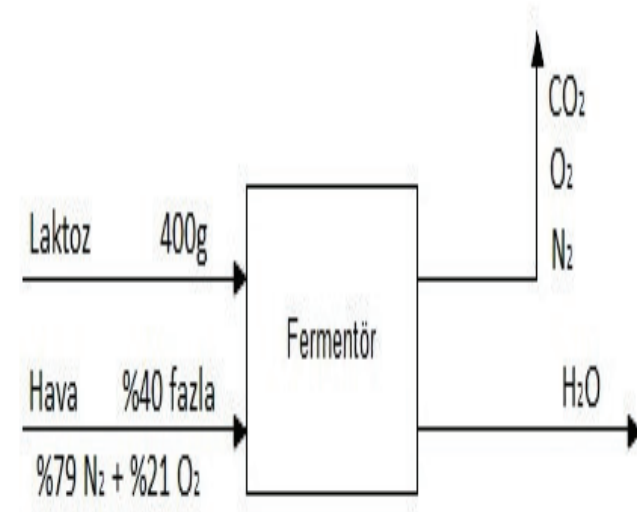


$$n_{GH} = 400g \text{ lak} \cdot \frac{1 \text{ mol lak.}}{342 g \text{ lak.}} \cdot \frac{12 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol lak.}} \cdot \frac{100 \text{ mol hava}}{21 \text{ mol } O_2}$$

$$\Rightarrow n_{GH} = 66,834 \text{ mol (gerekli)}$$

$$\Rightarrow n_{SH} = 66,834 + 66,834 \cdot \frac{40}{100}$$

$$\Rightarrow n_{SH} = 93,56 \text{ mol (sağlanan)}$$





KÜTLE DENKLIĞI

• Çözüm (b):

$$M_{RGL} = 500gCO_2 \cdot \frac{1mol CO_2}{44gCO_2} \cdot \frac{1mol laktoz}{12molCO_2} \cdot \frac{342g laktoz}{1mol laktoz}$$

$$\Rightarrow M_{RGL} = 323,86g laktoz reaksiyona girmiştir.$$

$$\%DO_{laktoz} = \frac{323,86g}{400g} \times 100$$

$$\Rightarrow \%80,96$$



KÜTLE DENKLİĞİ

- Çözüm (c):

Tamamlanma Derecesi = Sınırlı Reaktantın Dönüşüm Oranı

TD = %80,96 olacaktır (Sınırlı reaktant laktozdur)

- Çözüm (d):

$$\text{Verim} = \frac{500g \text{ CO}_2}{400g \text{ laktoz}} = 1,25 g \text{ CO}_2/g \text{ laktoz}$$



KÜTLE DENKLİĞİ

Çözüm (e):

$$M_{N_2} = 93,56 \text{ mol hava} \cdot \frac{79 \text{ mol } N_2}{100 \text{ mol hava}} \cdot \frac{28 \text{ g } N_2}{1 \text{ mol } N_2} = 2069,55 \text{ g } N_2$$

$$M_{O_2} = \text{Sağlanan} - \text{Kullanılan} = 628,72 - 363,63 = 265,09 \text{ g}$$

$$M_{\text{sağlanan } O_2} = \left(93,56 \text{ mol hava} \cdot \frac{21 \text{ mol } O_2}{100 \text{ mol hava}} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \right) = 628,72 \text{ g}$$

$$M_{\text{kullanılan } O_2} = \left(323,86 \text{ g laktoz} \cdot \frac{1 \text{ mol laktoz}}{342 \text{ g laktoz}} \cdot \frac{12 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol laktoz}} \cdot \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \right) = 363,63 \text{ g}$$

$$M_T = M_{CO_2} + M_{N_2} + M_{O_2} = 500 + 2069,55 + 265,09 = 2834,64 \text{ g baca gazı}$$



KÜTLE DENKLİĞİ

Endüstriyel uygulamalarda yakıt tüketimi maliyeti önemli ölçüde etkilemektedir. Burada önemli olan yüksek kaliteli ürünün düşük maliyetle elde edilmesidir. Bir yakıtın yanması sonucu çeşitli baca gazları oluşmaktadır. Bu gazlar genellikle CO_2 , CO , O_2 , su buharı, N_2 , SO_x ve NO_x içermektedirler. Baca gazında CO varlığı karbon kaynağının yetersiz yanmasını ve dolayısıyla CO_2 'ye dönüşümün az olduğunu, N_2 'nin fazla olması ise oksijen kaynağı olarak hava kullanıldığını gösterir. Odun ve kömür gibi katı yakıtların yakılması durumunda cüruf adı verilen katı bir atık da oluşmaktadır.