



KM482-Kimya Mühendisliği Laboratuvarı III

**Yoğunlaştırılmış Yaz
Eğitim Dönemi**

2B- SÜREKLİ DİSTİLAYON

TEORİ

- Distilasyon, bir karışımı meydana getiren bileşenlerin **uçuculuklarının (buhar basınçlarının)** farklı olmasından yararlanan ayırma işlemidir.
- Distilasyonda ayırma işleminde, buhar ve sıvı fazları temas ettirerek ve daha uçucu maddenin **buhar fazına** geçmesi, daha az uçucu maddenin **sıvı faza** geçmesini sağlayarak gerçekleşir.

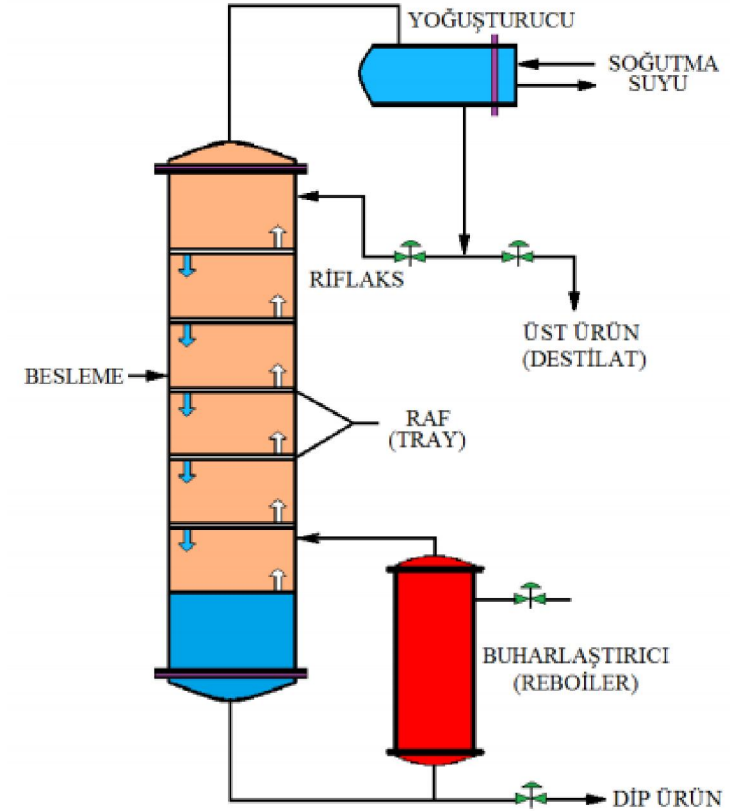
Raoult Yasası

$$p_A = P_A * x_A$$

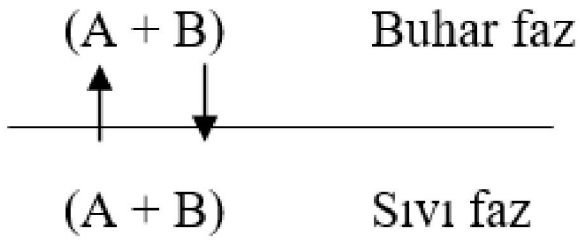
p_A =Buhar içinde bir bileşenin kısmi basıncı

P_A =Saf A'nın buhar basıncı

x_A =sıvı içinde A'nın mol kesri



- (A + B) ikili bir karışım.
- A: Daha uçucu bileşen
- B: Daha az uçucu bileşen



- Buhar akımı yukarı doğru çıktıkça daha uçucu bileşence zenginleşir.
- Sıvı faz, kolonun altından alacağımız bileşen ise daha az uçucu bileşen bakımından zengindir.
- Distilasyon işleminde fazlar arası kütle transferini etkileyen en önemli faktör, **buhar ve sıvı fazları** arasındaki dengedir.

Distilasyonla ilgili terimler

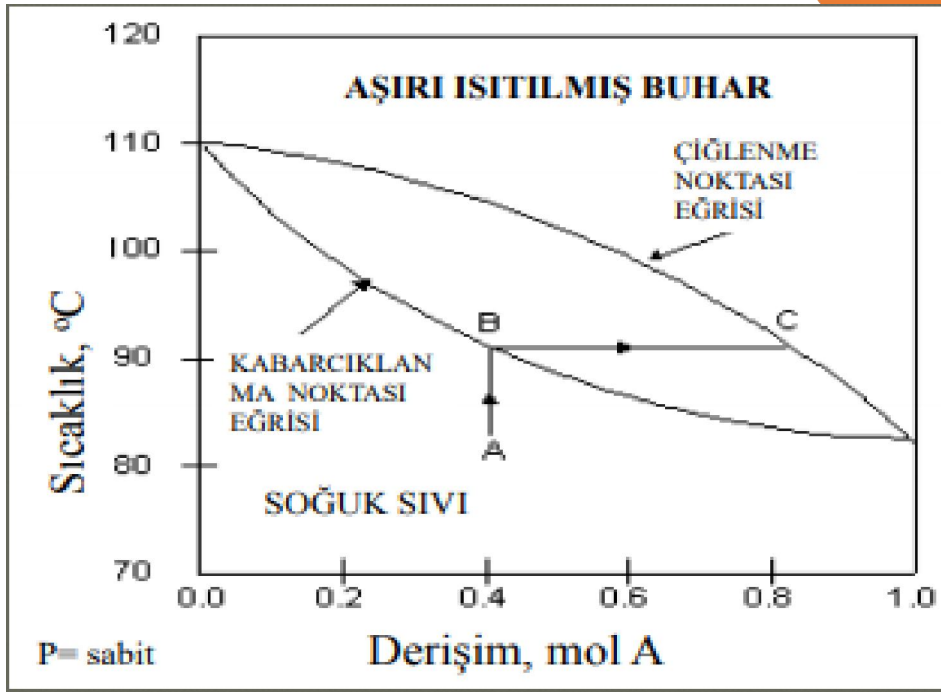
- **Uçuculuk:** Bir maddenin ne kolaylıkta buharlaştığını tanımlayan bir özelliktir. Belirli bir sıcaklık ve basınçta, yüksek uçuculuğa sahip bir maddenin buhar olarak bulunma olasılığı daha yüksektir.
- **Bağıl (relatif) uçuculuk:** Daha çok uçucu bileşenin buhar basıncının daha az uçucu bileşenin buhar basıncına oranıdır.

$$a_{AB} = \frac{\left(\frac{y_A}{x_A}\right)}{\left(\frac{y_B}{x_B}\right)} = \frac{\left(\frac{y_A}{x_A}\right)}{(1-y_A)/(1-x_A)} = \frac{P_A}{P_B}$$

A'nın B'ye göre bağıl uçuculuğu anlamına gelir. Bağıl uçuculuk ayırmanın bir ölçüsüdür, distilasyonun ne kadar yapılacağını gösterir.

$$a_{AB} = 1 \quad ?$$

$$a_{AB} > 1 \quad ?$$



Bir karışım saf bir bileşiğin aksine belli bir basınç için sabit bir sıcaklıkta kaynamaz. Belli bir kompozisyonda bir karışımın buharlaşmaya başladığı sıcaklık **kabarcıklanma noktası** denirken,

bunun tersi buhar olan bir karışımın sıcaklık düşüşü ile ilk sıvı damlacığını vermeye başladığı sıcaklık **çiğlenme noktası** (sıcaklığı) denir.

Faz kuralı

$$F = C + 2 - P$$

F ; bağımsız olarak değişebilen intensif değişken sayısı

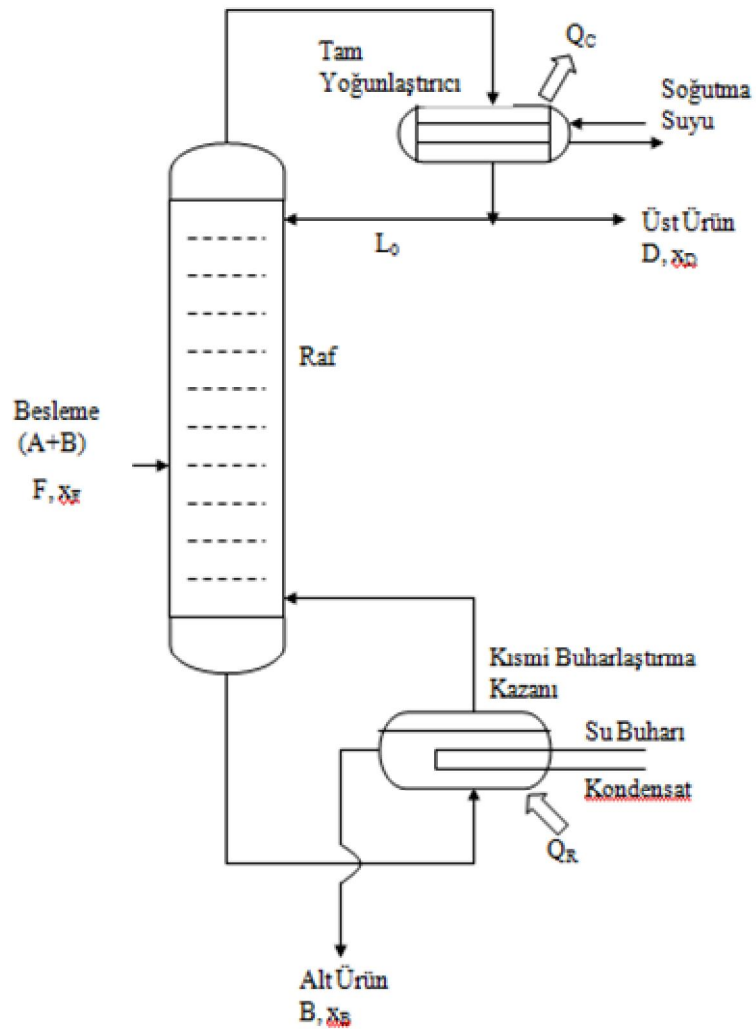
C ; sistemdeki bileşen sayısı

P ; sistemdeki faz sayısını

Etanol-su sistemi için Faz Kuralı uygulanırsa

?

Distilasyon Sisteminin Bileşenleri

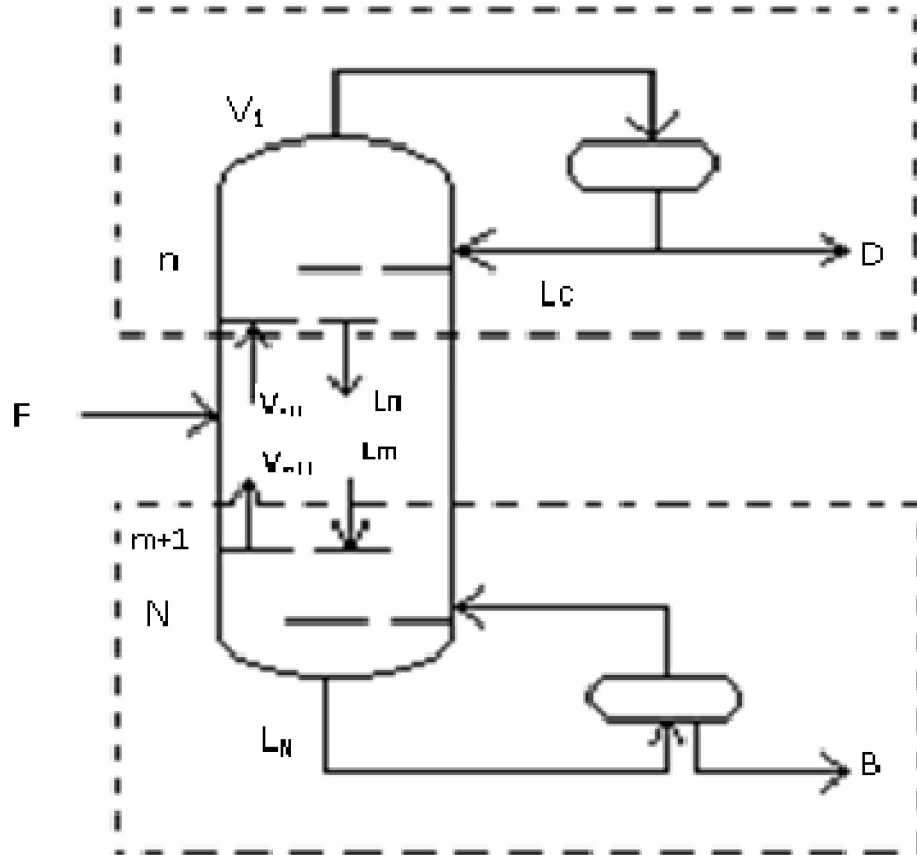


Etanol-su sisteminde hangi bölgede çalışılmaktadır ?
Zenginleştirme Bölgesi
Sıyırma Bölgesi

Sistemin en sıcak ve en soğuk bölgeleri neresidir ?

Neden raflı sistem kullanılır?

Distilasyon Kolonunda Madde Denkliği



Kolonun orta kısmında bir yerden beslenen besleme akımı daha uçucu olan A bileşeni bakımından zengin bir üst ürüne (D) ve B bileşeni cinsinden zengin bir alt ürüne (B) ayrılmaktadır.

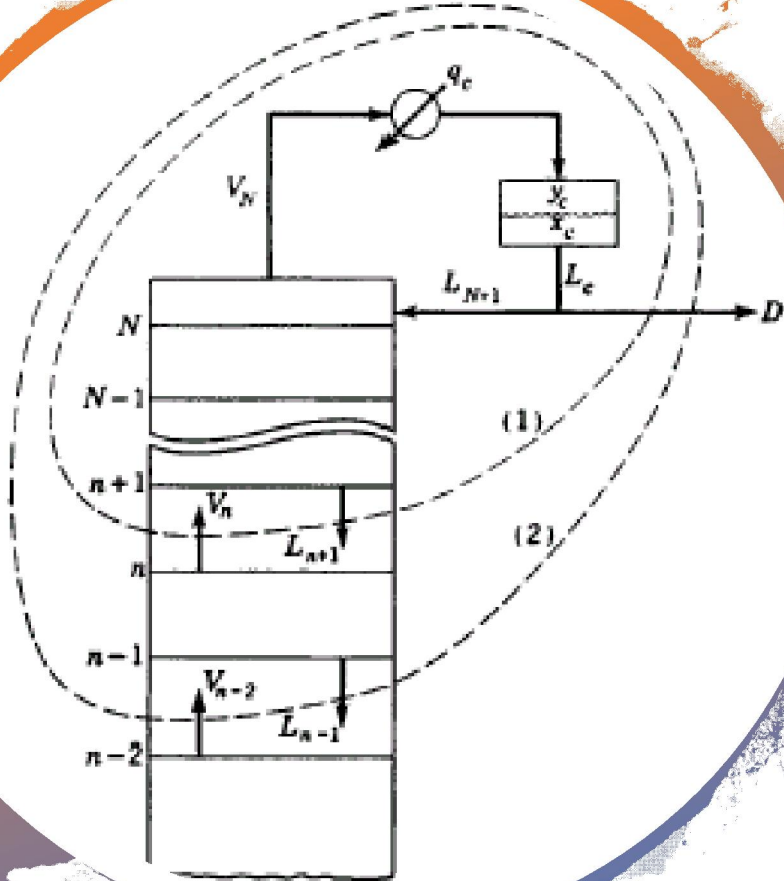
Toplam Madde Denkliği;

$$F = D + B$$

A bileşnenin Madde Denkliği;

$$F \cdot X_F = D \cdot X_D + B \cdot X_B$$

Zenginleştirme Bölgesi Madde Denkliği



- $V_N = L_{N+1} + D$

- $D = V_N - L_{N+1}$

Burada D net akış hızı olarak tanımlanır.

- $V_N * Y_N = L_{N+1} * X_{N+1} + D * X_D$

- $D * X_D = L_{N+1} * X_{N+1} - V_N * Y_N$

İşletme Doğrusu

$$Y_N = \frac{L_{N+1}}{V_N} X_{N+1} + \frac{DX_D}{V_N}$$

$$Y_N = \frac{L_{N+1}}{(L_{N+1} + D)} X_{N+1} + \frac{DX_D}{(L_{N+1} + D)}$$

Geri Akım Oranı

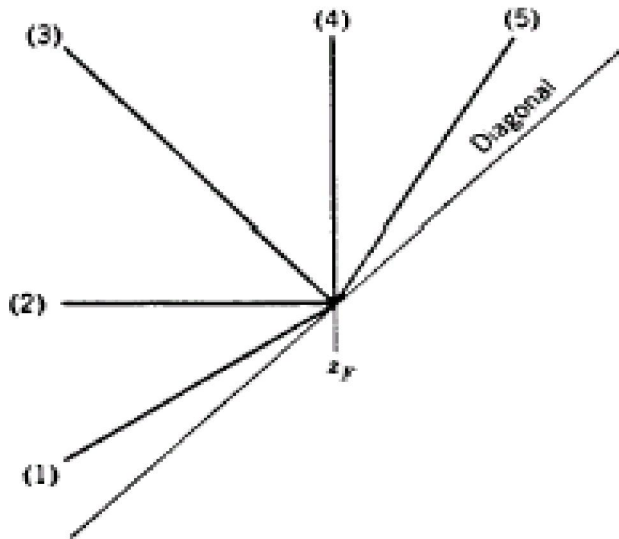
$$R_D = L_0 / D$$

R_D artarsa ne olur?

Zenginleştirme bölgesinde buharı A bileşeni cinsinden beslemeye göre daha da zenginleştirmek için, **yoğunlaştırıcıdan çıkan sıvının bir kısmın (L_0) kolona geri döner.** Bu akımın üst ürün akış hızına oranıdır.

Besleme Doğrusu

- Eğim = $-\frac{(1-f)}{f} = -\frac{q}{(1-q)}$



1= Kızgın buhar $f > 1$ $q < 0$

2= Doygun buhar $f = 1$ $q = 0$

3= Buhar-sıvı karışımı $0 < f < 1$ $0 < q < 1$

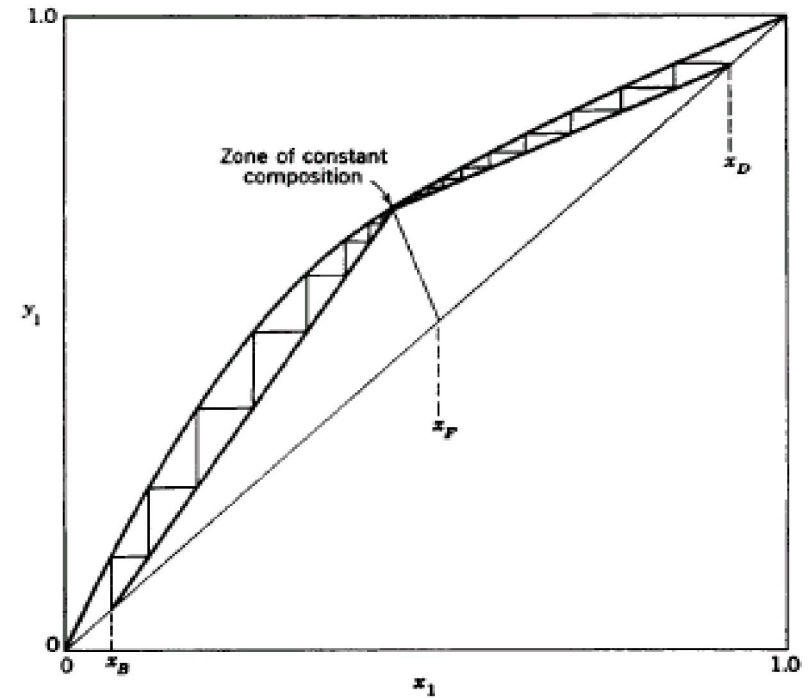
4= Doygun sıvı $f = 0$ $q = 1$

5= Soğuk sıvı $f < 0$ $q > 1$

Sistemde oluşacak besleme doğrusunun hangisine benzemesi beklenmektedir?

İdeal (Teorik) Raf Sayısı Hesabı- McCabe Thiele Methodu

- Belirli bir geri akım oranında çalışıldığında x_F besleme kompozisyonundan x_D ve x_B kompozisyonlarında üst ve alt ürün elde etmek için kullanılan distilasyon işlemi için ideal raf sayısının belirlendiği çizim yapılır.
1. (x_D, x_D) noktası ile y eksenini üzerindeki $x_D/(R_D+1)$ noktasını kesecek şekilde zenginleştirme bölgesi işletme doğrusu çizilir.
 2. (x_F, x_F) noktasından $-(1-f)/f$ eğimli besleme doğrusu çizilir.
 3. Zenginleştirme bölgesi işletme doğrusu ile işletme doğrusu kesişim noktası (x_B, x_B) noktasıyla birleştirilerek sıyırma bölgesi işletme doğrusu çizilir.
 4. Denge eğrisi ve işletme doğruları arasında kalan alanda üçgenler çizilerek ideal (teorik) raf sayısı belirlenir.



DENEYİN AMACI

- Distilasyon kolonunda gerekli ideal raf sayısının belirlenmesi
- Kolon veriminin hesaplanması
- Isıl yüklerin hesaplanması



DENEY SİSTEMİ

Yoğunlaştırıcı

Numune Toplama
Kabı

Zenginleştirme
Bölgesi
20 Raflı Distilasyon
Kolonu

Kontrol Paneli

Kazan

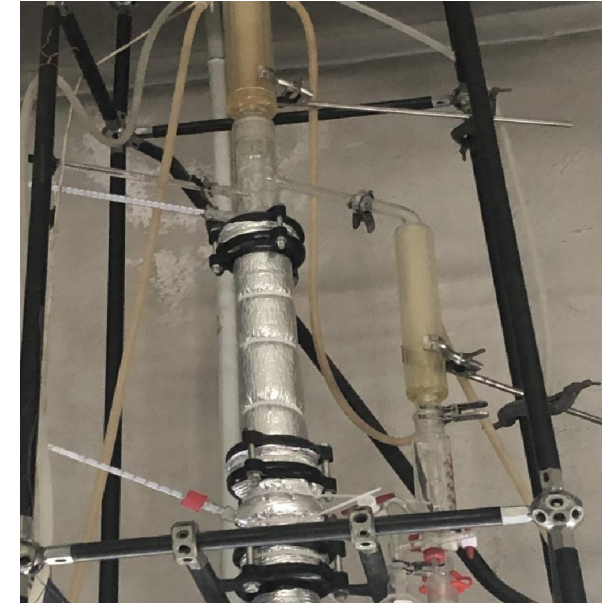
Etanol Kaynama Noktası ?

DENEYSEL

- Yoğunlaştırıcıya su beslemeye başlanır.
- Kazan açılarak kazandaki sıvı karışım kaynama noktasına gelinceye kadar ısıtılır.
- Sistemdeki etanol-su oranı refraktometreyle belirlenmiştir. (Hacimce %34)
- Sistemdeki hortum bağlantıları ve vanaların konumu kontrol edilir.
- Kolon üzerindeki termometre değerleri kontrol edilerek kolon boyunca sıcaklıkların eşit olması sağlanır.



- Sistem sıcaklıkları dengeye gelince geri akım oranı (reflux) belirlenir. Yoğunlaştırıcıdan ilk ürün damlası geldiği andan itibaren 10 dakika beklenerek kolonun kararlı şartlara ulaşması sağlanır.
- Sürekli distilasyon sistemi kararlı hale geldikten sonra numune toplama haznesinin vanası kapatılarak belirlenen miktarda numunenin ne kadar sürede biriktiği kaydedilir ve üst ürün akış hızı hesaplanır. (20 mL numune)



Farklı reflux değerleri için akış hızı nasıl değişir ?

- Termometrelerdeki sıcaklık değerleri ve U tipi manometredeki basınç değeri kaydedilir.
- Farklı geri akım oranlarında işlem tekrarlanır.
- Kazan ısıtması durdurulur.
- Yoğunlaştırıcıdan soğutma suyunu en az bir saat daha geçirmeye devam ederek sistemin soğumasını sağlanır.

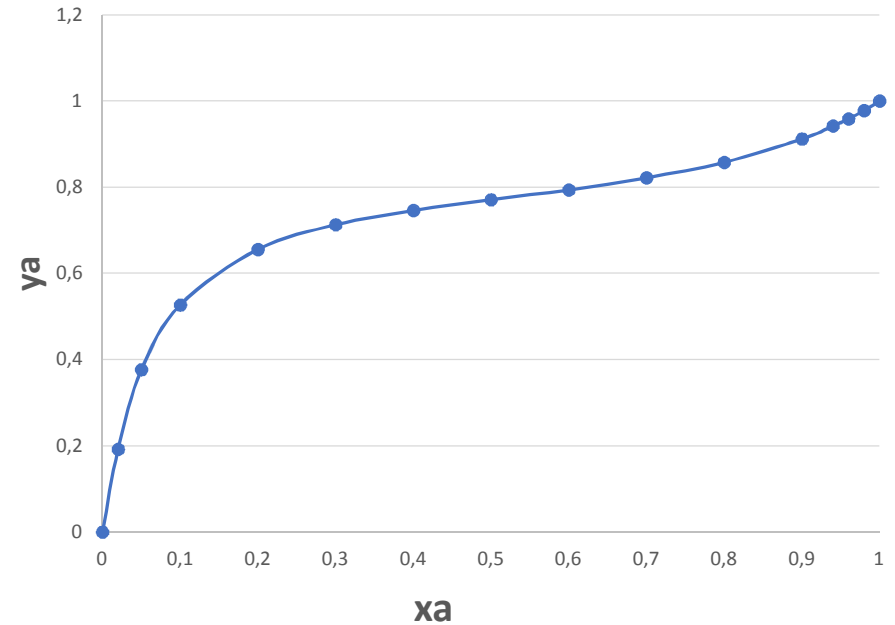
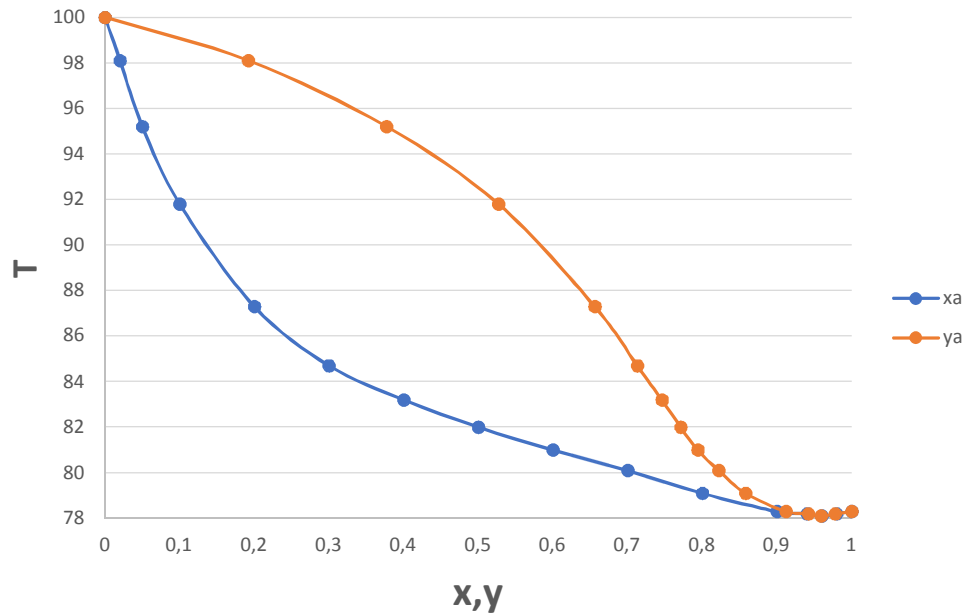


Hesaplamalar

- Antoine Denklemi $\ln P_i^o = A(i) - \frac{B(i)}{C(i)+T}$
- Raoult Denklemi



Etanol-Su için denge verileri

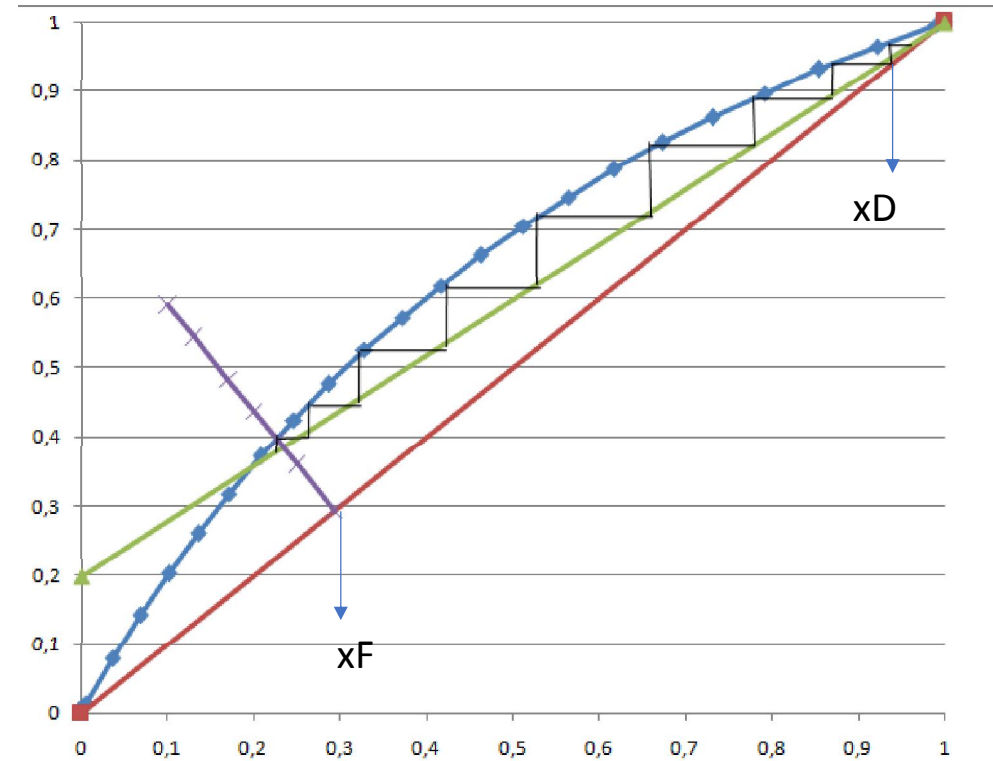


Uysal, B. Z. (2003). *Kütle transferi: esasları ve uygulamaları*. Gazi Üniversitesi.
Geankoplis, C. J. (2011). *Taşınma Süreçleri ve Ayırma Süreci İlkeleri*.

- Farklı R_D değerleri için L_0 ve V_{N+1} değerleri hesaplanır.
- Sabit sistem sıcaklığında denge verilerinden x_D belirlenir.
- Sistemdeki hacimce %bileşim değerinden yararlanılarak x_F belirlenir.
- Zenginleştirme bölgesi için madde denklği kurulur.
- Zenginleştirme bölgesi işletme doğrusu çizilir.

$$y_{N+1} = \frac{R_D \cdot x_N}{R_D + 1} + \frac{x_D}{R_D + 1}$$

- Besleme doğrusu çizilir.
- İdeal raf sayısı bulunur.



- Kolon verimi $= \frac{N_{ideal}}{N_{gerçek}}$
- Tam yoğunlaştırıcı ısıl yükü $= Q = V_{N+1} * \lambda$
- Geri dönen akım ısıl yükü $= Q = L_0 * \lambda$

Çalışılan her farklı R_D değeri için bu işlemler tekrarlanır.