



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Ders Sunumu

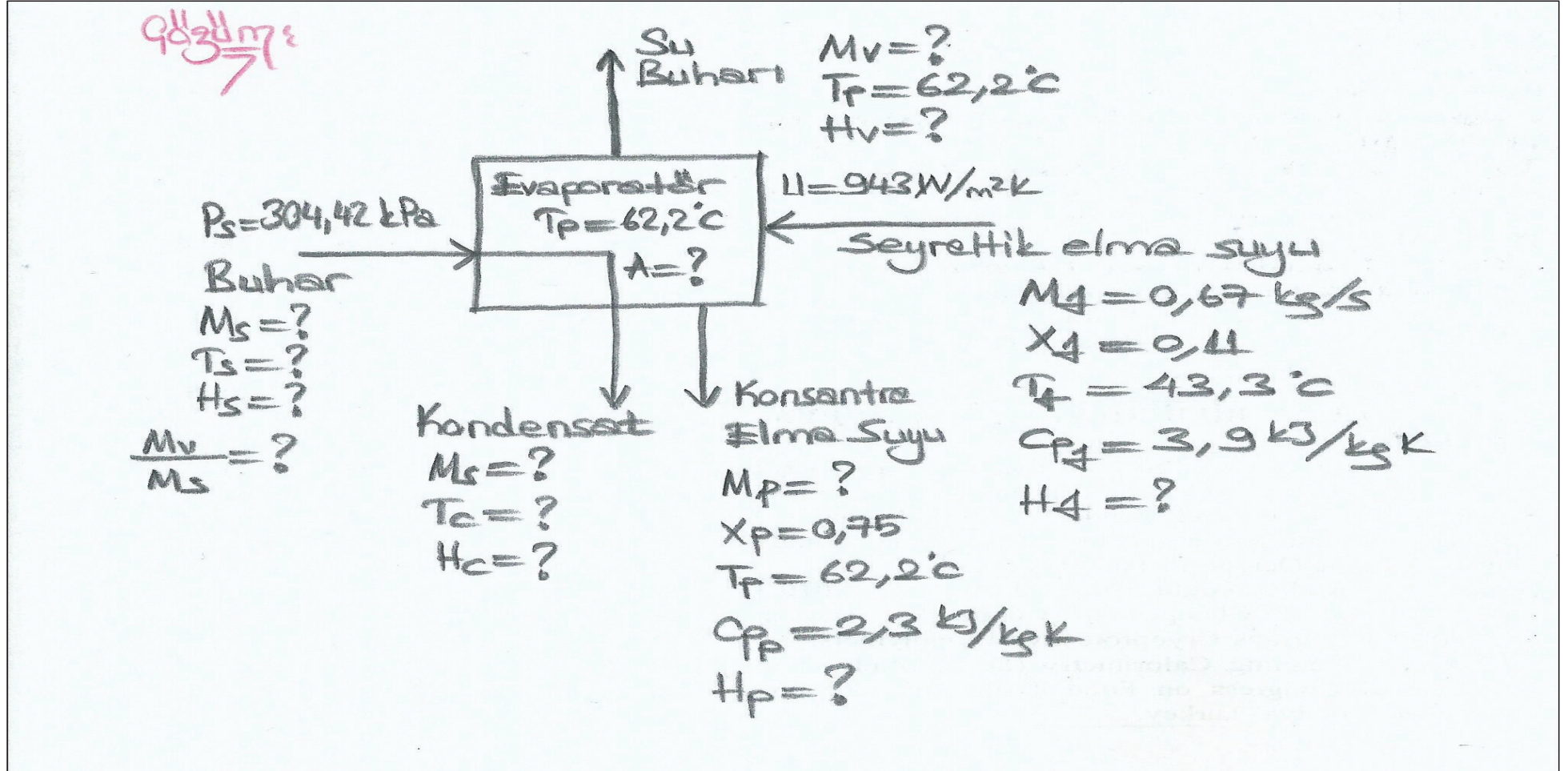
Dersin Adı: GM 203 – Enerji ve Kütle Denkliği

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



ÖRNEK 1 Doğal sirkülasyonlu tek tesirli bir evaporatörde %11 kurumadde içeriğine sahip olan elma suyu, %75 kurumadde içeriğine kadar konsantre edilecektir. Kararlı hal şartlarında seyreltik elma suyu evaporatöre $43,3^{\circ}\text{C}$ 'de ve $0,67 \text{ kg/s}$ 'lik debide girmektedir. Seyreltik ve konsantre elma sularının spesifik ısı değerleri sırasıyla $3,9 \text{ kJ/kgK}$ ve $2,3 \text{ kJ/kgK}$ 'dir. Evaporasyonda kullanılan buharın basıncı $304,42 \text{ kPa}$ olarak belirlenmiştir. Evaporatör içerisinde ürün $62,2^{\circ}\text{C}$ 'de kaynamaktadır. Toplam ısı transfer katsayısı $943 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğuna göre, kaynama noktasını sabit kabul ederek, konsantre ürünün kütle akış hızını, buhar ihtiyacını, buhar verimini ve ısı transfer yüzey alanını hesaplayınız.





* Kütle Denklikleri :

$$\text{TKD} : M_d = M_p + M_v \Rightarrow 0,67 = M_p + M_v$$

$$\text{BD} : M_d X_d = M_p X_p \Rightarrow (0,67)(0,41) = M_p (0,75)$$

$$\Rightarrow \boxed{M_p = 0,098 \text{ kg/s}}$$

$$\Rightarrow 0,67 = 0,098 + M_v \Rightarrow \boxed{M_v = 0,572 \text{ kg/s}}$$

* Enerji Denkliği :

$$M_d H_d + M_s H_s = M_p H_p + M_v H_v + M_s H_c$$

$$\Rightarrow H_d = C_{p_d} (T_d - T_r) \Rightarrow H_d = (3,9 \text{ kJ/kgK}) (43,3 - 0) \text{ K}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_d = 168,87 \text{ kJ/kg}}$$

$$\Rightarrow H_p = C_{p_p} (T_p - T_r) \Rightarrow H_p = (2,3 \text{ kJ/kgK}) (62,2 - 0) \text{ K}$$

$$\Rightarrow \boxed{H_p = 143,06 \text{ kJ/kg}}$$



⇒ $H_v \rightarrow$ Doysun buhar tablasundan bulunur ;

$$H_v(T_p=62,2^\circ\text{C}) \Rightarrow H_v(60^\circ\text{C}) \rightarrow 2609,6 \text{ kJ/kg}$$

$$H_v(65^\circ\text{C}) \rightarrow 2618,3 \text{ kJ/kg}$$

$$5^\circ\text{C} \rightarrow 8,7 \text{ kJ/kg}$$

$$2,2^\circ\text{C} \rightarrow x$$

$$x = 3,83 \text{ kJ/kg}$$

$$\Rightarrow H_v(T_p=62,2^\circ\text{C}) = 2609,6 + 3,83$$

$$\Rightarrow H_v(T_p=62,2^\circ\text{C}) = 2613,43 \text{ kJ/kg}$$



⇒ H_s ve H_c → Doğru buhar tablasından bulunur;

$$P_s = 270,1 \text{ kPa} \longrightarrow H_c = 546,31 \text{ kJ/kg} \text{ ve } H_s = 2720,5 \text{ kJ/kg}$$

$$P_s = 313,0 \text{ kPa} \longrightarrow H_c = 567,69 \text{ kJ/kg} \text{ ve } H_s = 2727,3 \text{ kJ/kg}$$

$$42,9 \text{ kPa} \longrightarrow 21,38 \text{ kJ/kg} \longrightarrow 6,8 \text{ kJ/kg}$$

$$(304,42 - 270,10) = 34,32 \text{ kPa} \longrightarrow X_c \longrightarrow X_s$$

$$X_c = 17,10 \text{ kJ/kg} \longrightarrow X_s = 5,44 \text{ kJ/kg}$$

$$304,42 \text{ kPa} \Rightarrow H_c = 546,31 + 17,10 \Rightarrow H_c = 563,41 \text{ kJ/kg}$$

$$304,42 \text{ kPa} \Rightarrow H_s = 2720,5 + 5,44 \Rightarrow H_s = 2725,94 \text{ kJ/kg}$$



⇒ Enerji Denkliği yazılır;

$$M_4 H_4 + M_s H_s = M_p H_p + M_v H_v + M_s H_c$$

$$(0,67)(168,87) + (M_s)(2725,94) = (0,572)(2613,43) + (0,098)(143,06) + (M_s)(563,41)$$

$$\Rightarrow (2162,53)M_s = 1395,76 \Rightarrow \boxed{M_s = 0,645 \text{ kg/s}}$$

$$\Rightarrow \text{Buhar Verimi} = \frac{M_v}{M_s}$$

$$\Rightarrow \text{B.V.} = \frac{(0,572) \text{ kg/s}}{(0,645) \text{ kg/s}} = \boxed{0,887}$$



$$\Rightarrow Q = U \cdot A \cdot (T_s - T_p) = M_s (H_s - H_c)$$

T_s Sıcaklığı \Rightarrow Dışarı buhar tabaklarından;

$$P_s = 270,1 \text{ kPa} \rightarrow T_s = 130^\circ\text{C}$$

$$P_s = 313,0 \text{ kPa} \rightarrow T_s = 135^\circ\text{C}$$

$$42,9 \text{ kPa} \rightarrow 5^\circ\text{C}$$

$$(304,42 - 270,10) = 34,32 \text{ kPa} \rightarrow X$$

$$X = 4^\circ\text{C} \Rightarrow T_s = 130 + 4 \Rightarrow \boxed{T_s = 134^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow Q = (943 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}) (A) (134 - 62,2) \text{K} = (0,645 \frac{\text{kg}}{\text{s}}) (2725,94 - 563,41) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1000 \text{J}}{1 \text{kJ}}$$

$$\Rightarrow \boxed{A = 20,6 \text{ m}^2}$$