

## Teplili Gevritmeler Örneği:

\* Turbojet motorlu uçak 280 m/s hız ile 9150 m yükseklikte uçmaktadır. Uçağın çevre koşulları: 32 kPa ve  $-32^{\circ}\text{C}$  olarak ölçülmüştür. Kompresörün basınç oranı 12 ve türbine giriş sıcaklığı 1100 K değerindedir. Hava kompresöre 50 kg/s debi girmektedir. Jet yakıtının ısı değeri ise 42700 kJ/kg olarak verilmiştir. Sabit özgül ısılar yaklaşımı altında çıkan gazların hızını, tepki gücünü ve yakıtın debisini hesaplayınız. (Ders notundaki TS diyagramına bakınız).

Gözümler: Hava  $\rightarrow c_p = 1,005 \text{ kJ/kgK}$ ,  $k = 1,4$

$$V_1 = 280 \text{ m/s}$$

\*  $V_2 \approx 0 \text{ m/s} \rightarrow$  Yayıcıdan havanın çıkış hızı sıfır alınır.

① Yayıcı için enerji dengesi:

$$\begin{array}{ccc} \dot{E}_g & - & \dot{E}_f = \Delta \dot{E}_s \\ \downarrow & & \downarrow \\ \dot{E}_{\text{kin},g} & & \dot{E}_{\text{kin},f} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{L "0" (Sörekli akış)} \end{array}$$

$$\dot{E}_{\text{kin},g} = \dot{E}_{\text{kin},f} \rightarrow h_1 + \frac{V_1^2}{2} = h_2 + \frac{V_2^2}{2}$$

$$h_1 - h_2 = \frac{V_1^2}{2} \rightarrow c_p (T_1 - T_2) = \frac{V_1^2}{2}$$

\*  $c_p = 1005 \text{ J/kgK}$ ,  $T_1 = -32^{\circ}\text{C} = 241,15 \text{ K}$ ,  $V_1 = 280 \text{ m/s}$

$$T_2 = 280,15 \text{ K} \text{ olarak bulunur.}$$

İzotropik işleme:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{k/(k-1)} \rightarrow \frac{P_2}{32 \text{ kPa}} = \left( \frac{280,15 \text{ K}}{241,15 \text{ K}} \right)^{1,4/0,4}$$

$$P_2 = 54,08 \text{ kPa}$$

② Kompresör:

Sıkıştırma oranı,  $r_p = 12 \rightarrow P_3 = P_4$  (Yanma odasında basınç sabit)

$$r_p = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{P_3}{P_2} \Rightarrow 12 = \frac{P_3}{54,08 \text{ kPa}} \rightarrow P_3 = 648,96 \text{ kPa}$$

İzotropik sıkıştırma:

$$\frac{T_3}{T_2} = \left( \frac{P_3}{P_2} \right)^{(k-1)/k} \rightarrow \frac{T_3}{280,15 \text{ K}} = (12)^{0,4/1,4}$$

$$T_3 = 569,81 \text{ K}$$

③ Türbin:

Kompresöre giren iş, türbinden çıkan işe eşit olacaktır.

$$W_{\text{komp, g}} = W_{\text{türbin, çıkan}}$$

$$m(h_3 - h_2) = m(h_4 - h_5)$$

$T_4 = 1100 \text{ K}$  verilmiş.

$$c_p(T_3 - T_2) = c_p(T_4 - T_5)$$

$$569,81 \text{ K} - 280,15 \text{ K} = 1100 \text{ K} - T_5$$

$$T_5 = 810,34 \text{ K}$$

④ Lüle:

İzotropik işlem:  $\frac{T_6}{T_4} = \left( \frac{P_6}{P_4} \right)^{(k-1)/k}$

$P_6 = 32 \text{ kPa}$  verilmiş.

$$\frac{T_6}{1100 \text{ K}} = \left( \frac{32 \text{ kPa}}{648,96 \text{ kPa}} \right)^{0,4/1,4} \rightarrow T_6 = 465,53 \text{ K}$$

Enerji dengesi:  $\dot{E}_g - \dot{E}_f = \Delta \dot{E}_s$   
 $\downarrow \quad \quad \downarrow \quad \quad \downarrow$   
 $\dot{E}_{\text{wtle, g}} \quad \dot{E}_{\text{wtle, f}} \quad \text{"0" (Sürekli akış)}$

$$\dot{E}_{kettle,q} = \dot{E}_{kettle,c}$$

$$\dot{m} \left( h_5 + \frac{V_5^2}{2} \right) = \dot{m} \left( h_6 + \frac{V_6^2}{2} \right)$$

Löle girişi  $V_5 \approx 0 \text{ m/s}$

$$h_5 - h_6 = \frac{V_6^2}{2} \rightarrow c_p (T_5 - T_6) = \frac{V_6^2}{2}$$

$$(1005 \text{ J/kgK}) (810,34 - 465,53) \text{K} = \frac{V_6^2}{2}$$

$$V_6 = 832,51 \text{ m/s} \text{ (Çıkan gazların hızı)}$$

\* Tepki gücü:

$$\dot{W}_p = \dot{m} (V_6 - V_1) V_1 \text{ (W)}$$

$$= (50 \text{ kg/s}) (832,51 - 280) \text{ m/s} \cdot (280 \text{ m/s})$$

$$= 7735140 \text{ W}$$

$$= 7735,14 \text{ kW}$$

\* Yakıtın debisi, yanma odası analizi ile bulunur:

$$\dot{E}_q = \dot{E}_c \text{ (Süreklilik)} \\ \begin{array}{l} \dot{Q}_{giren} \\ \dot{E}_{kettle,q} \end{array} \quad \begin{array}{l} \dot{E}_{kettle,c} \end{array}$$

$$\dot{Q}_{giren} = \dot{E}_{kettle,c} - \dot{E}_{kettle,q} = \dot{m} (h_4 - h_3) \\ = \dot{m} c_p (T_4 - T_3)$$

$$= (50 \text{ kg/s}) (1,005 \text{ kJ/kgK}) (1100 - 569,81) \text{K}$$

$$= 26642,05 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{giren} = \dot{m}_{yakıt} \cdot (\text{Isıl Değer})$$

$$26642,05 \text{ kW} = \dot{m}_{yakıt} (42700 \text{ kJ/kg})$$

$$\dot{m}_{yakıt} = 0,624 \text{ kg/s}$$

(3)

Verim hesabı:

$$\eta_p = \frac{\dot{W}_p}{\dot{Q}_{gires}} = \frac{7735,14 \text{ kW}}{26642,05 \text{ kW}} = 0,29 \quad (\%29)$$