

GAZ TÜRBİNLERİ DERSİ 2004-2005 FİNAL SINAVI YANITLARI**Cözüm 1:**

a-)

$$F_v = \dot{m}(V_7 - V_0)$$

$$F_v = \dot{m}\left(\frac{V_7}{V_0} - 1\right) \quad M_0 = \frac{V_0}{a_0} \text{ ise;}$$

$$\frac{F_v}{\dot{m}a_0} = M_0 \left\{ \left[\frac{\tau_{yo} (\theta_0 \tau_{komp} \tau_{tür} - 1)}{(\theta_0 - 1)} \right]^{\frac{1}{2}} - 1 \right\}$$

$$\tau_{yo} = \frac{\theta_4}{\tau_{komp} \theta_0} \text{ ise;}$$

$$\frac{F_v}{\dot{m}a_0} = M_0 \left\{ \left[\frac{\theta_4}{\tau_{komp} \theta_0} \frac{(\theta_0 \tau_{komp} \tau_{tür} - 1)}{(\theta_0 - 1)} \right]^{\frac{1}{2}} - 1 \right\}$$

b-)

$$\frac{\partial F_v}{\partial \tau_{komp.}} = 0$$

$$\tau_{komp.} = \frac{\theta_4^{0.5}}{\theta_0}$$

$$\frac{F_v}{\dot{m}a_0} = M_0 \left\{ \left[1 + \frac{(\theta_4 - 1)^2}{(\theta_0 - 1)} \right]^{\frac{1}{2}} - 1 \right\}$$

c-)

Yakıt miktarının tesbiti için yanma odası enerji denkleminde;

$$\dot{m} c_p (T_{t4} - T_{t3}) = \dot{m} f \cdot hf$$

$$\frac{\dot{m} f}{\dot{m}} = \frac{c_p (T_{t4} - T_{t3})}{hf}$$

her iki taraf T_0 bölünürse;

$$\frac{\dot{m} f}{\dot{m}} = \frac{c_p \left(\frac{T_{t4}}{T_0} - \frac{T_{t3}}{T_0} \right)}{\frac{hf}{T_0}}$$

$$\frac{T_{t3}}{T_0} = \frac{T_{t3}}{T_{t2}} \frac{T_{t2}}{T_0}$$

$$\frac{\dot{m} f}{\dot{m}} = \frac{c_p T_0}{hf} (\theta_4 - \tau_{komp.} \theta_0)$$

Türbin ve kompresör gücü arasındaki bağıntıdan;

$$\dot{m}c_p(T_{t3} - T_{t2}) \cong \dot{m}c_p(T_{t4} - T_{t5})$$

$$T_{t2} \left(\frac{T_{t3}}{T_{t2}} - 1 \right) = T_{t4} \left(1 - \frac{T_{t5}}{T_{t4}} \right)$$

her iki taraf T_0 bölünürse;

$$\frac{T_{t2}}{T_0} (\tau_{komp.} - 1) = \frac{T_{t4}}{T_0} (1 - \tau_{tür.})$$

$$\theta_0 (\tau_{komp.} - 1) = \theta_4 (1 - \tau_{tür.}) \tau_{tür.} = 1 - \frac{\theta_0}{\theta_4} (\tau_{komp.} - 1)$$

$$\tau_{yo} = \frac{T_{t4}}{T_{t3}} = \frac{T_{t4}/T_0}{T_{t3}/T_0} = \frac{T_{t4}/T_0}{\frac{T_{t3}}{T_0} \frac{T_{t2}}{T_0}} = \frac{\theta_4}{\tau_{komp} \theta_0}$$

d-)

- Turbofanda motordan geçen hava debisini artırmak için bir fan kullanılır. Fanı geçen havanın bir kısmı by-pass kanalını geçip nozula girerken diğer bir kısmı gaz jeneratörüne geçip nozula girer.

$$\text{Toplam itki kuvveti} = \frac{F}{\dot{m}a_0} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Ara nozulda üretilen} \\ \text{birim itki kuvveti} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{By pass nozulunda üretilen} \\ \text{birim itki kuvveti} \end{array} \right\}$$

- Turboprob motorlarda, hava giriş difüzörü yerine, kısa ve çok kanatlı pervaneler kullanılmaktadır.

e-)

$$\frac{\dot{m}f}{\dot{m}} = \frac{c_p T_0}{hf} (\theta_4 - \tau_{komp.} \theta_0) \text{ Turboprop ve turbofanda aynı;}$$

$$\tau_{yo} = \frac{T_{t4}}{T_{t3}} = \frac{T_{t4}/T_0}{T_{t3}/T_0} = \frac{T_{t4}/T_0}{\frac{T_{t3}}{T_0} \frac{T_{t2}}{T_0}} = \frac{\theta_4}{\tau_{komp} \theta_0} \text{ Turboprop ve turbofanda aynı}$$

Turbofan için $\tau_{tür} = ?$

Türbin gücü = Kompresör gücü + Fan gücü

$$\dot{m}c_p(T_{t4} - T_{t5}) = \dot{m}c_p(T_{t3} - T_{t2}) + \alpha \dot{m}c_p(T_{t7} - T_{t2})$$

$$T_{t4} \left(1 - \frac{T_{t5}}{T_{t4}} \right) = T_{t2} \left(\frac{T_{t3}}{T_{t2}} - 1 \right) + \alpha T_{t2} \left(\frac{T_{t7}}{T_{t2}} - 1 \right) \text{ her taraf } T_0 \text{ bölünürse;}$$

$$\frac{T_{t4}}{T_0}(1 - \tau_{t\ddot{u}r}) = \frac{T_{t2}}{T_0}(\tau_{komp} - 1) + \alpha \frac{T_{t2}}{T_0}(\tau_{fan} - 1)$$

$$\tau_{t\ddot{u}r} = 1 - \left(\frac{\theta_0}{\theta_4} \right) \left[(\tau_{komp} - 1) + \alpha(\tau_{fan} - 1) \right]$$

Turboprob için $\tau_{t\ddot{u}r} = ?$

Türbin gücü = Kompresör gücü + Pervane gücü

$$\dot{m}c_p(T_{t4} - T_{t5}) = \dot{m}c_p(T_{t3} - T_{t2}) + P \quad \text{her taraf } \dot{m}c_p \text{ 'ye bölünürse;}$$

$$(T_{t4} - T_{t5}) = (T_{t3} - T_{t2}) + \frac{P}{\dot{m}c_p} \quad \text{her taraf } T_0 \text{ bölünürse}$$

$$\frac{T_{t4}}{T_0}(1 - \tau_{t\ddot{u}r}) = \frac{T_{t2}}{T_0}(\tau_{komp}\theta_0 - 1) + \frac{P}{\dot{m}c_p T_0}$$

$$\theta_4(1 - \tau_{t\ddot{u}r}) = \theta_0(\tau_{komp}\theta_0 - 1) + \frac{P}{\dot{m}c_p T_0}$$

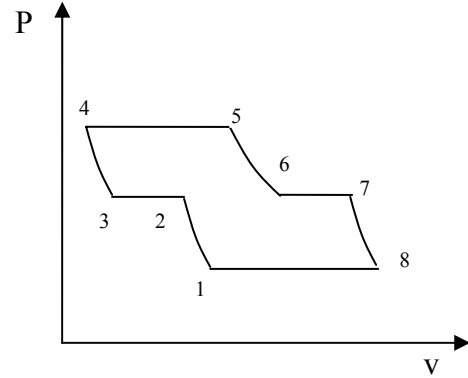
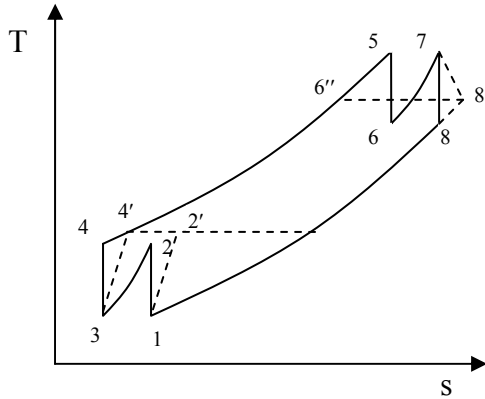
$$\tau_{t\ddot{u}r} = 1 - \left(\frac{\theta_0}{\theta_4} \right) \left[(\tau_{komp}\theta_0 - 1) + \frac{P}{\dot{m}c_p T_0 \theta_0} \right]$$

f-)

- Serbest akış bölgesinden difüzöre (hava alığına) giren hava, kayıpsız olarak izantropik durgunluk şartlarına kadar kayıpsız yavaşlatılamaz.
 1. Ses altı difüzörlerde kanal yüzeylerinde oluşan sınır tabaka
 2. Ses üstü difüzörlerde ise normal ve eğik şoklar nedeniyle basınç düşüşü oluşur.
- Motor içerisinde yüksek sıcaklık değişimlerine bağlı olarak, akışkanın termodinamik özellikleri değişir ve sabit kabul edilemez.
- Yanma sonu karışımdaki CO₂ ve H₂O gibi mol ağırlığı yüksek gazların oluşması sebebiyle R ve k değerleri azalır. Ayrıca tam yanma gerçekleşmediğinden hesaplamalarda sapmalar oluşur.
- Fan, kompresör ve türbinlerdeki sürtünmeler dolayısıyla adyabatik sıkıştırma ve genişleme verimleri hesaba katılmalıdır.
- Nozuldaki genişleme çevre basıncından daha yüksek bir basınçta son bulur.

Çözüm 2:

a-)



$$T_1 = T_3 = 350 \text{ K}$$

$$T_5 = T_7 = 1350 \text{ K}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_4}{T_3} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 3^{\frac{0.4}{1.4}} \Rightarrow T_2 = T_4 = 479 \text{ K},$$

$$\frac{T_5}{T_6} = \frac{T_7}{T_8} = \left(\frac{P_5}{P_6} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 3^{\frac{0.4}{1.4}} \Rightarrow T_6 = T_8 = 986 \text{ K},$$

$$\eta_{komp.} = \frac{w_{komp.id.}}{w_{komp.ger.}} = \frac{T_1 - T_2'}{T_1 - T_2} = \frac{350 - 479}{350 - T_2'} \Rightarrow T_2' = 511 \text{ K}$$

$$\eta_{komp.} = \frac{w_{tür.ger.}}{w_{tür.id.}} = \frac{T_5 - T_6'}{T_5 - T_6} = \frac{1350 - T_6'}{1350 - 986} \Rightarrow T_6' = 1059 \text{ K}$$

Kompresörde harcanan gerçek iş;

$$w_{komp.ger.} = c_p (T_1 - T_2') + c_p (T_3 - T_4') = 2c_p (T_1 - T_2') = 2 * 1,004 * (350 - 511) = -323,29 \text{ kJ/kg}$$

Türbinden elde edilen gerçek iş;

$$w_{tür.ger.} = c_p (T_5 - T_6') + c_p (T_7 - T_8') = 2c_p (T_5 - T_6') = 2 * 1,004 * (1350 - 1059) = 584,33 \text{ kJ/kg}$$

Elde edilen net iş;

$$w_{net} = w_{tür.ger.} + w_{komp.ger.} = 584,33 - 323,29 = 261,04 \text{ kJ/kg}$$

Sisteme giren ısı;

$$q_g = q_{yo} + q_{ısı} = c_p (T_5 - T_6'') + c_p (T_7 - T_6') = 2c_p (T_5 - T_6') = 584,328 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta = \frac{w_{net}}{q_g} = \frac{261,04}{584,33} = 0,45$$

b-)

Verilenler:

$$\frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{4}$$

$$T_2 = T_4$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} ;$$

T_3 yerine $4T_1$ ve T_2 yerine T_4 konursa

$$4 * T_1 * T_1 = T_4 * T_4$$

$$T_4 = 2T_1 \dots\dots\dots(1)$$

$$\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \frac{T_2}{T_1} \text{ ise;}$$

(1) denklemini yerine yerleştirilirse;

$$\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 11,31$$

