

Adı ve Soyadı:.....	No:.....	İmza:.....
Alınan Puanlar: 1.....2.....3.....4.....5.....6.....	Sınav sonucu:.....	

Soru No	Sorunun Tanımı
S-1 (10 p)	Üniform fiziksel özelliklere sahip iki farklı malzemeden oluşmuş bir kompozit duvar içerisinde; kararlı, bir-boyutlu ve ısı üretimi bulunmayan ısı transferi söz konusudur. Aşağıda gösterilen sıcaklık profillerinden hangisinin gerçekleşme olasılığı en yüksektir, sebebini tartışarak belirtiniz? Çözüm: Doğru yanıt 'D' olur. Arayüzeydeki sıcaklık düşümü temas direncinden dolayıdır. 'A' ve 'B' doğrusal sıcaklık dağılımına sahip değildir, 'C' ise ara yüzeyde sıcaklık yükselmesi öngörmektedir.
S-2 (15 p)	Bakır malzemeden ($k=401 \text{ W/mK}$) yapılmış bir elektrik kablosunun yanal yüzeyleri yalıtımlı olup; uzunluk (x) yönündeki sıcaklık dağılımı aşağıdaki denklem ile ifade edilmektedir. Bakır tel uzunluğu $L= 1\text{m}$ ve yarıçapı ise $r= 2\text{mm}$'dir. Kararlı ve bir boyutlu ısı transferi koşullarını dikkate alarak; (a) bakır telin giriş ve çıkış ($x=0$ ve $x=1$) yüzeylerinden transfer edilen ısı miktarını, (b) bakır kablo içerisinde üretilen ısı miktarını belirleyiniz? $T(x) = -20x^2 + 24x + 2.8 \dots\dots\dots (^\circ\text{C})$ Çözüm: a) $\nabla T = -40x + 24$ $q = -kA\nabla T$ $q = -k\pi r^2(-40x + 24)$ $q(0) = -k\pi r^2(24)$ $q(1) = -k\pi r^2(-40(1) + 24)$ $q(0) = -401\pi(2 \times 10^{-3})^2(24) = -0.121 \text{ W}$ $q(1) = -401\pi(2 \times 10^{-3})^2(-40(1) + 24) = 0.081 \text{ W}$ b) $\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} + \dot{E}_{gen} = 0$ $\dot{E}_{gen} = \dot{E}_{out} - \dot{E}_{in}$ $\dot{E}_{gen} = q(1) - q(0) = 0.081 + 0.121 = 0.2 \text{ W}$ $\dot{q} = \frac{\dot{E}_{gen}}{\pi r^2 L} = \frac{0.2}{\pi(2 \times 10^{-3})^2(1)} = 16040 \text{ W/m}^3$
S-3 (10 p)	Kenar uzunluğu 1cm olan küp şeklindeki buz -20°C sıcaklıkta iken, derin dondurucudan çıkarılarak, $+25^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki odaya bırakılıyor. Oda havası ile buz kütlesi arasındaki ortalama taşınım katsayısı $25 \text{ W/m}^2\text{K}$ olduğuna göre, uygun varsayımları kullanarak buzun ne kadar süre sonra erimeye başlayacağını belirleyiniz? Not: Buz için; $k=2.4 \text{ W/mK}$, $\rho= 917 \text{ kg/m}^3$ ve $c_p=1960 \text{ J/kgK}$ değerleri geçerlidir.

Soru No	Sorunun Tanımı
	Çözüm: $Bi = \frac{hL_c}{k} \quad L_c = \frac{V}{A_s} = \frac{(0.01)^3}{6(0.01)^2} = 0.001667 \text{ m}$ $= \frac{25(0.001667)}{2.4} = 0.017 \leftarrow$ $\ln \theta_1 / \theta_2 = \frac{-hA_s}{\rho c V} t$ $\ln (\theta_2 / \theta_1) = \frac{-hA_s}{\rho c V} t$ $\ln \left(\frac{-25}{-45} \right) = \frac{-25(6 \times 10^{-4})}{917(1960)(1 \times 10^{-6})} t$ $t = 70.3 \text{ s} \leftarrow$ $\theta_1 = -20 - 25 = -45$ $\theta_2 = 0 - 25 = -25$
S-4 (20 p)	Kesiti 15 cm × 20 cm ve uzunluğu 7m olan dikdörtgen bir kanalın cidar sıcaklığı 10°C sıcaklıkta tutulmaktadır. Kanalda hareket eden havanın ortalama sıcaklık ve hızları sırasıyla, 50°C ve 7 m/s olduğuna göre; (a) havadan kanal yüzeyine transfer edilen ısı miktarını, (b) kanal boyunca hava sıcaklığındaki değişimi, belirleyiniz? Çözüm: 1. Hidrolik çap bulunacak. 2. Re sayısı bulunacak. 3. Akış karakterine göre tablodan ortalama Nu sayısı ve ortalama h bulunacak 4. $Q=hA(T_m-T_s)$ bağıntısından Q bulunacak 5. $Q=mc(T_{\text{ç}}-T_g)$ bağıntısından $(T_{\text{ç}}-T_g)$ bulunacak.
S-5 (30 p)	Bir binanın terasında güneş ışığından yararlanmak amacıyla uzunluğu ve genişliği sırasıyla; L=6m ve w=1.5m olan cam pencere bulunmaktadır. Güneşli ve rüzgarlı bir havada pencere yüzey sıcaklığı 80°C, çevre havasının serbest akış hız ve sıcaklıkları sırasıyla 6m/s ve 20°C olarak belirlenmiştir. Pencere yüzeyinden havaya taşınım ile transfer edilen ısı miktarını; (a) Rüzgarın pencere uzunluğuna paralel esmesi, (b) Rüzgarın pencere genişliğine paralel esmesi, durumları için ayrı ayrı belirleyiniz? Çözüm: a) $Re_L = \frac{u_{\infty} L}{\nu} = \frac{6 \cdot 6}{2 \times 10^{-5}} = 1.8 \times 10^6$ $\overline{Nu}_L = (0.037 Re_L^{4/5} - 871) Pr^{1/3} = (0.037 \cdot 1.8 \times 10^6^{4/5} - 871) \cdot 0.7^{1/3} = 2544$ $\bar{h} = \frac{k \overline{Nu}_L}{L} = \frac{28 \times 10^{-3} \cdot 2544}{6} = 11.9 \frac{W}{m^2 K}$ $q = hA(T_s - T_{\infty}) = 11.9(1.5)(6)(80 - 20) = 6.4 kW$ b) $Re_L = \frac{u_{\infty} L}{\nu} = \frac{6 \cdot 1.5}{2 \times 10^{-5}} = 4.5 \times 10^5$ $\overline{Nu}_L = 0.664 Re_L^{1/2} Pr^{1/3} = 0.664 \cdot 4.5 \times 10^5^{1/2} \cdot 0.7^{1/3} = 395.5$ $\bar{h} = \frac{k \overline{Nu}_L}{L} = \frac{28 \times 10^{-3} \cdot 395.5}{1.5} = 7.38 \frac{W}{m^2 K}$ $q = hA(T_s - T_{\infty}) = 7.38(1.5)(6)(80 - 20) = 4.0 kW$

Soru No	Sorunun Tanımı
S-6 (25 p)	Şekilde gösterilen elektronik cihazın taban yüzeyinde sıcaklığın 70°C'nin üstüne çıkmaması için alüminyumdan yapılmış ($k=170 \text{ W/mK}$), ince silindirik ($D=5\text{mm}$, $L=15\text{mm}$) kanatçıklar yerleştirilmesi düşünülmektedir. Kanatçıklar vasıtasıyla çevre havasına transfer edilmesi gereken toplam ısı miktarı 4W olduğuna göre, istediğiniz kanatçık tipini seçerek, kaç adet kanatçık yerleştirilmesi gerektiğini belirleyiniz? Çözüm: Kanatçık sayısı n olmak üzere kanatçık başına çekilmesi gereken ısı miktarı (Q) ile kanatçıklardan transfer edilen toplam ısı miktarı arasında; $Q_{\text{Total}} = n \cdot Q$ denklemini geçerlidir. 'Q' değerinin bulunması için kanatçık seçimi gereklidir. Örneğin adyabatik kanatçık seçilirse işlemler aşağıdaki şekildedir. $Q = M \tanh mL$ $P = \pi D = 0.0157 \text{ m}$ $A = \pi D^2 / 4 = 1.96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ $m = \sqrt{hP/kA}$ $m = \sqrt{(40)(0.0157)/(170)(1.96 \cdot 10^{-5})} = 13.7 \text{ m}^{-1}$ $\theta_b = T_b - T_{\infty} = (70 - 30) = 40^{\circ}\text{C}$ $M = \sqrt{hPkA} \theta_b = 1.83 \text{ W}$ kanatçık başına ısı transferi $Q = 1.83 \tanh(13.7 \cdot 0.015) = 0.371 \text{ W}$ gerekli kanatçık sayısı $n = Q_t / Q = 4.0 / 0.371 = 10.8 \approx 11$

