



**ÇÖZÜM 1:**

a)  $6\text{bar} = 0.6\text{ MPa} = 0.6\text{ N/mm}^2$

1. *Yöntem:* İç basınçtan dolayı silindirde oluşan levhayı çevresel yönde çekmeye çalışan kuvvet;

$$F = \frac{P * A}{2} = \frac{0.6(\text{N/mm}^2) * 4500(\text{mm}) * 1000(\text{mm})}{2} = 135 * 10^4\text{ N}$$

Yapıştırıcı levhada hesaplanan bu kuvvetin oluşturacağı kayma gerilmesi;

$$\tau_{\text{yapıştırıcı}} = \frac{F}{A} = \frac{135 * 10^4}{4500(\text{mm}) * 100(\text{mm})} = 3\text{ N/mm}^2$$

2. *Yöntem:*

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t} = \frac{0.6 * 1000}{2 * 7} = 42.86\text{ N/mm}^2\text{ olarak bulunur. Silindirin açık olduğu noktada}$$

silindire gelen çevresel gerilme yapıştırılan parça ile karşılanmaktadır. Burada kuvvetler eşit olacağından

$$F_{\text{silindir}} = F_{\text{yapışan yüzey}} \Rightarrow \sigma_{\theta} * A_{\text{silindir}} = \tau_{\text{yüzey}} * A_{\text{yüzey}}$$

$$42.86 * 4500 * 7 = \tau_{\text{yüzey}} * 4500 * 100 \Rightarrow \tau_{\text{yüzey}} = 3.0\text{ N/mm}^2\text{ olarak bulunur.}$$

b)  $\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t} = \frac{0.6 * 1000}{2 * 7} = 42.86\text{ N/mm}^2$

$$\sigma_z = \frac{PD}{4t} = \frac{0.6 * 1000}{4 * 7} = 21.43\text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} * (\sigma_z - \nu * \sigma_{\theta}) \Rightarrow \varepsilon_z = \frac{1}{200 * 10^3} * (21.43 - 0.3 * 42.86) = 4.28 * 10^{-5}$$

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta L}{L}\text{ olduğundan } \Delta L = \varepsilon_z * L \Rightarrow \Delta L \cong 0.19\text{ mm.}$$

Çapta meydana gelen şekil değişimi

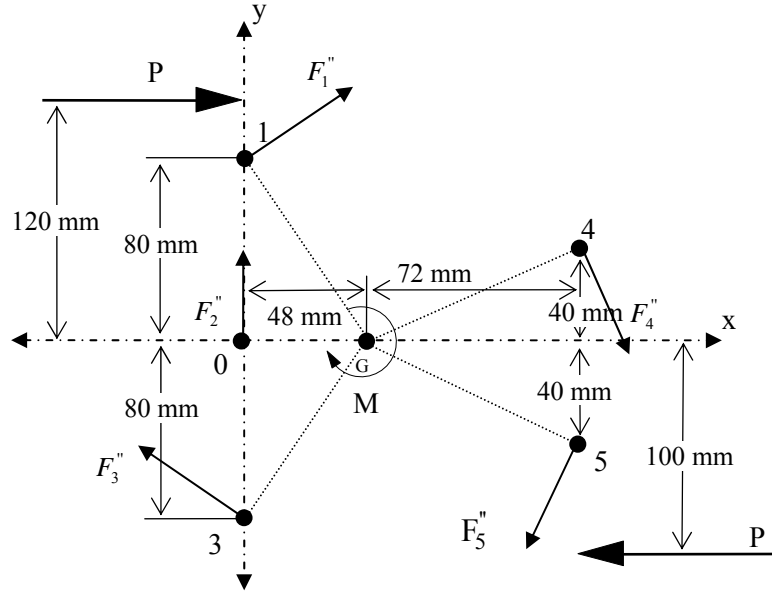
$$\varepsilon_{\theta} = \frac{1}{E} * (\sigma_{\theta} - \nu * \sigma_z) \Rightarrow \varepsilon_{\theta} \cong 1.82 * 10^{-4}$$

$$\varepsilon_{\theta} = \frac{\Delta L_{\text{cev}}}{L_{\text{cev}}} = \frac{\Delta(\pi * D)}{\pi * D} = \frac{\Delta D}{D}\text{ yazılabileceğinden}$$

$$\Delta D = \varepsilon_{\theta} * D \Rightarrow \Delta D \cong 0.18\text{ mm}$$

**ÇÖZÜM 2:**

a) Eksen takımı şekildeki gibi seçilirse cıvata grubunun ağırlık merkezi



$$x_i = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * x_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{A_1 * x_1 + A_2 * x_2 + A_3 * x_3 + A_4 * x_4 + A_5 * x_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= \frac{A_1 * 0 + A_2 * 0 + A_3 * 0 + A_4 * 120 + A_5 * 120}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = 48 \text{ mm}$$

$$y_i = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i * y_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{A_1 * y_1 + A_2 * y_2 + A_3 * y_3 + A_4 * y_4 + A_5 * y_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}$$

$$= \frac{A_1 * 80 + A_2 * 0 - A_3 * 80 + A_4 * 40 - A_5 * 40}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = 0$$

Ağırlık merkezi [48,0] noktasından geçer.

$$\downarrow \Sigma F_X = 0 \Rightarrow P - P + (F_G)_X = 0 \Rightarrow (F_G)_X = 0$$

$$\downarrow \Sigma M_G = 0 \Rightarrow (M_G)_d - 6750 * 120 - 6750 * 90 \Rightarrow (M_G)_d = 1,417,500 \text{ Nmm}$$

$(F_G)_y$  kesme kuvvetinden dolayı 5 civatalara gelen kesme kuvveti değeri ( $F'_i$ )

$$F'_1 = F'_2 = F'_3 = F'_4 = F'_5 = \frac{(F_G)_y}{n} = \frac{0}{5} = 0 \text{ N}$$

$(M_G)_d$  döndürme momentinden dolayı civatalara gelen kesme kuvveti değeri;

$$F''_i = \frac{(M_G)_d}{\sum_{i=1}^n (x_i^2 + y_i^2)} * R_i$$

$$\sum_{i=1}^5 (x_i^2 + y_i^2) = \left[ (80^2 + 48^2) + (0^2 + 48^2) + (80^2 + 48^2) + (40^2 + 72^2) + (40^2 + 72^2) \right]$$

$$= 33280 \text{ mm}^2$$

$$F_1'' = \frac{1,417,500}{33,280} * \sqrt{(80^2 + 48^2)} \Rightarrow F_1'' = F_1 = 3,973.7 \text{ N}$$

$$F_2'' = \frac{1,417,500}{33,280} * \sqrt{(0^2 + 48^2)} \Rightarrow F_2'' = F_2 = 2,044.5 \text{ N}$$

$$F_3'' = \frac{1,417,500}{33,280} * \sqrt{(80^2 + 48^2)} \Rightarrow F_3'' = F_3 = 3,973.7 \text{ N}$$

$$F_4'' = \frac{1,417,500}{33,280} * \sqrt{(40^2 + 72^2)} \Rightarrow F_4'' = F_4 = 3,508.2 \text{ N}$$

$$F_5'' = \frac{1,417,500}{33,280} * \sqrt{(40^2 + 72^2)} \Rightarrow F_5'' = F_5 = 3,508.2 \text{ N}$$

$$b) \tau_1 = \frac{F_1}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{3,973.7}{\pi \frac{10^2}{4}} = 50.6 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = \frac{F_2}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{2,044.5}{\pi \frac{10^2}{4}} = 26.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_3 = \frac{F_3}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{3,973.7}{\pi \frac{10^2}{4}} = 50.6 \text{ MPa}$$

$$\tau_4 = \frac{F_4}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{3,508.2}{\pi \frac{10^2}{4}} = 46.7 \text{ MPa}$$

$$\tau_5 = \frac{F_5}{\pi \frac{d^2}{4}} = \frac{3,508.2}{\pi \frac{10^2}{4}} = 46.7 \text{ MPa}$$

En büyük kayma gerilmesi 1 ve 3 numaralı cıvatalarda meydana gelmektedir.

$$\tau_{\text{maks}} \leq \frac{\tau_{\text{AK}}}{S} \Rightarrow \tau_{\text{AK}} \geq \tau_{\text{maks}} * S = 50.6 * 1.5 \Rightarrow \tau_{\text{AK}} \geq 75.9 \text{ MPa}$$

**ÇÖZÜM 3:** Eksenel yük altında normal gerilme  $\sigma = \frac{F}{A} \cos^2 \theta$  formülü ile hesaplanır.

Formülde kullanılan açı kuvvete paralel yüzeyin normali ile yapılan açıdır. Parçada normal gerilmenin 20 MPa'ı aşmaması için  $\sigma_{em} = \frac{\sigma_{\text{AK}}}{S} \Rightarrow \sigma_{em} = \frac{20}{1.25} = 16 \text{ MPa}$  olduğu göz önüne alınarak  $\theta = 10^\circ$  için

$$P_{\text{maks}} = \frac{\sigma * A}{\cos^2 \theta} = \frac{16 * (50 * 100)}{\cos^2 10^\circ} = 82,487.30 \text{ N bulunur.}$$

Eksenel yük altında kayma gerilmesi  $\tau = \frac{F}{A} \cos \theta \sin \theta$  formülü ile hesaplanır. Kayma gerilmesinin 5 Mpa'ı aşmaması için

$$\tau_{em} = \frac{\tau_{\text{AK}}}{S} \Rightarrow \tau_{em} = \frac{5}{1.25} = 4 \text{ MPa olduğu}$$

gözönüne alınarak  $\theta = 10^\circ$  için

$$P_{\text{maks}} = \frac{\tau * A}{\cos \theta * \sin \theta} = \frac{4 * (50 * 100)}{\cos 10^\circ * \sin 10^\circ} = 116,952.18 \text{ N bulunur.}$$

Parçada P kuvvetinin alabileceği en büyük değer **P=82,487.30 N** bulunur.

**Çözüm 4:**

a) Soldaki delikli kısım için hesaplama yaparsak

$$\frac{r}{d} = \frac{5}{80} = 0.0625 \quad \text{grafikten } K \cong 2.65 \text{ bulunur}$$

$$\sigma_1 = K * \frac{F}{A_{\min}} \Rightarrow \sigma_1 = 2.65 * \frac{36000}{(90-10) * 10} = 119.25 \text{ N/mm}^2$$

Sağdaki kısım için hesaplama yaparsak

$$\frac{D}{d} = \frac{90}{60} = 1.5 \quad \frac{r}{d} = \frac{12}{60} = 0.2 \quad \text{grafikten } K \cong 1.62 \text{ bulunur}$$

$$\sigma_2 = K * \frac{F}{A_{\min}} \Rightarrow \sigma_2 = 1.62 * \frac{36000}{60 * 10} = 97.2 \text{ N/mm}^2$$

b) Gerilmenin aynı olacağı r değerini hesaplarken  $\frac{D}{d}$  oranı değişmeden  $\frac{r}{d}$  oranı değiştiği için K oranı değişecektir.

$$\sigma = K * \frac{P_{\max}}{A_{\min}} \text{ olduğundan}$$

$$119.25 = K * \frac{36000}{60 * 10} \Rightarrow K = 1.9875 \quad \text{eşitliğini sağlayacak } \frac{r}{d} \text{ oranı tablodan seçilirse}$$

$$\frac{r}{d} = 0.12 \Rightarrow r = 60 * 0.12 \Rightarrow r = 7.2 \text{ mm bulunur.}$$

Dikkat edilirse pah yarıçapının azaltılması gerilme değerini arttırmıştır.