

Adı-Soyadı :
No :
İmza :

SORU	1	2	3	4	TOPLAM
PUAN					

SORU 1 (20 Puan):

- a- Gerilme nedir? Kaç çeşit gerilme vardır? Herhangi bir sistem üzerindeki fiziksel etkileri nelerdir? Açıklayınız (5p).
- Birim alana etki eden iç kuvvete **gerilme** denir. Normal gerilme ve kayma gerilmesi olmak üzere iki tür gerilme vardır:

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ ve } \tau = \frac{F}{A}$$

Normal gerilmelerin bir sistemde **uzama veya kısaltmaya** sebep olurken, **kayma gerilmeleri** sistemin **şeklini ve biçimini** değiştirir.

- b- Gerilme yığılması ne demektir? Hangi katsayı ile gösterilir? Açıklayınız (5p).
- Herhangi bir parçada veya elemandaki **boşluk, çentik, çatlak, keskin köşe ve kenarlarda gerilmeler, elemanda oluşan nominal gerilmelerin üstüne çıkar ve ani artış** gösterir. Bu duruma **gerilme yığılması** denir. $K_T = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{nom}}$ ile gösterilir ve hesaplanır.

- c- Makine elemanları ve makine elemanları bilimi ne demektir? Neleri incelemektedir. Açıklayınız (5p).
- **Makine elemanları**, çok farklı fonksiyon ve konstrüksiyondaki makine parçalarını ele alarak ortak bir değerlendirme tekniği üretmektir.
 - **Makine elemanları bilimi**, kuvvet ve kuvvet çifti ileten, belirli bir fonksiyonu üstlenen, kendine has hesaplama ve şekillendirme metodlarına sahip, birbirlerine göre hareketli veya sabit olan, birinden diğerine hareket ileten, basit veya birçok parçadan oluşan sistemlerdir. Makine elemanları bilimi, makine elemanlarının konstrüksiyonunu yani hesaplama ve şekillendirme ilkelerini inceler.

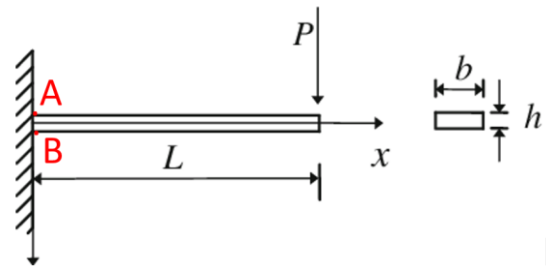
- d- Akma ve veya kırılma hipotezleri ne amaçla kullanılır? Açıklayınız (5p).
- **Birimleri ve formülleri aynı olmasına karşın; Normal gerilmeler bir sistemde uzama veya kısaltmaya sebep olurken, kayma gerilmeleri sistemin şeklini ve biçimini değiştirir. Yani fiziksel olarak oluşturdukları etkiler birbirinden farklıdır. Hali ile farklı türde yüklemelerin birlikte olduğu durumlarda (çekme+burulma, eğilme+burulma vs.) yani her iki gerilmenin de olduğu durumlarda; elemanda hasar oluşup oluşmadığını belirlemek için akma ve kırılma hipotezleri kullanılarak eşdeğer gerilme hesaplanır ve bu değer elemanın sınır değerleri ile karşılaştırılır ($\sigma_{eş} \leq \sigma_{em}$).**

SORU 2 (15 Puan):

Şekil 1'de gösterilen elemana etki eden **P** yükü **0 – 10 kN** arasında değişiyorsa ve **bu eleman her 600.000 çevrim sonunda hasara uğruyorsa;**

- a- **En çok zorlanan** nokta neresidir? Bu noktada hangi **etkiler (zorlamalar)** oluşur? (3p)
- b- Sistemde **ne gibi değişiklikler (en az 4 tane)** yaparak **elemanın çalışma ömrünü artırırsınız?** İlgili formül ve gerekli ise şekilleri çizerek açıklayınız.

***NOT: P yükü ve L boyu değiştirilememektedir.



-Şekil 1-

CEVAP 2:

- a) Elemanın ankastre olduğu **A ve B noktalarında maksimum zorlama** meydana gelmektedir. Ayrıca **P kuvveti bu bölgelerde eğilme ve kesmeye** sebep olur.
- b) Eleman değişken yüklemeye (yorulmaya) maruzdur. Elemanın yorulma ömrünü artırmak için:

$$\sigma_D^* = \frac{K_y * K_b}{K_\zeta} * \sigma_D$$

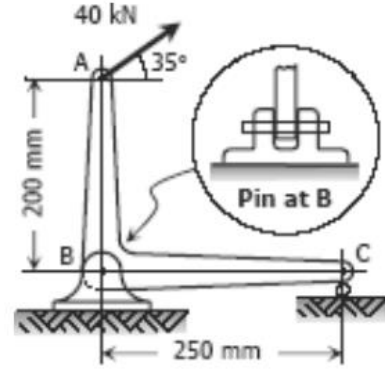
Denklemine göre:

- Kullanılan malzeme değiştirilerek, yerine **sürekli mukavemet değeri (σ_D) daha yüksek olan bir malzeme kullanılabilir.**
- Elemanın ankastre olduğu noktada **keskin geçişlerden ziyade daha yumuşak geçişler tercih edilerek K_ζ değeri azaltılabilir.** (Benzer şekilde dairesel kesit kullanılarak da gerilme yığılmaları azaltılabilir).
- Elemanın **yüzey özellikleri iyileştirilerek (K_y) yorulma ömrü artırılabilir.**
- Elemanın **kesit alanı artırılarak ($b \times h$) oluşan gerilmelerin azaltılması ile yorulma ömrü artırılabilir.**

SORU 3 (25 Puan):

Şekil 2’de gösterilen eleman **C noktasından sabitlenmiş ve elemana A noktasından $F = 40 \text{ kN}$ kuvvet** etki etmektedir. Buna göre: **B noktasındaki $d = 20 \text{ mm}$ çapındaki pimin** bu yükleme durumunda **emniyetli bir şekilde** çalışıp çalışamayacağını belirleyiniz.

***NOT: $\tau_{em} = 80 \text{ MPa}$



-Şekil 2-

CEVAP 3:

Serbest cisim diyagramından:

$$\sum M_C = 0$$

$$250 \cdot R_{BV} = 250 \cdot (40 \cdot \sin 35^\circ) + 200 \cdot (40 \cdot \cos 35^\circ)$$

$$R_{BV} = 449.156 \text{ kN} = 49156 \text{ N}$$

$$\sum F_H = 0$$

$$R_{BH} = (40 \cdot \cos 35^\circ) = 32.766 \text{ kN} = 32766 \text{ N}$$

$$R_B = \sqrt{R_{BH}^2 + R_{BV}^2} = \sqrt{32766^2 + 49156^2}$$

$$R_B = 59076 \text{ N}$$

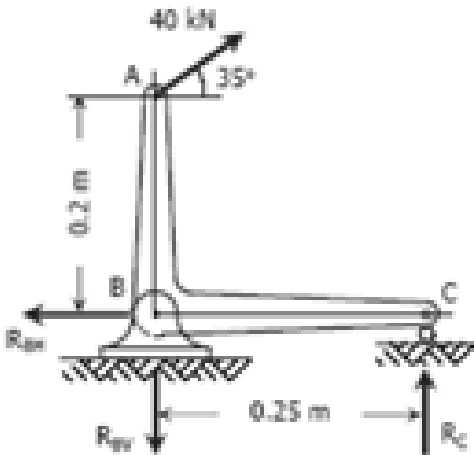
$$\tau = \frac{F}{2A}$$

*(B noktasındaki pim iki yüzeyde kesilmeye çalışacağı için 2A ifadesi gelmiştir)

$$\tau = \frac{R_B}{2A} = \frac{59076}{2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 20^2}{4}\right)} = 94.02 \text{ MPa}$$

$$\tau \leq \tau_{em}$$

94.02 ≤ 80 sağlanmadığı için sistem EMNİYETSİZDİR.



SORU 4 (40 Puan):

Şekil 3'te gösterilen, **çok ince parlatılmış çelik eleman** $P = 1.1 \text{ kW}$ 'lik motor tarafından $P = 140 \text{ dv/dk}$ ile döndürülmektedir. Elemana bir ucundan F kuvveti etki etmekte ve eleman **bu yükleme şartları altında EMNİYETLİ** bir şekilde çalışmaktadır. Buna göre; elemana etki eden **maksimum F kuvveti** ne kadardır?

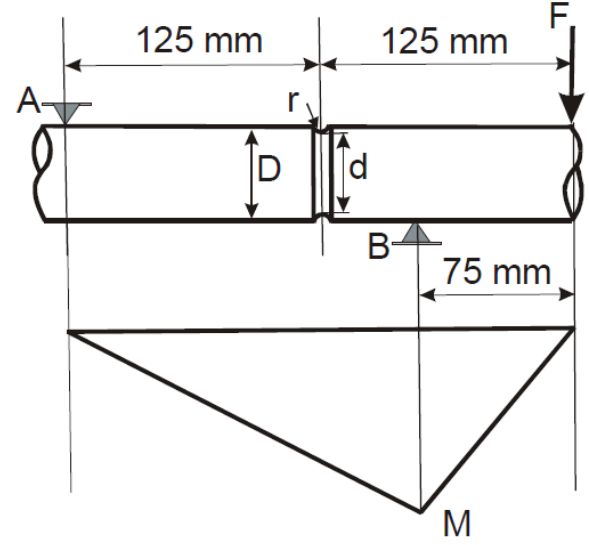
Hesaplayınız.

***NOT:

- 1- Elemanda en çok zorlanan bölgenin çentikli kısım olduğunu varsayınız.
- 2- Eğer sistemde kesme kuvveti oluşuyorsa etkisini ihmal ediniz.

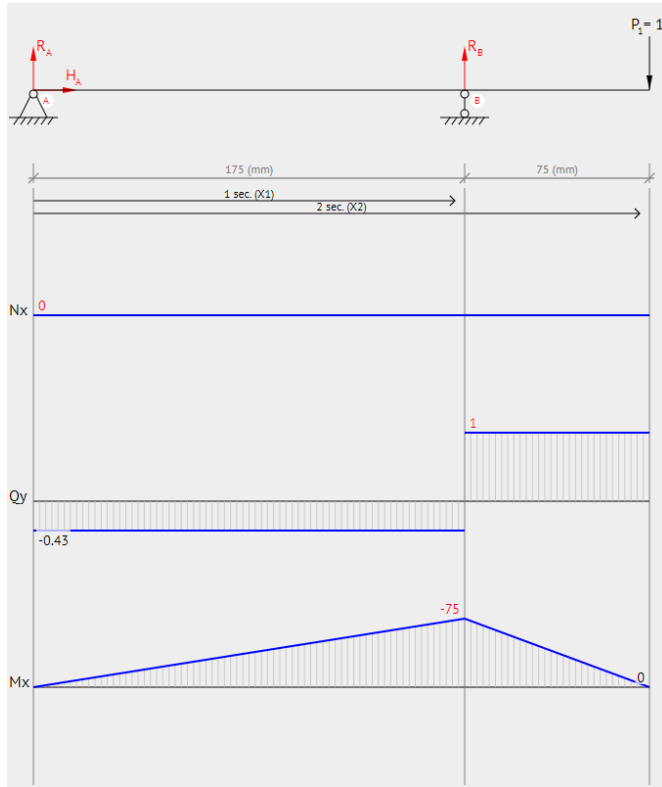
	$A \text{ (mm}^2\text{)}$	$W_e \text{ (mm}^3\text{)}$	$W_p \text{ (mm}^3\text{)}$
$D=22 \text{ mm}$	380.12	1045.33	2090.66
$d=20 \text{ mm}$	314.15	785.37	1570.75

$\sigma_{ak}=400 \text{ MPa}$, $\sigma_k=700 \text{ MPa}$ ve $S=2$
 $r=4 \text{ mm}$



-Şekil 3-

CEVAP 4:



$$\sum M_C = 0$$

$$F \cdot 75 = R_A \cdot 175$$

$$R_A \approx 0.43F$$

$$\sigma_{e\varnothing} = \sqrt{\left[\left(\frac{\sigma_{Ak}}{\sigma_D^*} \right) \sigma_e \right]^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{em}$$

$$M_b = 9550 \cdot \frac{P}{n} = 9550 \cdot \frac{1100}{140} = 7,5 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$\tau = \frac{M_b}{W_p} = \frac{7,5 \times 10^4}{1570.75} = 47.75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_D^* = \frac{K_y \cdot K_b}{K_\varnothing} \cdot \sigma_D$$

$$(\text{Tablodan; } \sigma_D = 0,5 \cdot \sigma_K = 0,5 \cdot 700 = 350 \text{ MPa; } K_y = 1; K_b = 0.95)$$

$$K_T = 1.5 \text{ (Grafikten; } \frac{D}{d} = \frac{22}{20} = 1,1 \text{ ve } \frac{r}{d} = \frac{4}{20} = 0.2)$$

$$q = 0.86 \text{ (Tablodan; } \sigma_k = 700 \text{ MPa ve } r = 4 \text{ için)}$$

$$K_\varnothing = 1 + q \cdot (K_T - 1) = 1 + 0.86 \cdot (1.5 - 1) = 1.43$$

$$\sigma_D^* = \frac{K_y \cdot K_b}{K_\varnothing} \cdot \sigma_D = \frac{1 \cdot 0.95}{1.43} \cdot 350 = 323.52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{e\varnothing} = \sqrt{\left[\left(\frac{\sigma_{Ak}}{\sigma_D^*} \right) \sigma_e \right]^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{em}$$

$$\sqrt{\left[\left(\frac{400}{323.52} \right) \cdot \frac{0.43F \cdot 125}{785.37} \right]^2 + 3 \cdot 47.75^2} \leq \frac{400}{2}$$

*(Buradaki $0.43F \cdot 125$ ifadesi; çentikli kısımda oluşan momenti hesaplamak için kullanılmıştır: $R_A = 0.43F$)

$$F_{max} = 2150 \text{ N}$$