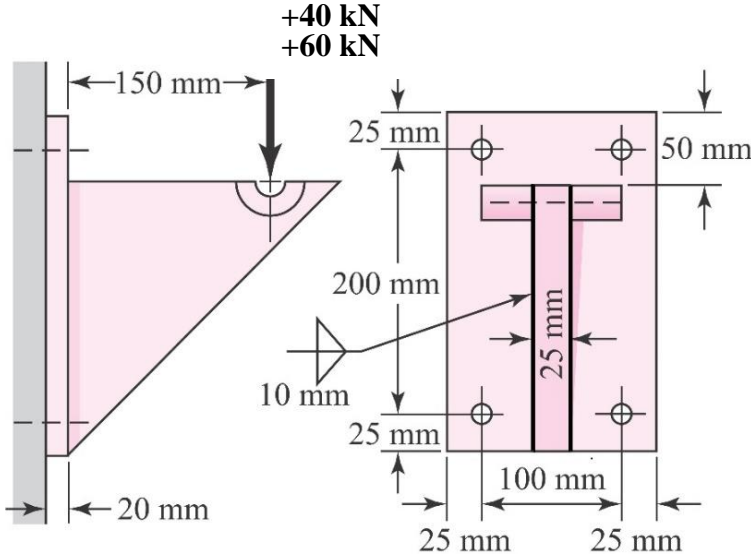
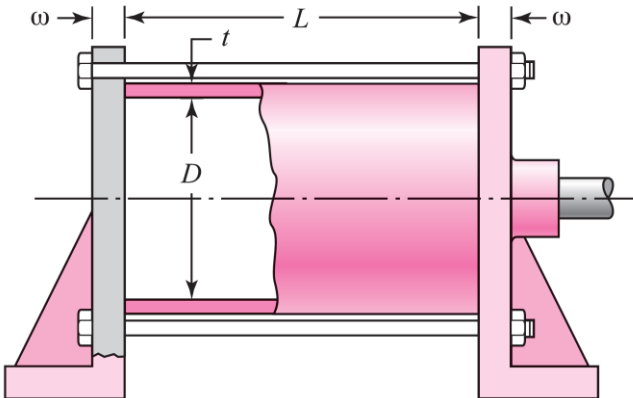


**SORU 1) (50 Puan)** AISI 1040 CD çeliğinden imal edilmiş bir köşebent şeklindeki gibi bir metale kaynaklanmıştır ve + 40 kN ve + 60 kN arasında değişen **dinamik** yüklerle yüklenmiştir. Kaynak elektrotu olarak E70XX (Sut = 482 MPa, Sy = 393 MPa) kullanılacaktır. Kaynak bölgesinin **emniyet katsayısını** bulunuz. Kaynağa hem statik hem de dinamik yük geldiğine dikkat ediniz ve formül kağıdındaki ilgili ifadeyi kullanınız. Ayrıca statik gerilme hesabında Kfs etkili olmazken, dinamik gerilme hesaplanırken alınmasına dikkat edilmelidir.



**SORU 2)** Şekilde görülen silindirin içerisine 0 ila 30 MPa arasında değişken basınç uygulanmaktadır. Silindirin iç çapı  $D = 70$  mm, uzunluğu  $L = 350$  mm ve cidar kalınlığı  $t = 10$  mm dir ve silindirin iki kenarına,  $\omega = 15$  mm kalınlığında iki kapak sağdan ve soldan, **10.9 kalite 6 adet M14x2 civata** ile bağlanmıştır. M14 civatanın etkin gerilme kesit alanı  $A_g = 115,44$  mm<sup>2</sup> dir. Silindirin içerisine işletme basıncı uygulanmadan önce uygulanan **ön gerilmeli montaj sonunda** bir civatadaki **0,5 mm uzama** ve **kapakta 0,25 mm kısalma** olduğu ölçülmüştür. 10.9 civatanın sonsuz ömür yorulma mukavemetinin tablodan 162 MPa olduğu bilinmektedir.

- Civatanın sonsuz ömür için emniyet katsayısını hesaplayınız. (20 Puan)
- Civatanın montajı sırasında emniyet katsayısını hesaplayınız. (20 Puan)
- Ön gerilme üçgenini çiziniz. (10 Puan)



## MAKİNE ELEMANLARI-I FORMÜL KAĞIDI

### Yorulma Faktörleri

Yüzey Katsayısı,  $k_a$

Yük Katsayısı  $k_c$

Yüzey İşlemi	Katsayı $a$ $S_{utr}$ MPa	Üs $b$
Taşlanmış	1.58	-0.085
İşlenmiş veya soğuk-çekilmiş	4.51	-0.265
Sıcak haddelenmiş	57.7	-0.718
Dövülmüş	272.	-0.995

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{eğilme} \\ 0.85 & \text{eksenel} \\ 0.59 & \text{burulma}^{17} \end{cases}$$

Boyut Katsayısı  $k_b$  Eğilme veya burulma durumunda

$$k_b = \begin{cases} (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Eksenel yükleme için, boyut etkisi olmadığından,

$$k_b = 1$$

### Kaynakta Gerilme Yığılma Faktörü

Tablo 9-5

Kaynak Tipi	$K_{fs}$
Yorulma	1.2
Gerilme-Yığılması	1.5
Katsayıları, $K_{fs}$ .	2.7
Uçtaki enine köşe kaynağı	2.0
Uçtaki paralel köşe kaynağı	
Keskin köşelerde T-alın kaynağı	

Eğilme durumunda bu katsayı alınır.

### KAYNAK

#### Statik ve dinamik yükün aynı anda olması durumu (Goodman Kriteri)

Kaynak emniyet katsayısı için aşağıdaki formül kullanılabilir. Ayrıca statik gerilme hesabında  $K_{fs}$  etkili olmazken, dinamik gerilme hesaplanırken alınmasına dikkat edilmelidir.

$$\frac{1}{n} = \frac{\tau_m}{S_{sy}} + \frac{\tau_a}{S_e}$$

Burada;  $\tau_m$ ; Ortalama gerilmelerin eşdeğeri,  $\tau_a$ ; Dinamik gerilmelerin eşdeğeri,  $S_{sy}$ ; Kesme **akma** mukavemeti ( $0,577 \cdot S_y$ ),  $S_e$ ; Sonsuz ömür için yorulma mukavemeti

### CİVATA

Pratikte;  $F_{ön} \cong 3 \cdot F_{i\dot{s}}$  alınır.

$$F_Z = F_{i\dot{s}} \cdot \frac{k_c}{(k_c + k_p)} \quad ; \quad F_Z = F_{i\dot{s}} \cdot k_e$$

$$F_P = F_{i\dot{s}} \cdot \frac{k_p}{(k_c + k_p)} \quad ; \quad F_P = F_{i\dot{s}} \cdot (1 - k_e)$$

Montaj sırasında civataya gelen burulma momenti  $M_{s1}$  pratikte;

$$M_{S1} \cong 0,12 \cdot F_{ön} \cdot d$$

**Tablo 9-1**

Köşe Kaynaklarının Burulma Özellikleri.\*

Kaynak	Boğaz Alanı	G Noktası	Birim Alanın İkinci Polar Momenti
	$A = 0.70 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$

**Tablo 9-2**

Köşe Kaynaklarının Eğilme Özellikleri.\*

Kaynak	Boğaz Alanı	G Noktası	Birim Alanın İkinci Momenti
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$

**Kaynakta J ve I**

$J = 0.707hJ_u$

$I = 0.707hI_u$

## MAKİNA ELEMANLARI-I 2021-2022 FİNAL SINAVI ÇÖZÜMLERİ

### ÇÖZÜM 1)

$$F_{maks} = 60000 \text{ N} ; F_{min} = 40000 \text{ N} ; F_m = \frac{F_{maks} + F_{min}}{2} = \frac{60000 + 40000}{2} = 50000 \text{ N}$$

$$F_a = \frac{F_{maks} - F_{min}}{2} = \frac{60000 - 40000}{2} = 10000 \text{ N}$$

$$A = 1,414 \cdot h \cdot d = 1,414 (10)(200) = 2828 \text{ mm}^2 ; I_U = \frac{d^3}{6} = \frac{200^3}{6} = 1333333 \text{ mm}^3$$

$$I = 0,707 \cdot h \cdot I_U = 0,707(10)(1333333) = 9426666 \text{ mm}^4$$

Statik gerilmeler;

$$\tau'_m = \frac{F_m}{A} = \frac{50000}{2828} = 17,68 \text{ MPa} ; \tau''_m = \frac{M_m \cdot c}{I} = \frac{(50000)(150)(100)}{9426666} = 79,56 \text{ MPa}$$

Dinamik gerilmeler;

$$\tau'_a = \frac{F_a}{A} K_{fs} = \frac{10000}{2828} \cdot 1,5 = \pm 5,3 \text{ MPa} ; \tau''_a = \frac{M_a \cdot c}{I} K_{fs} = \frac{(10000)(150)(100)}{9426666} \cdot 1,5 = \pm 23,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \sqrt{\tau'^2_m + \tau''^2_m} = \sqrt{(17,68)^2 + (79,56)^2} = 81,5 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \sqrt{\tau'^2_a + \tau''^2_a} = \sqrt{(5,3)^2 + (23,9)^2} = 24,5 \text{ MPa}$$

$$S_e = ? ; k_a = 272(482)^{-0,995} = 0,582 ; k_b = 1,51(200)^{-0,157} = 0,657 ; k_c = 1$$

$$S_e = (0,582)(0,657)(0,5)(482) = 92 \text{ MPa}$$

$$S_{sy} = 0,577 \cdot S_y = 0,577(393) = 226,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{\tau_m}{S_{sy}} + \frac{\tau_a}{S_e} ; \frac{1}{n} = \frac{81,5}{226,8} + \frac{24,5}{92} ; n = 1,6$$

### ÇÖZÜM 2)

a) İşletme basıncından dolayı maksimum basınç durumunda bir kapağa gelen kuvvet;

$$F_{kapak maks} = P \cdot A_{kapak} = P \cdot \left( \pi \frac{D^2}{4} \right) = 30 \cdot \left( \pi \frac{70^2}{4} \right) = 115453 \text{ N} ; F_{kapak min} = 0$$

Maksimum işletme basıncından dolayı sisteme gelen işletme kuvveti;

$$F_{iş maks} = \frac{F_{kapak}}{i} = \left( \frac{115453}{6} \right) = 19242 \text{ N} ; F_{iş min} = 0$$

$$F_{ön} = 3 \cdot (19242) = 57726 \text{ N}$$

$$k_c = \frac{F_{ön}}{\delta_c} = \left( \frac{57726}{0,5} \right) = 115452 \text{ N/mm} ; k_p = \frac{F_{ön}}{\delta_p} = \left( \frac{57726}{0,25} \right) = 230904 \text{ N/mm}$$

İşletme kuvvetinden dolayı bir civata üzerine gelen kuvvet;

$$F_Z = F_{iş} \frac{k_c}{k_c + k_p} = 19242 \left( \frac{115452}{115452 + 230904} \right) = 6414 \text{ N}$$

Civata üzerine gelen amplitude kuvvet değeri;

$$F_a = \frac{F_Z}{2} = \frac{6414}{2} = 3207 \text{ N}$$

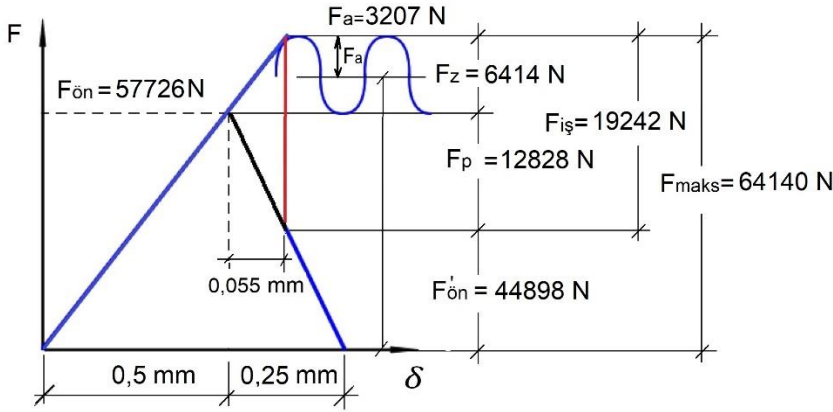
Civata üzerine gelen ortalama kuvvet değeri;

$$F_m = F_{ön} + F_a = 57726 + 3207 = 60933 \text{ N}$$

Civata üzerine gelen amplitude gerilme değeri;

$$\sigma_a = \frac{F_a}{A_g} = \frac{3207}{115,44} = 27,8 \text{ MPa} \quad ; \quad \sigma_m = \frac{F_m}{A_g} = \frac{60933}{115,44} = 527,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}}$$



10.9 kalite civatanın yorulma mukavemeti  $S_e = 162 \text{ MPa}$

10.9 kalite civatanın çekme mukavemeti  $S_{ut} = (10) \cdot (100) = 1000 \text{ MPa}$

$$\frac{1}{n} = \frac{27,8}{162} + \frac{527,8}{1000} \quad ; \quad n = 1,43$$

b) Civatanın sıkılması için gerekli moment  $M_{sıkma\ toplam} = M_{s1} + M_{s2}$  iken, sıkma sırasında civataya sadece  $M_{s1} = 0,12 \cdot F_{ön} \cdot d$  sıkma momenti etki eder ve bu moment civatayı burulma gerilmesine zorlar.

$A_g = 115,44 \text{ mm}^2$  idi. Bu durumda civata hesap çapı  $115,44 = \pi \frac{d^2}{4}$  ;  $d = 12,12 \text{ mm}$

$$M_{s1} = 0,12 (57726)(12,12) = 83956,7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{çekme} = \frac{F_{ön}}{A_g} = \frac{57726}{115,44} = 500 \text{ MPa}$$

$$\tau_{burulma} = \frac{16 \cdot M_{s1}}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot (83956,7)}{\pi (12,12)^3} = 240 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{500^2 + 3(240)^2} = 650 \text{ MPa}$$

10.9 kalite civatanın akma mukavemeti  $S_y = (10) \cdot (9) \cdot (10) = 900 \text{ MPa}$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{900}{650} \quad ; \quad n = 1,38 \quad \text{olduğundan ön gerilmeli montaj emniyetlidir.}$$