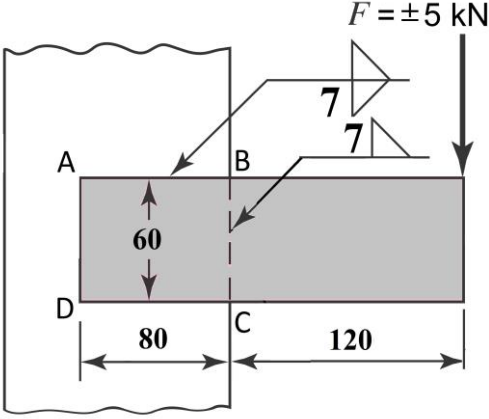


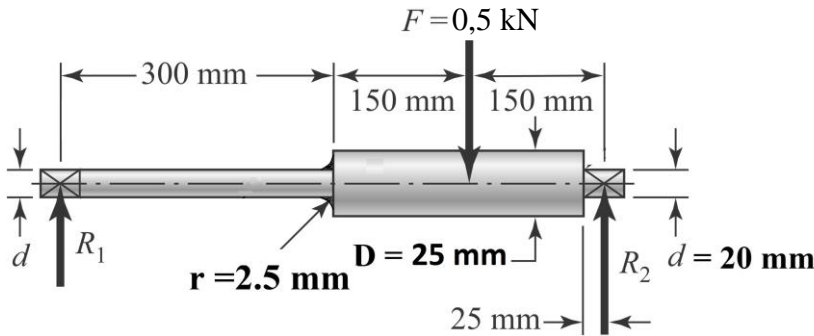
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MAKİNA MÜH. BÖLÜMÜ
MAKİNA ELEMANLARI-1 FİNAL SINAV SORULARI

09/01/2020
Süre: 90 dakika

SORU 1) (35 Puan) Aşağıdaki şekildeki kaynaklı parça **dinamik** bir $F = \pm 5$ kN kuvvetinin etkisindedir. Kaynaklanan parçalar **1040 CD** çeliğidir ve 10 mm kalınlığa sahiptir. Kaynak elektrotu olarak **E90XX** ($S_{ut} = 620$ MPa, $S_y = 530$ MPa) kullanılacaktır. Kaynak bölgesinin **emniyet** katsayısını hesaplayınız.



SORU 2) (30 Puan) Aşağıdaki şekilde görülen mil, 150 dev/dk ile 200 dev/dak arasında **değişken hızla**, $P = 3$ kW gücündeki bir motor ile dişli çark vasıtasıyla döndürülmektedir. Burulma momenti sadece, eğilme kuvvetinin verilen görünüşe göre sol tarafına etki etmektedir. Dişli çarktan mile şekilde görüldüğü gibi **500 N** eğilme yükü etki etmektedir. Mil, tavllanmış 1050 CD çeliğinden (Akma mukavemeti $S_y = 580$ MPa ve çekme mukavemeti $S_{ut} = 690$ MPa) ve 20 mm ve 25 mm çaplarında kademeli olarak tornalanarak imal edilmiştir. Milin yorulma emniyet katsayısını hesaplayınız.



SORU 3) a) Civatalarda ön gerilmeli bağlantı hangi durumlarda uygulanır. (5 Puan)

b) Ön gerilmeli bağlantıda ön gerilme üçgenini çizin ve büyüklükleri metin olarak tanımlayınız. (20 Puan)

c) Dinamik yükleme durumunda civatalardan istediğimiz özellik nedir? Nedeniyle birlikte yazınız. (10 Puan)

Başarılar...
Doç.Dr. Murat DİLMEÇ

MAKİNE ELEMANLARI-1 FORMÜL KAĞIDI (2017-2018 Güz)

Yorulma Faktörleri

Yüzey Katsayısı, k_a

Yük Katsayısı k_c

Yüzey İşlemi	Katsayı a S_{ut} , 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

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

Eksenel yükleme için, boyut etkisi olmadığından,

$$k_b = 1$$

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad S_f = a N^b \quad a = \frac{(f S_{ut})^2}{S_e} \quad b = -\frac{1}{3} \log \left(\frac{f S_{ut}}{S_e} \right)$$

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

Mil Hesabı

$$\sigma'_a = (\sigma_a^2 + 3\tau_a^2)^{1/2} = \left[\left(\frac{32K_f M_a}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16K_{fs} T_a}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\sigma'_m = (\sigma_m^2 + 3\tau_m^2)^{1/2} = \left[\left(\frac{32K_f M_m}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16K_{fs} T_m}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Miller için Goodman Kriteri

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

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\}$$

$$d = \left(\frac{16n}{\pi} \left\{ \frac{1}{S_e} [4(K_f M_a)^2 + 3(K_{fs} T_a)^2]^{1/2} + \frac{1}{S_{ut}} [4(K_f M_m)^2 + 3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2} \right\} \right)^{1/3}$$

Kaynak

$$J = 0.707h J_u$$

$$I = 0.707h I_u$$

Tablo 9-5

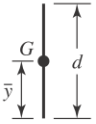
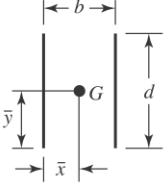
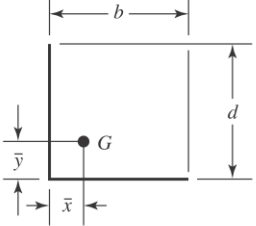
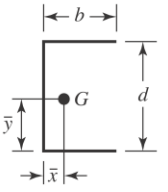
Yorulma
Gerilme-Yığılması
Katsayıları, K_{fs} .

Kaynak Tipi

Kaynak Tipi	K_{fs}
Destekli alın kaynağı	1.2
Uçtaki enine köşe kaynağı	1.5
Uçtaki paralel köşe kaynağı	2.7
Keskin köşelerde T-alın kaynağı	2.0

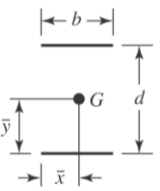
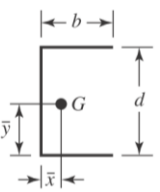
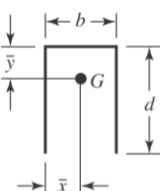
Tablo 9-1

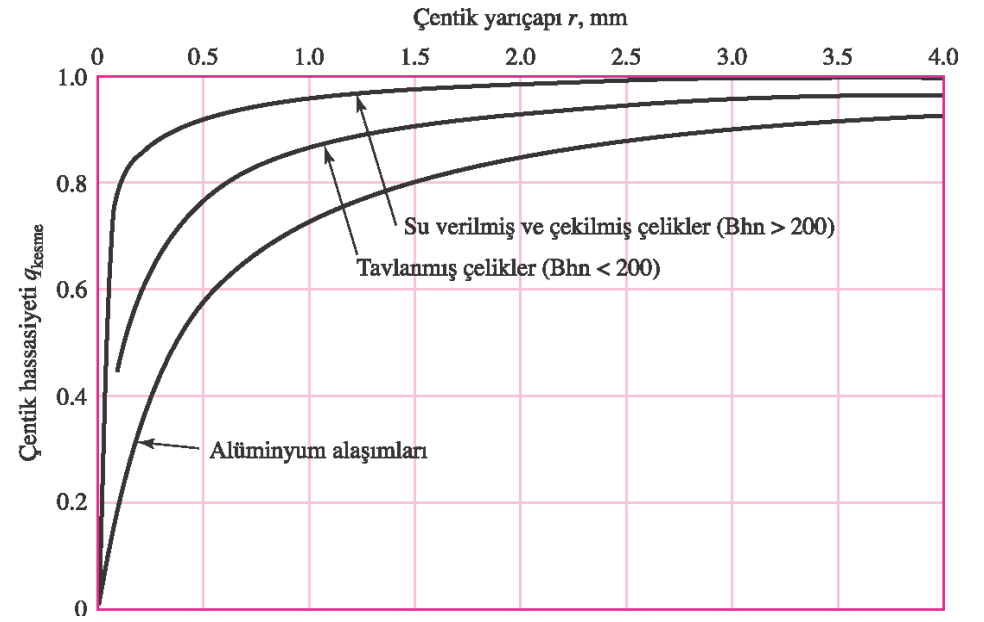
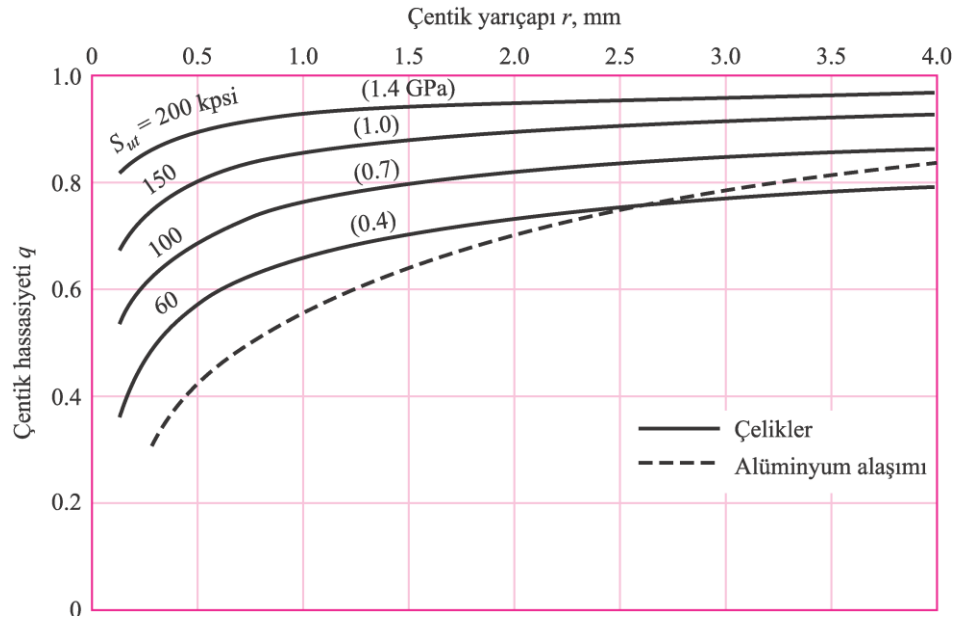
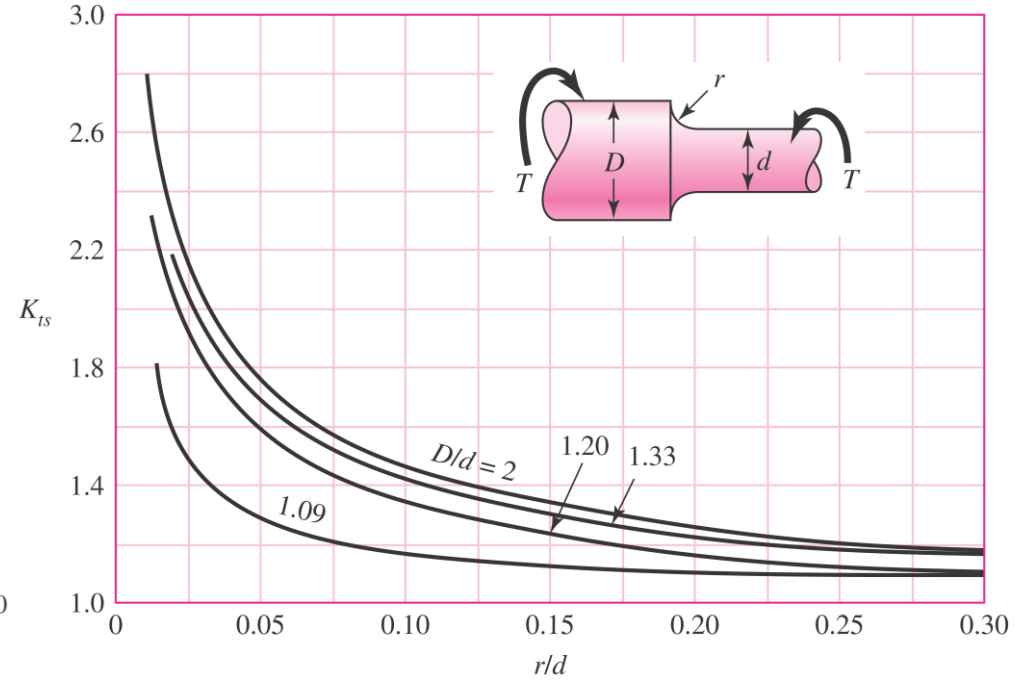
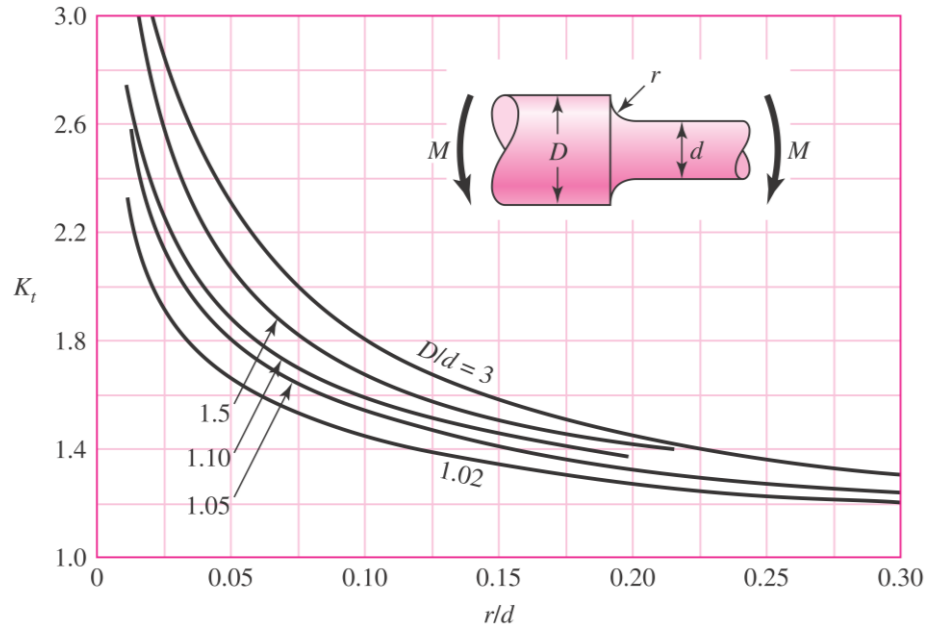
Köşe Kaynaklarının Burulma Özellikleri.*

Kaynak	Boğaz Alanı	G Noktası	Birim Alanın İkinci Polar Momenti
	$A = 0.70 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$
	$A = 1.41 hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2(b+d)}$ $\bar{y} = \frac{d^2}{2(b+d)}$	$J_u = \frac{(b+d)^4 - 6b^2d^2}{12(b+d)}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d}$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d}$

Tablo 9-2

Köşe Kaynaklarının Eğilme Özellikleri.*

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

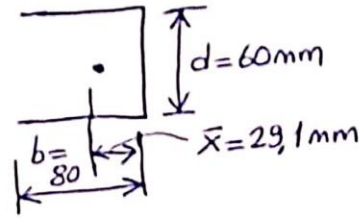


ME-1 19-20 FİNAL GÖZÜMLERİ

Çözüm 1)

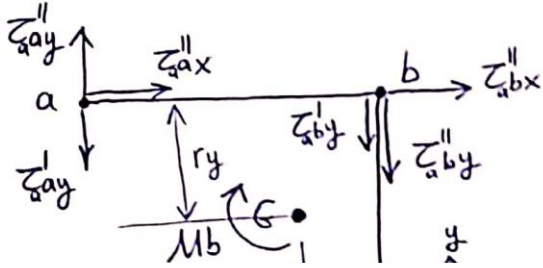
$$n = \frac{S_e}{\bar{\sigma}_{a \max}}$$

Kaynak deseni



$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b+d} = \frac{80^2}{2 \cdot 80 + 60} \approx 29,1 \text{ mm}$$

$$A = 0,707 \cdot h(2b+d) = 0,707(7)(2 \cdot 80 + 60) \Rightarrow A = 1088,8 \text{ mm}^2$$



$$\tau''_{ay} = \tau''_{by} = \frac{F}{A} \cdot K_{fs} = \frac{5000}{1088,8} (2,7) = 12,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma''_{ax} = \sigma''_{bx} = \frac{M_b \cdot r_y}{J} \cdot K_{fs}$$

$$; \tau''_{ay} = \frac{M_b \cdot r_{x2}}{J} \cdot K_{fs}$$

$$J_u = \frac{8 \cdot 80^3 + 6 \cdot 80 \cdot 60^2 + 60^3}{12} - \frac{80^4}{(2 \cdot 80 + 60)}$$

$$r_{x1} = (80 - 29,1) \text{ mm}; r_{x2} = 29,1 \text{ mm}$$

$$J_u = 317151 \text{ mm}^3 \Rightarrow J = 0,707(7)(317151) = 1569581 \text{ mm}^4$$

$$\sigma''_{ax} = \sigma''_{bx} = \frac{(5000)(120 + 29,1)(30)}{1569581} \cdot (2,7) = 38,47 \text{ MPa}$$

$$\tau''_{ay} = \frac{(5000)(80 - 29,1)(149,1)}{1569581} \cdot (2,7) = 65,27 \text{ MPa}; \tau''_{by} = 37,31 \text{ MPa}$$

a ve b noktası için x bileşenleri eşit olduğundan, y bileşeni büyük olan kritik olacaktır.

a noktasının y değeri = 65,27 - 12,4 = ↑ 52,87 MPa
b noktasının y değeri = 37,31 + 12,4 = ↓ 49,71 MPa

Bu durumda "a" noktası kritiktir.

$$\bar{\sigma}_{a \max} = \sqrt{(52,87)^2 + (38,47)^2} = \pm 65,38 \text{ MPa}$$

$$S_e = ? \quad k_a = 272(620)^{-0,995} = 0,453; \quad k_b = 1,51(80)^{-0,157} = 0,759$$

$$k_c = 0,59 \Rightarrow S_e = (0,453)(0,759)(0,59)(0,5)(620) \Rightarrow S_e = 62,88 \text{ MPa}$$

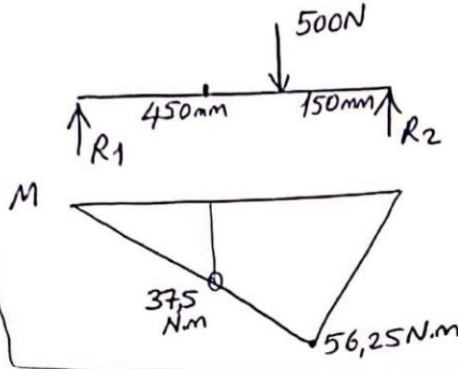
$$n = \frac{62,88}{65,38} \approx 0,96 \text{ Emniyetsiz.}$$

ÇÖZÜM 2: $P = 3 \text{ kW}$; $n_1 = 150 \text{ dev/dk}$; $n_2 = 200 \text{ dev/dk}$

$$3000 = T_{\min} \cdot \frac{\pi \cdot 200}{30} \Rightarrow T_{\min} = 143 \text{ N.m} ; 3000 = T_{\max} \cdot \frac{\pi \cdot 150}{30} \Rightarrow T_{\max} = 190 \text{ N.m}$$

$$T_m = \frac{143 + 190}{2} = 166,5 \text{ N.m} ; T_a = \frac{190 - 143}{2} = 23,5 \text{ N.m}$$

$$\begin{aligned} M_a &= 37,5 \text{ N.m} \\ T_a &= 23,5 \text{ N.m} \\ T_m &= 166,5 \text{ N.m} \\ M_m &= 0 \end{aligned}$$



$$\Rightarrow \begin{aligned} R_1 &= 125 \text{ N} \\ R_2 &= 375 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{f1} &=? \text{ (Eğilme)} \\ r/d &= 2,5/20 = 0,125 \\ D/d &= 25/20 = 1,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{fs} &=? \text{ (Burulma)} \\ K_{ts} &= 1,3 ; q_s = 0,95 \\ K_{fs} &= 1 + 0,95(1,3 - 1) = 1,285 \\ \tau_a &= \frac{16 \cdot (1,285) \cdot (23,5) \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^3} = 19,22 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$K_{t1} = 1,55 ; q_1 = 0,82$$

$$K_{f1} = 1 + 0,8(1,55 - 1) = 1,45 \Rightarrow \bar{\sigma}_a = \frac{32(1,44) \cdot 37,5 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^3} = 69,23 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \frac{16(1,285)(166,5) \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^3} = 136,2 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_a' = \sqrt{69,23^2 + 3(19,22)^2} = \pm 77 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_m' = \sqrt{0^2 + 3(136,2)^2} = 235 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} S_e &=? \\ k_a &= 4,51(690)^{-0,265} = 0,797 \\ k_b &= 1,24(20)^{-0,107} = 0,899 \\ k_c &= k_d = k_e = 1 \\ S_e &= (0,797)(0,899)(0,5)(690) \\ S_e &= 247 \text{ MPa} \end{aligned}$$

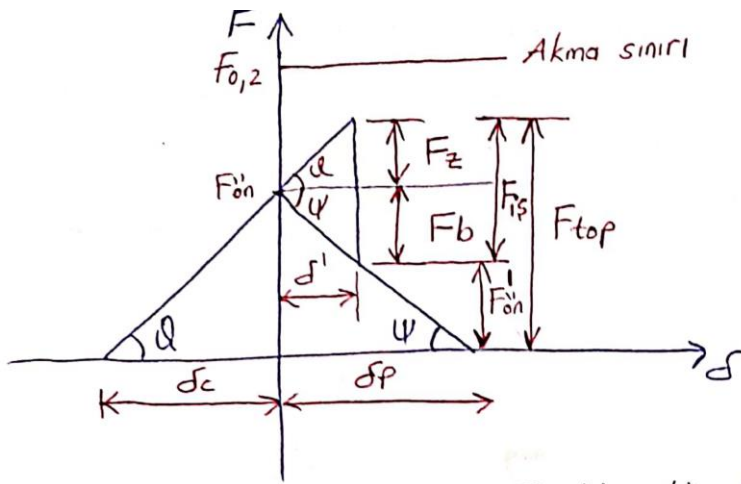
$$\frac{1}{n} = \frac{\bar{\sigma}_a'}{S_e} + \frac{\bar{\sigma}_m'}{S_{ut}} \text{ (Goodman)}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{77}{247} + \frac{235}{690} \Rightarrow \boxed{n = 1,53}$$

2/2

ÇÖZÜM 3)

- a) Civatalarda ön gerilmeli bağlantı; yükün dinamik olduğu ve sızdırmazlık istenilen durumlarda kullanılır.
b)



T

$$\delta_{c_{top}} = \delta_c + \delta'$$

$$\delta_{p_{top}} = \delta_p - \delta'$$

$F_{i\phi}$ 'in bir kısmı civataya (F_z)
bir kısmında parçalara (F_b) etki eder.
Civata için; etki eden toplam kuvvet
 $F_{top} = F_{0n} + F_z$

Parça için etki eden toplam kuvvet

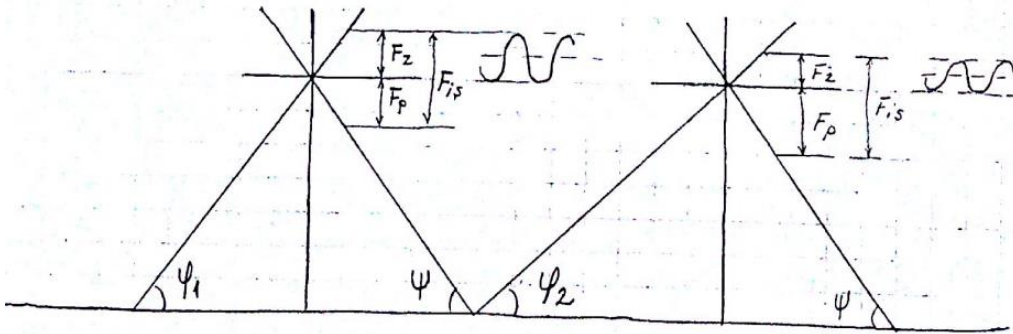
$$F_{0n}' = F_{0n} - F_b$$

$$k_c = \tan \varphi = \frac{F_{0n}}{\delta_c} = \frac{F_z}{\delta'} \Rightarrow F_z = \delta' \cdot k_c$$

$$k_p = \tan \psi = \frac{F_{0n}}{\delta_p} = \frac{F_b}{\delta'} \Rightarrow F_b = \delta' \cdot k_p$$

$k_c = \frac{E_c \cdot A_c}{l_c}$
$k_p = \frac{E_p \cdot A_p}{l_p}$

$$F_{i\phi} = F_z + F_b = \delta' (k_c + k_p) \Rightarrow \delta' = \frac{F_{i\phi}}{(k_c + k_p)}$$



① $\psi_2 < \psi_1$, $k_{c2} < k_{c1}$

