

KESİT ÇEKİRDEĞİ:

Örneğin kâğıt gibi çekme dayanımı , basınç dayanımından çok daha az olan malzemeden yapılmış bir kolonun, tüm kesitlerinde sadece basınç gerilmelerinin meydana gelmesi istenir. Bunun için eksantrikliğin belirli değerin altında kaldığı öyle bir bölge bulmak olasıdır ki, P yükü bu bölgede kaldığı sürece kolon kesitinde sadece **basınç gerilmesi** oluşur. Bu bölgeye "**kesit çekirdeği**" denir.

Dikdörtgen kesit için kesit çekirdeği:

AD ve BC kenarlarında meydana gelen basma gerilmeleri için elde edilen denklemler biraz düzenlenirse:

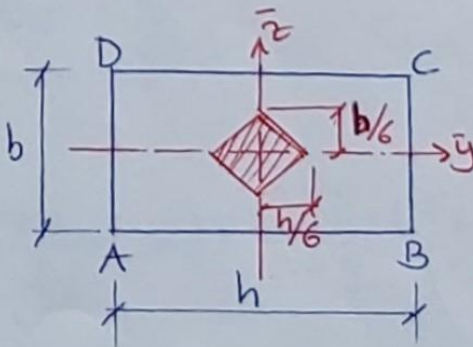
$$\sigma_{AD} = -\frac{P}{A} + \frac{(-P \cdot e)}{\frac{bh^3}{12}} \left(-\frac{h}{2}\right) = -\frac{P}{b \cdot h} + \frac{6(P \cdot e)}{bh^2} = -\frac{P}{bh} \left(1 - \frac{6e}{h}\right)$$

$$\sigma_{AD} = -\frac{P}{b \cdot h} \left(1 - \frac{6e}{h}\right)$$

AD kenarındada basınç gerilmesi oluşması için parantez içindeki ifadenin (+) olması gerekir.

$$1 - \frac{6e}{h} > 0 \quad \text{dan} \quad 1 > \frac{6e}{h} \quad \boxed{e < \frac{h}{6}} \quad \text{çıkar.}$$

NOT: Tüm kesitte sadece basınç gerilmesinin meydana gelmesi için y yönündeki eksantrikliğin sınır değeriyle beraber $\boxed{e \leq \frac{h}{6}}$ olması gerekir.



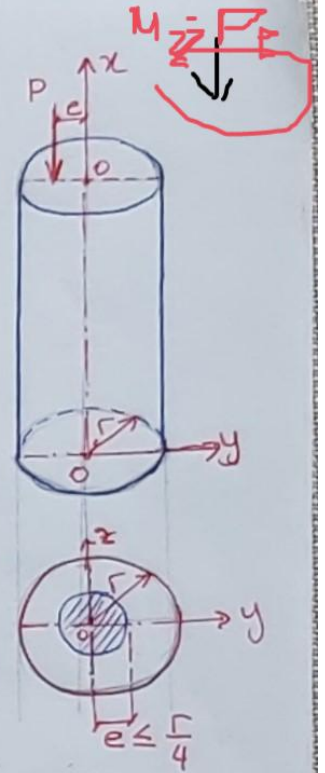
Dikdörtgen kesitte;
kesit çekirdeği, ortada
taralı olarak görülen
bir **eskenar dörtgen**'dir.

Daire kesit için kesit çekirdeği:

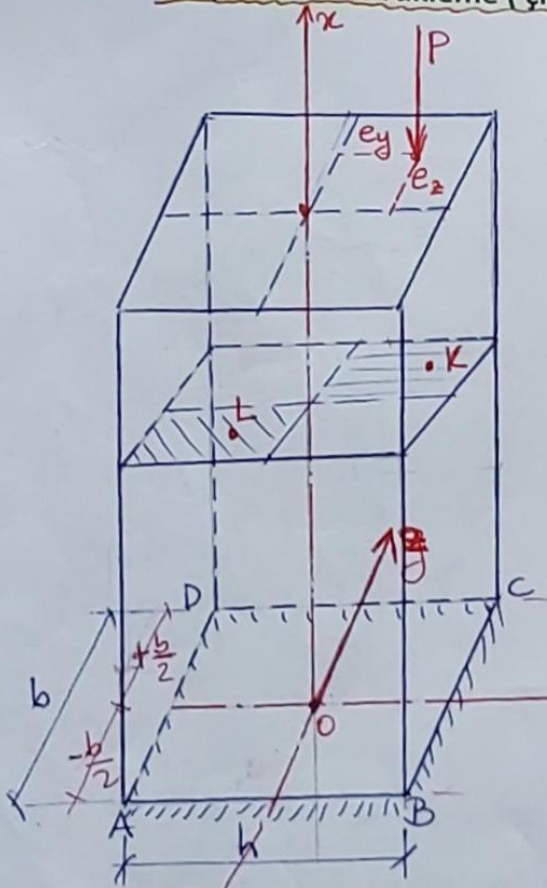
$$\sigma_{\max} = -\frac{P}{A} + \frac{(P \cdot e)}{\frac{\pi r^4}{4}} (r) = -\frac{P}{\pi r^2} \left(1 - \frac{4e}{r}\right)$$

$$\sigma_{\max} < 0 \text{ için; } 1 - \frac{4e}{r} > 0 \Rightarrow e \leq \frac{r}{4}$$

Bu durumda kesit çekirdeği, eş merkezli ve $\frac{r}{4}$ yarıçaplı bir dairedir.



II. Tip eksantrik Yükleme (çift eksantriklik)



Normal kuvvet: P

$$M_y = -P \cdot e_z \quad (\curvearrowright)$$

$$M_z = -P \cdot e_y \quad (\curvearrowleft)$$

$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{(-P \cdot e_y)}{\frac{bh^3}{12}} \left(-\frac{h}{2}\right) + \frac{(-P \cdot e_z)}{\frac{hb^3}{12}} \left(-\frac{b}{2}\right)$$

$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} \left(\frac{h}{2}\right) + \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right)$$

$$\sigma_B = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} \left(+\frac{h}{2}\right) + \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right)$$

$$\sigma_C = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} \left(+\frac{h}{2}\right) - \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right)$$

$$\sigma_D = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} \left(\frac{h}{2}\right) - \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right)$$

K(x_K, y_K, z_K)

$$\sigma_K = -\frac{P}{A} + \frac{-M_z}{I_z} (y_K) + \frac{-M_y}{I_y} (z_K) = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} y_K - \frac{M_y}{I_y} z_K$$

L(x_L, y_L, z_L)

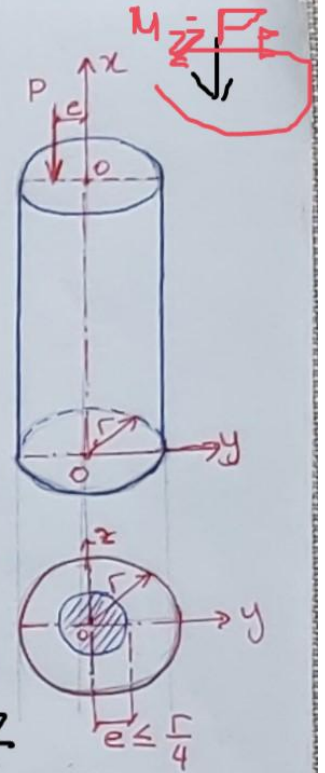
$$\sigma_L = -\frac{P}{A} + \frac{-M_z}{I_z} (-y_K) + \frac{-M_y}{I_y} (-z_L) = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} y_K + \frac{M_y}{I_y} z_L$$

Daire kesit için kesit çekirdeği:

$$\sigma_{max} = -\frac{P}{A} + \frac{(P \cdot e)}{\frac{\pi r^4}{4}} (r) = -\frac{P}{\pi r^2} \left(1 - \frac{4e}{r}\right)$$

$$\sigma_{max} < 0 \text{ için; } 1 - \frac{4e}{r} > 0 \Rightarrow \boxed{e \leq \frac{r}{4}}$$

Bu durumda kesit çekirdeği, eş merkezli ve $\frac{r}{4}$ yarıçaplı bir dairedir.



II. Tip eksantrik Yükleme (çift eksantriklik)

$$N + M_y + M_z$$

Normal kuvvet: P

$$M_y = -P \cdot e_z \quad (\curvearrowright)$$

$$M_z = -P \cdot e_y \quad (\curvearrowleft)$$

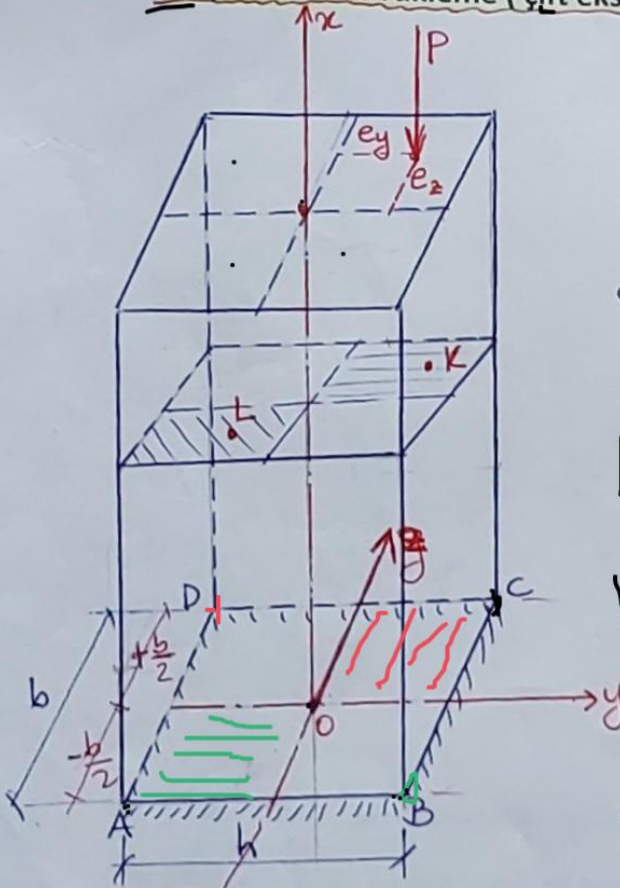
$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{(-P \cdot e_y)}{\frac{bh^3}{12}} \left(-\frac{h}{2}\right) + \frac{(-P \cdot e_z)}{\frac{hb^3}{12}} \left(-\frac{b}{2}\right)$$

$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} \left(\frac{h}{2}\right) + \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right) \quad (4)$$

$$\sigma_B = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} \left(+\frac{h}{2}\right) + \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right) \quad (7)$$

$$\sigma_C = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} \left(+\frac{h}{2}\right) - \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right) \quad (8)$$

$$\sigma_D = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} \left(\frac{h}{2}\right) - \frac{M_y}{I_y} \left(\frac{b}{2}\right)$$



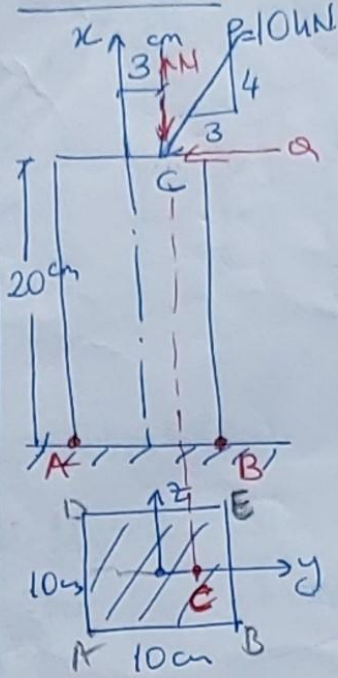
$K(x_K, y_K, z_K)$

$$\sigma_K = -\frac{P}{A} + \frac{-M_z}{I_z} (y_K) + \frac{-M_y}{I_y} (z_K) = -\frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} y_K - \frac{M_y}{I_y} z_K$$

$L(x_L, y_L, z_L)$

$$\sigma_L = -\frac{P}{A} + \frac{-M_z}{I_z} (-y_K) + \frac{-M_y}{I_y} (-z_L) = -\frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} y_K + \frac{M_y}{I_y} z_L$$

SORU: (N+M_x)



Şekilde görüldüğü gibi yüklenen kare kesitli kolonda A ve B noktalarındaki normal gerilmeleri hesaplayınız.

$$I_z = \frac{10^4}{12} = 833,33$$

$$I_z \approx 834 \text{ cm}^4$$

$$Q = 10 \cdot \frac{3}{5} = 6 \text{ kN} = 6 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N = 10 \cdot \frac{4}{5} = 8 \text{ kN} = 8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$M_e = (-8 \cdot 10^3) (3) = -24 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

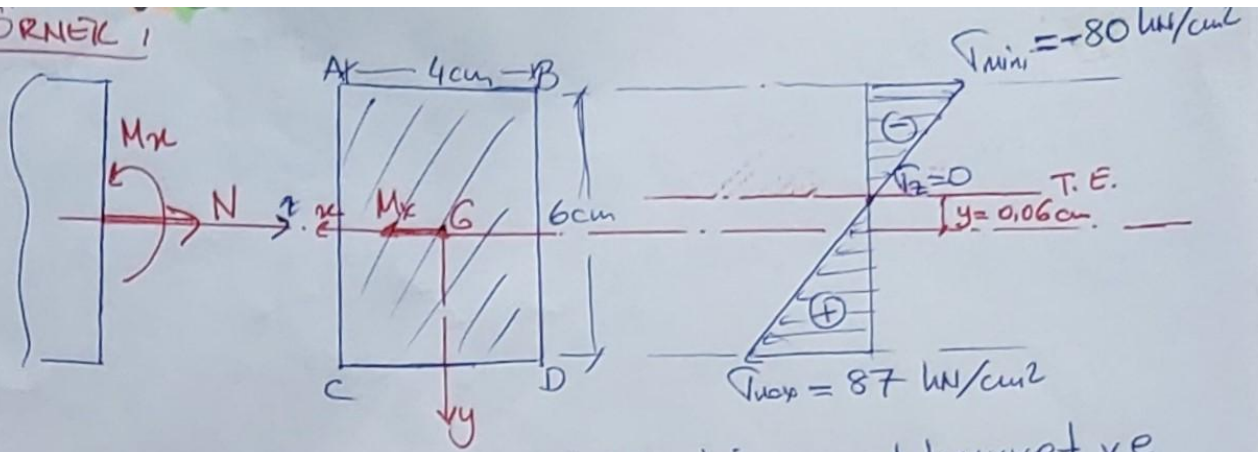
$$\sigma_A = - \frac{8 \cdot 10^3}{10 \times 10} + \frac{(-8 \cdot 10^3 \cdot 3)}{834} (-5) + \frac{(6 \cdot 10^3 \cdot 20)}{834} (-5)$$

$$= -80 + 144 - 720 = -656 \text{ N/cm}^2 \quad \text{A'daki gerilme}$$

$$\sigma_B = - \frac{8 \cdot 10^3}{10 \times 10} + \frac{(-8 \cdot 10^3 \cdot 3)}{834} (5) + \frac{(6 \cdot 10^3 \cdot 20)}{834} (+5)$$

$$= -80 - 144 + 720 = 496 \text{ N/cm}^2 \quad \text{B'deki gerilme}$$

ÖRNEK 1



Sekildeki kesite $N=40 \text{ kN}$ luk bir normal kuvvet ve $M_x=20 \text{ kN.m}$ lik eğilme momenti etki etmektedir. Tarafsız eksenini bulunuz. ve gerilme diyagramını çiziniz.

ÇÖZÜM 1

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} y$$

$$\sigma_z = \frac{4 \cdot 10^4}{24} + \frac{2 \cdot 10^6}{72} y$$

$$\sigma_z = 1666,7 + 27777,8 y$$

$$\sigma_z = 0 : 27777,8 y = -1666,7 \Rightarrow T.E.$$

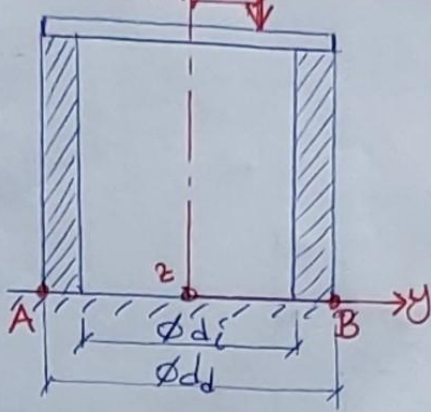
T.E: $y = -0,06 \text{ cm}$ x ekn. paralel bir doğrudur

$$\sigma_{max} = \frac{4 \cdot 10^4}{24} + \frac{2 \cdot 10^6}{72} [3 + 0,06] \approx 86667 \text{ N/cm}^2 \approx 87 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = \frac{4 \cdot 10^4}{24} + \frac{2 \cdot 10^6}{72} [- (3 - 0,06)] \approx -80.000 \text{ N/cm}^2 \approx -80 \text{ kN/cm}^2$$

$-2,94 \text{ cm}$

ÖRNEK $(N+M_e)$
 $P = ?$



Kısa döküm kolonun;
 iç çapı = 17,5 cm, dış çapı = 25 cm dir.

Malzeme için;

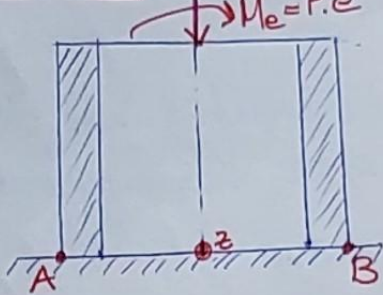
$$(\sigma_{em})_c = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sigma_{em})_b = 75 \text{ N/mm}^2 \text{ dir.}$$

Eksantrikliği $e = 8 \text{ cm}$ olan ve rijit
 bir plaka yardımıyla etkiyen düşey

bir P yükünün emniyetli en büyük değerini bulunuz.

ÇÖZÜM;



$$(\sigma_{em})_c = 15 \text{ N/mm}^2 = 1500 \text{ N/cm}^2$$

$$(\sigma_{em})_b = -75 \text{ N/mm}^2 = -7500 \text{ N/cm}^2$$

$$I_z = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \approx 14571 \text{ cm}^4$$

$$A = \frac{\pi}{4} [(25)^2 - (17,5)^2] \Rightarrow A = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4} \approx 251 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_A = -\frac{P}{A} + \frac{-(P \cdot e)}{I_z} (-y)$$

$$1500 = -\frac{P}{\frac{\pi}{4} [(25)^2 - (17,5)^2]} + \frac{(P \cdot 8)}{\frac{\pi}{64} [(25)^4 - (17,5)^4]} (12,5)$$

$$P = 520.834 \text{ (N)} \approx 521 \text{ kN}$$

$$\sigma_B = -\frac{P}{A} + \frac{-(P \cdot e)}{I_z} (+y)$$

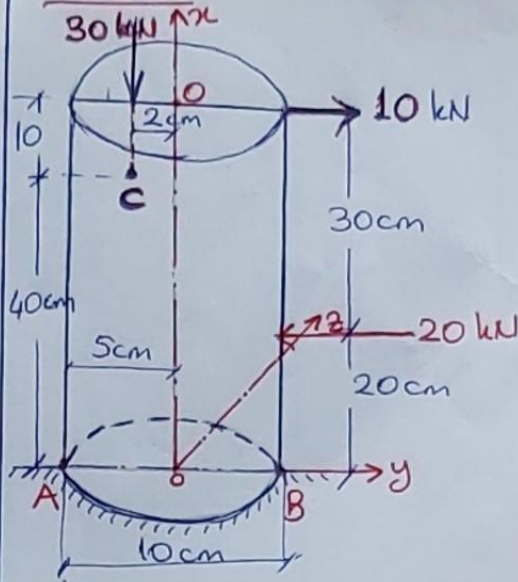
$$-7500 = -\frac{P}{\frac{\pi}{4} [(25)^2 - (17,5)^2]} - \frac{(P \cdot 8)}{\frac{\pi}{64} [(25)^4 - (17,5)^4]} (12,5)$$

$$P = 691435 \text{ (N)} \approx 692 \text{ kN}$$

$$P_{em} = 520.834 \text{ (N)} \approx 521 \text{ kN}$$

seçilir

ÖRNEK:



Şekildeki silindirik kolonda; A, B, C noktalarındaki normal gerilmeleri hesaplayınız.

$$I = \frac{\pi 5^4}{4} \approx 491 \text{ cm}^4$$

$$A = \pi 5^2 \approx 78,6 \text{ cm}^2$$

ÇÖZÜM:

30 kN'lık kuvvet; O kesit merkezine taşınırsa; kendisine eşit 30 kN'lık basma yükü ve $M_1 = 30 \times 2 = 60 \text{ kN.cm}$ moment

C için: 30 kN'lık basma kuvveti + 60 kN'cm'lik eğilme momenti

+ $M_2 = 10 \times 10 = -100 \text{ kN.cm}$ eğilme momenti

$$\sigma_C = -\frac{30}{A} + \frac{M_1}{I}(-2) + \frac{M_2}{I}(-2)$$

$$= -\frac{30}{\pi 5^2} - \frac{60 \cdot 2}{\frac{\pi 5^4}{4}} + \frac{100 \cdot 2}{\frac{\pi 5^4}{4}} = -0,38 - 0,25 + 0,41$$

$$M_3 = 20 \cdot 20 = 400 \text{ kN.cm}$$

$$\sigma_C = -0,22 \text{ kN/cm}^2 \quad (B)$$

$$\sigma_A = -\frac{30}{A} + \frac{M_1}{I}(-5) + \frac{M_2}{I}(-5) + \frac{M_3}{I}(-5)$$

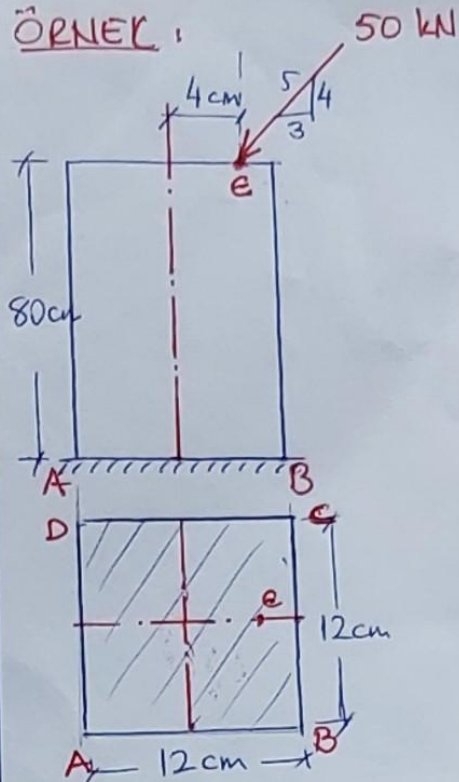
$$= -0,38 - \frac{60}{\frac{\pi 5^4}{4}}(5) + \frac{500}{\frac{\pi 5^4}{4}}(5) - \frac{400}{\frac{\pi 5^4}{4}}(5)$$

$$= -0,38 - 0,61 + 5,1 - 4,08 \Rightarrow \sigma_A = +0,03 \text{ kN/cm}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_B = -\frac{30}{A} + \frac{M_1}{I}(5) + \frac{M_2}{I}(5) + \frac{M_3}{I}(5)$$

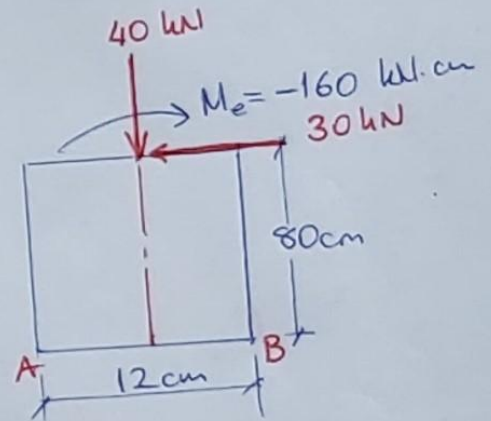
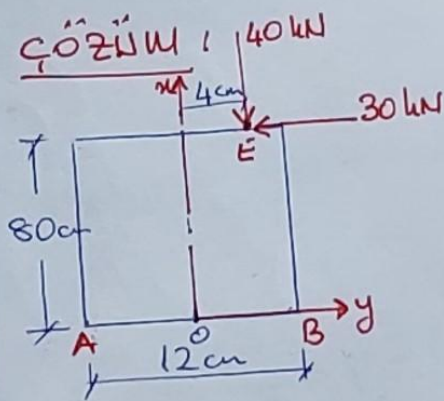
$$= -0,38 + 0,61 - 5,1 + 4,08 \Rightarrow \sigma_B = -0,79 \text{ kN/cm}^2 \quad (B)$$

ÖRNEK:



Kare kesitli kalın kolonda;
A ve B noktalarındaki normal
gerilme değerlerini bulunuz.

ÇÖZÜM:



$$\sigma_A = -\frac{40}{A} + \frac{(-160)}{I}(-6) + \frac{(30 \cdot 80)}{I}(-6)$$

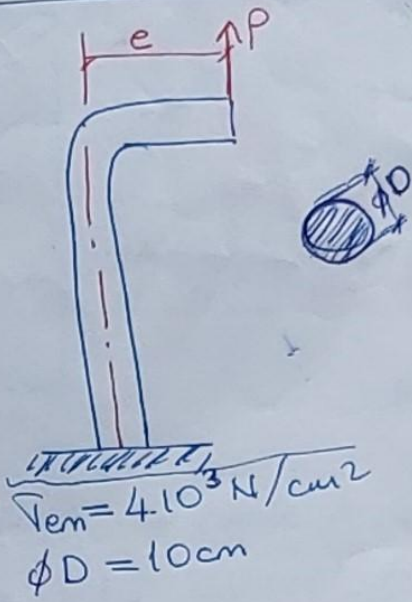
$$= -\frac{40}{(12 \cdot 12)} + \frac{160 \cdot 6}{\frac{12 \cdot (12)^3}{12}} - \frac{(2400)(6)}{\frac{12 \cdot (12)^3}{12}} = -0,28 + 0,56 - 8,34$$

$$\sigma_A = -8,06 \text{ kN/cm}^2 \quad (B)$$

$$\sigma_B = -\frac{40}{(12 \cdot 12)} + \frac{(-160)}{\frac{12 \cdot (12)^3}{12}}(+6) + \frac{(2400)}{\frac{12 \cdot (12)^3}{12}}(+6)$$

$$= -0,28 - 0,56 + 8,34 \Rightarrow \sigma_B = 7,50 \text{ kN/cm}^2 \quad (4)$$

SORU: (N+Mx)



Kesiti D çapında bir daire olan L şeklindeki çubuk, görüldüğü gibi serbest uçundan çubuk düzlemi içinde bulunan bir P yükü ile yüklenmiştir. Çubuk malzemesinin çekme emniyet gerilmesi σ_{em} ve $e = 3D$ old. göre bu çubuğun taşıyabileceği P_{max} değerini bulunuz.

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} + \frac{(P \cdot e) \left(\frac{D}{2}\right)}{I_x} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_{max} = \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4}} + \frac{P(3D)}{\frac{\pi D^4}{32}} \left(\frac{D}{2}\right) \leq \sigma_{em}$$

$$\frac{4P}{\pi D^2} + \frac{32(3PD)}{\pi D^3} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_{em} \geq \frac{100P}{\pi D^2}$$

$$P \geq \frac{\sigma_{em} (\pi D^2)}{100} \Rightarrow$$

$$P_{max} = \frac{\pi D^2}{100} \sigma_{em}$$

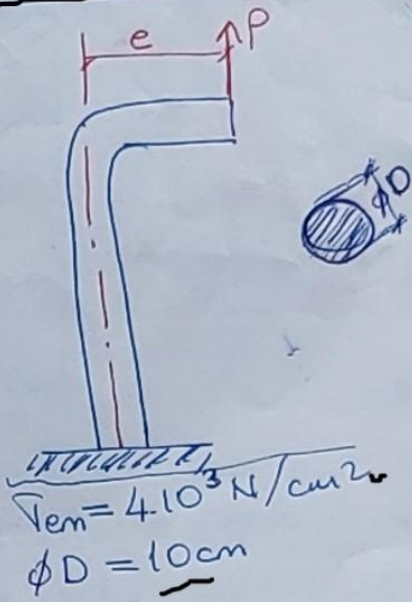
Değerler yerine konursa.

$$P_{max} = \frac{\pi (10)^2}{100} (4 \cdot 10^3) \Rightarrow$$

$$P_{max} = 12,567 \text{ N/cm}^2$$

$$P_{max} = 12,5 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2 \text{ olmalı}$$

SORU: (N+Mx)



Kesiti D çapında bir daire olan L şeklindeki çubuk, görüldüğü gibi serbest uçundan çubuk düzlemi içinde bulunan bir P yükü ile yüklenmiştir. Çubuk malzemesinin çekme emniyet gerilmesi τ_{em} ve $e = 3D$ old. göre bu çubuğun taşıyabileceği P_{max} değerini bulunuz.

$$\tau_{max} = \frac{P}{A} + \frac{(P \cdot e) \left(\frac{D}{2}\right)}{I_x} \leq \tau_{em}$$

$$\tau_{max} = \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4}} + \frac{P(3D)}{\frac{\pi D^4}{32}} \left(\frac{D}{2}\right) \leq \tau_{em}$$

$$\frac{4P}{\pi D^2} + \frac{32(3PD)}{\pi D^3} \leq \tau_{em}$$

$$\tau_{em} \geq \frac{100P}{\pi D^2}$$

$$P \geq \frac{\tau_{em} (\pi D^2)}{100} \Rightarrow$$

$$P_{max} = \frac{\pi D^2}{100} \tau_{em}$$

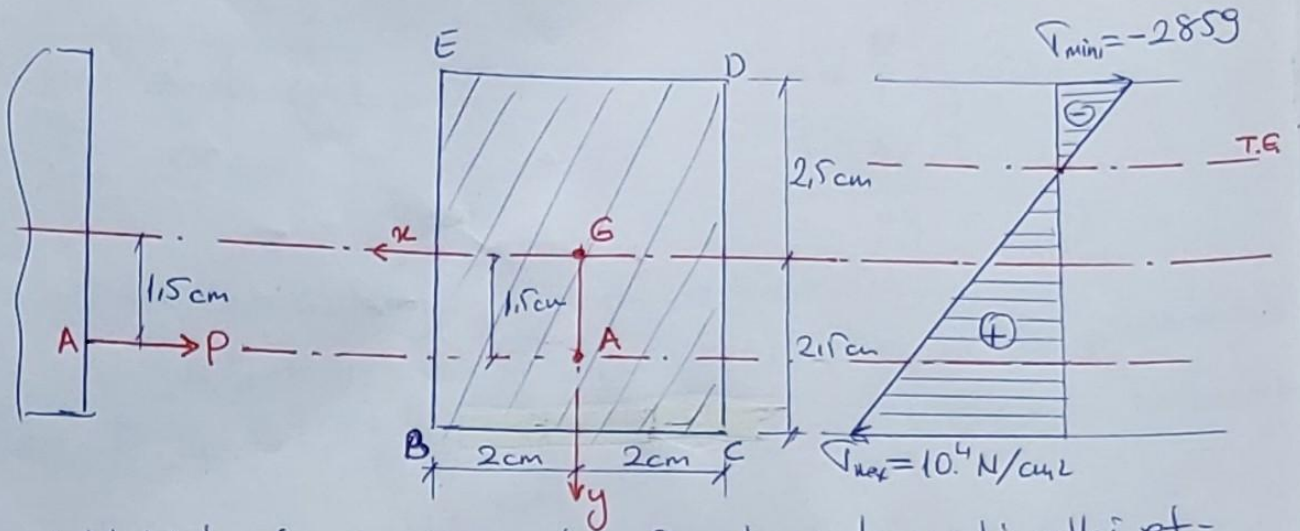
Değerler yerine konursa.

$$P_{max} = \frac{\pi (10)^2}{100} (4 \cdot 10^3) \Rightarrow$$

$$P_{max} = 12,567 \text{ N/cm}^2$$

$$P_{max} = 12,5 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2 \text{ olmalı}$$

ÖRNEK:



Şekildeki kesite A noktasında P çekme kuvveti etki etmektedir. Kuvvet A noktasına uygulandığına göre P kuvvetinin alabileceği değeri hesaplayınız. ($\tau_{em} = 10^4 \text{ N/cm}^2$)

ÇÖZÜM:

P kuvveti ağırlık merkezine taşınırsa: $\begin{cases} P = N \\ M_x = 1.5P \end{cases}$

$$A = 5 \cdot 4 = 20 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{4 \cdot 5^3}{12} = 41.67 \text{ cm}^4$$

$$\tau_z = \frac{P}{20} + \frac{(1.5P)}{41.67} y$$

$$\tau_{max} = P \left[\frac{1}{20} + \frac{1.5}{41.67} (2.5) \right] \leq 10^4 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \boxed{P \leq 71480 \text{ N}}$$

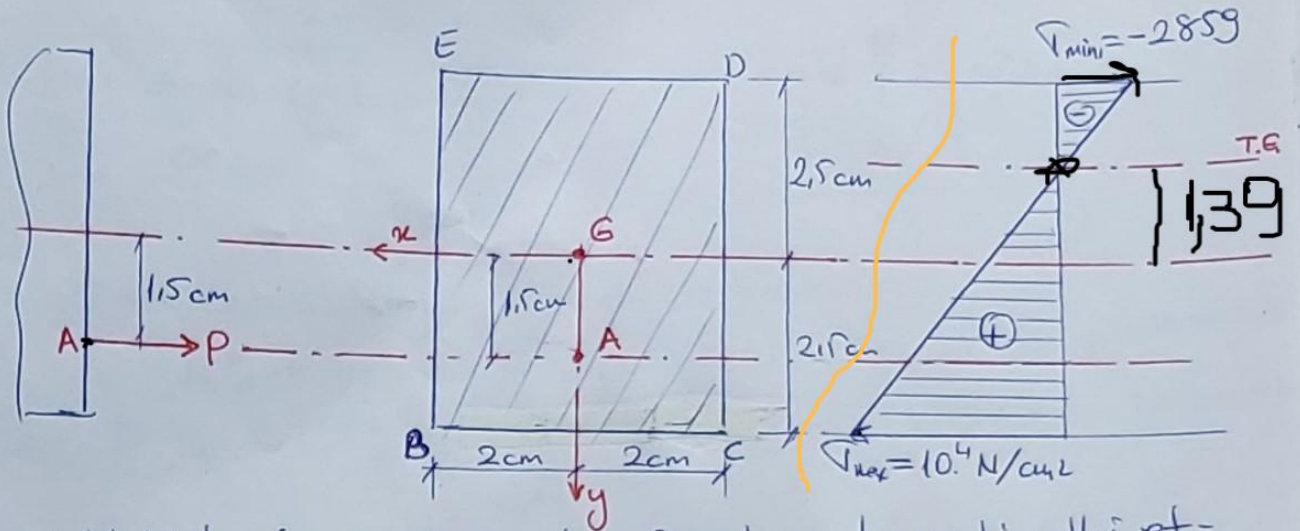
$$\tau_{min} = 71480 \left[\frac{1}{20} + \frac{1.5}{41.67} (-2.5) \right] = -2859 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{T.E.} \Rightarrow \tau_z = 0: \tau_z = \frac{71480}{20} + \frac{(1.5 \cdot 71480)}{41.67} y = \boxed{y = -1.39}$$

$$\tau_{max} = 71480 \left[\frac{1}{20} + \frac{1.5}{41.67} (+2.5) \right] \approx 10.000 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_{min} = -2859 \text{ N/cm}^2$$

ÖRNEK:



Şekildeki kesite A noktasında P çekme kuvveti etki etmektedir. Kuvvet A noktasına uygulandığına göre P kuvvetinin alabileceği değeri hesaplayınız. ($\tau_{em} = 10^4 \text{ N/cm}^2$)

ÇÖZÜM:

P kuvveti ağırlık merkezine taşınırsa: $\begin{cases} P = N \\ M_x = 1,5P \end{cases}$

$$A = 5 \cdot 4 = 20 \text{ cm}^2$$

$$I_x = \frac{4 \cdot 5^3}{12} = 41,67 \text{ cm}^4$$

$$\tau_z = \frac{P}{20} + \frac{(1,5P)}{41,67} y$$

$$\tau_{max} = P \left[\frac{1}{20} + \frac{1,5}{41,67} (2,5) \right] \leq 10^4 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow P \leq 71480 \text{ N}$$

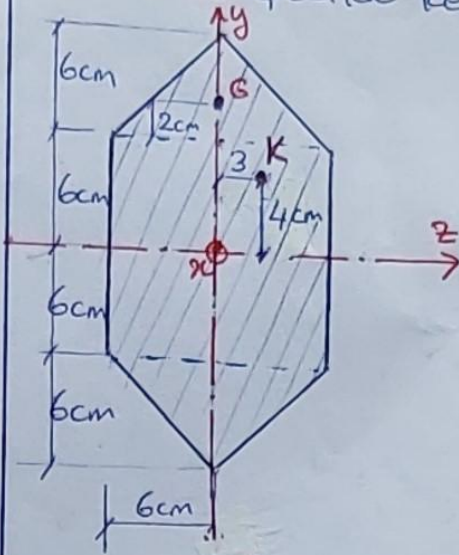
$$\tau_{min} = 71480 \left[\frac{1}{20} + \frac{1,5}{41,67} (-2,5) \right] = -2859 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{T.E.} \Rightarrow \tau_z = 0: \tau_z = \frac{71480}{20} + \frac{(1,5 \cdot 71480)}{41,67} y = y = -1,39$$

$$\tau_{max} = 71480 \left[\frac{1}{20} + \frac{1,5}{41,67} (+2,5) \right] \approx 10.000 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_{min} = -2859 \text{ N/cm}^2$$

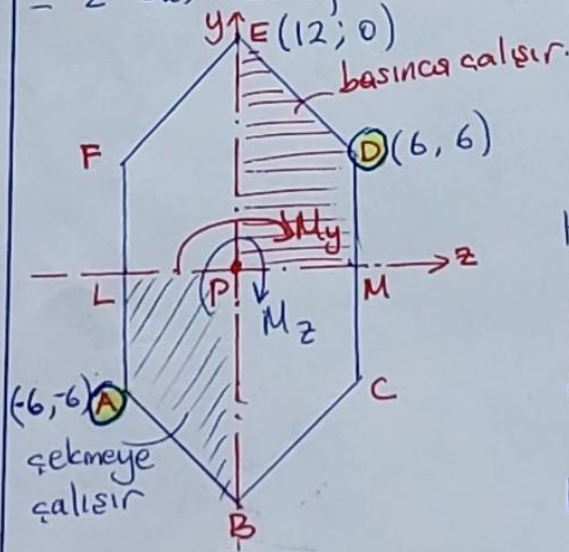
ÖRNEK: Şekilde kesiti verilen kısa kalın kolon;



K noktasında x eksenine paralel (yz düz. dik) olarak $P=200$ kN'luk düşey yük etkisindedir. Kesitte maksimum çekme ve maksimum basınç gerilmelerinin nerelerde oluştuklarını ve değerlerini bulunuz.

ÇÖZÜM: P kuvveti K 'da kesite dik etki ediyor.

- Bütün kesitlerde; $\sigma_z = -\frac{P}{A}$ basma gerilmesi,
- y eksen etrafında; $M_y = -3P$ (kN.cm) lik eğilme momenti,
- z eksen etrafında; $M_z = -4P$ (kN.cm) "



M_y → EBCD tarafını basınca çalıştırır.
 M_y → EFAB " çekmeye çalıştırır.

Her iki momentin etkisiyle;

EPMD bölgesi basınca;
 ALPB " çekmeye çalışır.

M_z → LFEDM tarafını basınca çalıştırır.
 M_z → LABCM " çekmeye çalıştırır.

D'de maksimum basınç gerilmesi,
 A'da maksimum çekme gerilmesi oluşsa bile, E ve B'nin kontrolü gerekir.

$$\text{Kesit: } A = (12)(12) + 2 \left[\frac{1}{2} (6 \cdot 12) \right] = 216 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12} + 4 \frac{6 \cdot 6^3}{12} = \frac{(12)(12)^3}{12} + 4 \frac{6 \cdot 6^3}{12} = 2160 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{12(12)^3}{12} + 2 \left[\frac{12 \cdot 6^3}{36} + (8)^2(6 \cdot 6) \right] = 6480 \text{ cm}^4$$

$$z_E = 0$$

$$\sigma_D = - \frac{P}{A} - \frac{M_y}{I_y} z_D - \frac{M_z}{I_z} y_D$$

$$= - \frac{200}{216} - \frac{(200 \cdot 3)}{2160} (6) - \frac{(200 \cdot 4)}{6480} (6) = -0,93 - 1,67 - 0,74$$

$$\sigma_D = -3,34 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{Maximum basma gerilmesi})$$

$$\sigma_A = - \frac{P}{A} + \frac{M_y}{I_y} z_A + \frac{M_z}{I_z} y_A$$

$$= - \frac{200}{216} + \frac{(200 \cdot 3)}{2160} (6) + \frac{(200 \cdot 4)}{6480} (6) = -0,93 + 1,67 + 0,74$$

$$\sigma_A = 1,48 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{Maximum çekme gerilmesi})$$

$$\sigma_E = - \frac{P}{A} - \frac{M_z}{I_z} y_E - \frac{M_y}{I_y} z_E^0$$

$$= - \frac{200}{216} - \frac{(200 \cdot 4)}{6480} (12) = -0,93 - 1,48$$

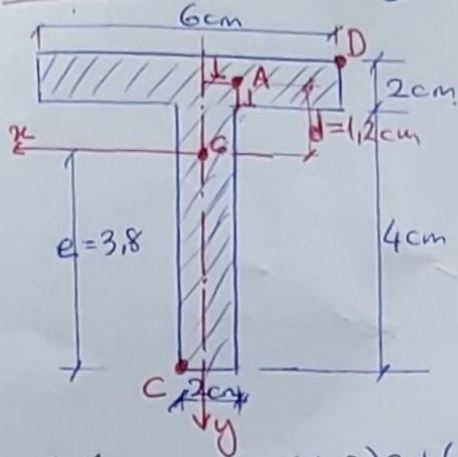
$$\sigma_E = -2,41 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{Basma gerilmesi})$$

$$\sigma_B = - \frac{P}{A} + \frac{M_z}{I_z} y_B - \frac{M_y}{I_y} z_B^0 = - \frac{200}{216} + \frac{(200 \cdot 4)}{6480} (12)$$

$$= -0,93 + 1,48$$

$$\sigma_B = 0,56 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{Çekme gerilmesi})$$

ÖRNEK 5 $(N + M_x + M_y)$



A noktasına uygulanan P basma kuvvetinin alabileceği değeri hesaplayınız.

$$(\tau_{em})_s = 20 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2 \text{ dir.}$$

Kesit üzerinde gerilme çizgisi çiziniz

ÇÖZÜM 1 $e = \frac{(4 \cdot 2) \cdot 2 + (6 \cdot 2) \cdot 5}{4 \cdot 2 + 6 \cdot 2} = 3,8 \text{ cm}$

$$I_x = \left[\frac{2 \cdot 4^3}{12} + (3,8 - 2)^2 (4 \cdot 2) \right] + \left[\frac{6 \cdot 2^3}{12} + (3,8 - 5)^2 (6 \cdot 2) \right] \approx 58 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{2 \cdot 6^3}{12} + \frac{4 \cdot 2^3}{12} \approx 39 \text{ cm}^4$$

$$A = 20 \text{ cm}^2$$

$$I_{xy} = 0 \text{ (simetrik)}$$

P kuvveti kesitin ağırlık merkezine taşınırsa

$$N = -P, \quad M_x = -(1,2P), \quad M_y = 1P = -P$$

$$\tau_z = -\frac{P}{A} - \frac{1,2P}{I_x}(-y_A) - \frac{P}{I_y}(x_A) = \left[\tau_z = -\frac{P}{A} + \frac{1,2P}{I_x}y + \frac{P}{I_y}x \right]$$

$$\tau_z = P \left[-\frac{1}{A} + \frac{1,2}{I_x}y + \frac{P}{I_y}x \right] = P \left[-\frac{1}{20} + \frac{1,2}{58}y + \frac{1}{39}x \right]$$

$$\tau_z = 0 : \frac{1,2}{58}y = +\frac{1}{20} - \frac{1}{39}x \Rightarrow y = 2,41 - 1,24x$$

$$\tan \theta = -1,24 \Rightarrow \theta \approx 51^\circ$$

TARAFSIZ EKS-EN UZAK NOKTA:

$$C(1; 3,8) ; D(-3, -2, 2)$$

$$\tau_D = P \left[-\frac{1}{20} + \frac{1,2}{58}(-2,2) + \frac{1}{39}(-3) \right] \leq (\tau_{em})_s$$

$$P \left[-0,05 - 0,05 - 0,08 \right] \leq 20 \cdot 10^3$$

$$P \leq -116011 \text{ N}$$

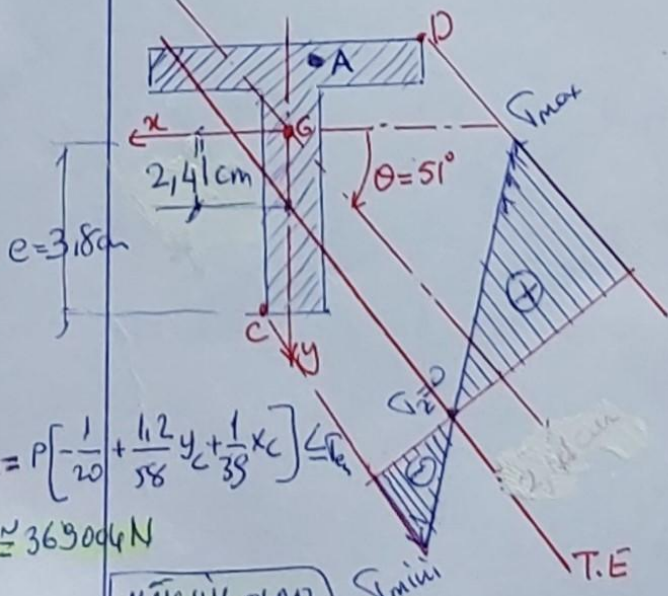
secilen P kuvveti

$$\tau_c = -116010 \left[-0,05 + \frac{1,2}{58}(3,8) + \frac{1}{39}(1) \right]$$

$$\tau_c \approx -6288 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_D \approx 20 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2$$

(12)

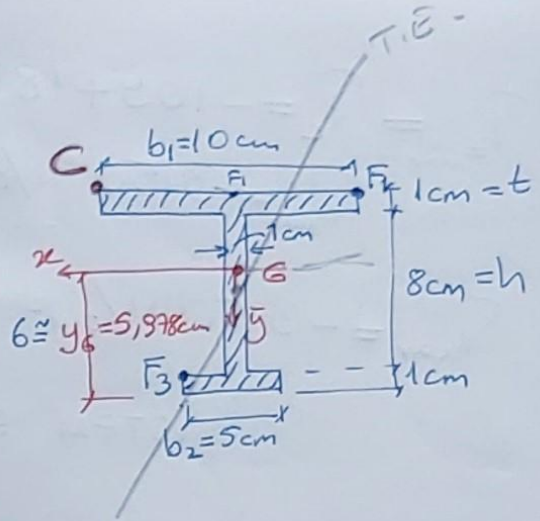
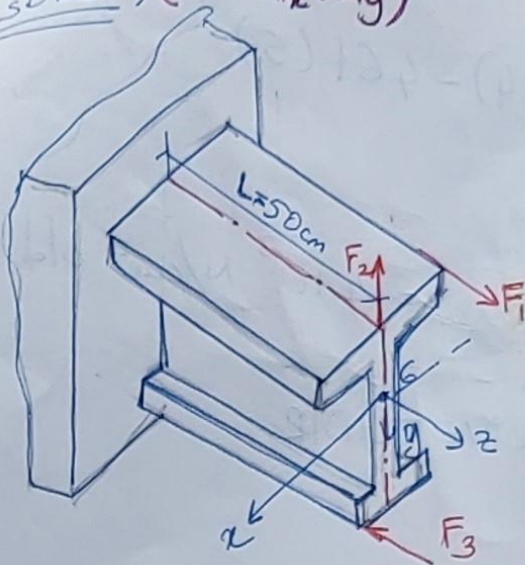


$$\tau_c = P \left[-\frac{1}{20} + \frac{1,2}{58}y_c + \frac{1}{39}x_c \right] \leq \tau_{em}$$

$$P \approx 369004 \text{ N}$$

KUCUK OLAN P SECİLİR

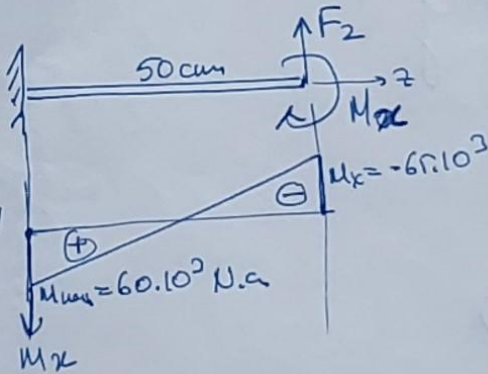
SORU:2) (N+M_x+M_y)



Sekilde verilen yükleme sisteminde en tehlikeli kesit için gerilme dağılımını siziniz. Sistemin emniyetli olup olmadığını kontrol ediniz.

(Verilenler) $F_1 = 5000 \text{ N}$, $F_2 = 2500 \text{ N}$, $F_3 = 7500 \text{ N}$, $\tau_{em} = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

ÇÖZÜM, $G(x, y) = G(0; 5.978) = G(0; 6)$, $A = 23 \text{ cm}^2$
 $I_{\bar{x}} = 325.656 \approx 326 \text{ cm}^4$, $I_y = 94.416 \approx 95 \text{ cm}^4$, $I_{xy} = 0$



$$M_x = -F_1(h + 2t - y_6) - F_3 \cdot y_6$$

$$= -5000(10 - 6) - 7500(6)$$

$$M_x = -65.000 \text{ N.cm}$$

$$M_x = F_2 \cdot z - M_0$$

$$M_x = \left| \begin{matrix} 2500 \cdot 50 - 65.000 \end{matrix} \right|$$

$$z = 50 \text{ cm}$$

$$M_{max} = 60.000 \text{ N.cm}$$

$$M_y = F_3(2t) + F_1(5)$$

$$= 7500(2 \cdot 1) + 5000(5)$$

$$M_y = 43750 \text{ N.cm}$$

$$F_z = F_3 - F_1 = 7500 - 5000 = 2500 \text{ N}$$

$$\sigma_z = \frac{F_z}{A} + \frac{M_{max}}{I_{\bar{x}}} y - \frac{M_y}{I_y} x$$

$$= \frac{2500}{23} + \frac{60.10^3}{326} y - \frac{43750}{95} x$$

$$\sigma_z = 109 + 184y - 461x$$

T.E. $\sigma_z = 0$: $y = 0.59 + 2.51x$

$$y = 0.59 + 2.51x$$

T.E. yer,

T.E. en tehlikeli nokta: $C(x, y, z) = G(5; -4; -50)$

$$\sigma_{z_{max}} = \sigma_c = -109 + 184(-4) - 461(5)$$

$$\sigma_{max} = -3150 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_{max} = -3150 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{em} = 4 \cdot 10^3 \text{ N/cm}^2 \text{ old. dan}$$

SİSTEM EMNİYETLİDİR