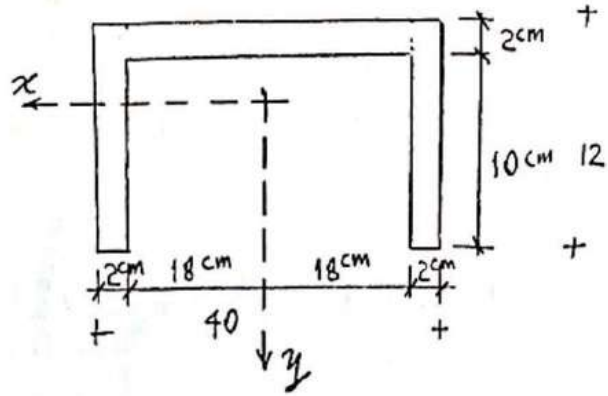
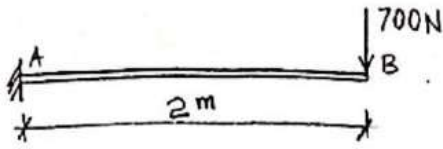




Şekilde görülen kirişte $\tau_{güv} = 0.9 \text{ MPa}$ ve $\sigma_{güv} = 10 \text{ MPa}$ olduğuna göre kirisin verilen yüklemeyi güvenlikle taşıyıp taşıyamayacağını kontrol ediniz

Gözüm: Kiriş kesiti y eksenine göre simetrikler. Bu yüzden sadece y eksenine göre ağırlık merkezi yeri hesaplanacaktır. Geometrik merkezin üst kenardan uzaklığı

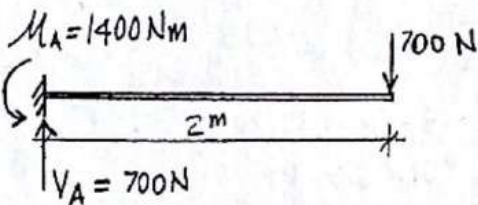
$$y_m = \frac{\sum_{i=1}^2 y_i A_i}{\sum_{i=1}^2 A_i} = \frac{36 \times 2 \times 1 + (2 \times 12 \times 6) \times 2}{36 \times 2 + (2 \times 12) \times 2} = \frac{360}{120} = 3 \text{ cm}$$

$$I_x = I_{x_i} + d x_i^2 A_i \quad i=1,2,3$$

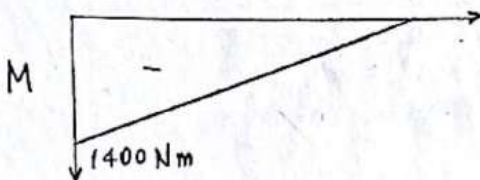
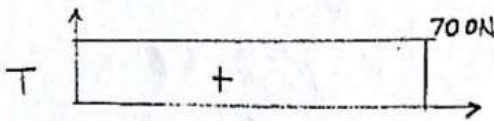
$$I_x = \frac{36 \times 2^3}{12} + 36 \times 2 \times (1-3)^2 + 2 \left[\frac{2 \times 12^3}{12} + 2 \times 12 \times (6-3)^2 \right]$$

$$I_x = 24 + 288 + 1008 = 1320 \text{ cm}^4$$

Kesit tesirlerini hesaplayacak olursak.



$$\begin{aligned} \sum y = 0 &\rightarrow V_A - 700 = 0 \\ V_A &= 700 \text{ N} \\ \sum M_A = 0 &\rightarrow M_A - 700 \times 2 = 0 \\ M_A &= 1400 \text{ Nm} \end{aligned}$$



AB arasındaki bütün kesitler kesme kuvveti bakımından aynı derecede tehlikeli durumdadır. Eğilme momenti bakımından en tehlikeli durum mesnet kesitindedir.

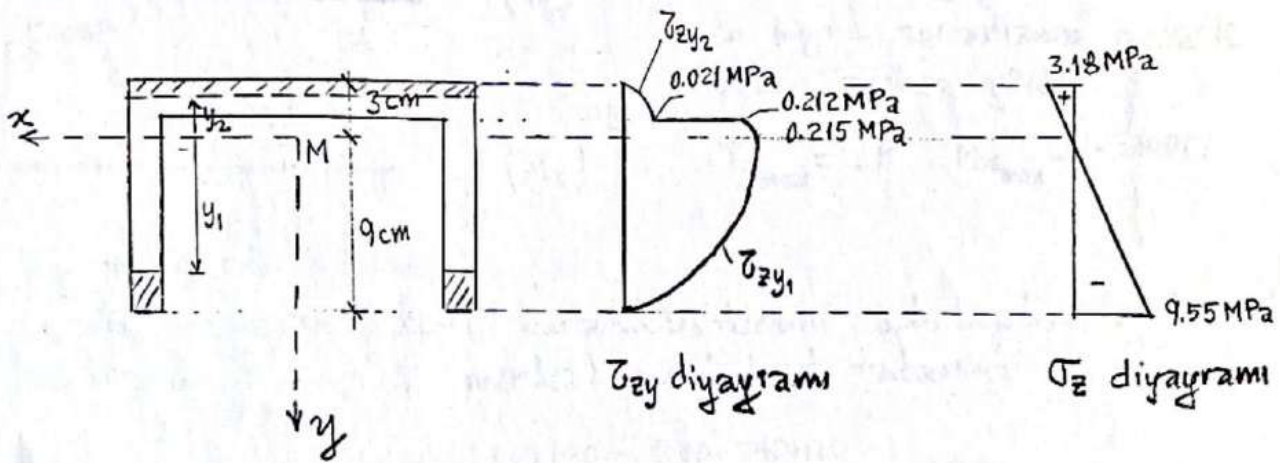
x ekseninin altında kalan alanın x eksenine göre statik momenti

$$S_x = (2 \times 9 \times 4.5) \times 2 = 162 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{\max}|_{y=0} = \frac{T_y S_x(y)}{b(y) I_x} = \frac{700 \times 162 \times 10^3}{4 \times 10 \times 1320 \times 10^4} = 0.215 \text{ MPa} < 0.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{I_x} y = \frac{400 \times 10^3}{320 \times 10^4} \times 9 \times 10 = 9.55 \text{ MPa} < 10 \text{ MPa}$$

Mesnet kesitindeki kayma ve normal gerilme dağılımlarını çizerek olursak



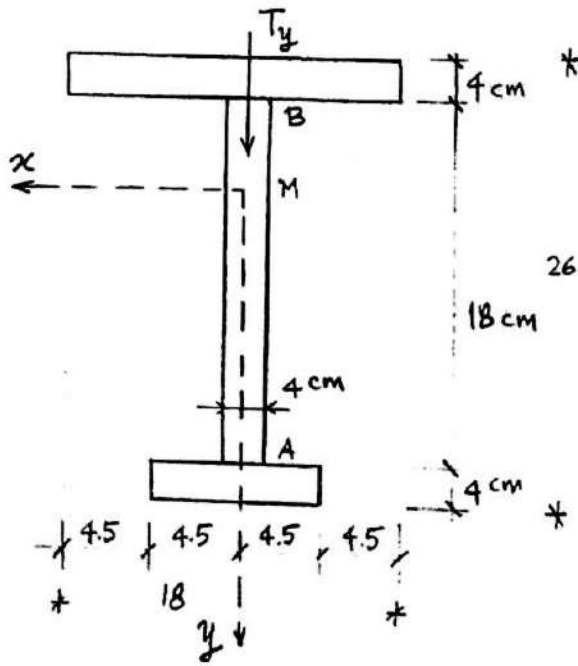
$$S_{x_1}(y_1) = 2 \left[2(9-y_1) \cdot \left(y_1 + \frac{(9-y_1)}{2} \right) \right] = 2(-y_1^2 + 81) \text{ cm}^3$$

$$\tau_{zy_1}(y_1) = \frac{700 \cdot 2(-y_1^2 + 81) \times 10^3}{40 \cdot 1320 \cdot 10^4} = \frac{7}{2640} (-y_1^2 + 81) \quad -1 \leq y_1 \leq 9$$

$$S_{x_2}(y_2) = 40(3-y_2) \cdot \left(-\left(y_2 + \frac{(3-y_2)}{2} \right) \right) = 20(y_2^2 - 9)$$

$$\tau_{zy_2}(y_2) = \frac{700 \cdot 20(y_2^2 - 9) \cdot 10^3}{400 \cdot 1320 \cdot 10^4} = \frac{7}{2640} (-y_2^2 + 9) \quad -3 \leq y_2 \leq -1$$

formülden geliyor $S_x < 0$ olduğu için



Kesiti şekilde verilen kiriş, üç parçanın birbirine tutkal ile yapıştırılmasından oluşmuştur. Tutkalda $\tau_{t\text{güv}} = 1.5 \text{ MPa}$ ve kirişin yapıldığı malzemede $\tau_{\text{güv}} = 2 \text{ MPa}$ olduğuna göre kirişin genellikle taşıyabileceği en büyük T_y kesme kuvvetini bulunuz ve bu kesme kuvvetinden oluşacak kayma gerilmesi diyagramını çizin.

Gözüm: Kirişin geometrik merkezi tabandan itibaren

$$y_M = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i A_i}{\sum_{i=1}^3 A_i} = \frac{4 \times 9 \times 2 + 18 \times 4 \times 13 + 4 \times 18 \times 24}{4 \times 9 + 18 \times 4 + 4 \times 18} = \frac{2736}{180} = 15.2 \text{ cm}$$

$$I_x = I_{\bar{x}_i} + d x_i^2 A_i \quad i=1,2,3$$

$$I_x = \frac{9 \times 4^3}{12} + 9 \times 4 \times (15.2 - 2)^2 + \frac{4 \times 18^3}{12} + 4 \times 18 \times (15.2 - 13)^2 + \frac{18 \times 4^3}{12} + 18 \times 4 \times (10.8 - 2)^2 = 14285 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{\max} \leq \tau_{\text{güv}}$$

$$S_{x_M} = 4 \times 9 \times (15.2 - 2) + 11.2 \times 4 \times \frac{11.2}{2} = 726 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_y \times 726 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} \leq 2 \rightarrow T_y \leq 15741 \text{ N}$$

Tutkalı yüzeylerdeki kayma gerilmesinin tutkalın kayma güvenirlik gerilmesinden küçük olması şartından

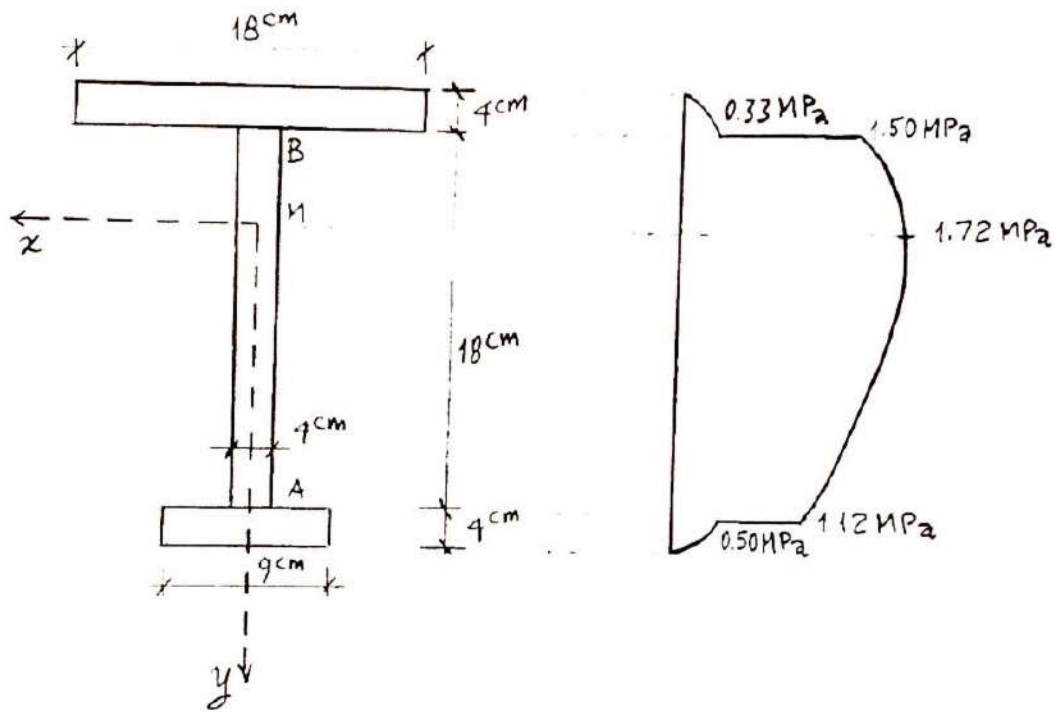
$$S_{x_A} = 4 \times 9 \times (15.2 - 2) = 475.2 \text{ cm}^3$$

$$\tau_A = \frac{T_y \times 475.2 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} \leq 1.5 \rightarrow T_y \leq 18037 \text{ N}$$

$$S_{x_B} = 4 \times 18 \times (10.8 - 2) = 633.6 \text{ cm}^3$$

$$\tau_B = \frac{T_y \times 633.6 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} \leq 1.5 \rightarrow T_y \leq 13527 \text{ N}$$

Burada $T_y = 13527 \text{ N}$ değeri kesitin güvenliyle taşıyabileceği en büyük değerdir. Bu değeri dikkate alarak kesitin bazı noktalarındaki kayma gerilmelerini hesaplayarak olursak



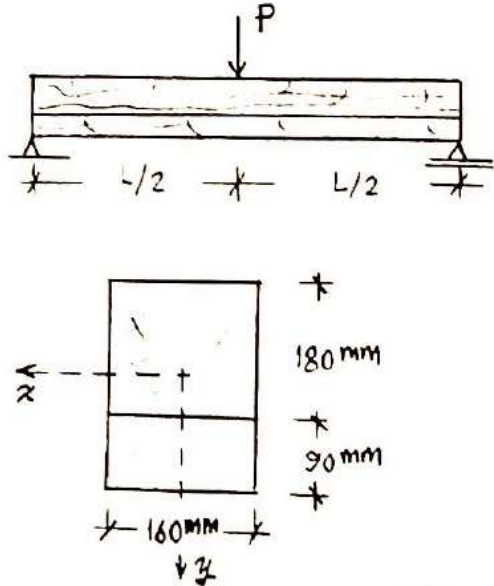
$$\tau_{Mx} = \frac{13527 \times 726 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} = 1.72 \text{ MPa}$$

$$\tau_{A_1} = \frac{13527 \times 475.2 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} = 1.12 \text{ MPa}$$

$$\tau_{A_2} = 0.50 \text{ MPa}$$

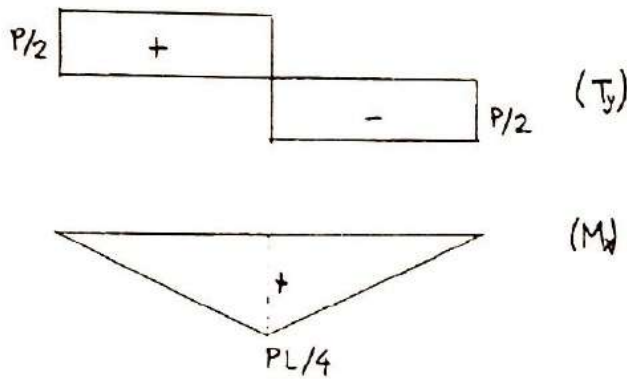
$$\tau_{B_1} = \frac{13527 \times 633.6 \times 10^3}{14285 \times 10^4 \times 4 \times 10} = 1.50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{B_2} = 0.33 \text{ MPa}$$



Şekildeki basit mesnetli bir kısıt ahşap kiriş, açıklık ortasından P yükü ile yüklüdür. Ahşap malzemede güvenlik gerilmesi $\sigma_{güv} = 9 \text{ MPa}$ ve $\tau_{güv} = 1 \text{ MPa}$ tutkal için kayma güvenlik gerilmesi $\bar{\tau}_{güv} = 0.2 \text{ MPa}$ olarak verildiğine göre sistemin güvenli taşıyabileceği P yükünü ve L açıklığını hesaplayınız.

Gözüm: Basit mesnetli bu kiriş için kesit tesir diyagramlarını çizilecek olursa kritik kesitin kiriş orta noktası olduğu görülür.



$$T_{max} = P/2 \text{ ve } M_{max} = \frac{PL}{4}$$

Atalet momenti hesabı

$$I_x = \frac{160 \times 270^3}{12} = 26244 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Eğilmeye göre hesap:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_x} y_{max} \leq \sigma_{güv}$$

$$\frac{PL \times 135}{4 \times 26244 \times 10^4} \leq 9.0 \rightarrow PL \leq 69984 \times 10^3$$

Kesmeye göre hesap:

$$\tau_{max} = \frac{T_{max} S_x}{I_x b}$$

$$S_x = 160 \times \frac{135^2}{2} = 1458 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\frac{P \times 1458 \times 10^3}{2 \times 26244 \times 10^4 \times 160} \leq 1 \rightarrow P \leq 57600 \text{ N}$$

Birleşim yüzeyinde hesap:

$$\tau_{yz} = \frac{T_{max} S_x}{I_x b} \leq \bar{\tau}_{güv}$$

$$S_x = 160 \times 90 \times 90 = 1296 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\frac{P \times 1296 \times 10^3}{2 \times 26244 \times 10^4 \times 160} \leq 0.2 \rightarrow P \leq 12960 \text{ N}$$

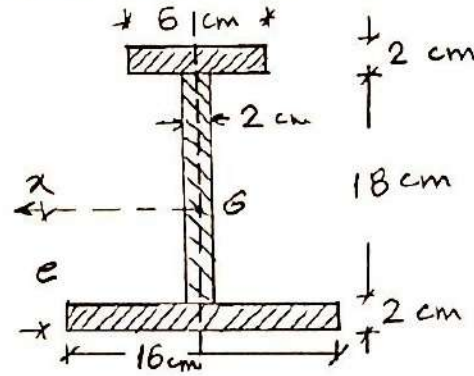
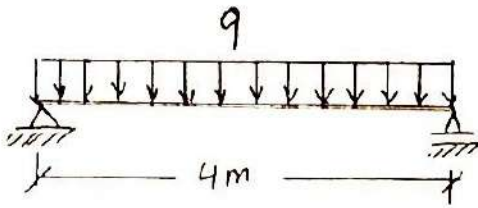
$P_{güv} = 12960 \text{ N}$ alınırsa, eğilme hesabındaki kriterden

$L = 5400 \text{ mm}$ bulunur.

1- Şekildeki sistemin kesitinde parçalar birbirine tutkal yardımıyla yapıştırılmıştır. Malzemede $\sigma_{güv} = 1000 \text{ N/cm}^2$, $\tau_{güv} = 120 \text{ N/cm}^2$ ve tutkalın kayma güvenlik gerilmesi de 90 N/cm^2 olarak verildiğine göre :

a) Güvenlikle taşıyacak yayılı yükün şiddetini hesaplayınız

b) Bu yük için en çok zorlanan kesitlerde normal gerilme ve kayma gerilmesi diyagramlarını çizin.



$$\text{Ağırlık merkezi: } e = \frac{6 \cdot 2 \cdot (2+18+1) + 18 \cdot 2 \cdot (2+9) + 16 \cdot 2 \cdot 1}{6 \cdot 2 + 18 \cdot 2 + 16 \cdot 2} = 8,5 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{6 \cdot 2^3}{12} + 6 \cdot 2 \cdot (21-e)^2 + \frac{2 \cdot 18^3}{12} + 2 \cdot 18 \cdot (9+2-e)^2 + 16 \cdot \frac{2^3}{12} + 16 \cdot 2 \cdot (e-1)^2$$

$$I_x = 4886,67 \text{ cm}^4$$

$$\text{Eğilmeye göre Hesap: } M_x = \frac{qL^2}{8} = \frac{q \cdot 400^2}{8} = 20000 q$$

$$|\sigma_{min}| = \frac{M_x}{I_x} |22-e| \leq \sigma_{güv} \rightarrow \frac{20000 q}{488667} \cdot 13,5 \leq 1000$$

$$q \leq 18,10 \text{ N/cm} = 1810 \text{ N/m} = 1,81 \text{ kN/m}$$

$$\text{Kesmeye göre hesap: } T_{y_{max}} = \frac{qL}{2} = 200 q$$

$$\tau_{zy_{max}} = \tau_s = \frac{T_y S_x G}{I_x \cdot 2} \leq \tau_{güv}, S_x G = 6 \cdot 2 \cdot (21-e) + (18-e+2) \cdot 2 \cdot \frac{18+2-e}{2}$$

$$S_x G = 282,25 \text{ cm}^3$$

$$\frac{200 q \cdot 282,25}{2 \cdot 4886,67} \leq 120 \rightarrow q \leq 20,78 \text{ N/cm} = 2078 \text{ N/m} = 2,078 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Tutkula göre hesap.

$$\tau_1 = \frac{T_y S_{x1}}{2 \cdot I_x} = \frac{200 q \cdot 6 \cdot 2 \cdot (21-e)}{2 \cdot 4886,67} = 3,07 q$$

$$\tau_2 = \frac{T_y S_{x2}}{b I_x} = \frac{200 q \cdot 16 \cdot 2 \cdot (e-1)}{2 \cdot 4886,67} = 4,91 q \leq \tau_{güv} = 90$$

$$q \leq 90/4,91 = 18,33 \text{ N/cm} = 1833 \text{ N/m} = 1,833 \text{ kN/m}$$

$$q_{güv} = 18,10 \text{ N/cm} \text{ olmalıdır.}$$

b. Gerilme Diyagramları.

Eğilmeye göre hesap: $M_{\max} = 20000 \cdot 9 = 20.000 \cdot 18,1 = 362.000 \text{ N cm}$

$$\sigma_{\max} = \frac{362.000}{4886,67} \cdot (e) = 629,67 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{362.000}{4886,67} \cdot (-13,5) = -1000 \text{ N/cm}^2$$

Kayma Gerilmesi:

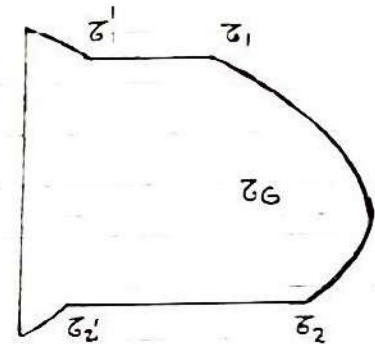
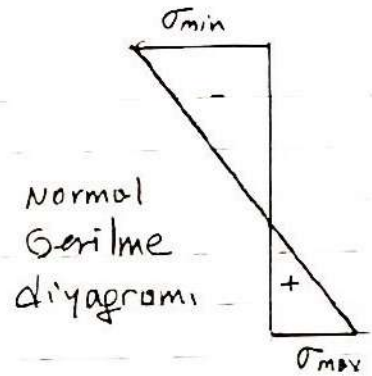
$$\tau_1 = \frac{200 \cdot 18,10 \cdot 6 \cdot 2 \cdot (21-e)}{2 \cdot 4886,67} = 55,56 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_1' = \frac{2}{6} \cdot \tau_1 = 18,52 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_G = \frac{200 \cdot 18,10 \cdot 282,25}{2 \cdot 4886,67} = 104,54 \text{ N/cm}^2$$

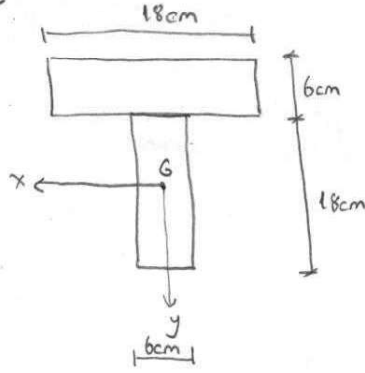
$$\tau_2 = \frac{200 \cdot 18,10 \cdot 16 \cdot 2 \cdot (e-1)}{2 \cdot 4886,67} = 88,89 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_2' = \frac{2}{16} \cdot \tau_2 = 11,11 \text{ N/cm}^2$$



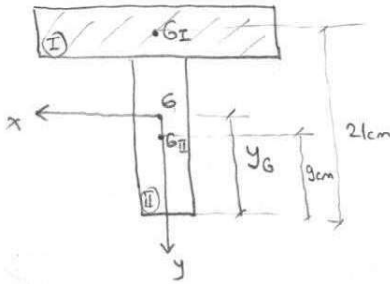
Kayma Gerilmesi Diyagramı

uyg-2:



Dikdörtgen kesitli iki adet kalas şekildeki gibi bir T kesit oluşturulacak biçimde tutkal ile yapıştırılıyor. Ahşap malzeme için emniyet gerilmesi $\tau_{em} = 10 \text{ Mpa}$ $\tau_{em} = 2 \text{ Mpa}$ tutkal için $\tau_{em} = 1,6 \text{ Mpa}$ olduğuna göre kesitin gövde taşıyabileceği eğilme momenti M_x ile kesme kuvveti T_y 'yi bulunuz.

Çözüm:



Kesitin ağırlık merkezi G'nin yeri belirlenir.

$$y_G = \frac{\frac{(18 \times 6) \times 21}{2} + \frac{(18 \times 6) \times 9}{2}}{\frac{(18 \times 6)}{2} + \frac{(18 \times 6)}{2}} = 15 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{18 \times 6^3}{12} + \left((18 \times 6) \times (21 - 15)^2 \right) + \frac{6 \times 18^3}{12} + \left((18 \times 6) \times (3 - 15)^2 \right) = 11016 \text{ cm}^4$$

Kesitin taşıyabileceği en büyük eğilme momenti

$$\tau_{max} = \frac{M_{max}}{I_x} \cdot y_{max} \leq \tau_{em}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Mpa} &= 1000 \text{ N/cm}^2 \\ 2 \text{ Mpa} &= 200 \text{ N/cm}^2 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Kesit için}$$

$$1,6 \text{ Mpa} = 160 \text{ N/cm}^2 \rightarrow \text{Tutkal için}$$

$$\frac{M_{max}}{11016} \times 15 \leq 1000$$

$$M_x = 734400 \text{ N cm}$$

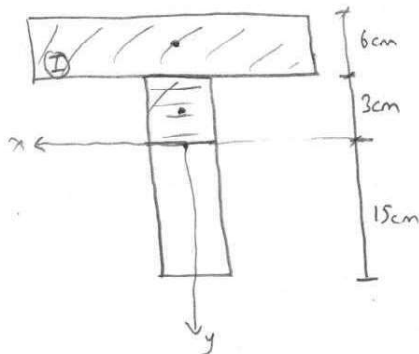
Kesitin gövde taşıyabileceği kesme kuvveti

$$\tau = \frac{T_y \cdot S_x}{I_x \cdot b_y} \leq \tau_{em}$$

$$S_x = \left((18 \times 6) \times 6 \right) + \left((3 \times 6) \times 1,5 \right) = 675 \text{ cm}^2$$

$$\tau_G = \frac{T_y \cdot 675}{11016 \times 6} \leq 200$$

$$T_y = 19584 \text{ N}$$



Tutkalda kesmeye göre kontrol:

$$S_b = (18 \times 6) \times (6) = 648 \text{ cm}^3$$

$$\tau_b = \frac{T_y \cdot S_x}{I_x \cdot b_y} \leq (\tau_{em})_{cut}$$

$$\frac{T_y \cdot (648)}{11016 \times 6} \leq 160$$

$$(T_y)_{cut} = 16320 \text{ N}$$

Görevde taşıyabilecek

$$M_x = 734400 \text{ Ncm}$$

$$T_y = 16320 \text{ N}$$