

## Örnek 05 Kutu Kiriş, Takviyesiz

Vinç := "3,2x20m"

### Bilinen değerler:

Kaldırma yükü

Kaldırma hızı

Kaldırma yüksekliği

Vincin ray açıklığı

Köprü yürüme hızı

Araba ve Ceraskalın zati ağırlığı

Araba yürüme hızı

Araba tekerlek aks açıklığı

Araba Tekerlek sayısı çiftkirişte 4, tek kirişte 2 verilir

Gerekli sehim oranı

Vincin Yükleme ehali

Vincin Kaldırma sınıfı "DIN 15018"

Vincin Yükleme Grubu "DIN 15018"

Çentik Grubu "DIN 15020"

Vincin Tahrik Grubu "DIN 15020"

Gerekli sehim

$$f_{ger} := \frac{1}{k_f} \cdot L_K$$

Dinamik katsayısı

$$\psi_K := 1.2 + 0.0044 \cdot \min \cdot m^{-1} \cdot v_H$$

Öz ağırlık katsayısı

### Malzemenin mukavemet değerleri

Malzeme

Kopma mukavemeti

Akma mukavemeti

Elastiklik modülü

Poisson sayısı

Özgül ağırlığı

### Statik değerler :

I. Hal için

çeki

bası

kayma

Atölye, tek vardiya, 4 saat

$$F_Y := 3200 \cdot \text{kg}$$

$$v_H := 5 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$H_K := 8 \cdot \text{m}$$

$$L_K := 20 \cdot \text{m}$$

$$v_V := 20 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$F_A := 400 \cdot \text{kg}$$

$$v_A := 15 \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$L_{TA} := 60 \cdot \text{cm}$$

$$n_{Tek} := 2$$

$$k_f := 1000$$

$$Y_{üHa} := "H"$$

$$K_{aSl} := "H2"$$

$$Y_{üGr} := "B3"$$

$$Çe_{Gr} := "K3"$$

$$T_{aGr} := "2m"$$

$$f_{ger} = 20 \cdot \text{mm}$$

$$\psi_K = 1.222$$

$$\varphi_K := 1.1$$

$$\text{Malzeme} := "St 37"$$

$$R_m := 3400 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$R_e := 2350 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$E_{dyn} := 2.1 \cdot 10^6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\nu_{St} := 0.3$$

$$\rho_{St} := 0.00785 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$\sigma_{StçEM} := 1600 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{StbEM} := 1400 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\tau_{StEM} := 920 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Hesap için gerekli tekerlek kuvveti  $F_{TD2} := \frac{\psi_K \cdot F_Y + \varphi_K \cdot F_A}{n_{Tek}}$

$$F_{TD2} = 2175 \text{ kg}$$

Gerekli atalet momenti  $J_{yger} := \frac{F_{TD2} \cdot (L_K - L_{TA})}{48 \cdot E_{dyn} \cdot f_{ger}} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{TA})^2]$

$$J_{yger} = 172404 \cdot \text{cm}^4$$

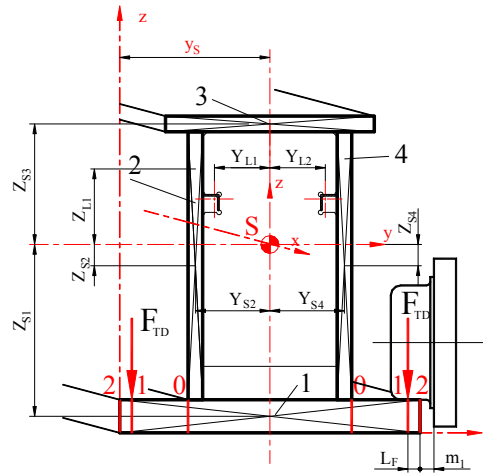
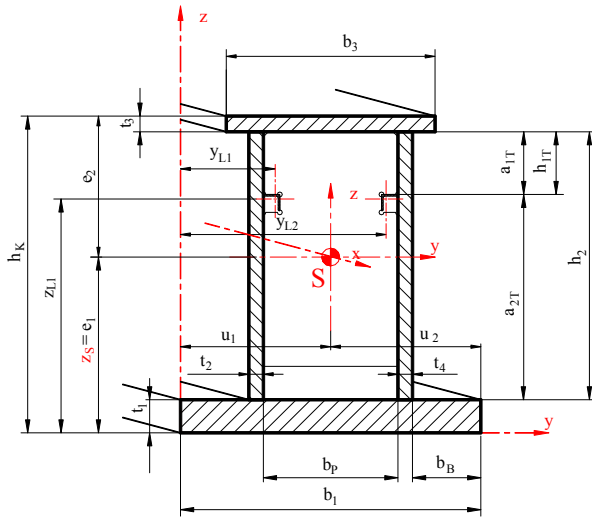
$$F_{TD} := 0.5 \cdot F_{TD2}$$

$$F_{TD} = 1088 \text{ kg}$$

$$t_{ger} := \sqrt{5 \cdot \frac{F_{TD}}{\sigma_{St\check{C}EM}}}$$

$$t_{ger} = 18.4 \cdot \text{mm}$$

## Kutu kiriş değerleri



$$b_1 := 450 \cdot \text{mm}$$

$$h_2 := 990 \cdot \text{mm}$$

$$h_4 := h_2$$

$$b_B := 50 \cdot \text{mm}$$

$$t_3 := 6 \cdot \text{mm}$$

$$L_{Pe} := 2 \cdot \text{m}$$

$$t_1 := 18 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 := 3 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 := t_2$$

$$b_3 := b_1 - 2 \cdot b_B + 2 \cdot \text{cm}$$

$$b_3 = 370 \cdot \text{mm}$$

Perde yüksekliği

$$h_{Per} := h_2 - 50 \cdot \text{mm}$$

$$h_{Per} = 940 \cdot \text{mm}$$

Perde eni

$$b_{Per} := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2 - t_4$$

$$b_{Per} = 344 \cdot \text{mm}$$

X eksen üst kuşak alt kenarı

$$h_S := h_2 + t_1$$

$$h_S = 100.8 \cdot \text{cm}$$

Kirişin tam yüksekliği

$$h_K := t_1 + t_3 + h_2$$

$$h_K = 1014 \cdot \text{mm}$$

$$t_{Per} := t_2$$

$$t_{Per} = 3 \cdot \text{mm}$$

## Parçaların ve sistemin alanı:

$$A_1 := b_1 \cdot t_1$$

$$A_2 := h_2 \cdot t_2$$

$$A_1 = 81 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_2 = 30 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_3 := b_3 \cdot t_3$$

$$A_4 := h_4 \cdot t_4$$

$$A_3 = 22 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_4 = 30 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{top} := A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_{top} = 162.6 \cdot \text{cm}^2$$

## Parçaların ağırlık merkezlerinin koordinatları:

$$y_1 := 0.5 \cdot b_1$$

$$z_1 := 0.5 \cdot t_1$$

$$y_1 = 22.50 \cdot \text{cm}$$

$$z_1 = 0.9 \cdot \text{cm}$$

$$y_2 := b_B + 0.5 \cdot t_2$$

$$z_2 := t_1 + 0.5 \cdot h_2$$

$$y_2 = 5.2 \cdot \text{cm}$$

$$z_2 = 51.3 \cdot \text{cm}$$

$$y_3 := 0.5 \cdot b_1$$

$$z_3 := t_1 + 0.5 \cdot t_3 + h_2$$

$$y_3 = 22.5 \cdot \text{cm}$$

$$z_3 = 101.1 \cdot \text{cm}$$

$$y_4 := b_1 - b_B - 0.5 \cdot t_2$$

$$z_4 := t_1 + 0.5 \cdot h_2$$

$$y_4 = 39.85 \cdot \text{cm}$$

$$z_4 = 51.3 \cdot \text{cm}$$

**Ağırlık merkezi koordinatları  $Y_S$  ve  $Z_S$** 

$$Y_S := \frac{y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2 + y_3 \cdot A_3 + y_4 \cdot A_4}{A_{\text{top}}}$$

$$Y_S = 22.50 \cdot \text{cm}$$

$$Z_S := \frac{z_1 \cdot A_1 + z_2 \cdot A_2 + z_3 \cdot A_3 + z_4 \cdot A_4}{A_{\text{top}}}$$

$$Z_S = 32.99 \cdot \text{cm}$$

**Parçaların ağırlık merkezine uzaklıkları**

$$Y_{S1} := Y_S - Y_1$$

$$Z_{S1} := Z_S - Z_1$$

$$Y_{S1} = 0 \text{ m}$$

$$Z_{S1} = 32.1 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S2} := Y_S - Y_2$$

$$Z_{S2} := Z_2 - Z_S$$

$$Y_{S2} = 17.3 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S2} = 18.31 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S3} := Y_S - Y_3$$

$$Z_{S3} := Z_3 - Z_S$$

$$Y_{S3} = 0 \cdot \text{m}$$

$$Z_{S3} = 68.1 \cdot \text{cm}$$

$$Y_{S4} := Y_4 - Y_S$$

$$Z_{S4} := Z_{S2}$$

$$Y_{S4} = 17.35 \cdot \text{cm}$$

$$Z_{S4} = 18.31 \cdot \text{cm}$$

**Parçaların kendi atalet momentleri**

$$I_{1y} := \frac{b_1 \cdot t_1^3}{12}$$

$$I_{2y} := \frac{t_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I_{1y} = 21.87 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{2y} = 24257 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3y} := \frac{b_3 \cdot t_3^3}{12}$$

$$I_{4y} := \frac{t_4 \cdot h_4^3}{12}$$

$$I_{3y} = 0.67 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{4y} = 24257 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{1z} := \frac{t_1 \cdot b_1^3}{12}$$

$$I_{2z} := \frac{h_2 \cdot t_2^3}{12}$$

$$I_{1z} = 13669 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{2z} = 0.22 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{3z} := \frac{t_3 \cdot b_3^3}{12}$$

$$I_{4z} := \frac{h_4 \cdot t_4^3}{12}$$

$$I_{3z} = 2533 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{4z} = 0.22 \cdot \text{cm}^4$$

**Kirişin atalet momentleri**

$$I_{y1} := I_{1y} + I_{2y} + I_{3y} + I_{4y}$$

$$I_{y1} = 48537 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y2} := Z_{S1}^2 \cdot A_1 + Z_{S2}^2 \cdot A_2 + Z_{S3}^2 \cdot A_3 + Z_{S4}^2 \cdot A_4$$

$$I_{y2} = 206311 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin y-y eksenli atalet momenti

$$I_y := I_{y1} + I_{y2}$$

$$I_y = 254848 \cdot \text{cm}^4$$

$$J_{yger} = 172404 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z1} := I_{1z} + I_{2z} + I_{3z} + I_{4z}$$

$$I_{z1} = 16202 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z2} := Y_{S1}^2 \cdot A_1 + Y_{S2}^2 \cdot A_2 + Y_{S3}^2 \cdot A_3 + Y_{S4}^2 \cdot A_4$$

$$I_{z2} = 17881 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin z-z eksenli atalet momenti

$$I_z := I_{z1} + I_{z2}$$

$$I_z = 34083 \cdot \text{cm}^4$$

## Atalet dairesi yarı çapı

$$u_1 := y_S$$

$$u_1 = 225 \cdot \text{mm}$$

$$e_1 := z_S$$

$$e_1 = 33 \cdot \text{cm}$$

$$u_2 := b_3 - y_S$$

$$u_2 = 145 \cdot \text{mm}$$

$$e_2 := h_K - e_1$$

$$e_2 = 68.4 \cdot \text{cm}$$

$$e_{\max} := \begin{cases} e_1 & \text{if } e_2 < e_1 \\ e_2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$e_{\max} = 68.4 \cdot \text{cm}$$

$$u_{\max} := \begin{cases} u_1 & \text{if } u_2 < u_1 \\ u_2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$u_{\max} = 22.5 \cdot \text{cm}$$

$$W_y := \frac{I_y}{e_{\max}}$$

$$W_z := \frac{I_z}{u_{\max}}$$

$$W_y = 3725 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_z = 1515 \cdot \text{cm}^3$$

## Sehim kontrolü

Hakiki sehim

$$f_{\text{Hes}} := \frac{F_{\text{TD2}} \cdot (L_K - L_{\text{TA}})}{48 \cdot E_{\text{dyn}} \cdot I_y} \cdot [3 \cdot L_K^2 - (L_K - L_{\text{TA}})^2]$$

$$f_{\text{ger}} = 20 \cdot \text{mm}$$

$$f_{\text{Hes}} = 13.5 \cdot \text{mm}$$

Hakiki sehim oranı

$$S_{\text{fl}} := L_K \cdot f_{\text{Hes}}^{-1}$$

$$S_{\text{fl}} = 1478$$

## Kirişin birim ağırlığı "q<sub>K</sub>"

Toleranslardan doğan farklılık

$$k_{\text{KrTol}} := 1.03$$

$$G_{\text{Per}} := h_{\text{Per}} \cdot b_{\text{Per}} \cdot t_{\text{Per}} \cdot \rho_{\text{St}} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$G_{\text{Per}} = 7.6 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

$$q_{\text{K1}} := A_{\text{top}} \cdot \rho_{\text{St}}$$

$$q_{\text{K1}} = 127.64 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

Kirişin birim ağırlığı "q<sub>K</sub>":

$$q_K := q_{\text{K1}} + m \cdot G_{\text{Per}} \cdot L_{\text{Pe}}^{-1}$$

$$q_K = 131.45 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

## Kirişin toplam ağırlığı "G<sub>K1top</sub>"

$$G_{\text{K1top}} := q_K \cdot L_K \cdot k_{\text{KrTol}}$$

$$G_{\text{K1top}} = 2708 \cdot \text{kg}$$

## Kirisindeki normal gerilmeler

Vinç kirisinin öz ağırlığından oluşan gerilme "σ<sub>1</sub>"

$$M_1 := \frac{\varphi_K \cdot q_K \cdot L_K^2}{8}$$

$$M_1 = 722967 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_1 := \frac{M_1}{W_y}$$

$$\sigma_1 = 194 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Arabanın öz ağırlığından oluşan gerilme "σ<sub>2</sub>"

$$M_2 := \frac{F_A}{16 \cdot L_K} \cdot (2 \cdot L_K - L_{\text{TA}})^2$$

$$M_2 = 194045 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_2 := \frac{F_A}{16 \cdot L_K \cdot W_y} \cdot (2 \cdot L_K - L_{\text{TA}})^2$$

$$\sigma_2 = 52 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kaldırma yükünden oluşan gerilme "  $\sigma_3$  "

$$M_3 := \frac{\psi_K \cdot F_Y}{16 \cdot L_K} \cdot (2L_K - L_{TA})^2$$

$$M_3 = 1896984 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_3 := \frac{\psi_K \cdot F_Y}{16 \cdot L_K \cdot W_y} \cdot (2L_K - L_{TA})^2$$

$$\sigma_3 = 509 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Atalet kuvvetlerinden oluşan gerilme "  $\sigma_4$  "

$$\mu_T := 0.2$$

$$F_{TA} := 0.5q_K \cdot L_K + \frac{F_A}{4}$$

$$F_{TA} = 1414.5 \text{ kg}$$

$$F_{TY} := 1.5 \cdot \mu_T \cdot 2 \cdot F_{TA}$$

$$F_{TY} = 848.7 \text{ kg}$$

$$M_4 := 0.075 \cdot L_K \cdot \left( q_K \cdot L_K + \frac{F_A}{2} \right)$$

$$M_4 = 424346 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_4 := \frac{0.075 \cdot L_K}{W_z} \cdot \left( \varphi_K \cdot q_K \cdot L_K + \frac{F_A}{2} \right)$$

$$\sigma_4 = 306.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Araba kasılmasından oluşan gerilme "  $\sigma_5$  "

$$M_5 := F_{TD} \cdot \mu_T \cdot L_{TA}$$

$$M_5 = 13051.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_5 := \frac{F_{TD} \cdot L_{TA}}{5W_z}$$

$$\sigma_5 = 8.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

H - Hali için vinç kirişindeki normal gerilmeler  $\sigma_{\text{egl}}$  ve  $\sigma_{\text{min}}$ maksimum normal gerilme  $\sigma_{\text{max}}$ 

YüGr = "B3" için

$$k_B := 1.05$$

$$\sigma_{\text{üst}} := k_B \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5)$$

$$\sigma_{\text{üst}} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

minimum normal gerilme  $\sigma_{\text{min}}$ 

$$\sigma_{\text{min}} := \sigma_1 + \sigma_2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 246 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Genel sınır değerler oranı

$$k_{2\text{hes}} := \frac{\sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{üst}}}$$

$$k_{2\text{hes}} = 0.22$$

$$\sigma_{\text{alt}} := \frac{\sigma_{\text{üst}}}{e_2} \cdot e_1$$

$$\sigma_{\text{alt}} = 542 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki kayma gerilmesi  $\tau_{\text{max}}$ 

$$F_{TD} = 1087.6 \text{ kg}$$

Tekerlek alt kuşak kenarı mesafesi

$$m_1 := 5.5 \cdot \text{mm}$$

Kirişte torsiyon momenti

$$M_{t1} := 4F_{TD} \cdot m_1$$

$$M_{t1} = 23.9 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

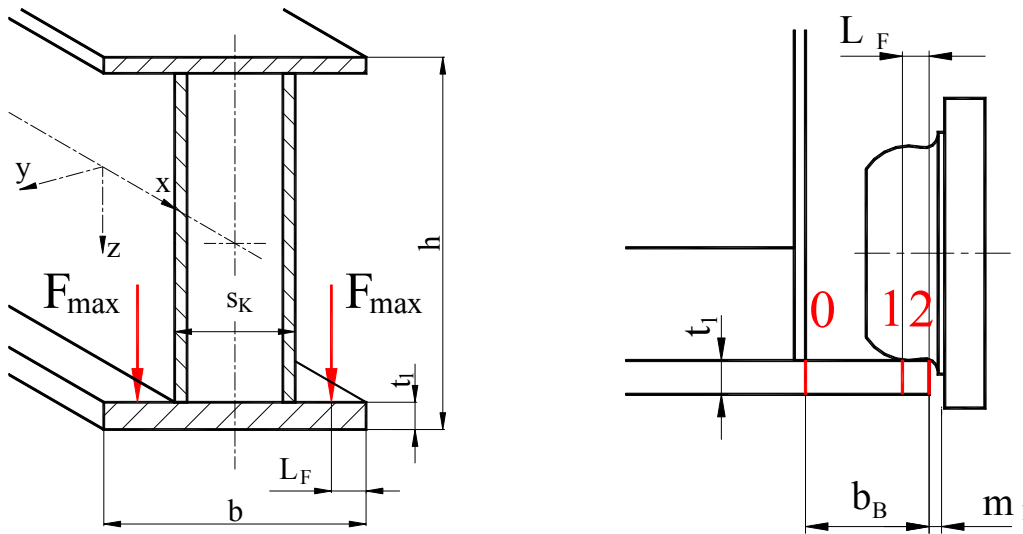
Ortalama torsiyon alanı Bret'e göre

$$A_{\text{or}} := \left( b_1 - 2 \cdot b_B - \frac{t_2}{2} - \frac{t_4}{2} \right) \cdot \left( h_2 + \frac{t_1}{2} + \frac{t_3}{2} \right)$$

$$A_{\text{or}} = 3476.9 \cdot \text{cm}^2$$

Torsiyon karşı koyma momenti	$W_{t1} := 2 \cdot A_{or} \cdot t_2$	$W_{t1} = 2086.2 \cdot \text{cm}^3$
Torsiyon gerilmesi	$\tau_{t1} := \frac{M_{t1}}{W_{t1}}$	$\tau_{t1} = 1.1 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plakalar alanı	$A_{Dik} := 2 \cdot h_2 \cdot t_2$	$A_{Dik} = 59.4 \cdot \text{cm}^2$
Kesme gerilmesi	$\tau_{a1} := \frac{F_{TD2}}{A_{Dik}}$	$\tau_{a1} = 36.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kayma gerilmesi	$\tau_{max} := \tau_{t1} + \tau_{a1}$	$\tau_{max} = 37.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

### Alt kuşakta konsol gerilmeleri, detaylı



Alt kuşakta  $F_{Te}$  kuvvetinin etkilediği yerdeki kalınlığı.  
Malzeme kalınlık toleransı ve olacak aşınmalar dikkate alınmadan.

$$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşak kenarından kuvvetin etkileme mesafesi, ortalama

$$L_{For} := 11.9 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşak kenarından kuvvetin etkileme mesafesi, minimum

$$L_F := L_{For} - m_1$$

$$L_F = 6.4 \cdot \text{mm}$$

$$b_B = 50 \cdot \text{mm}$$

Kaynak konstrüksiyon kutu kirişte  
Ölçüler oran katsayısı

$$\lambda_K := \frac{L_F}{b_B}$$

$$\lambda_K = 0.128$$

### x- yönü, boyuna gerilme katsayıları

$$0\text{-Altkuşak ile yan plaka geçişi} \quad c_{x0} := 0.05 - 0.58 \cdot \lambda_K + 0.148 \cdot e^{(3.015 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x0} = 0.193463$$

$$1\text{-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta} \quad c_{x1} := 2.23 - 1.49 \cdot \lambda_K + 1.39 \cdot e^{(-18.33 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x1} = 2.172343$$

$$2\text{-Alt kuşak kenarı} \quad c_{x2} := 0.73 - 1.58 \cdot \lambda_K + 2.91 \cdot e^{(-6 \cdot \lambda_K)} \quad c_{x2} = 1.877825$$

### y- yönü, enine gerilme katsayıları

$$0\text{-Altkuşak ile yan plaka geçişi} \quad c_{y0} := -2.11 + 1.977 \cdot \lambda_K + 0.0076 \cdot e^{(6.53 \cdot \lambda_K)} \quad c_{y0} = -1.839413$$

$$c_{y1} := 10.108 - 7.408 \cdot \lambda_K - 10.108 \cdot e^{(-1.364 \cdot \lambda_K)} \quad c_{y1} = 0.671082$$

$$2\text{-Alt kuşak kenarı} \quad c_{y2} := 0$$

$$\text{Düzeltilme faktörü} \quad \epsilon_{Dü} := 0.75$$

### x- yönünde, boyuna gerilmeler

$$0\text{-Altkuşak ile yan plaka geçişi} \quad \sigma_{Fx0} := c_{x0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fx0} = 65 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$1\text{-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta} \quad \sigma_{Fx1} := c_{x1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fx1} = 729 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$2\text{-Alt kuşak kenarı} \quad \sigma_{Fx2} := c_{x2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fx2} = 630 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### y- yönü, enine gerilmeler

$$0\text{-Altkuşak ile yan plaka geçişi} \quad \sigma_{Fy0} := c_{y0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fy0} = -617 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$1\text{-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta} \quad \sigma_{Fy1} := c_{y1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fy1} = 225 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$2\text{-Alt kuşak kenarı} \quad \sigma_{Fy2} := c_{y2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2} \quad \sigma_{Fy2} = 0$$

### x- yönünde, toplam boyuna gerilmeler

$$1\text{-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta} \quad \sigma_x := \sigma_{alt} + \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fx1} \quad \sigma_x = 1089 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### y- yönünde, toplam enine gerilmeler

$$1\text{-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta} \quad \sigma_y := \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fy1} \quad \sigma_y = 169 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### Alt kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmeleri

$$\sigma_{karAlt} := \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{max}^2} \quad \sigma_{karAlt} = 1017 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### Üst kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmeleri

$$\sigma_{karÜst} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2} \quad \sigma_{karÜst} = 1126 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{kar} := \sigma_{karÜst} \quad \sigma_{kar} = 1126 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### Statik kontrol

$$\sigma_{StçEM} = 1600 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\frac{\sigma_{StçEM}}{\sigma_{kar}} = 1.422 > 1$$

## Dinamik kontrol

FEM e göre dinamik değişken mukavemet değeri:

Yükleme grubu  $Y_{Gr} = "B3"$  ve  $\zeta_{Gr} = "K3"$  için

$\kappa_0 := 0$  için değişken mukavemet değeri  $\sigma_{D\zeta EM0} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_W$

$$\sigma_{D\zeta EM2} := \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{D\zeta EM0}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$$

$$\kappa_{2hes} = 0.22$$

$$\sigma_W := 1273 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{D\zeta EM0} = 2122 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{D\zeta EM2} = 2203 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\frac{\sigma_{D\zeta EM2}}{\sigma_{kar}} = 1.957 > 1$$

**Emniyet katsayıları 1 den büyük olduğundan kiriş fonksiyonunu yapar.**

## Sehim kontrolü ve ters sehim

Arabanın zati ağırlığından oluşan tekerlek yükü

$$F_{ATek} := 0.5 \cdot F_A$$

$$F_{ATek} = 200 \text{ kg}$$

Yükten oluşan tekerlek yükü

$$F_{YTek} := 0.5 \cdot F_Y$$

$$F_{YTek} = 1600 \text{ kg}$$

Yan boşluk değeri

$$L_{CA} := 0.5 \cdot (L_K - L_{TA})$$

$$L_{CA} = 9.7 \text{ m}$$

Kirişin zati ağırlık sehim i

$$f_{Ki} := \frac{5 \cdot L_K^4 \cdot q_K}{384 \cdot E_{dyn} \cdot I_y}$$

$$f_{Ki} = 5.1 \cdot \text{mm}$$

Arabanın zati ağırlık sehim i

$$f_A := \frac{F_{ATek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_y}$$

$$f_A = 0.12 \cdot \text{cm}$$

Yükün sehim i

$$f_Y := \frac{F_{YTek} \cdot L_{CA} \cdot (3 \cdot L_K^2 - 4 \cdot L_{CA}^2)}{24 \cdot E_{dyn} \cdot I_y}$$

$$f_Y = 10.0 \cdot \text{mm}$$

Toplam Sehim

$$f_{Top} := f_{Ki} + f_A + f_Y$$

$$f_{Top} = 1.6 \cdot \text{cm}$$

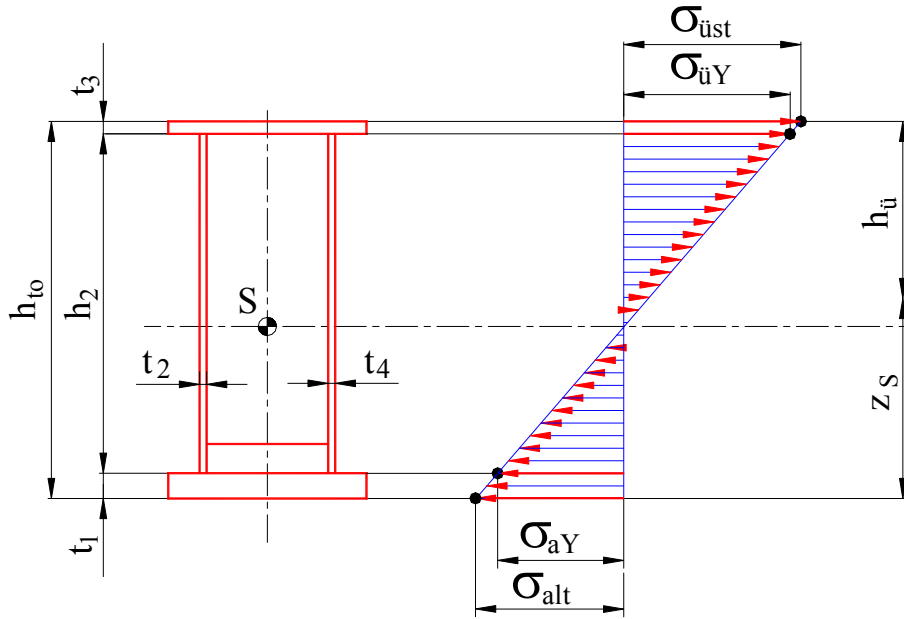
**Ters Sehim**

$$f_{Ters} := f_{Ki} + f_A + 0.5f_Y$$

$$f_{Ters} = 11 \cdot \text{mm}$$



## Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü, DIN 18800 e göre



Bilinenler	$z_S = 329.9 \cdot \text{mm}$	$y_S = 225 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 3200 \text{ kg}$
	$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$
	$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$		
	$h_{t0} := h_2 + t_1 + t_3$	$h_{t0} = 1014 \cdot \text{mm}$	$h_u := h_{t0} - z_S$
			$h_u = 684.1 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\text{üst}} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilme

$$\sigma_{\text{ü1}} := \frac{(h_u - t_3) \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_u}$$

$$\sigma_{\text{ü1}} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilme

$$\sigma_{\text{a1}} := -\sigma_{\text{üst}} \cdot \frac{z_S - t_1}{h_u}$$

$$\sigma_{\text{a1}} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{\text{max}} = 37.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### Yan levhada buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.020$
----------------	-------------------------------------	-----------------------

Yan plaka üst gerilmesi	$\sigma_{\text{ü1}} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
-------------------------	--

Yan plaka alt gerilmesi	$\sigma_{\text{a1}} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
-------------------------	--

Sınır değerler oranı	$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{\text{a1}}}{\sigma_{\text{ü1}}}$	$\psi_{1b} = -0.46$
----------------------	--	---------------------

Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{\text{St}}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 17.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
-----------------	---	---

Normal gerilme buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$	$k_{\sigma 1} = 12.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}}$	$k_{\tau 1} = 6.32$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 110 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 3.115$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 3.346$
Bölge düzeltme katsayısı $c_{18Yx} < 1,25$ i.o.	$c_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$	$c_{18Yx} = 1.365$
Normal gerilme düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma 18x} = 0.37$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.25$
Katsayılar	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 1.019$ $e_{\tau 3} = 1.023$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left( \frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left( \frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 1.534$ $G_{GenY} > 1$ Tehlikeli

**Sonuç: Yan levhada DIN18800'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi vardır.**

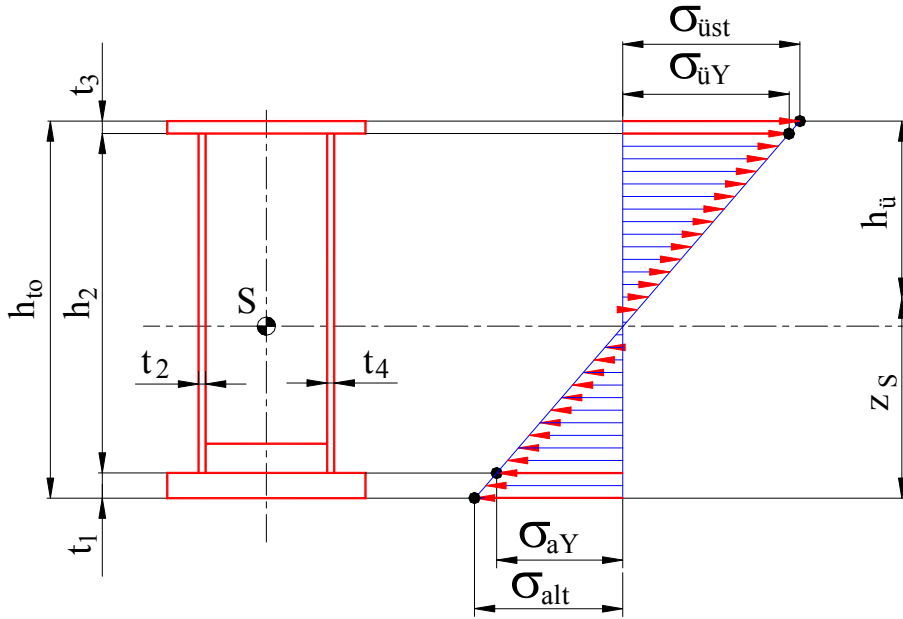
### Üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 347 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.764$
Üst kuşakta üst gerilme		$\sigma_{üst} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan		$\psi_H := 1$
Sınır değerler oranı		
Normal gerilme buruşma faktörü	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$

Kayma gerilmesi buruşma faktörü	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.460$
Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 567 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 2270 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 3099 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilme yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.970$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.631$
$c_H$ değeri < 1,25 i.o.	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilme düzeltme faktörü $k_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$k_{\sigma Hx} = 0.797$ $k_{\sigma H} := 0.797$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü $k_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$k_{\tau Hx} = 1.331$ $k_{\tau H} := 1$
Kontrol	$e_{H\sigma} := 1 + k_{\sigma H}^4$ $e_{H\tau} := 1 + k_{\sigma H} \cdot k_{\tau H}^2$	$e_{H\sigma} = 1.403$ $e_{H\tau} = 1.797$
	$S_H := \left( \frac{\sigma_{üst}}{k_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left( \frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{k_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.560$ $S_H \leq 1 - i.o$

**Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi yoktur.**

## Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü, DIN 4114 e göre



Bilinenler	$z_S = 329.9 \cdot \text{mm}$	$y_S = 225 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 3200 \text{ kg}$
	$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$
	$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$		
	$h_{to} = h_2 + t_1 + t_3$	$h_{to} = 1014 \cdot \text{mm}$	$h_u = h_{to} - z_S$
			$h_u = 684.1 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{üst} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Alt kuşakta alt gerilme

$$\sigma_{alt} = 541.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilme

$$\sigma_{ü1} = \frac{(h_u - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_u}$$

$$\sigma_{ü1} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilme

$$\sigma_{a1} = -\sigma_{üst} \cdot \frac{z_S - t_1}{h_u}$$

$$\sigma_{a1} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{max} = 37.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

## DIN 4114 T1'e göre yan levhada buruşma kontrolü:

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} = \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.020$
----------------	------------------------------------	-----------------------

Yan plakada üst gerilme	$\sigma_{ü1} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
-------------------------	---

Yan plakada alt gerilme	$\sigma_{a1} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
-------------------------	---

Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_1 = -0.46$
----------------------	---	------------------

Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 17.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} = 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 12.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 6.32$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Ki1} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Ki1} = 110 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilmesi	$\sigma_{Ykar} := \sqrt{\sigma_{\dot{u}1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ykar} = 1116 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK1} := \frac{\sigma_{Ykar}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\dot{u}1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK1} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ için	$\sigma_{VK1} := 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{Ykar}}$	$S_{Bhes1} = 0.20$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.45$
	$S_{Bhes1} = 0.2$	$S_{Bger1} = 1.45$

**Sonuç:** Yan levhada DIN4114T1'e göre yapılan hesaplarda buruşma tehlikesi vardır.

### Üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni	$b_H = b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 347 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H = \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.764$
Üst kuşakta üst gerilme		$\sigma_{üst} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı		$\psi_H = 1$
Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} = \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau H} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.46$

Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left( \frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 567 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 2270 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{FiH} = 3099 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilmesi	$\sigma_{\ddot{U}kar} := \sqrt{\sigma_{\ddot{U}st}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}$	$\sigma_{\ddot{U}kar} = 1126 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{\ddot{U}kar}}{\frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left( \frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{\max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} = 2272 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	$\sigma_{VKH} := 2108 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kiristeki hesapsal emniyet katsayisi	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{\ddot{U}kar}}$	$S_{BhesH} = 1.873$
Gerekli olan emniyet katsayisi	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
	$S_{BhesH} = 1.873$	$S_{BgerH} = 1.71$

**Sonuç:** Üst kuşakta DIN4114T1'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi yoktur.

**SON**

---