

## Örnek 03 KutuKiriş

Vinç := "2tx20m"

### 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

çekme

basma

kayma

Atölye, tek vardiya, 4 saat

$$F_Y := 2000 \cdot \text{kg}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$n_{Tek} := 2$$

$$k_f := 1000$$

$$Y_{üHa} := "H"$$

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

$$Y_{üGr} := "B3"$$

$$Çe_{Gr} := "K3"$$

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

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

$$\psi_K = 1.222$$

$$\varphi_K := 1.1$$

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

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

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

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

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

$$\rho_{St} := 7850 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

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

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

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

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

$$F_{TD2} = 1442 \text{ kg}$$

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

$$J_{yger} = 114291 \cdot \text{cm}^4$$

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

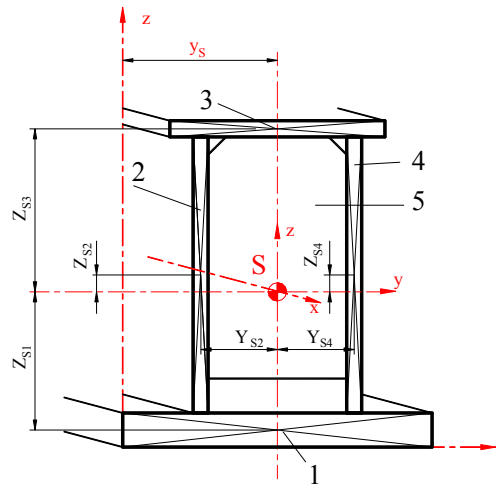
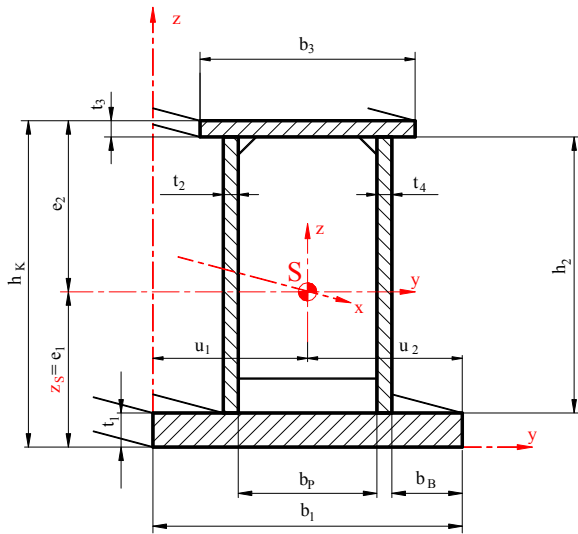
$$F_{TD} = 721 \text{ kg}$$

$$t_{1ger} := \sqrt{5 \cdot \frac{F_{TD}}{\sigma_{St\check{c}EM}}}$$

$$t_{1ger} = 15 \cdot \text{mm}$$

$$t_1 := 15 \text{ mm}$$

## Kutu kiriş değerleri



Yan plaka yükseliği, 1,5 m den iki adet almak için

$$\text{Yan plaka kalınlığı} \quad t_{2x} := h_2 \cdot 125^{-1} \quad t_{2x} = 5.9 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşak genişliği, 1,5 m den üç adet almak için

Tekerlek yürüyüş konsolu genişliği, tecrübelerle göre

$$\text{Üst kuşak genişliği} \quad b_3 := b_1 - 2 \cdot b_B + 2 \cdot \text{cm}$$

$$\text{Üst kuşak kalınlığı} \quad t_{3x} := 1.2 \cdot t_2 \quad t_{3x} = 6 \cdot \text{mm}$$

Perde aralığı ve kalınlığı

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

$$\text{Perde eni} \quad b_{Per} := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2 - t_4$$

$$\text{X eksenli üst kuşak alt kenarı} \quad h_S := h_2 + t_1$$

$$\text{Kirişin tam yüksekliği} \quad h_K := t_1 + t_3 + h_2$$

## Parçaların ve sistemin alanı:

$$A_1 := b_1 \cdot t_1 \quad A_1 = 74 \cdot \text{cm}^2 \quad A_2 := h_2 \cdot t_2 \quad A_2 = 37 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_3 := b_3 \cdot t_3 \quad A_3 = 25 \cdot \text{cm}^2 \quad A_4 := h_4 \cdot t_4 \quad A_4 = 37 \cdot \text{cm}^2$$

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

$$A_{top} = 172.1 \cdot \text{cm}^2$$

$$h_2 := 740 \cdot \text{mm}$$

$$h_4 := 740 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 := 5 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 := 5 \cdot \text{mm}$$

$$b_1 := 490 \cdot \text{mm}$$

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

$$b_3 := 410 \cdot \text{mm}$$

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

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

$$t_{Per} := 5 \cdot \text{mm}$$

$$h_{Per} = 690 \cdot \text{mm}$$

$$b_{Per} = 380 \cdot \text{mm}$$

$$h_S = 75.5 \cdot \text{cm}$$

$$h_K = 761 \cdot \text{mm}$$

**Parçaların ağırlık merkezlerinin koordinatları:**

$y_1 := 0.5 \cdot b_1$	$y_1 = 24.50 \cdot \text{cm}$	$z_1 := 0.5 \cdot t_1$	$z_1 = 0.75 \cdot \text{cm}$
$y_2 := b_B + 0.5 \cdot t_2$	$y_2 = 5.3 \cdot \text{cm}$	$z_2 := t_1 + 0.5 \cdot h_2$	$z_2 = 38.5 \cdot \text{cm}$
$y_3 := 0.5 \cdot b_1$	$y_3 = 24.5 \cdot \text{cm}$	$z_3 := t_1 + 0.5 \cdot t_3 + h_2$	$z_3 = 75.8 \cdot \text{cm}$
$y_4 := b_1 - b_B - 0.5 \cdot t_2$	$y_4 = 43.75 \cdot \text{cm}$	$z_4 := t_1 + 0.5 h_2$	$z_4 = 38.5 \cdot \text{cm}$

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

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

$$Y_S = 24.50 \cdot \text{cm}$$

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

$$Z_S = 27.71 \cdot \text{cm}$$

**Parçaların ağırlık merkezine uzaklıkları**

$Y_{S1} := Y_S - y_1$	$Y_{S1} = -3 \times 10^{-15} \cdot \text{cm}$	$Z_{S1} := Z_S - z_1$	$Z_{S1} = 27 \cdot \text{cm}$
$Y_{S2} := Y_S - y_2$	$Y_{S2} = 19.25 \cdot \text{cm}$	$Z_{S2} := Z_S - z_2$	$Z_{S2} = 10.79 \cdot \text{cm}$
$Y_{S3} := Y_S - y_3$	$Y_{S3} = -2.8 \times 10^{-15} \cdot \text{cm}$	$Z_{S3} := Z_S - z_3$	$Z_{S3} = 48.1 \cdot \text{cm}$
$Y_{S4} := Y_S - y_4$	$Y_{S4} = 19.25 \cdot \text{cm}$	$Z_{S4} := Z_S - z_4$	$Z_{S4} = 10.79 \cdot \text{cm}$

**Parçaların kendi atalet momentleri**

$I_{1y} := \frac{b_1 \cdot t_1^3}{12}$	$I_{1y} = 13.78 \cdot \text{cm}^4$	$I_{2y} := \frac{t_2 \cdot h_2^3}{12}$	$I_{2y} = 16884 \cdot \text{cm}^4$
$I_{3y} := \frac{b_3 \cdot t_3^3}{12}$	$I_{3y} = 0.74 \cdot \text{cm}^4$	$I_{4y} := \frac{t_4 \cdot h_4^3}{12}$	$I_{4y} = 16884 \cdot \text{cm}^4$
$I_{1z} := \frac{t_1 \cdot b_1^3}{12}$	$I_{1z} = 14706 \cdot \text{cm}^4$	$I_{2z} := \frac{h_2 \cdot t_2^3}{12}$	$I_{2z} = 0.77 \cdot \text{cm}^4$
$I_{3z} := \frac{t_3 \cdot b_3^3}{12}$	$I_{3z} = 3446 \cdot \text{cm}^4$	$I_{4z} := \frac{h_4 \cdot t_4^3}{12}$	$I_{4z} = 0.77 \cdot \text{cm}^4$

**Kirişin atalet momentleri**

$$I_{y1} := I_{1y} + I_{2y} + I_{3y} + I_{4y} \quad I_{y1} = 33783 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y2} := Z_{S1}^2 \cdot A_1 + Z_{S2}^2 \cdot A_2 + Z_{S3}^2 \cdot A_3 + Z_{S4}^2 \cdot A_4 \quad I_{y2} = 118929 \cdot \text{cm}^4$$

$$\text{Kirişin y-y eksenli atalet momenti} \quad I_y := I_{y1} + I_{y2}$$

$$I_y = 152713 \cdot \text{cm}^4$$

$$J_{yger} = 114291 \cdot \text{cm}^4$$

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

$$I_{z1} = 18154 \cdot \text{cm}^4$$

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

$$I_{z2} = 27422 \cdot \text{cm}^4$$

Kirişin z-z eksenli atalet momenti

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

$$I_z = 45575 \cdot \text{cm}^4$$

## Atalet dairesi yarı çapı

$$u_1 := y_S$$

$$u_1 = 245 \cdot \text{mm}$$

$$e_1 := z_S$$

$$e_1 = 27.7 \cdot \text{cm}$$

$$u_2 := b_3 - y_S$$

$$u_2 = 165 \cdot \text{mm}$$

$$e_2 := h_K - e_1$$

$$e_2 = 48.4 \cdot \text{cm}$$

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

$$e_{\max} = 48.4 \cdot \text{cm}$$

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

$$u_{\max} = 24.5 \cdot \text{cm}$$

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

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

$$W_y = 3156 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_z = 1860 \cdot \text{cm}^3$$

## Sehim kontrolü

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

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

$$f_{\text{Hes}} = 15 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Hakiki sehim oranı} \quad S_{fL} := L_K \cdot f_{\text{Hes}}^{-1}$$

$$S_{fL} = 1336$$

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

Toleranslardan doğan farklılık

$$k_{K1\text{Tol}} := 1.03$$

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

$$G_{\text{Per}} = 10.29 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

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

$$q_{K1} = 135.1 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

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

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

$$q_K = 140.24 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{kg}$$

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

$$G_{K1\text{top}} := q_K \cdot L_K \cdot k_{K1\text{Tol}}$$

$$G_{K1\text{top}} = 2889 \cdot \text{kg}$$

## Kirisindeki normal gerilmeler

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

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

$$M_1 = 771343 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

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

$$\sigma_1 = 244 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Arabanın öz ağırlığından oluşan gerilme "  $\sigma_2$  "

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

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

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

$$\sigma_2 = 61 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kaldırma yükünden oluşan gerilme "  $\sigma_3$  "

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

$$M_3 = 970225 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

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

$$\sigma_3 = 307 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Atalet kuvvetlerinden oluşan gerilme "  $\sigma_4$  "

$$\mu_T := 0.2$$

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

$$F_{TA} = 1502.4 \text{ kg}$$

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

$$F_{TY} = 901.5 \text{ kg}$$

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

$$M_4 = 450733 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

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

$$\sigma_4 = 264.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Araba kasılmasından oluşan gerilme "  $\sigma_5$  "

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

$$M_5 = 8652.0 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}$$

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

$$\sigma_5 = 4.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

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

maksimum normal gerilme  $\sigma_{max}$

YüGr = "B3" için

$$k_B := 1.05$$

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

$$\sigma_{üst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

minimum normal gerilme  $\sigma_{min}$

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

$$\sigma_{min} = 306 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Genel sınır değerler oranı

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

$$k_{2hes} = 0.31$$

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

$$\sigma_{alt} = 572 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki kayma gerilmesi  $\tau_{\max}$ 

$$F_{TD} = 721 \text{ kg}$$

Tekerek alt kuşak kenarı mesafesi

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

Kirişte torsiyon momenti

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

$$M_{t1} = 15.9 \text{ m} \cdot \text{kg}$$

Ortalama torsiyon alanı Bret'e göre

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

$$A_{or} = 2889.4 \cdot \text{cm}^2$$

Torsiyon karşı koyma momenti

$$W_{t1} := 2 \cdot A_{or} \cdot t_2$$

$$W_{t1} = 2889.4 \cdot \text{cm}^3$$

Torsiyon gerilmesi

$$\tau_{t1} := \frac{M_{t1}}{W_{t1}}$$

$$\tau_{t1} = 0.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakalar alanı

$$A_{Dik} := 2 \cdot h_2 \cdot t_2$$

$$A_{Dik} = 74 \cdot \text{cm}^2$$

Kesme gerilmesi

$$\tau_{a1} := \frac{F_{TD2}}{A_{Dik}}$$

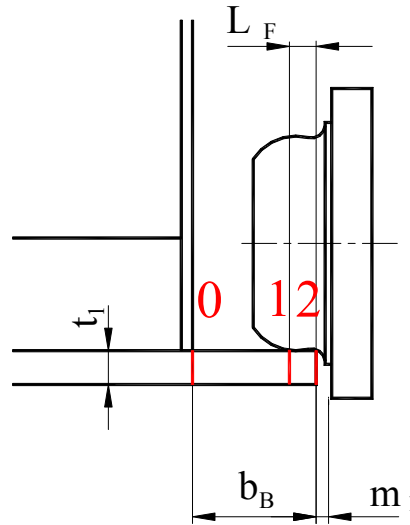
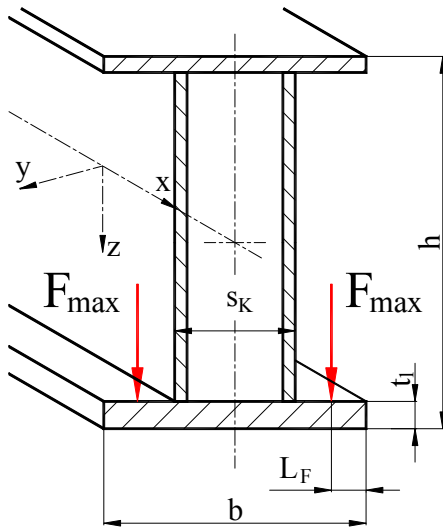
$$\tau_{a1} = 19.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilmesi

$$\tau_{\max} := \tau_{t1} + \tau_{a1}$$

$$\tau_{\max} = 20 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

### Alt kuşakta konsol gerilmeleri, detaylı

Alt kuşakta  $F_{Te}$  kuvvetinin etkilediği yerdeki kalınlığı.

$$t_1 = 15 \cdot \text{mm}$$

Malzeme kalınlık toleransı ve olacak aşınmalar dikkate alınmadan.

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 oranıkatsayısı

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

$$\lambda_K = 0.128$$

$$e = 2.7182818$$

**x- yönü, boyuna gerilme katsayıları**

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi	$c_{x0} := 0.05 - 0.58 \cdot \lambda_K + 0.148 \cdot e^{(3.015 \cdot \lambda_K)}$	$c_{x0} = 0.193463$
1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$c_{x1} := 2.23 - 1.49 \cdot \lambda_K + 1.39 \cdot e^{(-18.33 \cdot \lambda_K)}$	$c_{x1} = 2.172343$
2-Alt kuşak kenarı	$c_{x2} := 0.73 - 1.58 \cdot \lambda_K + 2.91 \cdot e^{(-6 \cdot \lambda_K)}$	$c_{x2} = 1.877825$

**y- yönü, enine gerilme katsayıları**

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi	$c_{y0} := -2.11 + 1.977 \cdot \lambda_K + 0.0076 \cdot e^{(6.53 \cdot \lambda_K)}$	$c_{y0} = -1.839413$
1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$c_{y1} := 10.108 - 7.408 \cdot \lambda_K - 10.108 \cdot e^{(-1.364 \cdot \lambda_K)}$	$c_{y1} = 0.671082$
2-Alt kuşak kenarı		$c_{y2} := 0$

Düzeltilme faktörü

$\epsilon_{Dü} := 0.75$

**x- yönünde, boyuna gerilmeler**

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi	$\sigma_{Fx0} := c_{x0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fx0} = 62 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$\sigma_{Fx1} := c_{x1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fx1} = 696 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2-Alt kuşak kenarı	$\sigma_{Fx2} := c_{x2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fx2} = 602 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

**y- yönü, enine gerilmeler**

0-Altkuşak ile yan plaka geçişi	$\sigma_{Fy0} := c_{y0} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fy0} = -589 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$\sigma_{Fy1} := c_{y1} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fy1} = 215 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2-Alt kuşak kenarı	$\sigma_{Fy2} := c_{y2} \cdot F_{TD} \cdot t_1^{-2}$	$\sigma_{Fy2} = 0$

basi gerilmesi

**x- yönünde, toplam boyuna gerilmeler**

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$\sigma_x := \sigma_{alt} + \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fx1}$	$\sigma_x = 1094 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
--	---	--

**y- yönünde, toplam enine gerilmeler**

1-Tekerlek kuvvetinin etkilediği nokta	$\sigma_y := \epsilon_{Dü} \cdot \sigma_{Fy1}$	$\sigma_y = 161 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
--	--	---

**Alt kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmeleri**

$$\sigma_{karAlt} := \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

$$\sigma_{karAlt} = 1024 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

## Üst kuşakta hesapsal karşılaştırma gerilmesi

$$\sigma_{karÜst} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

$$\sigma_{kar} := \sigma_{karAlt}$$

$$\sigma_{karÜst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{kar} = 1024 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

## Statik kontrol

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

$$\frac{\sigma_{StçEM}}{\sigma_{kar}} = 1.56 > 1$$

## Dinamik kontrol

FEM e göre dinamik değişken mukavemet değeri:

$$\kappa_{2hes} = 0.31$$

Yükleme grubu  $Y_{Gr} = "B3"$  ve  $Ç_{eGr} = "K3"$  için

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

$\kappa_0 := 0$  için değişken mukavemet değeri  $\sigma_{DçEM0} := \frac{5}{3} \cdot \sigma_W$

$$\sigma_{DçEM0} = 2122 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\sigma_{DçEM2} := \frac{\sigma_{DçEM0}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_{DçEM0}}{0.75 \cdot R_m}\right) \cdot \kappa_{2hes}}$$

$$\sigma_{DçEM2} = 2237 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\frac{\sigma_{DçEM2}}{\sigma_{kar}} = 2.185 > 1$$

**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

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

$$F_{YTek} = 1000 \text{ kg}$$

Yan boşluk değeri

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

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

Kirişin zati ağırlık sehim i

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

$$f_{Ki} = 9.1 \cdot \text{mm}$$

Arabanın zati ağırlık sehim i



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

$$f_A = 0.21 \cdot \text{cm}$$

Yükün sehim i

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

$$f_Y = 10.4 \cdot \text{mm}$$

Toplam Sehim

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

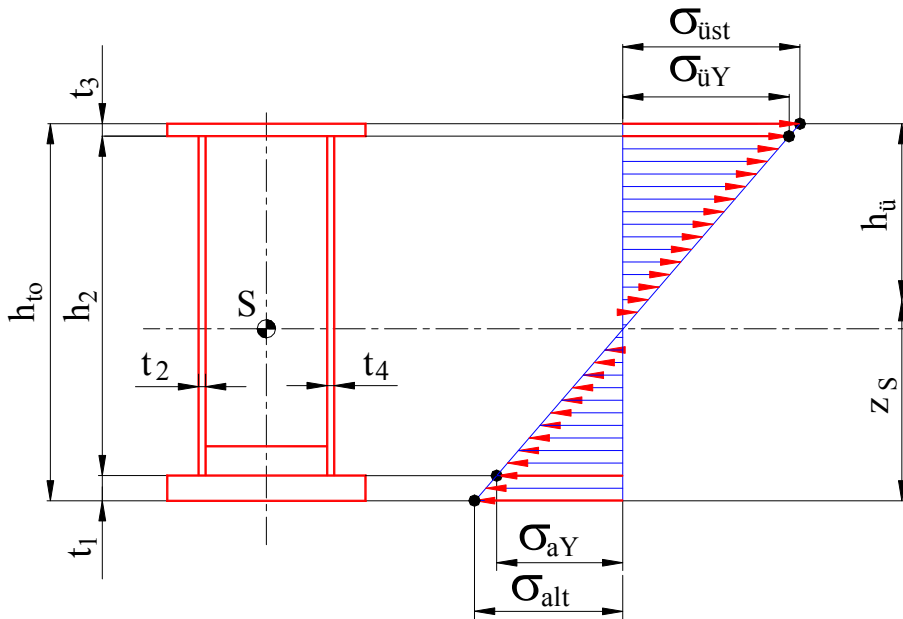
$$f_{Top} = 2.2 \cdot \text{cm}$$

Ters Sehim

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

$$f_{Ters} = 16 \cdot \text{mm}$$

**Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü**



Bilinenler  $z_S = 277.1 \cdot \text{mm}$

$y_S = 245 \cdot \text{mm}$

$F_Y = 2000 \text{ kg}$

$t_1 = 15 \cdot \text{mm}$

$t_2 = 5 \cdot \text{mm}$

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

$t_4 = 5 \cdot \text{mm}$

$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$

$h_{to} = 761 \cdot \text{mm}$

$h_u := h_{to} - z_S$

$h_u = 483.9 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{üst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilme	$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{\bar{u}st}}{h_{\bar{u}}}$	bası	$\sigma_{\bar{u}1} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plakada alt gerilme	$\sigma_{a1} := -\sigma_{\bar{u}st} \cdot \frac{z_s - t_1}{h_{\bar{u}}}$	çeki	$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kayma gerilme			$\tau_{max} = 20 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
<b>DIN 18800'e göre yan levhada buruşma kontrolü:</b>			
Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$		$\alpha_{Y1} = 2.703$
Yan plaka üst gerilmesi			$\sigma_{\bar{u}1} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilmesi			$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$		$\psi_{1b} = -0.55$
Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$		$\sigma_{e1} = 86.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilme buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$		$k_{\sigma 1} = 14.1$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$		$k_{\tau 1} = 5.89$
İdeal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$		$\sigma_{Pi} = 1220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$		$\tau_{Pi} = 510 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
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	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$		$\lambda_{18P\sigma} = 1.323$
Kayma gerilmesi yardımcı faktörü	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$		$\lambda_{18P\tau} = 1.555$
Bölge düzeltme katsayısı $c_{18Yx} < 1,25$ i.o.	$c_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$		$c_{18Yx} = 1.387$ $c_{18Y} := 1.25$
Normal gerilme düzeltme $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$		$\kappa_{\sigma 18x} = 0.79$ $\kappa_{\sigma 18} := 0.79$
Kayma gerilmesi düzeltme faktörü $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$		$\kappa_{\tau 18} = 0.54$
Katsayılar	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$	$e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 1.39$ $e_{\tau 3} = 1.231$

Genel kontrol

$$S_{GenY} := \left( \frac{\sigma_{\text{ü1}}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left( \frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\text{max}}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$$

$S_{GenY} = 0.49$

$S_{GenY} \leq 1 - i.o$

**Sonuç: Yan levhada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi yoktur.**

### DIN 18800'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:

Üst kuşak buruşma eni  $b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$   $b_H = 385 \cdot \text{mm}$

Kenarlar oranı  $\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$   $\alpha_H = 5.195$

Üst kuşakta üst gerilme  $\sigma_{\text{üst}} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan Sınır değerler oranı  $\psi_H := 1$

Euler gerilmesi  $\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left( \frac{t_3}{b_H} \right)^2$   $\sigma_{eH} = 461 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Normal gerilme buruşma faktörü  $k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$   $k_{\sigma H} = 4.000$

Kayma gerilmesi buruşma faktörü  $k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$   $k_{\tau H} = 5.488$

İdeal buruşma normal gerilmesi  $\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$   $\sigma_{PiH} = 1844 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

İdeal buruşma kayma gerilmesi  $\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$   $\tau_{PiH} = 2530 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Normal gerilme yardımcı faktörü  $\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$   $\lambda_{PH\sigma} = 1.076$

Kayma gerilmesi yardımcı faktörü  $\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$   $\lambda_{PH\tau} = 0.698$

$c_H$  değeri  $< 1,25$  i.o.  $c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$   $c_H = 1.000$

Normal gerilme düzeltme faktörü  $\kappa_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left( \frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$   $\kappa_{\sigma Hx} = 0.739$

$\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$  olmalıdır.  $\kappa_{\sigma H} := 0.739$

Kayma gerilmesi düzeltme faktörü  $\kappa_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$   $\kappa_{\tau Hx} = 1.203$

$\kappa_{\tau H} \leq 1.0$  olmalıdır.  $\kappa_{\tau H} := 1$

Kontrol  $e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$   $e_{H\sigma} = 1.298$

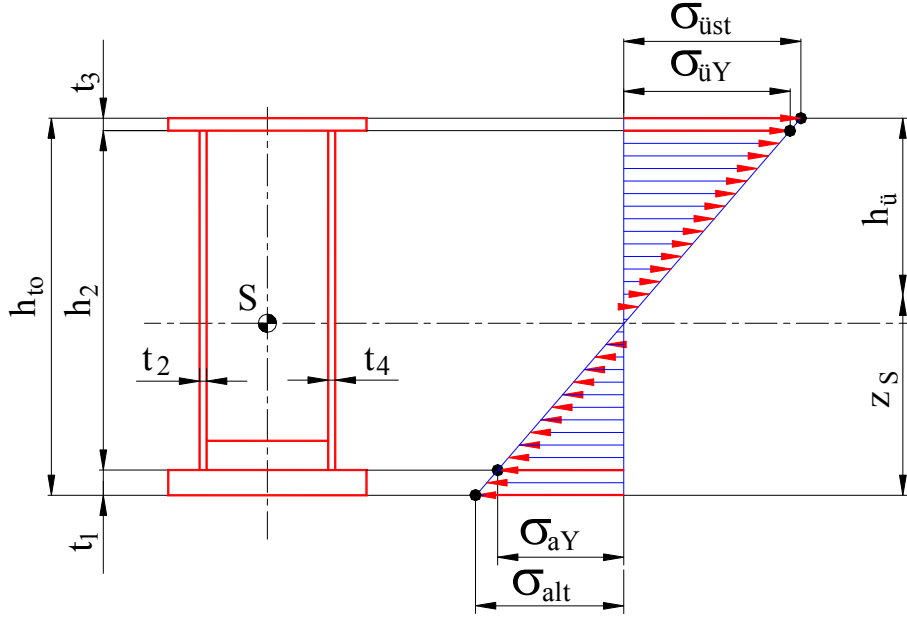
$e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$   $e_{H\tau} = 1.739$

$$S_H := \left( \frac{\sigma_{\text{üst}}}{k_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left( \frac{\tau_{\text{max}} \cdot \sqrt{3}}{k_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}} \quad S_H = 0.553$$

$\leq 1 - i.o$

**Sonuç:** Kiriş üst kuşak levhasında DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

### Kiriş yan ve üst levhalarının buruşma kontrolü



Bilinenler	$z_S = 277.1 \cdot \text{mm}$	$y_S = 245 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 2000 \text{ kg}$
	$t_1 = 15 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 5 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$
		$t_4 = 5 \cdot \text{mm}$	
	$h_{to} = 761 \cdot \text{mm}$		$h_{\text{ü}} = 483.9 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilme

$$\sigma_{\text{üst}} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilme

$$\sigma_{\text{ü1}} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilme

$$\sigma_{\text{a1}} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilme

$$\tau_{\text{max}} = 20 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

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

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} = \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.703$
Yan plakada üst gerilme		$\sigma_{ü1} = 986.3 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plakada alt gerilme		$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_1 = -0.55$
Euler gerilmesi	$\sigma_{e1} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 86.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} = 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 14.1$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.89$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{K11} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{K11} = 1220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{K11} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{K11} = 510.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilmesi	$\sigma_{Ykar} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ykar} = 987 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK11} := \frac{\sigma_{Ykar}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{K11}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{K11}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{K11}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi $\sigma_{VK14}$ değeri 1570 küçük $\sigma_{VK14} = \sigma_{VK14}$	$\sigma_{VK11} = 1219 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ için	$\sigma_{VK1} := 1219 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{Ykar}}$	$S_{Bhes1} = 1.24$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.43$
	$S_{Bhes1} = 1.24$	$S_{Bger1} = 1.43$

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

**DIN 4114 T1'e göre üst kuşak buruşma kontrolü:**

Üst kuşak buruşma eni	$b_H = b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 385 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H = \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.195$
Üst kuşakta üst gerilme		$\sigma_{üst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
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	$k_{\tau H} = 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 5.49$
Euler gerilmesi	$\sigma_{eH} = \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 461 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma normal gerilmesi	$\sigma_{KiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{KiH} = 1844 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Hesapsal ideal buruşma kayma gerilmesi	$\tau_{KiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{KiH} = 2530 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilmesi	$\sigma_{Ükar} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ükar} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{Ükar}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{KiH}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{KiH}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} = 1845 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	$\sigma_{VKH} := 1845 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{Ükar}}$	$S_{BhesH} = 1.846$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
	$S_{BhesH} = 1.846$	$S_{BgerH} = 1.71$

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

**SON**