

İlk yayın : 7 Kasım 2014

[www.guven-kutay.ch](http://www.guven-kutay.ch)

# YAPI STATİĞİ

## Gerilmeler ve Mohr dairesi Alıştırma sonuçları

44-04-3

*M. Güven KUTAY, Muhammet ERDÖL*

*En son durum: 7 Kasım 2014*

### **DİKKAT:**

*Bu çalışma iyi niyetle ve bugünün teknik imkanlarına göre yapılmıştır. Bu çalışmadaki bilgilerin yanlış kullanılmasından doğacak her türlü maddi ve manevi zarar için sorumluluk kullanana aittir. Bu çalışmadaki bilgileri kullananlara, kullandıkları yerdeki şartları iyi değerlendirip buradaki verilerin yeterli olup olmadığına karar vermeleri ve gerekirse daha detaylı hesap yapmaları önerilir. Eğer herhangi bir düzeltme, tamamlama veya bir arzunuz olursa, hiç çekinmeden bizimle temasa geçebilirsiniz.*

# İÇİNDEKİLER

1.	Eğik kaynaklı plakanın gerilme analizi .....	4
2.	Ölçülen değerlere göre gerilme analizi .....	4
3.	Kayma zorlanmasına göre gerilme analizi .....	4
4.	Normal kuvvet zorlanmasına göre gerilme analizi .....	4
5.	Bileşik zorlanmaya göre gerilme analizi .....	4
6.	Eğik kesitte gerilme analizi .....	4
7.	Parçada esneme ve kayma analizi .....	4
8.	Dik dörtgen kaval profilli çıkma kirişin analizi .....	5
9.	Yatık U-profilin analizi .....	5
10.	Yatık U-profilin analizi .....	5
11.	Yuvarlak kaval profilli çıkma kirişin analizi .....	5
12.	Kesiti asimetric profil .....	5
13.	Mohr benzerliği, ortadan tek kuvvetle zorlanan klasik kirişte sehim .....	6
14.	Duvarın zorlanması .....	6
15.	Asimetric T-profil .....	6
16.	Mohr benzerliği, çok yataklı sistem .....	6



**1. Eğik kaynaklı plakanın gerilme analizi**

Grafikten okunan değerler:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &\approx 140 \text{ MPa} & \tau_{\max} &\approx 100 \text{ MPa} & \sigma_n &\approx 1 \text{ MPa} & \tau_{nt} &\approx 92 \text{ MPa} \\ \sigma_2 &\approx -60 \text{ MPa} & \varphi_1 &\approx 109^\circ & \sigma_t &\approx 78 \text{ MPa} & \tau_{nt} &\approx -92 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\begin{aligned} \boxed{\sigma_1 = 140 \text{ MPa}} & & \boxed{\tau_{\max} = 100 \text{ MPa}} & & \boxed{\sigma_n = 1,136 \text{ MPa}} & & \boxed{\tau_{tn} = 92,138 \text{ MPa}} \\ \boxed{\sigma_2 = -60 \text{ MPa}} & & \boxed{\varphi_1 = 108,4^\circ} & & \boxed{\sigma_t = 78,864 \text{ MPa}} & & \boxed{\tau_{nt} = -92,138 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

**2. Ölçülen değerlere göre gerilme analizi**

Hesaplanan değerler:

$$\varepsilon_x = 2,500 \text{ ‰} \quad \varepsilon_y = -0,833 \text{ ‰} \quad \gamma_{xy} = 0,924 \text{ ‰}$$

Grafikten okunan değerler:

$$\varepsilon_1 \approx 2,56 \text{ ‰} \quad \varepsilon_2 \approx -0,895 \text{ ‰} \quad \varphi_1 \approx 7,75^\circ \quad \varepsilon_d \approx -0,833 \text{ ‰} \quad \gamma_{\perp d-d} / 2 \approx -0,462 \text{ ‰}$$

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\varepsilon_1 = 2,563 \text{ ‰} \quad \varepsilon_2 = -0,896 \text{ ‰} \quad \varphi_1 = 7,75^\circ \quad \varepsilon_d = -0,833 \text{ ‰} \quad \gamma_{\perp d-d} = -0,924 \text{ ‰}$$

**3. Kayma zorlanmasına göre gerilme analizi**

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\sigma_1 = 30 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = -30 \text{ MPa} \quad \varphi_1 = 45^\circ$$

**4. Normal kuvvet zorlanmasına göre gerilme analizi**

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\sigma_1 = -30 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = -30 \text{ MPa} \quad \varphi_1 = 0^\circ$$

**5. Bileşik zorlanmaya göre gerilme analizi**

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\sigma_1 = 22,36 \text{ MPa} \quad \sigma_2 = -22,36 \text{ MPa} \quad \varphi_1 = 13,283^\circ$$

**6. Eğik kesitte gerilme analizi**

Analitik olarak hesaplanan değerler:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 8 \text{ MPa} & \alpha &= 28^\circ & \sigma_t &= 6,24 \text{ MPa} & \tau_{nt} &= 3,32 \text{ MPa} \\ \alpha_1 &= 69,3^\circ < \beta < \alpha_2 &= 110,7^\circ & \sigma_{\max} &= f_t = 1 \text{ N/mm}^2 & \tau_{(\sigma_{\max})} &= 2,645 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

**7. Parçada esneme ve kayma analizi**

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= 0 & \varepsilon_x &= 0 & \varepsilon_1 &= 0,933 \cdot \frac{\delta}{a} \\ \varepsilon_y &= \frac{\delta}{a} \cdot \sin \alpha & \varepsilon_y &= 0,866 \cdot \frac{\delta}{a} & \varepsilon_2 &= -0,067 \cdot \frac{\delta}{a} \\ \gamma_{xy} &= \frac{\delta}{a} \cdot \cos \alpha & \gamma_{xy} &= 0,5 \cdot \frac{\delta}{a} & \varphi_1 &= 75^\circ \end{aligned}$$

**8. Dik dörtgen kaval profilin çıkma kirişin analizi**

$$\begin{aligned}
\sigma_{N_{x1}} &= 2,083 \text{ MPa} & \sigma_{M_{y1}} &= 9,259 \text{ MPa} \\
\tau_{xz1} &= 0,502 \text{ MPa} & \tau_{t1} &= 5,787 \text{ MPa} & \tau_{1x} &= 5,809 \text{ MPa} & \tau_1 &= 5,787 \text{ MPa} \\
\sigma_{N_{x2}} &= 2,083 \text{ MPa} & \sigma_{M_{y2}} &= 3,858 \text{ MPa} & \sigma_{x2} &= 5,941 \text{ MPa} \\
\tau_{zy2} &= 0,502 \text{ MPa} & \tau_{t2} &= 11,574 \text{ MPa} & \tau_2 &= 16,927 \text{ MPa} \\
\sigma_{11} &= 13,774 \text{ MPa} & \sigma_{12} &= -2,431 \text{ MPa} & \varphi_{11} &= 22,789^\circ \\
\sigma_{21} &= 20,156 \text{ MPa} & \sigma_{22} &= -14,215 \text{ MPa} & \varphi_{21} &= 40,023^\circ
\end{aligned}$$

**9. Yatık U-profilin analizi**

$$\begin{aligned}
A &= 2 \cdot 10^6 \text{ mm}^2 & z'_S &= 1400 \text{ mm} & y'_S &= 820 \text{ mm} \\
J_y &= 2,459 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4 & J_z &= 0,794 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4 \\
y_{A(1)} &= \underline{0} & z_{A(1)} &= \underline{878 \text{ mm}} & y_{A(2)} &= \underline{0} & z_{A(2)} &= \underline{-878 \text{ mm}} \\
y_{A(3)} &= \underline{484 \text{ mm}} & z_{A(3)} &= \underline{0} & y_{A(4)} &= \underline{-336 \text{ mm}} & z_{A(4)} &= \underline{0} \\
y_{N_x} &= -250 \text{ mm} & z_{N_x} &= -1500 \text{ mm} & \sigma_{x(Pa)} &= 5,8 \text{ MPa} & \sigma_{x(Pü)} &= -12,9 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

**10. Yatık U-profilin analizi**

$$\begin{aligned}
J_y &= 2,459 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4 & \tau_{P1 \max} &= 0,278 \text{ MPa} & \tau_{P1 \min} &= 0 \\
\tau_{P2} &= 0,556 \text{ MPa} & \tau_{P3} &= 0,647 \text{ MPa} & \tau_{P4} &= 0 \text{ MPa} & \tau_{P4} &= \tau_{zx} = 0,586 \text{ MPa} \\
\tau_{P6} &= \tau_{zx} = 0,0586 \text{ MPa} & \tau_{P7} &= 0,631 \text{ MPa} & m &= 846 \text{ mm}
\end{aligned}$$

**11. Yuvarlak kaval profilin çıkma kirişin analizi**

$$\begin{aligned}
\sigma_{x1} &= 183,7 \text{ MPa} & \sigma_{x2} &= 0 & \sigma_{x3} &= 0 \\
\tau_{xz} &= 0 & \tau_{xz2} &= 9,5 \text{ MPa} & \tau_{xz3} &= 9,5 \text{ MPa} \\
\tau_{T1} &= 44,6 \text{ MPa} & \tau_{T2} &= 44,6 \text{ MPa} & \tau_{T3} &= -44,6 \text{ MPa} \\
1 \text{ numaralı noktada asal gerilmeler ve yönleri} & & & & & \\
\sigma_1 &= 194,0 \text{ MPa} & \sigma_2 &= -10,3 \text{ MPa} & \varphi_1 &= 12,95^\circ \\
2 \text{ numaralı noktada asal gerilmeler ve yönleri} & & & & & \\
\sigma_1 &= 54,1 \text{ MPa} & \sigma_2 &= -54,1 \text{ MPa} & \varphi_1 &= 45^\circ \\
3 \text{ numaralı noktada asal gerilmeler ve yönleri} & & & & & \\
\sigma_1 &= 35,1 \text{ MPa} & \sigma_2 &= -35,1 \text{ MPa} & \varphi_1 &= -45^\circ
\end{aligned}$$

**12. Kesiti asimetric profil**

$$\begin{aligned}
A &= 1496 \text{ mm}^2 & \eta_S &= -13,9 \text{ mm} & \zeta_S &= 46,4 \text{ mm} \\
J_{\eta'} &= 2,647 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & J_{\zeta'} &= 0,464 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & C_{\eta'\zeta'} &= 0,628 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \\
J_y &= 2,815 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & J_z &= 0,296 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 & \varphi &= -14,97^\circ \approx -15^\circ \\
\text{Eksen 1-1 için} & & \eta'_{A1} &= 9,1 \text{ mm} & \zeta'_{A1} &= 38,1 \text{ mm} \\
\text{Eksen 2-2 için} & & \eta'_{A2} &= -5,0 \text{ mm} & \zeta'_{A2} &= -21,2 \text{ mm} \\
\text{Eksen 3-3 için} & & \eta'_{A3} &= -22,3 \text{ mm} & \zeta'_{A3} &= -30,2 \text{ mm} \\
\text{Eksen 4-4 için} & & \eta'_{A4} &= 6,1 \text{ mm} & \zeta'_{A4} &= 8,2 \text{ mm} \\
& & \eta'_{A5} &= 3,4 \text{ mm} & \zeta'_{A5} &= -12,3 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$M_{\eta'} = 5 \text{ kNm}$  için nötr eksen  $\zeta' = 1,355 \cdot \eta'$

$M_{\eta'} = 5 \text{ kNm}$  için A, B ve C deki  $\sigma_x$  gerilmeler

$$\sigma_A = 63,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_B = -181,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_C = 210,5 \text{ MPa}$$

$V_{\zeta'} = 25 \text{ kN}$  için D deki  $\tau_{xy}$  kayma gerilmesi

$$\tau_D = 24,393 \text{ MPa}$$

Akma mukavemeti  $f_y = 235 \text{ MPa}$  için moment  $M_{\eta'}$  nin maksimum değeri

$$M_{\eta'A} = 18,554 \text{ kNm}$$

$$M_{\eta'B} = 6,476 \text{ kNm}$$

$$M_{\eta'C} = 5,585 \text{ kNm}$$

### 13. Mohr benzerliği, ortadan tek kuvvetle zorlanan klasik kirişte sehim

$$w_{\max} = \frac{Q \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

### 14. Duvarın zorlanması

$$h_{Du} \leq 2,466 \text{ m}$$

$$h_{Du} \leq 1,342 \text{ m}$$

### 15. Asimetrik T-profil

1 numaralı noktada

$$\sigma_{x1} = 98,24 \text{ MPa}$$

$$S_1 = 1,896 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{xz1} = 53,58 \text{ MPa}$$

2 numaralı noktada

$$\sigma_{x2} = 115,20 \text{ MPa}$$

$$S_2 = 0$$

$$\tau_{xz2} = 0$$

3 numaralı noktada

$$\sigma_{x3} = 71,88 \text{ MPa}$$

$$S_3 = 2,802 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{xz3} = 79,183 \text{ MPa}$$

1 numaralı noktada

$$\sigma_{11} = 121,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{12} = -23,6 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{11} = 23,743^\circ$$

2 numaralı noktada

$$\sigma_{21} = 115,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{22} = 0$$

$$\varphi_{21} = 0^\circ$$

3 numaralı noktada

$$\sigma_{31} = 51,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{32} = -122,9 \text{ MPa}$$

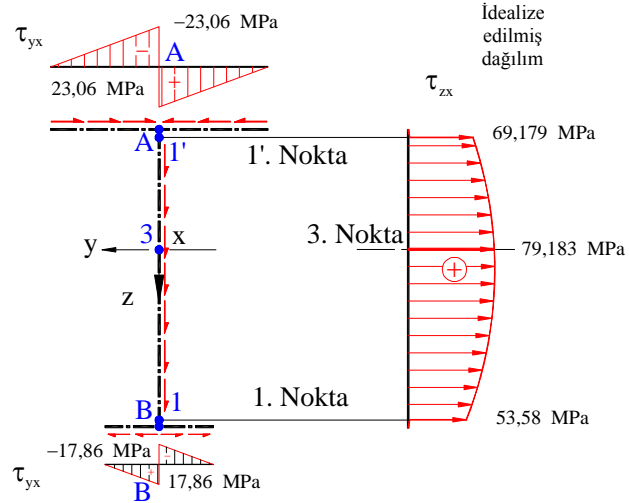
$$\varphi_{31} = 57,203^\circ$$

$$\sigma_{xü} = -195,72 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{xü} = -187,24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{xa} = 115,13 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{xam} = 106,66 \text{ MPa}$$



### 16. Mohr benzerliği, çok yataklı sistem

$$w_A = \frac{Q \cdot L^3}{2 \cdot E \cdot J}$$

$$w_C = -\frac{4 \cdot Q \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot J}$$

$$w_E = -\frac{2 \cdot Q \cdot L^3}{E \cdot J}$$

