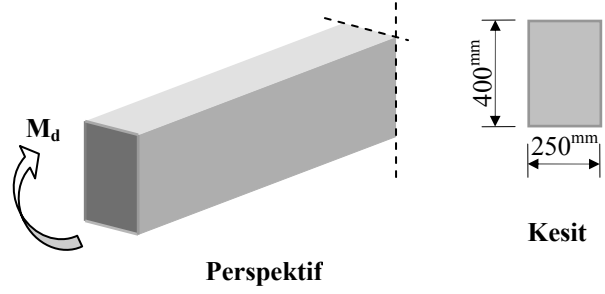


Örnek 9

Şekilde boyutları verilmiş olan dikdörtgen kesitli bir kirişe 150 kNm hesap momenti etkimektedir. Momentlerin en fazla %15 yeniden dağılımı sağlayacak şekilde gerçekleşmesi için çekme donatısı ve gerekiyorsa basınç donatısı alanlarını hesaplayınız ve seçiniz.



Malzeme	Paspayı
C20/S420	d'=40 mm

Çözüm:

➤ **Kesitin Tek Donatılı Olarak Donatılabileceği Çekme Donatısı Üst Sınırının Belirlenmesi**

%15 yeniden dağılım şartı gözetilmesi istendiğinden, kiriş mesnet kesitinin *tek donatılı* olarak donatılabileceği üst sınır $0.4\rho_b$ olarak alınır ($\rho - \rho' \leq 0.4\rho_b$). Buna göre;

$$\rho_1 = 0.6 \cdot \rho_b = 0.4 \cdot 0.016 = 0.0064 \quad (\rho < \rho_b \Rightarrow \sigma_s = f_{yd} = 365 \text{ Mpa}).$$

➤ ***Kiriş kesiti sadece çekme donatısı kullanılarak hesap momentini karşılayabiliyor mu?***

$$A_{s1} = \rho_1 \cdot b_w \cdot d = 0.0064 \cdot 250 \cdot 360 = 576 \text{ mm}^2$$

➤ ***Taşıma Gücü Durumunda Kesitte Kuvvet Denge Denklemi***

$$\sum F_{\text{basınç}} = \sum F_{\text{çekme}}$$

$$0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot a = A_{s1} \cdot \sigma_s$$

$$0.85 \cdot 13 \cdot 250 \cdot a = 576 \cdot 365$$

$$a = 76 \text{ mm}$$

➤ ***Taşıma Gücü Durumunda Kesitte Moment Denge Denklemi***

Beton eşdeğer gerilme bloğu ağırlık merkezine göre;

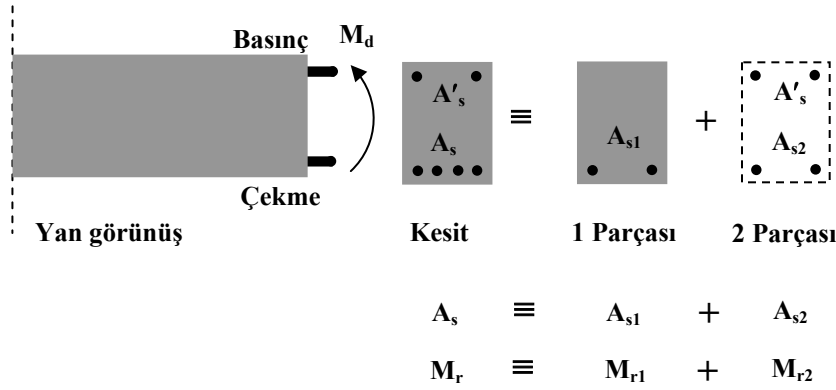
$$M_1 = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot a)$$

$$M_1 = 576 \cdot 365 \cdot (360 - 0.5 \cdot 76) \cdot 10^{-6}$$

$$M_1 = 88.7 \text{ kNm}$$

$M_1 = 88.7 \text{ kNm} < M_d = 150 \text{ kNm}$ olduğundan, *kiriş kesiti hesap momentini tek donatılı olarak istenen tasarım kriterine göre karşılayamamaktadır. Bu durumda, istenilen kriterin sağlanması için basınç donatısı gereklidir.*

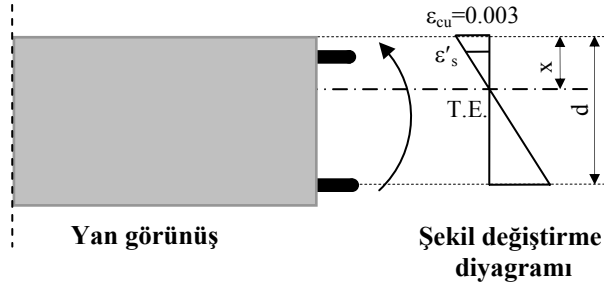
➤ **Kesitin İdealize Edilişi**



$$M_2 = M_d - M_1 = 150 - 88.7 = 61.3 \text{ kNm}$$

➤ **Basınç Donatısı Akıyor mu?**

➤ **Birim şekil değiştirme diyagramındaki benzerlikten (uygunluk şartı)**



$$\frac{x - d'}{x} = \frac{\epsilon'_s}{0.003}$$

$$\frac{x - d'}{x} = \frac{\frac{\sigma'_s}{E_s}}{0.003} \quad (E_s = 2 \times 10^5 \text{ MPa}, a = k_1 \cdot x)$$

$$\sigma'_s = 600 \cdot \left(1 - k_1 \cdot \frac{d'}{a}\right)$$

$$\sigma'_s = 600 \cdot \left(1 - 0.85 \cdot \frac{40}{76}\right) = 331.6 \text{ MPa}$$

$\sigma'_s < f_{yd} = 365 \text{ MPa}$ olduğundan, $\sigma'_s = 331.6 \text{ MPa}$ alınır.

➤ **İdealize Edilen Sistemde 2 Parçasında Moment Denge Denklemi**

$$M_2 = A_{s2} \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$$

$$61.3 \cdot 10^6 = A_{s2} \cdot 365 \cdot (360 - 40)$$

$$A_{s2} = 524.8 \text{ mm}^2$$

➤ **İdealize Edilen Sistemde 2 Parçasında Kuvvet Denge Denklemi**

$$\sum F_{\text{basınç}} = \sum F_{\text{çekme}}$$

$$A'_s \cdot \sigma'_s = A_{s2} \cdot \sigma_s$$

$$A'_s \cdot 331.6 = A_{s2} \cdot 365$$

$$A'_s = 577.7 \text{ mm}^2$$

➤ **Tüm sistemde (1+2)**

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 576 + 524.8 = 1100.8 \text{ mm}^2 \text{ (Seçilen } 3\phi 22 \text{ (1141 mm}^2\text{))}$$

$$A'_s = 577.7 \text{ mm}^2 \text{ (seçilen } 2\phi 20 \text{ (628 mm}^2\text{))}$$

➤ **Hesaplanıp Seçilen Donatının Kontrolü**

$$\rho - \rho' = \frac{1141 - 628}{250 \cdot 360} = 0.0057 < 0.4 \cdot \rho_b = 0.0064 \quad \checkmark$$

$$\rho = \frac{1141}{250 \cdot 360} = 0.0127 < 0.02 \quad \checkmark$$

$$\rho = 0.0127 > \rho_{\min} = 0.8 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8 \cdot \frac{1.04}{365} = 0.00228 \quad \checkmark$$