



Çukurova Üniversitesi

BETONARME 1

KESİT HESABI (BOYUTLANDIRMA VE DONATI HESABI)

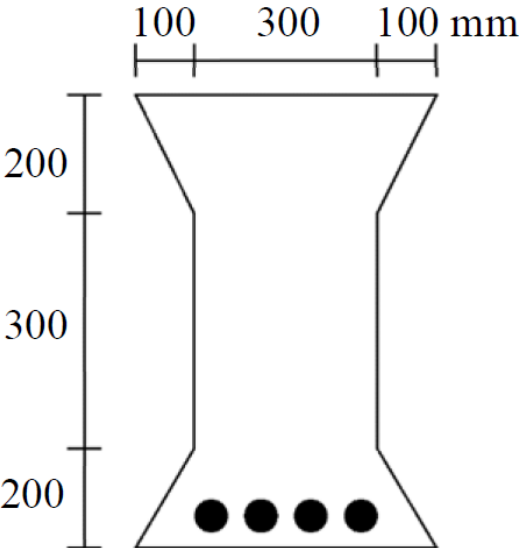
2

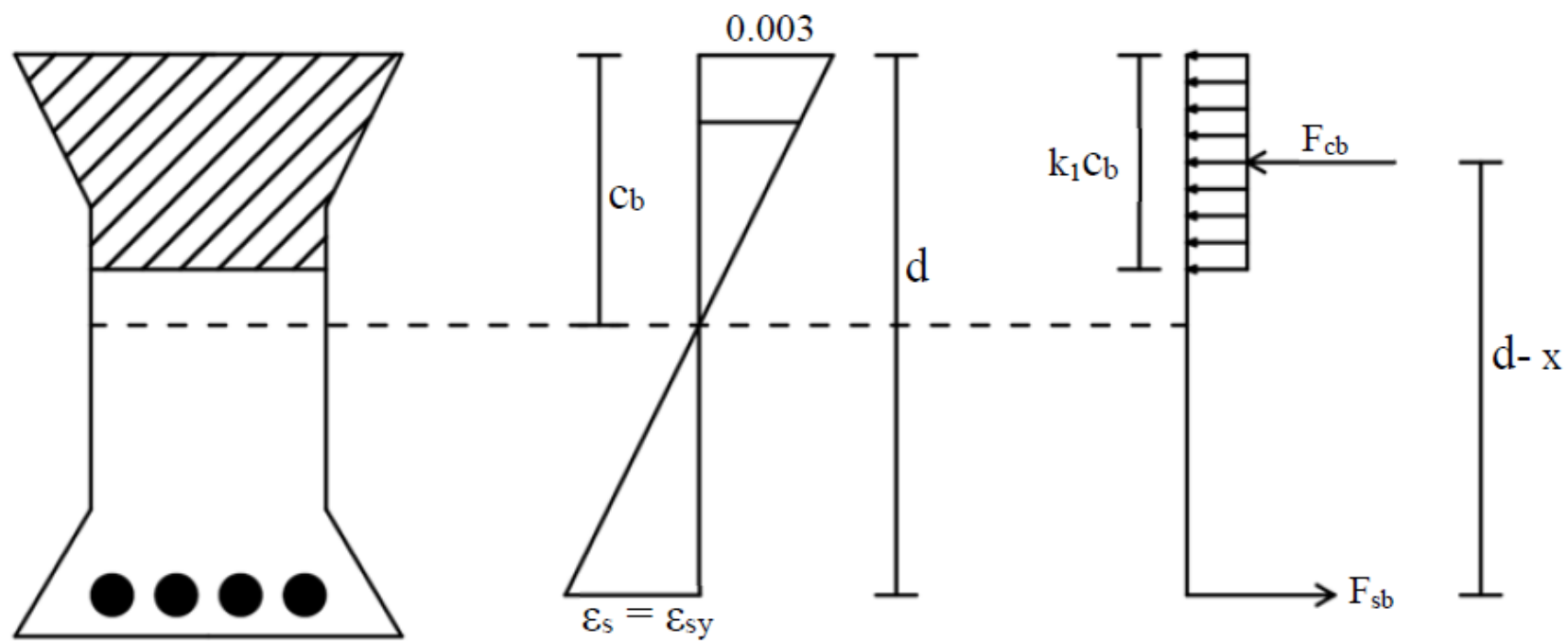
Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Arş. Gör. Yük. Müh. Sedat KARAAHMETLİ

1) Şekilde verilen kirişin

- a) Dengeli donatı alanını (A_{sb}) hesaplayınız.
- b) $A_s=2900 \text{ mm}^2$ olduğuna göre kirişin eğilme momenti kapasitesini belirleyiniz. Malzeme C20, S420, Pas payı=35 mm.

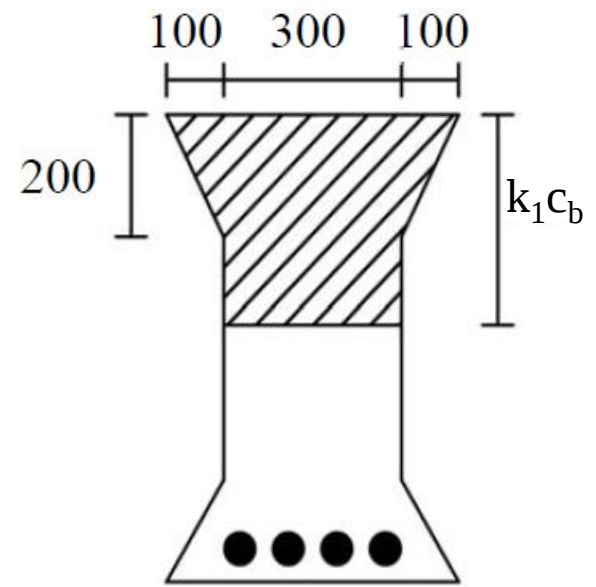




$$\epsilon_s = \epsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{200000} = 0.001825$$

$$\frac{c_b}{d - c_b} = \frac{0.003}{0.001825} \rightarrow c_b = 413.5 \text{ mm}$$

$$k_1 c_b = 351.5 \text{ mm}$$



$$\sum F = 0$$

$$F_{cb} - F_{sb} = 0$$

$$0.85 f_{cd} A_{cc} - A_{sb} f_{yd} = 0$$

$$0.85 * 13 * \left[\left(\frac{(500 + 300) * 200}{2} \right) + (k_1 c_b - 200) * 300 \right] = A_{sb} * 365$$

$$0.85 * 13 * \left[\left(\frac{(500 + 300) * 200}{2} \right) + (351.5 - 200) * 300 \right] = A_{sb} * 365$$

$$A_{sb} = 3797 \text{ mm}^2$$

- b) $A_s=2900 \text{ mm}^2$ olduğuna göre kirişin eğilme momenti kapasitesini belirleyiniz. Malzeme C20, S420.

Denge Denklemi

$$k_1 c = 200 \text{ mm (kabul edelim)}$$

$$F_c = 0.85 f_{cd} A_{cc} = 0.85 * 13 * \left[\left(\frac{(500 + 300) * 200}{2} \right) \right] * 10^{-3} = 884 \text{ kN}$$

$$F_s = A_s f_{yd} = 2900 * 365 * 10^{-3} = 1058.5 \text{ kN}$$

$$F_c < F_s \text{ olduğuna göre } k_1 c > 200 \text{ mm olmalıdır.}$$

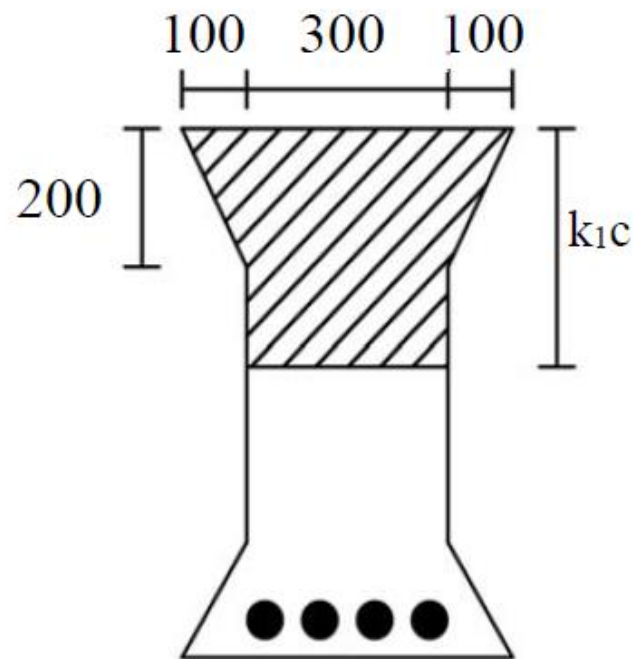
$$\sum F = 0$$

$$F_c - F_s = 0$$

$$0.85 f_{cd} A_{cc} - A_s f_{yd} = 0$$

$$0.85 * 13 * \left[\left(\frac{(500 + 300) * 200}{2} \right) + (k_1 c - 200) * 300 \right] - 2900 * 365 = 0$$

$$k_1 c = 252.6 \text{ mm}$$



Ağırlık merkezinin yeri

$$x = \frac{\left[300 * 200 * \left(\frac{200}{2} \right) + 2 * \left(\frac{100 * 200}{2} \right) \left(\frac{200}{3} \right) + 300 * (k_1 c - 200) * \left(\frac{(k_1 c - 200)}{2} + 200 \right) \right]}{\left[300 * 200 + 2 * \left(\frac{100 * 200}{2} \right) + 300 * (k_1 c - 200) \right]}$$
$$= \frac{\left[300 * 200 * \left(\frac{200}{2} \right) + 2 * \left(\frac{100 * 200}{2} \right) \left(\frac{200}{3} \right) + 300 * (252.6 - 200) * \left(\frac{(252.6 - 200)}{2} + 200 \right) \right]}{\left[300 * 200 + 2 * \left(\frac{100 * 200}{2} \right) + 300 * (252.6 - 200) \right]}$$

$$x = 113.9 \text{ mm}$$

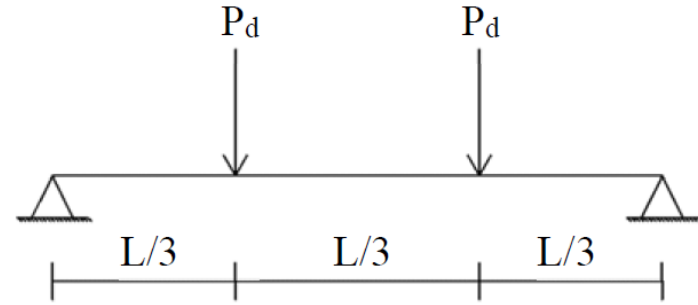
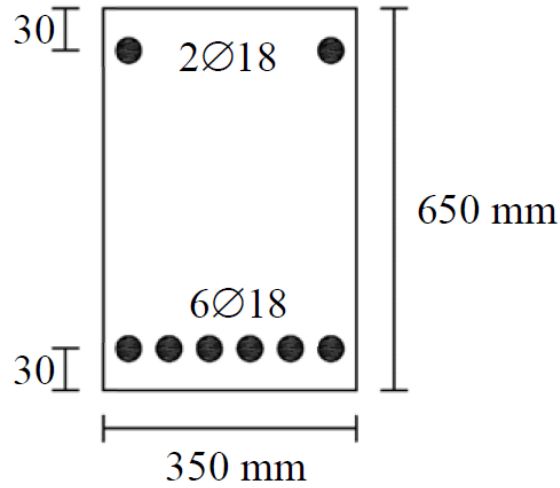
$$M_r = A_s f_{yd} * (d - x)$$

$$M_r = [2900 * 365 * (665 - 113.9)] 10^{-6}$$

$$M_r = 583.4 \text{ kNm}$$

2) Şekilde verilen

- a) Çift donatılı kesitin ($A_s = 1527 \text{ mm}^2$, $A'_s = 509 \text{ mm}^2$) basınç donatısının akıp akmadığını ve denge altı olup olmadığını kontrol ediniz.
- b) Kirişe iki noktadan uygulanan P_d tasarım tekil yükünün 80 kN olması durumunda kirişin geçebileceği maksimum açıklık değerinin hesaplayınız. Malzeme C20, S420



- a) Çift donatılı kesitin ($A_s = 1527 \text{ mm}^2$, $A'_s = 509 \text{ mm}^2$) basınç donatısının akıp akmadığını ve denge altı olup olmadığını kontrol ediniz.

Basınç Donatısının Kontrolü

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{1527}{350 * 620} = 0.0070$$

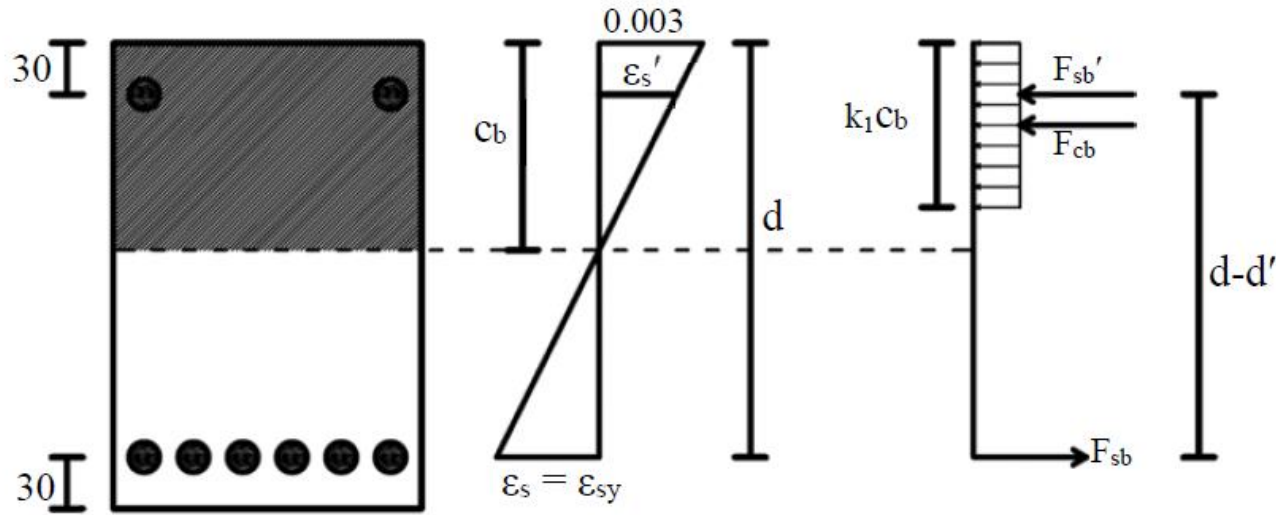
$$\rho' = \frac{A'_s}{b_w d} = \frac{509}{350 * 620} = 0.0023$$

$$\alpha = (\rho - \rho') \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = (0.0070 - 0.0023) \frac{365}{13} = 0.132$$

$$\alpha_c = 0.85 k_1 \frac{0.003 E_s \frac{d'}{d}}{0.003 E_s - f_{yd}} = 0.85 * 0.85 \frac{0.003 * 2 * 10^5 \frac{30}{620}}{0.003 * 2 * 10^5 - 365} = 0.089$$

$\alpha > \alpha_c$ olduğundan basınç donatısı akmıştır.

Denge Durumu



$$\varepsilon_s = \varepsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{200000} = 0.001825$$

$$\frac{c_b}{d - c_b} = \frac{0.003}{0.001825} \rightarrow c_b = 385.5 \text{ mm}$$

$$k_1 c_b = 327.7 \text{ mm}$$

Denge Denklemi

$$\sum F = 0$$

$$F_{cb} - F_{sb} = 0$$

$$0.85 f_{cd} k_1 c_b b_w - A_{sb} f_{yd} = 0$$

$$0.85 * 13 * 327.7 * 350 = A_{sb} * 365$$

$$A_{sb} = 3472 \text{ mm}^2$$

$$\rho_b = \frac{A_{sb}}{b_w d} = \frac{3472}{350 * 620} = 0.016$$

$$\rho_1 = \rho - \rho' = 0.0070 - 0.0023 = 0.0047$$

$\rho_b > \rho_1$ olduğundan kiriş denge altıdır.

- b) Kirişe iki noktadan uygulanan P_d tasarım tekil yükünün 80 kN olması durumunda kirişin geçebileceği maksimum açıklık değerinin hesaplayınız.

Denge Denklemi

$$\sum F = 0$$

$$F_c + F_s' - F_s = 0$$

$$0.85 f_{cd} k_1 c b_w + A_s' f_{yd} - A_s f_{yd} = 0$$

$$0.85 * 13 * k_1 c * 350 + 509 * 365 - 1527 * 365 = 0$$

$$k_1 c = 96.1 \text{ mm}$$

$$M_r = 0.85 f_{cd} k_1 c b_w * \left(d - \frac{k_1 c}{2} \right) + A_s ' f_{yd} * (d - d')$$

$$M_r = \left[0.85 * 13 * 96.1 * 350 * \left(620 - \frac{96.1}{2} \right) + 509 * 365 * (620 - 30) \right] 10^{-6}$$

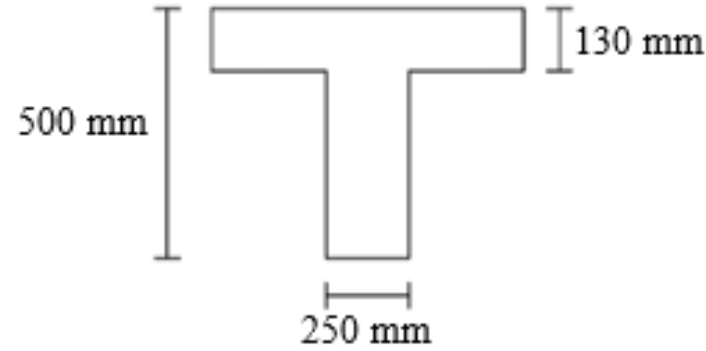
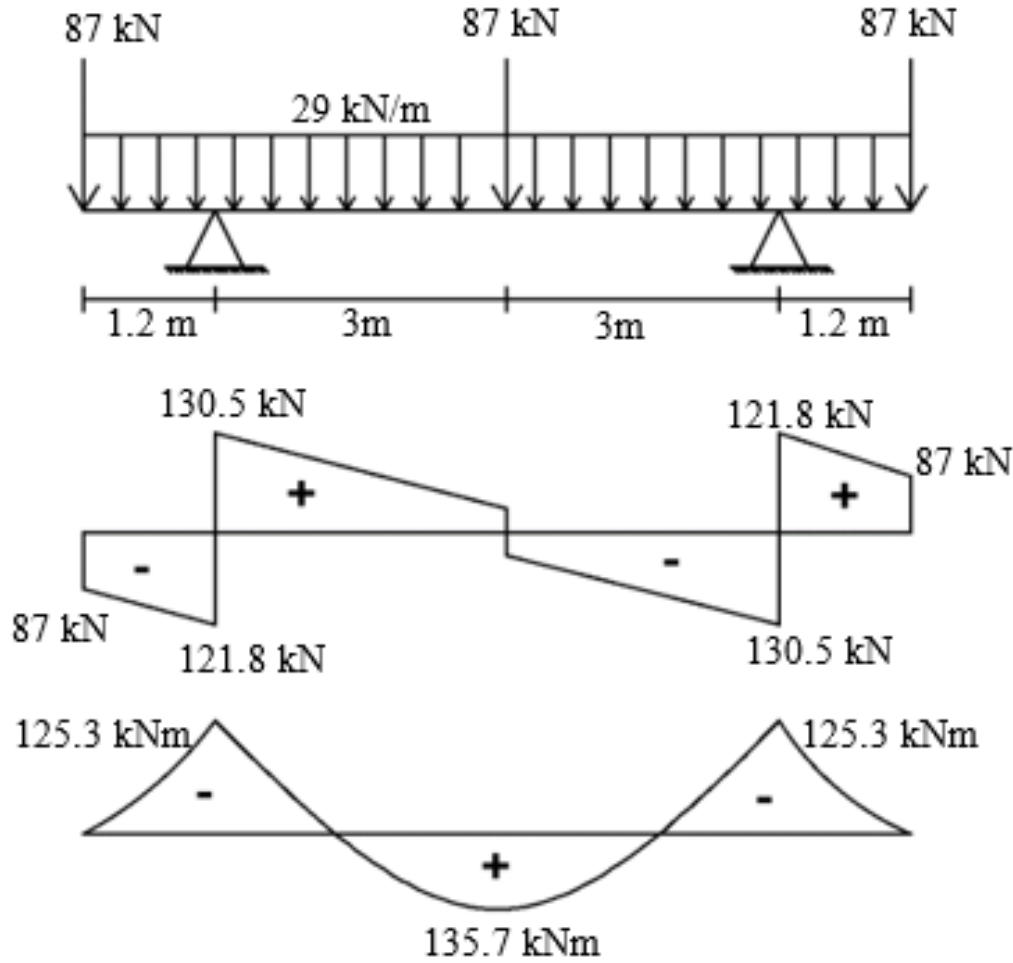
$$M_r = 322.1 \text{ kNm}$$

$$\frac{P_d L}{3} = M_r = 322.1 \text{ kNm}$$

$$\frac{80 * L}{3} = 322.1$$

$$L = 12.1 \text{ m}$$

3)



Şekilde verilen çıkmalı kirişin eğilme tasarımı yapınız. Donatıyı çap ve adet olarak seçerek kiriş üzerinde gösteriniz. (Paspayı 30 mm, mesnet genişliği $a=30$ cm ve betonun kesmeye katkısı %50 alınacaktır.)

Açıklık

$$M_d = (+)135.7 \text{ kN.m}$$

$$jd = 0,9 * d = 0,9 * 470 = 423 \text{ mm}$$

$$jd = d - \frac{h_f}{2} = 470 - \frac{130}{2} = 405 \text{ mm}$$

Büyük olan alınır $jd = 423 \text{ mm}$

$$K_l = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 * 470^2}{135.7 * 10^3} = 407 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K > K_l$ olduğundan tek donatılı

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{135.7 * 10^6}{365 * 423} = 879 \text{ mm}^2$$

$$A_{\min} = 0.8 * \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} * b_w * d = 0.8 * \frac{1}{365} * 250 * 470 = 258 \text{ mm}^2 < A_s$$

Seçilen Donatı

$$3\phi 14 \text{ Düz} + 3\phi 14 \text{ Pilye} = 924 \text{ mm}^2$$

Mesnet

$$M = (-)125.3 \text{ kN.m}$$

$$M_d = M - \frac{V * a}{3} = 125.3 - \frac{121.8 * 0.3}{3} = 113.1 \text{ kN * m}$$

$$jd = 0.86 * d$$

$$K_l = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 * 470^2}{113.1 * 10^3} = 488 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K > K_l$ olduğundan tek donatılı

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{113.1 * 10^6}{365 * 423} = 767 \text{ mm}^2$$

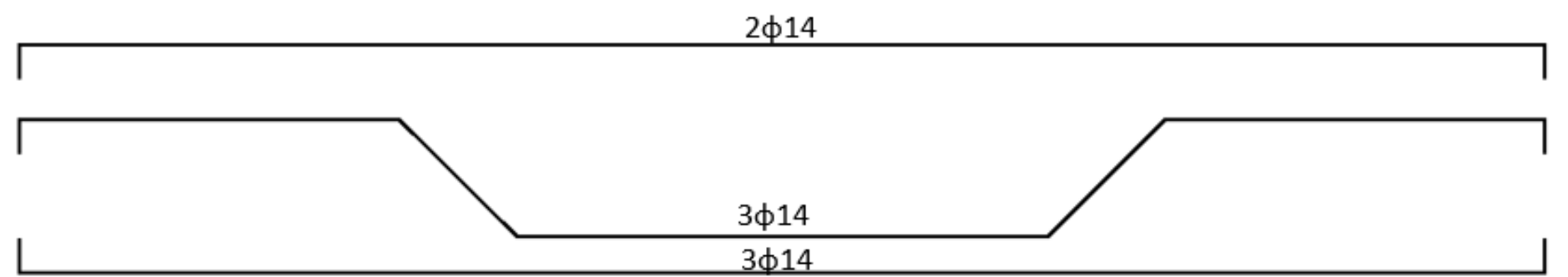
Mevcut Donatı

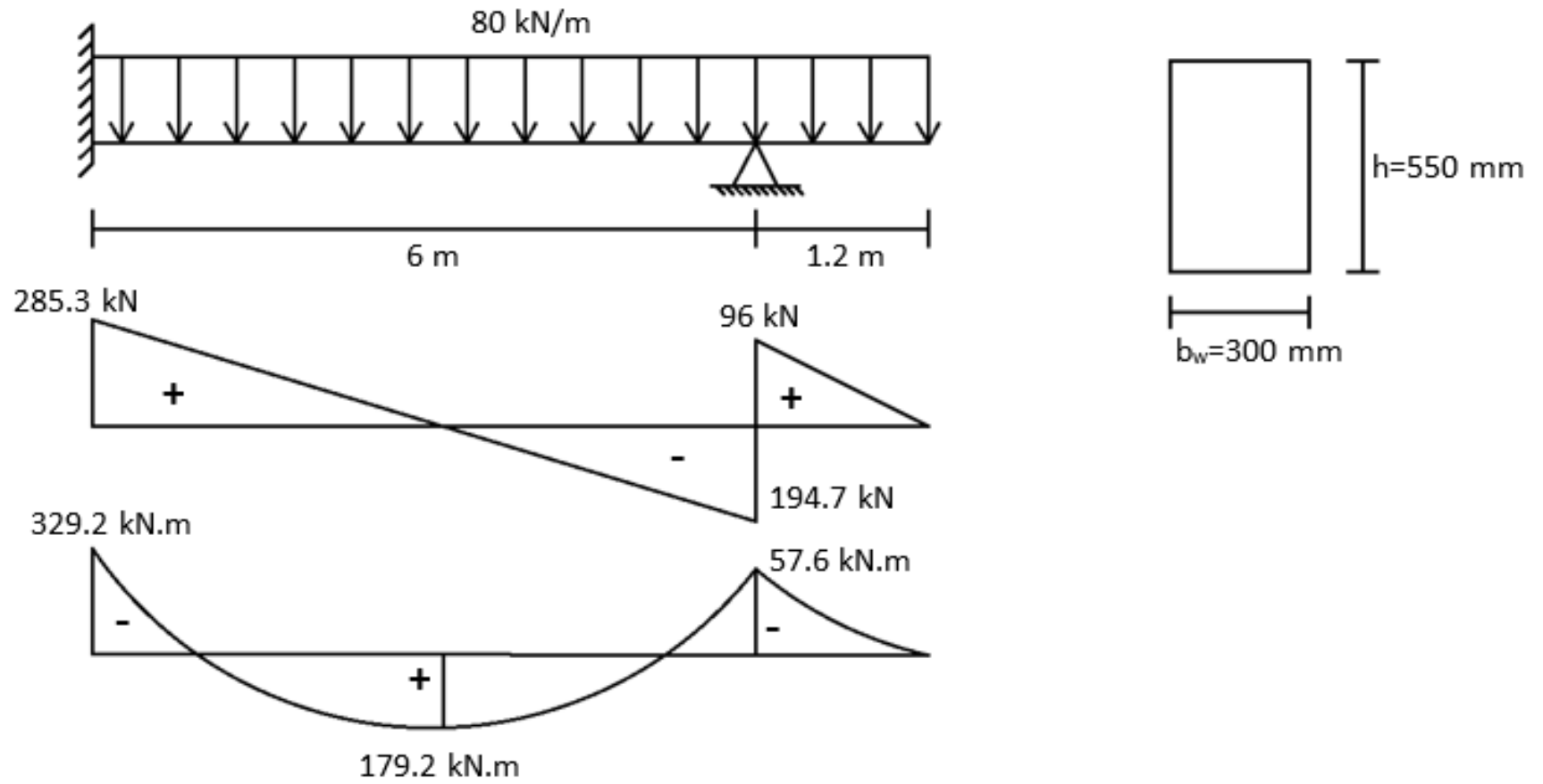
$$2\phi 14 \text{ Montaj} + 3\phi 14 \text{ Pilye} = 770 \text{ mm}^2$$

İlaveye gerek yok

Konsol

Konsoldaki moment mesnettekinden az olduđu için mesnetteki mevcut donatı konsolda devam ettirilir.



Soru 4

Şekilde verilen kirişin eğilme tasarımını yapınız. Malzeme C20, S420, $f_{ctd} = 1.0 \text{ N/mm}^2$ paspayı=40 mm. $V_c = 0.5V_c$, mesnet genişliği, $a = 30 \text{ cm}$ alınacaktır.

Açıklık

$M_d = (+)179.2 \text{ kN.m}$

$$K_l = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 510^2}{179.2 * 10^3} = 435 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K > K_l$ olduğundan tek donatılı

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{179.2 * 10^6}{365 * 0.86 * 510} = 1120 \text{ mm}^2$$

$$A_{min} = 0.8 * \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} * b_w * d = 0.8 * \frac{1}{365} * 300 * 510 = 335 \text{ mm}^2$$

Seçilen Donatı

Altta $3 \phi 18 \text{ Düz} + 3 \phi 18 \text{ Pilye} = 1527 \text{ mm}^2$

Sol Mesnet

Hesaplanan moment değerleri mesnet ortasına aittir.

$$M_d = M - \frac{V * a}{3} = 329.2 - \frac{285.3 * 0.4}{3} = 291.2 \text{ kN} * m$$

$$K_l = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / kN, \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 510^2}{291.2 * 10^3} = 268 \text{ mm}^2 / kN$$

$K < K_l$ olduğundan çift donatılı

$$M_1 = \frac{b_w * d^2}{K_l} = \frac{300 * 510^2}{380} = 204.9 \text{ kN.m}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} * j * d} = \frac{204.9 * 10^6}{365 * 0.86 * 510} = 1280 \text{ mm}^2$$

$$M_2 = M_{\max} - M_1 = 291.2 - 204.9 = 86.3 \text{ kN.m}$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} * (d - d')} = \frac{86.3 * 10^6}{365 * (510 - 40)} = 538.7 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1819 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = A_{s2} = 539 \text{ mm}^2$$

Mevcut Donatı

Üstte $2\phi 14$ Montaj + $3\phi 18$ Pilye = 1071 mm^2 (İlave Gerekli)

Altta $3\phi 16 = 603 \text{ mm}^2$ (Yeterli)

İlave Donatı

Üstte $3\phi 18 = 763 \text{ mm}^2$ (toplam 1835)

Altta $2\phi 18$ Pilye = 308 mm^2 ($\frac{1835}{2} - 603 = 314$)

Sağ Mesnet

Hesaplanan moment değerleri mesnet ortasına aittir.

$$M_d = M - \frac{V * a}{3} = 57.6 - \frac{96 * 0.4}{3} = 44.8 \text{ kN} * m$$

$$K_l = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / kN \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 510^2}{44.8 * 10^3} = 1742 \text{ mm}^2 / kN$$

$K > K_l$ olduğundan tek donatılı

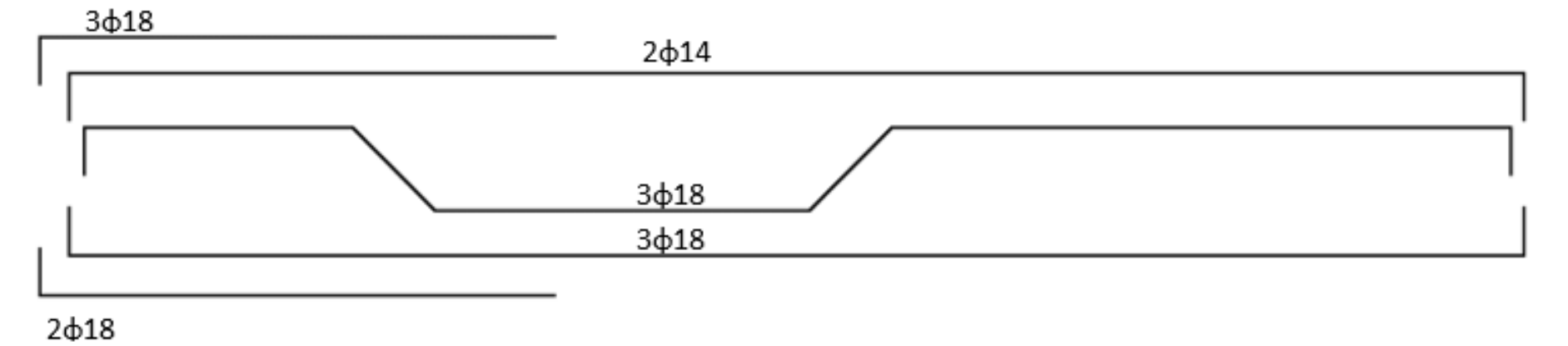
$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{44.8 * 10^6}{365 * 0.86 * 510} = 280 \text{ mm}^2 < A_{\min} = 335 \text{ mm}^2$$

Mevcut Donatı

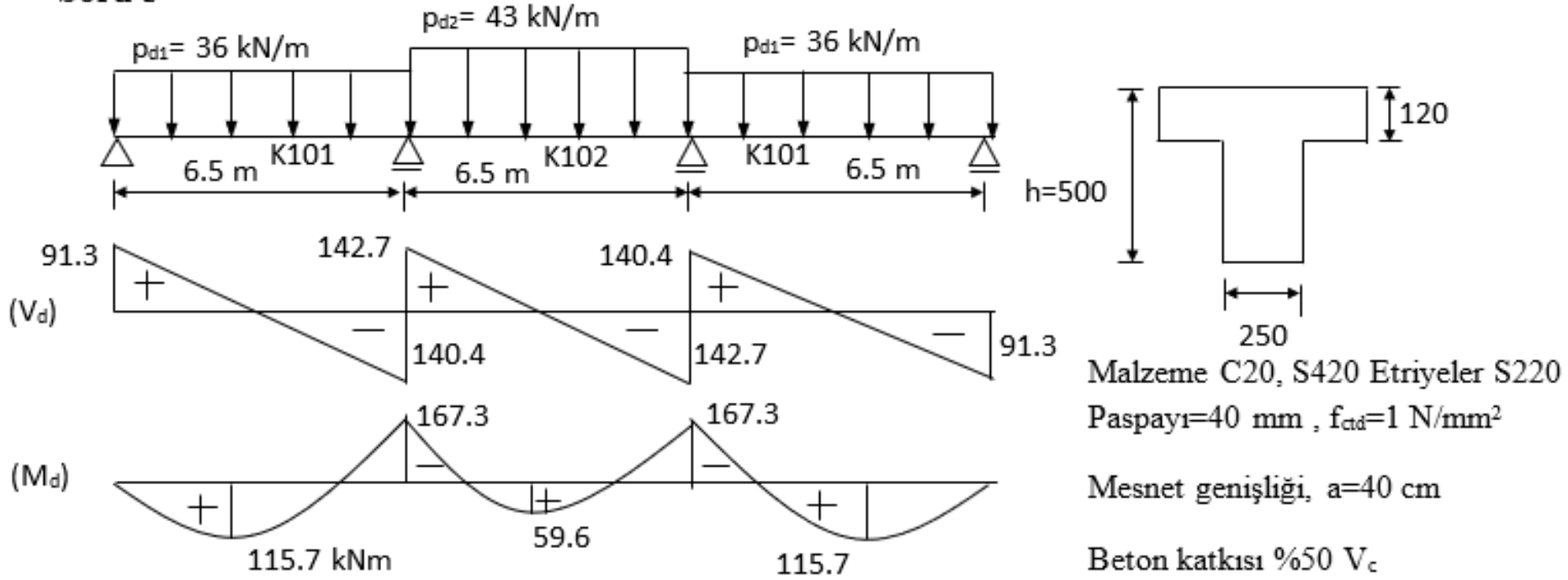
$$2\phi 14 \text{ Montaj} + 3\phi 18 \text{ Pilye} = 1071 \text{ mm}^2 \text{ (Yeterli)}$$

Konsol

Konsolda meydana gelen moment mesnettekinden az olduğundan, açıklıktan gelen 3φ18 pilye ve 2φ14 montaj donatısının mesnetten sonra devam ettirilmesi yeterli olacaktır.



Soru 5



Şekilde verilen sürekli kirişin eğilme donatısını hesaplayınız ve donatıyı detaylandırınız.

Açıklık

K101 Kirişi

$$M_d = (+)115.7 \text{ kN.m}$$

$$jd = 0.9 * d = 0.9 * 460 = 414 \text{ mm} \quad jd = d - \frac{h_f}{2} = 400 \text{ mm}$$

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 * 460^2}{115.7 * 10^3} = 457 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K > K_1$ olduğundan tek donatılı

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{115.7 * 10^6}{365 * 414} = 765 \text{ mm}^2$$

$$A_{\min} = 0.8 * \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} * b_w * d = 0.8 * \frac{1}{365} * 250 * 460 = 252 \text{ mm}^2 < A_s$$

Seçilen Donatı

$$2\phi 14 \text{ Düz} + 2\phi 14 \text{ Pilye} = 616 \text{ mm}^2$$

K102 Kirişı

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 * 460^2}{59.6 * 10^3} = 888 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad K > K_l \text{ olduğundan tek donatılı}$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} * j * d} = \frac{59.6 * 10^6}{365 * 414} = 394 \text{ mm}^2 > A_{\min}$$

Seçilen Donatı

$$2\phi 14 \text{ Düz} + 2\phi 14 \text{ Pilye} = 616 \text{ mm}^2$$

Mesnet

K101 ve K102 ORTAK MESNET

$$M_d = M - Va/3 = 167.3 - 140.4 * 0.4 / 3 = 148.6 \text{ kN.m}$$

$$jd = 0.86 * d$$

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN} \quad , \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 * 460^2}{148.6 * 10^3} = 356 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K < K_1$ olduğundan çift donatılı

$$M_1 = \frac{b_w * d^2}{K_1} = \frac{250 * 460^2}{380} = 138.9 \text{ kN.m}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} * j * d} = \frac{138.9 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 962 \text{ mm}^2$$

$$M_2 = M_{\max} - M_1 = 148.6 - 138.9 = 9.7 \text{ kN.m}$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} * (d - d')} = \frac{9.7 * 10^6}{365 * (460 - 40)} = 67 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1029 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = A_{s2} = 67 \text{ mm}^2$$

Mevcut Donatı

$$\text{Üstte } 4\phi 14 \text{ Pilye} + 2\phi 12 \text{ Montaj} = 842 \text{ mm}^2$$

$$\text{Altta } 2\phi 14 = 308 \text{ mm}^2$$

İlave Donatı

$$\text{Üstte } 1\phi 18 \text{ Pilye} = 254 \text{ mm}^2 \text{ (Toplam 1096)}$$

$$\text{Altta } 1\phi 18 \text{ Pilye} = 254 \text{ mm}^2 \left(\frac{1096}{2} - 308 = 240 \right)$$

2 ϕ 12

1 ϕ 18

2 ϕ 14

2 ϕ 14

2 ϕ 14

2 ϕ 14

1 ϕ 18

En az %50 olacak