

ÖRNEKLER

Kirişler için;

***Ön tasarım,**

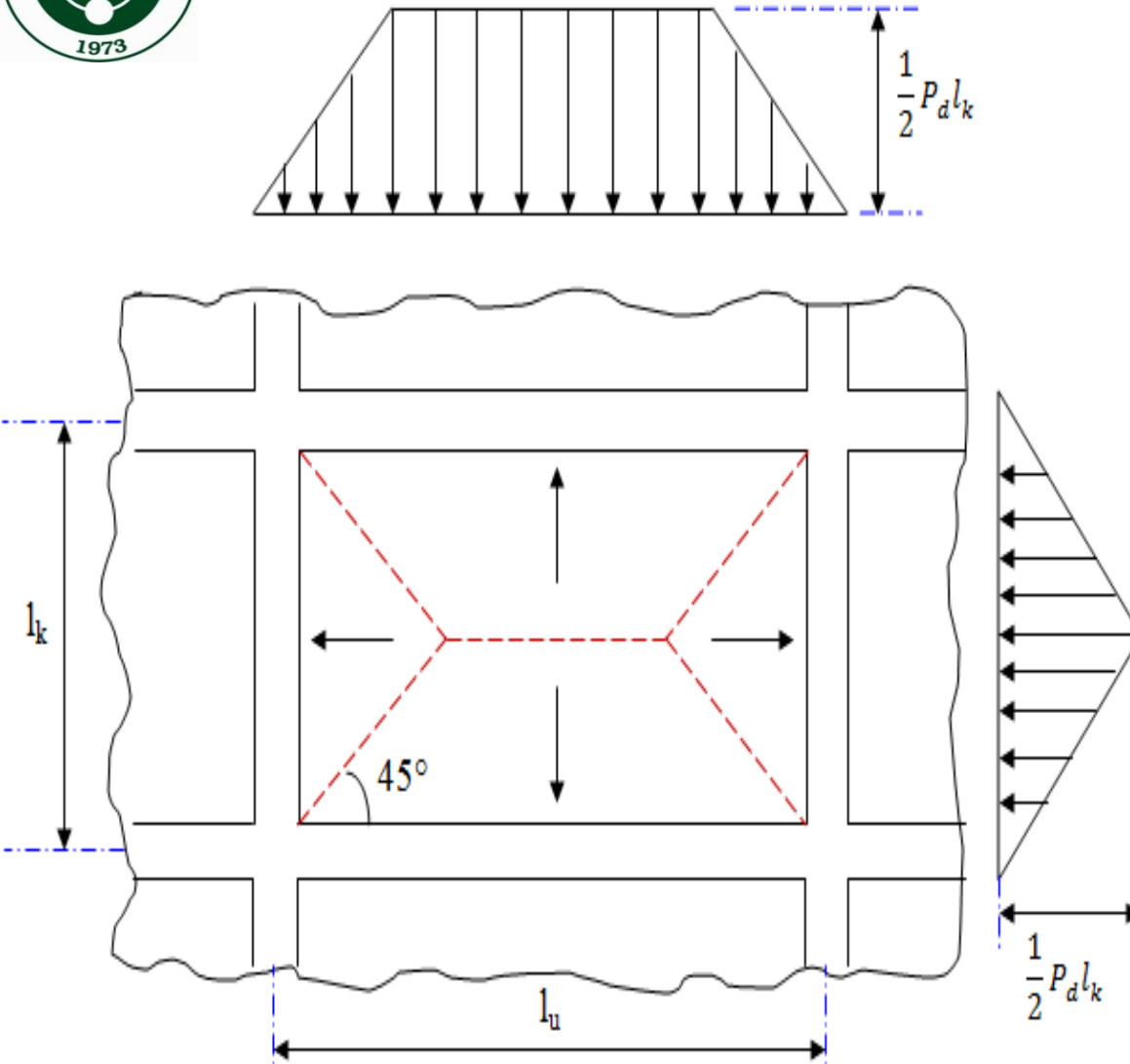
***Kesin tasarım ve**

***Kayma donatısı hesabı**

DÖŞEME YÜKLERİNİN KİRİŞLERE DAĞITILMASI

Döşeme yükünün kirişlere şekilde gösterildiği gibi dağıldığı kabul edilir.

Trapez ve üçgen yüklerinin eşdeğer eşit yayılı yük değerleri aşağıda verilmektedir (TS500).



Üçgen Yük: Eşit yayılı $\frac{1}{3} P_d l_k$

Trapez Yük: Eşit yayılı $\frac{1}{3} P_d l_k \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2m^2} \right)$

Eşdeğer yük kavramı hesaplarda büyük kolaylık sağlar.

$$l_k=3 \text{ m}, l_u=5 \text{ m}, h_f=12 \text{ cm}$$

$$\text{Döşeme 12 cm} \quad 0.12 \cdot 2.4 = 0.288 \text{ t/m}^2 = 2.88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Döşeme kaplaması} \quad 0.05 \text{ t/m}^2 = 0.50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Tavan sıvası} \quad 0.04 \text{ t/m}^2 = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

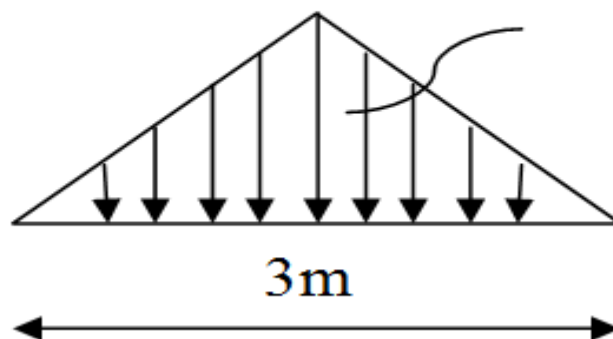
$$g = 3.78 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 8.78 \text{ kN/m}^2$$

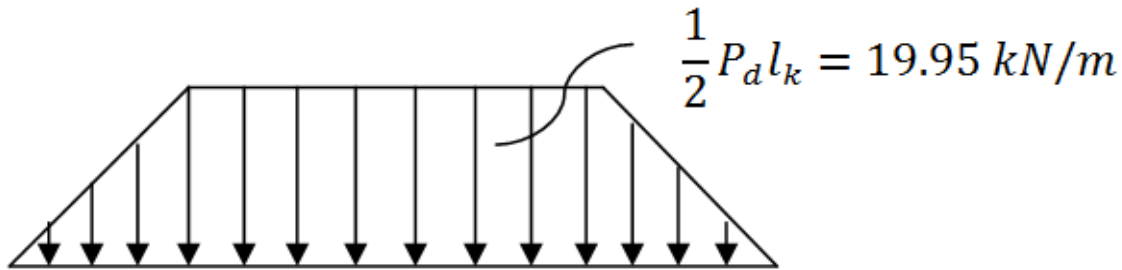
$$P_d = 1.4(3.78) + 1.6(5.00) = 13.3 \text{ kN/m}^2$$

Üçgen Yük:

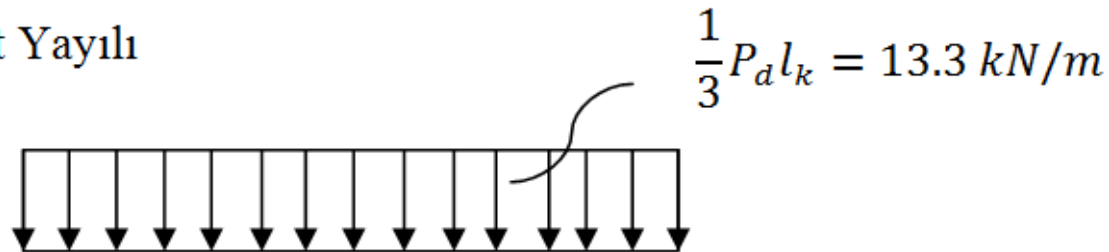


$$\begin{aligned} \frac{1}{2} P_d l_k &= 13.3 \cdot \frac{3}{2} \\ &= 19.95 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

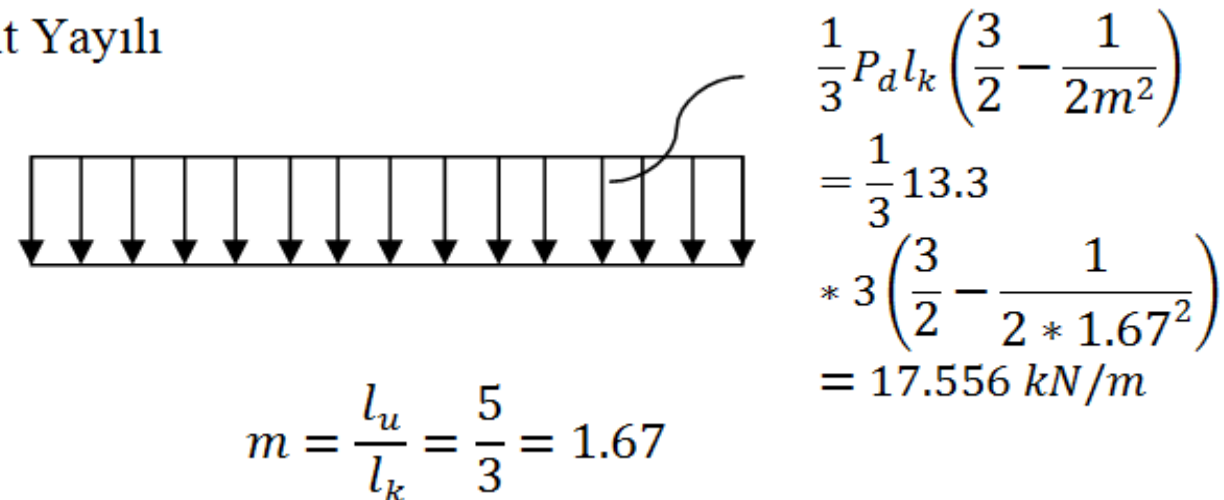
Trapez Yük:



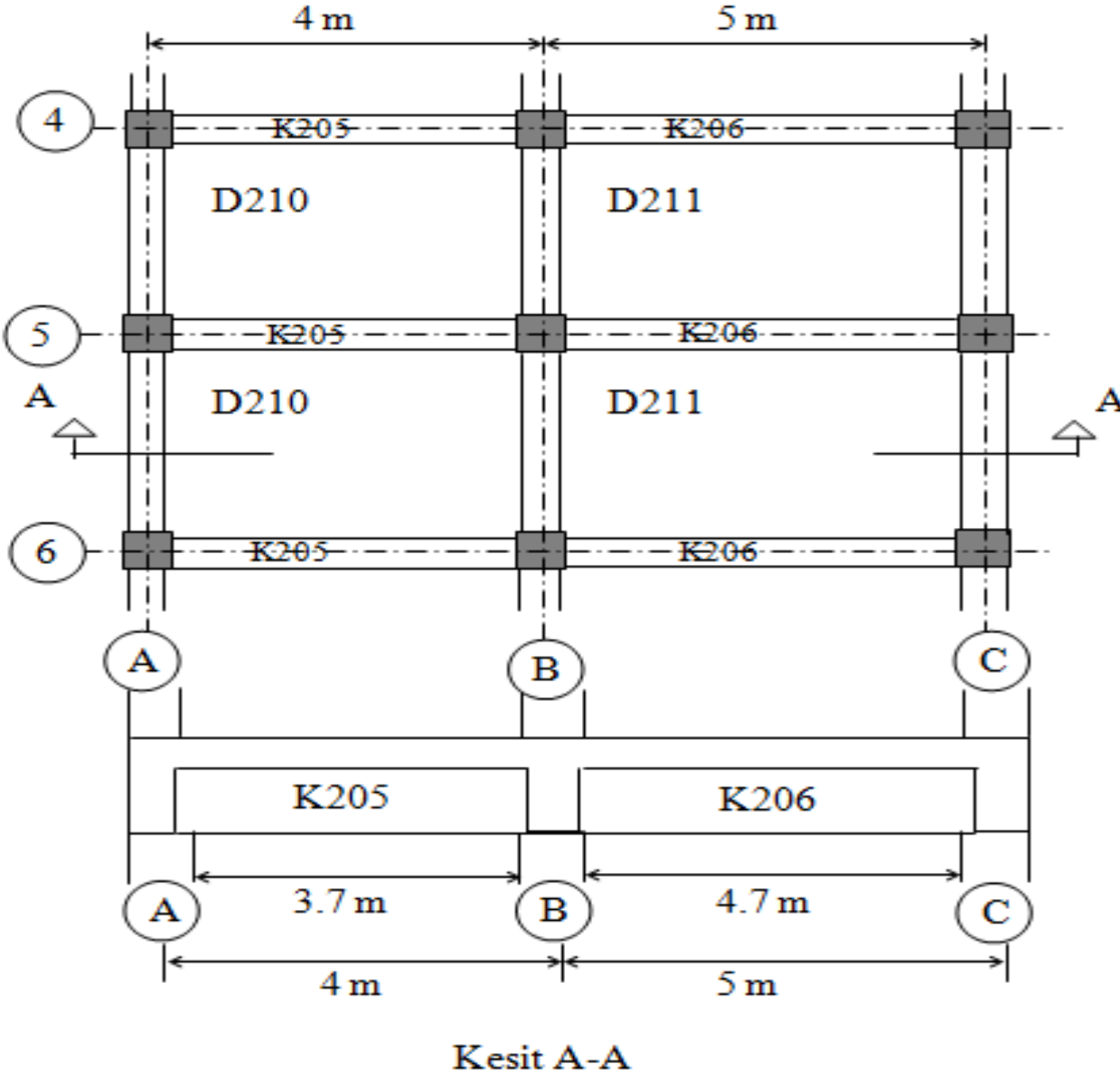
Üçgen → Eşit Yayılı



Trapez → Eşit Yayılı



Örnek:



Bilinen: K205 ve K206 olarak gösterilen kirişler kolon enkesit boyları, 30*30

Malzeme: C16, S420 (etriye için S220)

$f_{cd}=11 \text{ N/mm}^2$, $f_{ctd}=0.9 \text{ N/mm}^2$, $f_{yd}=365 \text{ N/mm}^2$ (S420), $f_{yd}=191 \text{ N/mm}^2$ (S220)

$K_l=450 \text{ mm}^2/\text{kN}$, $K_o'=290$, $J_l=0.86$

İstenen: Yalnız düşey yükler için;

- Ön tasarım
- Kesin tasarım

Çözüm:

a) Ön tasarım:

Kirişe etkiyen yükler: $g=24 \text{ kN/m}$, $q=10 \text{ kN/m}$

$P_d=1.4g+1.6q=49.6 \text{ kN/m}$

$$M_{\max} \cong -\frac{1}{9} P_d l^2 = -\frac{1}{9} 49.6 \left(\frac{4+5}{2} \right)^2 = -111.6 \text{ kN m}$$

$$V_{\max} = \frac{P_d l_n}{2} = \frac{49.6 * 4.7}{2} = 116.7 \text{ kN}$$

Hesap kesme kuvveti mesnet yüzünden d uzaklığında değil, mesnet yüzünde hesaplanmıştır. Ön tasarımda momentlerin getireceği kesme kuvveti bilinmediğinden bu yol tercih edilmiştir.





Eğilmeye göre;

$$K_1=450, \quad 450 \cdot M_d = b_w d^2 = 450 \cdot 111.6 \cdot 10^3 = 50220 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$b_w = 25 \text{ cm ise } d = 45 \text{ cm}$$

Kesmeye göre;

$$b_w d = \frac{0.9 V d}{f_{ctd}} = \frac{0.9 \cdot 116.7 \cdot 10^3}{0.9}$$

$$b_w d = 116.7 \cdot 10^3$$

$$b_w = 250 \text{ mm, } d = 466.8 \text{ mm}$$

Hatırlanacağı gibi, eğilme ve kesmeye göre yapılan boyut hesapları kesin değildir ve emniyetli yöndedir. Bu aşamada önemli olan mertebe hakkında bir fikir edinmektir. Bu nedenle boyutlar 25*50 alınacaktır.

b) Kesin tasarım:

Bu aşamada daha kesin olarak saptanan yük, $P_d=51$ kN/m dir. Yapılan çerçeve çözümü sonucu aşağıdaki moment ve kesme kuvvetleri bulunmuştur. (Kesme kuvvetleri ve negatif momentler mesnet ortasındaki değerlerdir). $d=46$ cm alınacaktır.

		Kenar mesnet	Açıklık	Orta mesnet
K205	M(kN m)	30	60	125
	V(kN)	100	-	120
K206	M(kN m)	45	90	125
	V(kN)	110	-	145

Kolon yüzündeki momentleri bulmak için negatif momentler $\frac{V a}{3}$ kadar azaltılacaktır.



$$\text{A-Mesneti: } M_d = -30 + \frac{100 * 0.3}{3} = -20 \text{ kN m}$$

$$\text{B-Mesneti: } M_d = -125 + \frac{120 * 0.3}{3} = -113 \text{ kN m}$$

$$\text{C-Mesneti: } M_d = -45 + \frac{110 * 0.3}{3} = -34 \text{ kN m}$$

Mesnetten d uzaklığındaki kesme kuvveti:

$$V_d = V - P_d \left(\frac{a}{2} + d \right)$$

$$\text{K205 A-Mesneti: } V_d = 100 - 51(0.15 + 0.46) = 69 \text{ kN}$$

$$\text{B-Mesneti: } V_d = 120 - 51(0.15 + 0.46) = 89 \text{ kN}$$

$$\text{K206 B-Mesneti: } V_d = 145 - 51(0.15 + 0.46) = 114 \text{ kN}$$

$$\text{C mesneti: } V_d = 110 - 51(0.15 + 0.46) = 79 \text{ kN}$$

$$\text{T kiriş için, } b=b_w+\frac{1}{5}l_p, \quad l_p=0.8l$$

$$\text{Küçük açıklık temel alınır, } b=25+\frac{0.8 \cdot 400}{5}=89 \approx 90 \text{ cm}$$

$$I_{\text{kiriş}}=0.00446 \text{ m}^4$$

K205(25*50)

$$d=46 \text{ cm, } b_w=25 \text{ cm, } b=90 \text{ cm, } h_f=12 \text{ cm}$$

$$jd=0.9 \cdot 46=41.5 \text{ cm}$$

$$jd=d-h_f/2=40 \text{ cm, büyük olan tercih edilir.}$$

$$+M_d=60 \text{ kN m, } K=\frac{250 \cdot 460^2}{60 \cdot 10^3}=881.6 > K_1 \text{ boyut yeterli!}$$

$$+A_s=\frac{60 \cdot 10^6}{365 \cdot 415}=396 \text{ mm}^2$$



$$\min A_s = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} b_w d = 0.8 \frac{0.9}{365} 250 * 460 = 226.85 \text{ mm}^2, A_s > A_{smin}$$

2 ϕ 12 düz+2 ϕ 14 pilye seçilir.

$$230+310=540 \text{ mm}^2 > 396 \text{ mm}^2$$

$$-M=20 \text{ kNm} \quad K = \frac{b_w d^2}{M} = \frac{250 * 460^2}{20 * 10^3} = 2645 > K_1 \text{ (Boyutlar uygun)}$$

$$-A_s = \frac{20 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 138.5 \text{ mm}^2 < A_{smin} = 226.85 \text{ mm}^2$$

2 ϕ 14 pilye (mevcut): 310 mm²

2 ϕ 12 montaj (mevcut): 230 mm²

$$540 \text{ mm}^2 > 226.85 \text{ mm}^2$$

$$V_d=89 \text{ kN}$$

$$V_{cr}=0.65 f_{ctd} b_w d=67 \text{ kN}$$

$$V_c=0.8 V_{cr}=54 \text{ kN}$$

$$V_{max}=0.22 f_{cd} b_w d=0.22*11*250*460*10^{-3}=278.3 \text{ kN}$$

$$V_{max}>V_d>V_{cr}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - V_c}{f_{ywd}(d)} = \frac{(89 - 54) * 10^3}{191 * 460} = 0.398 > \min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w = 0.35$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 0.398 \text{ için } \phi 8 \text{ kullanılırsa}$$

$$A_{sw}=50*2=100 \text{ mm}^2$$

$$s=251 \text{ mm} > d/2=230 \text{ mm. Bu durumda } \phi 8/23 \text{ kullanılmalıdır.}$$

K206 (25*50)

$d=46$ cm, $b_w=25$ cm, $b=90$ cm, $h_f=12$ cm j $d=41.5$ cm (daha önce bulundu).

$+M_d=90$ kN m

$$+A_s = \frac{M_d}{f_{yd}J(d)} = 590 \text{ mm}^2 \text{ (} 2\phi 14 \text{ düz} + 2\phi 14 \text{ pilye} = 620 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$-M=34$ kN m ($K > K_1$)

$$-A_s = \frac{34 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 235 \text{ mm}^2 < \min A_s = 226.85 \text{ mm}^2$$

$A_s=235 \text{ mm}^2$ alınır.

$2\phi 14$ pilye(mevcut): 310 mm^2

$2\phi 12$ montaj(mevcut): 230 mm^2

$$540 \text{ mm}^2 > 235 \text{ mm}^2$$

$V_d=114$ kN, $V_{cr}=67$ kN, $V_c=54$ kN, $V_{\max}=278.3$ kN

$$V_{\max} > V_d > V_{cr}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - V_c}{f_{ywd}(d)} = \frac{(114 - 54) * 10^3}{191 * 460} = 0.683 > \min \frac{A_{sw}}{s}$$

$\phi 8$ kullanılırsa $A_{sw}=100 \text{ mm}^2$, $s=146 \text{ mm}$ $\phi 8/14.5 \text{ cm}$



K205-K206 (B Mesneti):

$d=46 \text{ cm}$, $J_1=0.86$, $K_1=450 \text{ mm}^2/\text{kN}$

$-M=113 \text{ kN m}$, $K=468 > K_1$ (Boyut yeterli).

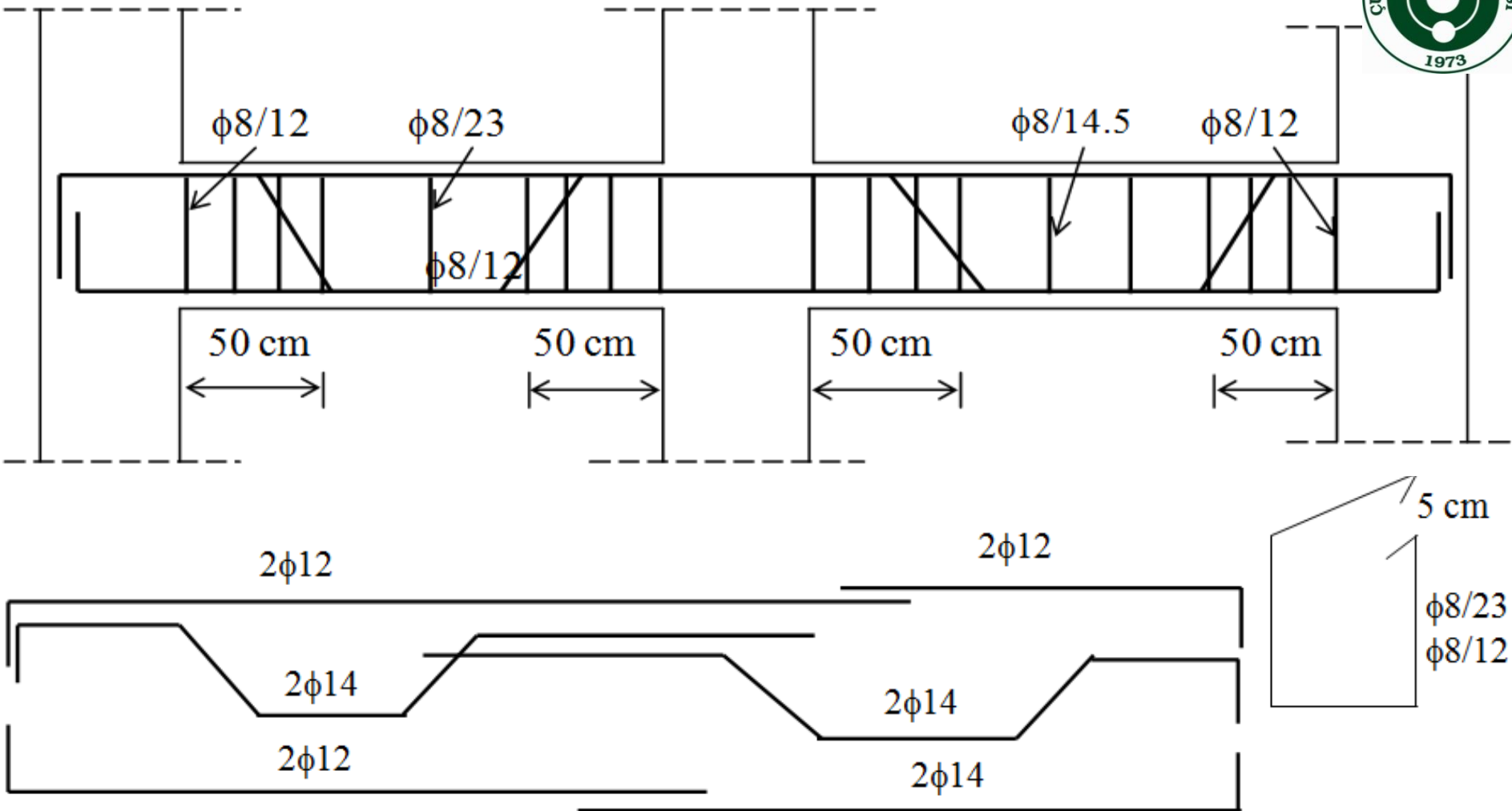
$$-A_s = \frac{113 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 780 \text{ mm}^2$$

$4\phi 14$ pilye (mevut): 620 mm^2

$2\phi 12$ montaj (mevcut): 230 mm^2

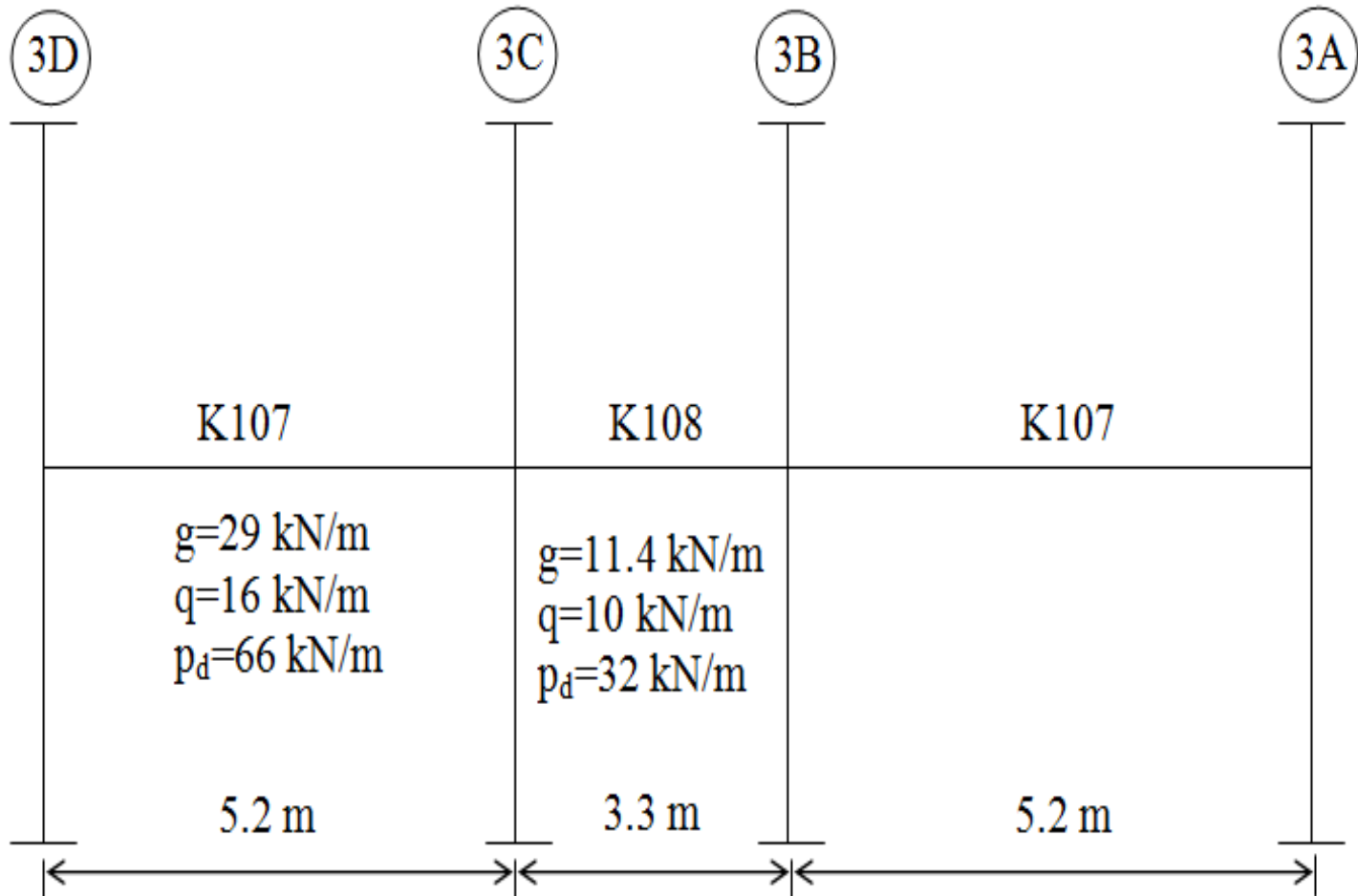
$$850 \text{ mm}^2 > 780 \text{ mm}^2$$





Deprem etkisinin çok önemli olmadığı varsayılarak, kirişlerin (h) uzaklığında bir bölgesi sık etriyelerle sarılmıştır. Depremi daha önemli olduğu durumlarda bu uzunluk (2h) olmalıdır.

Örnek:



K107 ve K108 kirişlerinin kayma donatısı hesabını yapınız. Malzeme C16, S220



		Kenar mesnet	Açıklık	Orta mesnet
K107	M(kN m)	127 (veya +30)	109	163
	V(kN)	155	-	174
K108	M(kN m)		-26	117 (+30)
	V(kN)		-	80

Mesnetlerde negatif momentlerin yanı sıra pozitif momentlerin oluşumu depremden dolayıdır. Deprem momentleri depremin geliş yönüne göre işaret değiştirebilir. Bu nedenle deprem momentlerinin büyük olduğu durumlarda mesnetlerde (+) moment oluşabilir. Bu, kesit hesaplarında dikkate alınmalıdır.

Çözüm:

Yapı 4. deprem bölgesinde olmasına rağmen, önemli bir yapı olduğundan, kayma donatısı hesabı yapılırken pilyeler dikkate alınmayacak, beton katkısı %50 oranında varsayılacaktır.

K107 (30*50):

$b_w=30$ cm, $d=46.5$ cm, $l=5.2$ m, $P_d=66$ kN/m $j=0.86$

Açıklıkta:

$M_d=109$ kN m

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 465^2}{109 * 10^3} = 595 > K_I = 450 \frac{\text{mm}^2}{\text{kN}} \text{ (Boyutlar uygun)}$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{109 * 10^6}{191 * 0.86 * 465} = 1427 \text{ mm}^2 \text{ (2}\phi 20 \text{ düz ve 2}\phi 24 \text{ pilye)}$$

$V=174$ kN,

(d) uzaklığındaki kesme kuvveti; $V_d = V - P_d(d) = 174 - 66(0.465) = 143.3$ kN

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 * 0.9 * 10^{-3} * 300 * 465 = 81.6 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 337.6 \text{ kN}$$

$$V_{max} > V_d > V_{cr}$$



$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(143.3 - 0.5(0.8 * 81.6)) * 10^3}{191 * 465} = 1.25 \text{ mm}^2/\text{mm}$$



φ8 için s=80 mm , φ10 için s=120 mm

φ10/12 cm seçilir.

12 cm ≅ d/4 olduğundan mesnetlerde etriye sıklaştırması yapmaya gerek yoktur.

Mesnet:

$$M_d = 127 \text{ kN m}$$

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = 510 > K_1$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{127 * 10^6}{191 * 0.86 * 465} = 1663 \text{ mm}^2$$

$$2\phi 24 \text{ pilye (mevcut)} = 905 \text{ mm}^2$$

$$2\phi 12 \text{ montaj (mevcut)} = \underline{226 \text{ mm}^2}$$

$$1130 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{ ek}}=1663-1130=533\text{ mm}^2\text{ (}2\phi 20=628\text{ mm}^2\text{)}$$

Tersinmeden dolayı mesnette +30 kN m pozitif moment vardır.

$$A_s=\frac{M_d}{f_{yd} J d}=\frac{30*10^6}{191*0.86*465}=392\text{ mm}^2$$



$$2\phi 20\text{ alt düz (mevcut)}=628\text{ mm}^2>392\text{ mm}^2\text{ (Ek donatıya gerek yok)}$$

K108 (30*50):

$$b_w=30\text{ cm, } d=46.5\text{ cm, } l=3.3\text{ m, } P_d=32\text{ kN/m, } j=0.86$$

Açıklıkta:

$$M_d=-26\text{ kN m, } K=\frac{b_w d^2}{M_d}=2500>K_1$$

$$A_s=\frac{M_d}{f_{yd} J d}=\frac{-26*10^6}{191*0.86*465}=-340.4\text{ mm}^2\text{ (}3\phi 20\text{ seçilir. Mesnette fazla mevcut}$$

donatı elde etmek açısından)

$$V=80 \text{ kN}, V_d=V-p(d)=80-32*0.46=65.28 \text{ kN}$$

Eğer 80kN deprem kombinezonundan elde edilmiş olsa idi p yükünü 1.5 ile bölüp mesnetten (d) uzaklığındaki kesme kuvveti değeri hesaplanırdı.



$$V_{cr}=81.6 \text{ kN}$$

$$V_{max}=383 \text{ kN}$$

$$0.5 V_c=32 \text{ kN}$$

$$V_{max}>V_{cr}>V_d$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(65.28 - 0.5 * 81.6) * 10^3}{191 * 465} = 0.37 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

φ8 için s=270 mm s≤d/2 olmalıdır. φ8/23 bulunur.

Her iki mesnetten 90 cm uzaklığına kadar etriye aralığı s=d/4=12 cm ye indirilecektir.

K107-K108

$$d=46.5 \text{ cm } j=0.86 -M_d=163 \text{ kN m}$$

$$K=\frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 465^2}{163 * 10^3} = 398 < K_1 \text{ (Basınç donatısı gereklidir).}$$

$$M_1 = \frac{b_w d^2}{K_1} = \frac{300 * 465^2}{450} = 144150 \text{ kN mm} = 144 \text{ kN m}$$

$$M_2 = M_d - M_1 = 163 - 144 = 19 \text{ kN m}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} J d} = \frac{144 * 10^6}{191 * 0.86 * 465} = 1880 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = A_s' = \frac{19 * 10^6}{191 * 430} = 230 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1880 + 230 = 2110 \text{ mm}^2$$

$$2\phi 24 \text{ pilye (mevcut)} = 905 \text{ mm}^2$$

$$3\phi 20 \text{ düz, üstte (mevcut)} = 942 \text{ mm}^2$$

$$2\phi 12 \text{ montaj (mevcut)} = \underline{226 \text{ mm}^2}$$

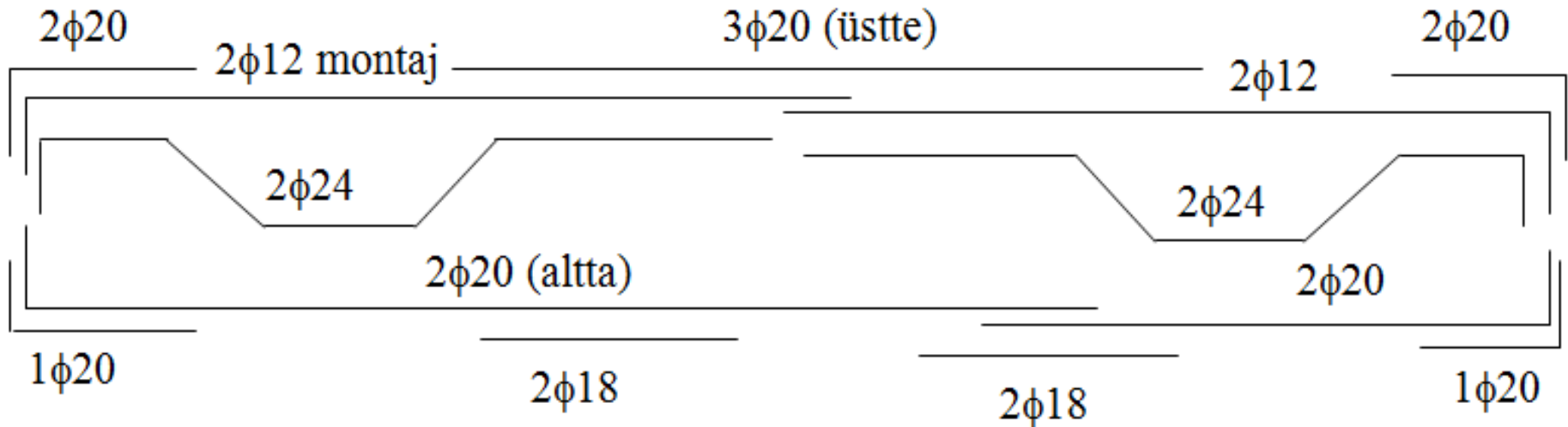
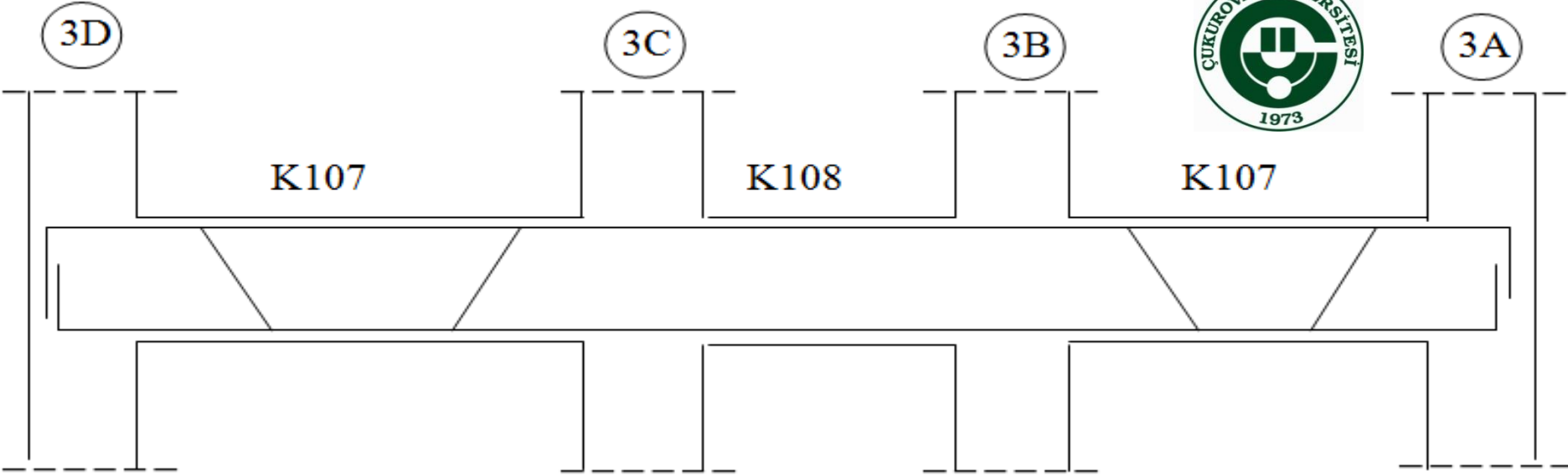
$$2073 \text{ mm}^2 \cong 2110 \text{ mm}^2 \text{ (Donatıya gerek yok).}$$

$$A_s' = 230 \text{ mm}^2, 2\phi 20 \text{ düz altta (mevcut)} = 628 \text{ mm}^2 > 230 \text{ mm}^2$$

Deprem nedeni ile tersinme momenti = +30 kN m

$$A_s = \frac{30 * 10^6}{191 * 0.86 * 465} = 393 \text{ mm}^2, 2\phi 20 \text{ düz altta (mevcut)} = 628 \text{ mm}^2 > 393 \text{ mm}^2$$





Bu örnekte yapı 4. deprem bölgesinde olduğundan, yukarıdaki hesap yeterlidir. 1. ve 2. bölgede inşa edilecek yapılar için hesaplanan kesme kuvveti yerine, iki uçta mafsal olduğu varsayımı ile bulunacak kesme kuvvetinin temel alınması daha doğru olur. Kenar mesnetteki (K107) alt donatı ile orta mesnetteki üst donatı temel alınarak moment taşıma gücü hesaplanır.



Kenar mesnet (alt donatı) $3\phi 20$, $A_s=943 \text{ mm}^2$

$$M_{r1}=A_s f_{yk} (0.9) d=86.8 \text{ kN m}$$

Orta mesnet (üst donatı) çekme donatısı, $A_s=2080 \text{ mm}^2$

$$M_{r2}=2080 \cdot 22 \cdot 9 \cdot 465 \cdot 10^{-6}=191.5 \text{ kN m}$$

$$l_n=4.8 \text{ m}, P=P_d/1.5=66/1.5=44 \text{ kN/m}$$

$$V_d=\frac{M_{r1} + M_{r2}}{l_n} + \frac{P l_n}{2}$$

$$V_d=\frac{86.8 + 191.5}{4.8} + \frac{44 \cdot 4.8}{2}=163 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{163 * 10^3}{191 * 465} = 1.83, \quad \phi 10/8.5 \text{ cm}$$

Böylece aynı kiriş 1. veya 2. deprem bölgesinde olsaydı daha fazla etriye gerekirdi. Bu gibi durumlarda boyuna donatı arttıkça, gereksinme duyulan etriyede artacaktır.

Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre:

$$M_{p1} = 1.4 M_{r1} = 1.4 * 943 * 191 * 0.86 * 465 * 10^{-6} = 100.84 \text{ kN m}$$

$$M_{p2} = 1.4 * 2080 * 191 * 0.86 * 465 * 10^{-6} = 222.4 \text{ kN m}$$

$$p = \frac{P_d}{1.5} = 44 \text{ kN/m}$$

$$V_e = \frac{222.4 + 100.84}{5.2} + \frac{44 * 5.2}{2} = 176.56 \text{ kN}$$

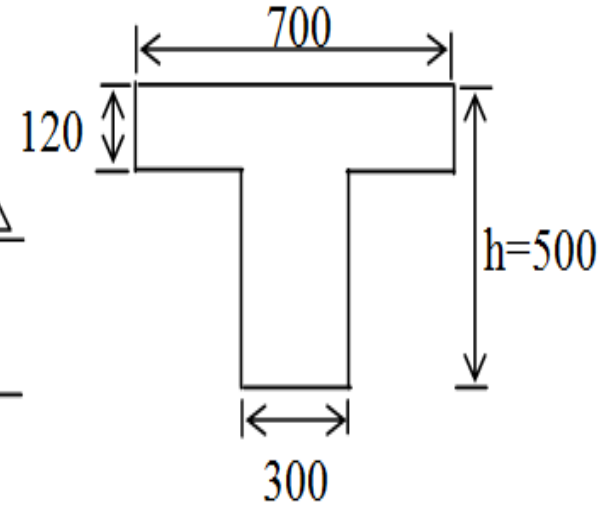
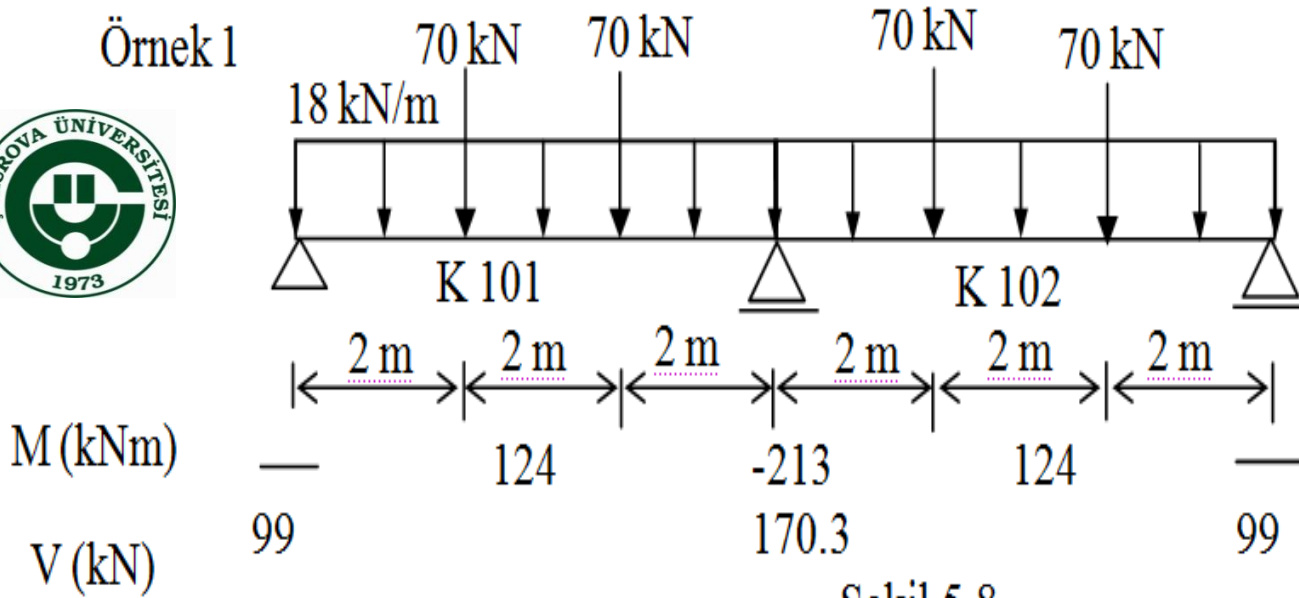
$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{176.56 * 10^3}{191 * 465} = 1.99 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$\phi 10/7.5 \text{ cm}$ elde edilir.





Örnek 1



Şekil 5.8

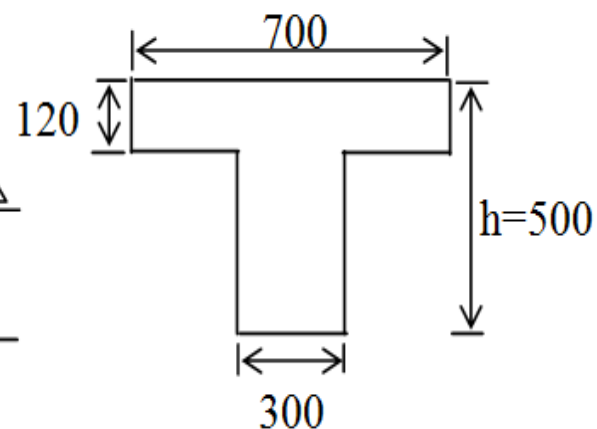
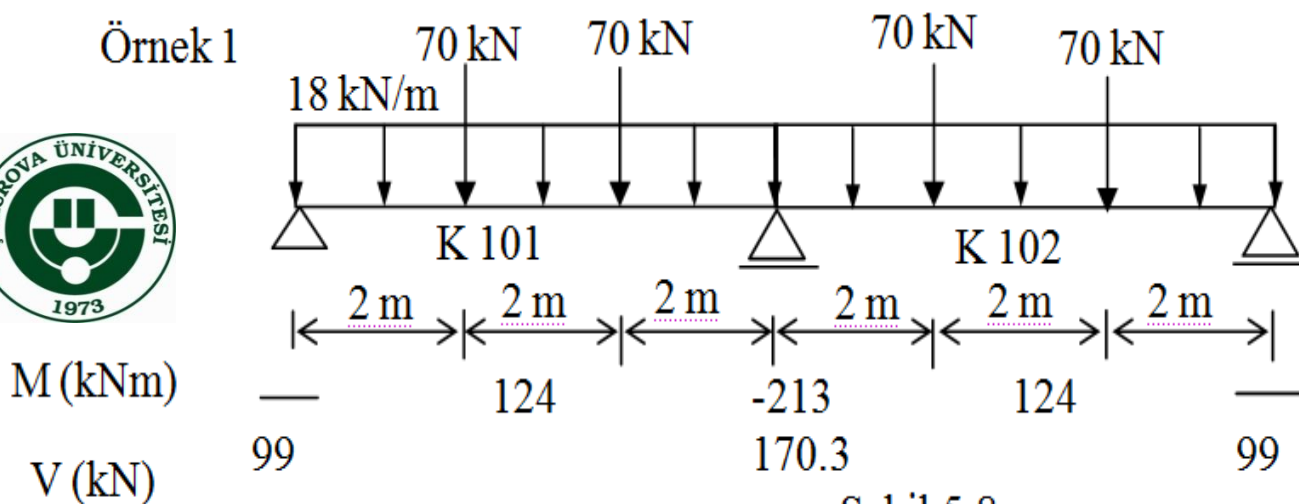
Şekil 5,8’de verilen kirişin;

- Boyutlarını kontrol ediniz ve tasarımını yapınız.
- K101 kirişinin TDY 97’ye göre etriye hesabını yapınız ve donatıyı şematik olarak gösteriniz.

Malzeme C20, S420, etriyeler S220, paspayı=40 mm, mesnet genişliği $a=40$ cm ve beton katkısı %50 alınacaktır.



Örnek 1



Şekil 5.8

Çözüm:

a)

Eğilme:

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}, \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 \times 460^2}{213 \times 10^3} = 298 \text{ mm}^2/\text{kN} < K_1$$

Çift donatılı kesit hesabı yapılacaktır!

Açıklık:

$$(+)M_d = 124 \text{ kNm} (K > K_1), \quad 0.9 \times d = 414 \text{ mm} > d - h_f/2$$

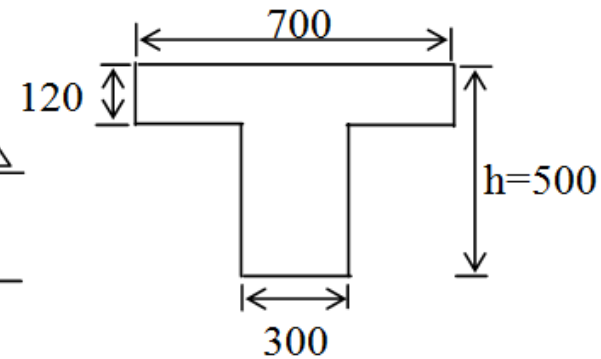
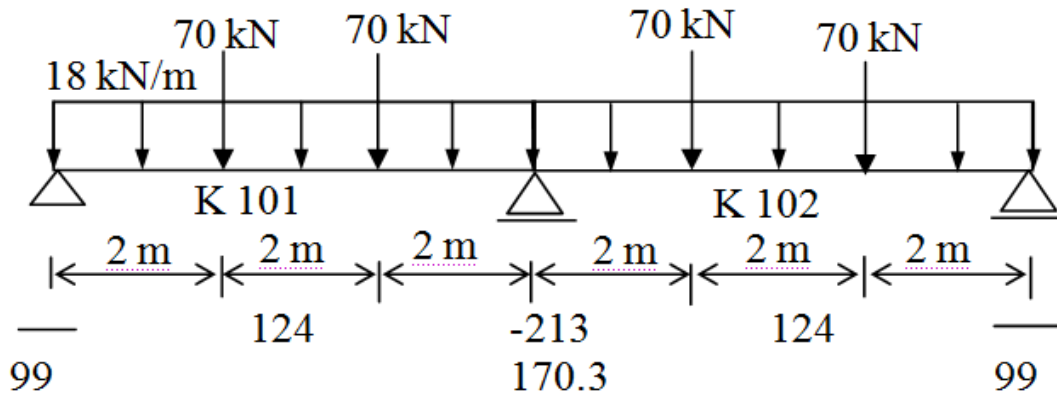
$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0.9 d} = \frac{124 \times 10^6}{365 \times 414} = 820.6 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen } (2\phi 18 \text{ düz} + 2\phi 16 \text{ pilye} = 912 \text{ mm}^2)$$



Örnek 1

M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8

Mesnet:

$$(-)M_d = M_d - V \frac{a}{3} = 213 - 170.3 \times \frac{0.4}{3} = 190.3 \text{ kNm}$$

$$K = \frac{300 \times 460^2}{190.3 \times 10^3} = 333.6 \text{ mm}^2/\text{kN} < K_1, \text{ Çift donatılı kesit hesabı yapılacaktır.}$$

$$M_1 = \frac{b_w d^2}{K_1} = \frac{300 \times 460^2}{380 \times 10^3} = 167.05 \text{ kNm}, M_2 = M_d - M_1 = 190.3 - 167.05 = 23.25 \text{ kNm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} j d} = \frac{167.05 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 460} = 1157 \text{ mm}^2$$

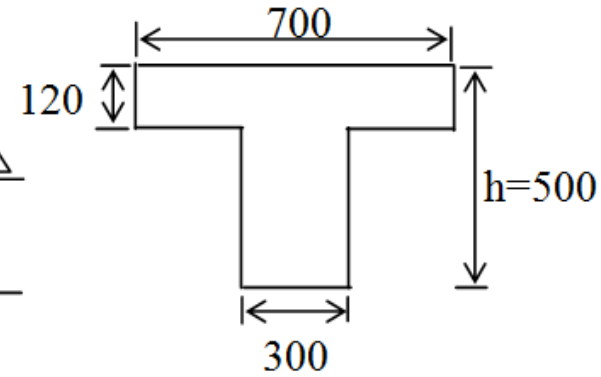
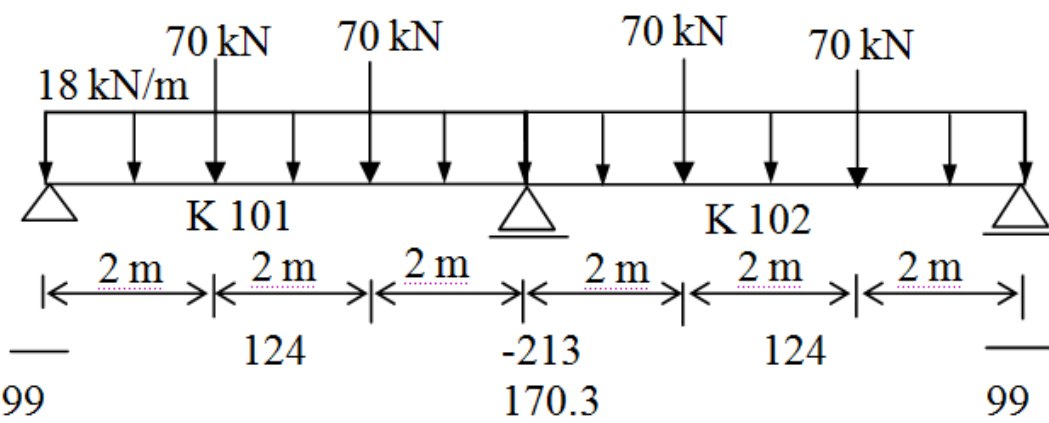
$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')} = \frac{23.25 \times 10^6}{365 \times (460 - 40)} = 151.7 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1308.7 \text{ mm}^2, A_s' = A_{s2} = 151.7 \text{ mm}^2$$



M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8

Mesnette; $A_s(\text{mevcut}) = 4\phi 16 + 2\phi 12 = 1032 \text{ mm}^2$

$A_s(\text{ek, üst}) : 1308.7 - 1032 = 276.7 \text{ mm}^2$ ($2\phi 14$ ilave)

$A_s' = 151.7 \text{ mm}^2$, $2\phi 18$ (mevcut yeterlidir). Ek donatı gerekmez!

Kesme tasarımı:

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 170.3 - 18 \times \left(0.46 + \frac{0.4}{2} \right) = 158.42 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 300 \times 460 = 89.7 \text{ kN}, V_c = 0.8 V_{cr} = 71.76 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 0.22 \times 13 \times 300 \times 460 \times 10^{-3} = 395 \text{ kN}$$

$V_{cr} < V_d < V_{max}$ olduğundan etriye hesap ile bulunmalıdır.

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(158.42 - 0.5 \times 71.76) \times 10^3}{191 \times 460} = 1.39 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

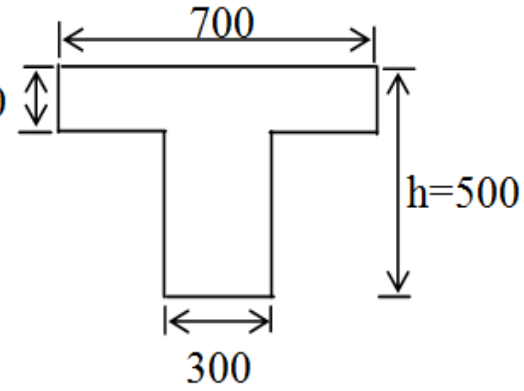
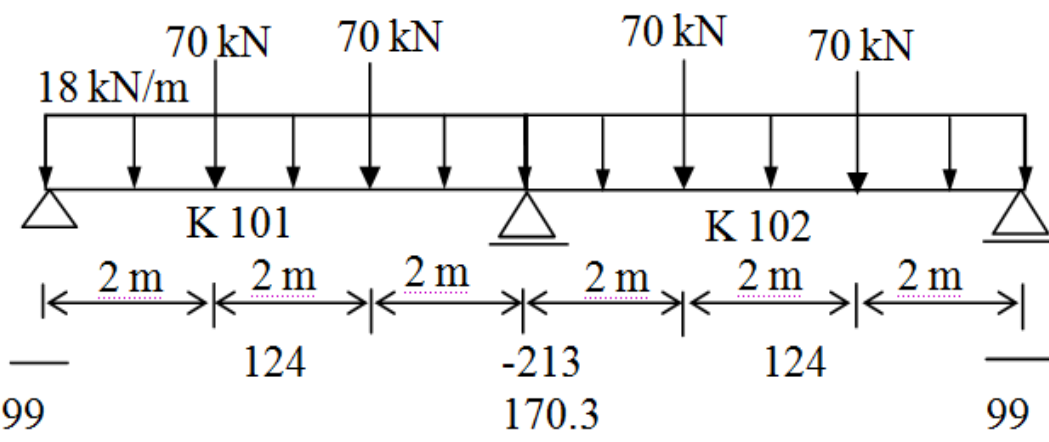
$$\phi 10 \text{ için, } A_o = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.5 \text{ mm}^2, A_{sw} = 2 \times A_o = 157 \text{ mm}^2$$

Örnek 1



M (kNm)

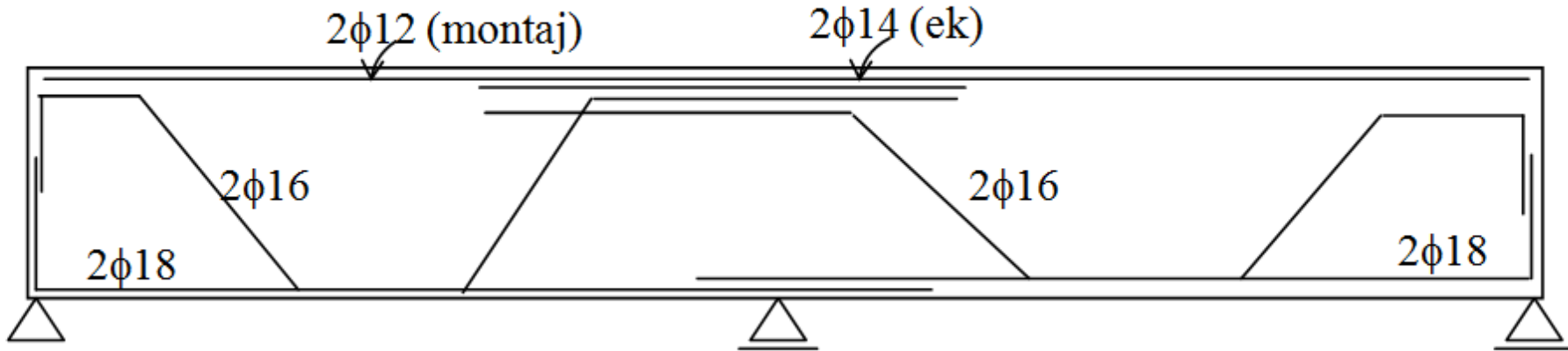
V (kN)



Şekil 5.8

$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.39, \text{ buradan } s=113 \text{ mm bulunur. Etriye } \phi 10/11 \text{ cm.}$$

b) Deprem yönetmeliğine göre:



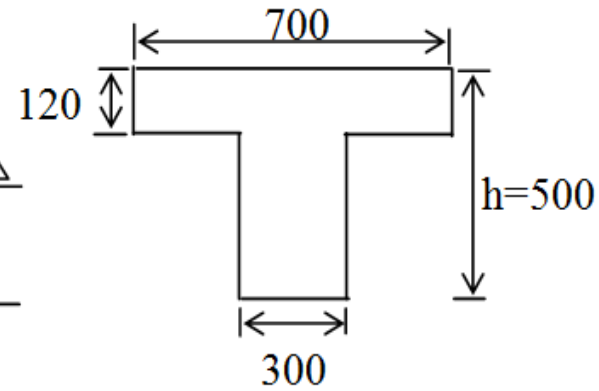
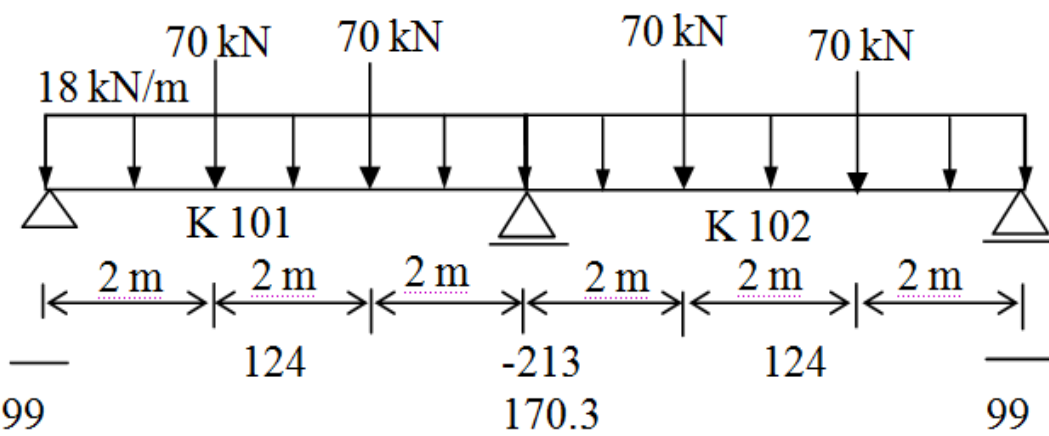
Şekil 5.9

Örnek 1



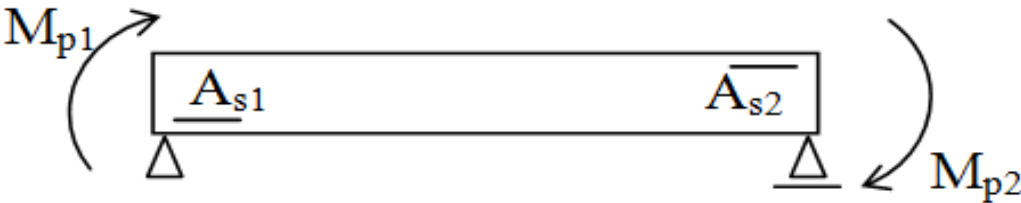
M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8

$$A_{s1} = 2\phi 18 = 510 \text{ mm}^2, \quad A_{s2} = 4\phi 16 + 2\phi 14 + 2\phi 12 = 1340 \text{ mm}^2$$



$$M_{r1} = A_{s1} f_{yd} 0.86 d = 510 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6} = 73.64 \text{ kNm}$$

$$M_{r2} = A_{s2} f_{yd} 0.86 d = 1340 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6} = 193.5 \text{ kNm}$$

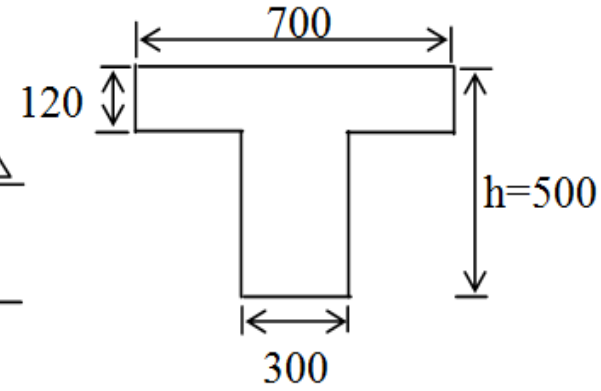
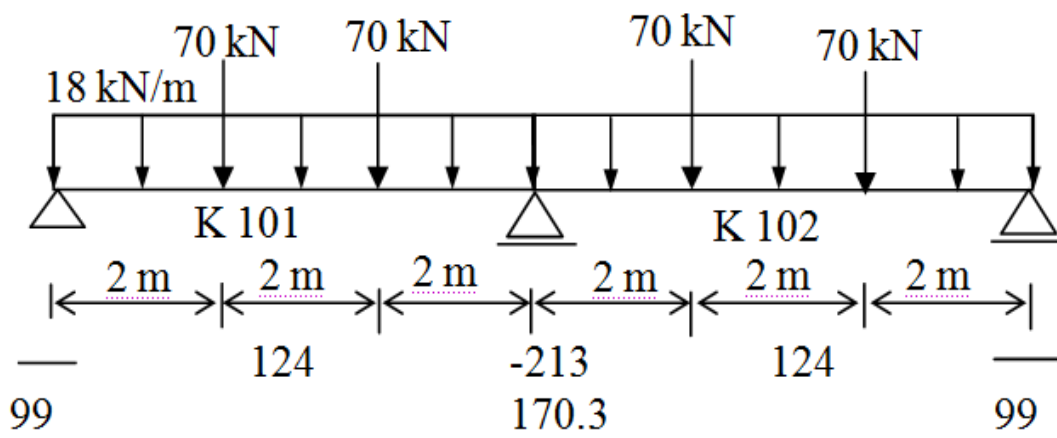
$$M_{p1} = 1.4 M_{r1} = 103.1 \text{ kNm}, \quad M_{p2} = 1.4 M_{r2} = 270.9 \text{ kNm}$$

Örnek 1

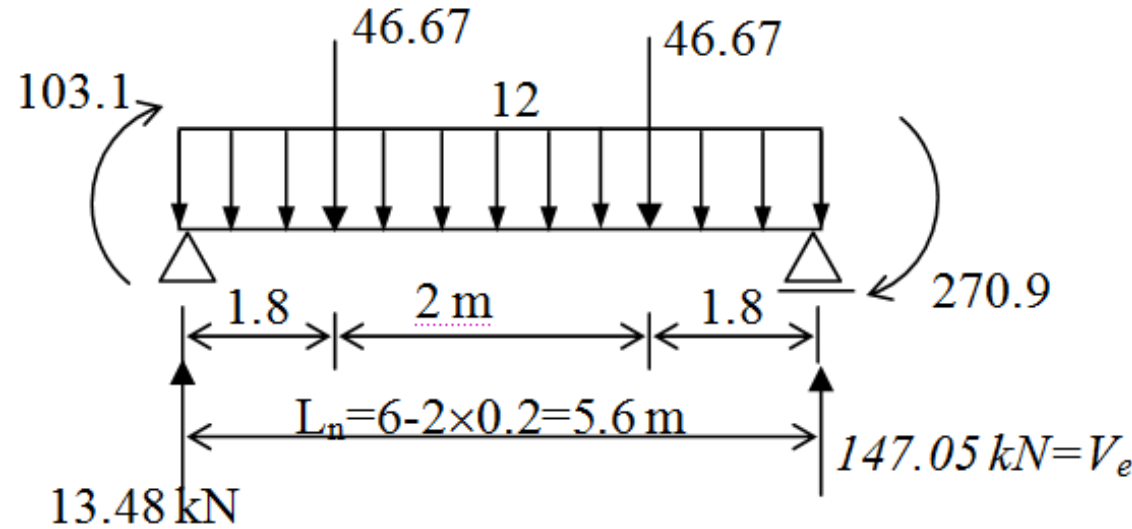


M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8



Deprem durumunda;

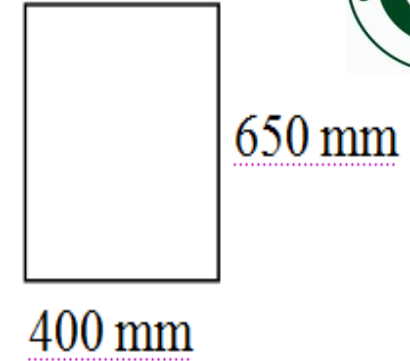
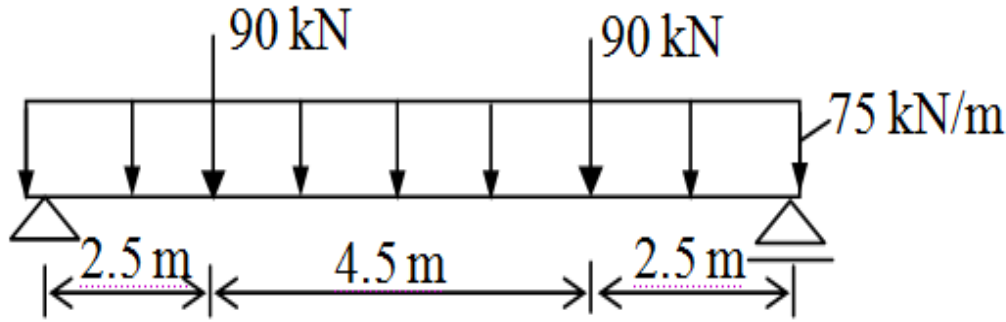
$$P_e = P_d / 1.5$$

$$18 / 1.5 = 12 \text{ kN/m}$$

$$70 / 1.5 = 46.67 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_e}{f_{ywd} (d)} = \frac{147.05 \times 10^3}{191 \times 460} = 1.673 \text{ mm}^2/\text{mm}, \phi 10 \text{ için } s = 94 \text{ mm Etriye } \phi 10/9 \text{ cm}$$

Örnek 2

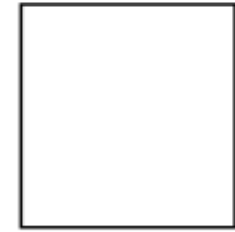


Şekil 5.10

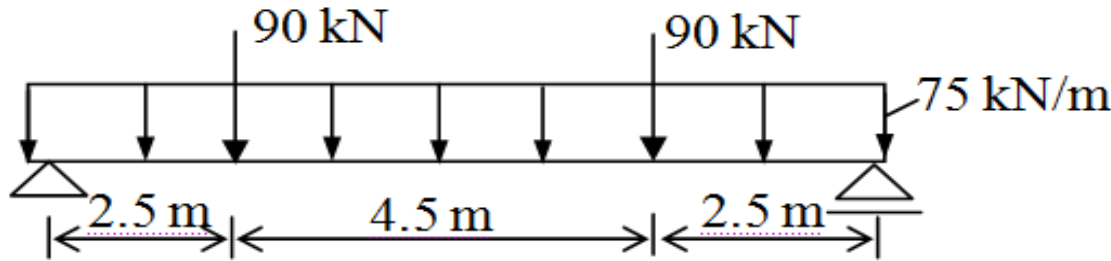
- Şekil 5.10'da verilen kiriş için 10 mm etriye çapı seçerek etriye aralığını belirleyiniz.
- Eğilme donatısını bulunuz. Pilye ve betonun kesme dayanımına katkısını ihmal ediniz.

Malzeme C25, S420 ($f_{ctd}=1.15 \text{ N/mm}^2$, $f_{ywd}=365 \text{ N/mm}^2$), mesnet genişliği 400 mm ve paspayı=40 mm.

Örnek 2

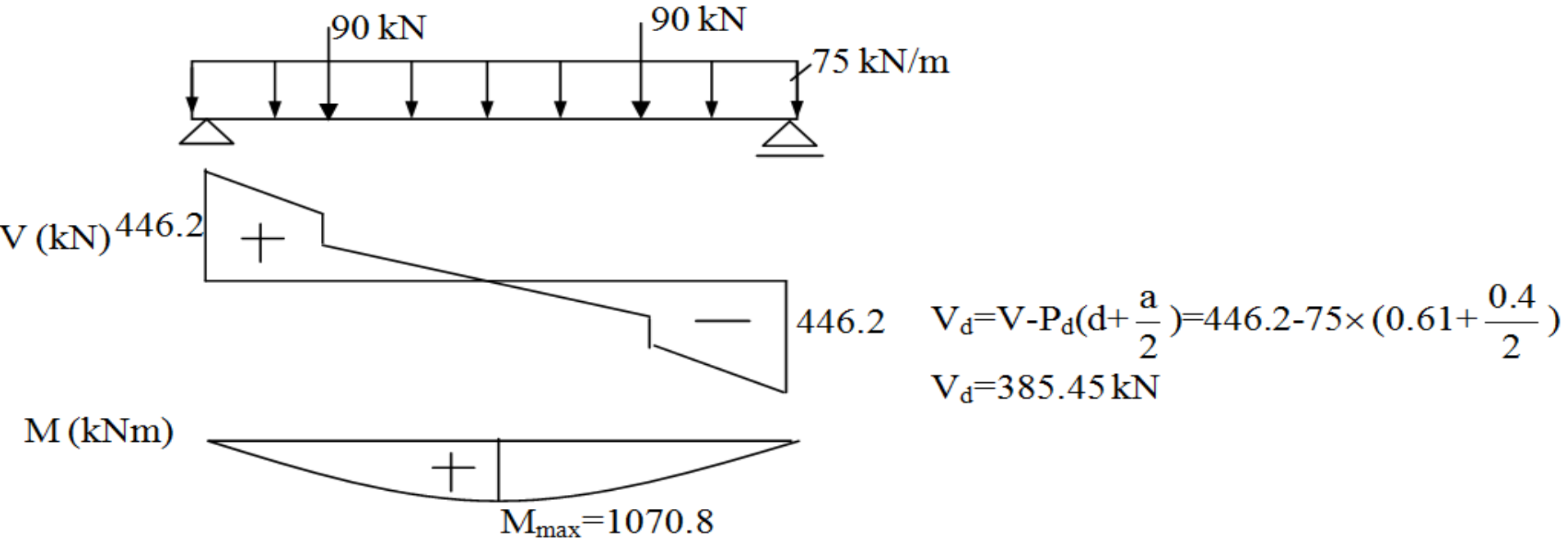


400 mm

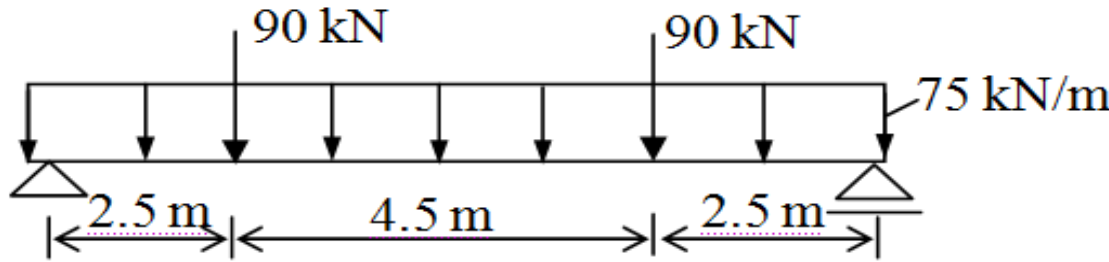


Şekil 5.10

Çözüm:



Şekil 5.11



Şekil 5.10

a)

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 1.15 \times 10^{-3} \times 400 \times 610 = 182.4 \text{ kN}, \quad V_c = 0.8 V_{cr} = 145.9 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 0.22 \times 17 \times 400 \times 610 \times 10^{-3} = 912.56 \text{ kN}$$

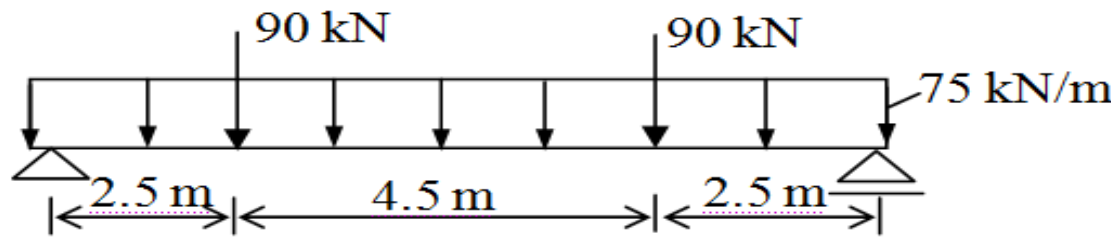
$V_{cr} < V_d < V_{max}$ olduğundan etriye hesap ile bulunmalıdır.

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{ywd} (d)} = \frac{385.45 \times 10^3}{365 \times 610} = 1.73 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

φ10 için,

$A_o = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.5 \text{ mm}^2$, $A_{sw} = 2 \times A_o = 157 \text{ mm}^2$

$\frac{A_{sw}}{s} = 1.73$, buradan $s = 90.75 \text{ mm}$ bulunur. Etriye φ10/9 cm.



Şekil 5.10

b)

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 291 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

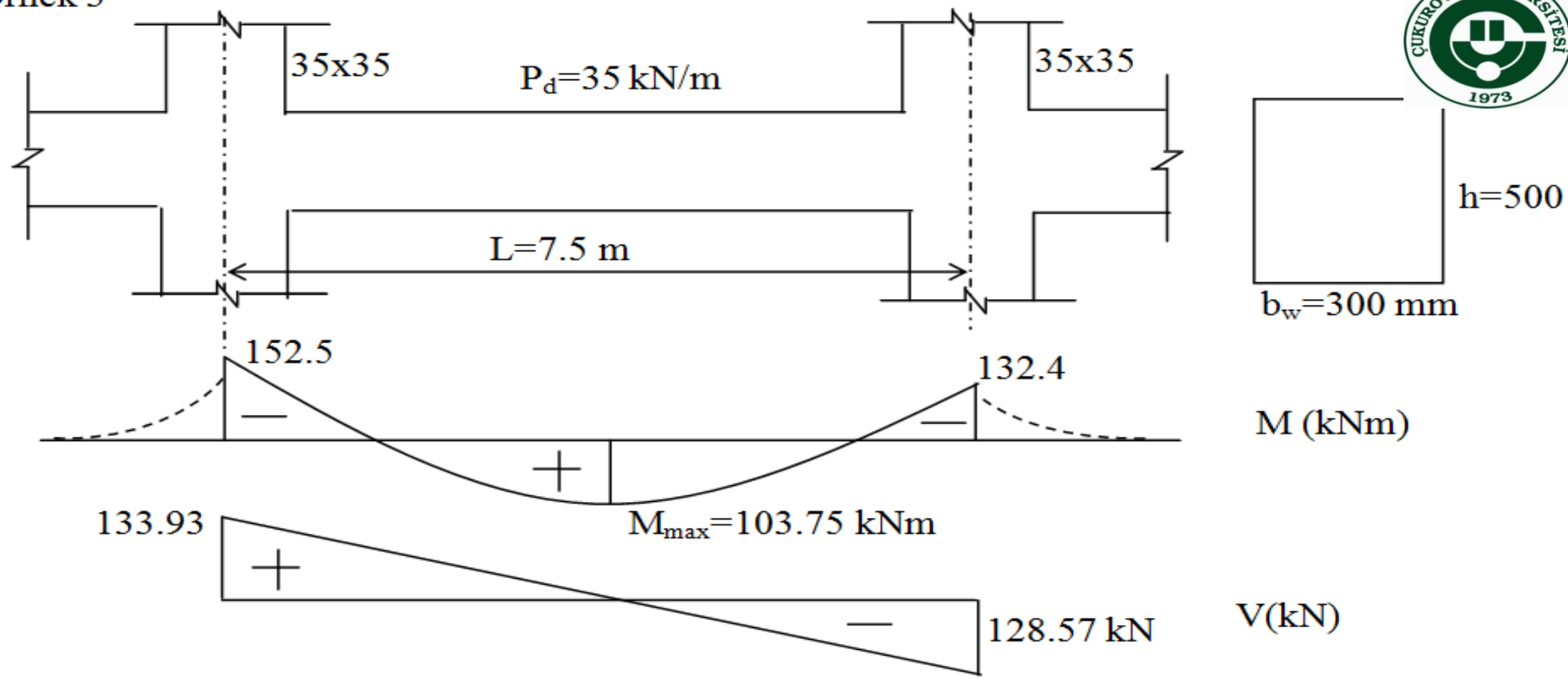
$$K = \frac{400 \times 610^2}{1070.8 \times 10^3} = 138.9 \text{ mm}^2/\text{kN} < K_1, \text{ Çift donatılı kesit hesabı yapılacaktır.}$$

$$M_1 = \frac{b_w d^2}{K_1} = \frac{400 \times 610^2}{291 \times 10^3} = 511.5 \text{ kNm}, \quad M_2 = M_d - M_1 = 1070.8 - 511.5 = 559.3 \text{ kNm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} j d} = \frac{511.5 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 610} = 2671.3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')} = \frac{559.3 \times 10^6}{365 \times (610 - 40)} = 2688.3 \text{ mm}^2$$

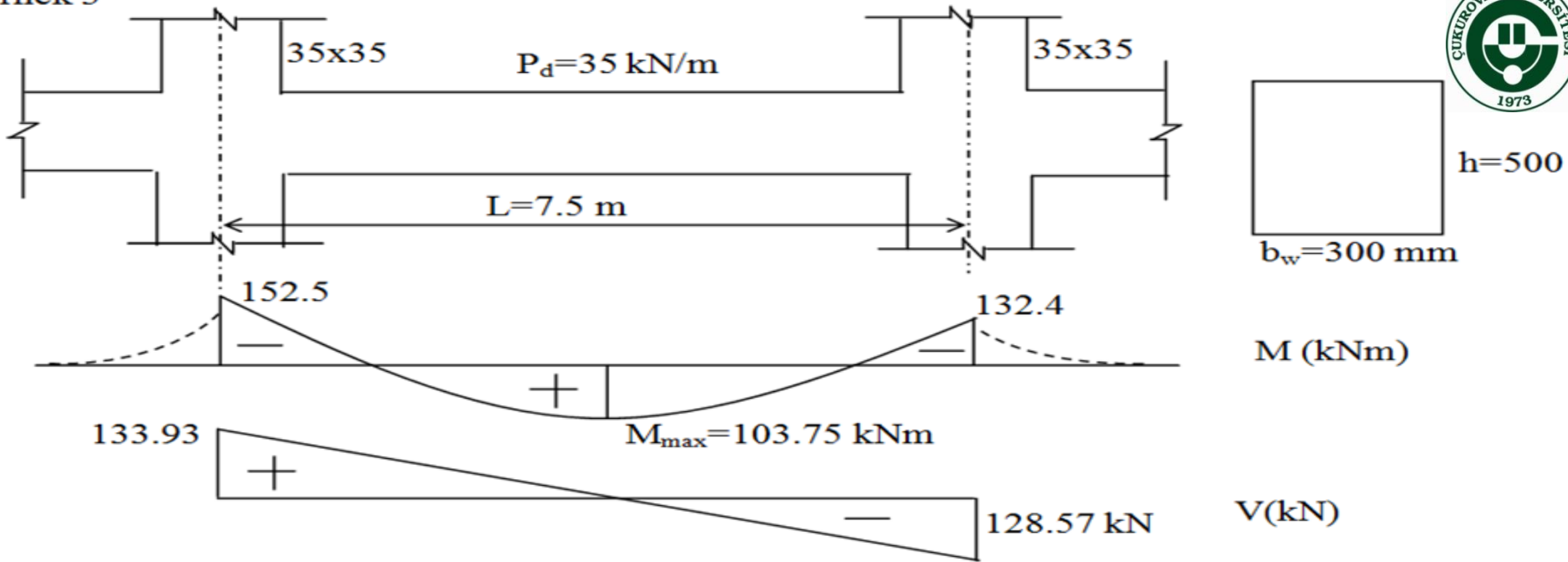
$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5359.6 \text{ mm}^2, \quad A_s' = A_{s2} = 2688.3 \text{ mm}^2 \text{ olarak donatı hesaplanır.}$$



Şekil 5.12

Şekil 5.12’de verilen kirişin elverişsiz yüklemeler sonucu elde edilen tasarım moment ve kesme kuvveti diyagramları verilmektedir.

- Kiriş kesitinin boyutlarını kontrol ederek eğilme ve kesme tasarımını yapınız. Deprem önemli olduğu kabul edilecek ve beton katkısı %50 varsayılacaktır.
- Türk Deprem Yönetmeliğine göre sarılma bölgesi etriye hesabını yapınız. Malzeme C16, S420, etriyeler S220 ($f_{ctd}=0.9$ N/mm²) ve paspayı=35 mm.



Çözüm:

a) Boyut kontrolü:

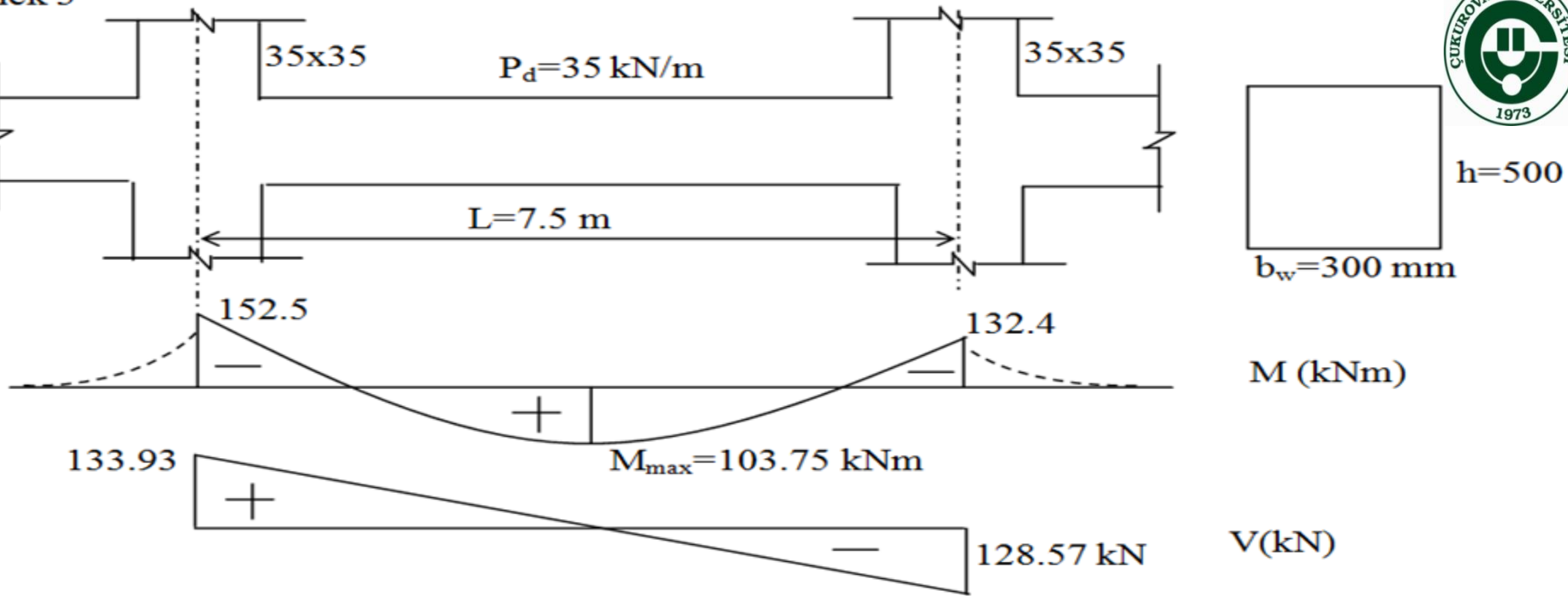
Eğilme:

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 450 \text{ mm}^2/\text{kN}, \quad K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 \times 465^2}{152.5 \times 10^3} = 425.3 \text{ mm}^2/\text{kN} < K_1$$

Eğilmeye göre boyut yetersizdir!

Açıklık: $M_d=103.75 \text{ kNm}$ ($K > K_1$)

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} j d} = \frac{103.75 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 710.8 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen: } (2\phi 16 \text{ düz} + 2\phi 16 \text{ pilye} = 804 \text{ mm}^2)$$



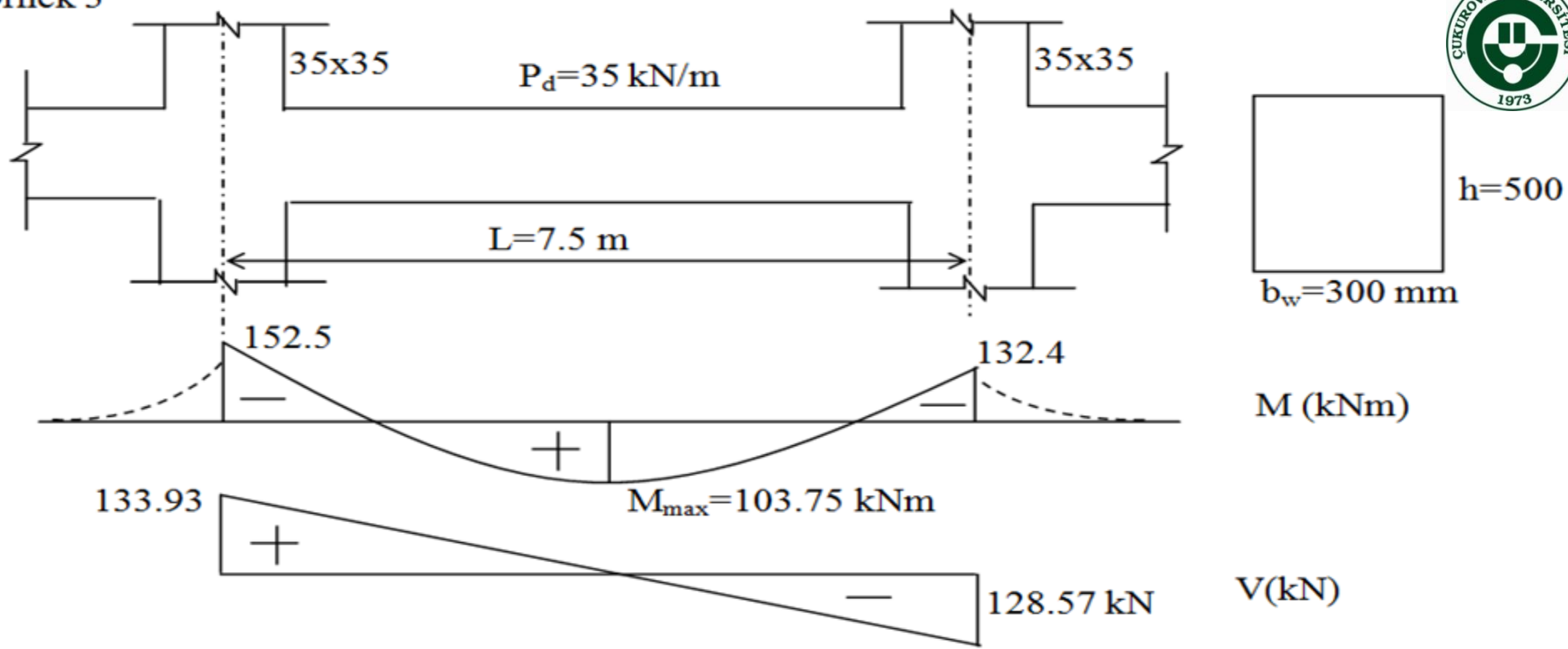
Mesnet: $M_d = M - V \frac{a}{3} = 152.5 - 133.93 \times \frac{0.35}{3} = 136.87$ kNm ($K > K_1$)

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} j d} = \frac{136.87 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 937.7 \text{ mm}^2$$

Mevcut: $4\phi 16$ pilye + $2\phi 12$ montaj = $1030 \text{ mm}^2 > 937.7 \text{ mm}^2$ Ek donatı gerekmez.

Sağ mesnet:

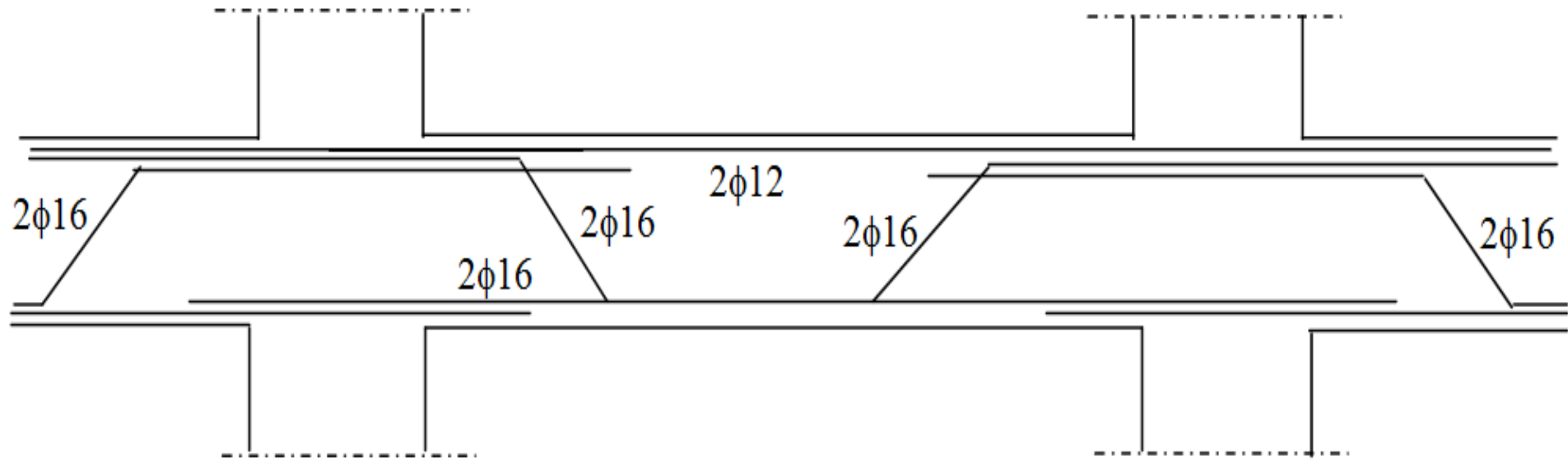
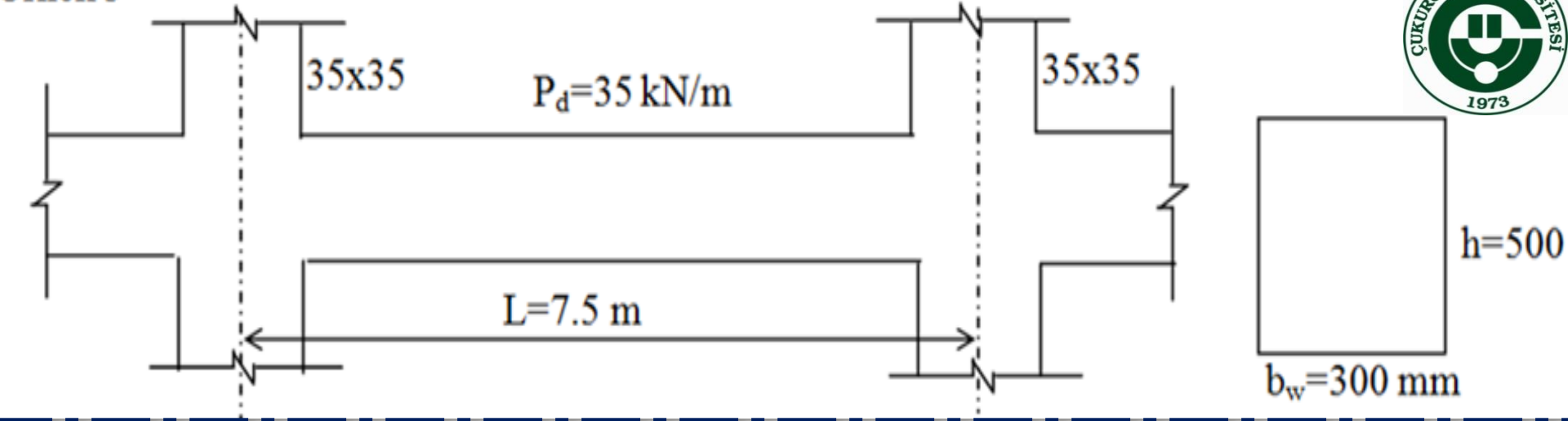
$$M_d = 132.4 - 128.57 \times \frac{0.35}{3} = 117.4 \text{ kNm} ($K > K_1$)$$



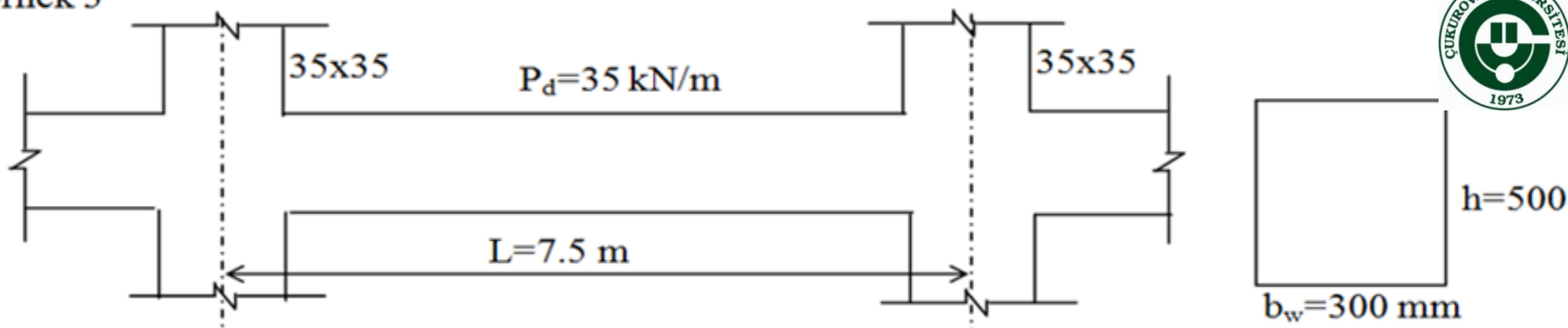
$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} j d} = \frac{117.4 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 804.3 \text{ mm}^2$$

Mevcut: $4\phi 16 \text{ pilye} + 2\phi 12 \text{ montaj} = 1030 \text{ mm}^2 > 804.3 \text{ mm}^2$ Ek donatı gerekmez.

Örnek 3



Şekil 5.13



Kesme hesabı:

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 133.93 - 35 \times \left(0.465 + \frac{0.35}{2} \right) = 111.5 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 0.9 \times 10^{-3} \times 300 \times 465 = 81.6 \text{ kN}, \quad V_c = 0.8 V_{cr} = 65.3 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 0.22 \times 11 \times 300 \times 465 \times 10^{-3} = 337.6 \text{ kN}$$

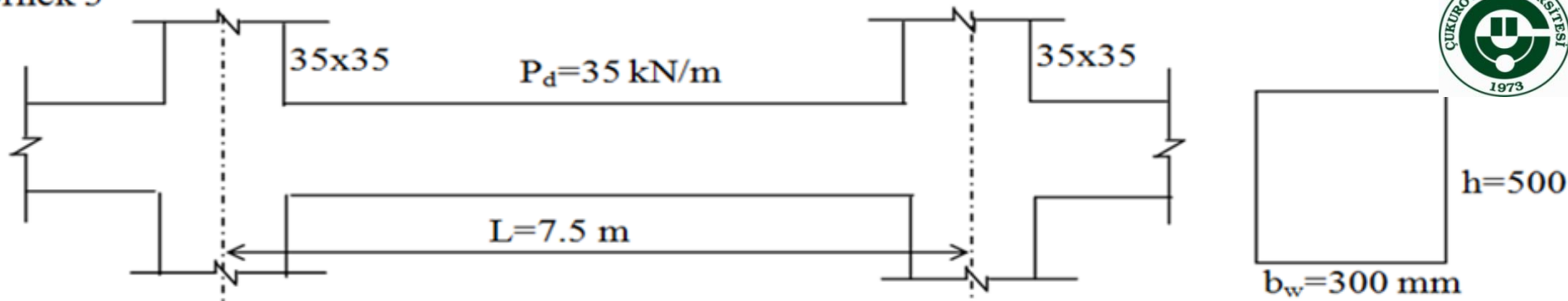
$V_{cr} < V_d < V_{max}$ olduğundan etriye hesap ile bulunmalıdır.

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(111.5 - 0.5 \times 65.3) \times 10^3}{191 \times 465} = 0.89 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\phi 8 \text{ için, } A_o = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 8^2}{4} = 50.26 \text{ mm}^2, \quad A_{sw} = 2 \times A_o = 100.5 \text{ mm}^2$$

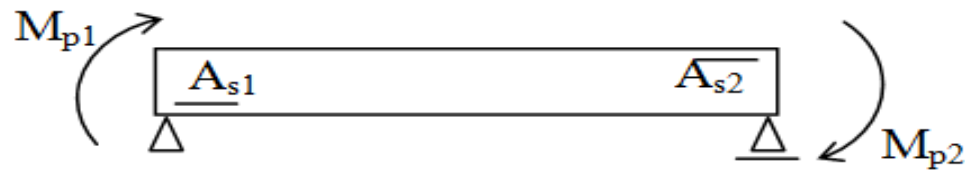
$$\frac{A_{sw}}{s} = 0.89, \text{ buradan } s = 112.9 \text{ mm bulunur. Etriye } \phi 8/11 \text{ cm.}$$

$$\phi 10 \text{ için } A_{sw} = 157 \text{ buradan } s = 176.4 \text{ mm Etriye } \phi 10/17.5$$



b)

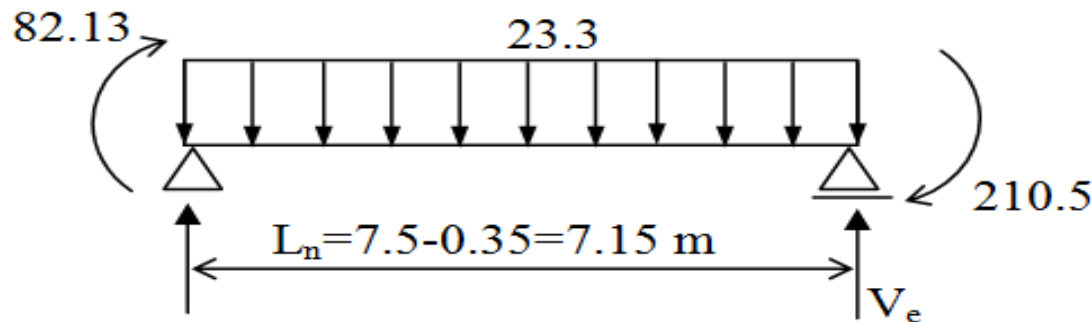
$$A_{s1}=2\phi 16=402 \text{ mm}^2, \quad A_{s2}=4\phi 16+2\phi 12=1030 \text{ mm}^2$$



$$M_{r1}=A_{s1} f_{yd} 0.86 d=402 \times 365 \times 0.86 \times 465 \times 10^{-6}=58.67 \text{ kNm}$$

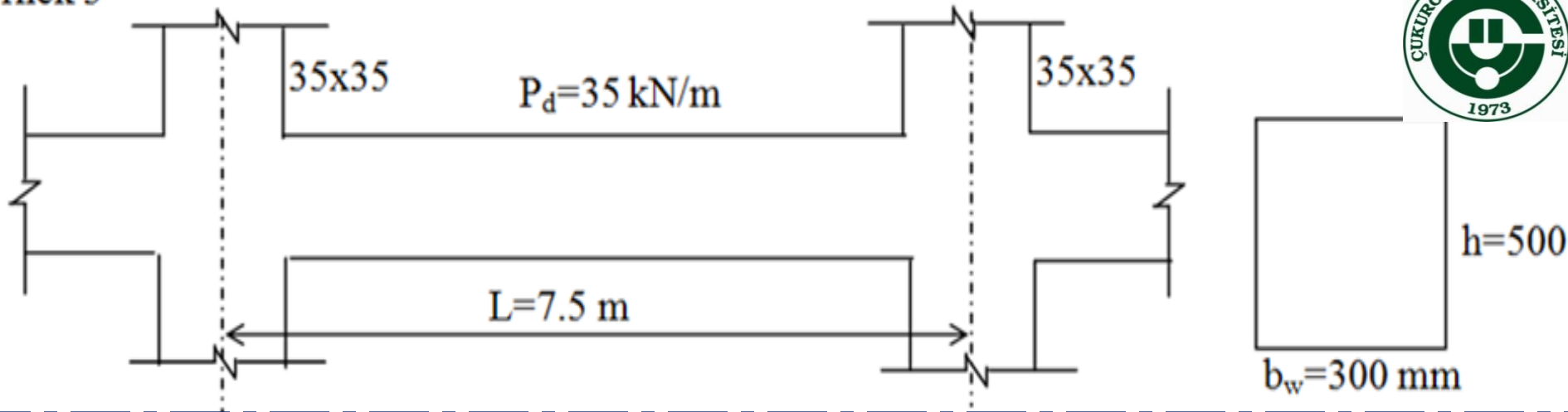
$$M_{r2}=A_{s2} f_{yd} 0.86 d=1030 \times 365 \times 0.86 \times 465 \times 10^{-6}=150.34 \text{ kNm}$$

$$M_{p1}=1.4 M_{r1}=82.13 \text{ kNm}, \quad M_{p2}=1.4 M_{r2}=210.5 \text{ kNm}$$



Deprem durumunda;
 $P_e=P_d/1.5$
 $35/1.5=23.3$ kN/m

Örnek 3

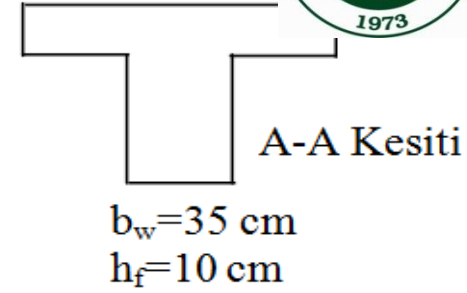
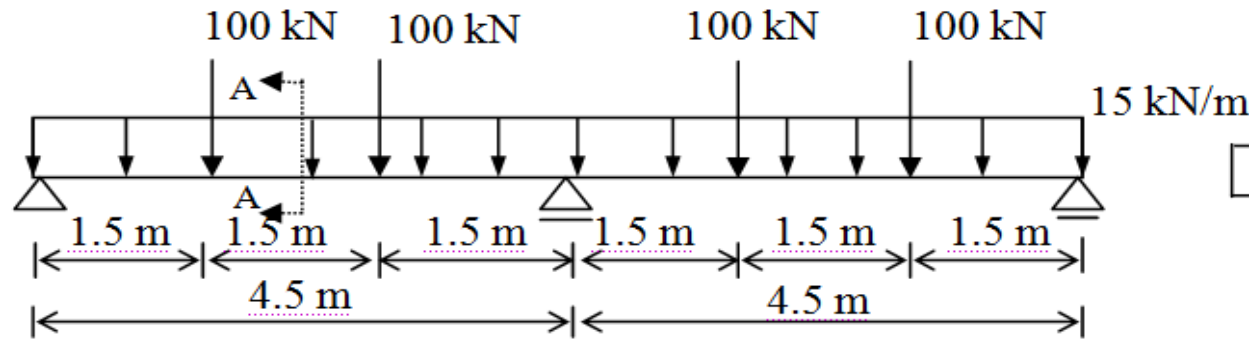


$$V_e = \frac{82.13 + 210.5}{7.15} + \frac{23.3 \times 7.15}{2} = 124.2\text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_e}{f_{ywd} (d)} = \frac{124.2 \times 10^3}{191 \times 465} = 1.39\text{ mm}^2/\text{mm}, \phi 10 \text{ için } s=112.9\text{ mm}$$

Etriye $\phi 10/11\text{ cm}$

Örnek 4



V_d (kN)	92		175.5		92
M_d (kN m)	—	121.13	188	121.13	—

Şekil 5.14

Şekil 5.14'te verilen sürekli kirişin boyutlarını belirleyerek eğilme ve kesme donatısını bulunuz. Mesnet genişliği, $a=30$ cm, malzeme C20, S420, etriyeler S220 ve paspayı=30 mm.

Çözüm:

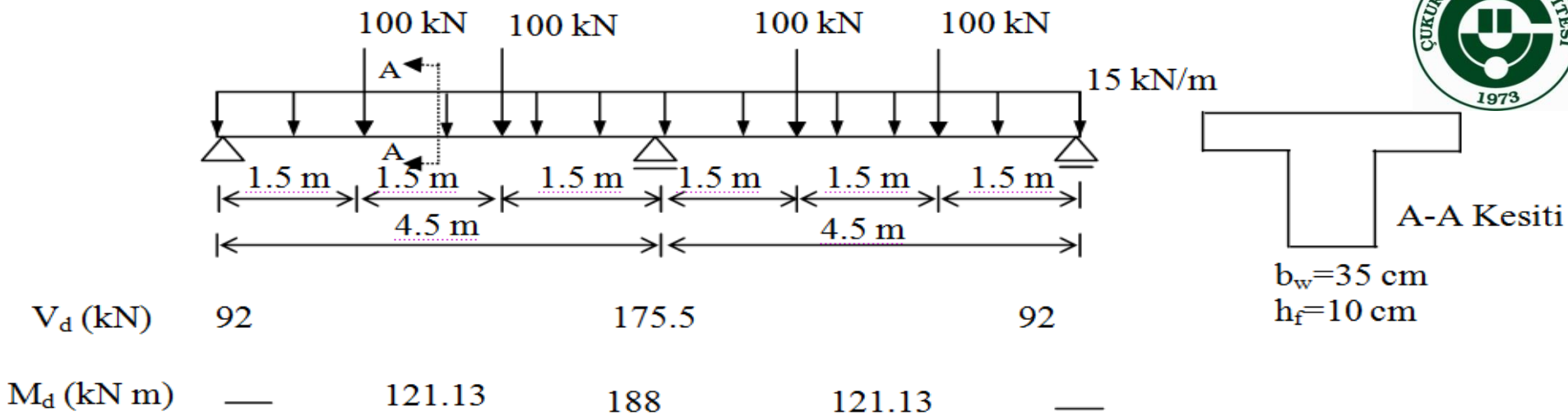
a) Ön tasarım:

Eğilme:

$$M_d = 188 \text{ kNm}, K = \frac{b_w d^2}{M_d} \quad K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$b_w d^2 = 380 \times 188 \times 10^3$ $b_w = 350$ mm için $d = 452$ mm elde edilmektedir.

$b_w = 350$ mm ve $h = 500$ mm kabul edilir.



Şekil 5.14

b) Kesin tasarım:

Eğilme hesabı:

$$(+)\ M_d = 121.13 \text{ kNm} \quad (d = 470 \text{ mm})$$

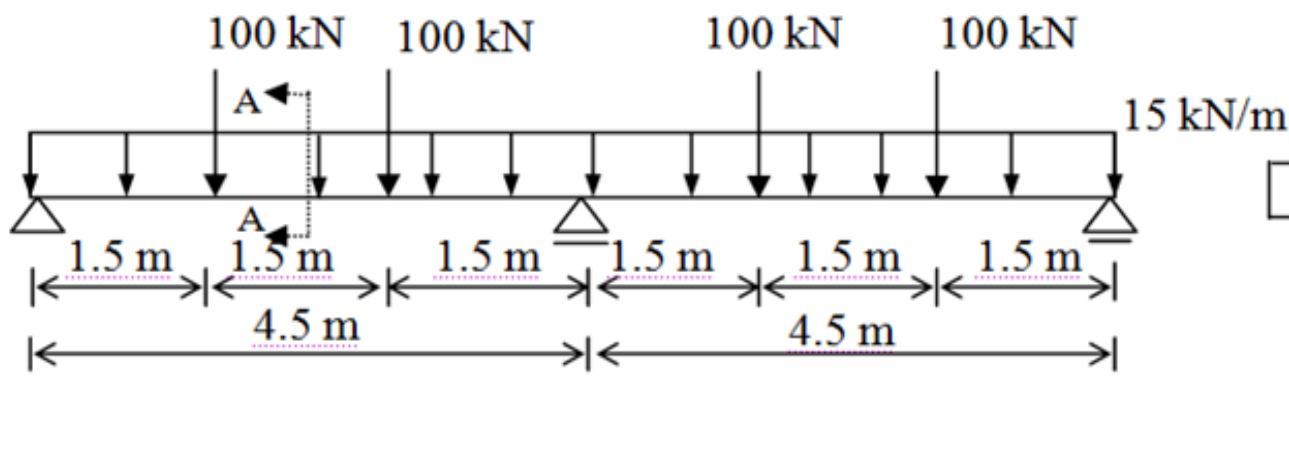
$$J\ d = d - h_f/2 = 470 - 100/2 = 420 \text{ mm} < 0.9 \times d = 423 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J\ d} = \frac{121.13 \times 10^6}{365 \times 423} = 784.5 \text{ mm}^2 \quad \text{bulunur.}$$

Mesnet:

$$(-)\ M_d = M_d - V \frac{a}{3} = 188 - 175.5 \times \frac{0.3}{3} = 170.4 \text{ kNm}$$

$$A_s = \frac{170.4 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 470} = 1155 \text{ mm}^2$$



Kesme hesabı:

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 175.5 - 15 \times \left(0.47 + \frac{0.3}{2} \right) = 166.2 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 350 \times 470 = 106.93 \text{ kN}, \quad V_c = 0.8 V_{cr} = 85.54 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 0.22 \times 13 \times 350 \times 470 \times 10^{-3} = 470.47 \text{ kN}$$

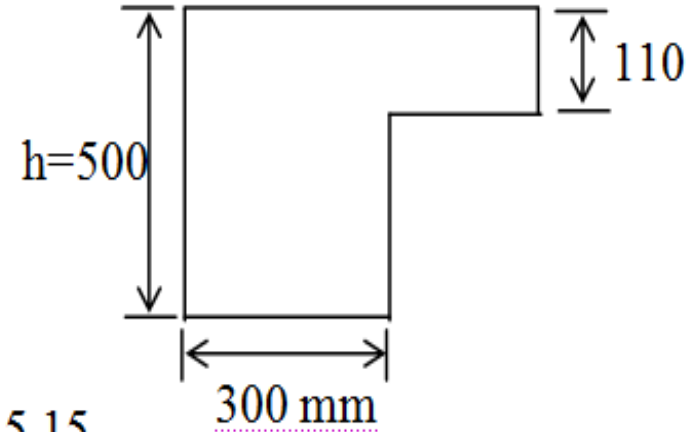
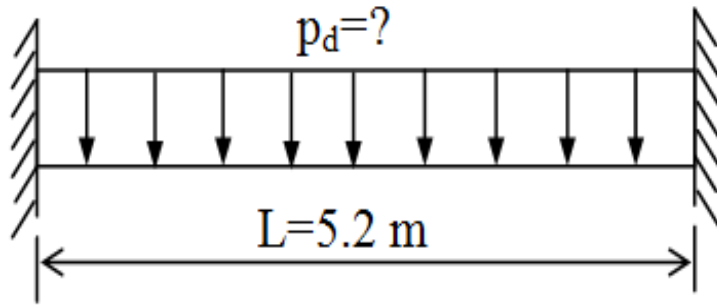
$V_{cr} < V_d < V_{max}$ olduğundan etriye hesap ile bulunmalıdır.

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(166.2 - 0.5 \times 85.54) \times 10^3}{191 \times 470} = 1.37 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\phi 10 \text{ için, } A_o = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.54 \text{ mm}^2, \quad A_{sw} = 2 \times A_o = 157.08 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.37, \text{ buradan } s = 114.6 \text{ mm bulunur. Etriye } \phi 10/11 \text{ cm.}$$

Örnek 5



Şekil 5.15



Şekil 5.15'te verilen ankastre kirişte minimum etriye bulundurulması durumunda kirişin taşıyabileceği yükü bulunuz ve eğilme hesabını yapınız. Malzeme C20, S420, etriyeler S220, paspayı=35 mm ve mesnet genişliği a=30 cm.

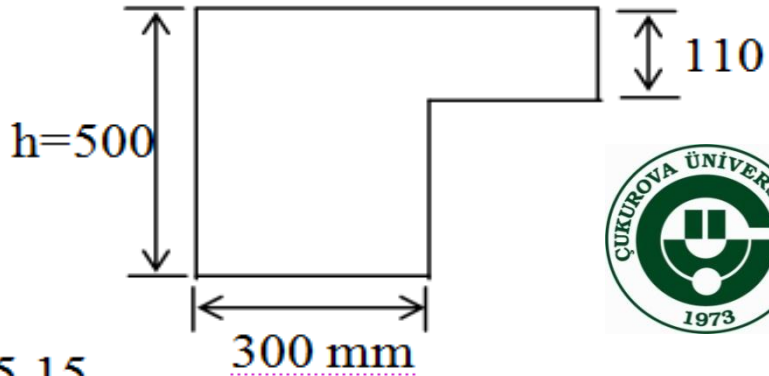
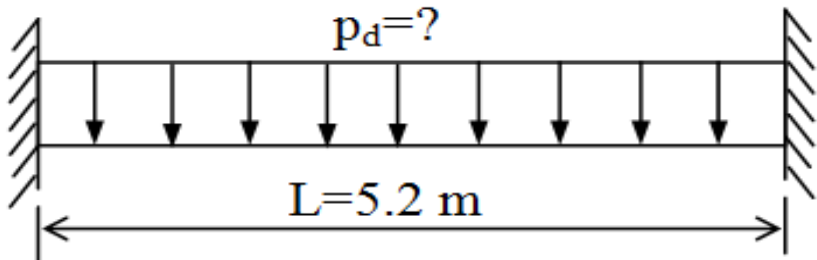
Çözüm:

$$\min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w, \quad \min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \times \frac{1}{191} \times 300 = 0.471 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$V_{cr} = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 300 \times 465 = 90.67 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.8 V_{cr} = 72.5 \text{ kN}$$

Örnek 5



Şekil 5.15

$$\min \frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5V_c}{f_{ywd} (d)}$$

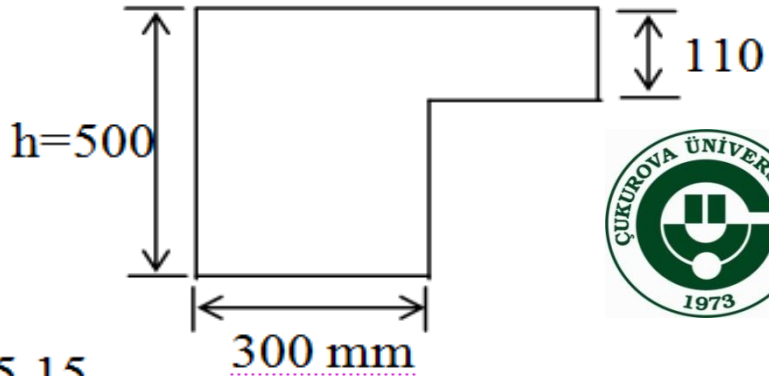
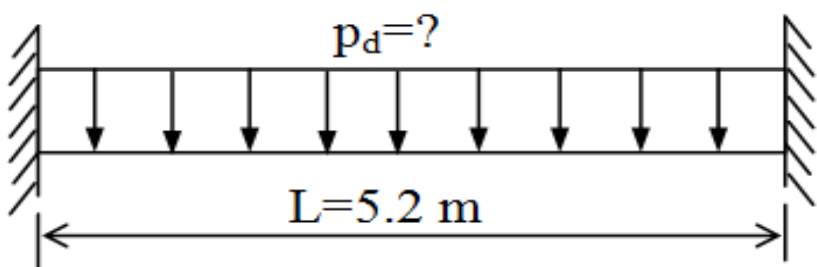
$$0.471 = \frac{(V_d - 0.5 \times 72.5) \times 10^3}{191 \times 465} \quad \text{bu ifadeden } V_d = 78.08 \text{ kN olarak bulunur.}$$

İki ucu ankastre kirişte kesme kuvveti $V = \frac{p_d L}{2}$ ve hesap kesme kuvvetinin mesnet yüzünden (d) kadar ötede olduğu dikkate alınır;

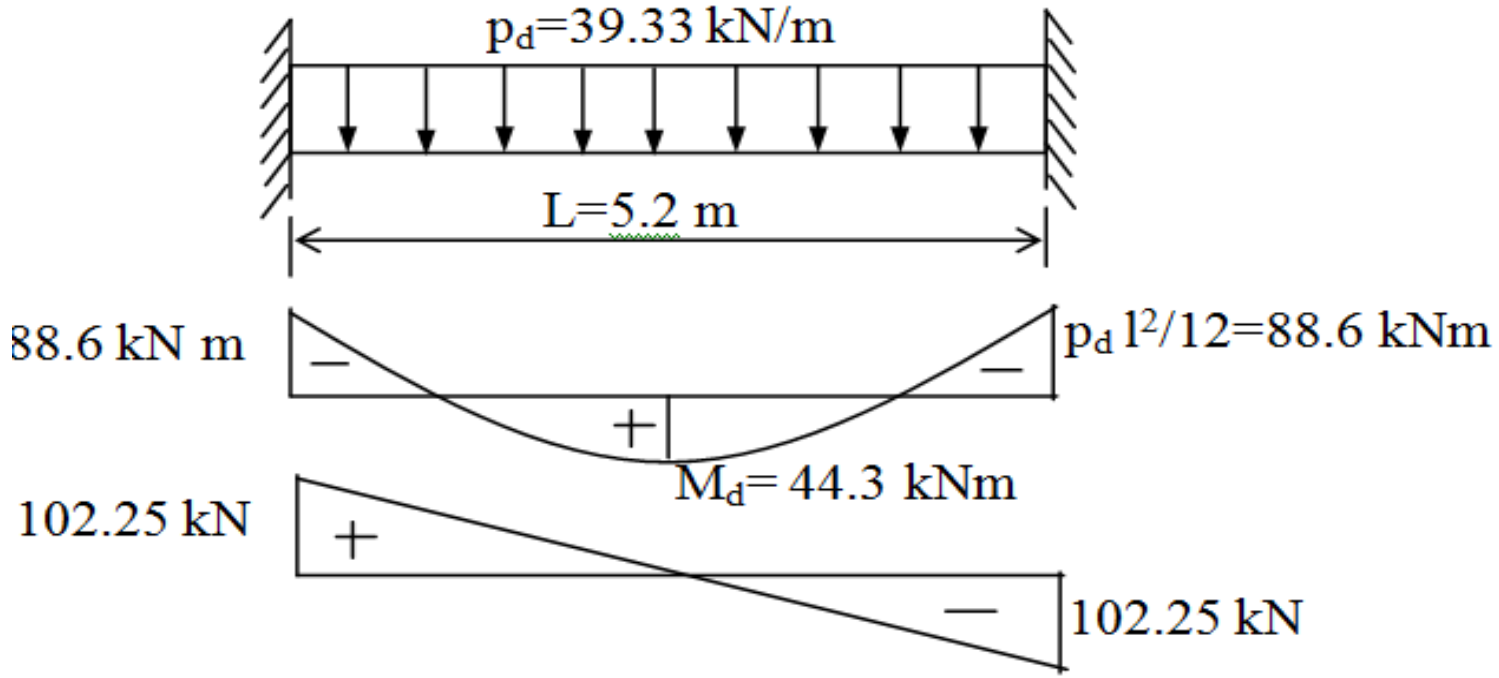
$$78.08 = \frac{p_d \times 5.2}{2} - p_d \times (0.465 + \frac{0.3}{2}) \quad \text{ifadesinden}$$

$p_d = 39.33 \text{ kN/m}$ elde edilir.

Örnek 5

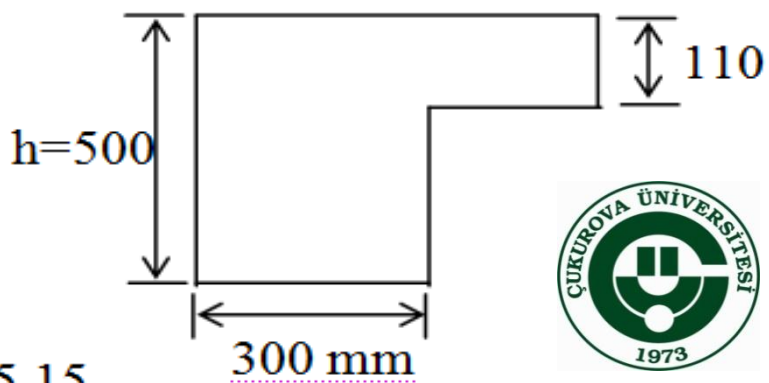
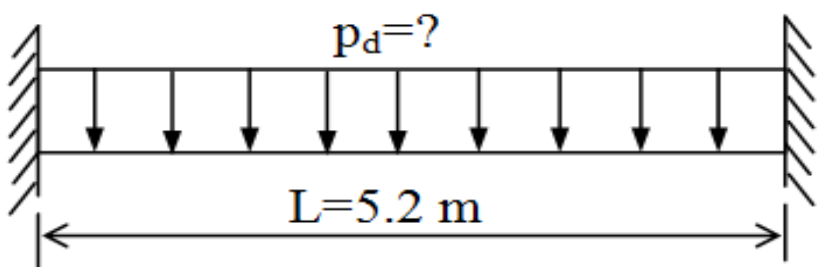


Şekil 5.15



Şekil 5.16

Örnek 5



Şekil 5.15

$$(+)\ A_s = \frac{44.3 \times 10^6}{365 \times 0.9 \times 465} = 290\ \text{mm}^2 < \min A_s = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} b_w d = 305.7\ \text{mm}^2$$

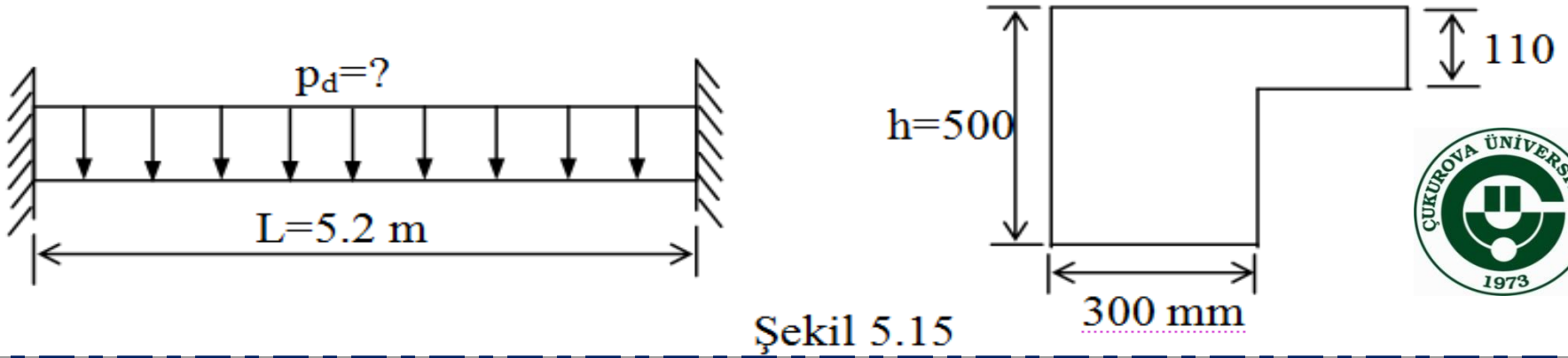
Seçilen donatı: 2φ14 düz+2φ14 pilye=616 mm² (Mesnette donatı ihtiyacından dolayı donatı bir miktar fazla seçilmiştir).

$$(-)\ M_d = 88.6 - 102.25 \times \frac{0.3}{3} = 78.37\ \text{kNm}$$

$$(-)\ A_s = \frac{78.37 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 536.9\ \text{mm}^2$$

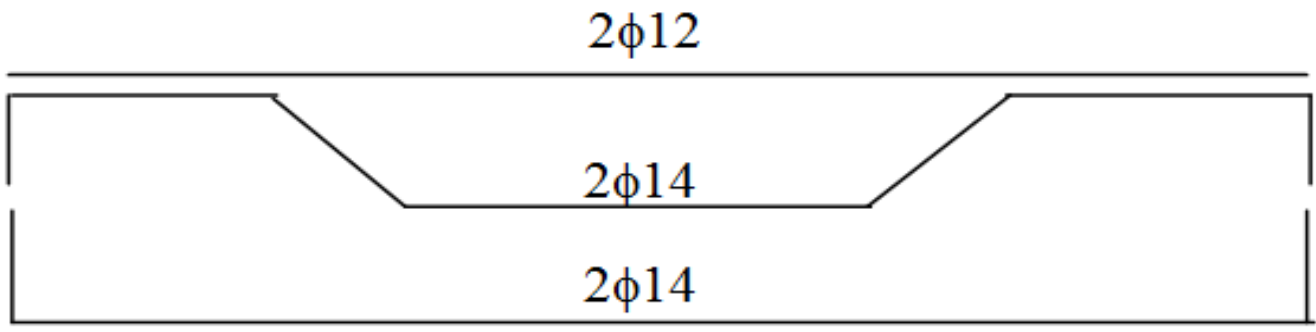
Mevcut donatı: 2φ14 pilye+2φ12 montaj=535 mm² (Ek donatı gerekmez).

Örnek 5

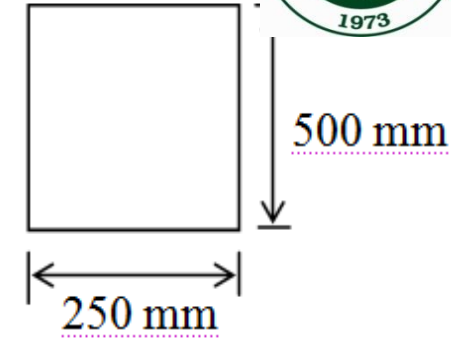
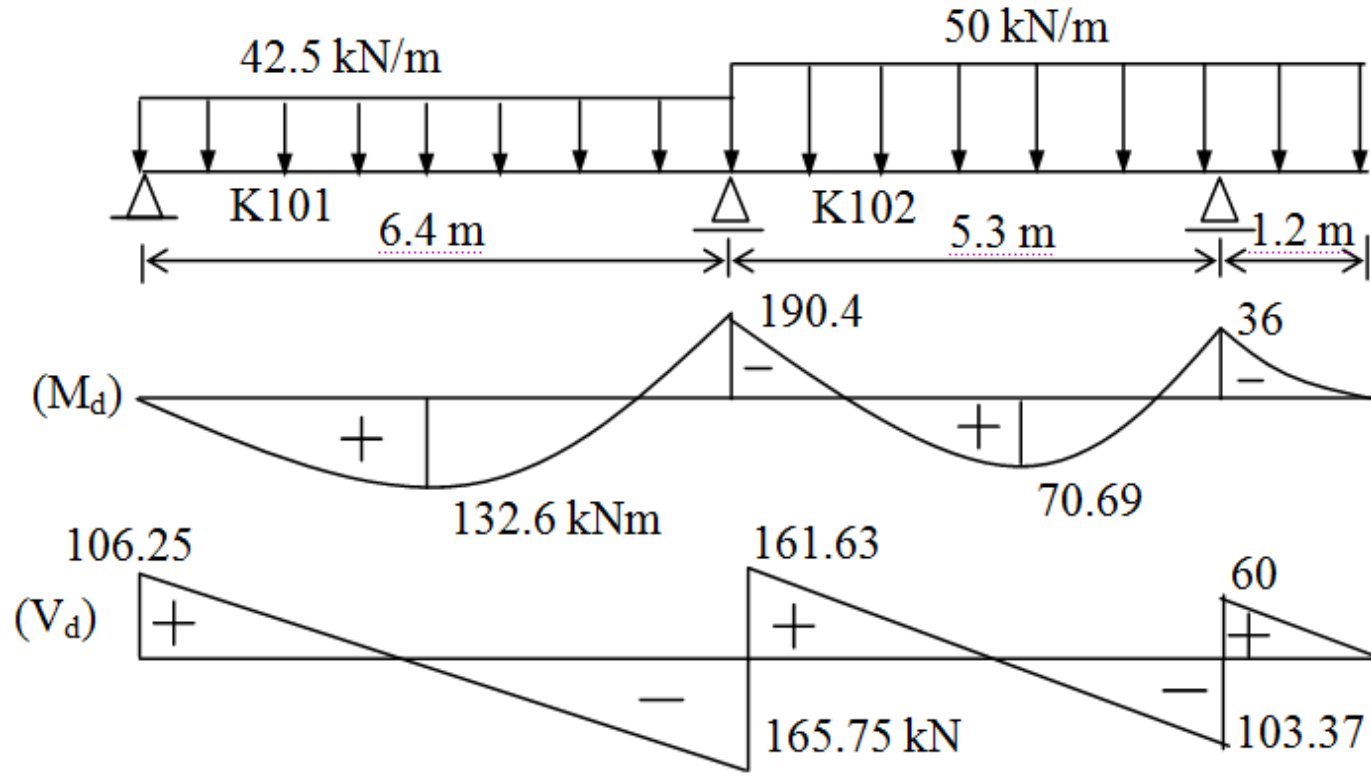


Şekil 5.15

Donatı detayı:



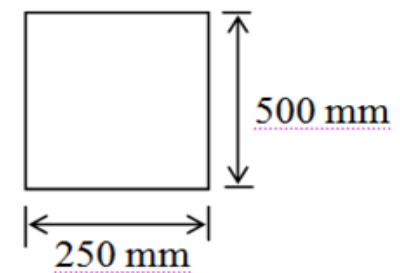
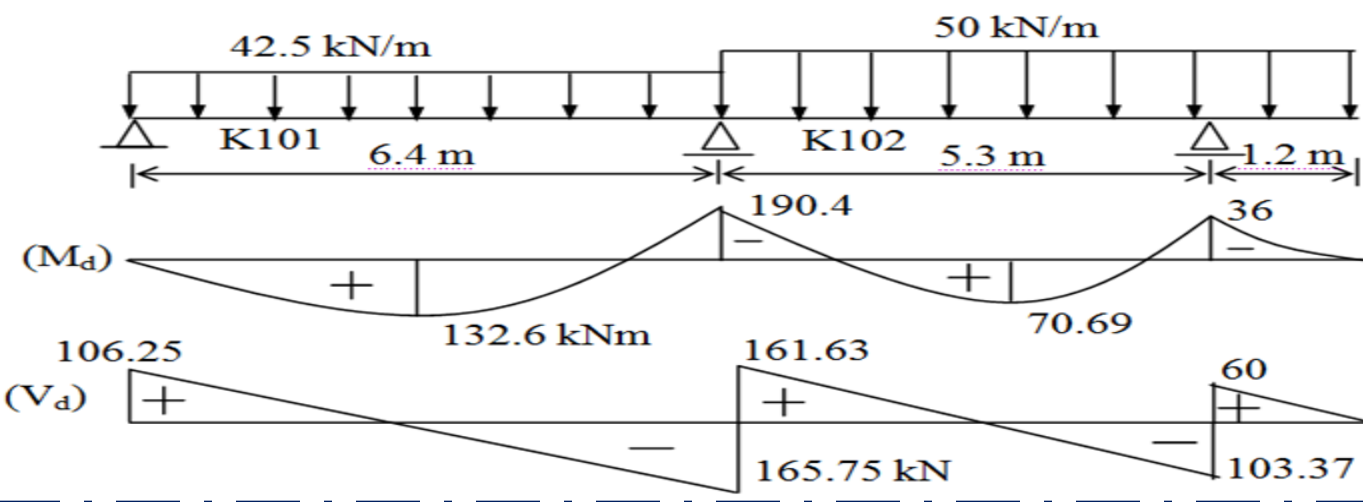
Şekil 5.17



Şekil 5.18

Şekil 5.18’de verilen sürekli kirişin moment ve kesme kuvveti diyagramları verilmiştir. Buna göre sürekli kirişin eğilme ve kesme tasarımını yaparak, TDY 97’ye göre sıklaştırma bölgesi etriye hesabını yapınız ve donatıyı şematik olarak gösteriniz. Malzeme C20, S420, etriyeler S220 ($f_{ctd}=1 \text{ N/mm}^2$), mesnet genişliği, $a=30 \text{ cm}$ ve paspayı=40 mm.

Örnek 6



Çözüm:

Eğilme hesabı:

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 \times 460^2}{190.4 \times 10^3}, \quad K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

Açıklık: (+) $M_d = 132.6 \text{ kNm}$, $K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 \times 460^2}{132.6 \times 10^3} = 399 \text{ mm}^2/\text{kN} > K_1$

$$(+)\ A_s = \frac{132.6 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 460} = 918.3 \text{ mm}^2 > \min A_s = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} b_w d = 252 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı: $3\phi 16$ düz + $2\phi 16$ pilye = 1005 mm^2

$$(+)\ A_s = \frac{70.69 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 460} = 489.5 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı: $2\phi 14$ düz + $2\phi 14$ pilye = 616 mm^2

Mesnet: $(-)M_d = M - V \frac{a}{3} = 190.4 - 161.63 \times \frac{0.3}{3} = 174.2 \text{ kNm}$

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{250 \times 460^2}{174.2 \times 10^3} = 304 \text{ mm}^2/\text{kN} < K_1$$

$$M_1 = \frac{b_w d^2}{K_1} = \frac{250 \times 460^2}{380 \times 10^3} = 139.2 \text{ kNm}, \quad M_2 = M_d - M_1 = 174.2 - 139.2 = 35 \text{ kNm}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{f_{yd} j d} = \frac{139.2 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 460} = 964 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')} = \frac{35 \times 10^6}{365 \times (460 - 40)} = 228.3 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1192.3 \text{ mm}^2, \quad A'_s = A_{s2} = 228.3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ (mevcut)}} = 2\phi 16 + 2\phi 14 + 2\phi 12 = 936 \text{ mm}^2 \text{ (Mesnette üst donatı)}$$

$$A_{s \text{ (ilave)}} = 1192.3 - 936 = 256.3 \text{ mm}^2 \quad \text{Seçilen: } 2\phi 14 = 308 \text{ mm}^2 \text{ (İlave)}$$

$$A'_s = 228.3 \text{ mm}^2 \text{ mesnette altta } 2\phi 14 \text{ mevcut donatı yeterlidir, ek donatı gerekmez!}$$



Konsol mesnedi:

Emniyetli olması açısından mesnette moment azaltması yapılmadan donatı hesaplanacaktır.

$$A_s = \frac{36 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 460} = 249.3 \text{ mm}^2 > \min A_s$$

Açıklıktan gelen $2\phi 14$ pilye ve $2\phi 12$ montaj donatısı üstte yeterlidir.

K102 kirişi $2\phi 14$ alt donatısı konsol boyunca devam ettirilir.

Kesme hesabı:

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 250 \times 460 = 74.75 \text{ kN}, \quad V_c = 0.8 V_{cr} = 59.8 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 0.22 \times 13 \times 250 \times 460 \times 10^{-3} = 328.9 \text{ kN}$$

K101

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 165.75 - 42.5 \times \left(0.46 + \frac{0.3}{2} \right) = 139.8 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(139.8 - 0.5 \times 59.8) \times 10^3}{191 \times 460} = 1.25 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\phi 10 \text{ için, } A_o = 78.54 \text{ mm}^2, \quad A_{sw} = 2 \times A_o = 157.08 \text{ mm}^2$$

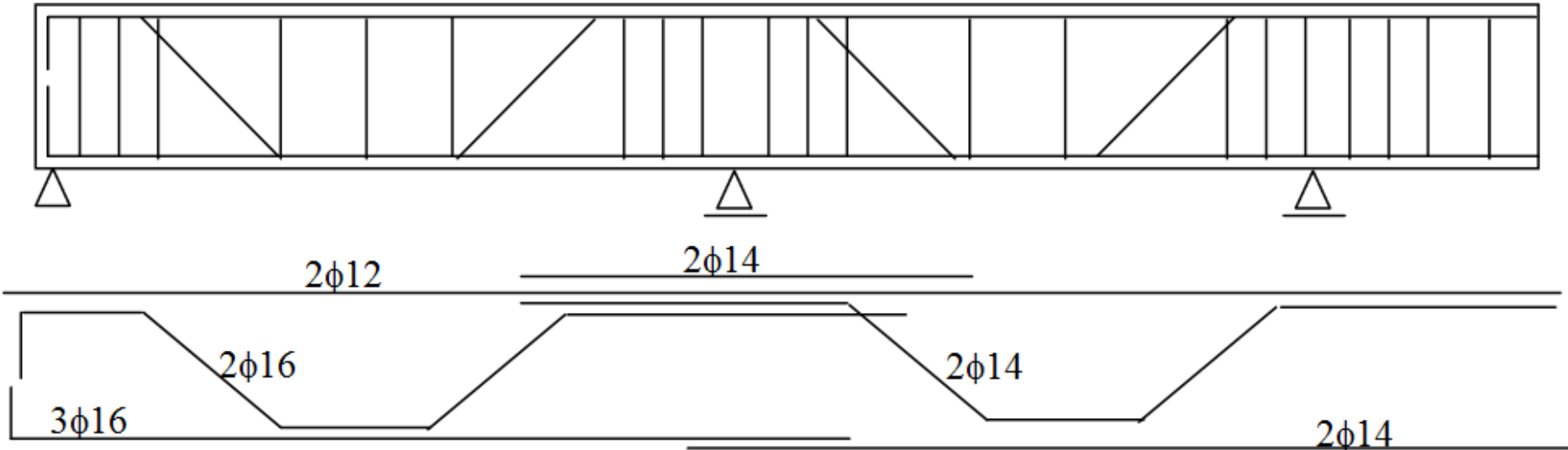
$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.25, \text{ buradan } s = 125 \text{ mm bulunur. Etriye } \phi 10/12.5 \text{ cm.}$$

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 161.63 - 50 \times \left(0.46 + \frac{0.3}{2} \right) = 131.13 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(131.13 - 0.5 \times 59.8) \times 10^3}{191 \times 460} = 1.15 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Bu durumda etriye $\phi 10/13.5 \text{ cm}$

Donatı detayı:

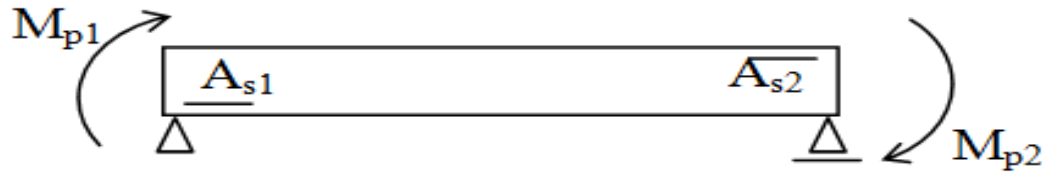


Şekil 5.19

TDY 97 Sıklaştırma bölgesi etriye hesabı:

K101

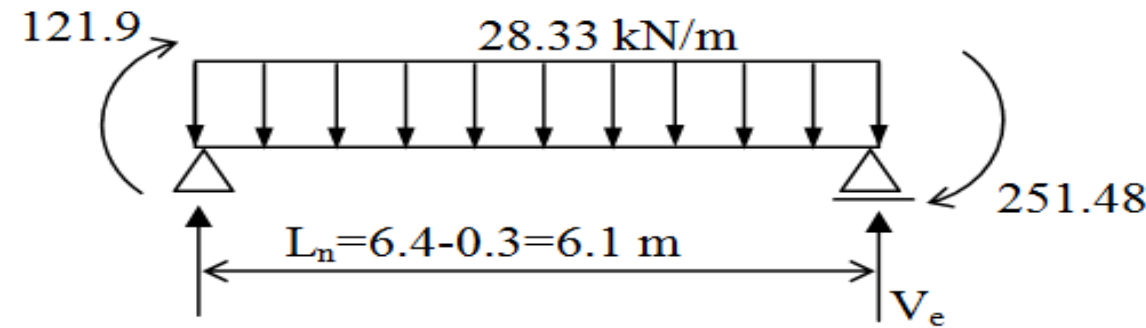
$$A_{s1}=3\phi 16=603 \text{ mm}^2, \quad A_{s2}=2\phi 16+4\phi 14+2\phi 12=1244 \text{ mm}^2$$



$$M_{r1}=A_{s1} f_{yd} 0.86 d=603 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6}=87.06 \text{ kNm}$$

$$M_{r2}=A_{s2} f_{yd} 0.86 d=1244 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6}=179.63 \text{ kNm}$$

$$M_{p1}=1.4 M_{r1}=121.9 \text{ kNm}, \quad M_{p2}=1.4 M_{r2}=251.48 \text{ kNm}$$



Deprem durumunda;

$$p_e = p_d / 1.5$$

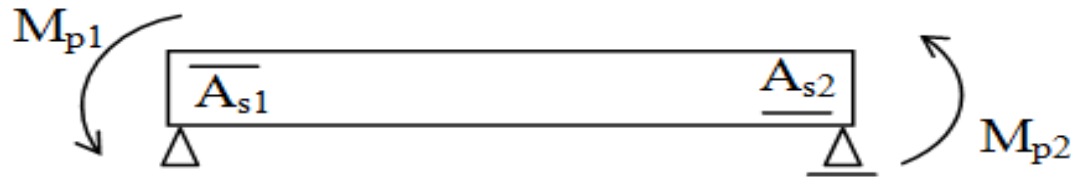
$$p_e = 42.5 / 1.5 = 28.33 \text{ kN/m}$$

$$V_e = \frac{121.9 + 251.48}{6.1} + \frac{28.33 \times 6.1}{2} = 147.6 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_e}{f_{ywd} (d)} = \frac{147.6 \times 10^3}{191 \times 460} = 1.68 \text{ mm}^2/\text{mm}, \quad \phi 10 \text{ için } s = 93.5 \text{ mm}$$

Etriye $\phi 10/9.5 \text{ cm}$

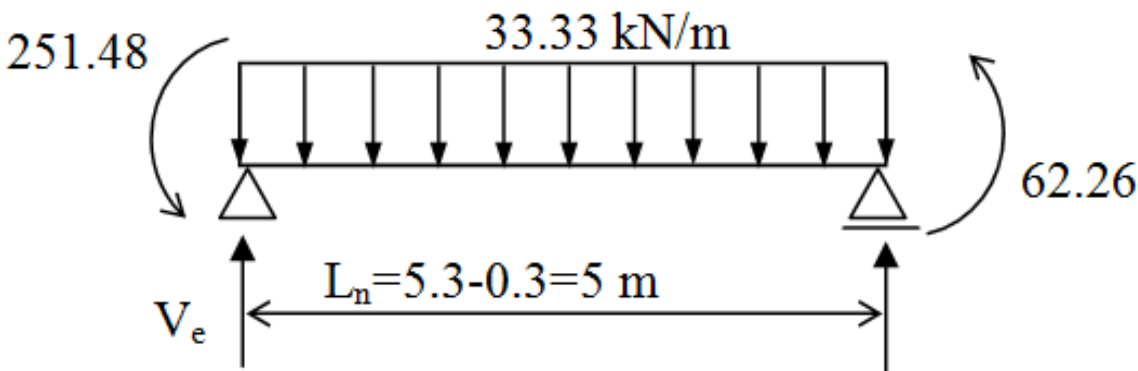
$$A_{s1}=2\phi 16+4\phi 14+2\phi 12=1244 \text{ mm}^2 \quad A_{s2}=2\phi 14=308 \text{ mm}^2,$$



$$M_{r1}=A_{s1} f_{yd} 0.86 d=1244 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6}=179.63 \text{ kNm}$$

$$M_{r2}=A_{s2} f_{yd} 0.86 d=308 \times 365 \times 0.86 \times 460 \times 10^{-6}=44.47 \text{ kNm}$$

$$M_{p1}=1.4 M_{r1}=251.48 \text{ kNm} , \quad M_{p2}=1.4 M_{r2}= 62.26 \text{ kNm}$$



Deprem durumunda;

$$p_e=p_d/1.5$$

$$p_e=50/1.5=33.33 \text{ kN/m}$$

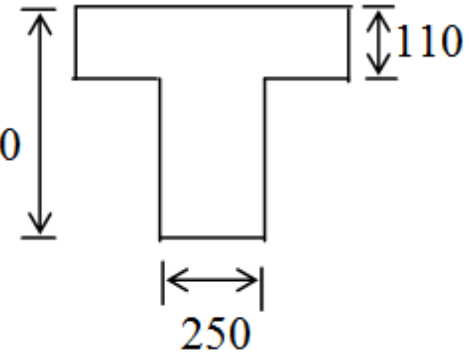
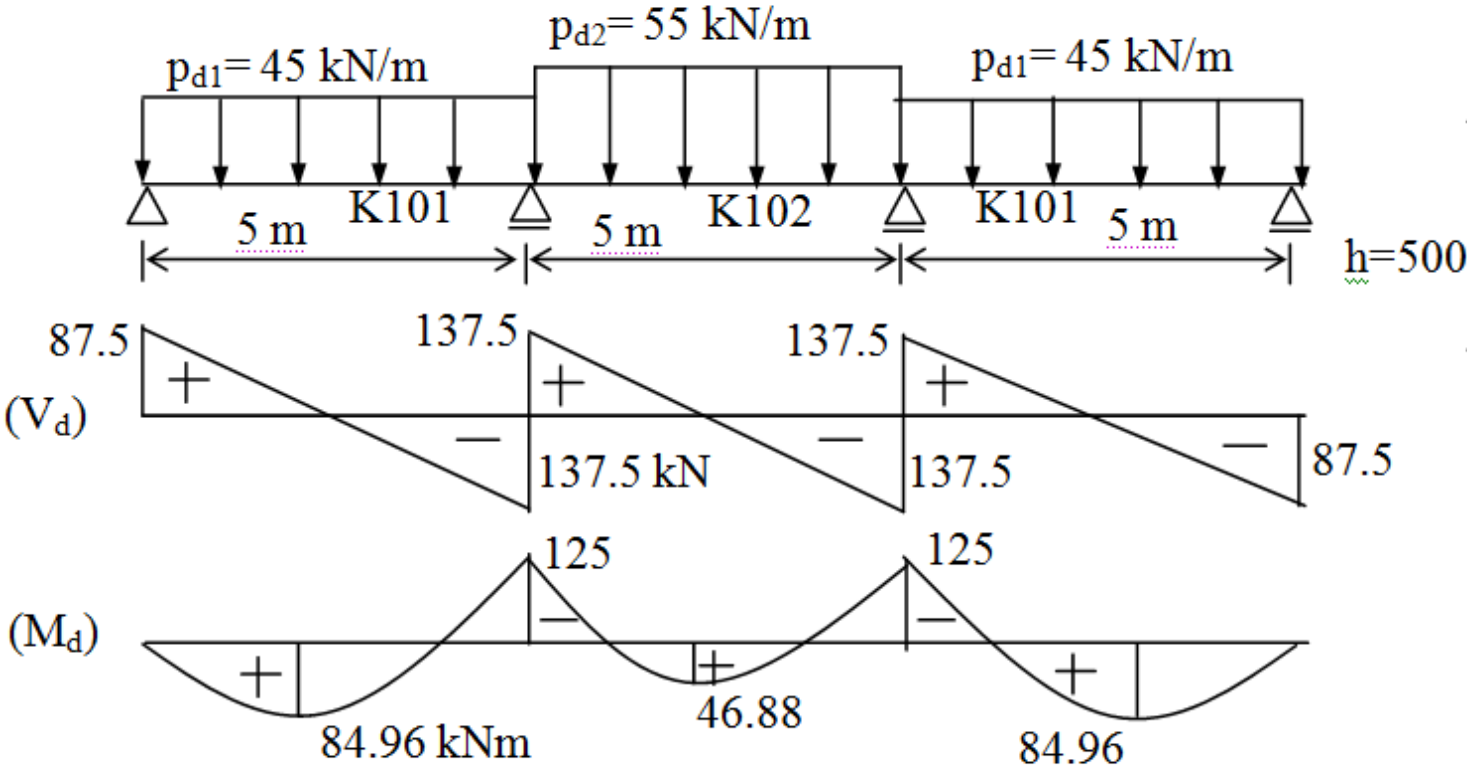
$$V_e=\frac{251.48 + 62.26}{5} + \frac{33.33 \times 5}{2}=146.08 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_e}{f_{ywd} (d)} = \frac{146.08 \times 10^3}{191 \times 460} = 1.66 \text{ mm}^2/\text{mm}, \quad \phi 10 \text{ için } s=94.6 \text{ mm Etriye } \phi 10/9 \text{ cm}$$

Çalışma Soruları



Soru 1

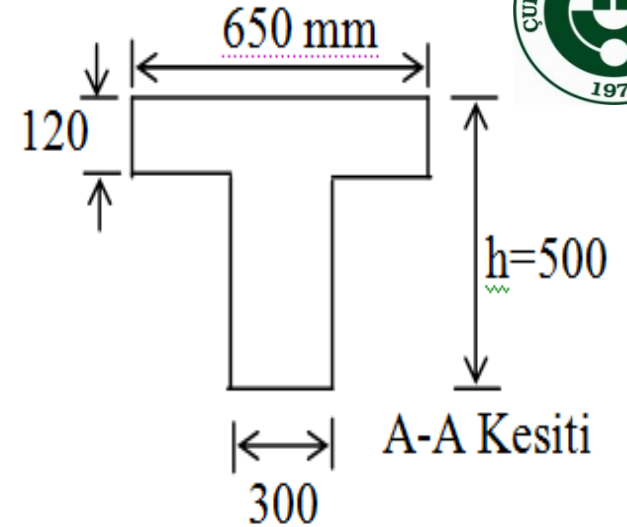
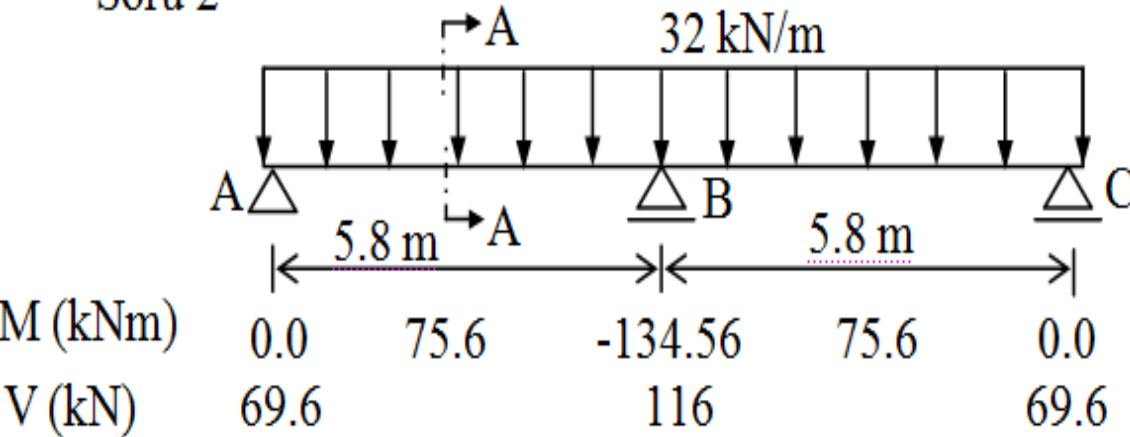


Malzeme C20, S420
Etriyeler S220
Paspayı=40 mm
 $f_{ctd}=1 \text{ N/mm}^2$

Şekil 5.26

Şekil 5.26'da verilen sürekli kirişin eğilme ve kesme donatısını hesaplayınız. K101 ve K102 kirişleri için TDY 97'ye göre sıklaştırma bölgesi etriye hesabını yapınız ve donatıyı detaylandırınız.

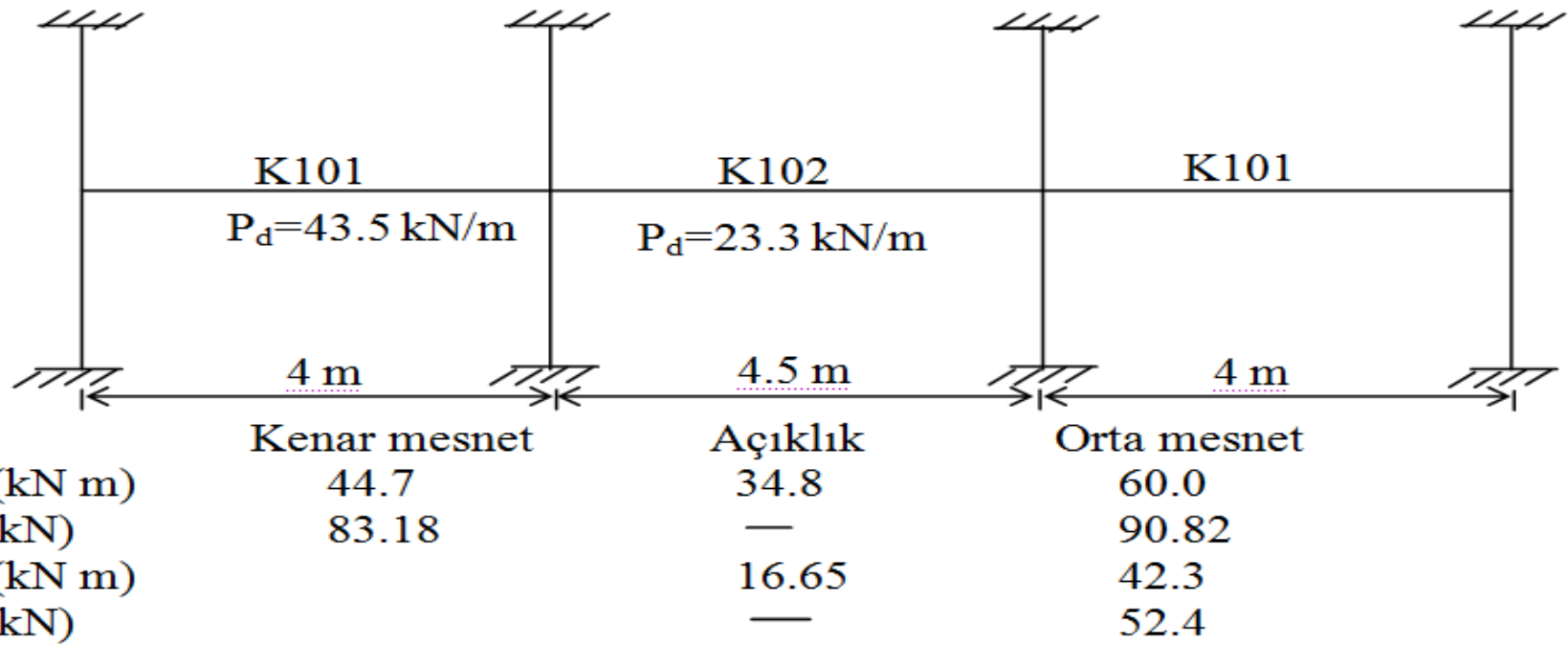
Soru 2



Şekil 5.27

Şekil 5.27'de verilen kirişin eğilme ve kesme tasarımını yaparak, Türk Deprem Yönetmeliğine göre sarılma bölgesi etriye hesabını yapınız. Malzeme C25, S420, etriyeler S220, mesnet genişliği, $a=40$ cm, paspayı=40 mm ve $f_{ctd}=1.2$ N/mm². Beton kesme kuvveti katkısı $0.5V_c$ alınacaktır.

Soru 3



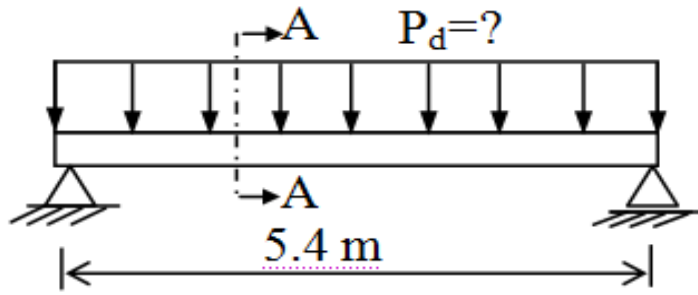
Şekil 5.28

Şekil 5.28’de verilen çerçevenin;

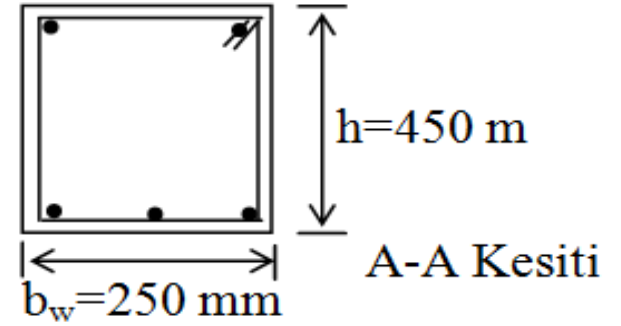
- Eğilmeye göre dikdörtgen kesitli kirişin boyutlarını belirleyiniz.
- Dikdörtgen kesitli kiriş boyutunu 25x50 cm olarak eğilme ve kesme tasarımını yapınız.

Malzeme C20, S420, etriyeler S220 ve paspayı=30 mm alınacaktır. Verilen tesirler kolon yüzündeki değerler olup, kesme hesabında pilyelerin katkısı dikkate alınmayıp beton katkısı %50 kabul edilecektir. K101 kirişi için ayrıca TDY 97’ye göre de kesme hesabı yapılacaktır. Hesaplanan donatıyı şematik olarak gösteriniz.

Soru 4

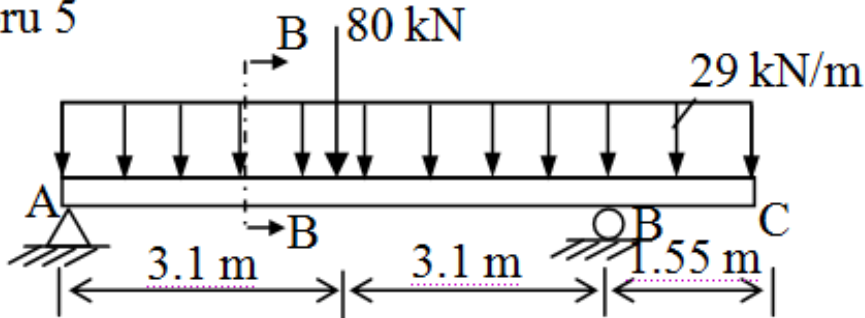


Şekil 5.29

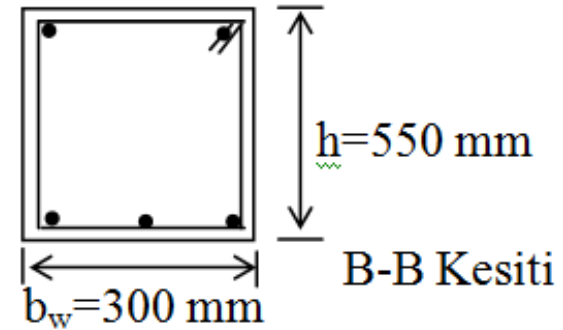


Şekil 5.29'da verilen kirişte $\phi 10/14$ cm etriye kullanılması durumunda kirişin taşıyabileceği yükü (P_d) bulunuz. Eğilme donatısını hesaplayarak donatıyı detaylandırınız. Malzeme C25, S420, Etriyeler S220, $f_{ctd}=1.2 \text{ N/mm}^2$ paspayı=35 mm. $V_c=0.5V_c$

Soru 5

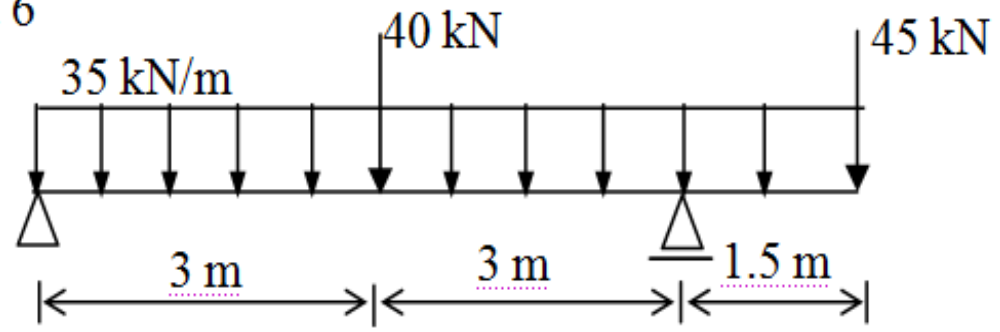


Şekil 5.30

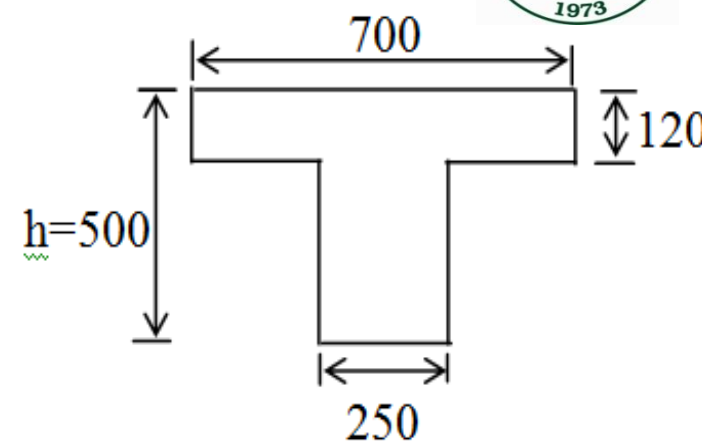


Şekil 5.30'da verilen kirişin eğilme ve kesme tasarımını yaparak, TDY97'ye göre sıkılaştırma bölgesi etriye hesabını yapınız. Malzeme C20, S420, $f_{ctd}=1.0 \text{ N/mm}^2$ paspayı=40 mm. $V_c=0.5V_c$, mesnet genişliği, $a=30$ cm alınacaktır.

Soru 6



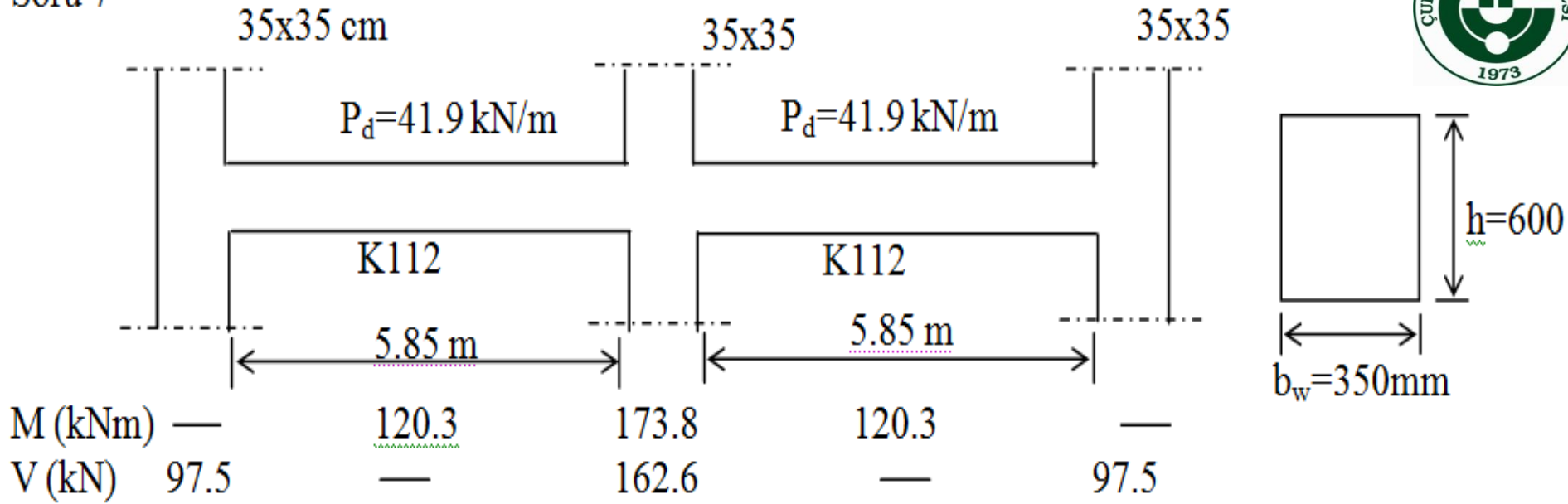
Şekil 5.31



Şekil 5.31’de verilen kirişin boyutlarını kontrol ederek tasarımını yapınız.

Donatı detayını şematik olarak gösteriniz ve TDY 97’ye göre sıklaştırma bölgesi etriye hesabını yapınız. Malzeme C20, S420, etriyeler S220, mesnet genişliği, $a=30$ cm ve paspayı=40 mm.

Soru 7



Şekil 5.32

Şekil 5.32’de verilen sürekli kirişin boyutlarını kontrol ediniz. Eğilme ve kesme donatısını hesaplayınız. Donatıyı seçerek kiriş üzerinde şematik olarak gösteriniz. Malzeme C16, S220, paspayı=40 mm.