

ÖRNEKLER

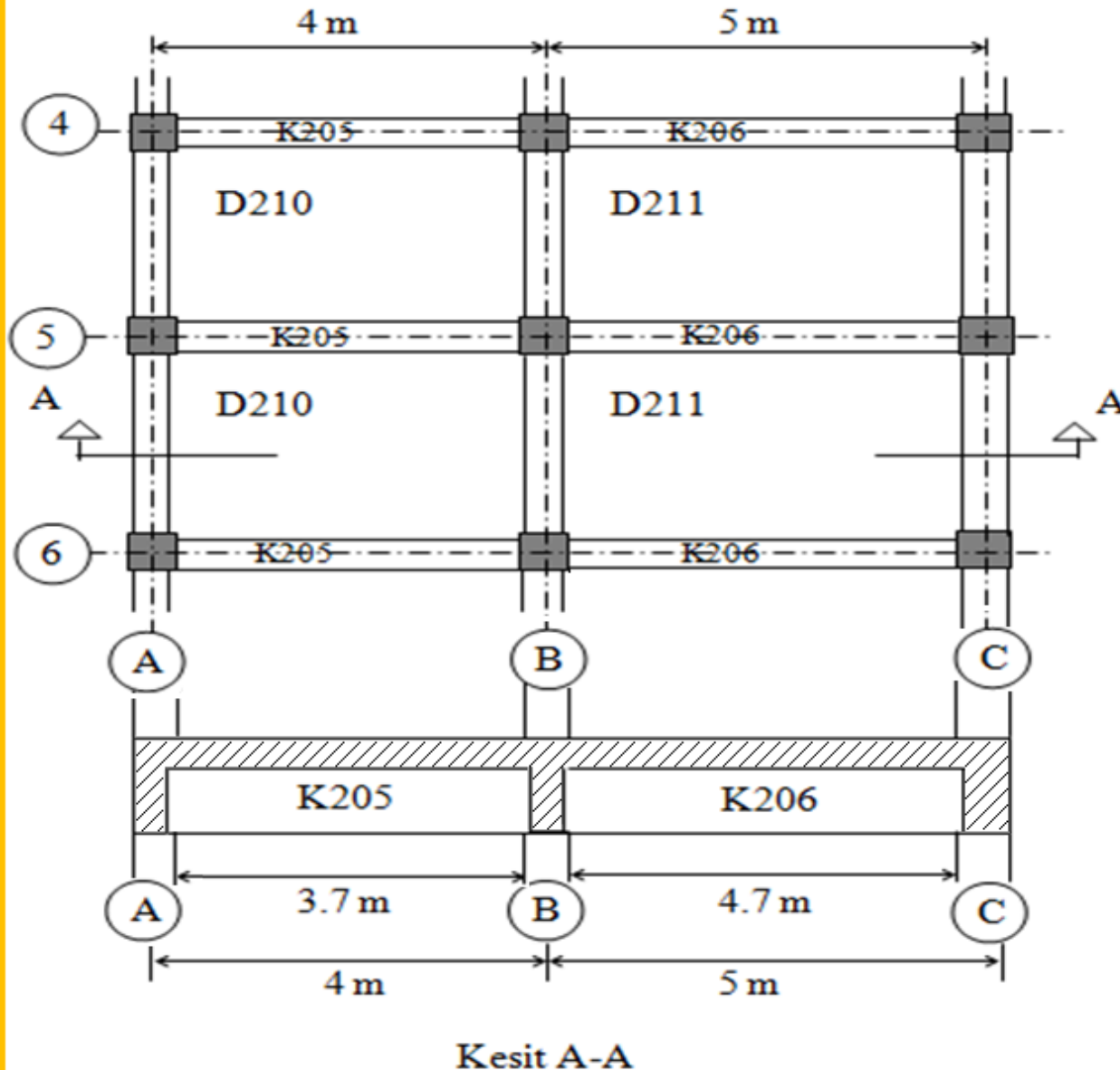
Kirişler için;

***Ön tasarım,**

***Kesin tasarım ve**

***Kayma donatısı hesabı**

Örnek:



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

Malzeme: C20, S420 (ettriye için S220)

$f_{cd}=13 \text{ N/mm}^2$, $f_{ctd}=1.0 \text{ N/mm}^2$, $f_{yd}=365 \text{ N/mm}^2$
 (S420), $f_{yd}=191 \text{ N/mm}^2$ (S220)
 $K_f=380 \text{ mm}^2/\text{kN}$, $j_f=0.86$

İstenen: Yalnız düşey yükler için;

- Ön tasarım
- Kesin tasarım

Ön tasarım aşamasında açıklık momentleri ve mesnet momentleri herhangi komşu iki açıklığının biri birine oranı 0.8 den küçük olmayan sürekli plaklar için, hareketli yükün kalıcı yüke oranının 2.0 den küçük olduğu eşit yayılı yük durumunda, momentler aşağıda verilen katsayılardan yaklaşık olarak hesaplanabilir. (TS500 Sayfa 52)

- $\frac{l_{k\ddot{u}\check{c}\ddot{u}k}}{l_{uzun}} \geq 0.8$ ve $\frac{q}{g} < 2.0$ ise sadece ön tasarım için

Açıklık Momentleri

Kenar açıklıkta,
İç açıklıkta,

$$M_d = p_d \ell^2 / 11$$

$$M_d = p_d \ell^2 / 15$$

Mesnet Momentleri

İki açıklıklı plaklarda,

Dış mesnetlerde,

$$M_d = - p_d \ell^2 / 24$$

İç mesnetlerde,

$$M_d = - p_d \ell^2 / 8$$

İkiden fazla açıklıklı plaklarda,

Dış mesnetlerde,

$$M_d = - p_d \ell^2 / 24$$

Kenar açıklığın iç mesnetinde,

$$M_d = - p_d \ell^2 / 9$$

Diğer iç mesnetlerde,

$$M_d = - p_d \ell^2 / 10$$

Çözüm:

a) Ön tasarım:

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

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

$$M_{\max} \cong -\frac{1}{8} P_d l^2 = -\frac{1}{8} 49.6 \left(\frac{4+5}{2} \right)^2 = -125.55 \text{ kNm}$$

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

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



Eğilmeye göre;

$$K_l = \frac{4.95}{13 \times 10^{-3}} = 380 \frac{\text{mm}^2}{\text{kN}} \rightarrow 380 \times M_d = 380 \times 125.55 \times 10^3 = b_w d^2$$
$$= 47709 \times 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow b_w = 250 \text{ mm ise } d = 437 \text{ mm} \cong 440 \text{ mm}$$



Kesmeye göre;

$$b_w d = \frac{0.9 V_d}{f_{ctd}} = \frac{0.9 * 116.7 * 10^3}{1.0}$$

$$b_w d = 105030 \text{ mm}^2$$

$$b_w = 250 \text{ mm}, d = 420 \text{ mm}$$

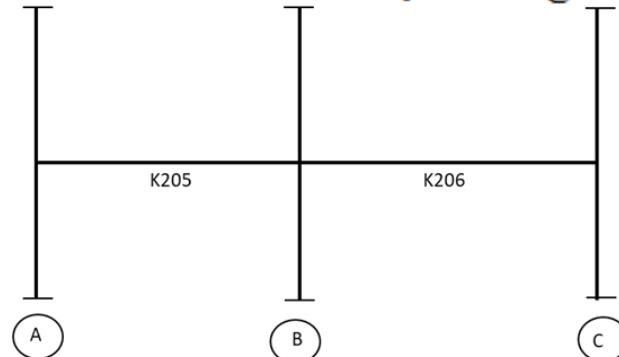
Hatırlanacağı gibi, eğilme ve kesmeye göre yapılan boyut hesapları kesin değildir ve emniyetli yöndedir. Bu aşamada önemli olan mertebe hakkında bir fikir edinmektir. Bu nedenle boyutlar 25*50 alınacaktır.

b) Kesin tasarım:

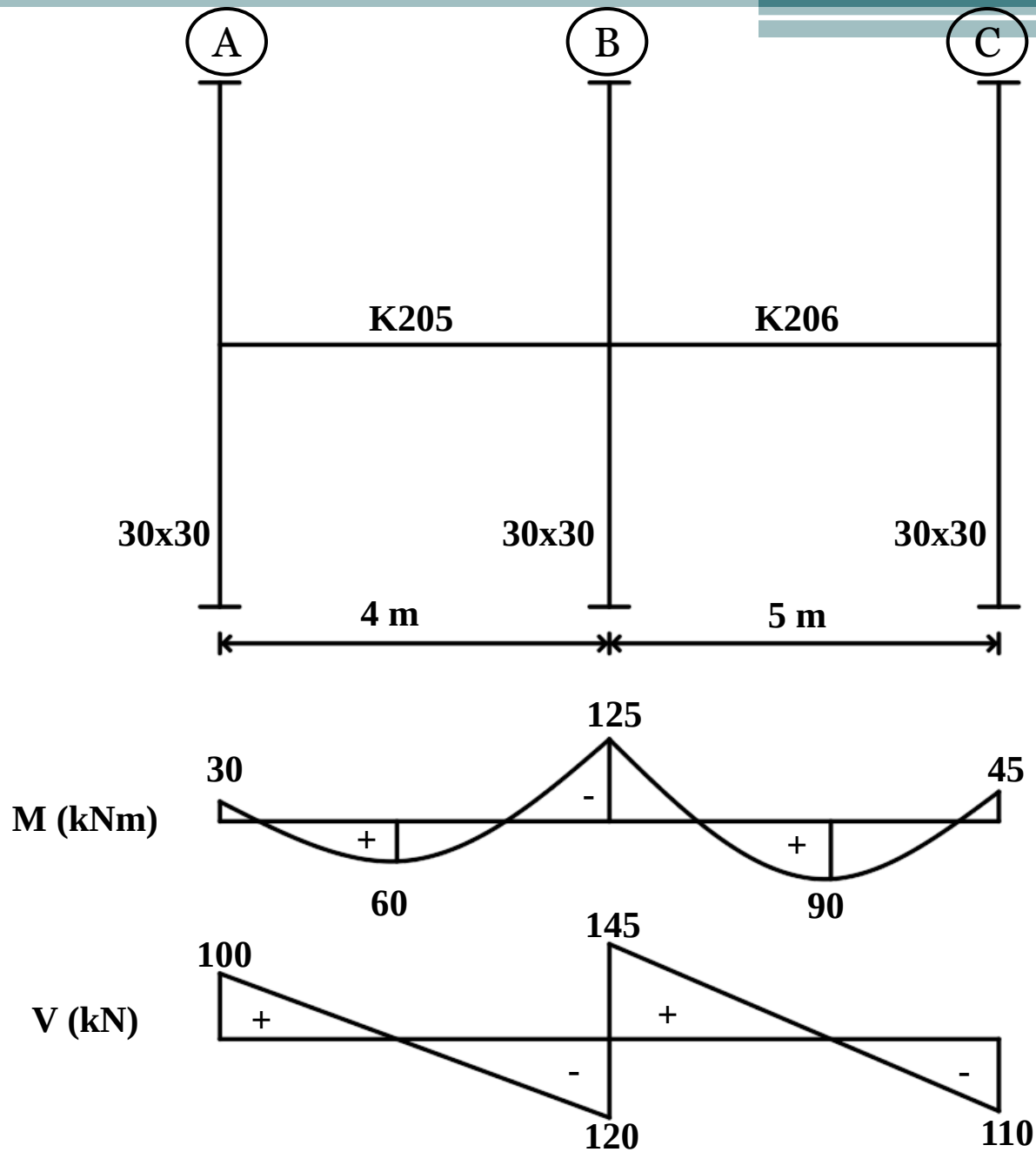
Bu aşamada daha kesin olarak saptanan yük, $P_d=51$ kN/m dir. Yapılan çerçeve çözümünü sonucu aşağıdaki moment ve kesme kuvvetleri bulunmuştur. (Kesme kuvvetleri ve negatif momentler mesnet ortasındaki değerlerdir). $d=46$ cm alınacaktır.

		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.



KAT ÇERÇEVESİ MODELİ



6.3.9 - Mesnet Momenti Düzeltmesi

Sürekli eğilme elemanlarında, mesnet ekseninde hesaplanan mesnet momenti,

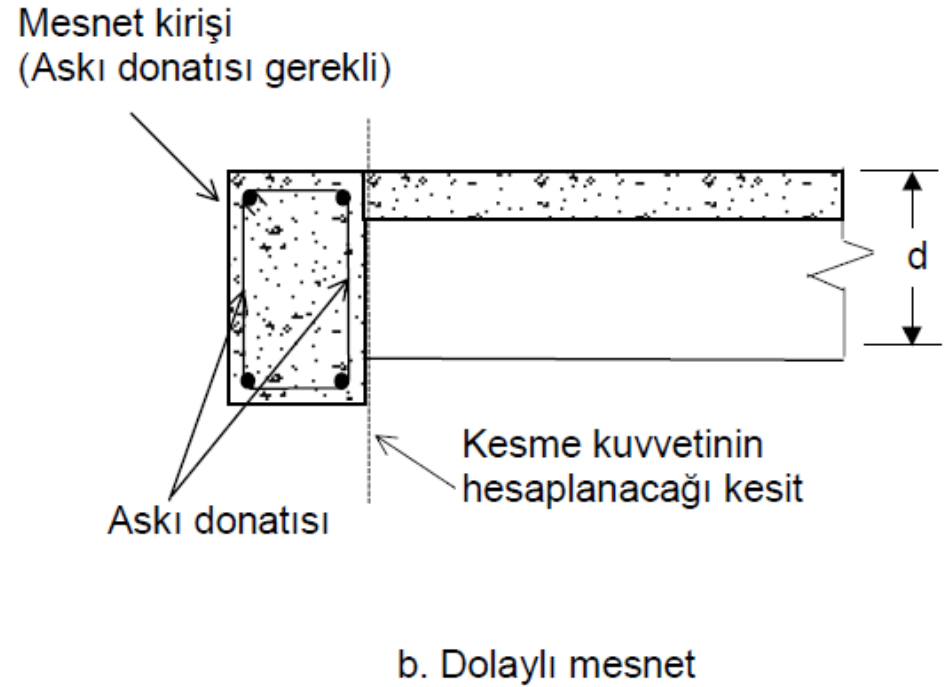
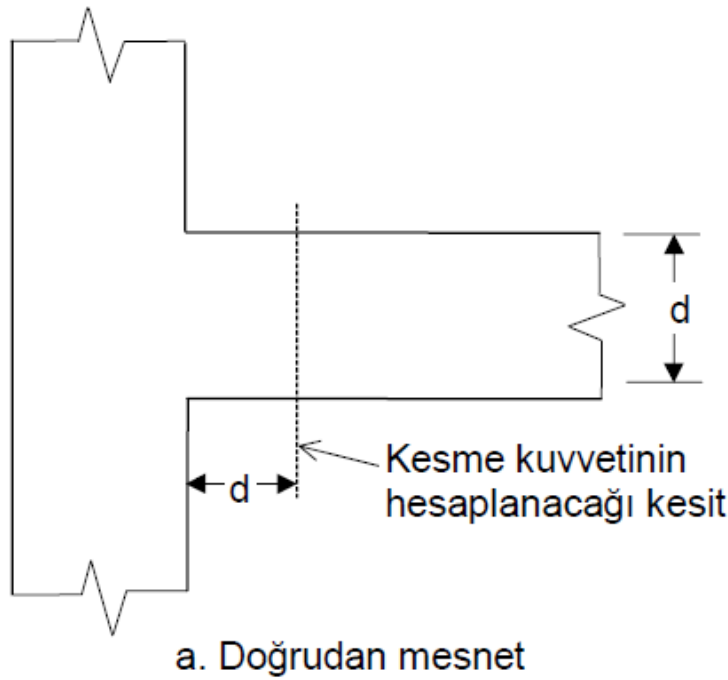
$$\Delta M = V a / 3$$

(6.15)

kadar azaltılabilir. Burada “a” mesnet genişliği, “V” ise mesnette hesaplanan kesme kuvvetidir.

8.1.2 - Kesme Kuvveti Hesabı

Tasarım kesme kuvveti V_d , mesnet yüzünden “d” uzaklığında hesaplanmalıdır. Ancak, mesnet olarak başka bir eğilme elemanına oturan kirişlerde mesnet yüzündeki kesme kuvveti esas alınmalıdır (dolaylı mesnet), Şekil 8.1.



Tekil bir yükün mesnet yüzünden “d” veya daha az uzaklıkta etkiye olasılığı bulunan durumlarda da, mesnet yüzünde hesaplanan kesme kuvveti temel alınmalıdır.

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

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

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

Mesnetten d uzaklığındaki kesme kuvveti:

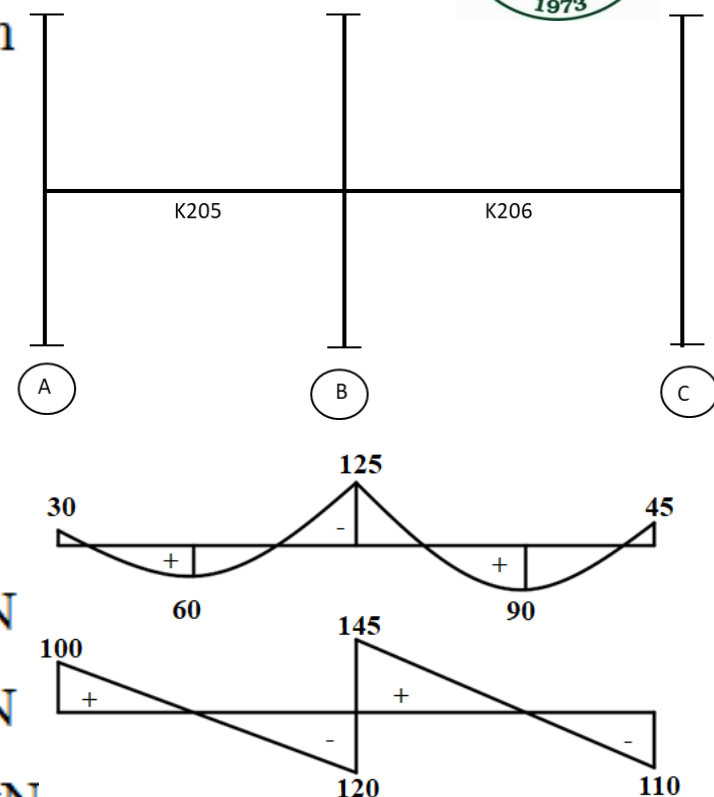
$$V_d = V - P_d \left(\frac{a}{2} + d \right)$$

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

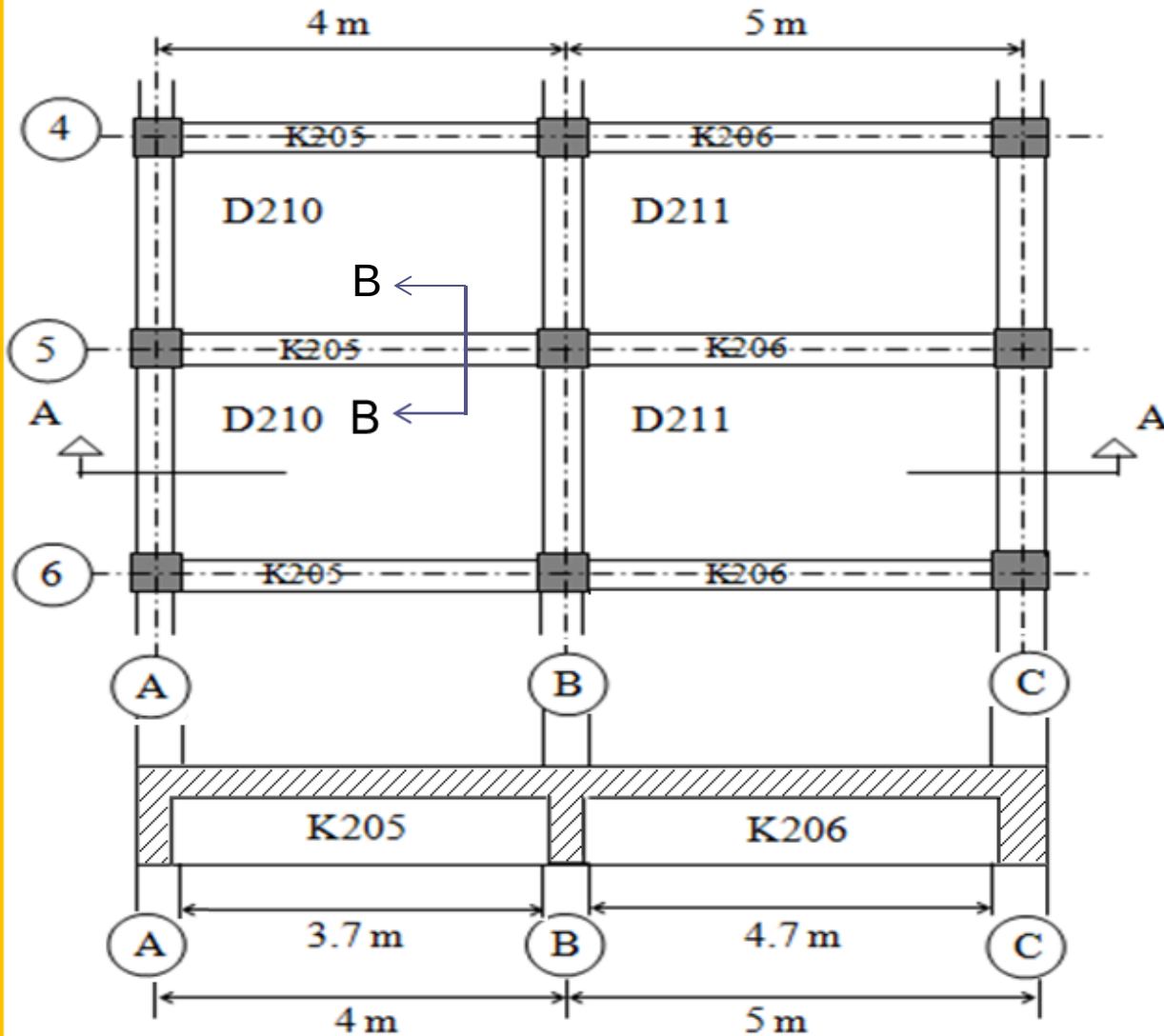
B-Mesneti: $V_d = 120 - 51(0.15 + 0.46) = 89 \text{ kN}$

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

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



Örnek:



Kesit A-A

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

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

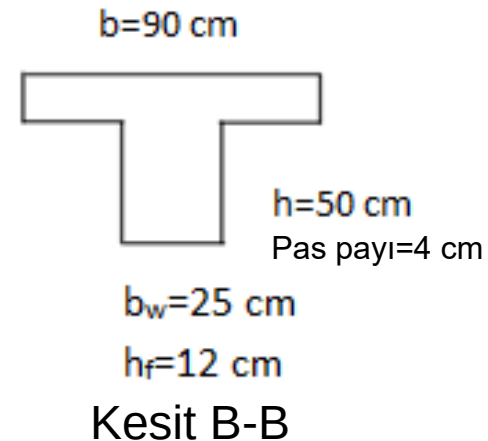
$I_{kiriş} = 0.00446 \text{ m}^4$

K205(25*50)

$d = 46$ cm, $b_w = 25$ cm, $b = 90$ cm, $h_f = 12$ cm

$jd = 0.9 * 46 = 41.5$ cm

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



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

$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$,

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



$$\min A_s = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} b_w d = 0.8 \frac{1.0}{365} 250 * 460 = 252.06 \text{ mm}^2, A_s > A_{smin}$$

2 ϕ 12 düz+2 ϕ 14 pilye seçilir.

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

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN},$$

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

$$-A_s = \frac{20 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 138.5 \text{ mm}^2 < A_{smin} = 252.06 \text{ mm}^2$$

2 ϕ 14 pilye (mevcut): 310 mm²

2 ϕ 12 montaj (mevcut): 230 mm²

$$540 \text{ mm}^2 > 252.06 \text{ mm}^2$$

KESME GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASI

8.1.3 - Eğik Çatlama Dayanımı

Betonarme bir kesitin kesmede çatlama dayanımı, daha kesin hesaba gerek duyulmadığı durumlarda, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir. Bu denklemde N_d çekmede de basınçta da pozitif alınacaktır.

$$V_{cr} = 0,65f_{ctd}b_wd\left(1 + \gamma\frac{N_d}{A_c}\right) \quad (8.1)$$

Denklemde, eksenel basınç durumunda $\gamma=0,07$, eksenel çekme durumunda ise $\gamma = - 0,3$ alınacaktır. Güvenilir bir yöntem kullanılarak ve gövde beton kesit alanı temel alınarak hesaplanan eksenel çekme gerilmesi, 0,5MPa dan küçükse, $\gamma= 0$ alınabilir.

8.1.4 - Kesme Dayanımı

Kesme güvenliği için aşağıdaki koşul sağlanmalıdır.

$$V_r \geq V_d \quad (8.2)$$

Yukarıdaki denklemde, tasarım kesme kuvveti V_d , Madde 8.1.2 ye göre hesaplanır. V_r kesitin kesme dayanımıdır. Kesitin kesme dayanımı, beton katkısı (V_c) ve kesme donatısı katkısının (V_w) toplanması ile elde edilir.

$$V_r = V_c + V_w \quad (8.3)$$

Genel olarak, beton katkısı Denklem 8.4 den hesaplanır.

$$V_c = 0,8 V_{cr} \quad (8.4)$$

Etriye katkısı Denklem 8.5 den hesaplanır.

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd} d \quad (8.5)$$

Tasarım kesme kuvveti eğik çatlama dayanımına eşit veya ondan az ise ($V_d \leq V_{cr}$) kesme donatısı hesabına gerek yoktur. Ancak bu durumda, Madde 8.1.5.1 de verilen minimum etriyenin bulundurulması zorunludur.

8.1.5 - Gevrek Kırılmanın Önlenmesi

8.1.5.1 - Minimum Kesme Donatısı

Betonarme kirişlerde açıklık boyunca etriye bulundurmak zorunludur. Bu,

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq 0,3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w \quad (8.6)$$

koşulunu sağlamalıdır.

8.5.1.2 - Kesme Kuvveti Üst Sınırı

Yüksek asal basınç gerilmeleri nedeni ile gövde betonunun ezilmesini önlemek amacıyla, hesap kesme kuvveti aşağıda gösterildiği gibi sınırlanmıştır. Bu koşul sağlanamazsa, kiriş kesit boyutları büyütülmelidir.

$$V_d \leq 0,22 f_{cd} b_w d \quad (8.7)$$

8.1.6 - Kesme Donatısı Detayları

Kesme dayanımını sağlamak için bireysel çubuklar (düşey ve yatay etriye, firkete, çiroz vb) ve hasır donatı kullanılır. Kesme dayanımına pilye katkısı ihmal edilecektir.

Etriye aralığı kiriş faydalı yüksekliğinin yarısından fazla olamaz ($s \leq d/2$). Ayrıca, $V_d > 3V_{cr}$ olan durumlarda, etriye aralığı yukarıda verilen değerin yarısını aşamaz ($s \leq d/4$). Çerçeve kirişlerinin uçlarında, kiriş derinliğinin iki katı kadar olan bölgede, etriye aralığı aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

$$\begin{aligned} s &\leq d/4 \\ s &\leq 8 \phi_\ell \\ s &\leq 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolonlarla ilgili koşullar Bölüm 7 de verilmiştir.

Mesnetlenmenin, kiriş alt yüzünden daha yukarıda düzenlendiği durumlarda ve diğer bir kirişe oturan kirişlerde, kesme kuvvetini kiriş üstüne taşıyan askı donatısı düzenlenmelidir.

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

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 74.75 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.8 V_{cr} = 59.8 \text{ kN}$$

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

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

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - V_c}{f_{ywd}(d)} = \frac{(89 - 59.8) * 10^3}{191 * 460} = 0.33 < \min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w = 0.35$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 0.35 \text{ için } \phi 8 \text{ kullanılırsa}$$

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

$$s = 286 \text{ mm} > d/2 = 230 \text{ mm. Bu durumda } \phi 8/23 \text{ kullanılmalıdır.}$$

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 ($K > K_1$)

$$-A_s = \frac{34 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 235 \text{ mm}^2 < \min A_s = 252.06 \text{ mm}^2$$

$A_s = 252.06 \text{ mm}^2$ alınır.

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

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

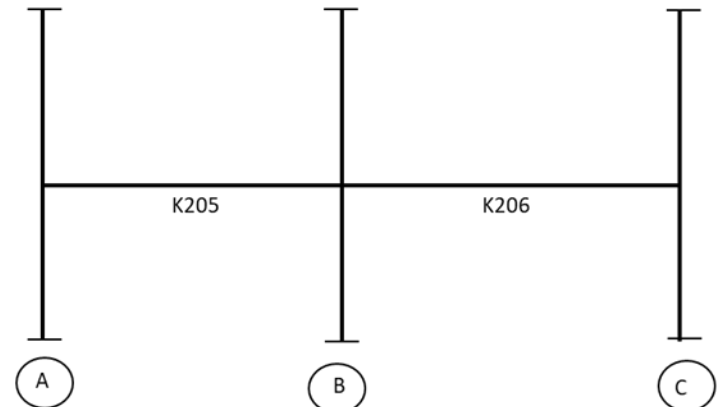
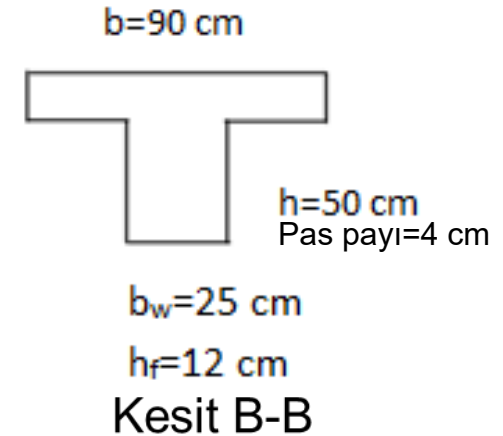
$$540 \text{ mm}^2 > 252.06 \text{ mm}^2$$

$V_d=114$ kN

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

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - V_c}{f_{ywd}(d)} = \frac{(114 - 59.8) * 10^3}{191 * 460} = 0.617 > \min \frac{A_{sw}}{s}$$

$\phi 8$ kullanılırsa $A_{sw}=100 \text{ mm}^2$, $s=162 \text{ mm}$ $\phi 8/16$ cm



K205-K206 (B Mesneti):

$d=46$ cm, $J_1=0.86$, $K_1=380$ mm²/kN

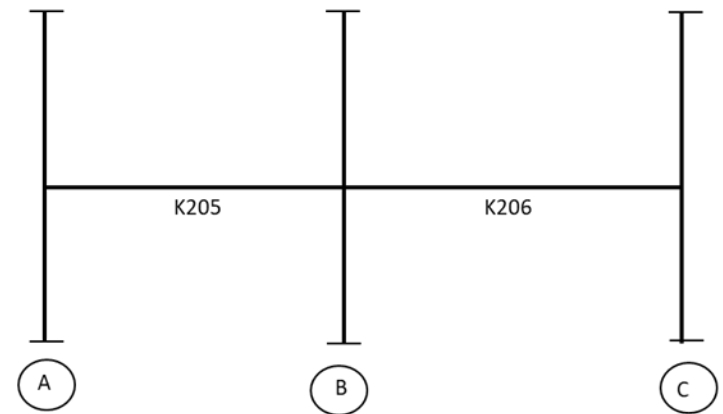
$-M=113$ kN m, $K=468 > K_1$ (Boyut yeterli). $K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380$ mm²/kN,

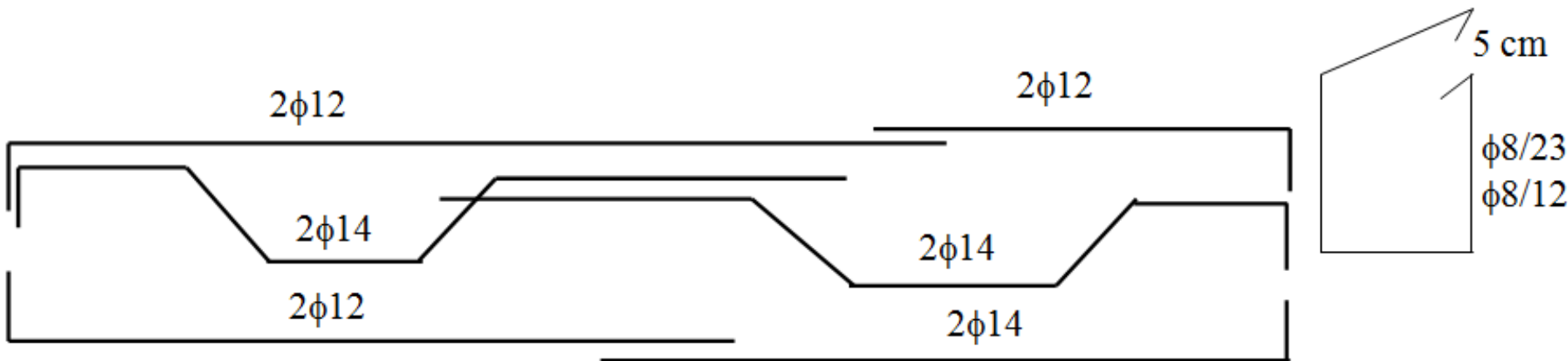
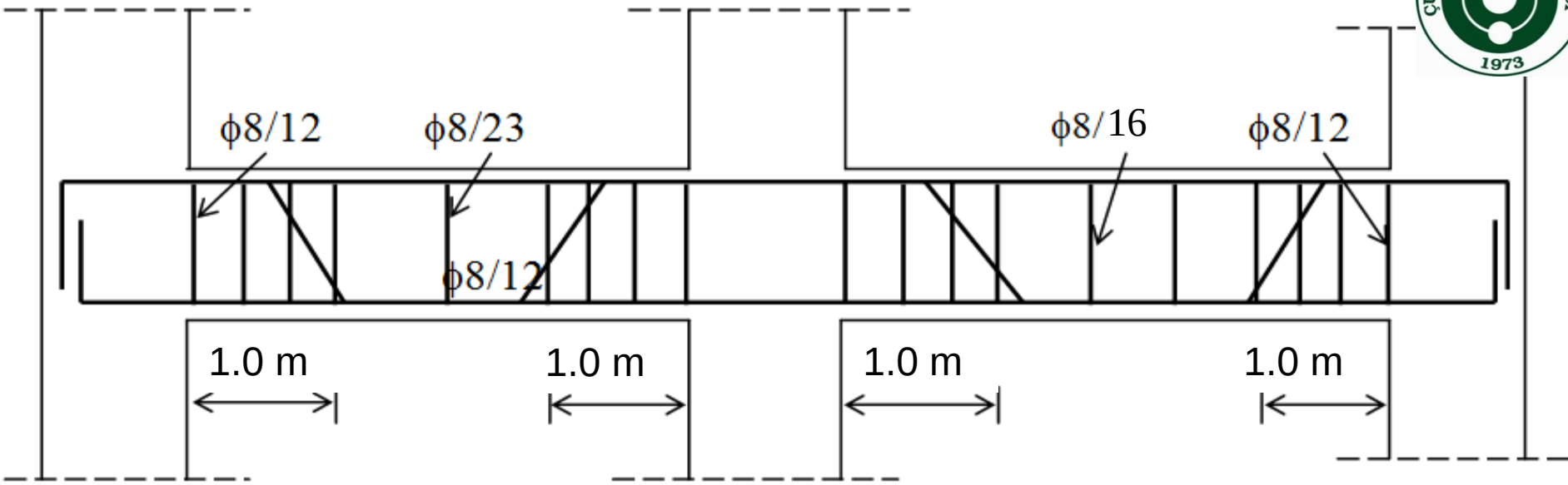
$$-A_s = \frac{113 * 10^6}{365 * 0.86 * 460} = 780 \text{ mm}^2$$

4 ϕ 14 pilye (mevut): 620 mm²

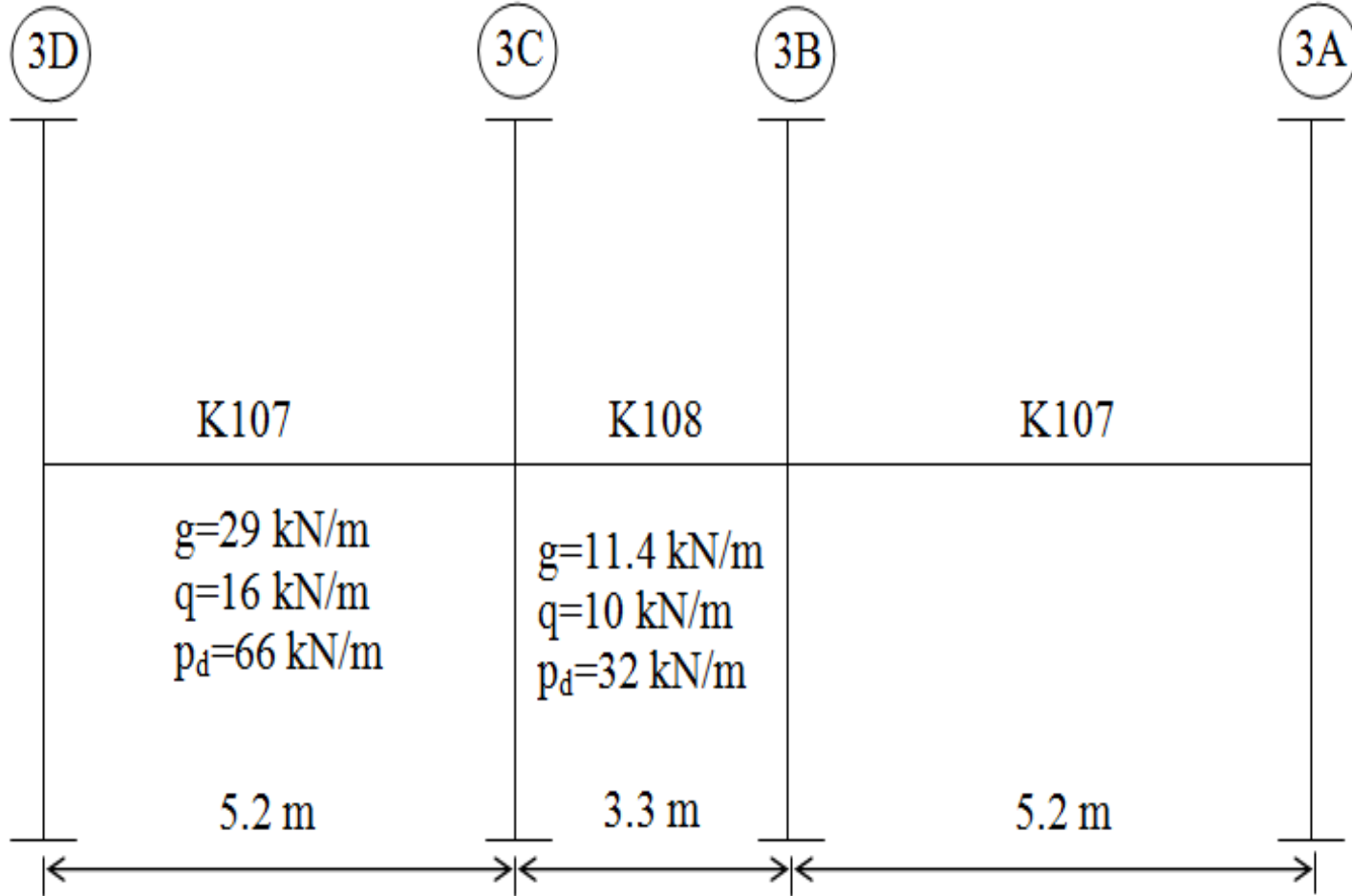
2 ϕ 12 montaj (mevcut): 230 mm²

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





Örnek:



Şekilde verilen kiriş uzunlukları kolon yüzünden kolon yüzüne aittir. K107 ve K108 kirişlerinin kayma donatısı hesabını yapınız. Kiriş boyutları 30x50, pas payı 3.5 cm ve malzeme C20, S420 etriyeler 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.

kayma donatısı hesabı yapılırken 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

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = \frac{4.95}{13 \times 10^{-3}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 465^2}{109 * 10^3} = 595 > K_1 = 380 \text{ mm}^2/\text{kN} \text{ (boyut uygun)}$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{109 * 10^6}{365 * 0.86 * 465} = 746.8 \text{ mm}^2 \text{ (2}\varnothing 16 \text{ düz + 2}\varnothing 16 \text{ pilye = 803.84 mm}^2\text{)}$$

$V=174$ kN,

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

32

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 \times 1.0 \times 10^{-3} \times 300 \times 465 = 90.7 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0.22 f_{cd} b_w d = 399 \text{ kN}$$

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



$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{[143.3 - 0.5(0.8 \times 90.7)]10^3}{191 \times 465} = 1.205 \text{ mm}$$

$$\emptyset 10 \rightarrow A_0 = 78.5 \text{ mm}^2 \rightarrow s = \frac{2 \times 78.5}{1.205} = 130 \text{ mm}$$

$$s = 130 \text{ mm} \cong \frac{h_k}{4} \text{ sıklaştırmaya gerek yok.} \rightarrow \emptyset 10 / 13 \text{ cm}$$



Mesnet:

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

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

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{127 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 870.1 \text{ mm}^2$$

$$2\emptyset 16 \text{ pilye (mevcut)} = 402 \text{ mm}^2$$

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

$$628 \text{ mm}^2$$

$$A_{sek} = 870.1 - 628 = 242 \text{ mm}^2 \text{ ek } 2\emptyset 14 = 307.72 \text{ mm}^2 \left. \vphantom{A_{sek}} \right\} \text{ Toplam} = 935.7 \text{ mm}^2$$

$$A_{sek} = 870.1 - 628 = 242 \text{ mm}^2 \text{ ek } 2\emptyset 14 = 307.72 \text{ mm}^2$$

Tersinmeden dolayı mesnette +30 kN m pozitif moment vardır.



$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{30 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 205.5 \text{ mm}^2$$

2Ø16 alt düz (mevcut)=402 mm² > 205.5 mm² (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:

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

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{-26 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 178 \text{ mm}^2 \rightarrow 3\emptyset 14 = 461.58 \text{ mm}^2$$

Mesnette fazla donatı elde etmek için büyük seçildi.

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

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



$$V_{cr} = 90.7 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 399 \text{ kN}$$

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

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

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{[65.3 - 0.5 \times 0.8 \times 90.7] \times 10^3}{191 \times 465} = 0.325 \text{ mm}$$

$$\min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w = 0.3 \frac{1}{191} 300 = 0.47 \text{ mm}$$

$$\emptyset 8 \rightarrow s = \frac{2 \times 50}{0.47} = 212 \text{ mm} \rightarrow \emptyset 8 / 20 \text{ cm}$$

K107-K108

$$\text{Sarıma bölgesi } s = \frac{h_k}{4} \cong 12$$

$$\emptyset 8 / 12 \text{ cm}$$

$$d=46.5 \text{ cm } j=0.86 -M_d=163 \text{ kN m } K_I = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d} = \frac{300 * 465^2}{163 * 10^3} = 398 > 380 \text{ boyut uygun}$$

$$A_s = \frac{163 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 1116.7 \text{ mm}^2$$

$$2\emptyset 16 \text{ pilye (mevcut)} = 402.0 \text{ mm}^2$$

$$3\emptyset 14 \text{ düz üstte (mevcut)} = 461.58 \text{ mm}^2$$

$$2\emptyset 12 \text{ montaj} = 226.0 \text{ mm}^2$$

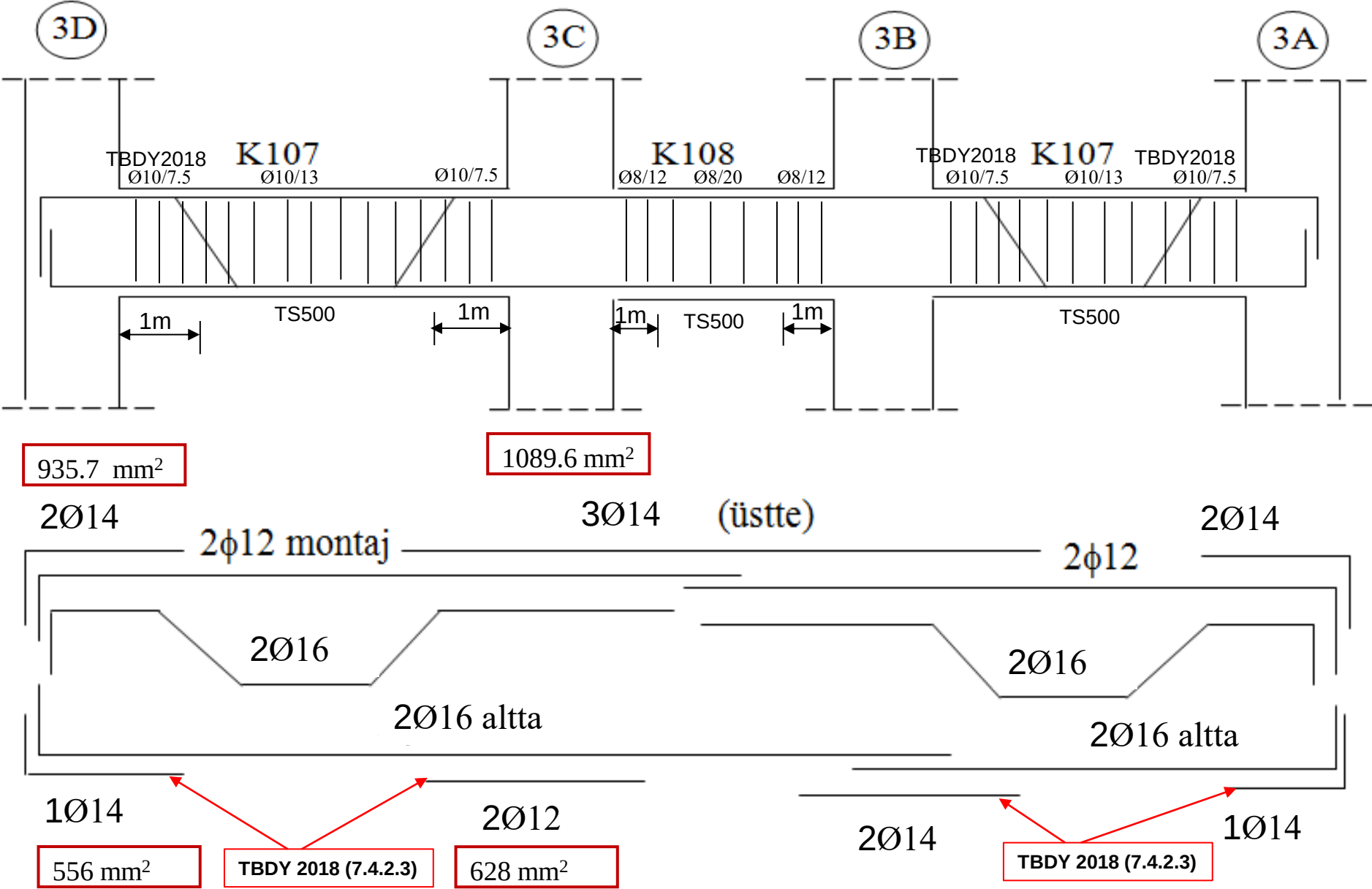
$$\text{Toplam} = 1089.6 \text{ mm}^2 \cong 1116.7 \text{ mm}^2 (\%2.4 \text{ hata})$$

Deprem nedeniyle tersinme momenti = 30 kNm

$$A_s = \frac{30 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 205.5 \text{ mm}^2$$

$$2\emptyset 16 \text{ düz altta (mevcut)} = 402 \text{ mm}^2$$

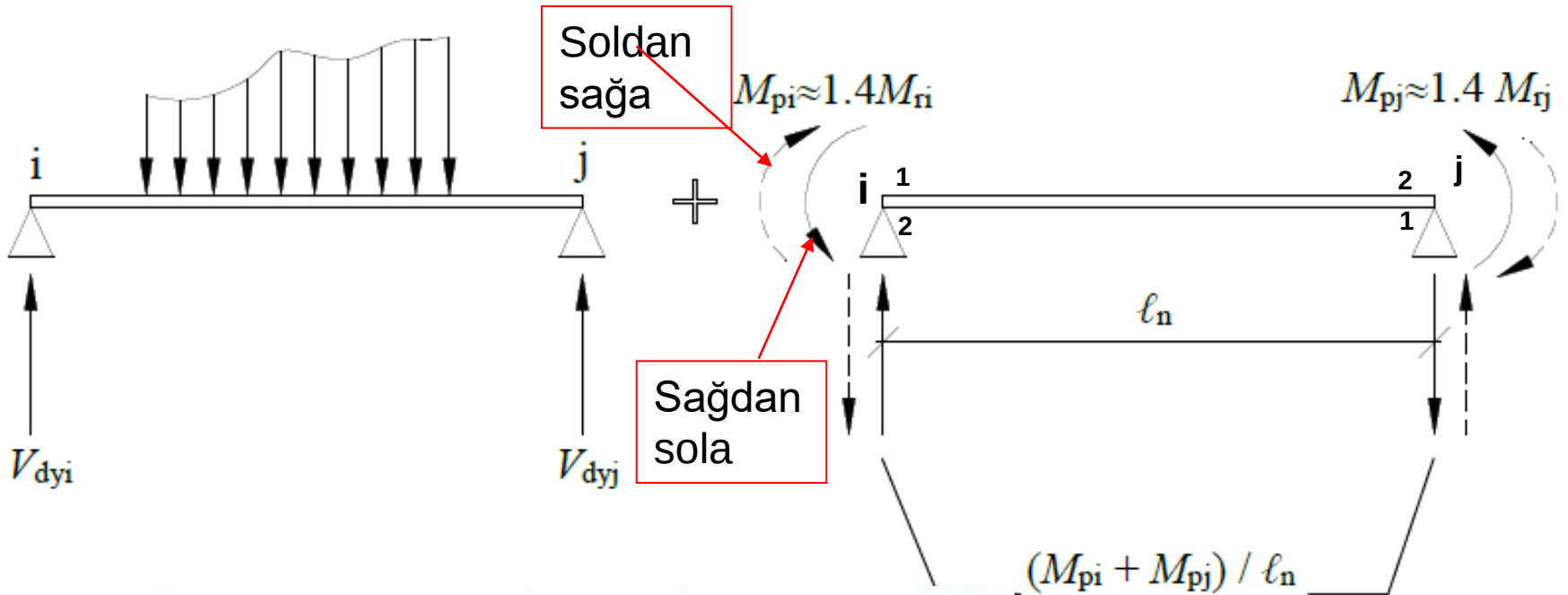
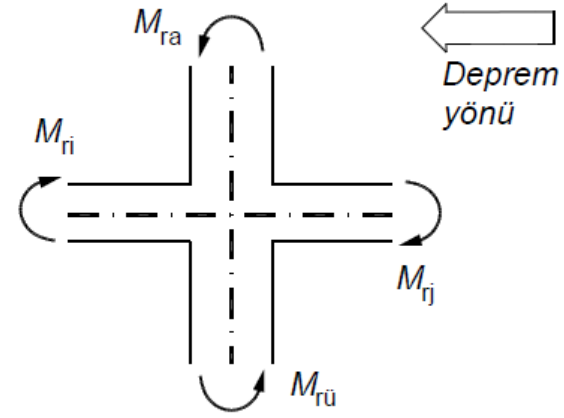
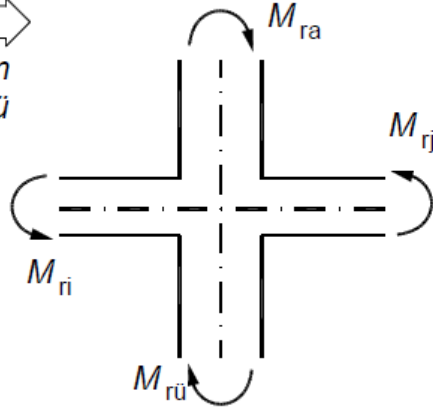




Not: Deprem yönetmeliğine göre DTS=1, 1a ve DTS=2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50 'sinden daha az olamaz. Ancak diğer durumlarda bu oran %30' a indirilebilir. **TBDY 2018 (7.4.2.3)**

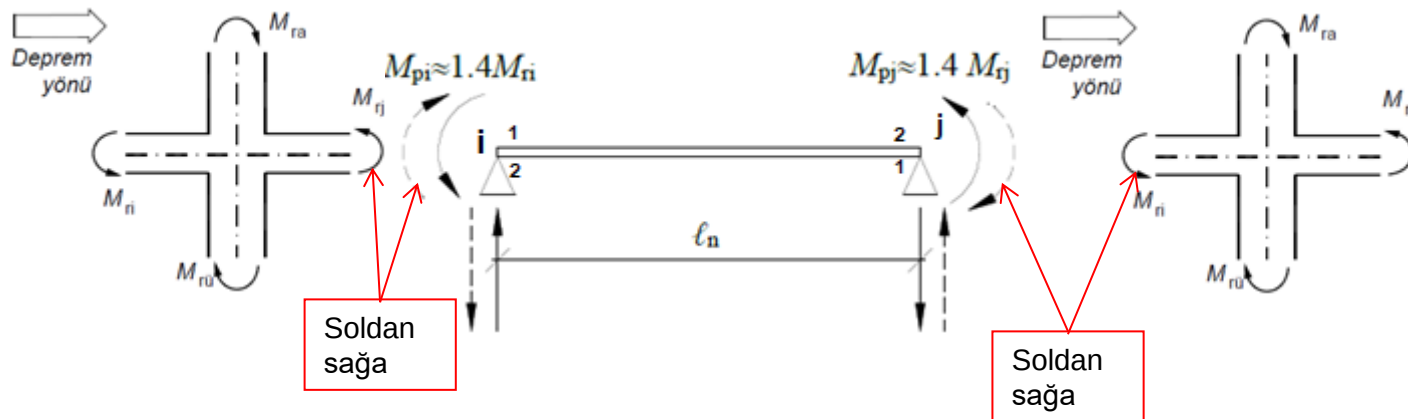
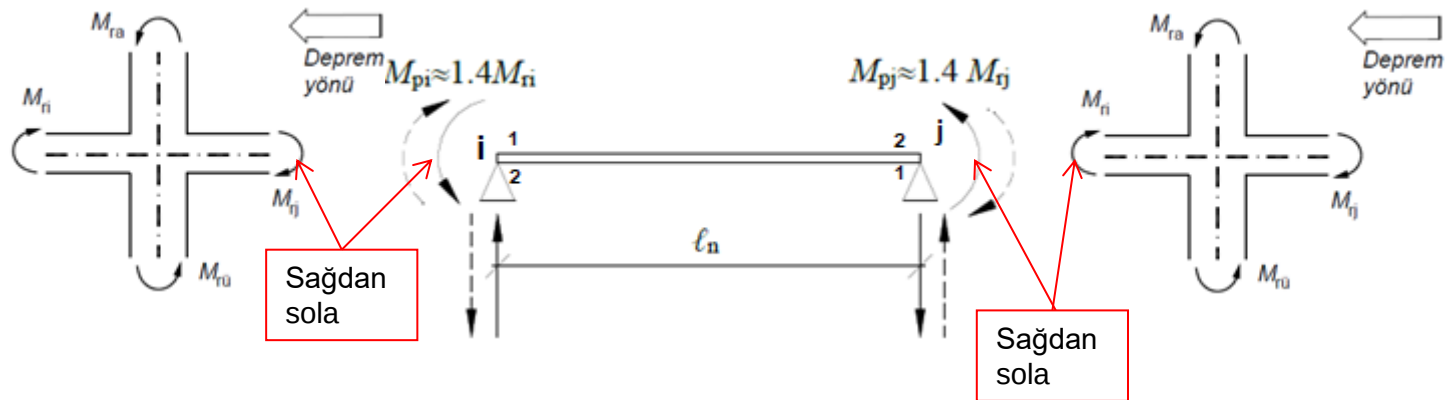
Depremi önemli olduğu bölgede inşa edilecek yapılar için hesaplanan kesme kuvveti yerine, iki uçta mafsallı olduğu varsayımı ile bulunacak kesme kuvvetinin temel alınması daha doğru olur. Kenar mesnetteki (K107) alt donatı ile orta mesnetteki üst donatı temel alınarak moment taşıma gücü hesaplanır. Böylece boyuna donatı arttıkça gereksinim duyulan etriye de artacaktır.

Deprem
yönü



$$V_e = \frac{M_{pi1} + M_{pj1}}{\ell_n} + V_{dy} \quad \text{veya} \quad V_e = \frac{M_{pi2} + M_{pj2}}{\ell_n} + V_{dy}$$

TBDY 2018 Denk. (7.9)



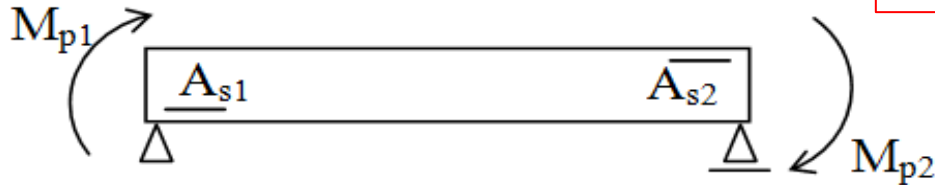
Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti $V_d=106.8$ kN.

DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE

$$A_{s1}=556 \text{ mm}^2$$

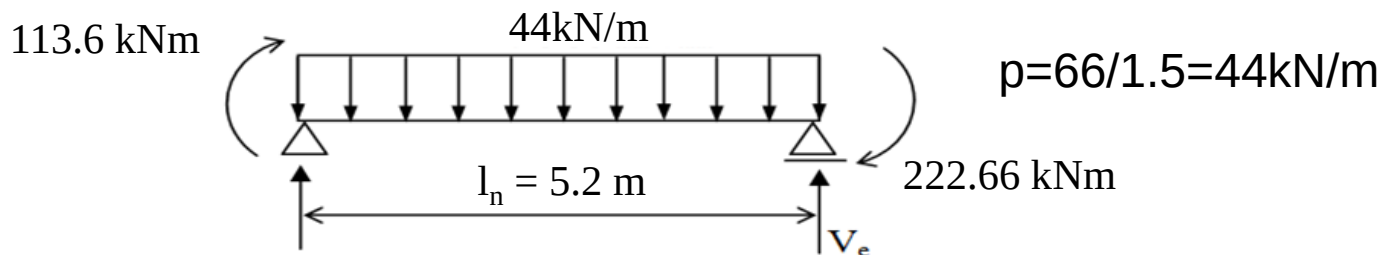
$$A_{s2}=1089.6 \text{ mm}^2$$

Deprem hareketi soldan sağa



$$M_{p1} = 1.4 M_{r1} = 1.4 \times 556 \times 365 \times 0.86 \times 465 \times 10^{-6} = 113.62 \text{ kNm}$$

$$M_{p2} = 1.4 M_{r2} = 1.4 \times 1089.6 \times 365 \times 0.86 \times 465 \times 10^{-6} = 222.66 \text{ kNm}$$



$$V_e = \frac{44 \times 5.2}{2} + \frac{113.6 + 222.66}{5.2} = 179.07 \text{ kNm}$$

$$V_e - V_{dy} = 64.67 \text{ kN}$$

$$\frac{V_d}{2} = \frac{106.8}{2} = 53.4 \text{ kN} \left(\begin{array}{l} \text{Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem} \\ \text{yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesmekuvveti} \end{array} \right)$$

$$V_e - V_{dy} > \frac{V_d}{2} \text{ olduğundan } V_c = 0 \text{ alınacaktır.}$$

$$V'_{ec} = V_e - (g + q)d$$

$$V'_{ec} = 179.07 - 44 \times 0.465 = 158.61 \text{ kN}$$

$$V'_{ec} > V_d = 143.3 \text{ kN} \quad \leftarrow 22$$

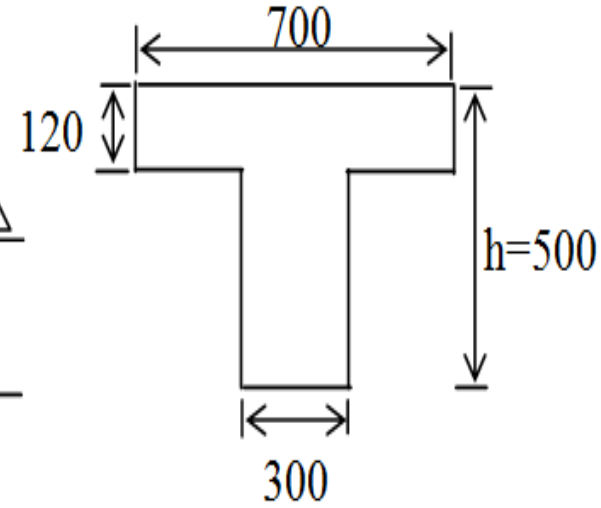
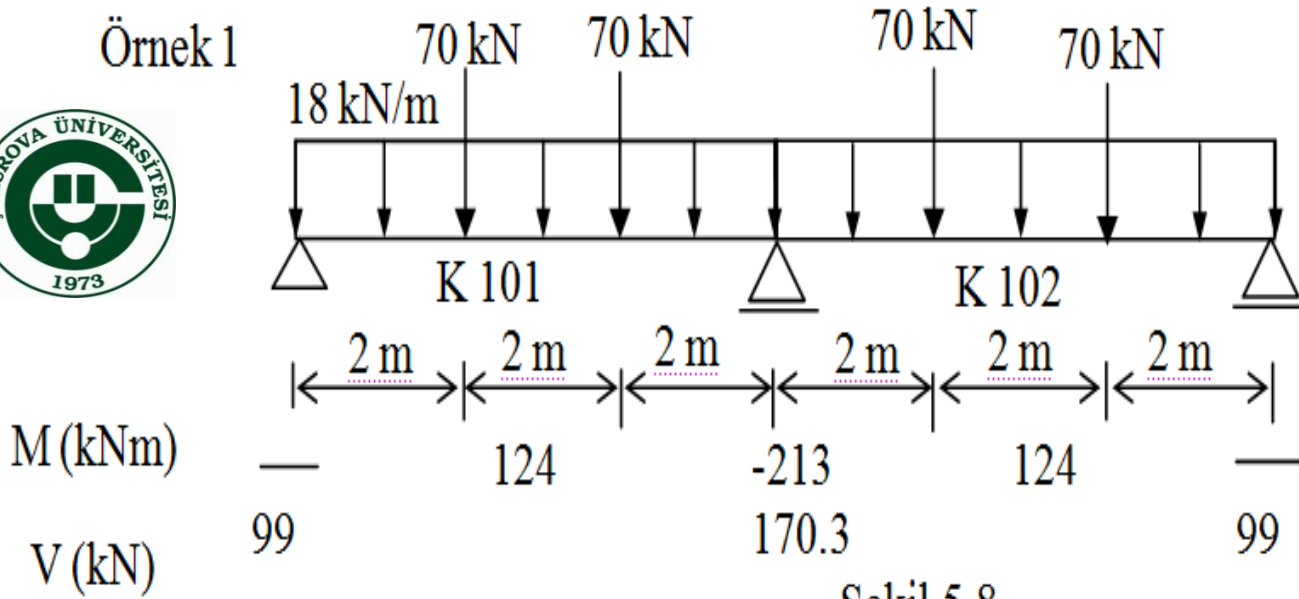
$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V'_{ec}}{f_{ywd}d} = \frac{158.61 \times 10^3}{191 \times 465} = 1.786 \text{ mm}$$

1.4g+1.6q birleşimi ile mesnet yüzünden d uzaklığında hesaplanan kesme kuvveti

$$\begin{aligned} \emptyset 10 \rightarrow A_{sw} &= 2 \times 78.5 = 157 \text{ mm}^2 \rightarrow s = \frac{157}{1.786} = 87.9 \text{ mm} \rightarrow s = 8.5 \text{ cm} \\ &\emptyset 10 / 8.5 \end{aligned}$$



Örnek 1



Şekil 5.8

Şekil 5,8'de verilen kirişin;

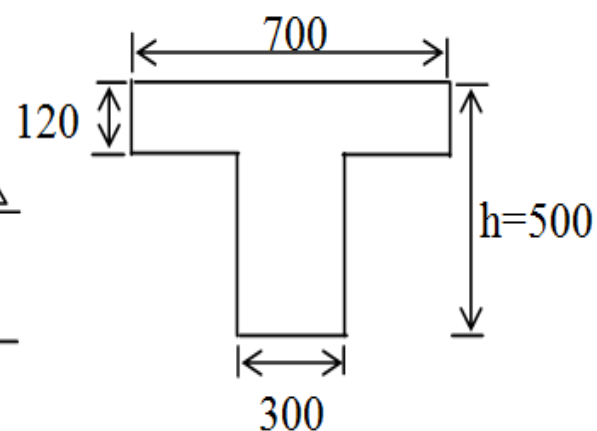
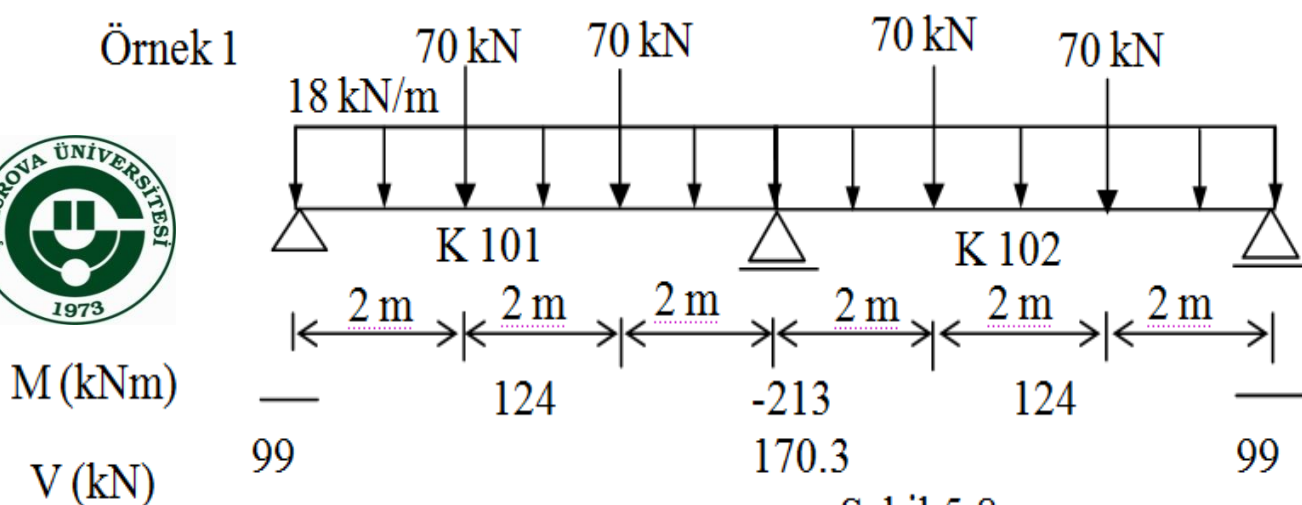
- Boyutlarını kontrol ediniz ve tasarımını yapınız.
- K101 kirişinin 2018 DY'ne göre etriye hesabını yapınız ve donatıyı şematik olarak gösteriniz. DTS=1, BKS=3 alınız

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

Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti K101 $V_d=127.6$ kN.



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:

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

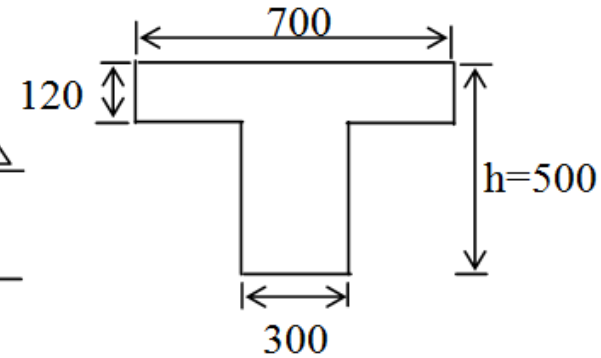
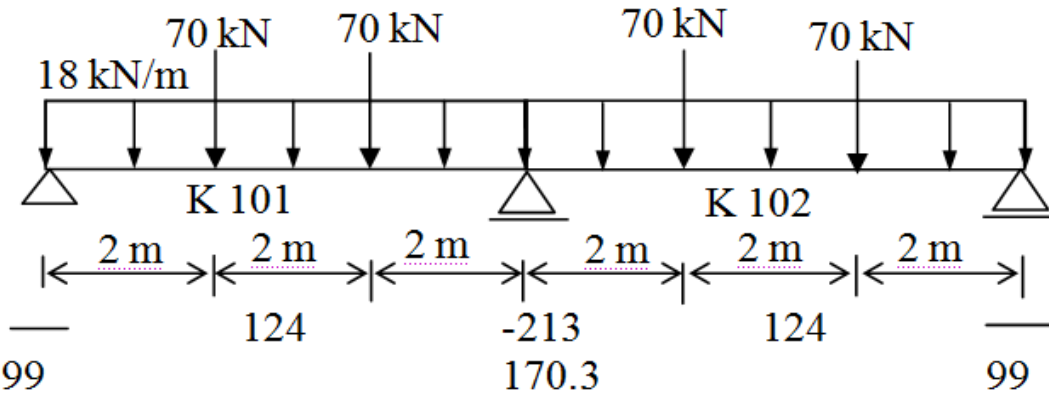
$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0.9 d} = \frac{124 \times 10^6}{365 \times 414} = 820.6 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen } (2\phi 18 \text{ düz} + 2\phi 16 \text{ pilye} = 912 \text{ mm}^2)$$



Örnek 1

M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8

Mesnet:

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

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

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

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

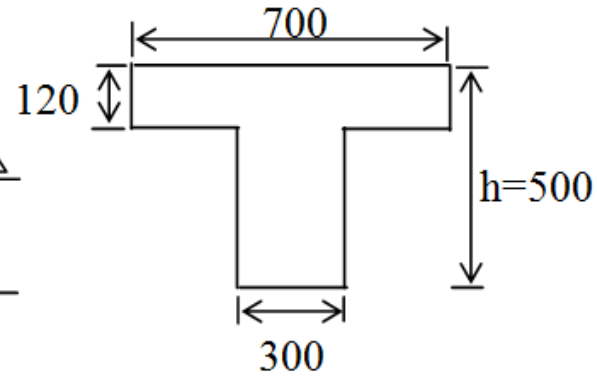
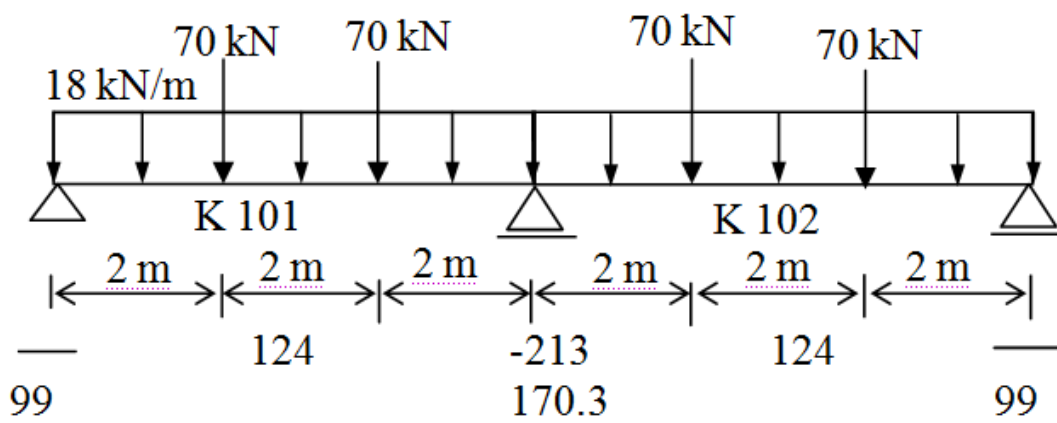
$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')} = \frac{23.25 \times 10^6}{365 \times (460 - 40)} = 151.7 \text{ mm}^2$$

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



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:

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

42

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

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

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

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

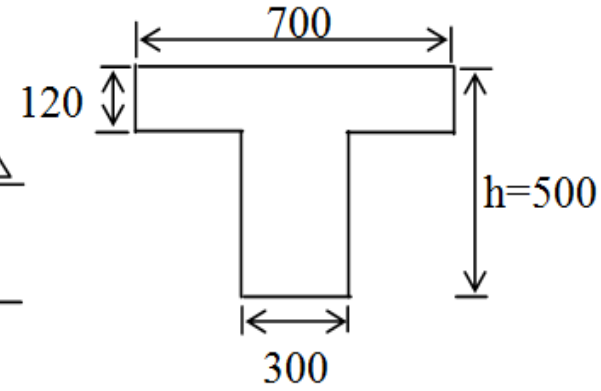
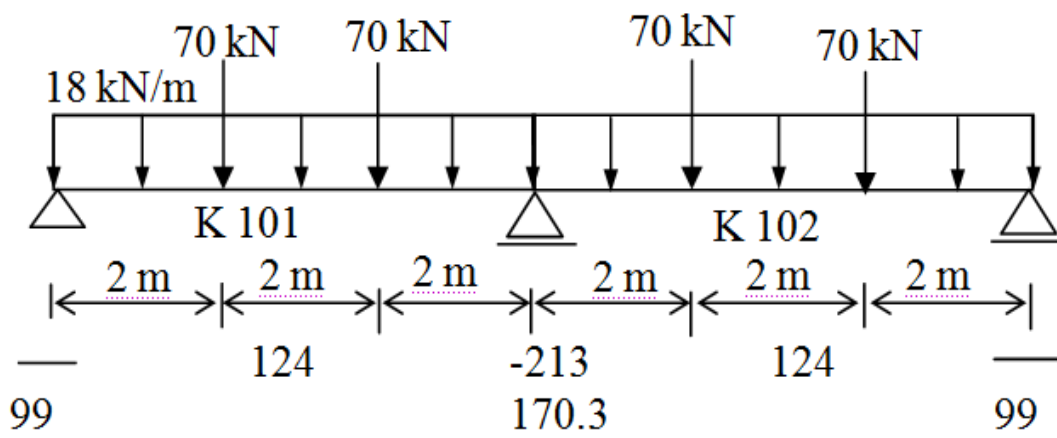
$$\phi 10 \text{ için, } A_o = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 10^2}{4} = 78.5 \text{ mm}^2, A_{sw} = 2 \times A_o = 157 \text{ mm}^2$$

Örnek 1



M (kNm)

V (kN)

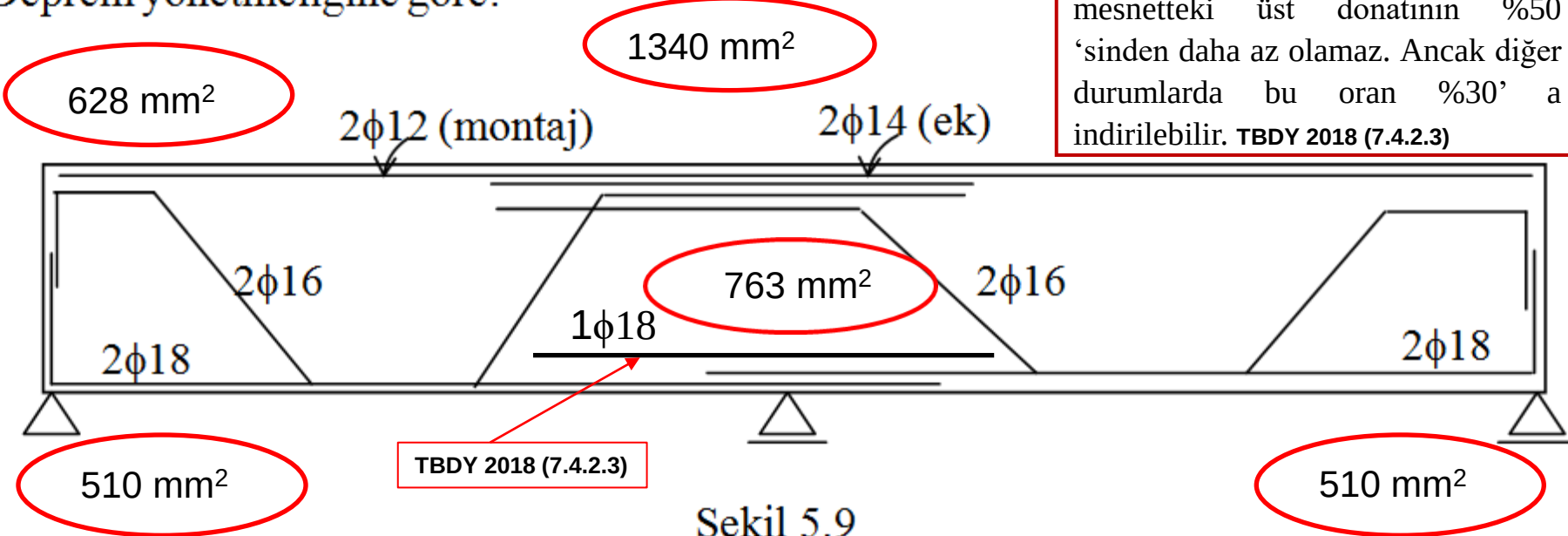


Şekil 5.8

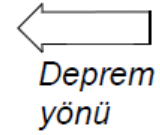
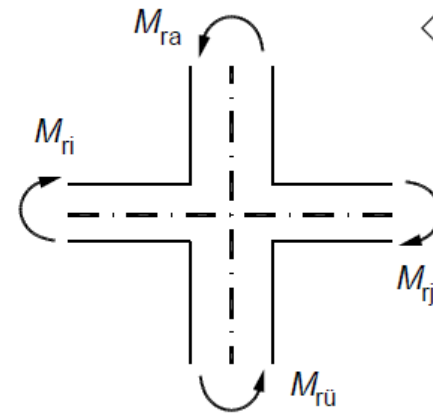
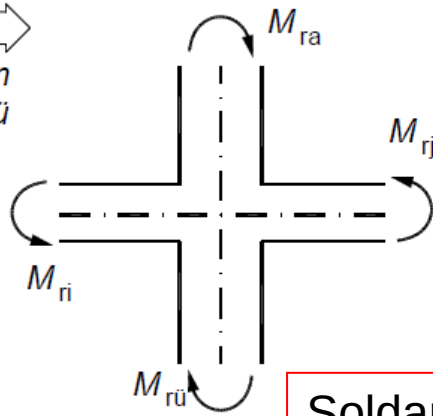
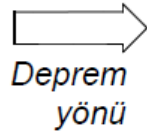
$$\frac{A_{sw}}{s} = 1.39, \text{ buradan } s=113 \text{ mm bulunur. Etriye } \phi 10/11 \text{ cm.}$$

Not: Deprem yönetmeliğine göre DTS=1, 1a ve DTS=2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak diğer durumlarda bu oran %30'a indirilebilir. **TBDY 2018 (7.4.2.3)**

b) Deprem yönetmeliğine göre:



Şekil 5.9

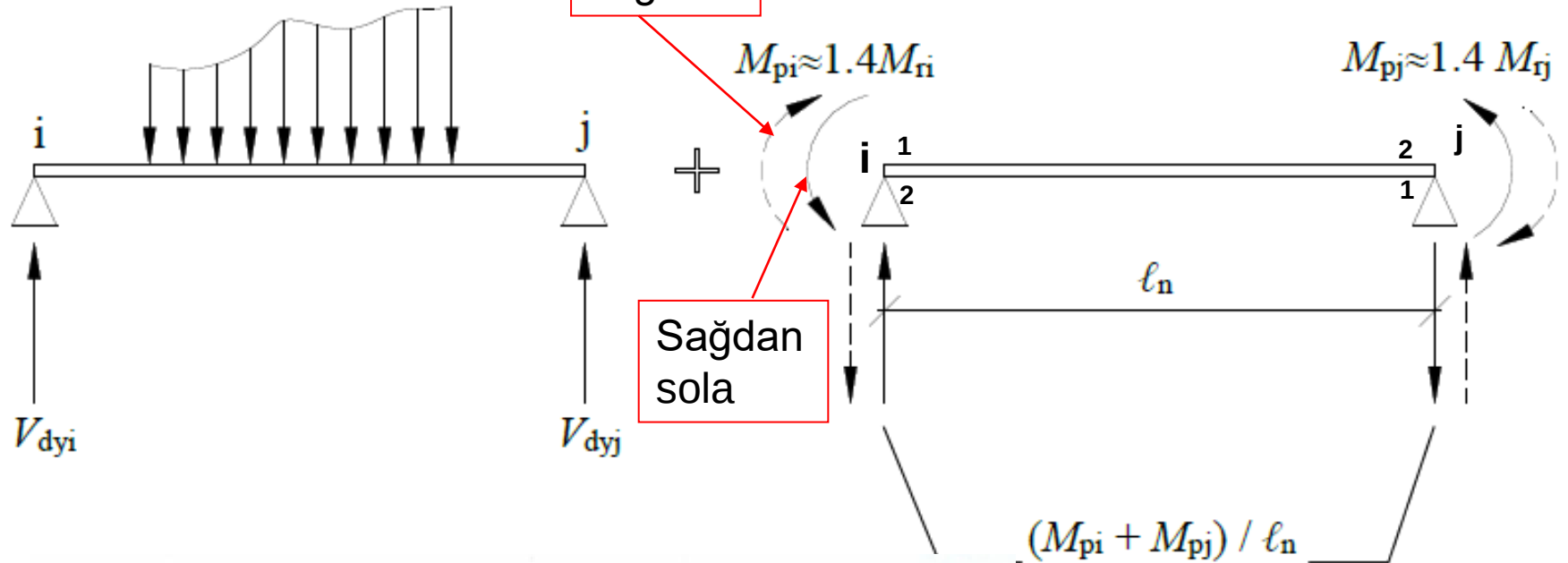


Soldan
sağa

$$M_{pi} \approx 1.4 M_{ri}$$

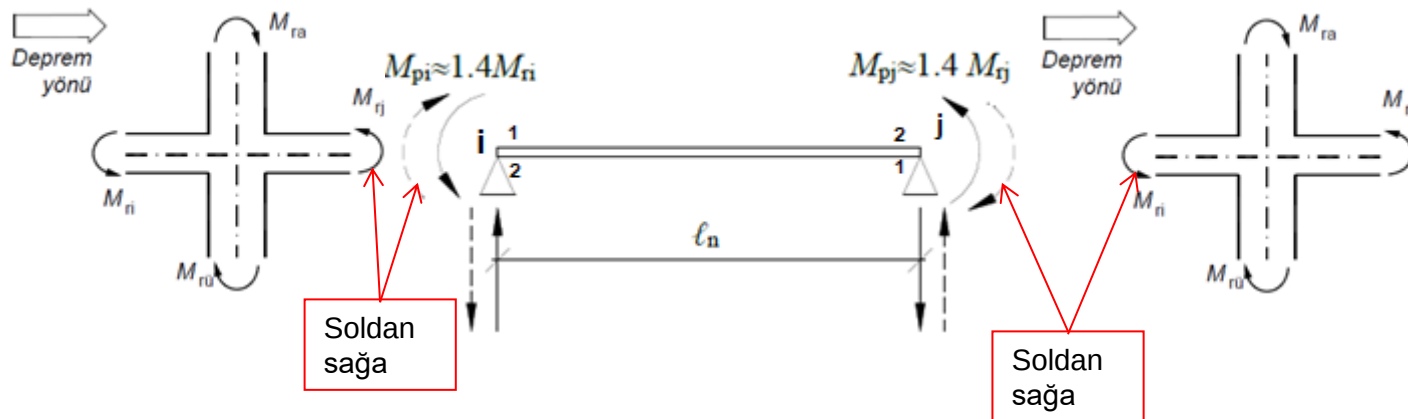
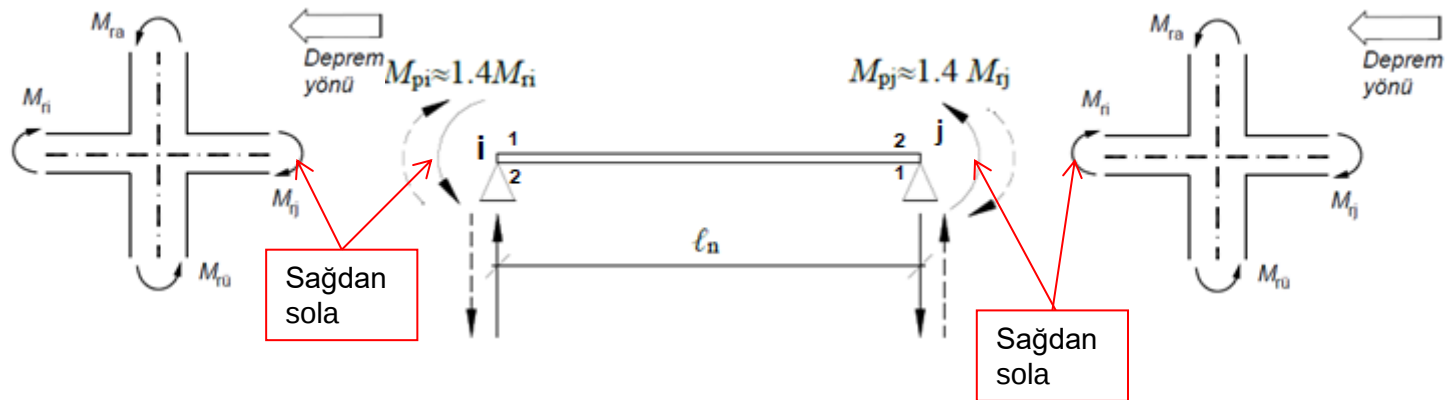
$$M_{pj} \approx 1.4 M_{rj}$$

Sağdan
sola



$$V_e = \frac{M_{pi1} + M_{pj1}}{l_n} + V_{dy} \quad \text{veya} \quad V_e = \frac{M_{pi2} + M_{pj2}}{l_n} + V_{dy}$$

TBDY 2018 Denk. (7.9)

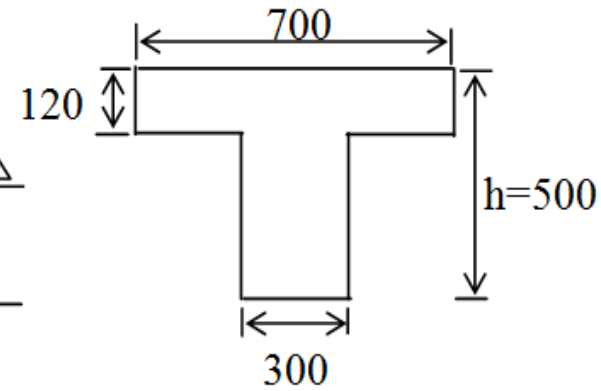
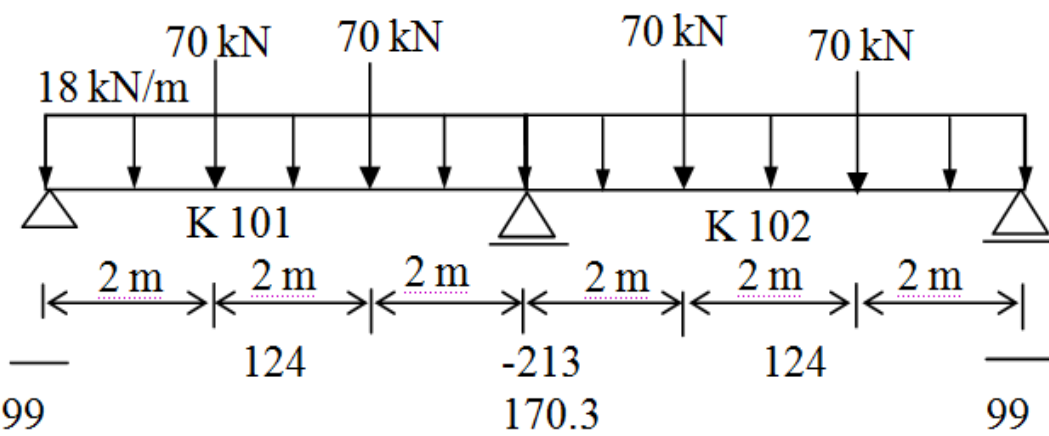


Örnek 1



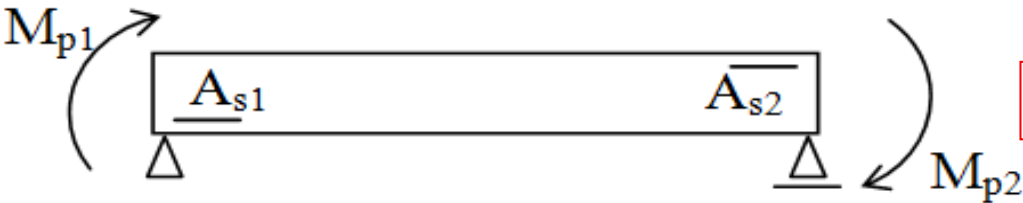
M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8

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



Deprem doğrultusu soldan sağa

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

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

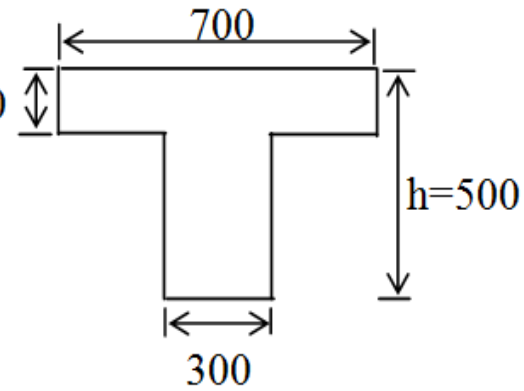
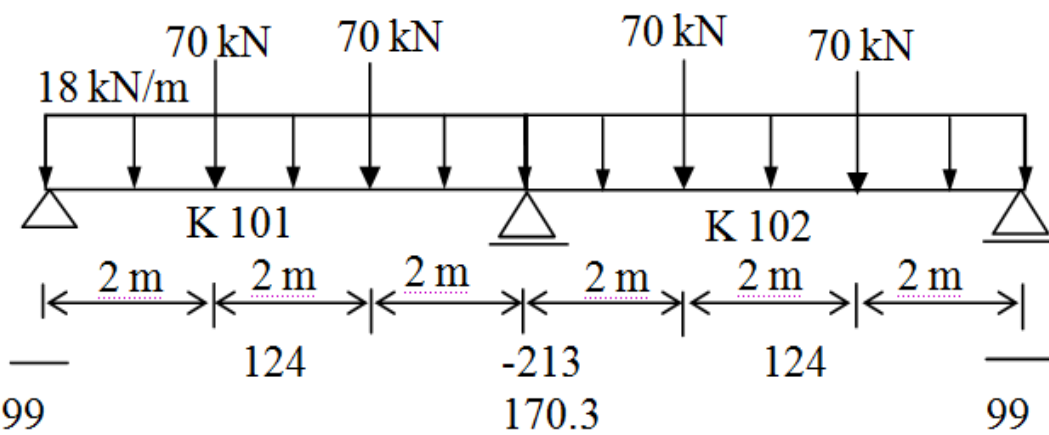
$$M_{p1}=1.4 M_{r1}=103.1 \text{ kNm}, M_{p2}=1.4 M_{r2}=270.9 \text{ kNm}$$

Örnek 1

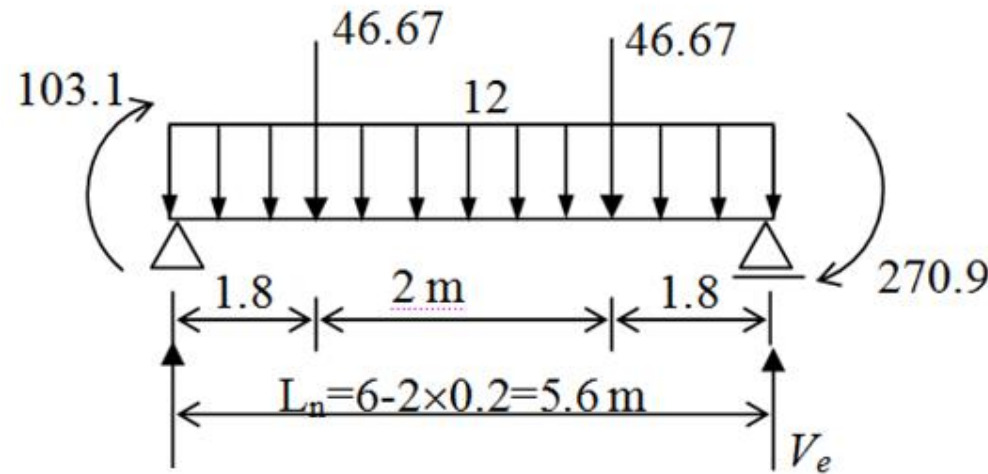


M (kNm)

V (kN)



Şekil 5.8



Deprem durumunda;

$$P_e = P_d / 1.5$$

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

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

$$V_e = \frac{P_d * L_n}{2} + \frac{2P}{2} + \frac{(M_{p1} + M_{p2})}{L_n}$$

$$V_e = \frac{12 * 5.6}{2} + \frac{2 * 46.67}{2} + \frac{(103.1 + 270.9)}{5.6} = 147.05 \text{ kN}$$

$$V_e - V_{dy} = 66.79 \text{ kN}$$

$$\frac{V_d}{2} = \frac{127.6}{2} = 63.8 \text{ kN} \left(\begin{array}{l} \text{Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem} \\ \text{yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesmekuvveti} \end{array} \right)$$

$$V_e - V_{dy} > \frac{V_d}{2} \text{ olduğundan } V_c = 0 \text{ alınacaktır.}$$

$$V'_{ec} = V_e - (g + q)d$$

$$V'_{ec} = 147.05 - 12 * 0.460 = 141.53 \text{ kN}$$

$$V'_{ec} < V_d = 158.42 \text{ kN}$$

36

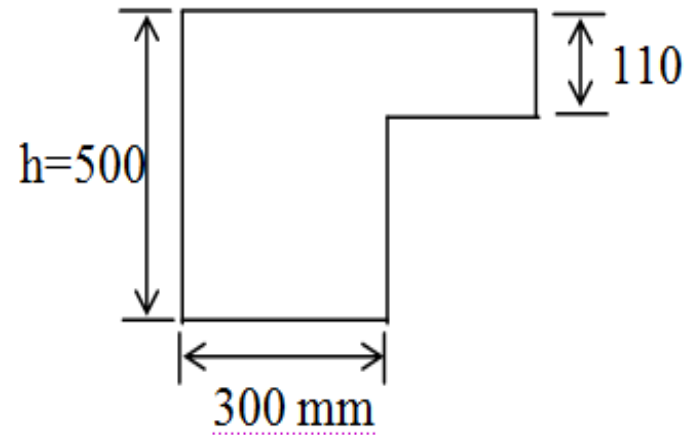
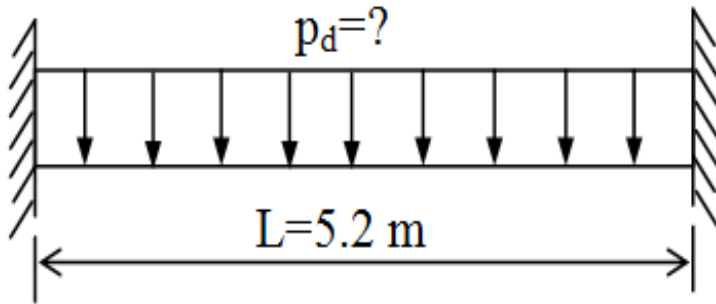
1.4g+1.6q birleşimi ile
mesnet yüzünden d
uzaklığında hesaplanan
kesme kuvveti

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V'_{ec}}{f_{ywd}d} = \frac{158.42 \times 10^3}{191 * 460} = 1.80 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

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

$$s = 87.2 \text{ mm } \phi 10/8.5 \text{ cm}$$

Örnek 5



Şekilde 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 $a=30 \text{ cm}$. Beton katkısı %50 alınacak.

Çözüm:

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

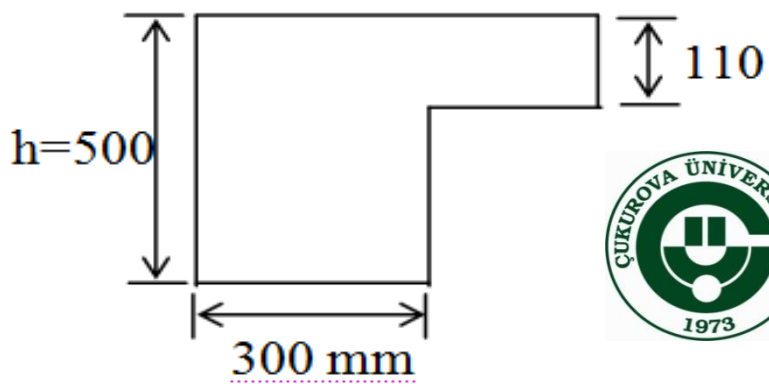
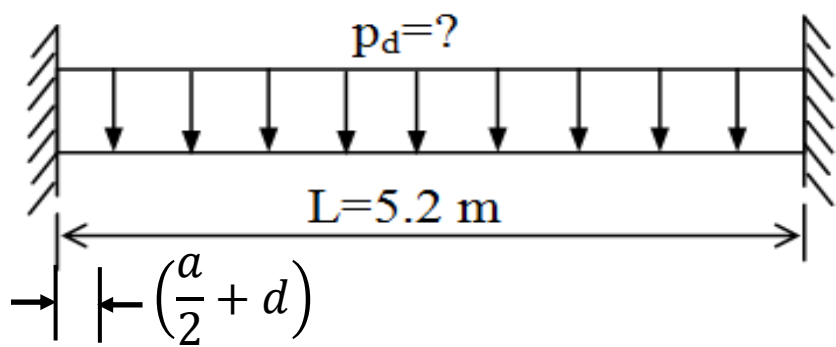
$$V_{cr} = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 300 \times 465 = 90.67 \text{ kN}$$

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

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{2 \times 50}{s} = 0.471 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$s = 212 \text{ mm} \quad \text{Ø8/20 cm}$$

Örnek 5



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

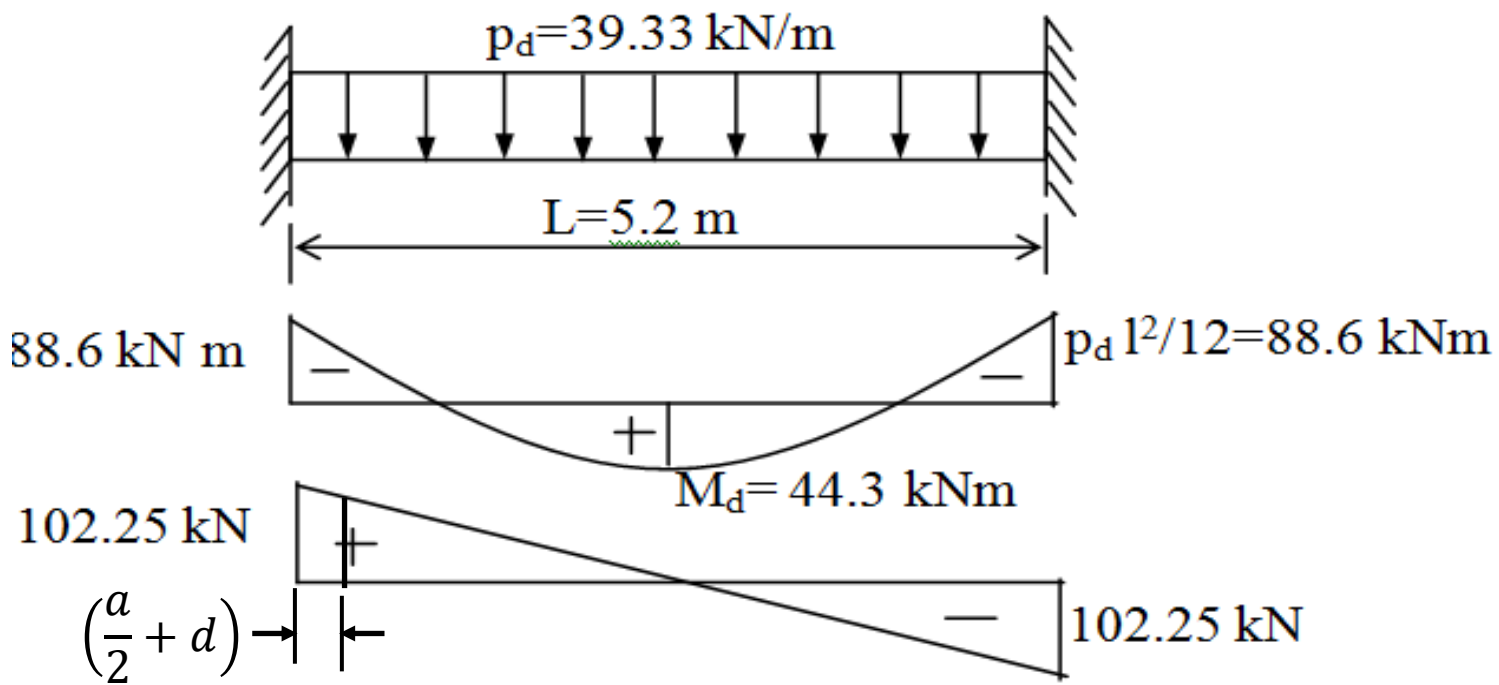
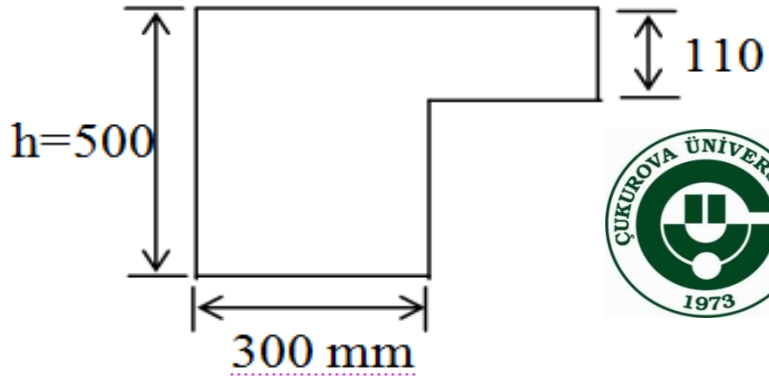
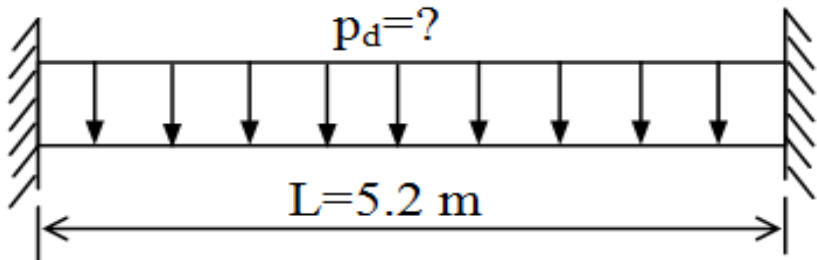
$$0.471 = \frac{(V_d - 0.5 \times 72.5) \times 10^3}{191 \times 465} \quad \text{bu ifadeden } V_d = 78.08 \text{ kN olarak bulunur.}$$

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

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

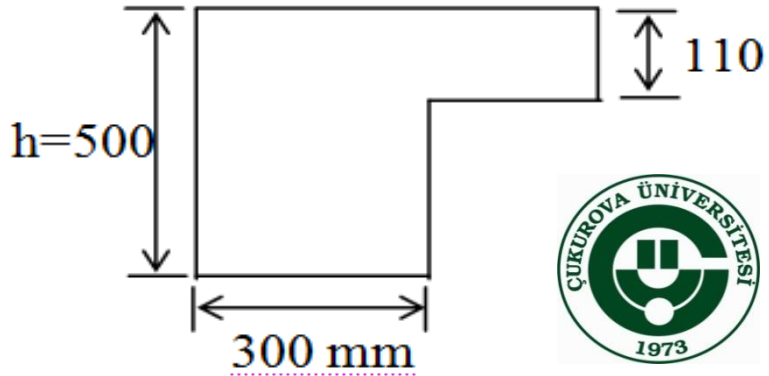
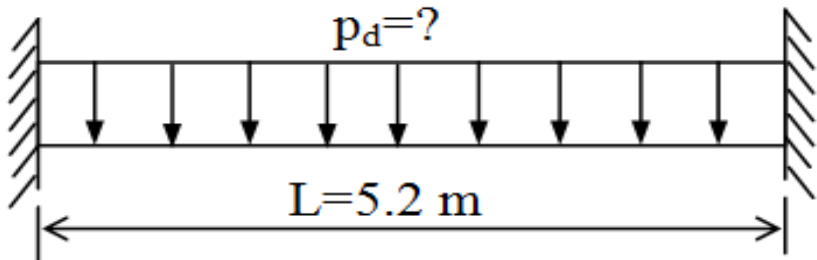
$p_d = 39.33 \text{ kN/m}$ elde edilir.

Örnek 5



$$V_d = 102.3 - p_d \left(\frac{a}{2} + d \right) = 102.3 - 39.33 \left(\frac{0.3}{2} + 0.465 \right) = 78.11 \text{ kN}$$

Örnek 5



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

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

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

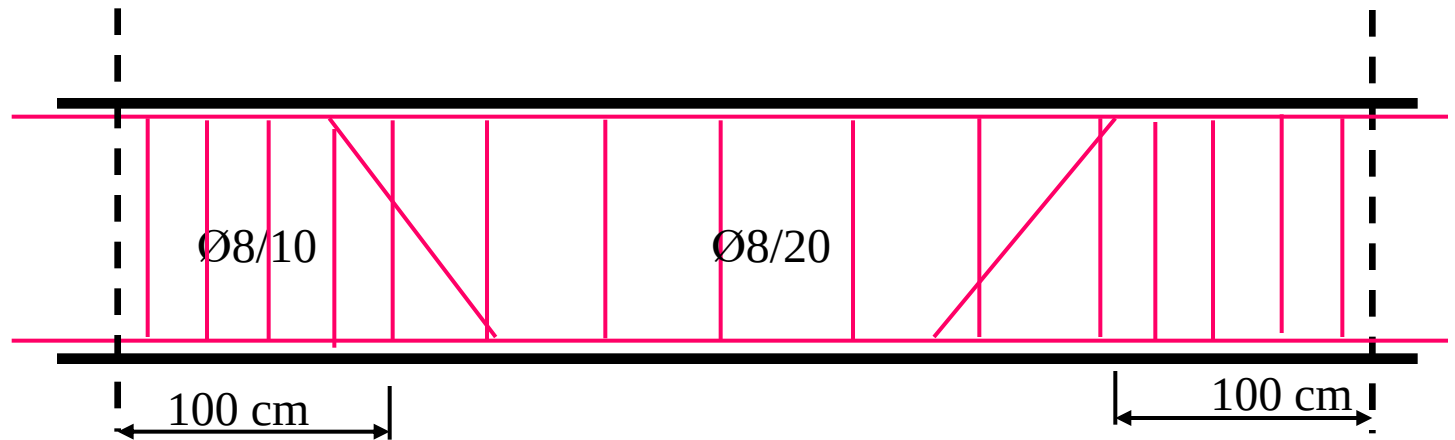
$$(-)\ A_s = \frac{78.37 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 465} = 536.9\ \text{mm}^2$$

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

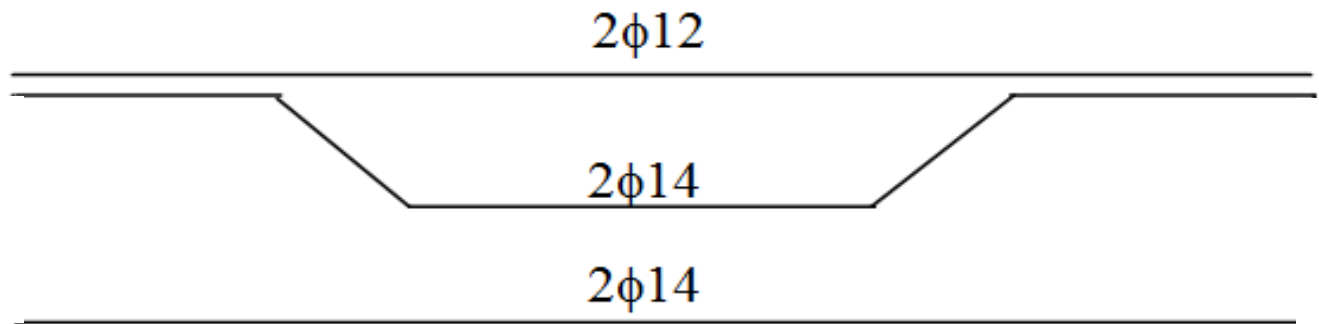
$$K = 827.7\ \text{mm}^2/\text{kN} > K_1 \text{ Boyutlar yeterli}$$

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380\ \text{mm}^2/\text{kN},$$

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

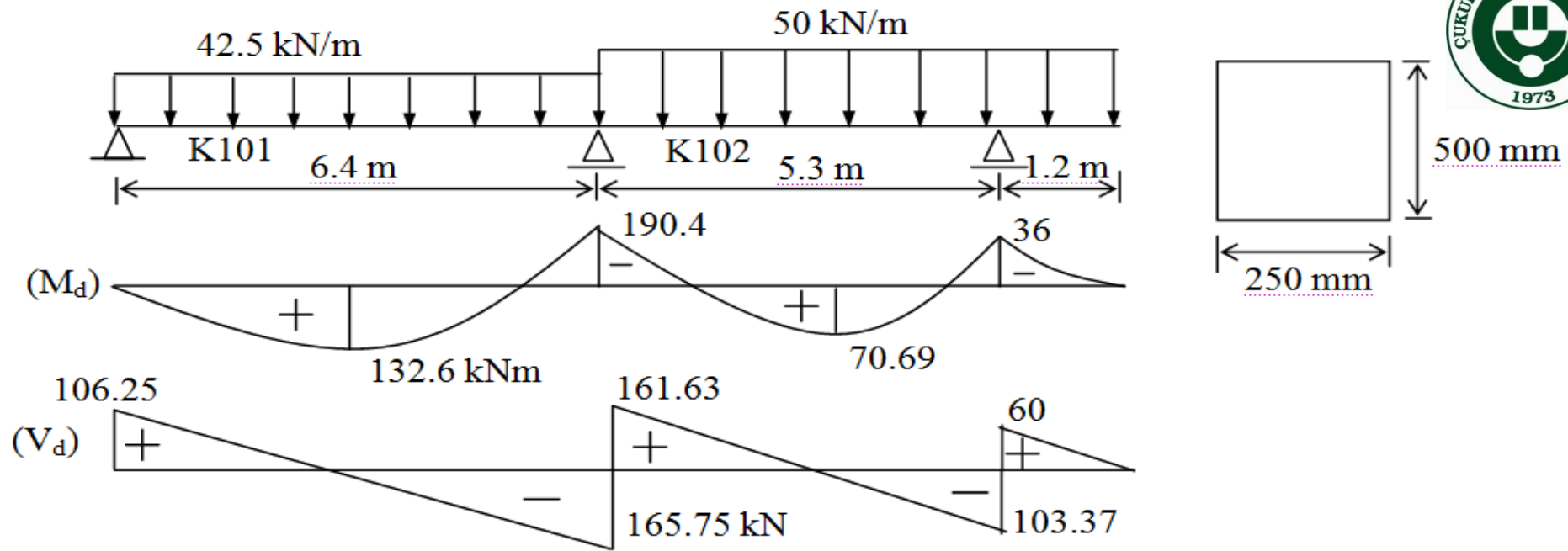


Donatı detayı:



$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{2 \times 50}{s} = 0.471 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$s = 212 \text{ mm} \quad \text{Ø8/20 cm} \quad (\text{Ø8/10 cm})$$

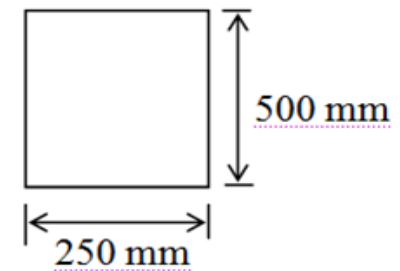
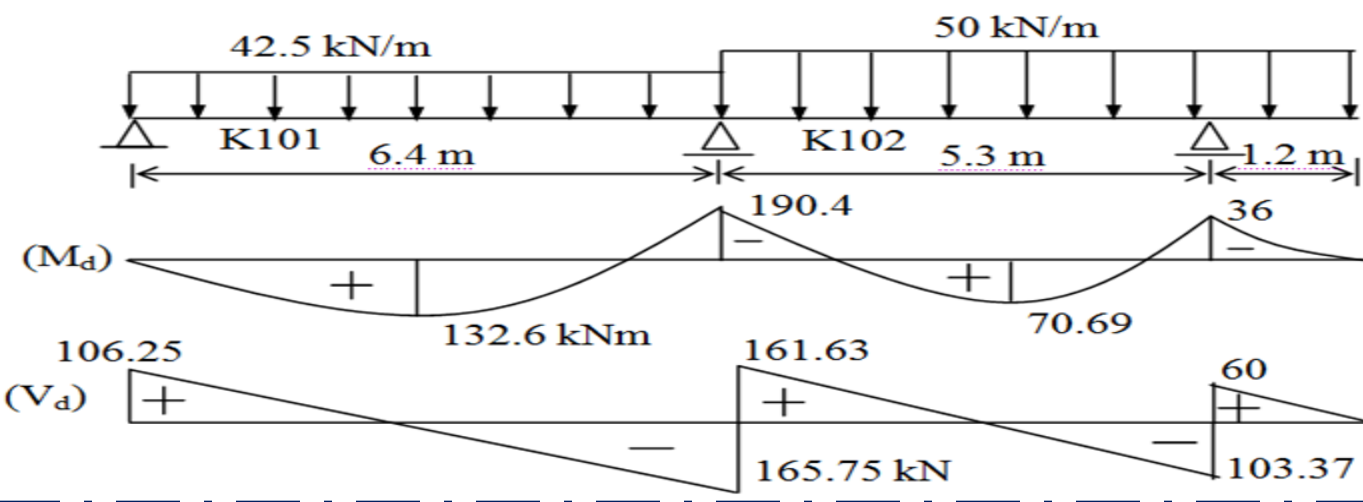


Şekil 5.18

Şekil 5.18'de verilen sürekli kirişin moment ve kesme kuvveti diyagramları verilmiştir. Buna göre sürekli kirişin eğilme ve kesme tasarımını yaparak, 2018 DY'ne 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.

Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti K101 $V_d=116.4 \text{ kN}$; K102 $V_d=119 \text{ kN}$

Örnek 6



Çözüm:

Eğilme hesabı:

$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

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

$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 165.75 - 42.5 \times \left(0.46 + \frac{0.3}{2} \right) = 139.8 \text{ kN} \quad \rightarrow 56$$

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

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

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

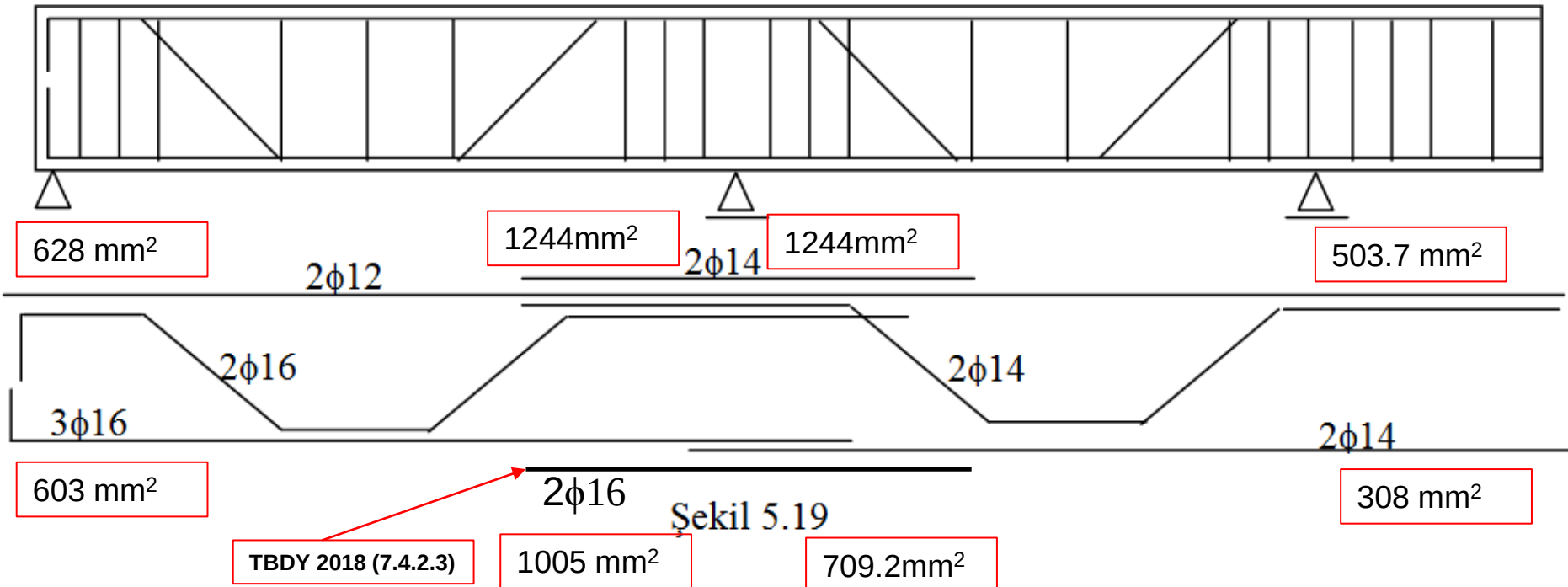
$$V_d = V - P_d \left(d + \frac{a}{2} \right) = 161.63 - 50 \times \left(0.46 + \frac{0.3}{2} \right) = 131.13 \text{ kN}$$

60

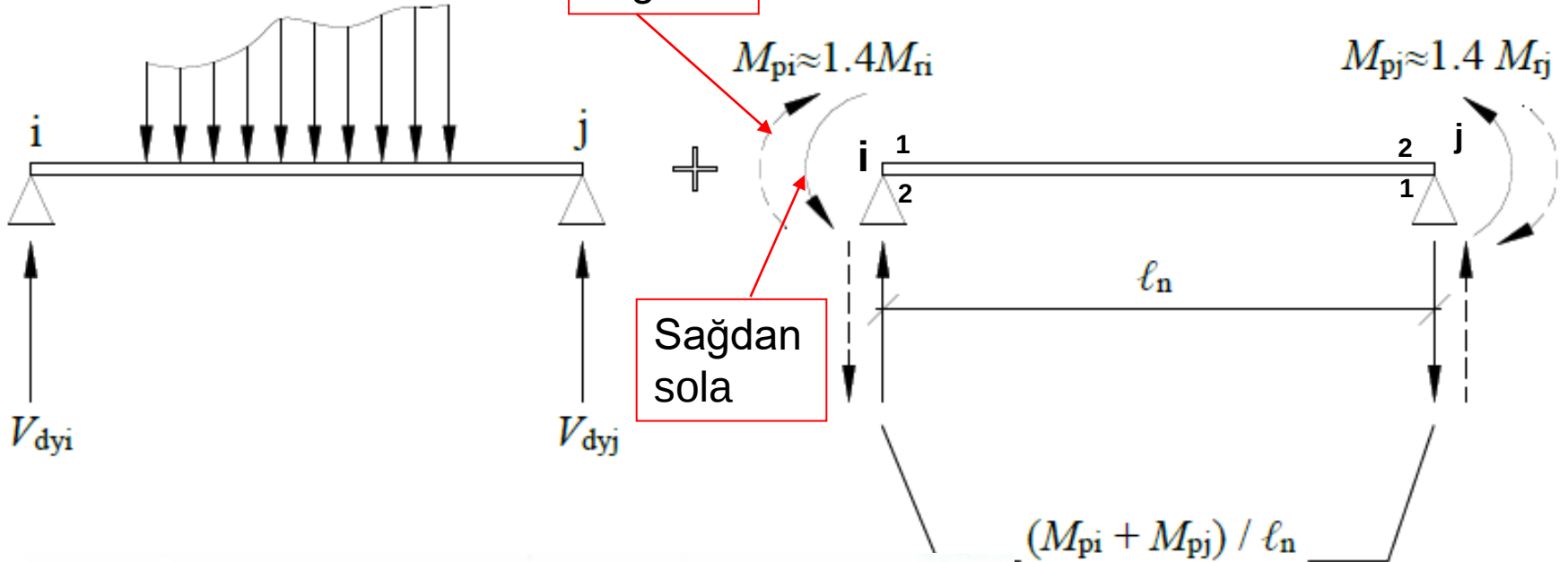
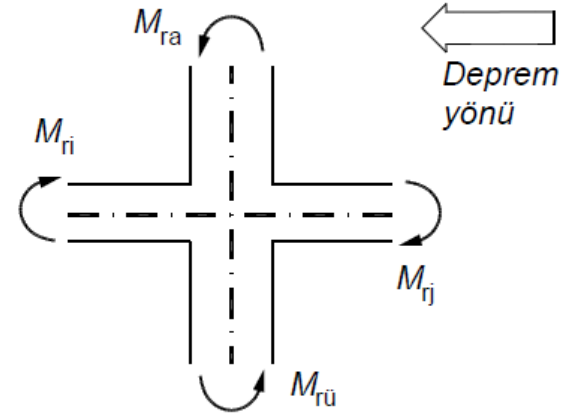
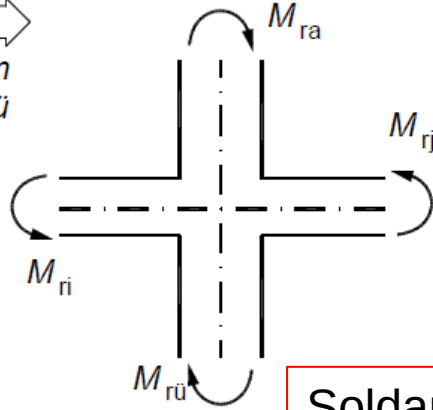
$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - 0.5 V_c}{f_{ywd} (d)} = \frac{(131.13 - 0.5 \times 59.8) \times 10^3}{191 \times 460} = 1.15 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

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

Donatı detayı:

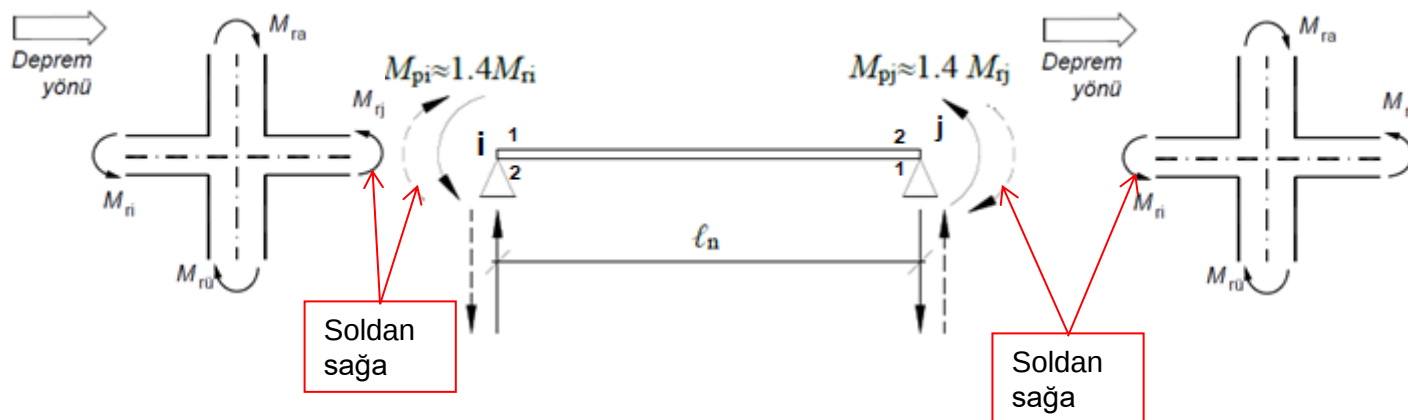
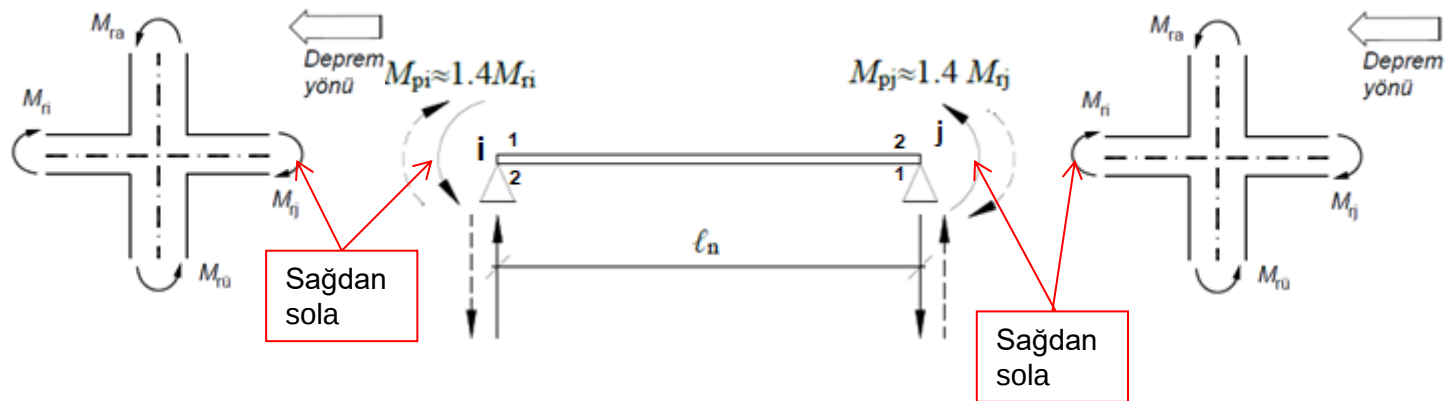


Deprem
yönü



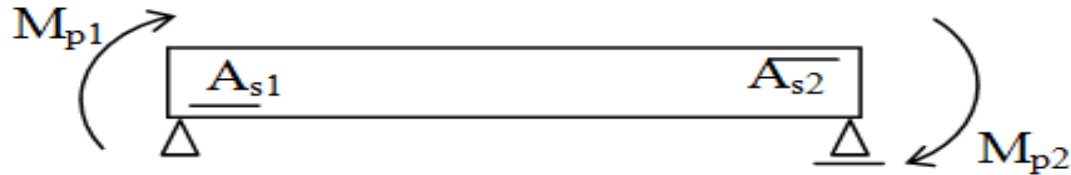
$$V_e = \frac{M_{pi1} + M_{pj1}}{\ell_n} + V_{dy} \quad \text{veya} \quad V_e = \frac{M_{pi2} + M_{pj2}}{\ell_n} + V_{dy}$$

TBDY 2018 Denk. (7.9)



K101 Deprem doğrultusu soldan sağa

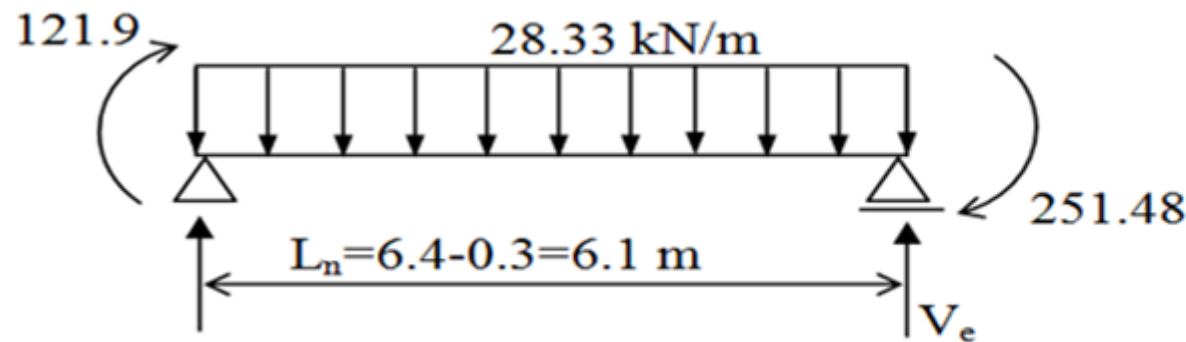
$$A_{s1}=3\phi 16=603 \text{ mm}^2, A_{s2}=2\phi 16+4\phi 14+2\phi 12=1244 \text{ mm}^2$$



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

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

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



Deprem durumunda;

$$p_e=p_d/1.5$$

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

$$V_e = \frac{P_d * L_n}{2} + \frac{(M_{p1} + M_{p2})}{L_n}$$

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



$$V_e - V_{dy} = 61.21 \text{ kN}$$

$$\frac{V_d}{2} = \frac{116.4}{2} = 58.2 \text{ kN} \left(\begin{array}{l} \text{Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem} \\ \text{yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesmekuvveti} \end{array} \right)$$

$$V_e - V_{dy} > \frac{V_d}{2} \text{ olduğundan } V_c = 0 \text{ alınacaktır.}$$

$$V'_{ec} = V_e - (g + q)d$$

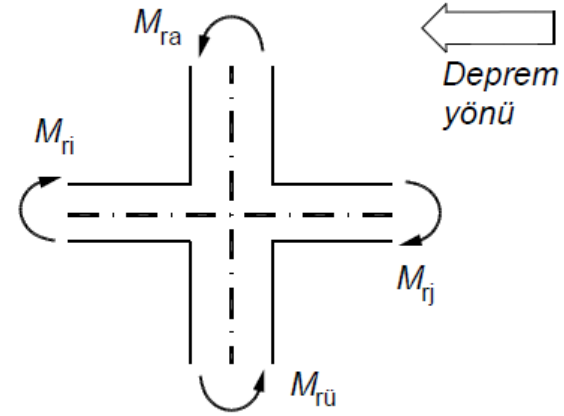
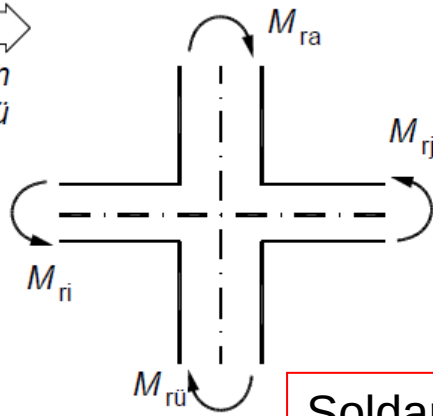
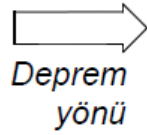
$$V'_{ec} = 147.6 - 28.33 * 0.460 = 134.57 \text{ kN} \quad V'_{ec} < V_d = 139.8 \text{ kN}$$

← 51

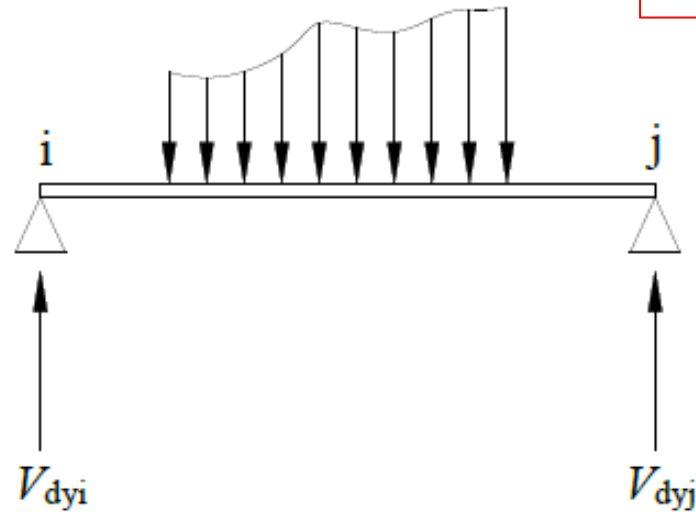
$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{ywd}d} = \frac{139.8 * 10^3}{191 * 460} = 1.59 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

↑
1.4g+1.6q birleşimi ile
mesnet yüzünden d
uzaklığında hesaplanan
kesme kuvveti

$$s = 98.7 \text{ mm} \quad \phi 10/9.5 \text{ cm}$$



Soldan
sağa

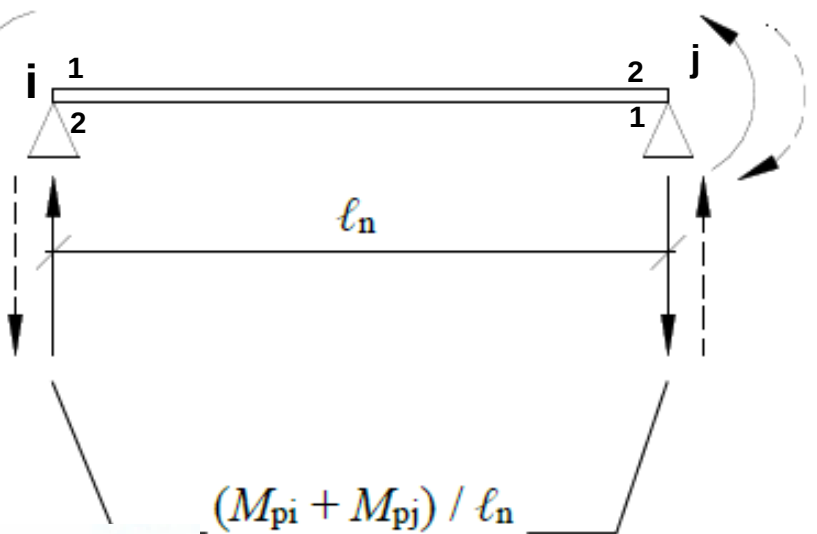


+

Sağdan
sola

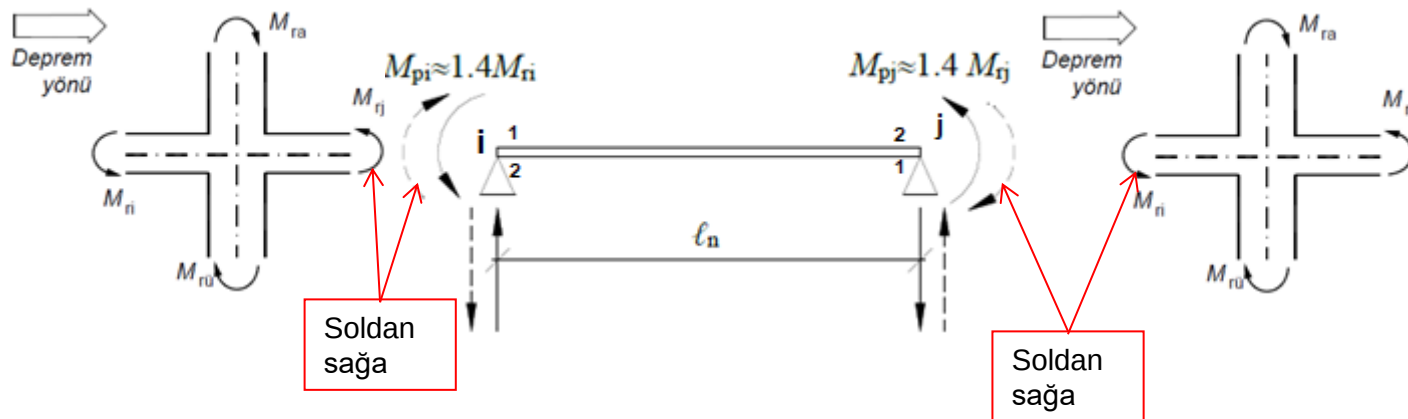
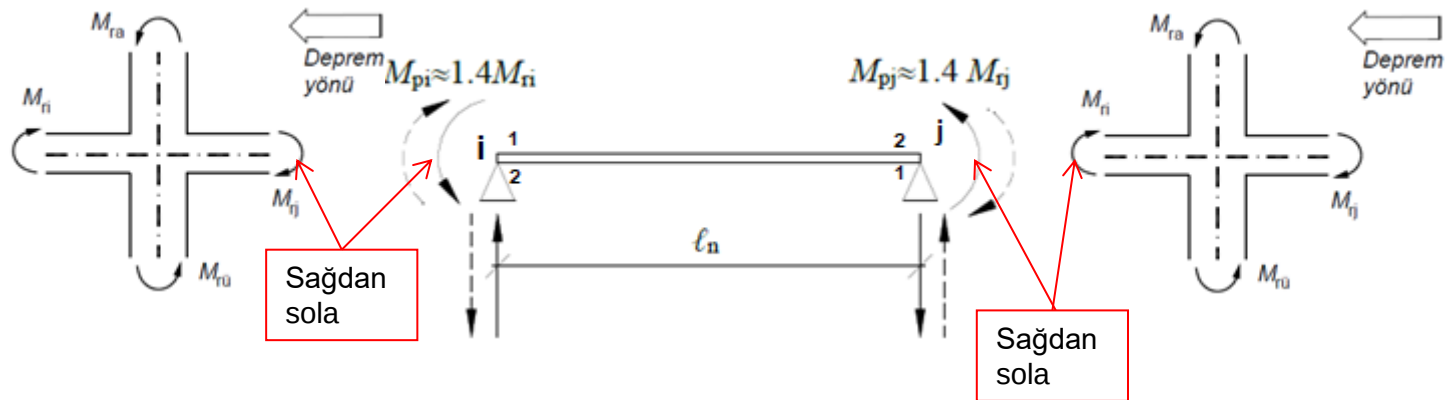
$$M_{pi} \approx 1.4 M_{ri}$$

$$M_{pj} \approx 1.4 M_{rj}$$



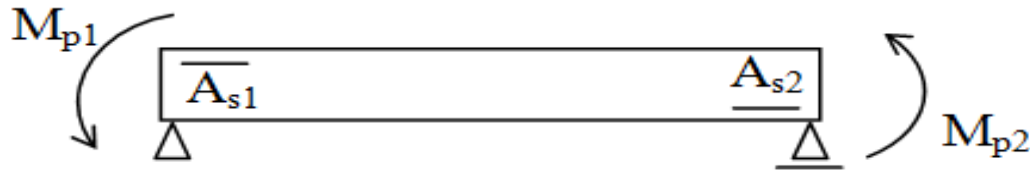
$$V_e = \frac{M_{pi1} + M_{pj1}}{l_n} + V_{dy} \quad \text{veya} \quad V_e = \frac{M_{pi2} + M_{pj2}}{l_n} + V_{dy}$$

TBDY 2018 Denk. (7.9)





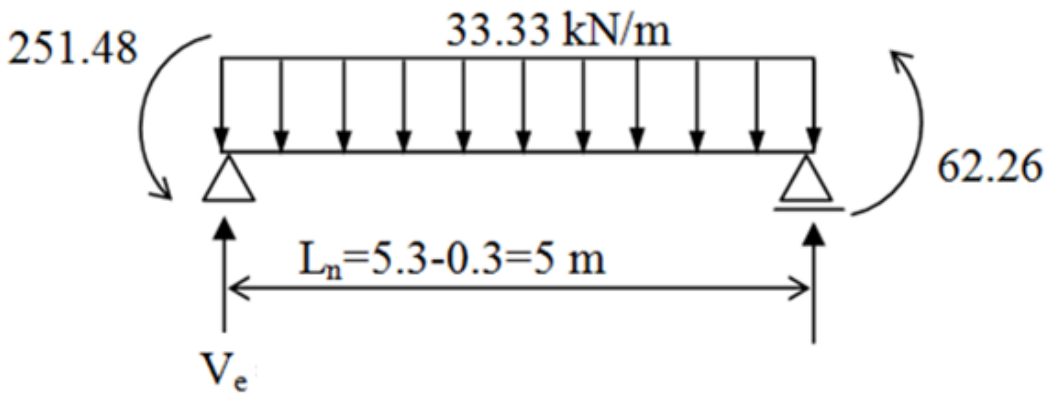
$$A_{s1}=2\phi 16+4\phi 14+2\phi 12=1244 \text{ mm}^2 \quad A_{s2}=2\phi 14=308 \text{ mm}^2,$$



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

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

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



Deprem durumunda;

$$p_e=p_d/1.5$$

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

$$V_e = \frac{P_d * L_n}{2} + \frac{(M_{p1} + M_{p2})}{L_n}$$

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

$$V_e - V_{dy} = 62.75 \text{ kN}$$

$$\frac{V_d}{2} = \frac{119}{2} = 59.5 \text{ kN} \left(\begin{array}{l} \text{Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem} \\ \text{yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesmekuvveti} \end{array} \right)$$

$$V_e - V_{dy} > \frac{V_d}{2} \text{ olduğundan } V_c = 0 \text{ alınacaktır.}$$

$$V'_{ec} = V_e - (g + q)d$$

$$V'_{ec} = 146.08 - 33.33 * 0.460 = 130.75 \text{ kN} \quad V'_{ec} < V_d = 131.13 \text{ kN}$$

52

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{ywd}d} = \frac{131.13 \cdot 10^3}{191 \cdot 460} = 1.49 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$s = 105.4 \text{ mm} \quad \phi 10/10.5 \text{ cm}$$

↑
1.4g+1.6q birleşimi ile
mesnet yüzünden d
uzaklığında hesaplanan
kesme kuvveti

Çalışma Soruları 1

Çalışma Soruları 2

Sonraki Bölüm