

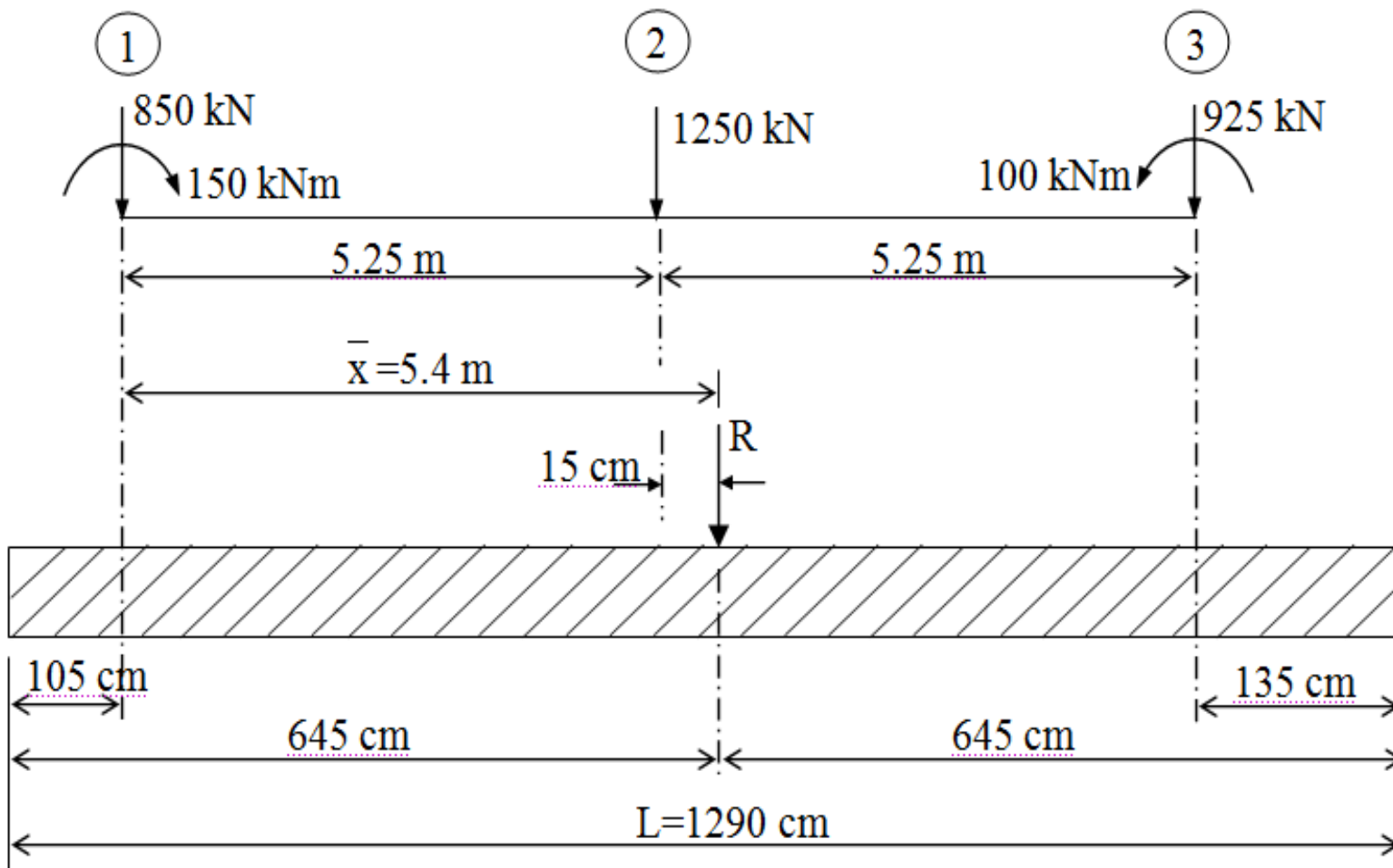
BETONARME TEMELLER

ÖRNEK PROBLEM ÇÖZÜMLERİ(SÜREKLİ TEMEL)

Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Örnek 4

Şekilde verilen sürekli temeli boyutlandırarak donatı hesabını yapınız. Malzeme C20 S220, zemin emniyet gerilmesi, $\sigma_{z, em}=225 \text{ kN/m}^2$, paspayı=5 cm ve kolon boyutları 40x40 cm.



Ön tasarım:

$$f_{zu} = 1.5 (\sigma_{z, em}) = 1.5 \times 225 = 337.5 \text{ kN/m}^2, \quad R = 850 + 1250 + 925 = 3025 \text{ kN}$$

① Noktası etrafında moment alınarak;

$$150 + 1250 \times 5.25 + 925 \times 10.5 - 100 = 3025 \times (\bar{x})$$

$\bar{x} = 5.4 \text{ m}$ olarak bileşke kuvvetin etkime noktası bulunur.

$$a_1 = l/5 = 525/5 = 105 \text{ cm}, \text{ temelin yarı uzunluğu} = 540 + 105 = 645 \text{ cm.}$$

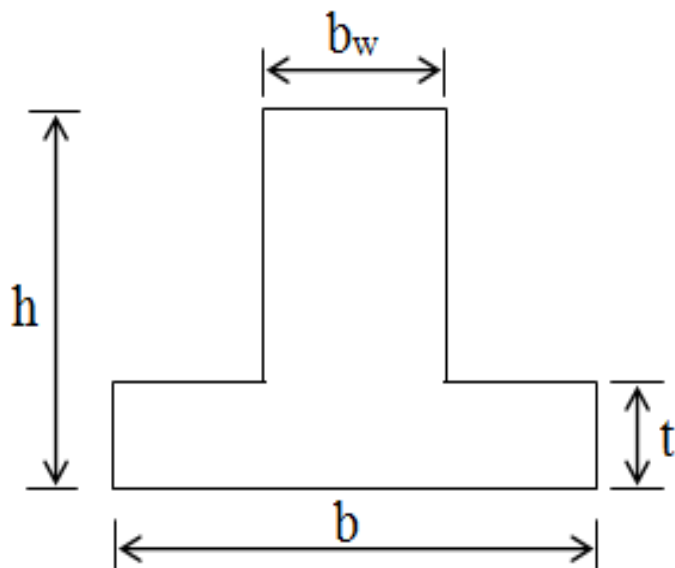
$$\text{Temel boyu, } L = 645 \times 2 = 1290 \text{ cm} \quad a_2 = 12.90 - 2 \times 5.25 - 1.05 = 1.35 \text{ m}$$

$$\text{Temel genişliği, } b = \frac{\sum N_d}{L f_{zu}} = \frac{3025}{12.9 \times 337.5} = 0.694 \text{ m.}$$

Emniyetli yönde kalmak için temel genişliği bir miktar arttırılmalıdır. Bu durumda;

$b = 80 \text{ cm}$ kabul etmek uygun olacaktır.

Temel kiriş genişliği, $b_w=50$ cm ve tabla kalınlığı, $t=20$ cm kabul edilirse;



Zemin gerilmesi:

$$\sigma_z = \frac{\sum N_d}{L (b)} = \frac{3025}{12.9 \times 0.8} = 293.1 \text{ kN/m}^2$$

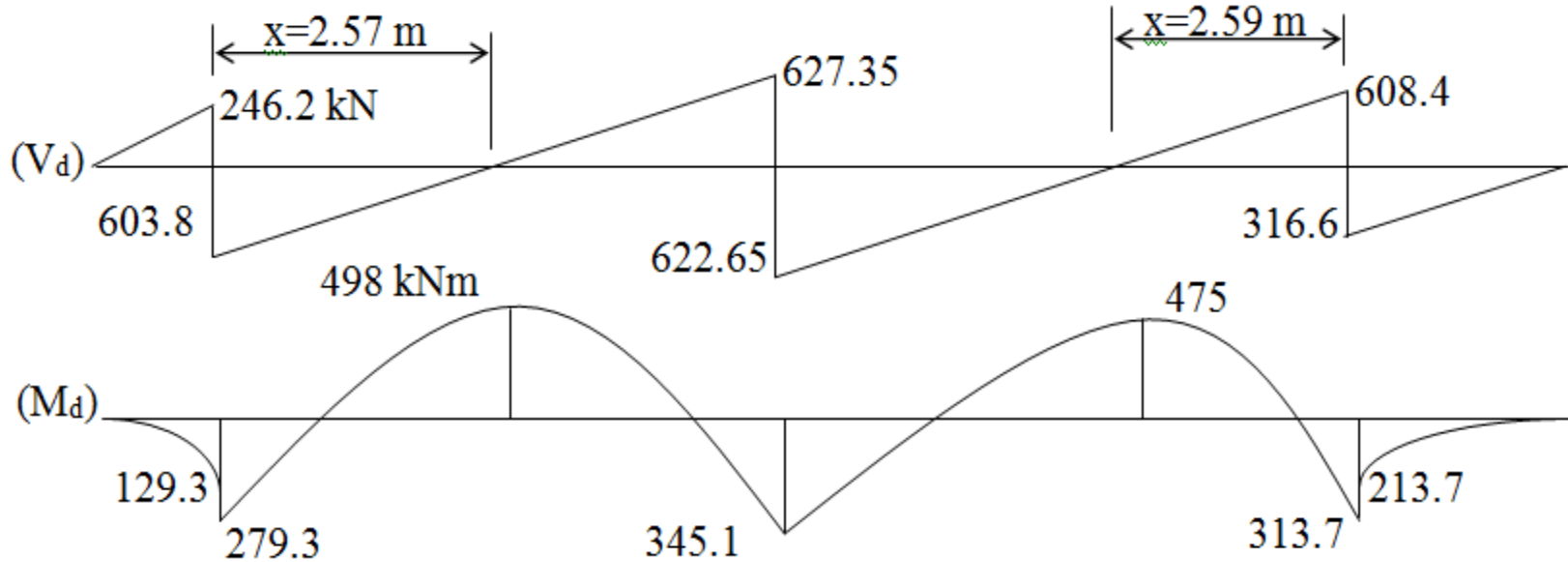
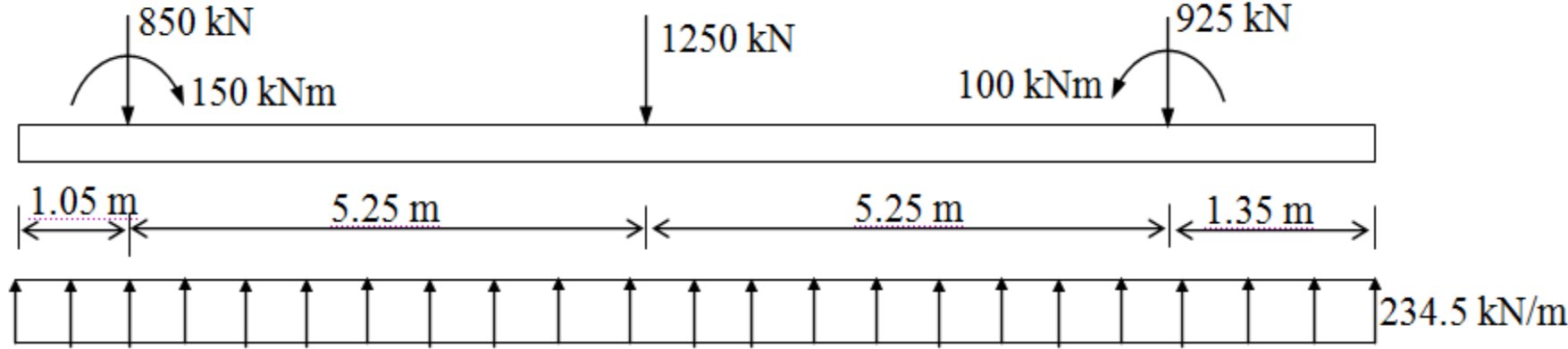
$h=100$ cm kabul edilirse ($d=95$ cm)

$f_{zn}=f_{zu}-18 h=337.5-18 \times 1.0=319.5 \text{ kN/m}^2 > \sigma_z$ Boyutlar uygun bulunmaktadır.

Kesin tasarım:

1.0 metre boya karşılık gelen zemin gerilmesi:

$$q_z = \frac{\sum N_d}{L} = \frac{3025}{12.9} = 234.5 \text{ kN/m}$$



Kesme hesabı:

$$\max V=627.35 \text{ kN}, \quad V_d=V-q_z(d+\frac{a}{2}), \quad V_d=627.35-234.5\times(0.95+\frac{0.4}{2})=357.67 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = \gamma f_{ctd} b d = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 500 \times 950 = 308.75 \text{ kN}$$

$V_d > V_{cr}$ olduğundan kiriş genişliği bir miktar arttırılmalıdır. $b_w=60$ cm seçilir, bu durumda

$$V_{cr} = \gamma f_{ctd} b d = 0.65 \times 1 \times 10^{-3} \times 600 \times 950 = 370.5 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.8V_{cr} = 0.8 \times 370.5 = 296.4 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d - V_c}{f_{ywd} d} = \frac{(357.67 - 296.4) \times 10^3}{191 \times 950} = 0.34 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w, \quad \min \frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \times \frac{1}{191} \times 600 = 0.94 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\phi 10 \text{ seçilirse; } A_{sw}=157.08 \text{ mm}^2, \quad \frac{157.08}{s} = 0.94 \text{ s}=167 \text{ mm } \phi 10/16 \text{ cm etriye}$$

Eğilme hesabı:

Açıklıkta tabla basınç bölgesinde, mesnetlerde ise çekme bölgesinde kalacaktır.

(1)-(2) aksı arası açıklık momenti, $M_d=498 \text{ kNm}$ $K_l = \frac{4.95}{13 \times 10^{-3}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN}$

$$K = \frac{b_w d^2}{M_d}, \quad K = \frac{600 \times 950^2}{498 \times 10^3} = 1087 \text{ mm}^2/\text{kN} > K_l$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} (j) d}, \quad A_s = \frac{498 \times 10^6}{191 \times 0.9 \times 950} = 3049.5 \text{ mm}^2 \quad \text{olarak donatı hesaplanır.}$$

Seçilen donatı: $4\phi 20 \text{ düz} + 6\phi 20 \text{ pilye} = 3140 \text{ mm}^2 > \min A_s$

$$\min A_s = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} b_w d = 2387 \text{ mm}^2 \quad \min A_s = 0.8 \frac{1}{191} 600 \times 950 = 2387 \text{ mm}^2$$

(2)-(3) arası açıklık momenti, $M_d=475 \text{ kNm}$, $A_s=\frac{475 \times 10^6}{191 \times 0.9 \times 950}=2908.6 \text{ mm}^2 > \min A_s$

Seçilen donatı: $4\phi 20 \text{ düz} + 6\phi 20 \text{ pilye}=3140 \text{ mm}^2 > \min A_s$

(1) Nolu mesnet: $M_d=M-V \frac{a}{3}$, $M_d=279.3-246.2 \times \frac{0.4}{3}=246.5 \text{ kNm}$

$A_s=\frac{246.5 \times 10^6}{191 \times 0.86 \times 950}=1580 \text{ mm}^2 < \min A_s=2387 \text{ mm}^2$ bu durumda $\min A_s$ geçerli

Mevcut donatı: $6\phi 20 \text{ pilye} + 5\phi 12 \text{ montaj}=2449 \text{ mm}^2 > 2387 \text{ mm}^2$ Ek donatı gerekmez!

(2) Nolu mesnet: $M_d=345.1-622.65 \times \frac{0.4}{3}=262.1 \text{ kN m}$

$A_s=\frac{262.1 \times 10^6}{191 \times 0.86 \times 950}=1679.6 \text{ mm}^2 < \min A_s=2387 \text{ mm}^2$

Mevcut donatı: $6\phi 20 \text{ pilye} + 6\phi 20 \text{ pilye} + 5\phi 12 \text{ montaj}=4133 \text{ mm}^2 > 2387 \text{ mm}^2$ Ek donatı gerekmez!

$$(3) \text{ Nolu mesnet: } M_d = 313.7 - 316.6 \times \frac{0.4}{3} = 271.5 \text{ kNm}$$

$$A_s < \min A_s = 2387 \text{ mm}^2$$

Mevcut donatı: $6\phi 20$ pilye + $5\phi 12$ montaj = $2449 \text{ mm}^2 > 2387 \text{ mm}^2$ donatı gerekmez!

Pabucun alt tablasının dışa taşan parçaları bir konsol gibi çalışacağından kontrol edilmesi gerekmektedir. ($b_w = 1 \text{ m}$, $h = 20 \text{ cm}$, $d = 15 \text{ cm}$).

$$\sigma_z = 234.5 \text{ kN/m}^2$$

$$1 \text{ m konsol genişliği için } q_{z2} = 234.5 \text{ kN/m}$$

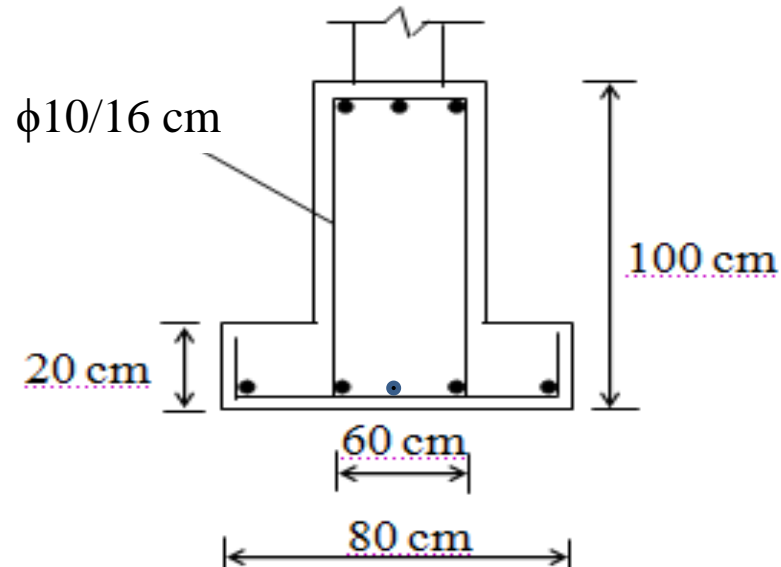
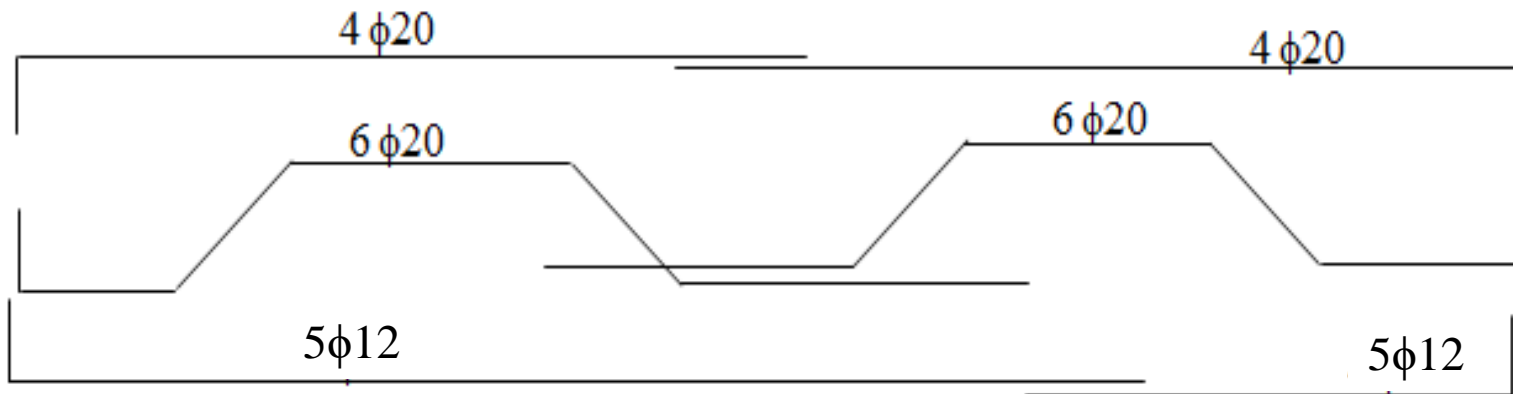
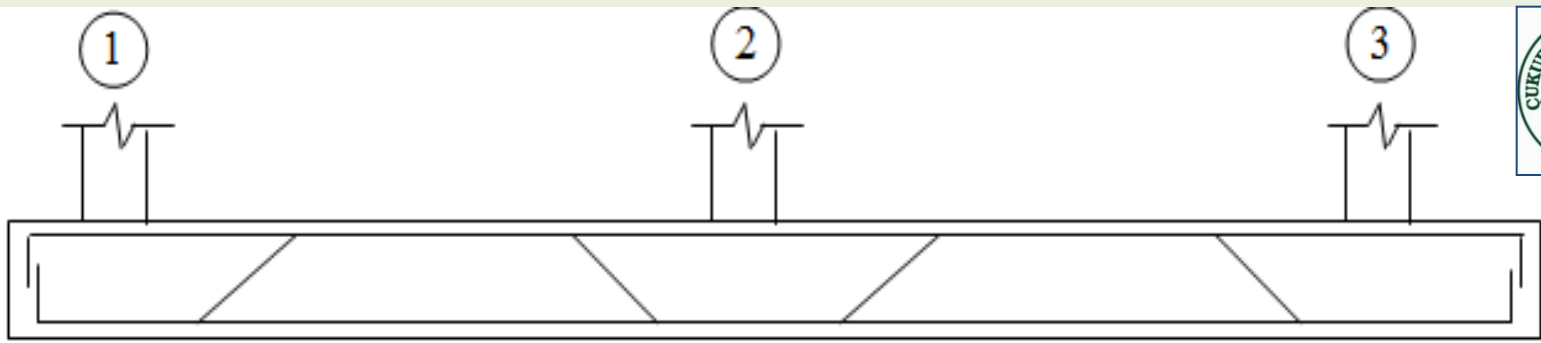
$$\text{Konsol açıklığı}=(0.8-0.6)/2=0.1 \text{ m}$$

$$M_d=234.5 \times (0.1)^2/2=1.17 \text{ kNm}$$

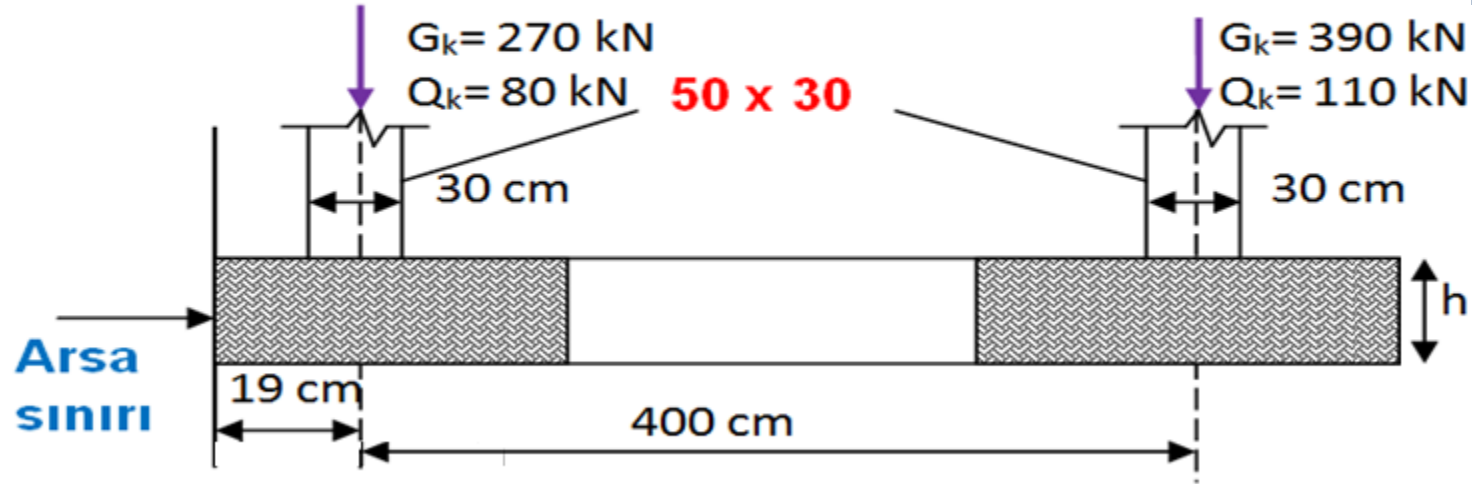
$$M_{cr}=f_{ctf} \frac{I}{y}, \quad (f_{ctf}=2 f_{ctd}), \quad I=1000 \times \frac{200^3}{12} = 666.66 \times 10^6, \quad y=100 \text{ mm}$$

$$M_{cr}=2 \times 1 \times \frac{666.66 \times 10^6}{100} \times 10^{-6} = 13.3 \text{ kNm}$$

$M_d < M_{cr}$ olduğundan donatı gerekmez $\phi 10 / 16$ cm etriye kolları tablaya doğru uzatılır



Örnek 5:



Malzeme C20, S420 ($f_{cd} = 13$ N/mm², $f_{yd} = 365$ N/mm²)

($f_{ctd} = 1.1$ N/mm²)

Zemin emniyet gerilmesi: 200 kN/m²

Kolonların altındaki tekil sömeller birbirlerine bağ kirişi ile bağlanacaktır.

Müsaade edilen zemin gerilmesi= 200 kN/m^2

Temel ağırlığı (h=40 cm seç)= $24*0.4=9.6 \text{ kN/m}^2$

$$q_{net} = 190.4 \text{ kN/m}^2 (\text{servis})$$

Eş değer zemin gerilmesi (taşıma gücü)=

$$190.4*506/(270+80)=275.3 \text{ kN/m}^2$$

1 Nolu Sömel

$$\text{Tasarım yükü} = 270 \cdot 1.4 + 80 \cdot 1.6 = 506 \text{ kN}$$

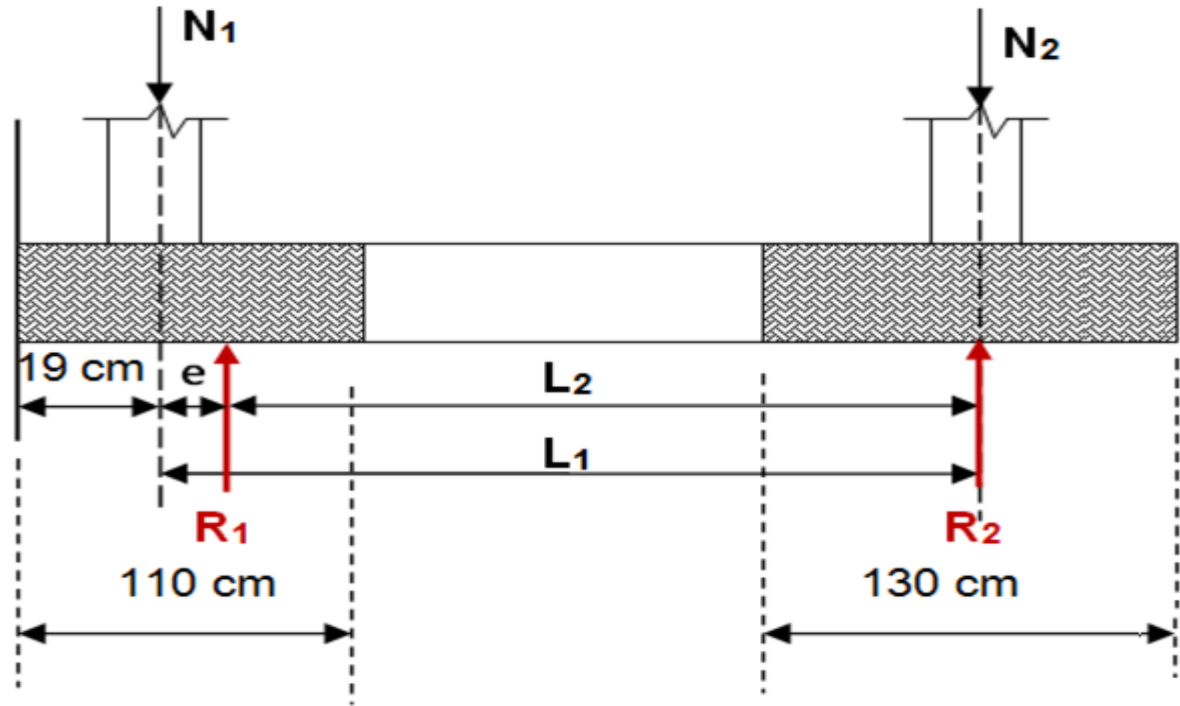
$$\frac{A_{1y}}{A_{1x}} = \frac{50}{30} \quad A_{1y} = \frac{5}{3} A_{1x}$$

$$A_{1x} \cdot A_{1y} = \frac{N}{q_{net}} \quad \frac{5}{3} A_{1x}^2 = \frac{N}{q_{net}} = \frac{506}{275.3} \quad A_{1x} = 1.05 \text{ m}$$

$A_{1x} = 1.10 \text{ m}$ seçilirse $A_{1y} = 1.83 \text{ m}$ olur.

- 1 nolu sömelin boyutları 110*190 cm seçilir.

1 nolu kolonun altına sömel simetrik olarak yerleştirilmediğinden (arsa sınırından dolayı) seçilen sömelin boyutlarının eksantrik konum için yeterli olup olmadığı araştırılmalıdır.



$$e = 1.10/2 - (0.19) = 0.55 - 0.19 = 0.36 \text{ m}$$

2 nolu sömelin simetri eksenini kolon aksı ile çakıştığından eksantrisite yoktur.

$$N_1 L_1 - R_1 L_2 = 0$$

$$R_1 = \frac{N_1 L_1}{L_2} = \frac{506 * 4}{4 - 0.36} = 556 \text{ kN}$$

Sömel boyutlarının $R_1 = 556 \text{ kN}$ 'luk bir kuvveti, zemin taşıma gücü aşılmadan taşıyıp taşımadığı kontrol edilmelidir.

$$q_{net} = \frac{556}{1.1 * 1.9} = 266 \text{ kN/m}^2 < 275.3 \text{ kN/m}^2$$

O halde seçilen sömel boyutları yeterlidir.

2 Nolu Sömel

Düşey kuvvetlerin dengesi sağlanacak şekilde 2 nolu sömelde oluşan toplam reaksiyon bulunur.

$$R_2 = N_1 + N_2 - R_1 = 506 + \overbrace{(390 * 1.4 + 110 * 1.6)}^{722 \text{ kN}} - 556 = 672 \text{ kN}$$

$$\frac{5}{3} A_{2x}^2 = \frac{N}{q_{net}} = \frac{672}{275.3} \quad A_{2x} = 1.21 \text{ m} \quad A_{2y} = \frac{5}{3} A_{2x}$$

$A_{2x} = 1.30 \text{ m}$ Seçilirse $A_{2y} = 2.17 \text{ m}$ olur.

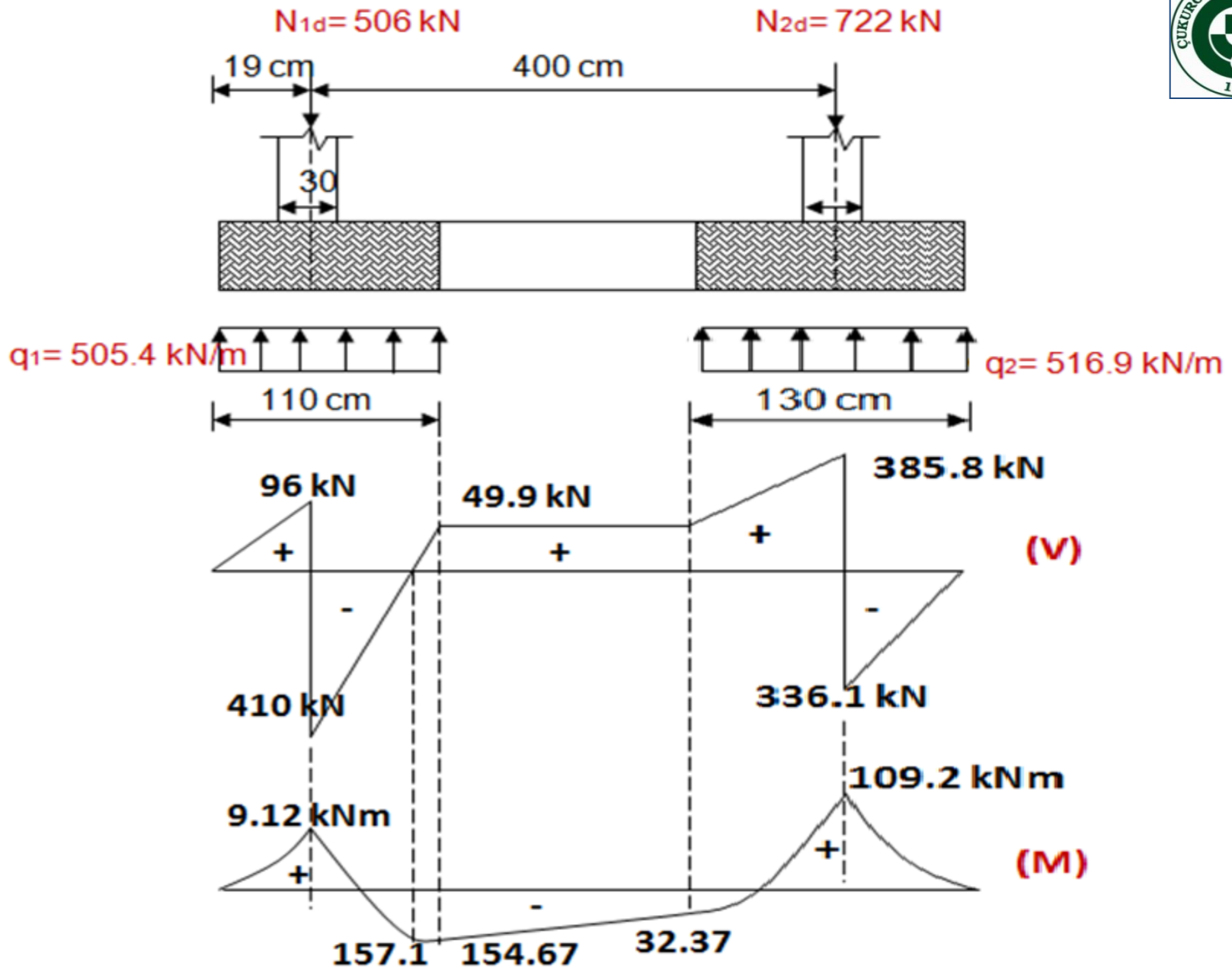
- 2 nolu sömelin boyutları 130*220 cm seçilir.

Bundan sonra sömelin altındaki eşit yayılı zemin gerilmeleri hesaplanır. Sömelleri birbirine bağlayan kirişin altındaki zemin gerilmeleri ihmal edilecektir. Dikkat edilirse; eksantrisiteden dolayı oluşan moment, kirişi zeminden ayırmaya çalışacağından bu gerilmeler ya çekme olacaktır (ki bu durumda hesaba alınmamaları gerekir) ya da çok küçük olacağından ihmal edilebilecektir.

$$q_{sp1} = \frac{556}{1.10} = 505.4 \text{ kN/m} \quad \text{net zemin gerilmesi} = \frac{505.4}{1.9} = 266 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sp2} = \frac{672}{1.30} = 516.9 \text{ kN/m} \quad \text{net zemin gerilmesi} = \frac{516.9}{2.20} = 234.9 \text{ kN/m}^2$$

Net zemin gerilmeleri $< 275.3 \text{ kN/m}^2 \checkmark$



SÖMELLERİN KESİN TASARIMI

1 Nolu Sömel

$h = 40$ cm seçildi. ($d = 36$ cm)

$$V'_d = 410 \text{ kN}$$

Kayma için kritik kesit kolon yüzünden d kadar uzaklıkta;

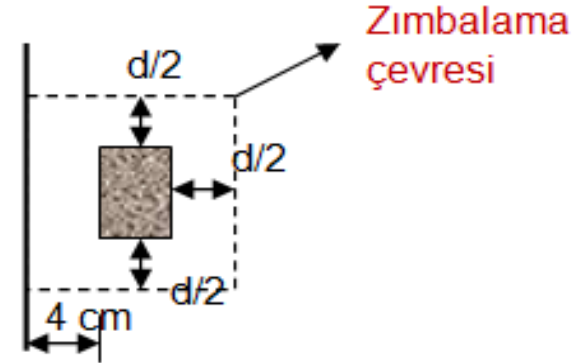
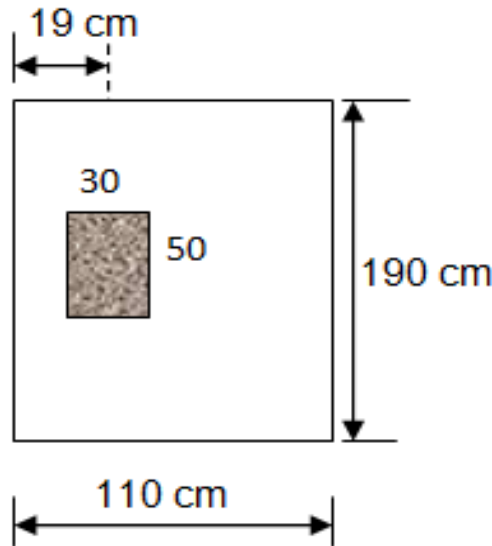
$$V_d = 410 - 505.4 \left(\frac{0.30}{2} + 0.36 \right) = 152.2 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 * 0.0011 * 1900 * 360 = 489.1 \text{ kN}$$

$$V_{cr} > V_d$$

Zımbalama kontrolü (1 NOLU SÖMEL)

$e=0.36$ m kolon eksenini ile temel merkezi



$$U_p = (50 + 36) + 2 \left(30 + \frac{36}{2} + 4 \right) = 190 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{e}{\sqrt{b_1 b_2}}} = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{0.4 * 0.36}{\sqrt{0.52 * 0.86}}} = 0.76$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d = 0.76 * 0.0011 * 1900 * 360 = 571.8 \text{ kN}$$

Zımbalama Yüğü $A_p = (50 + 36) * 10^{-2} * \left(30 + \frac{36}{2} + 4\right) * 10^{-2}$

$$V_{pd} = F_d - F_a$$


$$F_d = F_1 = 506 \text{ kN}$$

$$F_a = (50 + 36) * 10^{-2} * \left(30 + \frac{36}{2} + 4\right) * 10^{-2} * q_{sp} = 0.4472 * 266$$

$$= 118.95 \text{ kN}$$

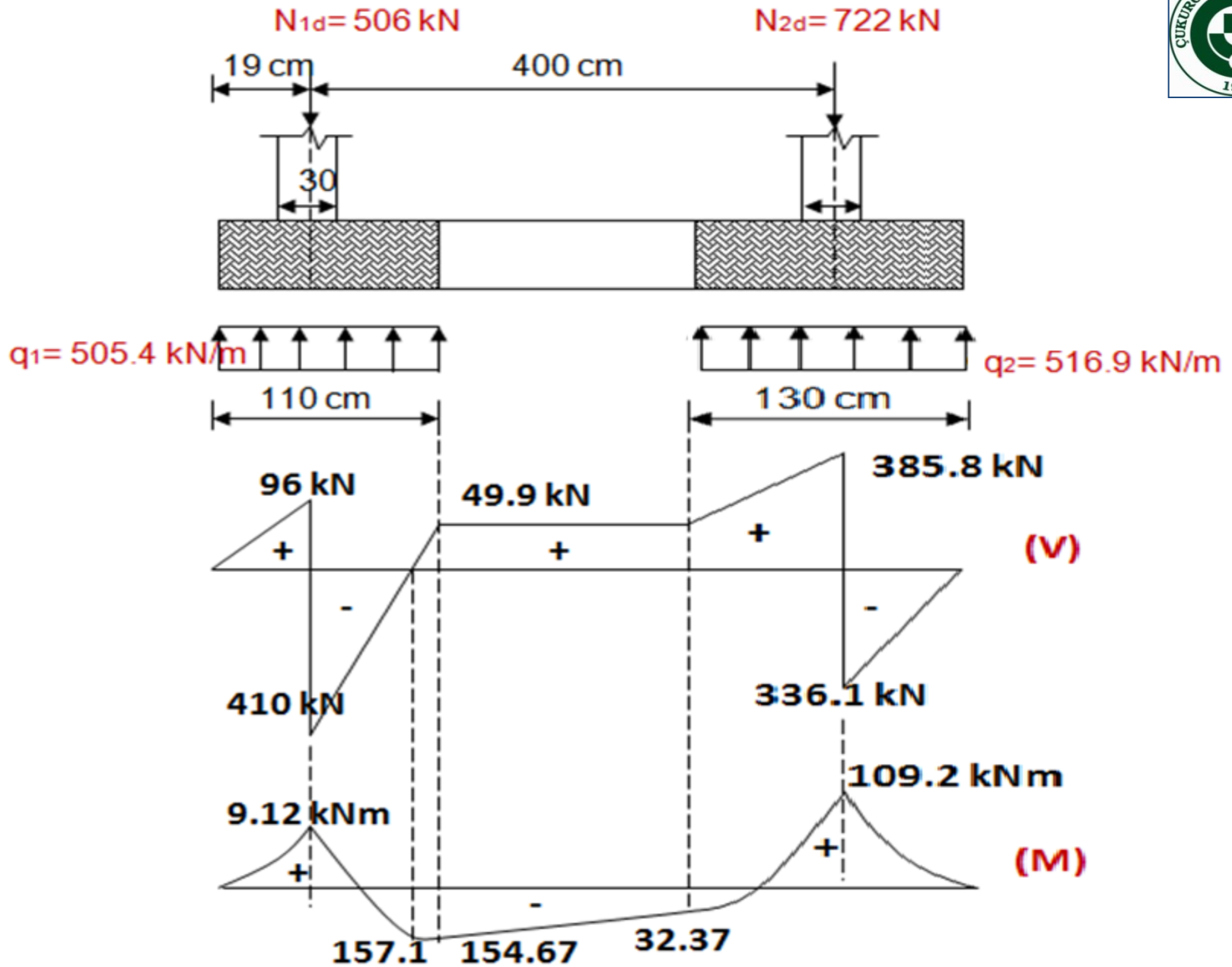
$$V_{pd} = 506 - 118.95 = 387 \text{ kN} < V_{pr} \quad \checkmark$$

Boyuna donatı hesabı (x yönünde)

-M= 157.1 kNm (donatı yukarıda d= 40-4=36 cm) 

$$K = \frac{b_w d^2}{M} = \frac{1900 * 360^2}{157100} = 1567.4 \text{ mm}^2/\text{kN}$$

$$K_1 = \frac{4.95}{13 * 10^{-3}} = 380 \text{ mm}^2/\text{kN} < K \quad (\text{BOYUT YETERLİ!})$$



$$A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{157.1 * 10^6}{365 * 0.86 * 360} = 1390 \text{ mm}^2 \text{ (6}\phi\text{18 üstte)}$$

$$+M = 9.2 \text{ kNm}$$

$$d = 34 \text{ cm altta ikinci sıra}$$

$$A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{9.2 * 10^6}{365 * 0.86 * 340} = 86 \text{ mm}^2$$

$$\min A_s = 0.0015 * b * d = 0.0015 * 1900 * 340 = 969 \text{ mm}^2$$

(7 ϕ 14 altta ikinci sıra)

Boyuna donatı hesabı (y yönünde)

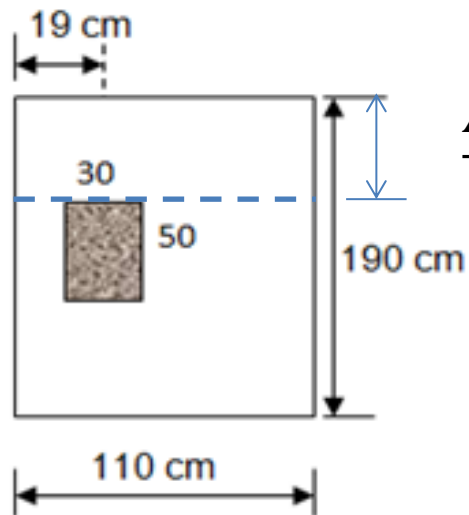
$$+M_y = \frac{N_{1d}}{8} (A_y - a_y) = \frac{506}{8} (1.9 - 0.5) = 88.55 \text{ kNm}$$

$$K = \frac{b_w d^2}{M} = \frac{1100 * 360^2}{88.55 * 10^3} = 1609.9 \text{ mm}^2/\text{kN} > K_1$$

$$M_y = \left(\frac{A_y - a_y}{2}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{N_{1d}}{(A_y - a_y)} = \frac{N_{1d}}{8} (A_y - a_y)$$

$$+A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{88.55 * 10^6}{365 * 0.86 * 360} = 784 \text{ mm}^2$$

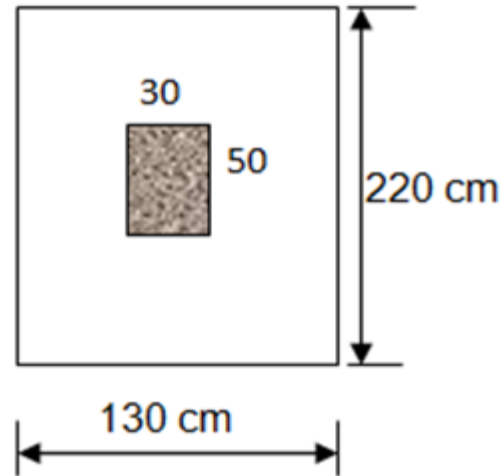
(4Ø16 altta birinci sıra)



$$\frac{A_y - a_y}{2}$$

$$M_y = \left(\frac{A_y - a_y}{2}\right)^2 \frac{1}{2} \frac{N_1 d}{(A_y - a_y)} = \frac{N_1 d}{8} (A_y - a_y)$$

Zımbalama kontrolü (2 NOLU SÖMEL)



Bağ kirişi olduğundan sömel derinliklerinin aynı olması gerekir. ($h = 40$ cm)

Kayma Hesabı

Net zemin gerilmesi = 234.9 kN/mm^2

- y yönünde (d kadar uzaklıkta)

$$V_{max} = 234.9 * 1.3 \left(\frac{2.2}{2} - \frac{0.5}{2} - 0.34 \right) = 155.7 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d = 0.65 * 0.0011 * 1300 * 340 = 316 \text{ kN} > V_{max}$$

Donatılandırma

x yönünde (d= 34 cm altta ikinci sıra)

$$M = 109.2 \text{ kNm}$$



$$K = \frac{b_w d^2}{M} = \frac{2200 * 340^2}{109200} = 2328.9 \text{ mm}^2/\text{kN} > K_1$$

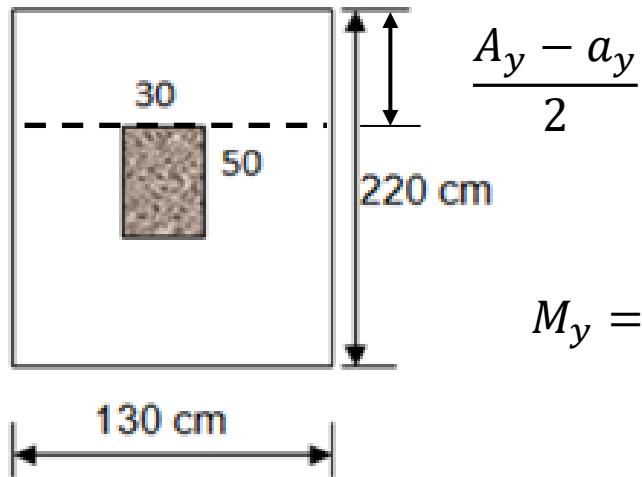
$$A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{109.2 * 10^6}{365 * 0.86 * 340} = 1023 \text{ mm}^2$$

(8Ø14 altta ikinci sıra)

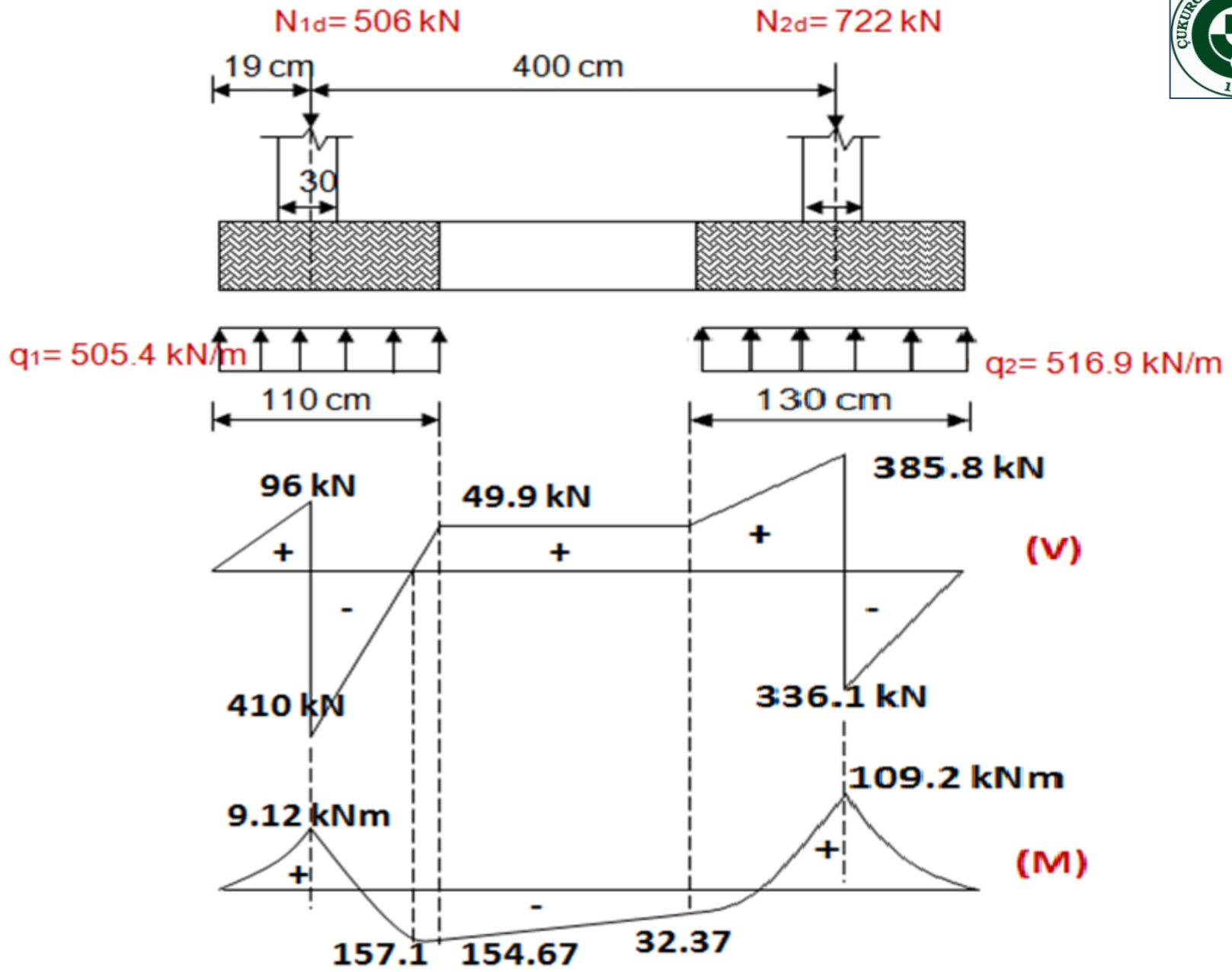
y yönünde (d= 36 cm altta birinci sıra)



$$+M_y = \frac{N_{2d}}{8} (A_y - a_y) = \frac{722}{8} (2.2 - 0.5) = 153.4 \text{ kNm}$$



$$M_y = \left(\frac{A_y - a_y}{2} \right)^2 \frac{1}{2} \frac{N_2 d}{(A_y - a_y)} = \frac{N_2 d}{8} (A_y - a_y)$$



$$+A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{153.4 * 10^6}{365 * 0.86 * 360} = 1358 \text{ mm}^2$$

(6Ø18 altta birinci sıra)

Bağ kirişinin kesin tasarımı (b= 100 cm)

$$d = 36 \text{ cm} \quad -M = 157.1 \text{ kNm}$$

$$K = \frac{b_w d^2}{M} = \frac{1000 * 360^2}{157100} = 824.9 \text{ mm}^2/\text{kN} > K_1$$

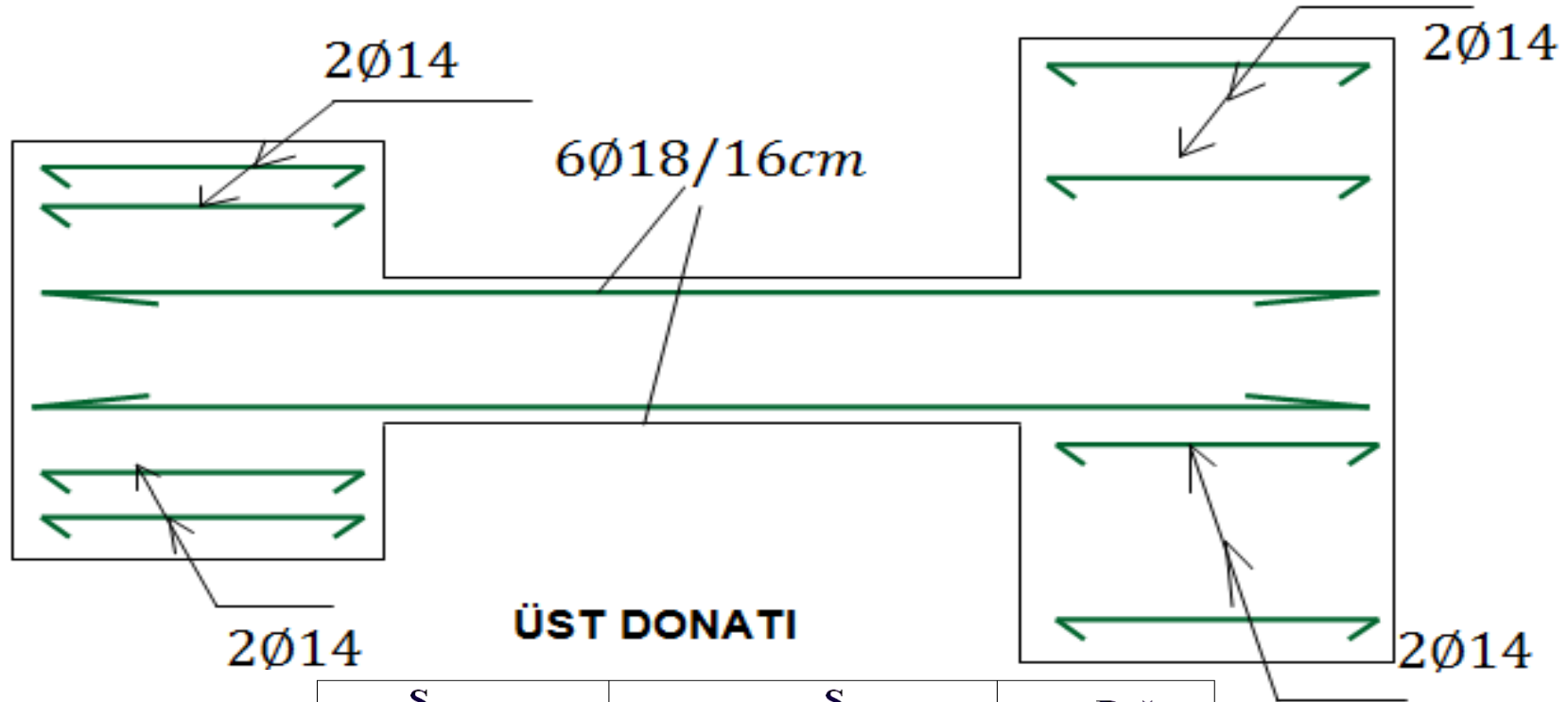
$$-A_s = \frac{M}{f_{yd} j_l d} = \frac{157.1 * 10^6}{365 * 0.86 * 360} = 1390 \text{ mm}^2$$

(6Ø18 üstte)

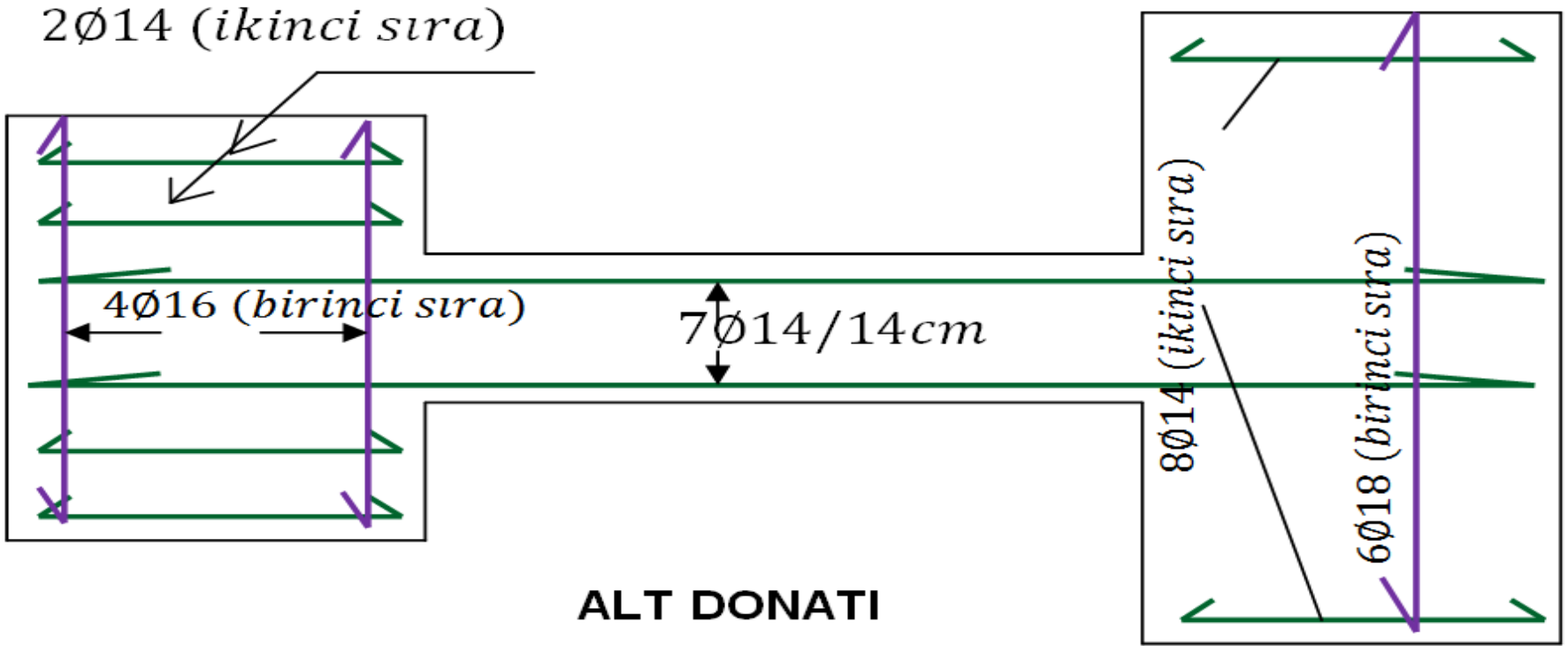
$$\begin{aligned} +A_s &= \min A_s = 0.0025 * b * d = 0.0025 * 1000 * 360 \\ &= 900 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(7Ø14 altta)

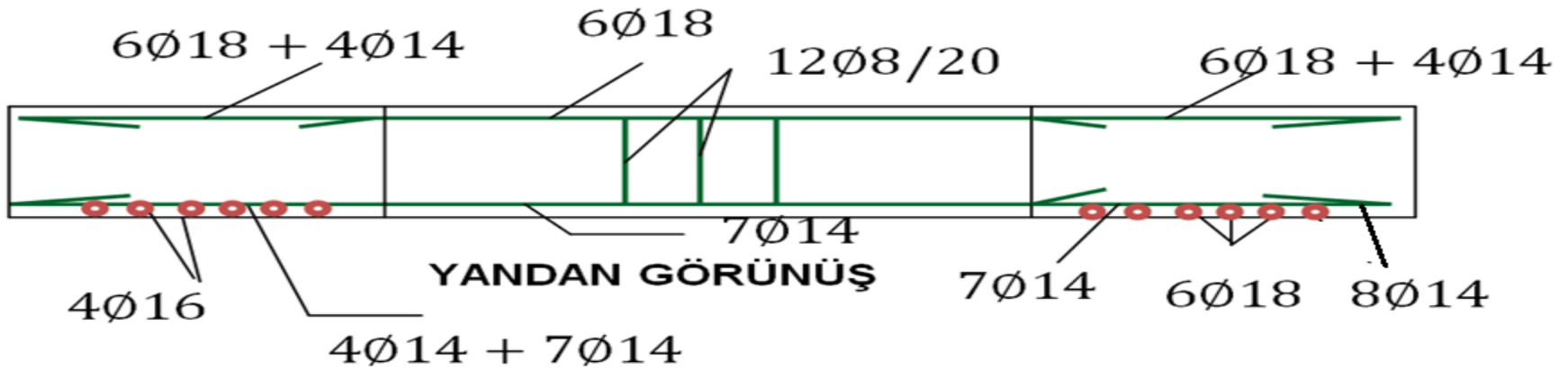
	S_1		S_2		Bağ Kirişi
	x yönü	y yönü	x yönü	y yönü	
ÜSTTE	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18
ALTTA	7Ø14 (2.sıra)	4Ø16 (1.sıra)	8Ø14 (2.sıra)	6Ø18 (1.sıra)	7Ø14



	S ₁		S ₂		Bağ Kirişi
	x yönü	y yönü	x yönü	y yönü	
ÜSTTE	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18
ALTTA	7Ø14 (2.sıra)	4Ø16 (1.sıra)	8Ø14 (2.sıra)	6Ø18 (1.sıra)	7Ø14



	S ₁		S ₂		Bağ Kirişi
	x yönü	y yönü	x yönü	y yönü	
ÜSTTE	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18
ALTTA	7Ø14 (2.sıra)	4Ø16 (1.sıra)	8Ø14 (2.sıra)	6Ø18 (1.sıra)	7Ø14



	S ₁		S ₂		Bağ Kirişi
	x yönü	y yönü	x yönü	y yönü	
ÜSTTE	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18 4Ø14	-	6Ø18
ALTTA	7Ø14 (2.sıra)	4Ø16 (1.sıra)	8Ø14 (2.sıra)	6Ø18 (1.sıra)	7Ø14

Sonraki Bölüm



Çukurova Üniversitesi

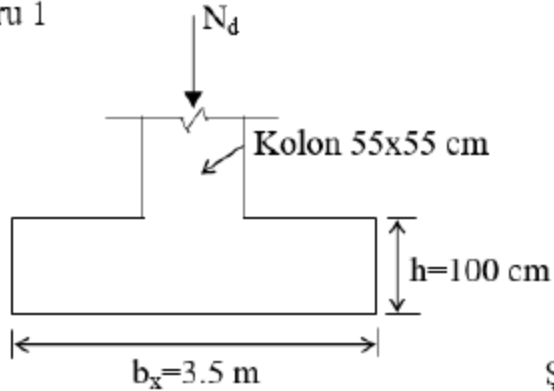
BETONARME 2

TEKİL TEMEL ÇALIŞMA SORULARI

Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Arş. Gör. Yük. Müh. Sedat KARAAHMETLİ

Soru 1



Şekil 7.22’de verilen tekil teme;

$G=2225$ kN

$Q=2286$ kN yük etki etmektedir,

$b_x=b_y=3.5$ m , $\sigma_{z,em}=385$ kN/m², malzeme C20, S420 ve paspayı=5 cm olduğuna göre temelin tasarımını yapınız.

Şekil 7.22

1) Temel Boyutlarının Kontrolü

$$f_{zu} = 1.5 * \sigma_{z,em} = 577.5 \text{ kN/m}^2$$

$$b_x * b_y > \frac{N_d}{f_{zu}}$$

$$3.5 * 3.5 > \frac{1.4G + 1.6Q}{f_{zu}}$$

$$12.25 > \frac{1.4 * 2225 + 1.6 * 2286}{577.5}$$

$$12.25 > 11.73 \text{ m}^2 \quad \text{Uygun}$$

2) Maksimum Gerilme Kontrolü

$$\sigma_{z\max} = \frac{N_d}{b_x b_y} + \frac{M_{dx} \frac{b_x}{2}}{\frac{1}{12} b_y b_x^3} \leq f_{zu}$$

$$\sigma_{z\max} = \frac{6772.6}{3.5 * 3.5} + 0 \leq 577.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z\max} = 552.9 \leq 577.5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Uygun}$$

3) Temel Kalınlığı h hakkında varsayım ve Net Zemin Dayanımı Kontrolü

$h = 1 \text{ m}$ kabul edildi.

$$d = h - d' = 1 - 0.05 = 0.95 \text{ m}$$

$$f_{zn} = f_{zu} - 18h = 577.5 - 18 * 1 = 559.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z\max} < f_{zn} \quad \text{olduğundan uygun}$$

4) Zımbalama kontrolü

$$b_x = a_x + d$$

$$b_x = 0.55 + 0.95$$

$$b_x = 1.5 \text{ m}$$

$$b_y = a_y + d$$

$$b_y = 0.55 + 0.95$$

$$b_y = 1.5 \text{ m}$$

$$U_p = 2(b_x + b_y) = 2(1.5 + 1.5) = 6 \text{ m}$$

$$A_p = b_x * b_y = 1.5 * 1.5 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p \sigma_{z0} = 6772.6 - 2.5 * 552.9 = 5528.7 \text{ kN}$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d = 1 * 1 * 6000 * 950 * 10^{-3} = 5700 \text{ kN}$$

$V_{pr} > V_{pd}$ olduğundan kalınlık yeterlidir.

5) Her iki doğrultuda kolon yüzündeki kesme kuvvetinin hesaplanması ve kontrolü

X Doğrultusu

$$V_{dx} = \sigma_{zo} \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right) b_y = 552.9 \left(\frac{3.5 - 0.55}{2} \right) 3.5 = 2854.2 \text{ kN}$$

$$V_{crx} = 1.0 * f_{ctd} * b_y * d = 1.0 * 1.0 * 3500 * 950 * 10^{-3} = 3325 \text{ kN}$$

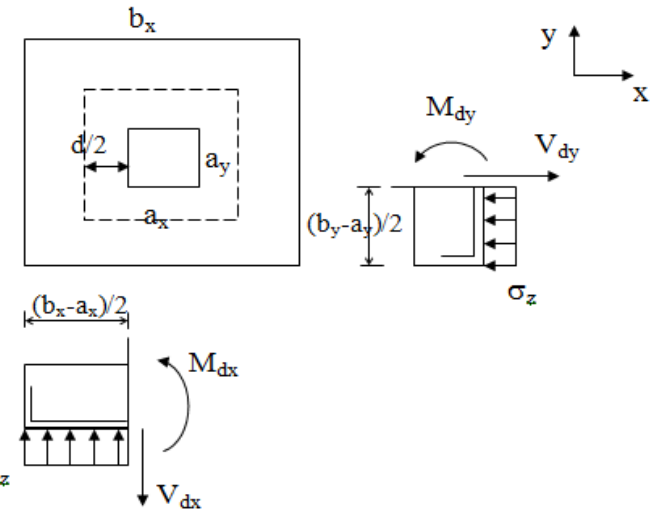
$V_{crx} > V_{dx}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

Y Doğrultusu

$$V_{dy} = \sigma_{zo} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right) b_x = 552.9 \left(\frac{3.5 - 0.55}{2} \right) 3.5 = 2854.2 \text{ kN}$$

$$V_{cry} = 1.0 * f_{ctd} * b_x * d = 1.0 * 1.0 * 3500 * 950 * 10^{-3} = 3325 \text{ kN}$$

$V_{cry} > V_{dy}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.



6) Her iki doğrultuda kolon yüzündeki momentin hesaplanması ve donatı hesabı

X Doğrultusu

$$M_{dx} = \frac{\sigma_{zo}}{2} \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right)^2 b_y = \frac{552.9}{2} \left(\frac{3.5 - 0.55}{2} \right)^2 3.5 = 2104.9 \text{ kNm}$$

$$K_x = \frac{b_y d^2}{M_{dx}} = \frac{3500 * 950}{2104.9} = 1501 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

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

$K_x > K_1$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

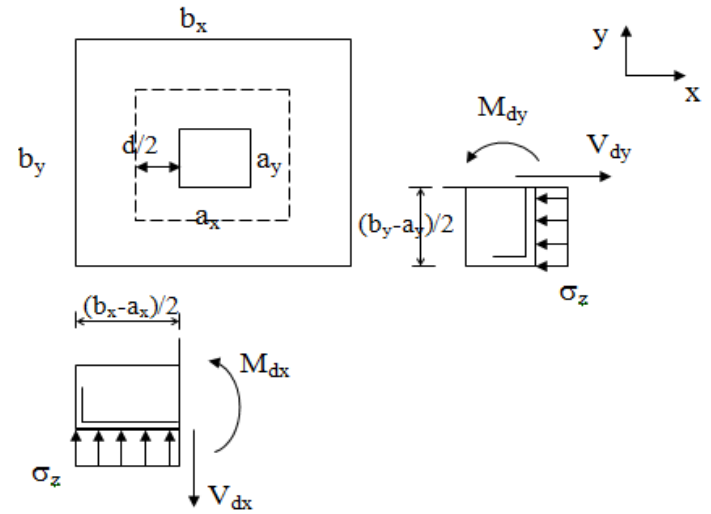
$$A_{sx} = \frac{M_{dx}}{f_{yd} * 0.86 * d} = \frac{2104.9 * 10^6}{365 * 0.86 * 950} = 7059 \text{ mm}^2$$

$$A_{sxmin} \geq 0.002 * b_y * d = 0.002 * 3500 * 950 = 6650 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx} > A_{sxmin}$$

Seçilen donatı
16 ϕ 24/22.5 cm

$$\text{Aralık} = \frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{3500 - 2 * 50}{15} = 226 \text{ mm}$$



Y Doğrultusu

$$M_{\phi y} = \frac{\sigma_{zo}}{2} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right)^2 b_x = \frac{552.9}{2} \left(\frac{3.5 - 0.55}{2} \right)^2 3.5 = 2104.9 \text{ kNm}$$

$$K_y = \frac{b_x d^2}{M_{\phi y}} = \frac{3500 \cdot 950}{2104.9} = 1501 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

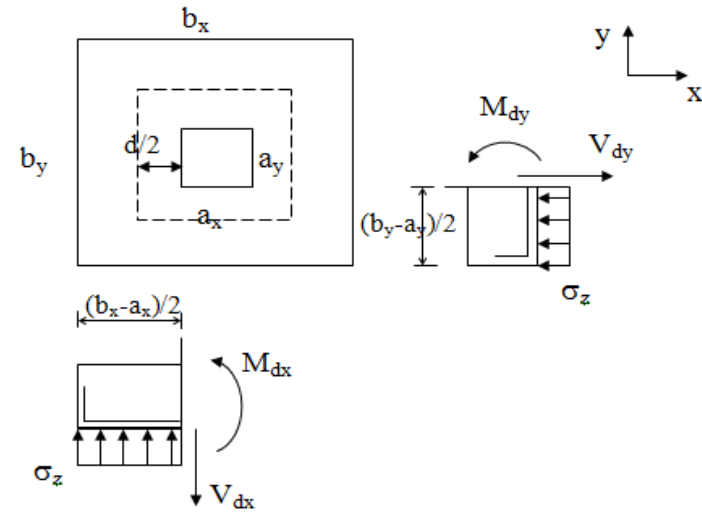
$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K_y > K_1$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

$$A_{sy} = \frac{M_{\phi y}}{f_{yd} \cdot 0.86 \cdot d} = \frac{2104.9 \cdot 10^6}{365 \cdot 0.86 \cdot 950} = 7059 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy \min} \geq 0.002 \cdot b_x \cdot d = 0.002 \cdot 3500 \cdot 950 = 6650 \text{ mm}^2$$

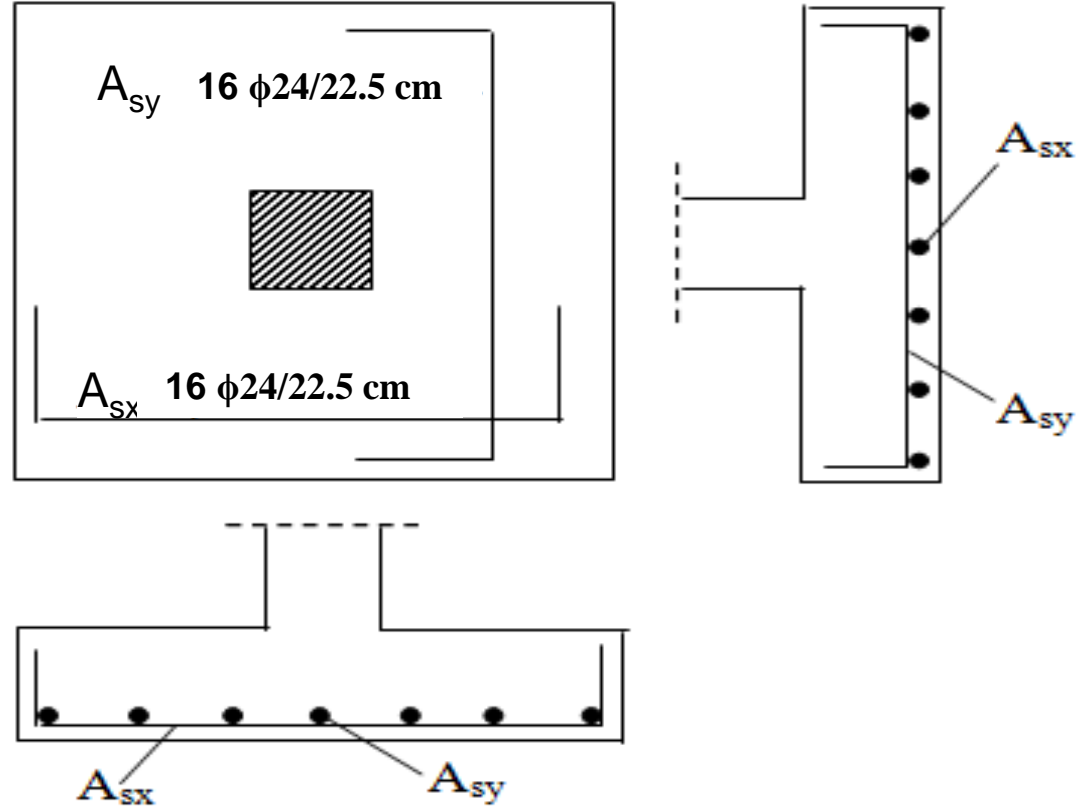
$$A_{sy} > A_{sy \min}$$



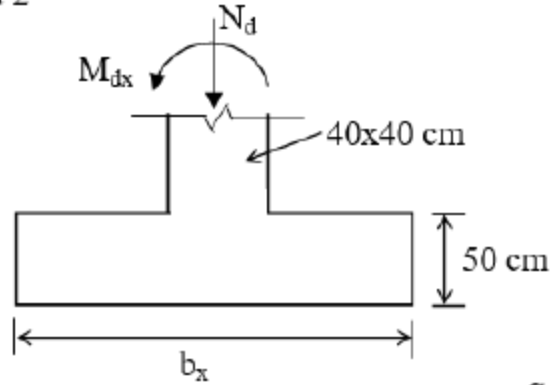
Seçilen donatı
16 ϕ 24/22.5 cm

$$\text{Aralık} = \frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{3500 - 2 \times 50}{15} = 226 \text{ mm}$$

Donatı şeması:



Soru 2



Şekil 7.23'te verilen temelde $N_d=1400$ kN, $M_{dx}=225$ kNm, ve $M_{dy}=0$ olduğuna göre $b_x=b_y=2.8$ m kabul ederek tekli kolon temelinin tasarımını yapınız. Malzeme C20, S420, $\sigma_{z,em}=180$ kN/m², paspayı=50 mm.

Şekil 7.23

1) Temel Boyutlarının Kontrolü

$$f_{zu} = 1.5 * \sigma_{z,em} = 270 \text{ kN/m}^2$$

$$b_x * b_y > \frac{N_d}{f_{zu}}$$

$$2.8 * 2.8 > \frac{1400}{270}$$

$$7.84 > 5.19 \text{ m}^2 \quad \text{Uygun}$$

2) Maksimum Gerilme Kontrolü

$$e_x = \frac{M_{ax}}{N_d} = \frac{225}{1400} = 0.16$$

$$e_x < e_{brt} = \frac{b_x}{6} = \frac{2.8}{6} = 0.47 \quad \text{olduğundan gerilme yamuktur.}$$

$$\sigma_{z \max, \min} = \frac{N_d}{b_x b_y} \left(1 \pm \frac{6e_x}{b_x} \right) \leq f_{zu}$$

$$\sigma_{z \max} = \frac{1400}{2.8 * 2.8} \left(1 + \frac{6 * 0.16}{2.8} \right) \leq 270 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_{z \max} = 240.1 \leq 270 \text{ kN / m}^2 \quad \text{Uygun}$$

3) Momentin ihmal olup olmadığının kontrolü

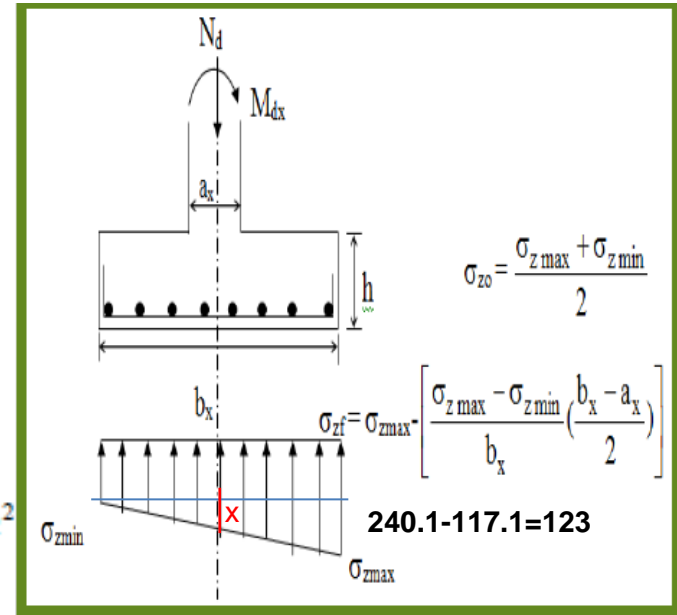
$$\sigma_{zo} = \frac{\sigma_{z \max} + \sigma_{z \min}}{2} = \frac{240.1 + 117.1}{2} = 178.6 \text{ kN / m}^2$$

$$\frac{\sigma_{z \max} - \sigma_{zo}}{\sigma_{zo}} = \frac{240.1 - 178.6}{178.6} = 0.34 > 0.15 \quad \text{olduğundan moment dikkate alınır.}$$

4) Kolon yüzündeki zemin gerilmesinin hesabı

$$\sigma_{zf} = \sigma_{z \max} - \left[\frac{\sigma_{z \max} - \sigma_{z \min}}{b_x} \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right) \right]$$

$$\sigma_{zf} = 240.1 - \left[\frac{240.1 - 117.1}{2.8} \left(\frac{2.8 - 0.4}{2} \right) \right] = 187.4 \text{ kN / m}^2$$



5) Temel Kalınlığı h hakkında varsayım ve Net Zemin Dayanımı Kontrolü

$h = 0.5 \text{ m}$ kabul edildi.

$$d = h - d' = 1 - 0.05 = 0.45 \text{ m}$$

$$f_{zn} = f_{zu} - 18h = 270 - 18 \cdot 0.5 = 261 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z \max} = 240 < f_{zn} \text{ olduğundan uygun}$$

$$\frac{(240.1 - 117.1)}{x} = \frac{2.8}{2.8 - 1.2} \rightarrow x = 70.3$$

$$\sigma_{zf} = 117.1 + 70.3 = 187.4 \text{ kN/m}^2$$

6) Zımbalama kontrolü

$$b_1 = a_x + d$$

$$b_1 = 0.40 + 0.45$$

$$b_1 = 0.85 \text{ m}$$

$$b_2 = a_y + d$$

$$b_2 = 0.40 + 0.45$$

$$b_2 = 0.85 \text{ m}$$

$$U_p = 2(b_1 + b_2) = 2(0.85 + 0.85) = 3.40 \text{ m}$$

$$A_p = b_1 * b_2 = 0.85 * 0.85 = 0.72 \text{ m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p \sigma_{zo} = 1400 - 0.72 * 178.6 = 1271 \text{ kN}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_1 * b_2}} (0.4)} = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{0.16 + 0}{\sqrt{0.85 * 0.85}} (0.4)} = 0.9$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d = 0.9 * 1 * 3400 * 450 * 10^{-3} = 1374.1 \text{ kN}$$

$V_{pr} > V_{pd}$ olduğundan kalınlık yeterlidir.

7) Her iki doğrultuda kolon yüzündeki kesme kuvvetinin hesaplanması ve kontrolü

X Doğrultusu

$$V_{\dot{a}x} = \left(\frac{\sigma_{z \max} - \sigma_{zf}}{2} \right) \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right) b_y = \left(\frac{240 - 187.4}{2} \right) \left(\frac{2.8 - 0.4}{2} \right) 2.8 = 718.1 \text{ kN}$$

$$V_{crx} = 1.0 * f_{ctd} * b_y * d = 1.0 * 1.0 * 2800 * 450 * 10^{-3} = 1260 \text{ kN}$$

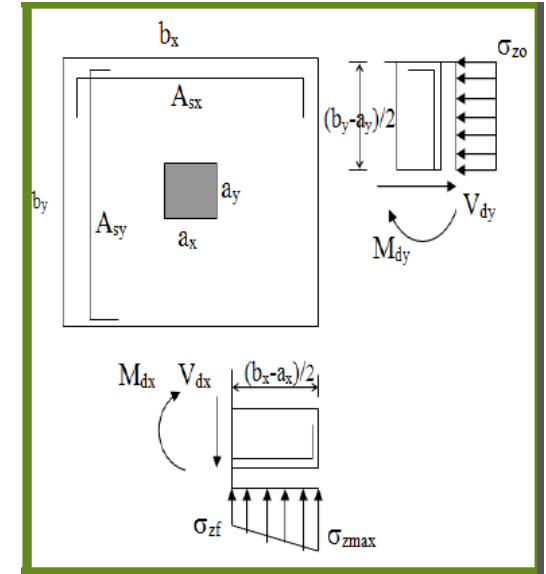
$V_{crx} > V_{\dot{a}x}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

Y Doğrultusu

$$V_{\dot{a}y} = \sigma_{zo} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right) b_x = 178.6 \left(\frac{2.8 - 0.4}{2} \right) 2.8 = 600 \text{ kN}$$

$$V_{cry} = 1.0 * f_{ctd} * b_x * d = 1.0 * 1.0 * 2800 * 450 * 10^{-3} = 1260 \text{ kN}$$

$V_{cry} > V_{\dot{a}y}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.



8) Her iki doğrultuda kolon yüzündeki momentin hesaplanması ve donatı hesabı

X Doğrultusu

$$M_{dx} = (2\sigma_{z\max} + \sigma_{zf}) \frac{(b_x - a_x)^2}{24} b_y$$

$$M_{dx} = (2 * 240 + 187.4) \frac{(2.8 - 0.4)^2}{24} 2.8 = 448.6 \text{ kNm}$$

$$K_x = \frac{b_y d^2}{M_{dx}} = \frac{2800 * 450}{448.6} = 1264 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

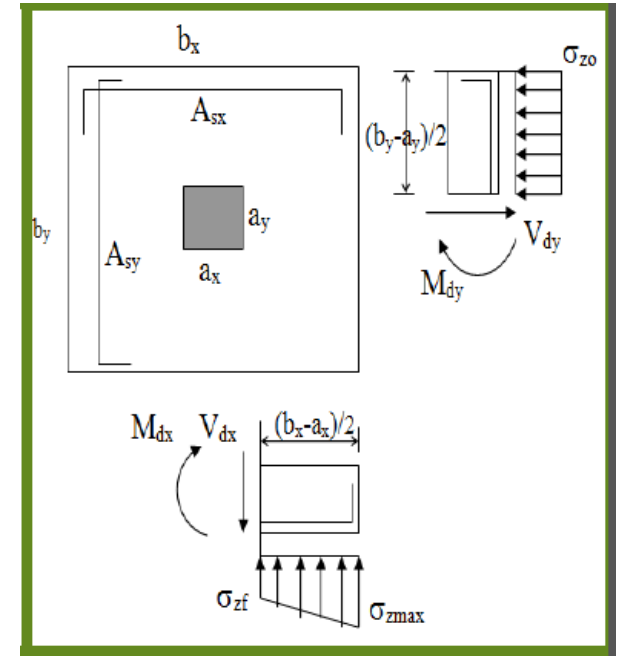
$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K_x > K_1$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

$$A_{sx} = \frac{M_{dx}}{f_{yd} * 0.86 * d} = \frac{448.6 * 10^6}{365 * 0.86 * 450} = 3176 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx\min} \geq 0.002 * b_y * d = 0.002 * 2800 * 450 = 2520 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx} > A_{sx\min}$$



$$\text{Aralık} = \frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{2800 - 2 * 50}{10} = 270 \text{ mm} \quad \text{Seçilen donatı} \quad 11 \phi 20/27 \text{ cm} (34.5 \text{ cm}^2)$$

Y Doğrultusu

$$M_{\phi_y} = \frac{\sigma_{zo}}{2} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right)^2 b_x = \frac{178.6}{2} \left(\frac{2.8 - 0.4}{2} \right)^2 2.8 = 360 \text{ kNm}$$

$$K_y = \frac{b_x d^2}{M_{\phi_y}} = \frac{2800 * 450}{360} = 1575 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

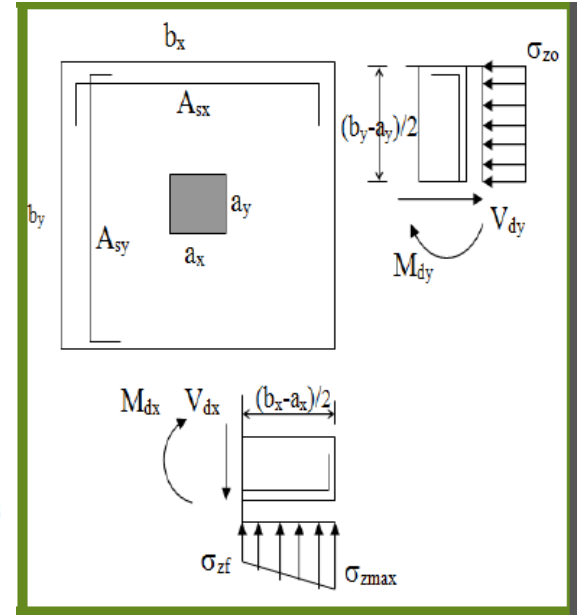
$$K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 380 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K_y > K_1$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

$$A_{s_y} = \frac{M_{\phi_y}}{f_{yd} * 0.86 * d} = \frac{360 * 10^6}{365 * 0.86 * 450} = 2549 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_y \min} \geq 0.002 * b_x * d = 0.002 * 2800 * 450 = 2520 \text{ mm}^2$$

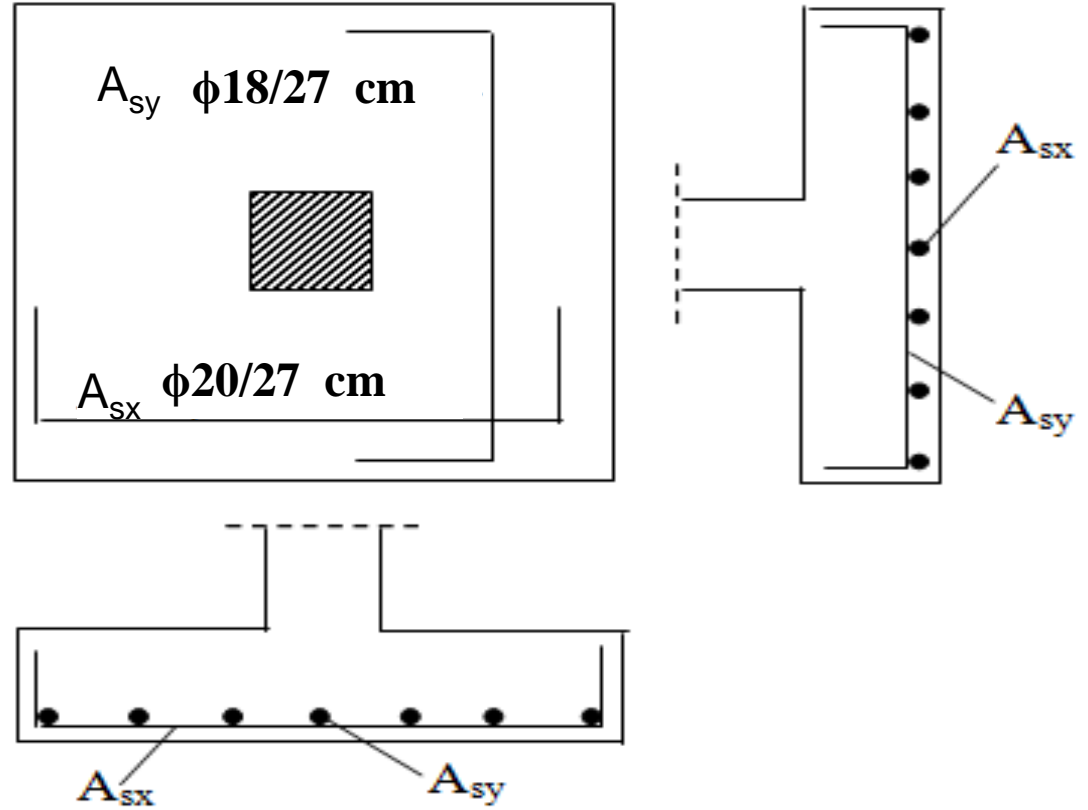
$$A_{s_y} > A_{s_y \min}$$



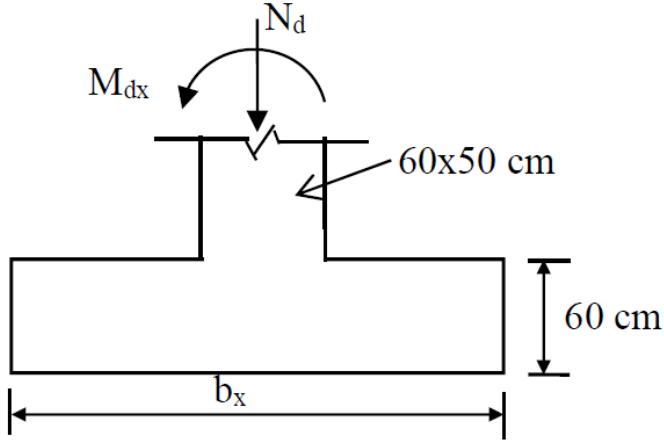
$$\text{Aralık} = \frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{2800 - 2 * 50}{10} = 270 \text{ mm}$$

Seçilen donatı
11 ϕ 18/27 cm (28 cm²)

Donatı şeması:



3)



Şekilde verilen temelde $N_d=1500$ kN, $e_x=0.2$ m, ve $e_y \cong 0$ olduğuna göre,

- Temel boyutlarını belirleyiniz (b_x , b_y).
- $b_x=3.0$ m, $b_y=2.5$ m kabul ederek tekli kolon temelini tasarımını yapınız.

Malzeme: C25, S420, $\sigma_{z,em}=230$ kN/m², paspayı=50 mm.

a) Temel Boyutlarının Belirlenmesi

$$f_{zu} = 1.5 * \sigma_{z,em} = 345 \text{ kN/m}^2$$

$$b_x * b_y > \frac{N_d}{f_{zu}}$$

$$b_x * b_y > \frac{1500}{345}$$

$$b_x * b_y > 4.35 \text{ m}^2$$

$$b_x = 3.0 \text{ m} \quad b_y = 2.5 \text{ m} \text{ seçilir.}$$

$$b_x * b_y = 7.5 > 4.35 \text{ m}^2$$

b) Temel Boyutlarının Kontrolü

$$f_{zu} = 345 \text{ kN/m}^2$$

$$b_x * b_y > \frac{N_d}{f_{zu}}$$

$$3.0 * 2.5 > \frac{1500}{345}$$

$$7.5 > 4.35 \text{ m}^2 \quad \text{Uygun}$$

Maksimum Gerilme Kontrolü

$$e_x = \frac{M_{dx}}{N_d} = 0.20 \text{ m}$$

$$e_x < e_{krt} = \frac{b_x}{6} = \frac{3.0}{6} = 0.5 \quad \text{olduğundan gerilme dağılımı yamuktur.}$$

$$\sigma_{z \max, \min} = \frac{N_d}{b_x b_y} \left(1 \pm \frac{6e_x}{b_x} \right) \leq f_{zu}$$

$$\sigma_{z \max} = \frac{1500}{3.0 * 2.5} \left(1 + \frac{6 * 0.20}{3.0} \right) \leq 345 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma_{z \max} = 280 \leq 345 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad \text{Uygun}$$

$$\sigma_{z \min} = 120 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Momentin ihmal olup olmadığının kontrolü

$$\sigma_{zo} = \frac{\sigma_{z \max} + \sigma_{z \min}}{2} = \frac{280 + 120}{2} = 200 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\frac{\sigma_{z \max} - \sigma_{zo}}{\sigma_{zo}} = \frac{280 - 200}{200} = 0.40 > 0.15 \quad \text{olduğundan moment dikkate alınır.}$$

Net Zemin Dayanımı Kontrolü

$$h = 0.6 \text{ m}$$

$$d = h - d' = 0.6 - 0.05 = 0.55 \text{ m}$$

$$f_{zn} = f_{zu} - 18h = 345 - 18 * 0.6 = 334.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{z \max} = 280 < f_{zn} \quad \text{olduğundan uygun}$$

Zımbalama kontrolü

$$b_1 = a_x + d$$

$$b_1 = 0.60 + 0.55$$

$$b_1 = 1.15 \text{ m}$$

$$b_2 = a_y + d$$

$$b_2 = 0.50 + 0.55$$

$$b_2 = 1.05 \text{ m}$$

$$U_p = 2(b_1 + b_2) = 2(1.15 + 1.05) = 4.40 \text{ m}$$

$$A_p = b_1 * b_2 = 1.15 * 1.05 = 1.21 \text{ m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p \sigma_{zo} = 1500 - 1.21 * 200 = 1258.5 \text{ kN}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_1 * b_2}} (0.4)} = \frac{1}{1 + 1.5 \frac{0.20 + 0}{\sqrt{1.15 * 1.05}} (0.4)} = 0.90$$

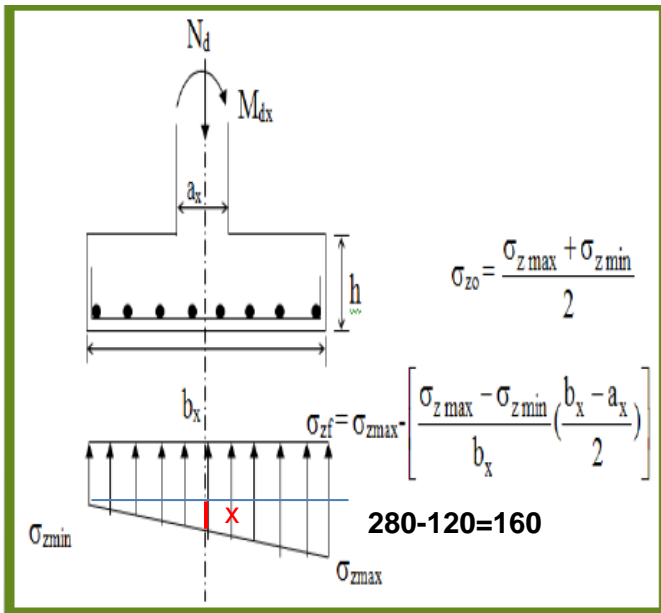
$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} U_p d = 0.90 * 1.2 * 4400 * 550 * 10^{-3} = 2618 \text{ kN}$$

$V_{pr} > V_{pd}$ olduğundan kalınlık yeterlidir.

Kolon yüzündeki zemin gerilmesinin hesabı

$$\sigma_{zf} = \sigma_{z \max} - \left[\frac{\sigma_{z \max} - \sigma_{z \min}}{b_x} \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right) \right]$$

$$\sigma_{zf} = 280 - \left[\frac{280 - 120}{3.0} \left(\frac{3.0 - 0.6}{2} \right) \right] = 216 \text{ kN} / \text{m}^2$$



$$\frac{(280 - 120)}{x} = \frac{3}{3 - 1.2} \rightarrow x = 96$$

$$\sigma_{zf} = 120 + 96 = 216 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Her iki doğrultuda kolon yüzündeki kesme kuvvetinin hesaplanması ve kontrolü

X Doğrultusu

$$V_{dx} = \left(\frac{\sigma_{z \max} + \sigma_{zf}}{2} \right) \left(\frac{b_x - a_x}{2} \right) b_y = \left(\frac{280 - 216}{2} \right) \left(\frac{3.0 - 0.6}{2} \right) 2.5 = 744 \text{ kN}$$

$$V_{crx} = 1.0 * f_{ctd} * b_y * d = 1.0 * 1.2 * 2500 * 550 * 10^{-3} = 1650 \text{ kN}$$

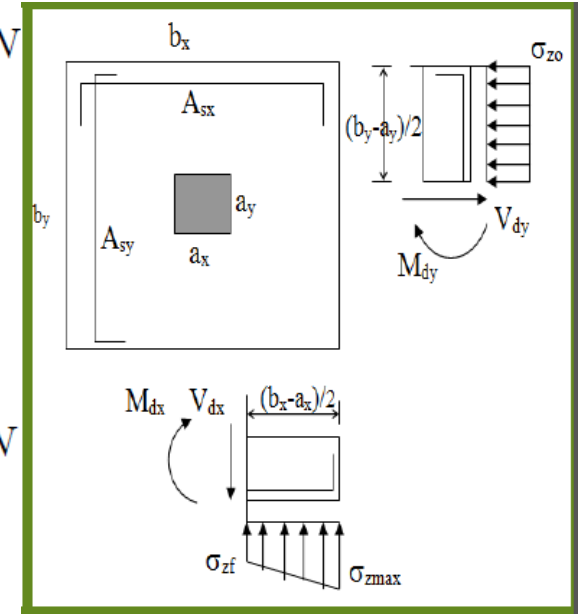
$V_{crx} > V_{dx}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

Y Doğrultusu

$$V_{dy} = \sigma_{zo} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right) b_x = 200 \left(\frac{2.5 - 0.5}{2} \right) 3.0 = 600 \text{ kN}$$

$$V_{cry} = 1.0 * f_{ctd} * b_x * d = 1.0 * 1.2 * 3000 * 550 * 10^{-3} = 1980 \text{ kN}$$

$V_{cry} > V_{dy}$ olduğundan boyutlar yeterlidir.



Her iki doğrultuda kolon yüzündeki momentin hesaplanması ve donatı hesabı X Doğrultusu

$$M_{dx} = (2\sigma_{zmax} + \sigma_{zf}) \frac{(b_x - a_x)^2}{24} b_y = (2 * 280 + 216) \frac{(3.0 - 0.6)^2}{24} 2.5 = 465.6 \text{ kNm}$$

$$K_x = \frac{b_y d^2}{M_{dx}} = \frac{2500 * 550^2}{465.6 * 10^3} = 1624 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

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

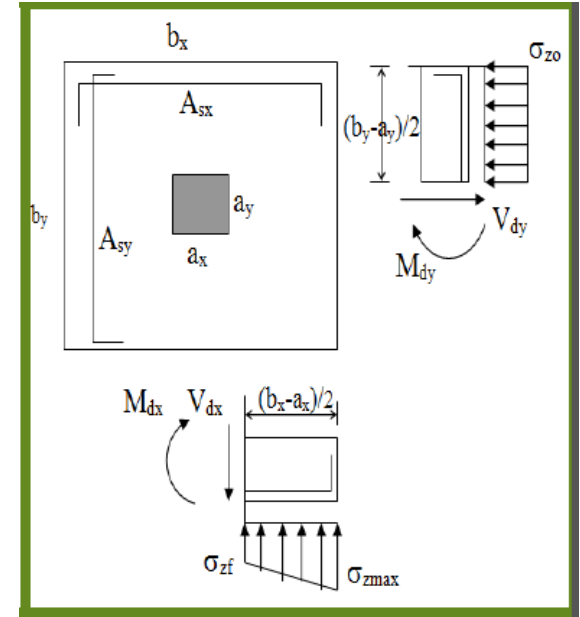
$K_x > K_l$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

$$A_{sx} = \frac{M_{dx}}{f_{yd} * 0.86 * d} = \frac{465.6 * 10^6}{365 * 0.86 * 550} = 2697 \text{ mm}^2$$

$$A_{sxmin} \geq 0.002 * b_y * d = 0.002 * 2500 * 550 = 2750 \text{ mm}^2$$

$$A_{sx} < A_{sxmin}$$

Seçilen donatı $14\phi 16/22 \text{ cm}$ (28 cm^2) Aralık = $\frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{3000 - 2 * 50}{13} = 223 \text{ mm}$



Y Doğrultusu

$$M_{dy} = \frac{\sigma_{zo}}{2} \left(\frac{b_y - a_y}{2} \right)^2 b_x = \frac{200}{2} \left(\frac{2.5 - 0.5}{2} \right)^2 3.0 = 300 \text{ kNm}$$

$$K_y = \frac{b_x d^2}{M_{dy}} = \frac{3000 * 550^2}{300 * 10^3} = 1738 \text{ mm}^2 / \text{kN}$$

$K_y > K_l$ olduğundan boyutlar yeterlidir.

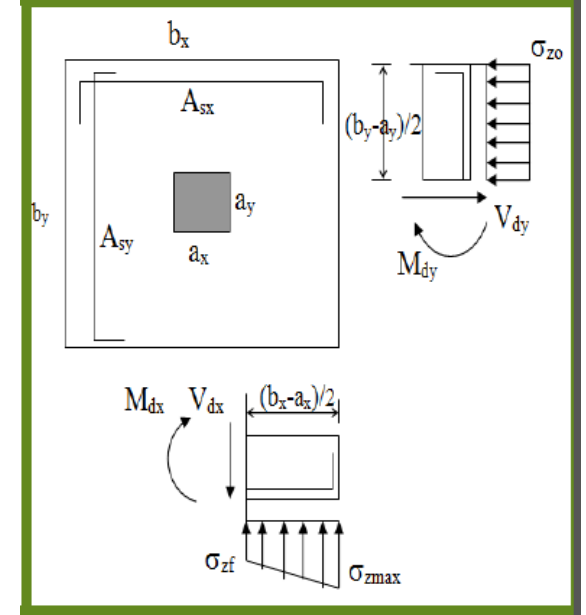
$$A_{sy} = \frac{M_{dy}}{f_{yd} * 0.86 * d} = \frac{300 * 10^6}{365 * 0.86 * 550} = 1738 \text{ mm}^2$$

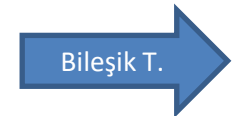
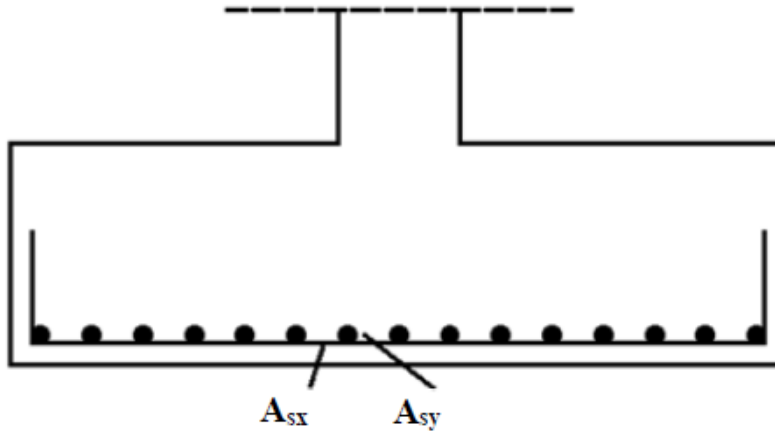
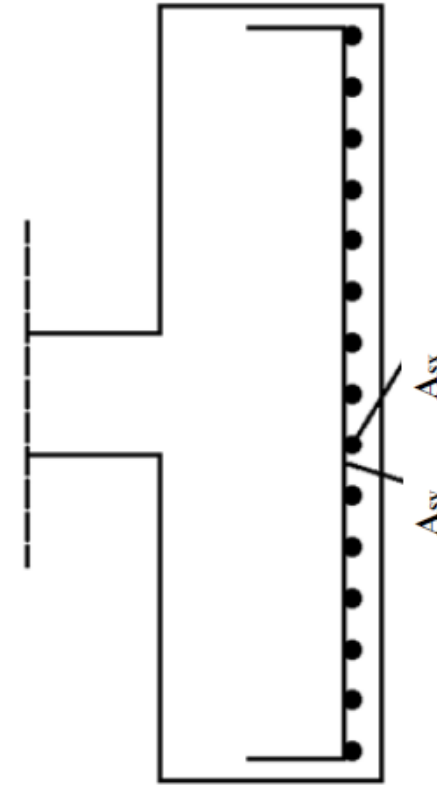
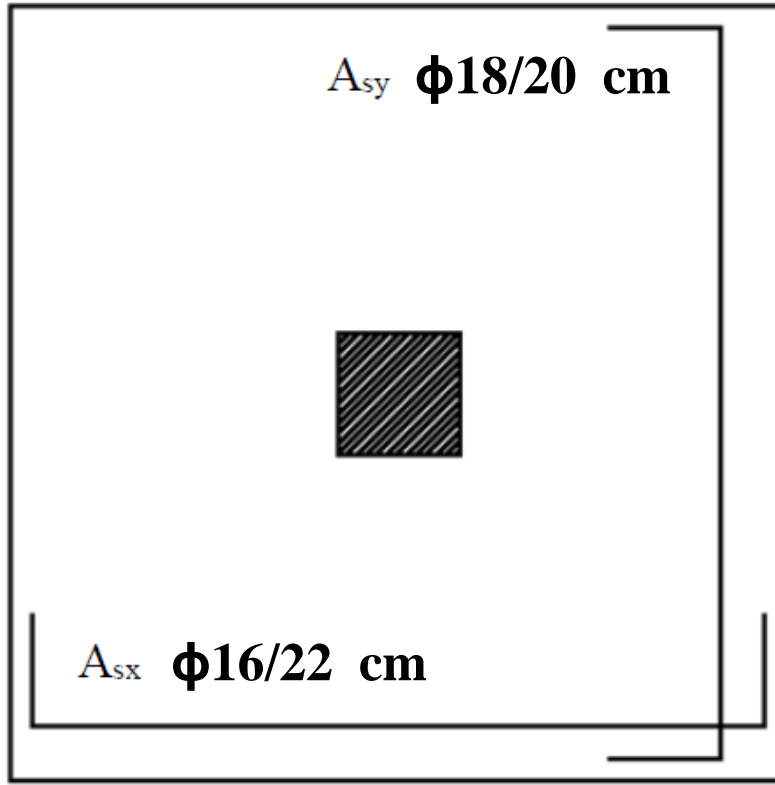
$$A_{sy \min} \geq 0.002 * b_x * d = 0.002 * 3000 * 550 = 3300 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy} < A_{sy \min}$$

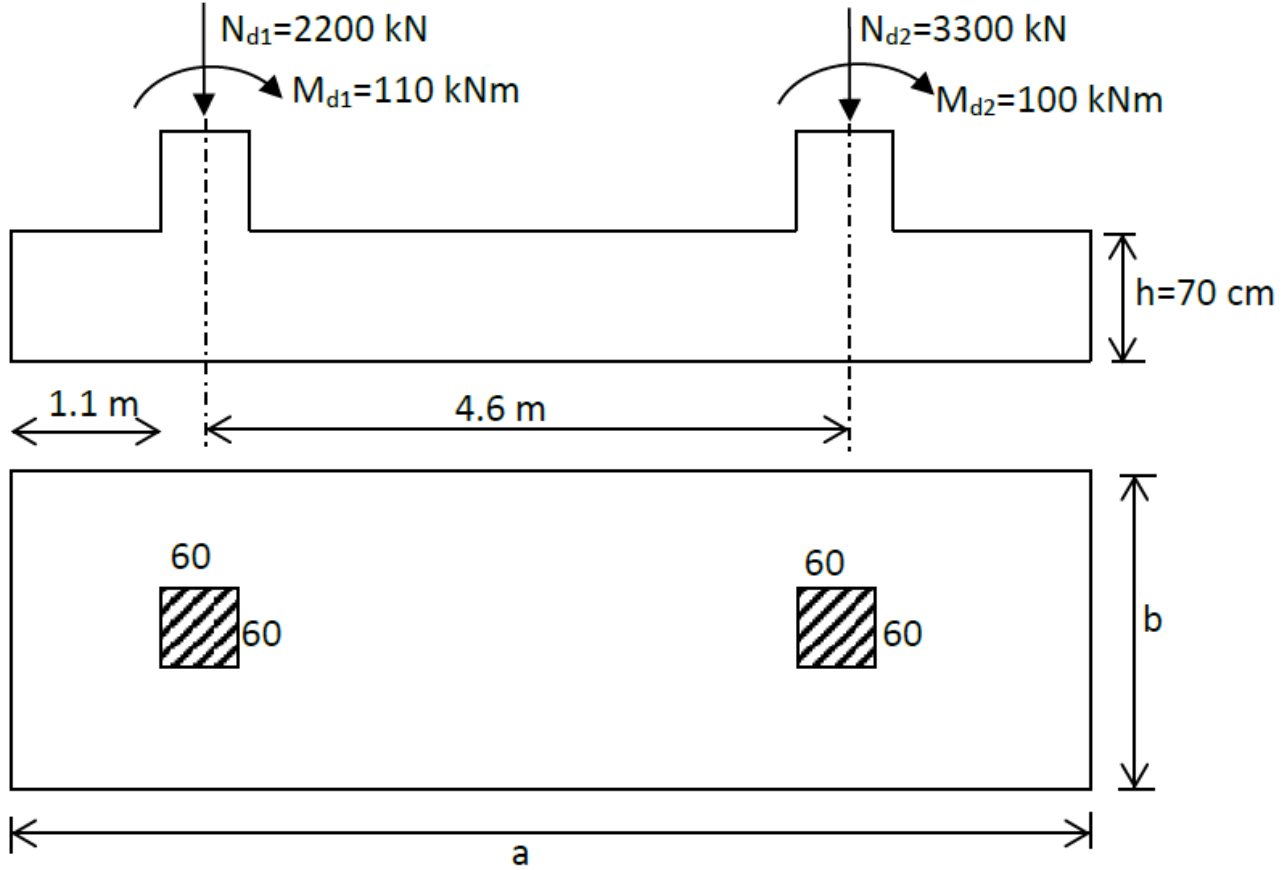
Seçilen donatı **13 ϕ 18/20 cm (33 cm²)**

$$\text{Aralık} = \frac{b_x - 2d'}{n - 1} = \frac{2500 - 2 * 50}{12} = 200 \text{ mm}$$





Soru 4



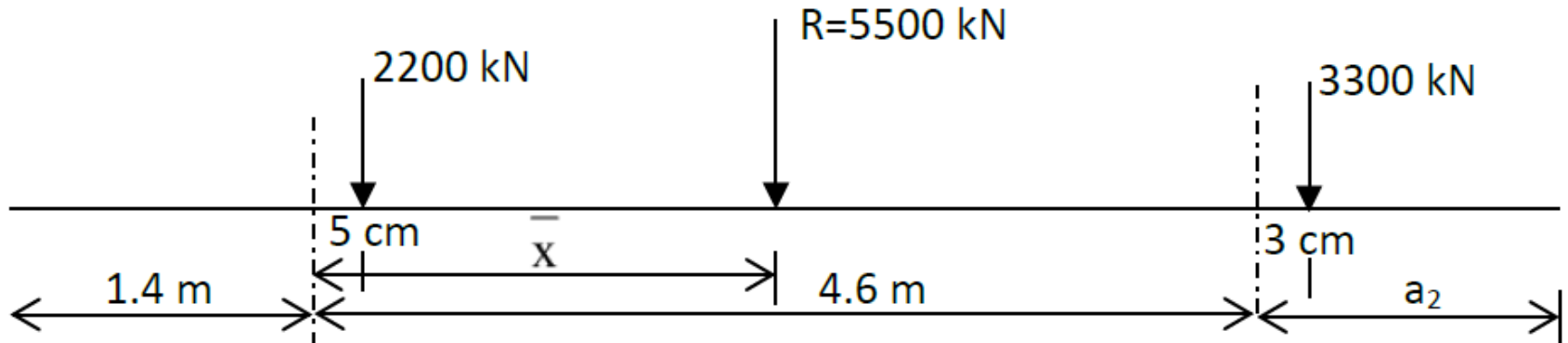
Şekilde verilen bileşik temeli boyutlandırıp, tasarımını yapınız. Malzeme C25, S420, $\sigma_{z, em} = 200 \text{ kN/m}^2$ ve paspayı = 6 cm.

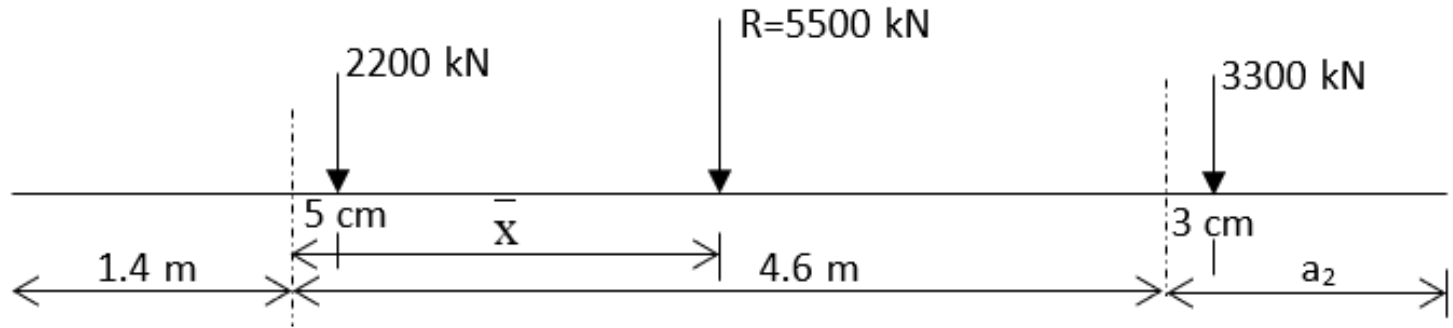
Çözüm

1) Temel Boyutlarının Belirlenmesi

$$e_1 = \frac{M}{N} = \frac{110}{2200} = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm},$$

$$e_2 = \frac{M}{N} = \frac{100}{3300} = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm},$$





$\sum M_1 = 0$ $2200 \times 5 + 3300 \times 463 = 5500 \times (\bar{x})$ buradan $\bar{x} = 280$ cm olarak bulunur. Bu durumda;

$$\frac{a}{2} = 1.4 + 2.8 = 4.2 \text{ m ve } a = 8.4 \text{ m olarak belirlenir.}$$

$$a_2 = 8.4 - 1.4 - 4.6 = 2.4 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{\sum N_d}{a b} \quad b = \frac{5500}{8.4 \times 300} \quad b = 2.18 \text{ m olarak bulunur. Seçilen } b = 2.5 \text{ m.}$$

2) Temel Boyutlarının Kontrolü

Sürekli temelin altında üniform gerilme dağılımı oluşturulmaktadır;

$$f_{zn} = f_{zu} - \gamma(h)$$

$$f_{zn} = 300 - 18 \times 0.7 = 287.4 \text{ kN/m}^2$$

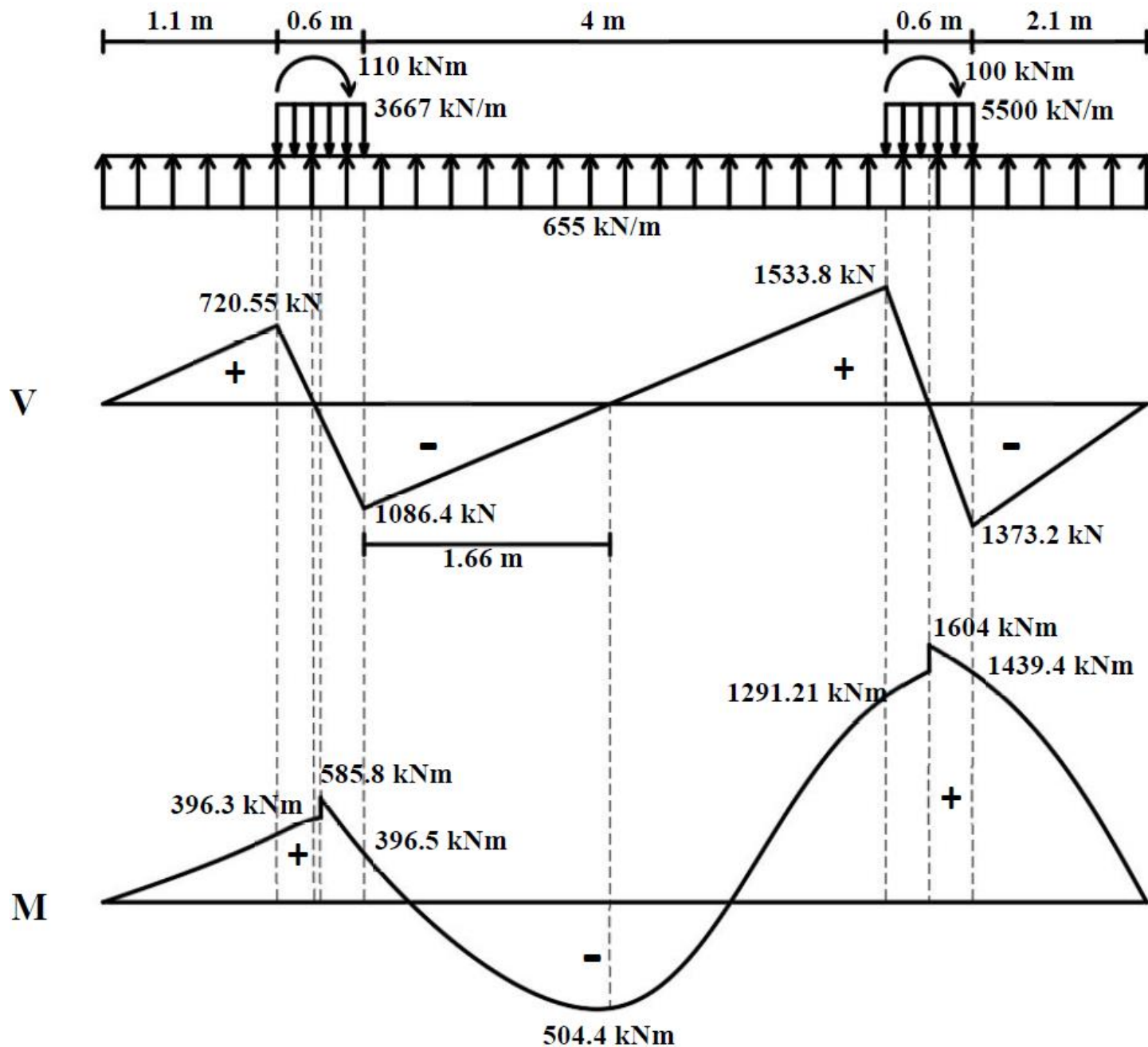
$$\sigma = \frac{\sum N_d}{a b} = \frac{5500}{8.4 \times 2.5} = 262 \text{ kN/m}^2 < f_{zn}, \text{ olduğundan boyutlar yeterlidir.}$$

3) Kesin Tasarım

Temel altı: $q=5500/8.4=655 \text{ kN/m}$

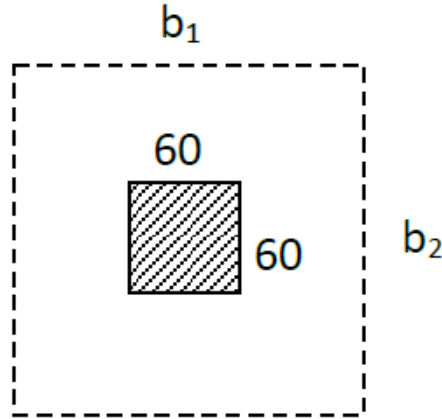
Sol kolon altı: $q_{\text{sol}}=2200/0.6=3667 \text{ kN/m}$

Sağ kolon altı: $q_{\text{sağ}}=3300/0.6=5500 \text{ kN/m}$



4) Zımbalama kontrolü:

① Nolu kolon:



$$b_1 = b_2 = 60 + d = 60 + 64 = 124 \text{ cm}$$

$$U_p = 2 (b_1 + b_2) = 496 \text{ cm}$$

$$A_p = (b_1) (b_2) = 1.54 \text{ m}^2$$

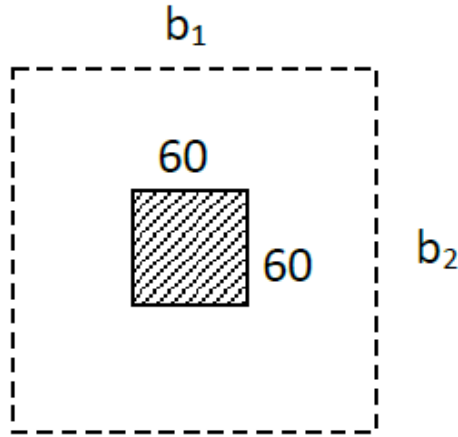
$$V_{pd} = N_d - A_p (\sigma_z) = 2200 - 1.54 \times 262 = 1797.1 \text{ kN}$$

$$\gamma = \frac{1.0}{1.0 + 1.5 \frac{e (0.4)}{\sqrt{b_1 b_2}}} = \frac{1.0}{1.0 + 1.5 \times \frac{5 \times 0.4}{\sqrt{124 \times 124}}} = 0.976$$

$$V_{pr} = \gamma (f_{ctd}) U_p (d) = 0.976 \times 1.2 \times 4960 \times 640 \times 10^{-3} = 3719.3 \text{ kN}$$

$V_{pd} < V_{pr}$ Zımbalamaya göre güvenlidir.

② Nolu kolon:



$$b_1 = b_2 = 60 + d = 60 + 64 = 124 \text{ cm}$$

$$U_p = 2 (b_1 + b_2) = 496 \text{ cm}$$

$$A_p = (b_1) (b_2) = 1.54 \text{ m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p (\sigma_z) = 3300 - 1.54 \times 262 = 2897.1 \text{ kN}$$

$$\gamma = \frac{1.0}{1.0 + 1.5 \frac{e (0.4)}{\sqrt{b_1 b_2}}} = \frac{1.0}{1.0 + 1.5 \times \frac{3 \times 0.4}{\sqrt{124 \times 124}}} = 0.986$$

$$V_{pr} = \gamma (f_{ctd}) U_p (d) = 0.986 \times 1.2 \times 4960 \times 640 \times 10^{-3} = 3754.2 \text{ kN}$$

$$V_{pd} < V_{pr} \quad \text{Zımbalamaya göre güvenlidir.}$$

5) Kesmeye göre:

$$V_d = 1533.76 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = \gamma (f_{ctd}) b_y (d) = 1 \times 1.2 \times 2500 \times 640 \times 10^{-3} = 1920 \text{ kN}$$

$V_d < V_{cr}$ Etriye gerekmez.

6) Donatı Hesabı

Açıklık momenti: $M_{dx}=(-)504.4$ kNm

Mesnet momenti: $M_{dx}(+)1439.4$ kNm (Kritik değer kolon yüzündedir).

Açıklık:

$$K = \frac{b_y (d)^2}{M_d} = \frac{2500 \times 640^2}{504.4 \times 10^3} = 2030 \text{ mm}^2/\text{kN}, \quad K_1 = \frac{4.95}{f_{cd}} = 291 \text{ mm}^2/\text{kN} \quad (K > K_1)$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} J d} = \frac{504.4 \times 10^6}{191 \times 0.86 \times 640} = 2511 \text{ mm}^2 \text{ elde edilir.}$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} b_y d = 0.002 \times 2500 \times 640 = 3200 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı: 13 ϕ 18/18 cm (9 ϕ 18 düz+4 ϕ 18 pilye) (3308 mm²)

Mesnet:

$$A_s = \frac{1439.4 \times 10^6}{191 \times 0.86 \times 600} = 7165 \text{ mm}^2$$

Mevcut donatı=4φ18 pilye+4φ16 montaj=1822.1 mm² < A_s olduğundan ek donatı gerekir.

$$\text{Ek donatı}=7165-1822.1=5342.9 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı: 12φ24 (5429 mm²)

7) Enine Doğrultuda Donatı Hesabı (Gizli Kiriş)

$$\textcircled{1} \quad a+2h=60+2*70=200 \text{ cm}$$

$$d=640-15=625 \text{ mm}$$

$$\text{Yük} = \frac{N_d}{b} = \frac{2200}{2.5} = 880 \text{ kN/m}$$

$$l_y = \frac{(b_y - a_y)}{2} = \frac{2.5 - 0.6}{2} = 0.95 \text{ m}$$

$$M_{dy1} = q_{y1} \frac{l_{y1}^2}{2} = 880 \times \frac{0.95^2}{2} = 397.1 \text{ kNm}$$

$$A_{sy1} = \frac{M_{dy1}}{f_{yd} j d} = \frac{397.1 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 625} = 2024 \text{ mm}^2 \quad (8\phi 18) \quad (2036 \text{ mm}^2)$$

$$\textcircled{2} \quad a+2h=60+2*70=200 \text{ cm}$$

$$d=640-15=625 \text{ mm}$$

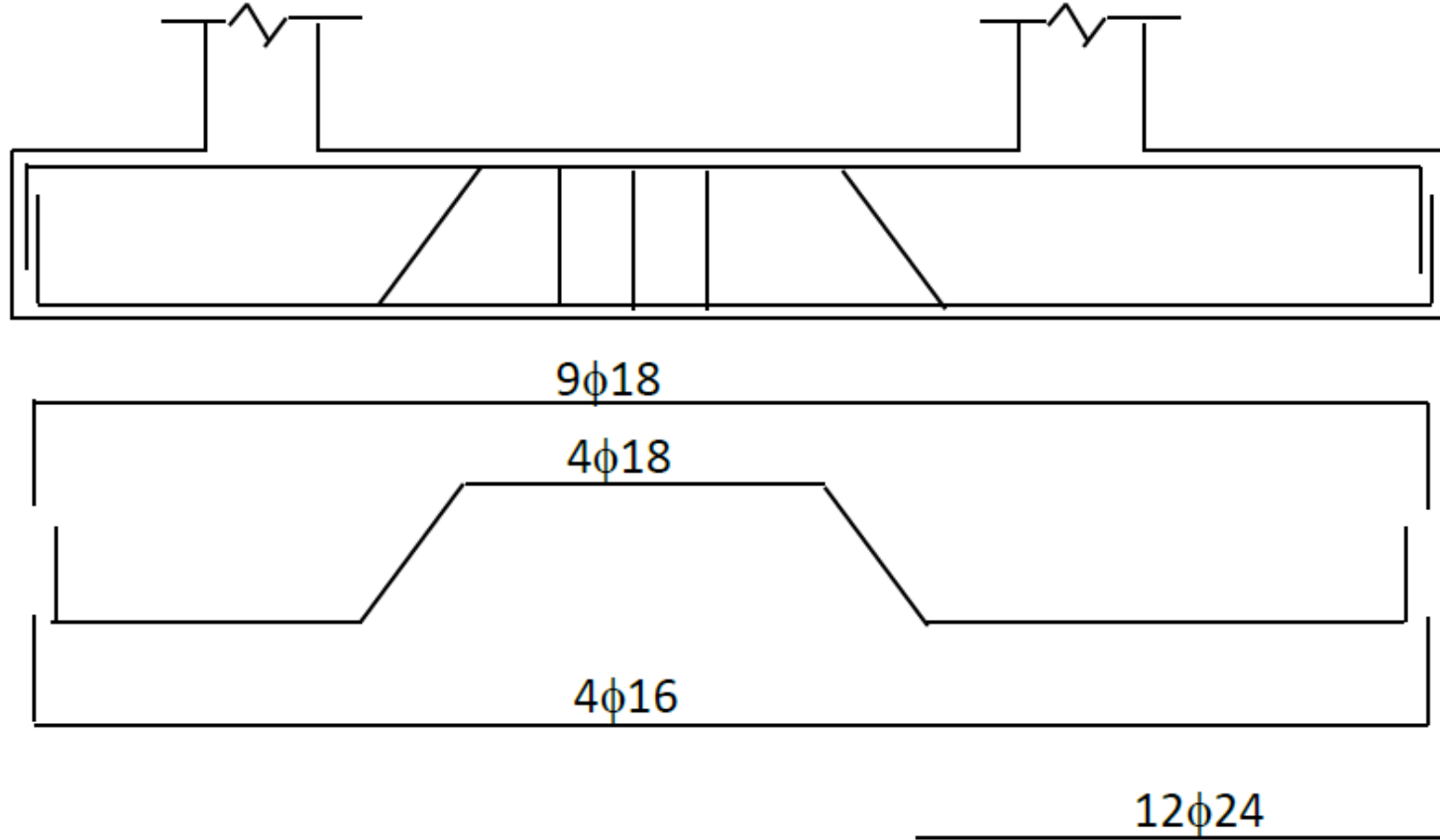
$$\text{Yük} = \frac{N_d}{b} = \frac{3300}{2.5} = 1320 \text{ kN/m}$$

$$l_y = \frac{(b_y - a_y)}{2} = \frac{2.5 - 0.6}{2} = 0.95 \text{ m}$$

$$M_{dy1} = q_{y1} \frac{l_{y1}^2}{2} = 1320 \times \frac{0.95^2}{2} = 595.7 \text{ kNm}$$

$$A_{sy1} = \frac{M_{dy1}}{f_{yd} j d} = \frac{595.7 \times 10^6}{365 \times 0.86 \times 625} = 3036 \text{ mm}^2 \quad (12\phi 18) \quad (3054 \text{ mm}^2)$$

Donatı detayı:



Sonraki Bölüm