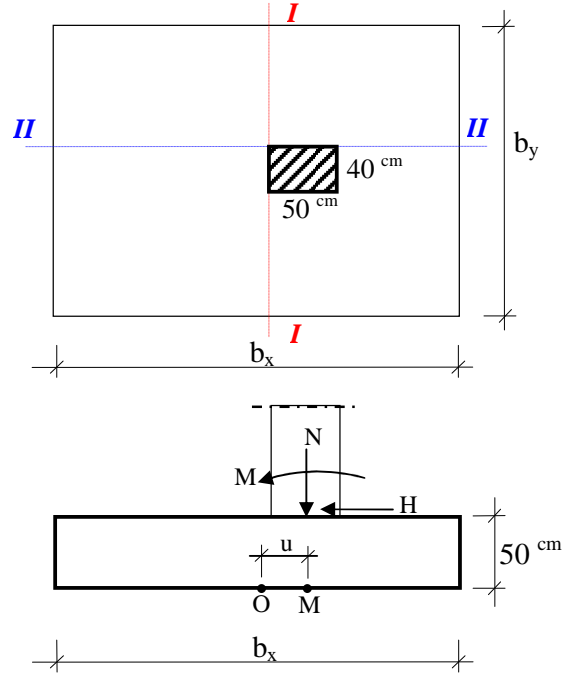


Örnek 11

Şekilde gösterilen eksantrik ankastre kolon temeline etkiyen yükler tabloda verilmiştir. Temel yüksekliği 50 cm. kolon boyutları 50/40 cm. olduğuna göre ;

- Temel altında düzgün gerilme yayılımı sağlayacak şekilde $\overline{OM}=u$ mesafesini hesaplayınız.
- $b_x/b_y \approx 1$ olacak şekilde temeli boyutlandırınız.
- Deprem etkisi altında temel boyutlarını kontrol ediniz.
- Kesit tesirlerini hesaplayınız.
- Temelin eğilme donatılarını hesaplayınız, seçiniz ve şematik olarak çiziniz.



Malzeme

C16/S220

Zemin emniyet gerilmesi

$$\sigma_{z,em} = 300 \text{ kN/m}^2$$

Paspayı

$d' = 50 \text{ mm}$ alınır.

Yük	N (kN)	M (kNm)	H (kN)
G+Q	800	70	22
1.4G+1.6Q	1200	105	72
E	—	40	20

Çözüm:

➤ Temel altında üniform gerilme yayılımı

Temel tabanı orta noktasına (Şekilde "O" noktası) göre moment ;

$$M_o = M_i + H_i \cdot h - N_i \cdot u \quad (\text{Üniform gerilde yayılımı için } M_o = 0 \text{ olmalıdır})$$

$$0 = 70 + 22 \cdot 0.5 - 800 \cdot u$$

$U = 0.101 \text{ m}$ olarak bulunur.

➤ Temel boyutlarının belirlenmesi (İşletme yüklerine göre)

$$\sigma_g = h \cdot \gamma_b = 0.5 \cdot 25 = 12.5 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{Kendi ağırlığından})$$

$$\sigma_{net} = \sigma_{z,em} - \sigma_g = 250 - 12.5 = 237.5 \text{ kN/m}^2$$

$$A_T \geq \frac{N_i}{\sigma_{\text{net}}} = \frac{800}{237.5} = 3.37 \text{ m}^2$$

$$A_T = b_y^2 \rightarrow b_y = 1.85 \text{ m ve } b_x = 1.85 \text{ m alınabilir.}$$

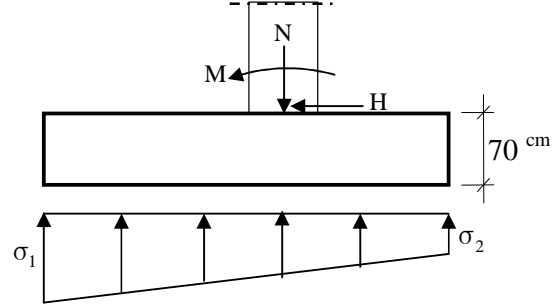
➤ **Deprem etkisi altında boyutların kontrol edilmesi**

$$N = N_{I+E} = 800 \text{ kN}$$

$$M = M_{I+E} = 110 \text{ kNm}$$

$$H = H_{I+E} = 42 \text{ kN}$$

$$N_G = 25 \cdot 0.5 \cdot 1.85 \cdot 1.85 = 42.78 \text{ kN}$$



$$M_0 = M + H \cdot h - N \cdot u = 110 + 42 \cdot 0.5 - 800 \cdot 0.101 = 50.2 \text{ kNm}$$

$$e_0 = \frac{M_0}{N + N_G} = \frac{50.2}{800 + 42.78} = 0.0596 \text{ m} < \frac{b_x}{6} = \frac{1.85}{6} = 0.308 \rightarrow \text{trapez gerilme dağılımı}$$

$$\sigma_1 = \frac{N + N_G}{A_T} \cdot \left(1 \mp \frac{6e_0}{b_x} \right) = \frac{800 + 42.78}{1.85 \cdot 1.85} \cdot \left(1 \mp \frac{6 \cdot 0.0596}{1.85} \right) \Rightarrow \sigma_1 = 293.85 \text{ kN/m}^2 < 1.5 \cdot \sigma_{z,em}$$

$$\Rightarrow \sigma_2 = 198.65 \text{ kN/m}^2$$

Boyutlar uygundur.

➤ **Kesit tesirlerinin belirlenmesi**

Temelin kendi ağırlığı herhangi bir kesit tesiri yaratmaz (etki – tepki prensibi gereği).

➤ **Hesap yüklerine göre (1.4G+1.6Q)**

$$N = N_d = 1200 \text{ kN} \quad M = M_d = 105 \text{ kNm} \quad H = H_d = 72 \text{ kN}$$

I-I kesiti için;

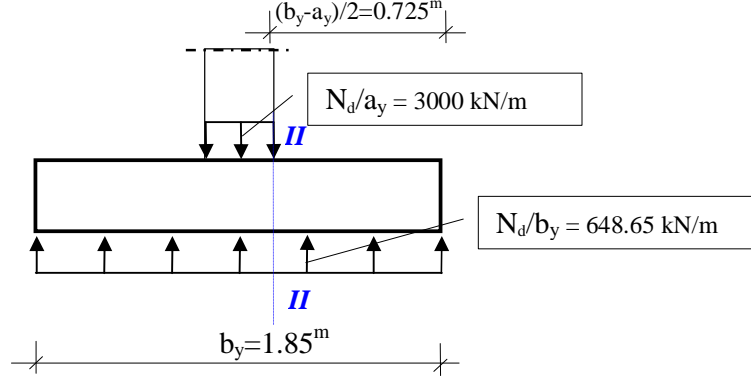
$$e_0 = \frac{M + H \cdot h - N \cdot u}{N} = \frac{105 + 72 \cdot 0.5 - 1200 \cdot 0.101}{1200} = 0.0165 < \frac{b_x}{6} \rightarrow \text{trapez gerilme dağılımı}$$

$$\sigma_1 = \frac{N}{A_T} \cdot \left(1 \mp \frac{6e_0}{b_x} \right) = \frac{1200}{1.85 \cdot 1.85} \cdot \left(1 \mp \frac{6 \cdot 0.0165}{1.85} \right) \Rightarrow \sigma_1 = 369.38 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_2 = 331.86 \text{ kN/m}^2$$

II-II kesiti için;

Söz konusu kesit için hesap yükleri etkisi altında sadece normal kuvvet etkisi söz konusu olur (Soruda verilen eğilme momenti ve kesme kuvveti etkileri I-I kesiti içindir).



$$M_{II-II} = 648.65 \cdot \frac{0.725^2}{2} = 170.47 \text{ kNm}$$

veya formülle;

$$M_{II-II} = \frac{N_d}{8} \cdot \left(\frac{(b_y - a_y)^2}{b_y} \right) = \frac{1200}{8} \cdot \left(\frac{(1.85 - 0.4)^2}{1.85} \right) = 170.47 \text{ kNm}$$

$$V_{II-II} = 648.65 \cdot 0.725 = 470.27 \text{ kN}$$

veya formülle;

$$V_{II-II} = \frac{N_d}{2} \cdot \left(1 - \frac{a_y}{b_y} \right) = 470.27 \text{ kN}$$

➤ **Düşey yük + deprem için, (G+Q+E)**

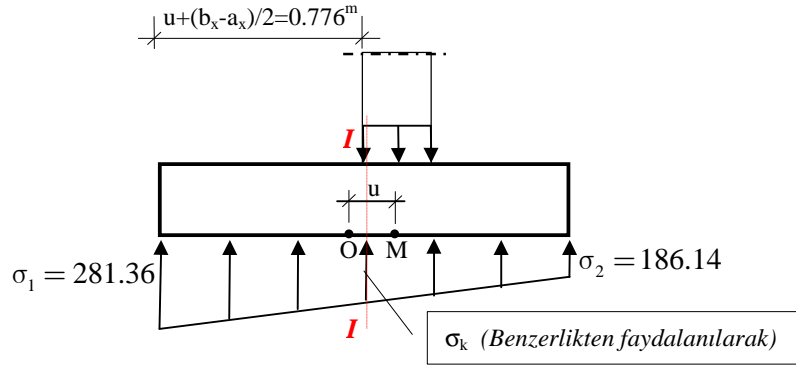
$$N = N_{I+E} = 800 \text{ kN} \quad M = M_{I+E} = 110 \text{ kNm} \quad H = H_{I+E} = 42 \text{ kN}$$

I-I kesiti için;

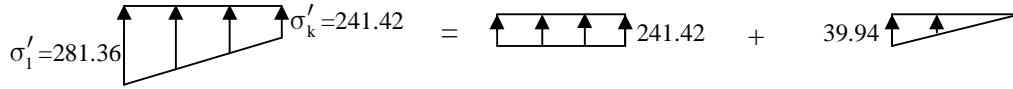
$$e_0 = \frac{M + H \cdot h - N \cdot u}{N} = \frac{110 + 42 \cdot 0.5 - 800 \cdot 0.101}{800} = 0.0628 < \frac{b_x}{6} \rightarrow \text{trapez gerilme dağılımı}$$

$$\sigma'_1 = \frac{N}{A_T} \cdot \left(1 \mp \frac{6e_0}{b_x} \right) = \frac{800}{1.85 \cdot 1.85} \cdot \left(1 \mp \frac{6 \cdot 0.0628}{1.85} \right) \Rightarrow \sigma'_1 = 281.36 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow \sigma'_2 = 186.14 \text{ kN/m}^2$$



$$\sigma'_k = \sigma'_1 - \frac{b_x - a_x + 2u}{2b_x} \cdot (\sigma'_1 - \sigma'_2) = 281.36 - \frac{1.85 - 0.5 + 0.202}{2 \cdot 1.85} \cdot (281.36 - 186.14) = 241.42 \text{ kN/m}^2$$



$$M_{I-I} = b_y \cdot \left(241.42 \cdot \frac{0.776^2}{2} + 39.94 \cdot \frac{0.776}{2} \cdot \frac{2 \cdot 0.776}{3} \right) = 1.85 \cdot 80.705 = 149.3 \text{ kNm}$$

veya formülle;

$$M_{I-I} = b_y \cdot \frac{(b_x - a_x + 2u)^2}{24} \cdot (2\sigma'_1 + \sigma'_k) = 149.3 \text{ kNm}$$

$$V_{I-I} = b_y \cdot \left(241.42 \cdot 0.776 + 39.94 \cdot \frac{0.776}{2} \right) = 1.85 \cdot 202.84 = 375.25 \text{ kN}$$

veya formülle;

$$V_{I-I} = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_k}{2} \cdot \frac{b_x - a_x}{2} \cdot b_y = 375.25 \text{ kN}$$

II-II kesiti için;

Söz konusu kesit için işletme yükleri etkisi altında sadece normal kuvvet etkisi söz konusu olur (Soruda verilen eğilme momenti ve kesme kuvveti etkileri I-I kesiti içindir). Hesap yüklerine ait aksenal yük değeri işletme yüklemesindeki aksenal yükten büyük olduğundan kesit tesirlerinin hesaplamak gerekmez. (Hesap yükleri altında kesit tesiri daha büyük olur $N_d=1200 > N_i=800 \text{ kN}$)

➤ **Betonarme hesaba esas olacak kesit tesirleri**

$$M_{I-I} = 202.83 \text{ kNm}$$

$$V_{I-I} = 519 \text{ kN}$$

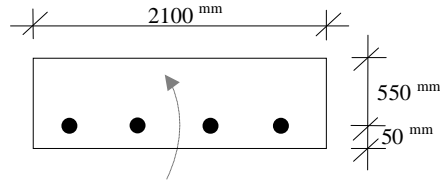
$$M_{II-II} = 170.47 \text{ kNm}$$

$$V_{II-II} = 420.27 \text{ kNm}$$

➤ **Betonarme kesit hesabı (C20/S220) ($\rho_{min} = 0.002$)**

$M_{I-I} > M_{II-II}$ olduğundan hesaba I-I kesitinden başlanır.

I-I kesiti için; ($M_d=202.83 \text{ kNm}$, $b=b_y=1850\text{mm}$, $d=450\text{mm}$)



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{202.83 \cdot 10^6}{1850 \cdot 450^2} = 0.54$$

C16 betonu için tablodan;

$k_z = 0.9698$ olarak okunur.

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{202.83 \cdot 10^6}{0.9698 \cdot 650 \cdot 191} = 2434 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.002 \cdot 1850 \cdot 450 = 1665 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{gerekli}} = 2434 \text{ mm}^2 \text{ Donatı : } 13\phi 16 \text{ (2614 mm}^2\text{)}$$

$$s = \frac{b}{n_{donatı} - 1} = \frac{1850}{12} = 155 \text{ mm} < s_{max} = 250 \text{ mm}$$
 olduğundan donatı aralığı yeterlidir.

Seçilen donatı → 13 $\phi 16$ (3016 mm²)

II-II kesiti için; ($M_d=170.47 \text{ kNm}$, $b=b_x=1850\text{mm}$, $d=434\text{mm}$)

Moment (kNm/m)	A_s (mm ²)	$A_{s_{min}}$ (mm ²)	$A_{s_{gerekli}}$ (mm ²)	Seçilen Donatı	Donatı Aralığı (mm)
170.47	2135	1591	2135	11 $\phi 16$ (2212)	(1850/10=185) 185 < 250 ✓

Seçilen donatı → 11 $\phi 16$ (2212 mm²)

➤ *Donatıların şematik olarak gösterimi;*

